

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ»
(ФГБНУ «ВНИРО»)**

**МАТЕРИАЛЫ ОБЩЕГО ДОПУСТИМОГО УЛОВА В РАЙОНЕ
ДОБЫЧИ (ВЫЛОВА) ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ
ВО ВНУТРЕННИХ МОРСКИХ ВОДАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
В ТЕРРИТОРИАЛЬНОМ МОРЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
НА КОНТИНЕНТАЛЬНОМ ШЕЛЬФЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
В ИСКЛЮЧИТЕЛЬНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЗОНЕ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И КАСПИЙСКОМ МОРЕ
НА 2026 ГОД**

(с оценкой воздействия на окружающую среду)

Часть 2. Рыбы Дальневосточных морей

Том II

**Разработаны:
ФГБНУ «ВНИРО»**

Директор ФГБНУ «ВНИРО»

К.В. Колончин

2025 г.

**«УТВЕРЖДАЮ»
Федеральное агентство
по рыболовству**

Заместитель руководителя

В.И. Соколов

19 2025 г.

СОДЕРЖАНИЕ

КАМБАЛЫ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЕ (<i>виды родов <i>Lepidopsetta, Clidoderma, Cleisthenes, Eopsetta, Hippoglossoides, Microstomus, Kareius, Glyptocephalus, Limanda, Platicthys, Pleuronectes, Acanthopsetta, Mysopsetta, Liopsetta</i></i>)	3
61.02 - Зона Восточно-Камчатская	3
61.02.1 - Карагинская подзона	3
61.02.2 - Петропавловско-Командорская подзона	22
61.03 - Зона Северо-Курильская.....	44
61.04 - Зона Южно-Курильская.....	62
61.05 - Зона Охотское море	80
61.05.1 - Северо-Охотоморская подзона	80
61.05.2 - Западно-Камчатская подзона.....	98
61.05.4 - Камчатско-Курильская подзона.....	98
61.05.3 - Восточно-Сахалинская подзона.....	132
61.06 - Зона Японское море.....	158
61.06.2 - Западно-Сахалинская подзона.....	158
СЕЛЬДЬ ТИХООКЕАНСКАЯ (<i><i>Clupea pallasii</i></i>).....	174
61.02 - Зона Восточно-Камчатская	174
61.02.1 - Карагинская подзона	174
61.04 – Зона Южно-Курильская	195
61.05 - Зона Охотское море	206
61.05.1 - Северо-Охотоморская подзона	206
61.05.2 - Западно-Камчатская подзона.....	227
61.06 - Зона Японское море.....	243
61.06.1 - подзона Приморье.....	243
61.06.2 - Западно-Сахалинская подзона.....	256
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	280

КАМБАЛЫ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЕ (виды родов *Lepidopsetta*, *Clidoderma*, *Cleisthenes*, *Eopsetta*, *Hippoglossoides*, *Microstomus*, *Kareius*, *Glyptocephalus*, *Limanda*, *Platichthys*, *Pleuronectes*, *Acanthopsetta*, *Mysopsetta*, *Liopsetta*)

61.02 - Зона Восточно-Камчатская

61.02.1 - Карагинская подзона

Исполнители: Р.Т. Овчеренко, О.И. Ильин («КамчатНИРО»)

Куратор: А.А. Смирнов (ФГБНУ «ВНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения

Исходными данными для оценки запасов камбал в Карагинской подзоне и обоснования ОДУ в 2026 г. послужила следующая информация:

— сведения, собранные из снюрреводных уловов на РС «Малки-1» в сентябре-октябре 2024 г. (массовые промеры — 2215 экз.);

— результаты донной траловой съемки, выполненной в августе – начале сентября 2024 г. на НИС «Дмитрий Песков» по стандартной сетке станций (рис. 1) (количество тралений — 68, массовых промеров камбал — 743 экз.);

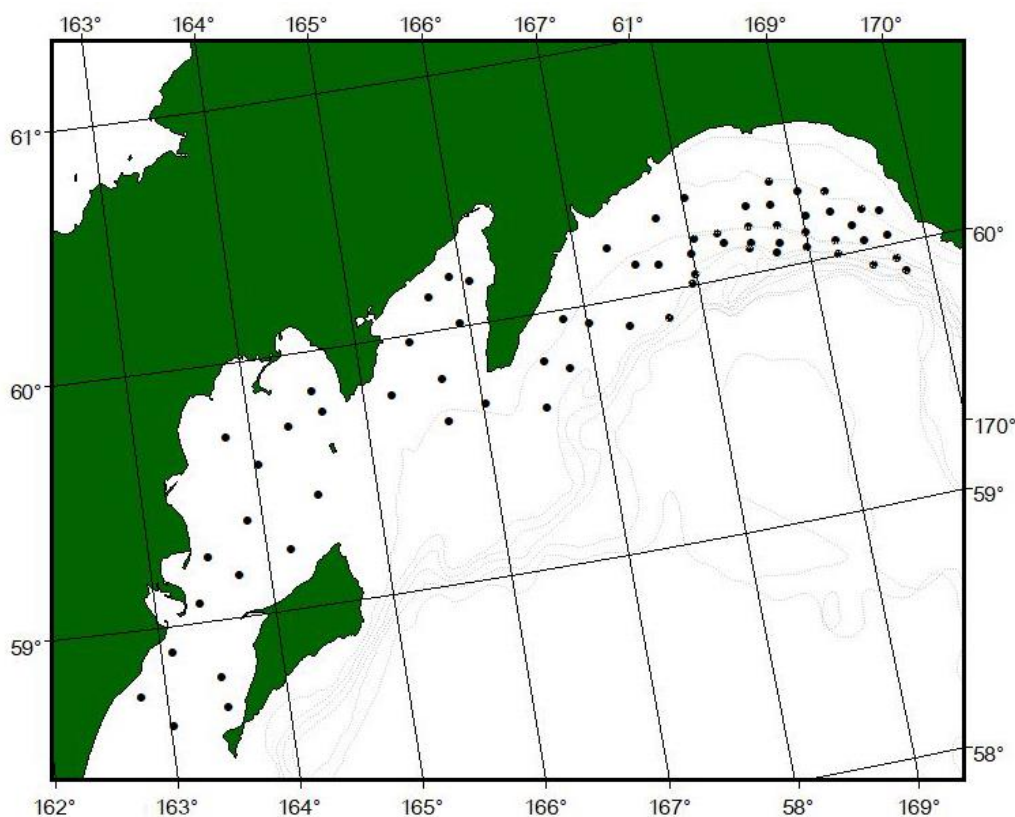


Рис. 1. Схема станций донной траловой съемки, выполненной на НИС «Дмитрий Песков» в августе – начале сентября 2024 г. в Карагинской подзоне

— результаты донных траловых съемок, а также сведения, собранные научными наблюдателями на промысловых судах в прошлые годы;

— сведения об общем вылове по оперативной отчетности предприятий (ООП), структуре промысла по судовым суточным донесениям (ССД) из отраслевой системы мониторинга водных биологических ресурсов, наблюдения и контроля за деятельностью промысловых судов (ОСМ). Для доступа к ОСМ и первичной обработки данных применяли программу «FMS analyst» [Vasilets, 2015].

Сведения об общем вылове камбал в 2012–2023 гг., полученные ранее по данным из ОСМ, уточняли по сведениям из форм статистической отчетности 1-П (рыба), размещенным на сайте Росрыболовства (<https://fish.gov.ru/otraslevaya-deyatelnost/ekonomika-otrasli/statistika-i-analitika/>).

В соответствии с приказом Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104, минимальные требования к составу информации для I уровня являются: сведения о вылове по возрастным или функциональным группам и годам промысла, данные о средней массе, относительном количестве половозрелых рыб, коэффициентах мгновенной естественной смертности по возрастным группам. Результаты учетных съемок, данные промысловой статистики об уловах на единицу промыслового усилия и/или промысловых усилиях, стандартизованные с помощью статистических методов, представляют собой дополнительную информацию для настройки модели.

Для камбал дальневосточных в Карагинской подзоне в настоящее время есть данные о вылове рыб по возрастным группам, начиная с 1951 г., сведения о среднемноголетней массе, доле половозрелых особей, мгновенных коэффициентах естественной смертности по возрастным группам, уловы на единицу усилия с 2005 г., результаты донных траловых съемок в 2016, 2019–2020 и 2024 гг.

Таким образом, структура и качество доступного информационного обеспечения прогноза в полной мере соответствуют I уровню (приказ Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104).

Обоснование выбора методов оценки запаса

Согласно вышеупомянутому приказу «доступная информация обеспечивает проведение всестороннего аналитического оценивания состояния запаса и ОДУ с использованием структурированных моделей эксплуатируемого запаса».

Решением рабочей группы по методам математического моделирования (РГМ), принятым в 2015 г., в перечень моделей этого типа для использования в процедуре оценки запасов и ОДУ, наряду с моделями XSA, TISVPA и др., уже прошедшими тестирование и многолетнюю апробацию в рамках ИКЕС и других научных рыбохозяйственных организаций, была включена модель «Синтез» [Ильин и др., 2014].

Последняя для данного запаса используется с 2013 г. Она относится к числу сравнительно простых статистических когортных моделей с

сепарабельным представлением промысловой смертности, учитывает специфику рыбопромысловой статистики и позволяет получить детальное описание динамики возрастной структуры оцениваемого запаса. Имеет значительные сходства с такими общеизвестными моделями, как «CAGEAN» [Deriso et al., 1985], «ICA» [Patterson, 1994] и др. [Quinn, Deriso, 1999]. Алгоритм модели реализован в одноименной компьютерной программе, разработанной в «КамчатНИРО». С 2019 г. она рекомендована для оценки запасов приоритетных видов водных биологических ресурсов [Методические рекомендации, 2018].

Принимая во внимание опыт использования данной модели, наличие собственного программного обеспечения, а также тот факт, что в 2015 г. она прошла тестирование и рекомендована РГМ для применения, в настоящем обосновании из перечня возможных моделей для оценки запаса и обоснования ОДУ выбрали модель «Синтез».

Определение совокупного промыслового запаса камбал Карагинской подзоны традиционно основано на оценке состояния популяции желтоперой камбалы (*Limanda aspera*) и расчете биомассы остальных видов, исходя из их относительной доли в снюрреводных уловах.

Исходный набор данных для модели следующий:

- вылов (млн экз.) желтоперой камбалы Карагинской подзоны по возрастам (3–16 лет) и годам (1951–2021 и 2023–2024 гг.);
- среднегодовалая масса рыб по возрастным группам (рис. 2 А);
- среднегодовалая доля половозрелых рыб по возрастным группам (рис. 2 Б), фактические данные сглажены посредством логистической функции;
- среднегодовые мгновенные коэффициенты естественной смертности (МКЕС) по возрастным группам (рис. 2 В).

Возрастные коэффициенты селективности оценивали для двух периодов: до 1957 г. (рис. 3 А), когда масштабный снюрреводный промысел камбал Карагинской подзоны отсутствовал, и после него (рис. 3 В). Вид функций селективности был выбран логистический:

$$s_a = \frac{1}{(1 + \exp(\alpha(a_0 - a)))},$$

где α , a_0 — оцениваемые коэффициенты модели.

В качестве настроечных индексов для модели использовали данные об уловах на единицу промыслового усилия (CPUE) за 2005–2024 гг. Эти параметры были стандартизованы по типам судов и годам промысла (относительно судов типа МмРС, ведущих промысел снюрреводом в сентябре) с помощью модели GLM. На рисунке 4 кривая имеет волнообразный вид, однако с 2022 г. прослеживается тенденция роста уловов данного типа судна. Стандартизация по модели GLM осуществлялась средствами статистического пакета R.

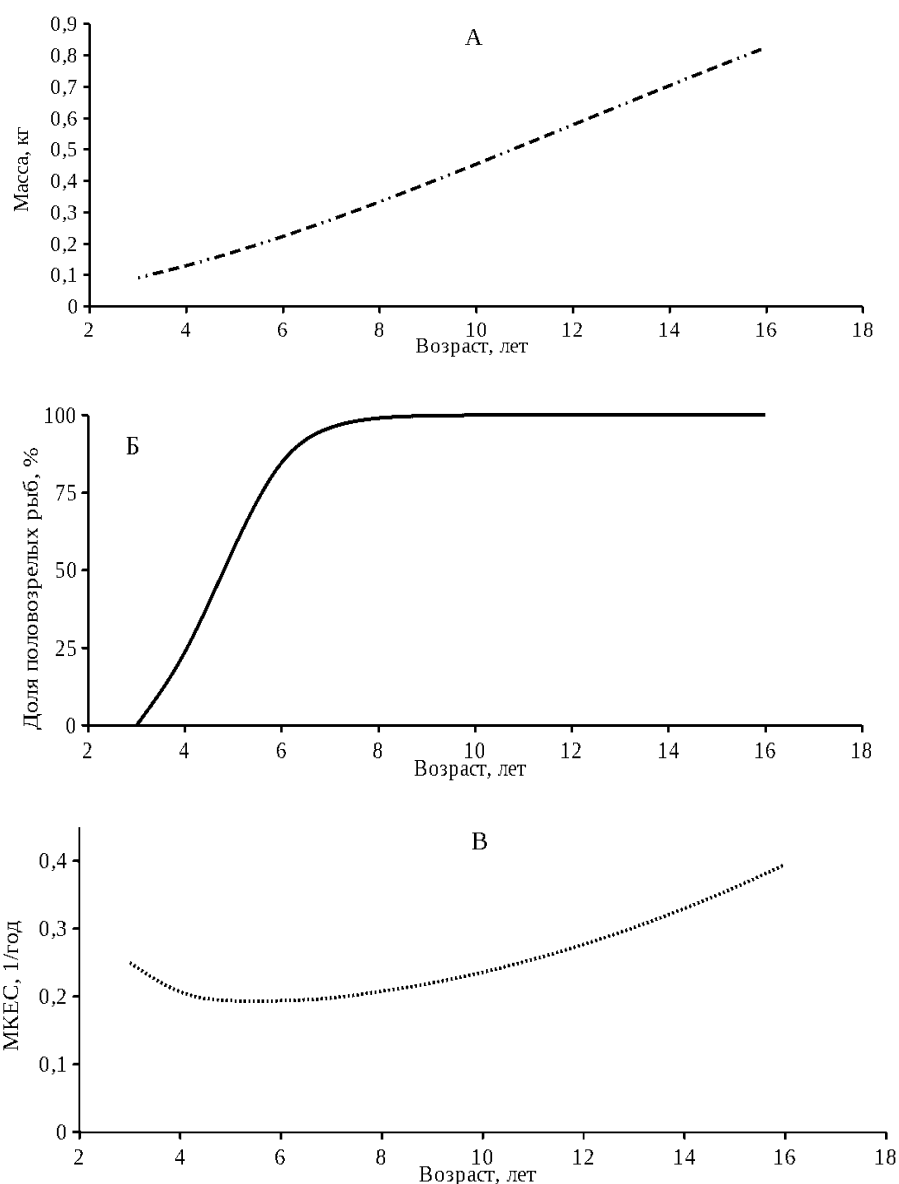


Рис. 2. Исходные данные для модельных расчетов: масса (А), доля половозрелых рыб (Б) и мгновенные коэффициенты естественной смертности (В) желтоперой камбалы по возрастным группам

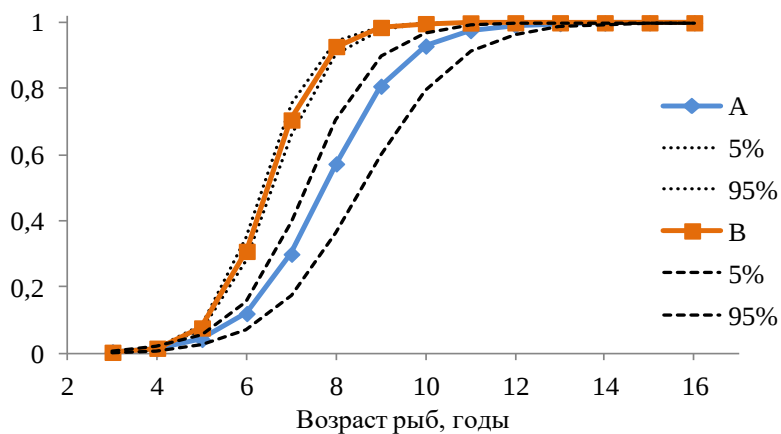


Рис. 3. Оценки возрастных коэффициентов селективности в период 1951–1957 гг. (А) и в период 1958–2024 гг. (В)

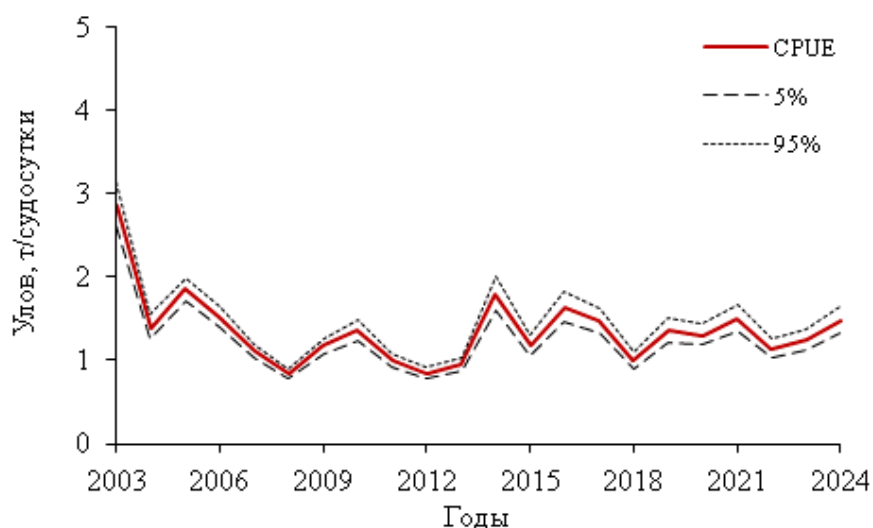


Рис. 4. Стандартизованные уловы на единицу промыслового усилия. Пунктиром обозначены границы 90% доверительных интервалов

Обычно в качестве индекса состояния запаса для настройки модели используются также результаты учетных траловых съемок. Основным методом прямого учета камбал являются донные траловые съемки. В Карагинской подзоне этот вид исследований проводится с 1958 г. В 2016 г. они выполнялись только на шельфе по укороченной сетке станций и по объективным причинам сроки выполнения учетные работы были перенесены на летний период. В 2017 г. учетная съемка проведена только в Олюторском заливе. В сентябре 2018 г. в западной части Берингова моря на НИС «Профессор Леванидов» проведена глубоководная донная траловая съемка. Выполнено всего 8 тралений. Наиболее полная съемка выполнена в 2019 г., но только на шельфе. В 2020 г. выполнено 2 донные съемки — шельфовая и глубоководная. В 2021 г. донная траловая съемка выполнена на шельфе и ориентирована на оценку запасов промысловых беспозвоночных. В отношении рыб указанная съемка оказалась нерепрезентативной. В 2024 г. учетными работами был охвачен не весь рыбопромысловый район, а только акватории заливов Олюторский, Корфа и Карагинский, включая пролив Литке (рис. 1). Южную часть Карагинского и частично центр Олюторского заливов обследовать не удалось.

Все донные траловые съемки, начиная с 2012 г., стандартизировали по полигону общей площадью 26,9 тыс. км². Размеры полигона определяли таким образом, чтобы в него вошло максимальное количество станций. Плотность рыб и величину запасов на полигоне оценивали методом зональных средних [Аксютин, 1968], предварительно разбив его на полигоны Тиссена (Thiessen). Для построения карт распределения и полигонов Тиссена использовали программу ArcView Gis 3.3. При оценке запаса коэффициент уловистости принимали за 1. Подробно алгоритм расчетов описан в работе А.И. Варкентина с соавторами [2019].

В итоге к рассмотрению в настоящем обосновании приняты результаты съемок 2016 и 2019–2020, 2024 гг.

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Состояние запаса. По результатам последней донной траловой съемки 2024 г., уловы желтопёрой камбалы на 1 ч траления колебались в пределах 0,7–150,0 кг. Высокие показатели (более 50 кг/ч траления) были отмечены во всех обследованных заливах. Однако наибольшее обилие этого вида зафиксировано в Олюторском заливе (рис. 5).

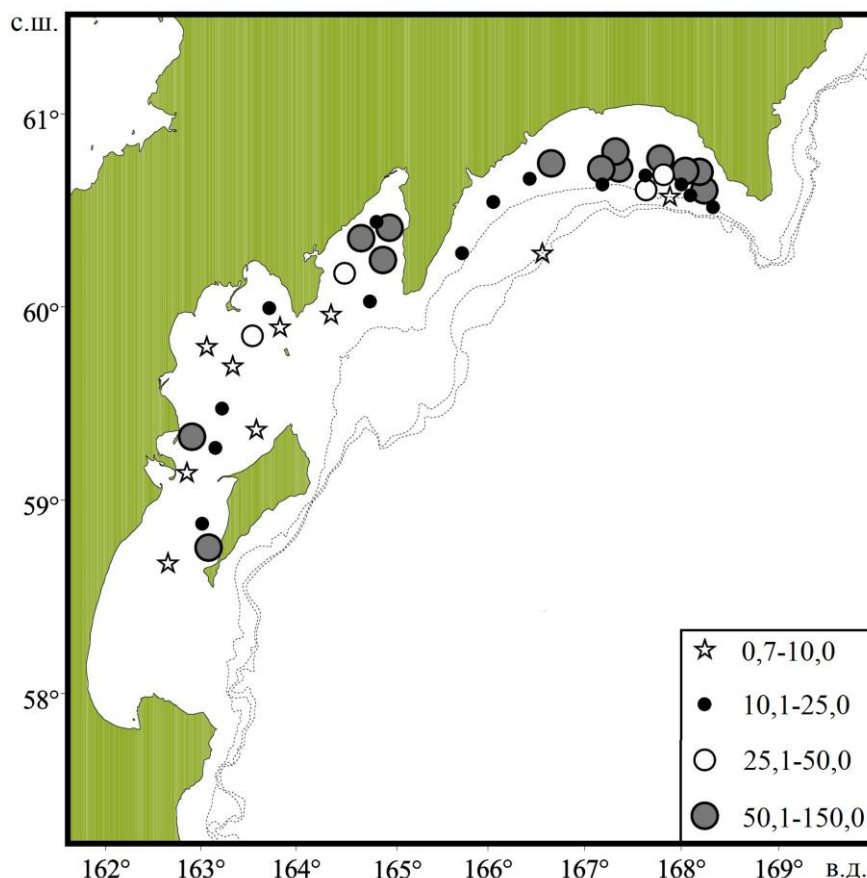


Рис. 5. Пространственное распределение уловов желтопёрой камбалы в Карагинской подзоне по результатам донной траловой съемки в августе–сентябре 2024 г., кг/час траления

Всего учтено 17,104 млн экз. желтопёрой камбалы, что составило 5,368 тыс. т. Текущие оценки оказались соответственно в 3,4 и 2,6 раза меньше аналогичных показателей за сентябрь–октябрь 2020 г. Межгодовая динамика средней плотности распределения рыб имела сходный характер (табл. 1).

Размерно-возрастной состав желтоперой камбалы по результатам донных траловых съемок в 2016, 2019–2020 и 2024 гг. на стандартном полигоне представлен на рисунке 6. В целом в 2016 г. размерно-возрастной состав соответствовал таковому на снюрреводном промысле. В траловых уловах наблюдалась высокая (в сравнении с 2019 г.) доля особей в возрасте 3+–4+ лет. По данным съемок 2019 и 2020 гг. основу уловов составляли рыбы в возрасте 6+–8+ лет. В 2024 г. размерный состав желтоперой камбалы представлен особями длиной 16–46 см. Превалировали рыбы размером тела

26–30 см (49,1%) в возрасте 5–10 лет. Доля 2–3-годовалых особей не превышала 3,0%.

Таблица 1

Межгодовая динамика средней плотности распределения, индексов общей численности и биомассы (КУ=1) желтоперой камбалы на стандартном полигоне в Карагинской подзоне, по результатам донных траловых съемок

Год	Средняя плотность		Индекс общей численности, млн экз.	Индекс общей биомассы, тыс. т
	тыс. экз./км ²	т/км ²		
2016	0,765	0,140	20,573	3,762
2017	—	—	—	—
2018	—	—	—	—
2019	1,549	0,386	41,686	10,377
2020	2,136	0,530	57,474	14,257
2021	—	—	—	—
2022	—	—	—	—
2023	—	—	—	—
2024	0,636	0,200	17,104	5,368

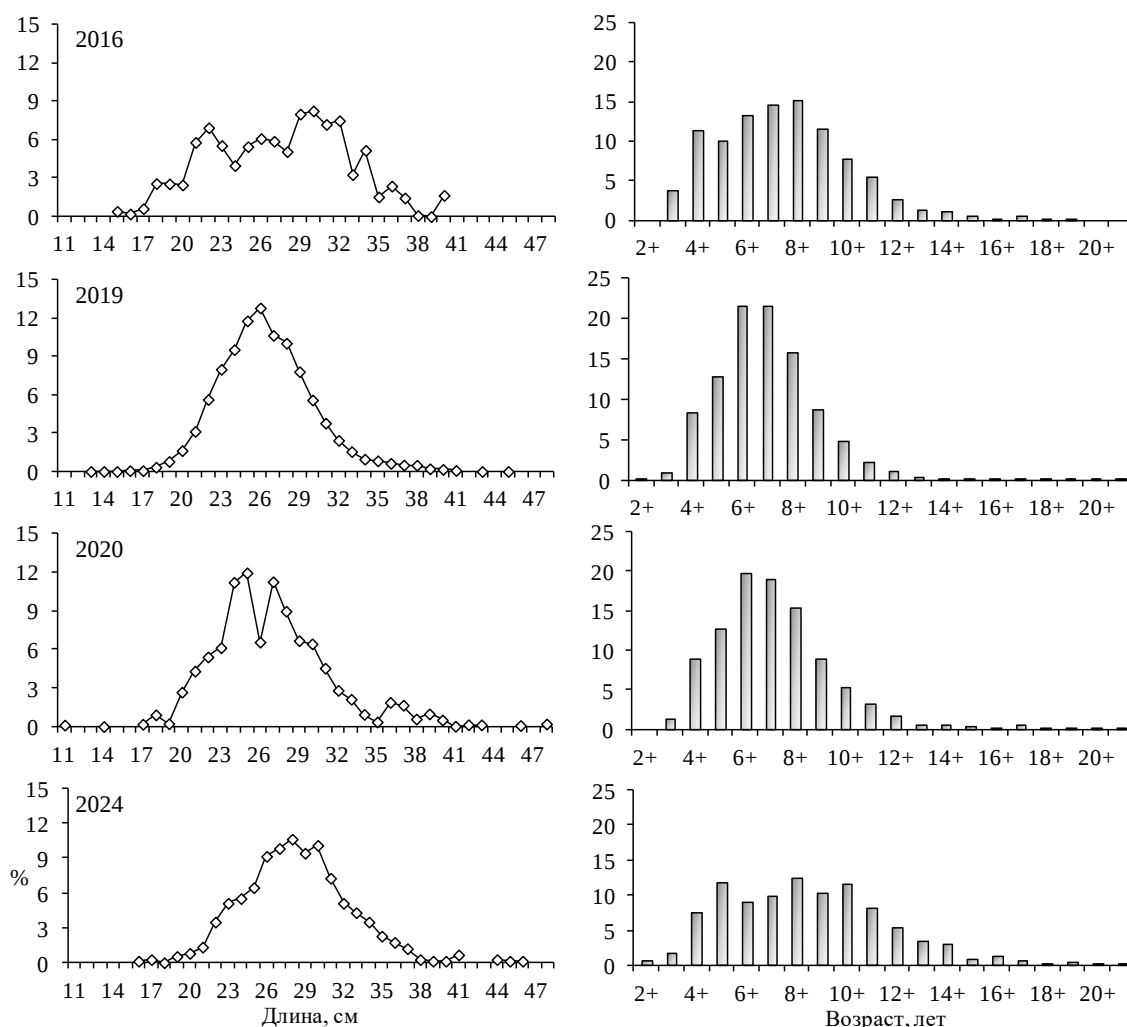


Рис. 6. Межгодовая динамика размерно-возрастного состава желтоперой камбалы на стандартном полигоне в Карагинской подзоне по результатам донных траловых съемок

По модельным расчетам, оценка общего запаса желтоперой камбалы Карагинской подзоны в возрасте 3–16 лет на начало 2024 г. составила 35,6 тыс. т (рис. 7), а нерестового — 23,3 тыс. т (рис. 8).

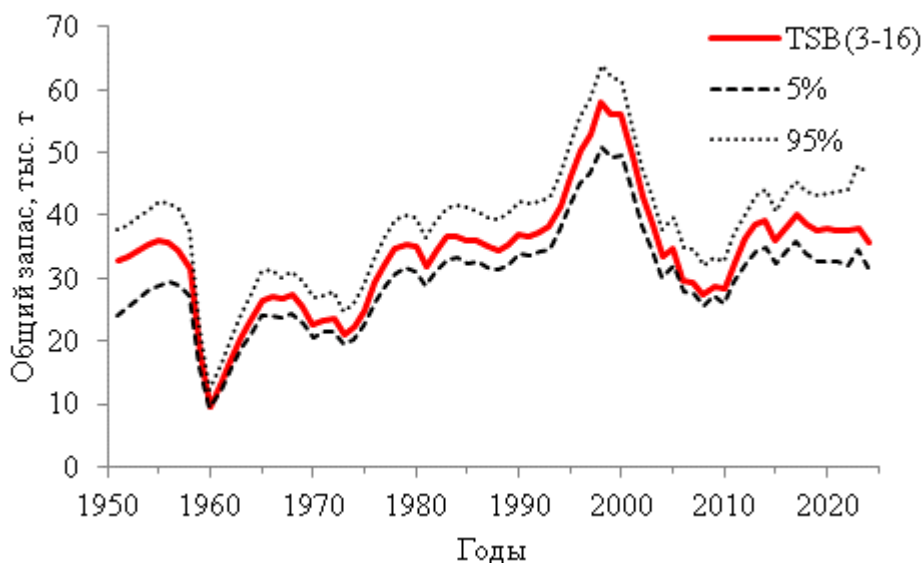


Рис. 7. Межгодовая динамика биомассы общего запаса желтоперой камбалы Карагинской подзоны и процентили бутстреп-распределения ее оценок

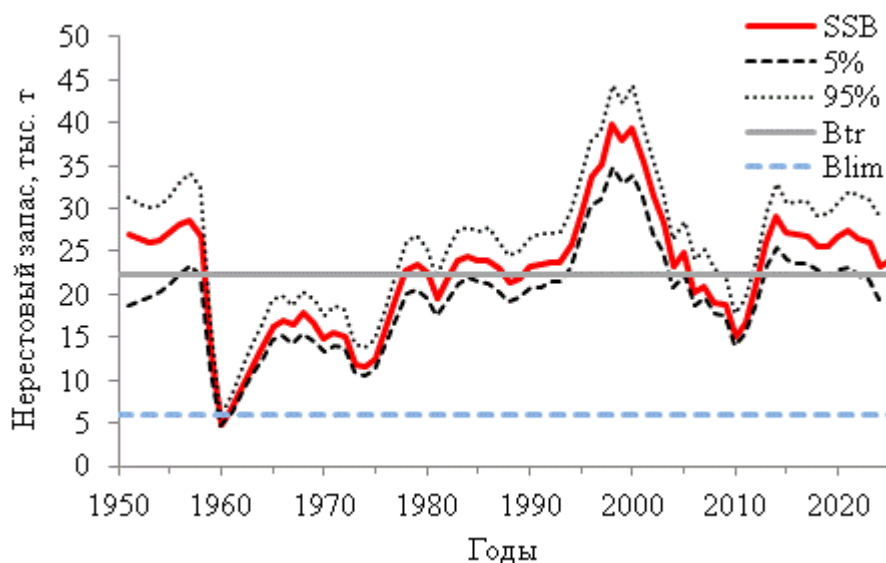


Рис. 8. Межгодовая динамика биомассы нерестового запаса желтоперой камбалы Карагинской подзоны и процентили бутстреп-распределения ее оценок

Данные о численности вступающих в промысел 3-годовиков представлены на рисунке 9. Согласно модели, в последние 10 лет высокоурожайными были поколения, вступившие в промысел в 2010–2011 гг. Кроме того, модель показывает довольно высокую численность рекрутов в 2016–2017 и 2022–2024 гг., а их низкая численность была в 2013–2015 и 2021 гг.

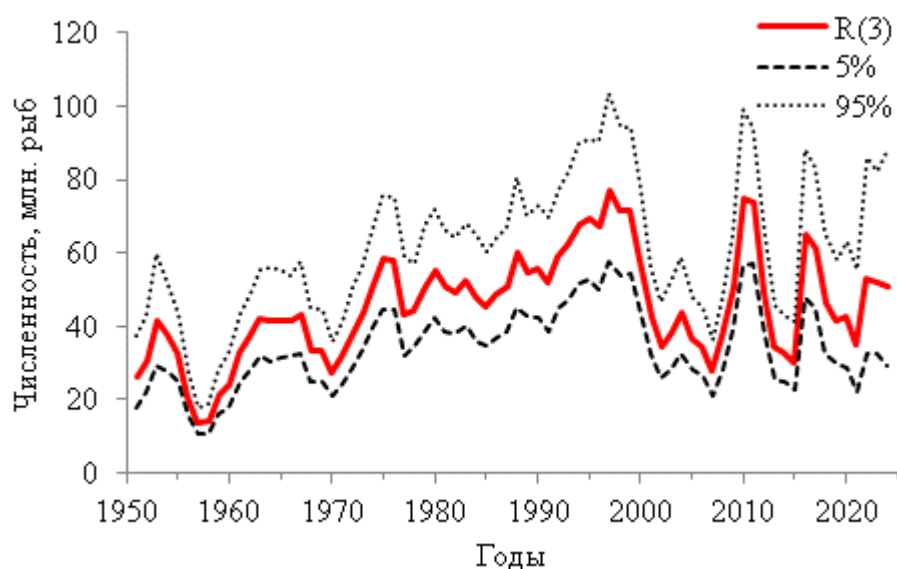


Рис. 9. Межгодовая динамика численности пополнения желтоперой камбалы (рыбы в возрасте 3 года) Карагинской подзоны и процентилю бутстреп-распределения ее оценок

Мгновенные коэффициенты промысловой смертности желтоперой камбалы Карагинской подзоны представлены на рисунке 10. После 2012 г., когда оценки запаса и ОДУ стали определяться в рамках предосторожного подхода [Бабаян, 2000], они лишь раз превысили граничный ориентир F_{lim} и в основном были близки к целевому F_{tr} (рис. 10). Можно заключить, что промысел преимущественно велся в границах, биологически безопасных для запаса.

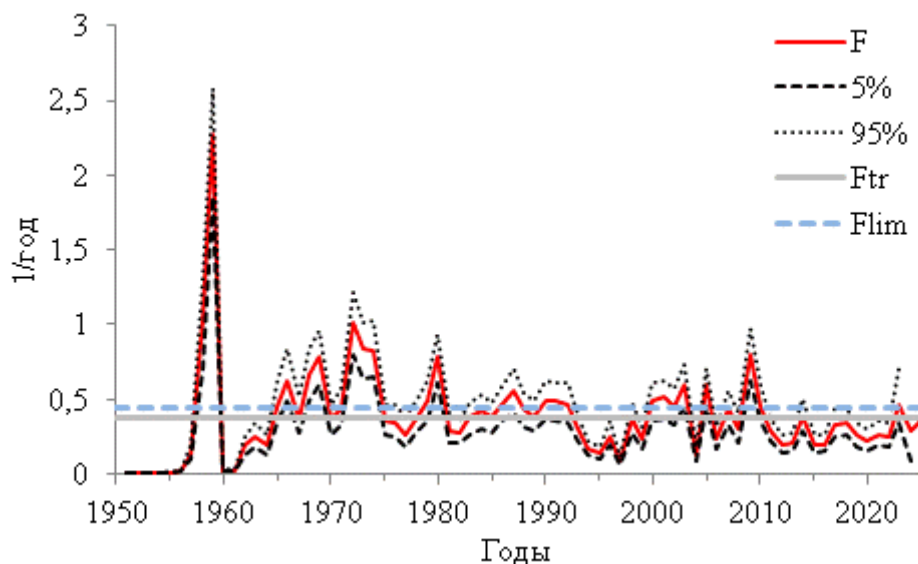


Рис. 10. Межгодовая динамика коэффициентов промысловой смертности желтоперой камбалы и процентилю бутстреп-распределения их оценок

Вероятностные характеристики приведенных выше популяционных параметров оценивались с помощью процедуры условного непараметрического бутстрепа с зашумлением индексов запаса. Найденные

методом процентилей доверительные интервалы (рис. 7–10) могут свидетельствовать о сравнительно небольшом разбросе модельных оценок популяционных параметров.

Промысел. Начало полномасштабного промыслового освоения камбал Карагинской подзоны относится к середине 1950-х гг. Максимальный вылов (более 30 тыс. т) пришелся на 1958 г. После этого годовые уловы существенно сократились (рис. 11).

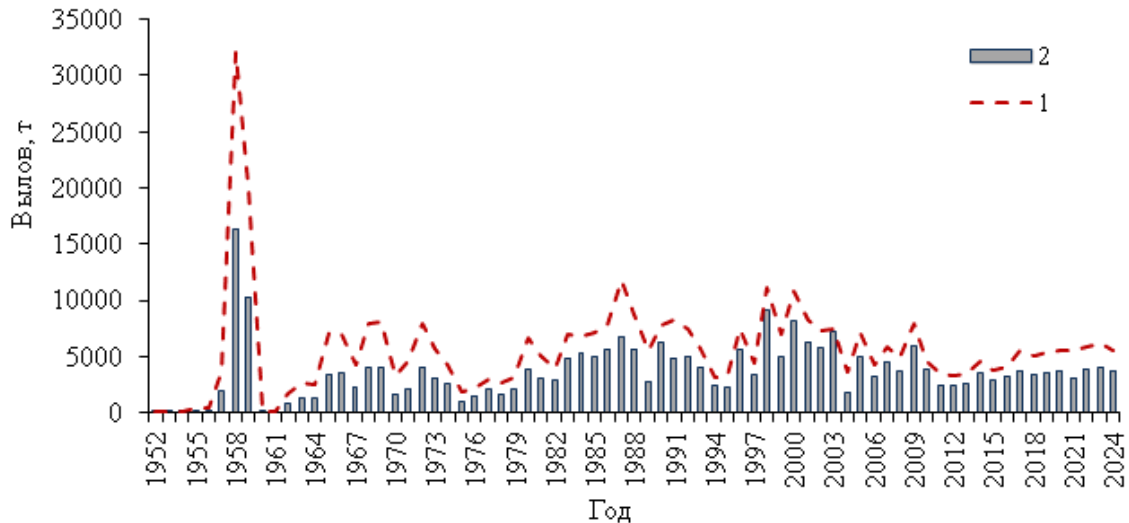


Рис. 11. Межгодовая динамика общего вылова камбал Карагинской подзоны (1), уловов основного промыслового вида — желтоперой камбалы (2)

С 2015 по 2024 гг. общий вылов камбал Карагинской подзоны изменялся от 3,8 (2015 г.) до 6,2 тыс. т (2023 г.) и в среднем составлял 5,4 тыс. т (табл. 2). ОДУ осваивали на 63,8–95,1%, в среднем — 86,2%. В 2024 г. освоение ОДУ, в сравнении с прошлым годом, сократилось и составило 82,4%.

Таблица 2
Межгодовая динамика ОДУ, вылова и освоения ОДУ камбал в Карагинской подзоне

Год	ОДУ, тыс. т	Вылов, тыс. т	Освоение, %
2015	5,0	6,279	125,6
2016	6,9	5,392	78,1
2017	6,0	6,641	110,7
2018	5,7	5,897	103,5
2019	6,1	6,030	98,9
2020	6,1	6,562	107,6
2021	6,1	6,493	106,4
2022	6,8	6,417	94,4
2023	6,8	6,894	101,4
2024	6,8	5,623	82,7
Среднее	6,2	6,223	100,4

Промысел камбал в Карагинской подзоне основан на эксплуатации доминирующей желтоперой лиманды, доля которой в снюрреводных уловах, по результатам за 2011–2021 гг. (данные за 2022–2024 гг. отсутствуют), изменялась от 40,8 до 76,3%, а в среднем составляла 65,6%. Остальные виды камбал (четырёхбугорчатая *Pleuronectes quadrituberculatus*, северная двухлинейная *Lepidopsetta polyxystra*, узкозубая палтусовидная *Hippoglossoides elassodon*, звездчатая *Platichthys stellatus*, хоботная *Mysopsetta proboscidea*, сахалинская *L. sakhalinensis*) обычно имели меньшие значения (табл. 3). Исходя из среднемноголетней доли желтоперой камбалы в уловах, равной 65,6%, её вылов в 2024 г. оценен в 3,7 тыс. т.

Таблица 3

Межгодовая динамика соотношения камбал в промысловых снюрреводных уловах в Карагинской подзоне, %

Вид камбалы/год	2011	2012	2013	2014	2016	2017	2018	2021
<i>Limanda aspera</i>	76,3	75,3	72,1	76,3	40,8	51,5	76,1	56,0
<i>Pleuronectes quadrituberculatus</i>	13,5	10,5	14,0	8,7	8,6	22,0	4,5	5,9
<i>Hippoglossoides elassodon</i>	1,9	0,4	0,3	0,5	-	1,3	-	6,0
<i>Limanda sakhalinensis</i>	0,0	0,1	0,1	-	-	-	+	6,0
<i>Mysopsetta proboscidea</i>	0,2	0,1	-	-	-	3,6	-	-
<i>Lepidopsetta polyxystra</i>	1,4	11,7	12,1	13,0	8,5	21,0	2,2	21,7
<i>Platichthys stellatus</i>	6,7	1,9	1,4	1,5	42,1	0,6	17,2	4,4

Примечание: + - меньше 0,05%

В настоящее время добыча камбал в Карагинской подзоне в основном осуществляется маломерными и среднетоннажными судами, оснащенными снюрреводами. В среднем за последние 10 лет 88,0% годового вылова приходилось именно на это орудие лова (рис. 12). Донный траловый промысел обеспечивал относительно небольшой вылов камбал.

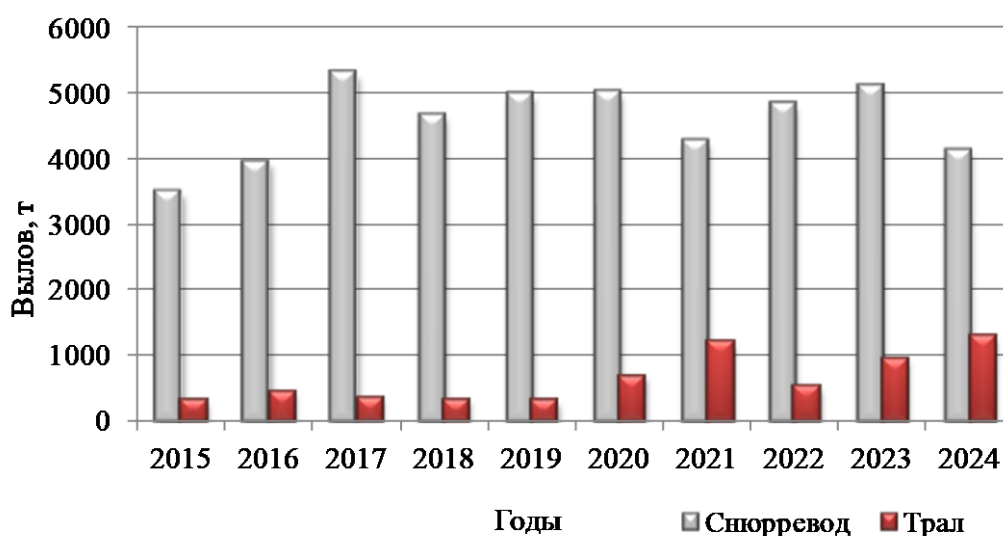


Рис. 12. Межгодовая динамика вылова камбал разными орудиями лова в Карагинской подзоне

Сезонная динамика промысла камбал подвержена значительным колебаниям, характер которых по годам несколько различается. Так, максимальный месячный вылов в 2015–2017 и 2022 гг. зарегистрирован в мае, в 2018–2021, 2023–2024 гг. — апреле (рис. 13). В зимние месяцы интенсивность промысла обычно значительно снижается. В летние месяцы минимальный вылов, как правило, приходится на июль, поскольку в это время большое количество флота задействовано в лососевой путине. Промысел тралами в большей мере приурочен к зимнему периоду и началу весны.

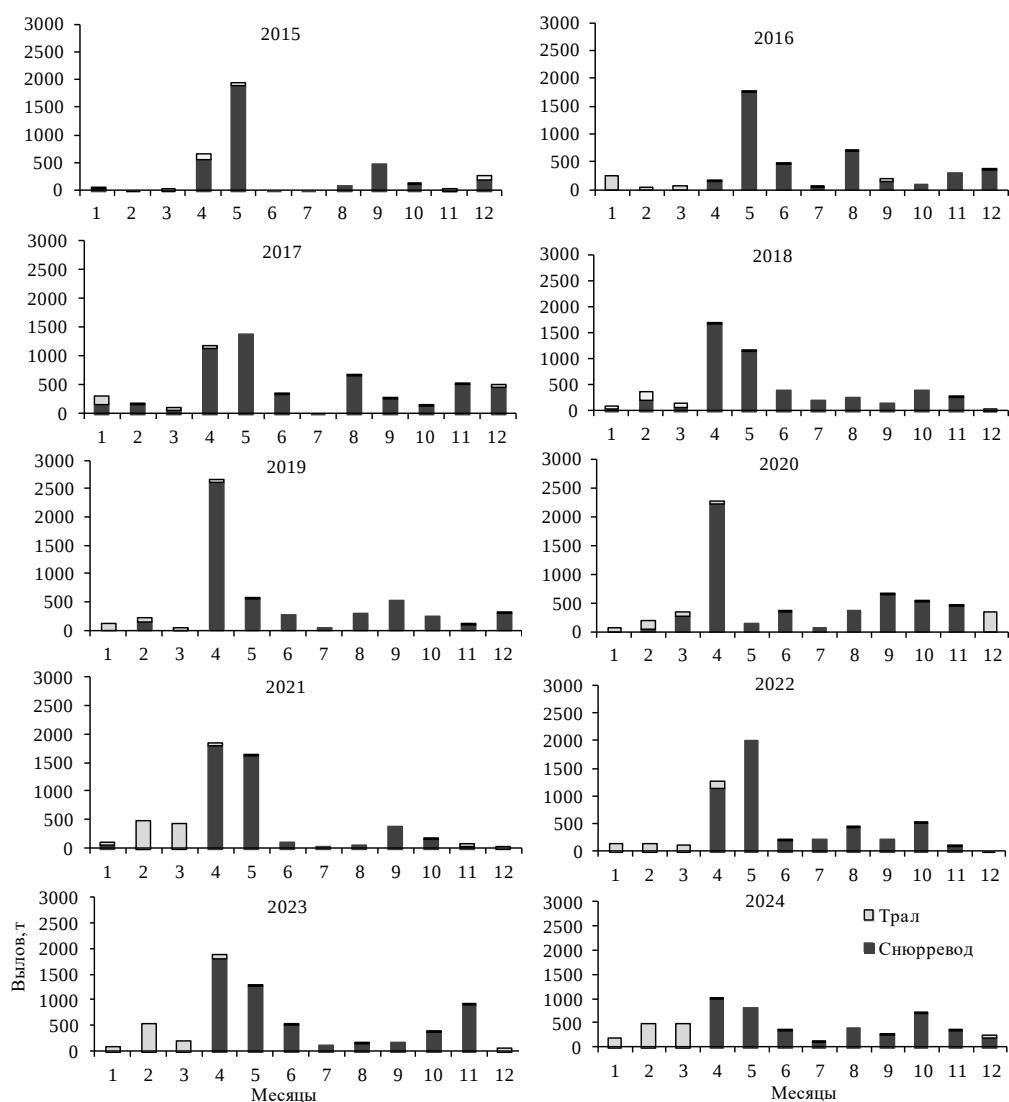


Рис. 13. Межгодовая динамика вылова камбал на разных видах промысла в Карагинской подзоне по месяцам

Данные о размерно-возрастной структуре снюрреводных уловов представлены на рисунке 14.

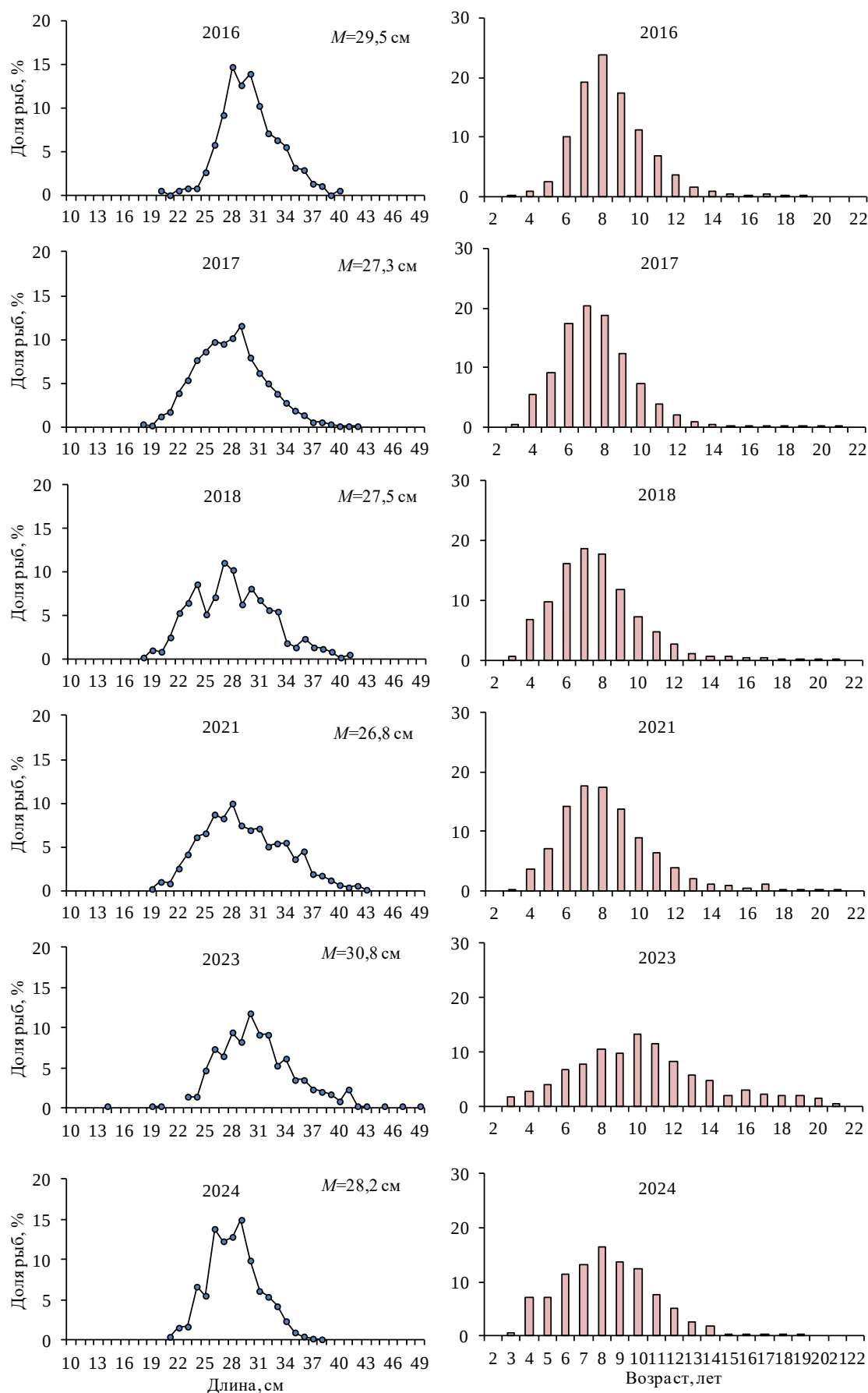


Рис. 14. Межгодовая динамика размерно-возрастного состава желтоперой камбалы в снюрреводных уловах в Карагинской подзоне

В 2016 г. длина желтоперой камбалы варьировала в пределах 20–40 см, доминировали камбалы размером 28–30 см (41,4%). В 2017–2018 гг. размерные составы также были идентичными и представлены длиной от 18 до 42 см, в среднем 27,3 и 27,5 см соответственно. Основа стада в эти годы представлена двумя размерными группами: 22–25 см (25%) и 26–33 см (60,0%). В 2021 г. размеры особей изменялись от 19 до 43 см, в среднем 29,3 см. Доминировала камбала длиной 24–33 см (71,5%). В 2023 г. в уловах встречались более крупные рыбы. Размерный состав желтоперой камбалы был представлен особями длиной 14–49 см (в среднем 30,8 см). Основную часть уловов составляла размерная группа 28–32 см (47,9%). В терминальном году ее размерный ряд представлен особями длиной 21–38 см. Превалировали рыбы размером 26–29 см, их доля в уловах была существенной и составляла более 50,0%.

В пробах из снюрреводных уловов за 2017 г. наблюдалась высокая, в сравнении с 2016 г., доля 4- и 5-годовиков (рис. 14). В уловах 2018 г. доля 5- и 6-годовиков была сравнима с таковой в 2017 г., а доля 4-годовиков несколько превышала долю этой возрастной группы в снюрреводных уловах 2017 г. В 2021 г. доля 4–5-годовиков не превышала таковую в 2017–2018 гг. В 2021 г. основу уловов (63,1%) составляли особи тех же возрастных групп, что и в 2018 г. В 2023 г. в уловах увеличилась доля старшевозрастных рыб, а доминировали особи 8–11 лет (45,0%). В 2024 г. превалировали рыбы 7–10 лет (55,5%). В сравнении с прошлым годом (4,4%) возросла доля 3–4-годовиков (7,5%), однако количество старшевозрастных групп рыб сократилось.

Определение биологических ориентиров

Ориентиры управления были определены в 2020 г. по кривым равновесного улова и равновесной биомассы (рис. 15–16). Поскольку эмпирическая зависимость «запас-пополнение» представляет собой «облако» точек, для которого не представляется возможным установить адекватную зависимость Рикера «запас-пополнение» и оценить F_{MSY} , в качестве целевого ориентира по промысловой смертности выбрали F_{MED} с учетом неопределенности:

$$F_{tr} = F_{MED} \times \exp(-t_{s90\%} \times \sigma) = 0,369 \text{ 1/год, где:}$$

$\sigma = 0,104$ — стандартная ошибка модельной оценки ориентира F_{MED} ;

$t_{s90\%} = 1,645$ — коэффициент Стьюдента доверительной вероятности 90%.

Проанализировав ретроспективную динамику нерестовой биомассы (рис. 8) и коэффициентов промысловой смертности в последние годы (рис. 10), экспертно оценили граничный ориентир по промысловой смертности на уровне $F_{MED} = 0,44$ 1/год. Величину F_0 приняли равной нулю.

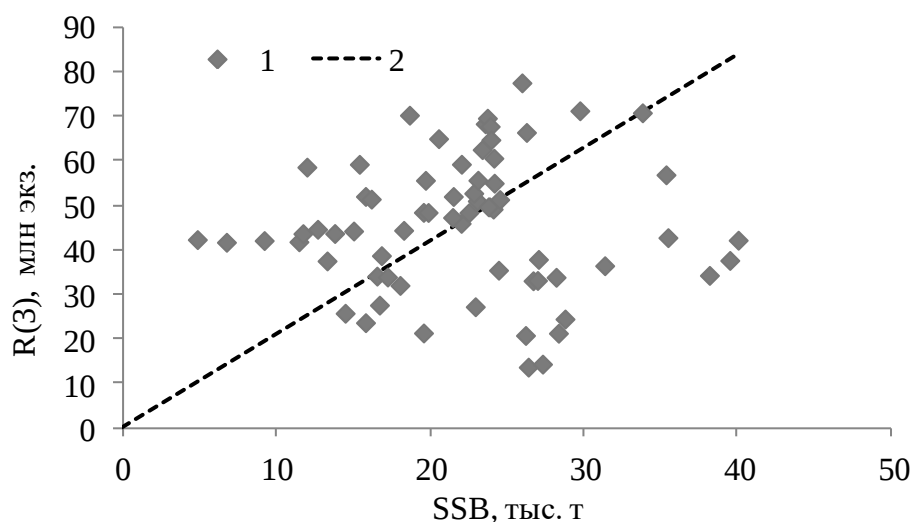


Рис. 15. Эмпирическая зависимость «запас-пополнение» желтоперой камбалы Карагинской подзоны (1) и прямая, по углу наклона которой определяется ориентир F_{med} (2)

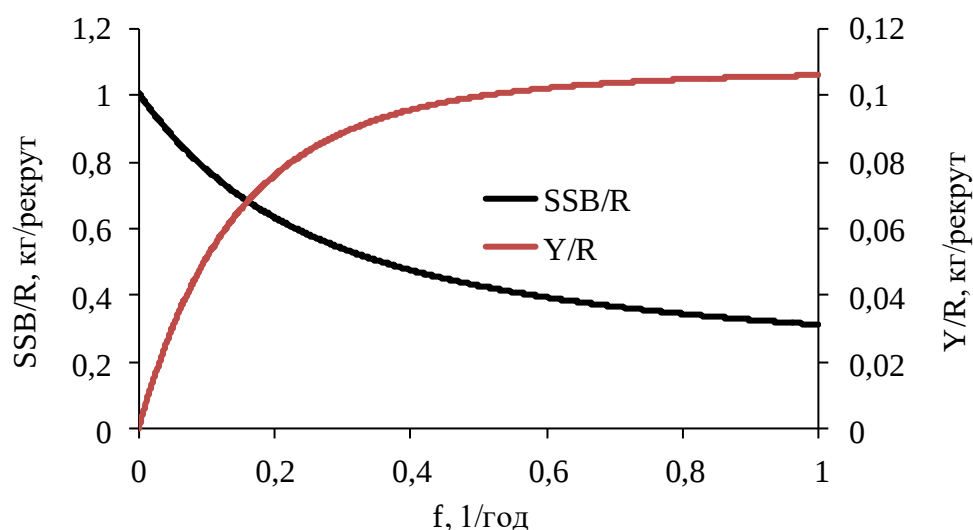


Рис. 16. Кривые равновесной биомассы и равновесного улова на рекрута желтоперой камбалы Карагинской подзоны

Исходя из динамики биомассы нерестового запаса и общего вылова, в качестве граничного ориентира по нерестовой биомассе приняли наименьшую оценку нерестовой биомассы за ретроспективный период с учетом неопределенности:

$$B_{lim} = B_{loss} \cdot \text{EXP}(t_{s90\%} \times \sigma) = 6,0 \text{ тыс. т, где:}$$

σ — стандартная ошибка модельной оценки ориентира $B_{25\%B_{vir}}$;

$t_{s90\%} = 1,645$ — коэффициент Стьюдента доверительной вероятности 90%.

В качестве целевого ориентира по биомассе приняли значение нерестовой биомассы, соответствующее значению F_{tr} на кривой равновесной

биомассы на рекрута при среднемноголетней величине пополнения 45,2 млн рыб (рис. 16): $SSB (F_{tr}) = 22,3$ тыс. т.

Обоснование правила регулирования промысла

Следуя методике среднесрочного прогнозирования в рамках предосторожного подхода к управлению промысловыми запасами рыб [Бабаян, 2000], сформулировали правило регулирования промыслом (далее - ПРП) камбал Карагинской подзоны (рис. 17), цель которого — поддержание запаса на уровне высокой продуктивности и его эксплуатация на этом уровне с постоянной интенсивностью F_{tr} . Аналитическая форма ПРП имеет вид:

$$F_{rec\ i} = 0, \text{ при } B_i < B_{lim},$$

$$F_{rec\ i} = F_{tr} (B_i - B_{lim}) / (B_{tr} - B_{lim}), \text{ при } B_{lim} < B_i < B_{tr},$$

$$F_{rec\ i} = F_{tr} = \text{const}, \text{ при } B_i > B_{tr}.$$

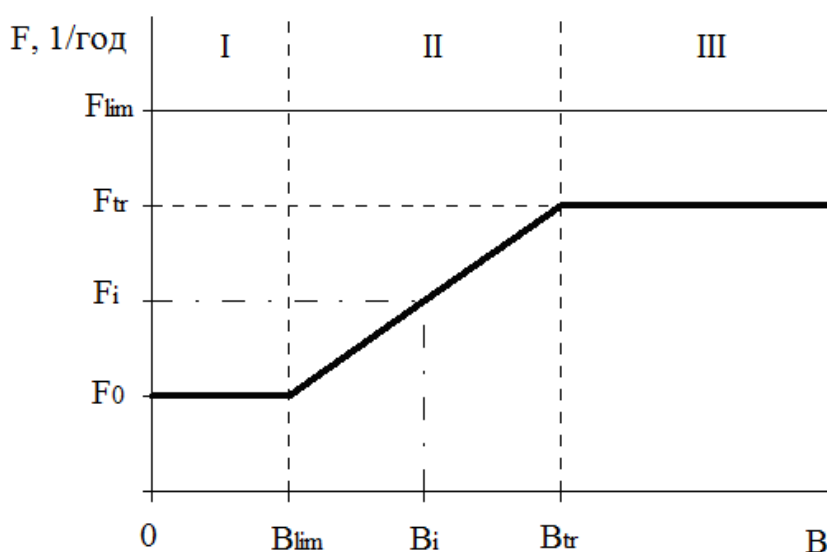


Рис. 17. Схема регулирования промысла желтоперой камбалы Карагинской подзоны

Прогнозирование состояния запаса

Для прогнозирования запаса на 2 года вперед использовали те же соотношения (МКЕС, массу и долю половозрелых рыб по возрастам), что и при восстановлении динамики запаса в ретроспективе.

В качестве пополнения запаса желтоперой камбалы Карагинской подзоны в прогнозный период приняли среднемноголетнюю численность 3-годовиков (45,5 млн экз.). Мгновенный коэффициент промысловой смертности в 2025 г. составит 0,353 1/год, что соответствует вылову этого вида, равному 4,4 тыс. т.

С помощью обращенной вперед когортной процедуры оценили численность, биомассу общего и нерестового запаса в 2025–2026 гг. (табл. 4). По прогнозу, при среднемноголетнем пополнении ресурсы желтоперой камбалы Карагинской подзоны в 2026 г. по сравнению с 2024 г. незначительно вырастут. На начало 2026 г. общий запас составит порядка 35,8 тыс. т, а нерестовый — 24,2 тыс. т.

Таблица 4

Оценки численности и биомассы желтоперой камбалы Карагинской подзоны в возрасте 3 года и старше в 2024–2026 гг.

	Возраст рыб, лет														Всего
2024	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Численность на начало года, млн экз.	50,60	40,32	33,34	17,40	15,53	9,60	6,57	5,38	3,52	0,97	0,58	0,34	0,27	0,22	184,6
Мгновенный коэффициент промысловой смертности, 1/год	0,001	0,005	0,022	0,088	0,199	0,263	0,281	0,284	0,285	0,285	0,285	0,285	0,285	0,285	
Годовой коэффициент выживания с учетом промыслового изъятия	0,778	0,809	0,805	0,754	0,672	0,624	0,606	0,594	0,583	0,570	0,556	0,541	0,524	0,524	
Средняя масса рыб, кг	0,090	0,132	0,178	0,227	0,279	0,333	0,390	0,449	0,510	0,573	0,638	0,705	0,773	0,842	
Биомасса на начало года, тыс. т	4,554	5,322	5,935	3,951	4,332	3,197	2,563	2,416	1,793	0,554	0,373	0,238	0,210	0,185	35,6
Биомасса нерестового запаса на начало года, тыс. т	0,000	1,245	3,454	3,271	3,986	3,062	2,514	2,396	1,788	0,554	0,373	0,238	0,210	0,185	23,3
2025															
Численность на начало года, млн экз.	45,52	39,37	32,63	26,85	13,13	10,44	5,99	3,98	3,20	2,05	0,55	0,33	0,18	0,14	184,4
Мгновенный коэффициент промысловой смертности, 1/год	0,001	0,006	0,028	0,109	0,247	0,326	0,347	0,352	0,353	0,353	0,353	0,353	0,353	0,353	
Годовой коэффициент выживания	0,778	0,808	0,801	0,739	0,641	0,586	0,567	0,555	0,545	0,533	0,519	0,505	0,490	0,490	
Средняя масса рыб, кг	0,090	0,132	0,178	0,227	0,279	0,333	0,390	0,449	0,510	0,573	0,638	0,705	0,773	0,842	
Биомасса на начало года, тыс. т	4,097	5,197	5,808	6,095	3,663	3,476	2,337	1,788	1,631	1,174	0,351	0,229	0,141	0,120	36,1
Биомасса нерестового запаса на начало года, тыс. т	0,000	1,216	3,380	5,047	3,370	3,330	2,293	1,774	1,626	1,174	0,351	0,229	0,141	0,120	24,1
2026															
Численность на начало года, млн экз.	45,52	35,41	31,83	26,14	19,84	8,42	6,12	3,40	2,21	1,74	1,09	0,29	0,16	0,09	182,3
Мгновенный коэффициент промысловой смертности, 1/год	0,001	0,006	0,029	0,114	0,258	0,341	0,363	0,368	0,369	0,369	0,369	0,369	0,369	0,369	
Годовой коэффициент выживания	0,778	0,808	0,800	0,735	0,634	0,578	0,558	0,547	0,536	0,524	0,511	0,497	0,482	0,482	
Средняя масса рыб, кг	0,090	0,132	0,178	0,227	0,279	0,333	0,390	0,449	0,510	0,573	0,638	0,705	0,773	0,842	
Биомасса на начало года, тыс. т	4,097	4,675	5,665	5,933	5,535	2,802	2,386	1,525	1,128	0,998	0,696	0,202	0,127	0,075	35,8
Биомасса нерестового запаса на начало года, тыс. т	0,000	1,094	3,297	4,913	5,092	2,685	2,341	1,513	1,125	0,998	0,696	0,202	0,127	0,075	24,2
ОДУ, тыс. т	0,004	0,025	0,147	0,581	1,146	0,735	0,657	0,421	0,310	0,271	0,187	0,054	0,033	0,019	4,6

Обоснование рекомендованного объема ОДУ

Величина нерестового запаса в 2026 г. соответствует области эксплуатации восстановленного запаса (режим III на рис. 17). Согласно ПРП, рекомендуемое значение коэффициента промысловой смертности составит 0,369 год⁻¹.

Величина вылова на *i*-й прогнозный год рассчитана по формуле:

$$ОДУ_i = F_{rec_i} \sum_{j=t_c}^T s_j w_j N_{i,j} \frac{1 - \exp[-(M_j + s_j F_{rec_i})]}{M_j + s_j F_{rec_i}}$$

[Бабаян, 2000], где:

s_j — возрастные коэффициенты селективности,

w_j — масса особей,

M_j — МКЕС,

$N_{i,j}$ — численность *j*-ой возрастной группы,

F_{rec_i} — рекомендуемое значение интенсивности промысла в *i*-й прогнозный год.

Согласно ПРП, вылов желтоперой камбалы в 2026 г. может составить 4,6 тыс. т. Статистические характеристики распределения оценок нерестового запаса и вылова представлены в таблице 5.

Таблица 5

Статистические характеристики распределения оценок нерестовой биомассы (SSB) и возможного вылова (C) по ПРП в 2026 г.

Параметр	5%	25%	50%	75%	95%	Mean	SE
SSB, тыс. т	19,16	21,91	23,87	26,01	29,71	24,12	3,20
C, тыс. т	2,98	4,03	4,52	5,02	5,76	4,48	0,81

Анализ и диагностика полученных результатов

Для тестирования стратегии управления использовано моделирование динамики запаса на длительный период (10 лет) времени при среднемноголетней величине пополнения и рекомендуемой согласно правилу регулирования промысла интенсивности изъятия.

Как видно из рисунка 18, при соблюдении ПРП, нерестовый запас желтоперой камбалы Карагинской подзоны после 2024 г. с 95% вероятностью не выйдет за биологически безопасные границы и будет находиться вблизи целевого ориентира.

Так как ОДУ прогнозируется с заблаговременностью 2 года, то необходимо просчитать вероятность нежелательных последствий принятой стратегии управления запасом на 2 года вперёд, т.е. выполнить анализ рисков. Для этой цели в рамках статистического имитационного моделирования методом Монте-Карло была оценена вероятность попадания запаса в опасную зону, как функция величины годового вылова в прогнозные годы: $P(SSB_{2027} < B_{lim} \mid ОДУ_{2025}, ОДУ_{2026})$ и $P(F_{2026} > F_{lim} \mid ОДУ_{2025}, ОДУ_{2026})$. Риск-анализ показал, что риски перелова по росту при рекомендуемой

величине вылова желтоперой камбалы Карагинской подзоны в 4,6 тыс. т не превышает рекомендованного уровня $\alpha=0,1-0,2$ [Бабаян, 2000] (рис. 19). Риск перелова по пополнению при этом равен нулю. На основании результатов имитационного моделирования можно заключить, что нет основания для пересмотра стратегии управления промыслом.

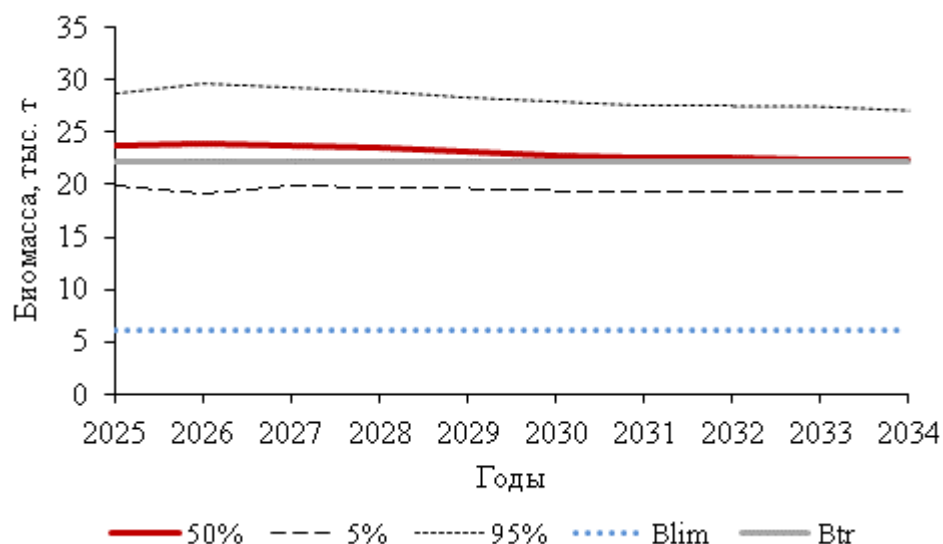


Рис. 18. Модельная динамика биомассы нерестового запаса желтоперой камбалы Карагинской подзоны при рекомендуемой согласно правилу регулирования промысла интенсивности изъятия

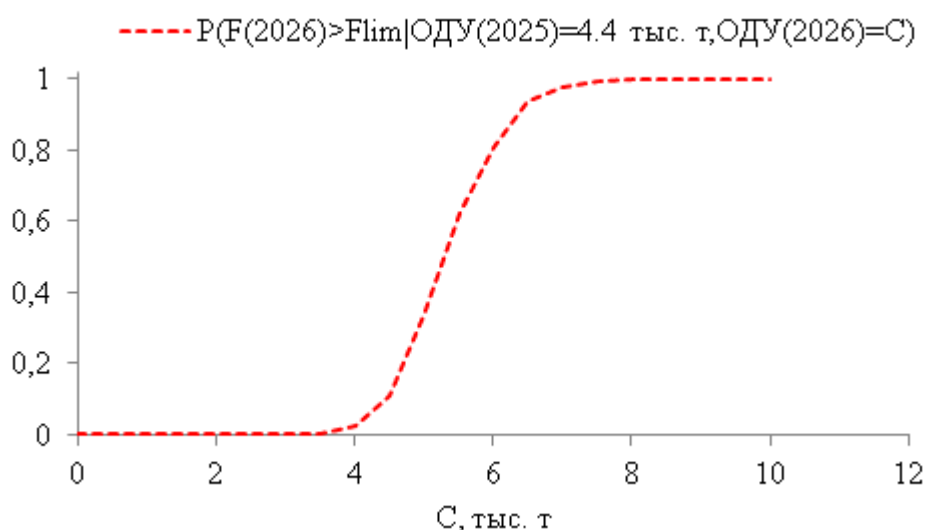


Рис. 19. Анализ вероятности (P) рисков наступления неблагоприятных последствий для запаса желтоперой камбалы Карагинской подзоны

Окончательный вид ПРП желтоперой камбалы Карагинской подзоны с указанной траекторией нерестового запаса в ретроспективе с 2011 по 2024 гг. и на ближайшую перспективу (5 лет) представлен на рисунке 20.

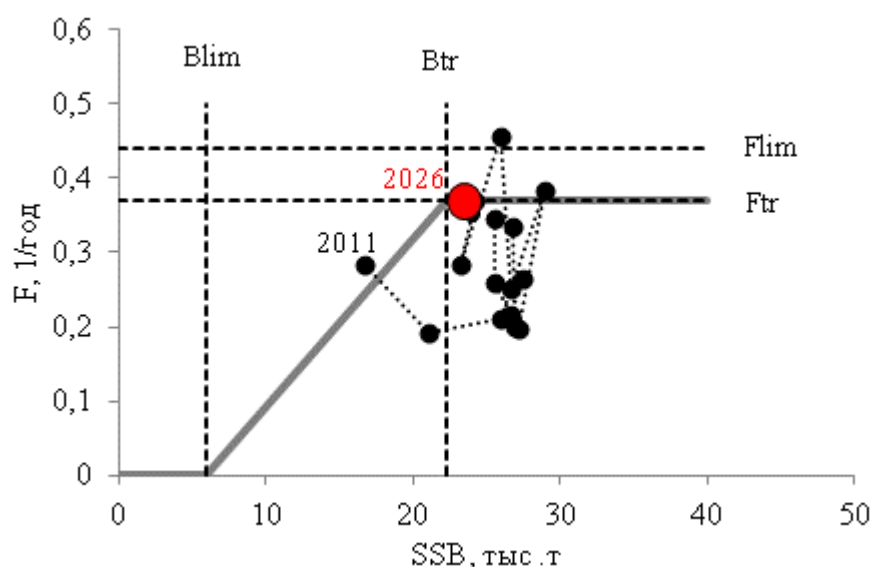


Рис. 20. Реализация правила регулирования промысла желтоперой камбалы Карагинской подзоны

С учетом среднегодовой доли желтоперой камбалы в промысловых снюрреводных уловах, равной 65,6% (табл. 3), суммарный **ОДУ камбал дальневосточных в Карагинской подзоне в 2026 г.** может составить округленно **7,000 тыс. т.**

61.02.2 - Петропавловско-Командорская подзона

Исполнители: Р.Т. Овчеренко, О.И. Ильин («КамчатНИРО»)

Куратор: А.А. Смирнов (ФГБНУ «ВНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения

Основой для оценки текущего и перспективного состояния запаса, а также определения ОДУ дальневосточных камбал в Петропавловско-Командорской подзоне в 2026 г. послужили следующие данные:

- сведения, собранные из снюрреводных уловов на рыбоперерабатывающем заводе ООО «Камчаттралфлот» в феврале–апреле 2024 г. (массовые промеры камбал (МП) — 2527 экз.; полные биологические анализы (ПБА) — 39 экз.) и сентябре–декабре (МП — 22 экз.; ПБА — 35 экз.);
- сведения, собранные из снюрреводных уловов на плавбазе «Виктор Гаврилов» в марте 2024 г. (МП — 2000 экз.; ПБА — 50 экз.);
- результаты донной траловой съемки, выполненной в июле 2024 г. на РС «МРТК-316» и НИС «Инженер Мартынов» (рис. 21) (количество тралений — 62, МП — 460 экз.);

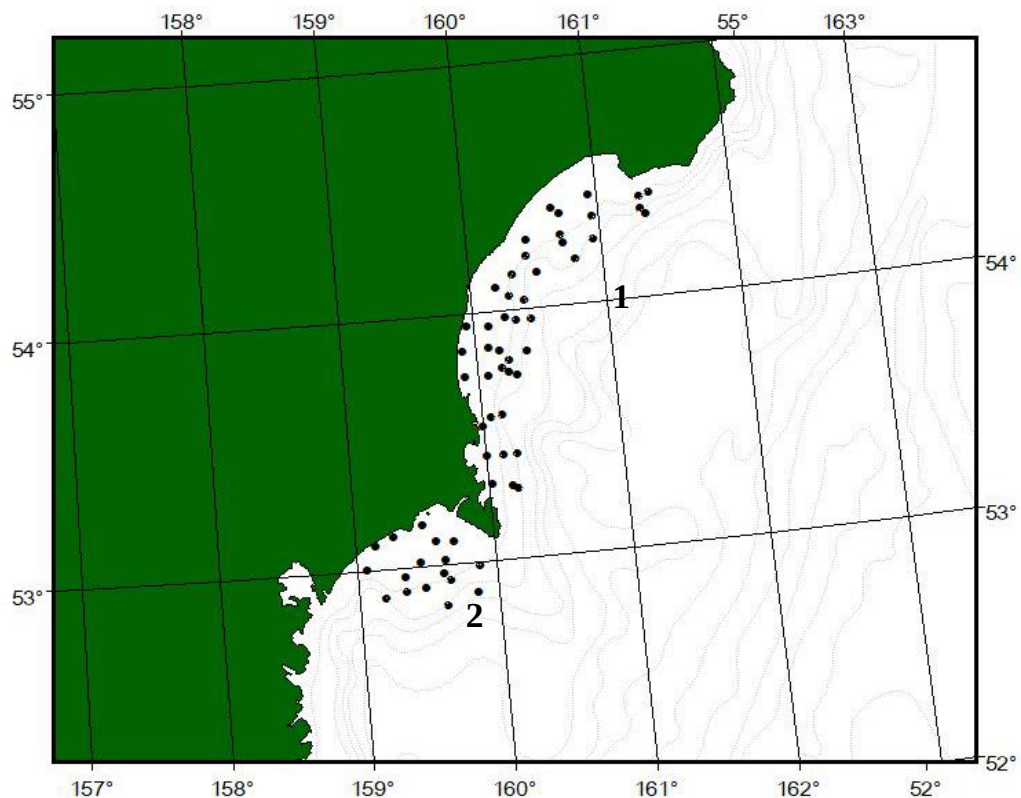


Рис. 21. Схема станций донной траловой съемки, выполненной в Петропавловско-Командорской подзоне в июле 2024 г.: 1 — Кроноцкий залив, 2 — северная часть Авачинского залива

— данные промысловых рейсов, донных траловых съемок за прошлые годы;

— сведения об общем вылове по оперативной отчетности предприятий (ООП), структуре промысла по судовым суточным донесениям (ССД) из отраслевой системы мониторинга водных биологических ресурсов, наблюдения и контроля за деятельностью промысловых судов (ОСМ). Для доступа к ОСМ и первичной обработки данных применяли программу «FMS analyst» [Vasilets, 2015].

Сведения об общем вылове камбал в 2012–2023 гг., полученные ранее по данным из ОСМ, уточняли по сведениям из форм статистической отчетности 1-П (рыба), размещенным на сайте Росрыболовства (<https://fish.gov.ru/otraslevaya-deyatelnost/ekonomika-otrasli/statistika-i-analitika/>).

В соответствии с приказом Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104, минимальные требования к составу информации для I уровня являются: сведения о вылове по возрастным или функциональным группам и годам промысла, данные о средней массе, относительном количестве половозрелых рыб, коэффициентах мгновенной естественной смертности по возрастным группам. Результаты учетных съемок, данные промысловой статистики об уловах на единицу промыслового усилия и/или промысловых усилиях, стандартизованные с помощью статистических методов, представляют собой дополнительную информацию для настройки модели.

Для камбал дальневосточных в Петропавловско-Командорской подзоне в настоящее время есть данные о вылове рыб по возрастным группам, начиная с 1950 г., сведения о среднемноголетней массе, доле половозрелых особей, мгновенных коэффициентах естественной смертности по возрастным группам, уловы на единицу усилия с 2004 г., результаты донных траловых съемок.

Таким образом, структура и качество доступного информационного обеспечения прогноза в полной мере соответствуют I уровню (приказ Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104).

Обоснование выбора методов оценки запаса

Структура запаса камбал в водах, прилегающих к тихоокеанскому побережью Камчатки, несколько отличается от таковой в смежных районах. Если в Карагинском и Олюторском заливах, а также на западнокамчатском шельфе наибольший вклад в уловы и запас обеспечивает желтоперая камбала (*Limanda aspera*), а в прилове чаще других встречаются узкозубая палтусовидная (*Hippoglossoides elassodon*) и четырехбугорчатая (*Pleuronectes quadrituberculatus*), то основу комплекса промысловых видов Камчатского, Кроноцкого, Авачинского заливов и у юго-восточной оконечности полуострова составляет северная двухлинейная камбала (*Lepidopsetta polyxystra*). Промысловыми в этом районе также являются узкозубая палтусовидная, желтоперая и четырехбугорчатая камбалы.

Определение совокупного промыслового запаса камбал основано на оценке состояния популяции северной двухлинейной камбалы и расчете биомассы остальных видов, исходя из их доли в снюрреводных уловах.

Согласно вышеупомянутому приказу, I уровень информационного обеспечения прогноза обязывает проведение всестороннего аналитического оценивания состояния запаса и обоснования ОДУ с использованием структурированных моделей эксплуатируемого запаса (когортные модели).

Решением рабочей группы по методам математического моделирования (РГМ), принятом в 2015 г., в перечень моделей этого типа для использования в процедуре оценки запасов и ОДУ, наряду с моделями XSA, TISVPA и др., уже прошедшими тестирование и многолетнюю апробацию в рамках ИКЕС и других научных рыбохозяйственных организаций, была включена модель «Синтез» [Ильин и др., 2014]. С 2018 г. она рекомендована для оценки запасов приоритетных видов водных биологических ресурсов [Методические рекомендации, 2018].

Модель «Синтез» для данного запаса используется с 2013 г. Она относится к числу сравнительно простых статистических когортных моделей с сепарабельным представлением промысловой смертности, учитывает специфику рыбопромысловой статистики и позволяет получить детальное описание динамики возрастной структуры оцениваемого запаса. Имеет значительные сходства с такими общеизвестными моделями, как «CAGEAN», «ICA» и др. [Deriso et al, 1985; Patterson, 1994; Quinn, Deriso,

1999]. Алгоритм модели реализован в одноименной компьютерной программе, разработанной в «КамчатНИРО».

Принимая во внимание опыт использования данной модели, наличие собственного программного обеспечения, а также тот факт, что в 2015 г. она прошла тестирование и рекомендована РГМ для применения, в настоящем обосновании для оценки запаса и обоснования ОДУ выбрали модель «Синтез» (рис. 22).

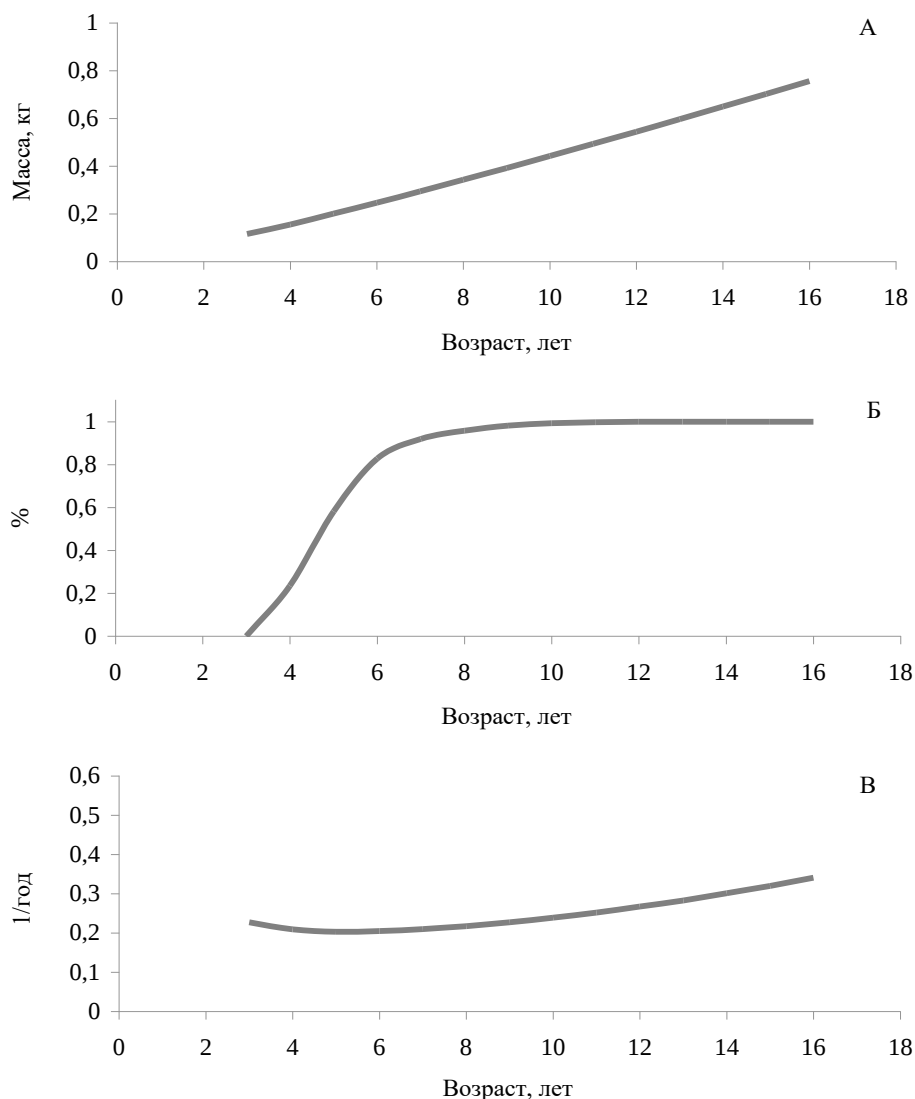


Рис. 22. Исходные данные для модельных расчетов: средняя масса (А), доля половозрелых рыб (Б) и мгновенные коэффициенты естественной смертности (В) двухлинейной камбалы по возрастным группам

Набор исходных данных для оценки состояния запаса двухлинейной камбалы Петропавловско-Командорской подзоны следующий:

- вылов (млн экз.) рыб по возрастам (3–16 лет) и годам (1950–2024 гг.);
- среднемноголетняя масса рыб по возрастным группам (рис. 22 А);

— среднемноголетняя доля половозрелых рыб по возрастным группам, рассчитанная по результатам полных биологических анализов (рис. 22 Б);

— среднемноголетние мгновенные коэффициенты естественной смертности (М) по возрастам [Ильин и др., 2014] (рис. 22 В).

Возрастные коэффициенты селективности промысла оценивали для двух периодов: до 1955 г., когда снюрреводный промысел камбал Петропавловско-Командорской подзоны отсутствовал, и после него (рис. 23). Вид функций селективности выбран логистический:

$$s_a = \frac{1}{(1 + \exp(\alpha(a_0 - a)))},$$

где α , a_0 — оцениваемые коэффициенты модели.

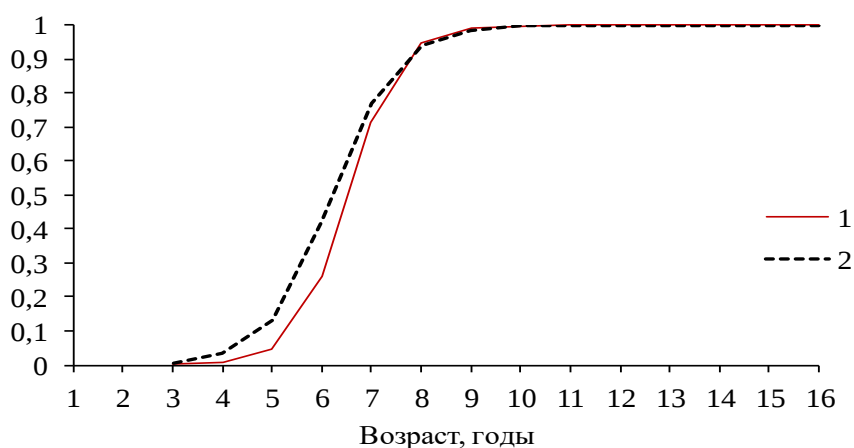


Рис. 23. Возрастные коэффициенты селективности промысла в 1950–1955 гг. (1) и в 1956–2024 гг. (2)

В качестве настроечных индексов для модели использовали уловы на единицу промыслового усилия (т/судосутки) в 2004–2024 гг., стандартизованные по модели GLM относительно судов типа РС-300, ведущих снюрреводный промысел в апреле (рис. 24).

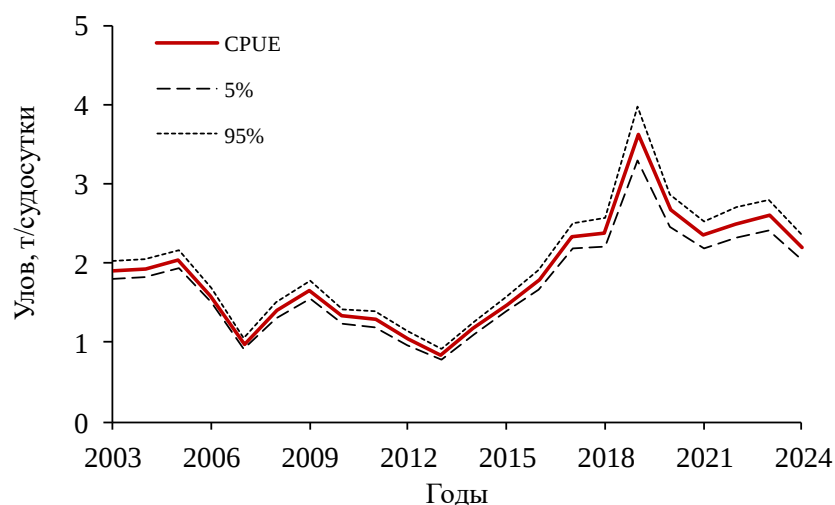


Рис. 24. Стандартизованные уловы на единицу промыслового усилия

Предикторы — факторы года, типы промыслового судна и орудия лова. Стандартизация по модели GLM осуществлялась средствами статистического пакета R. С 2014 г. этот показатель стремительно увеличивался и в 2019 г. достиг максимального значения, а затем снижался.

Основным методом прямого учета камбал являются донные траловые съемки. В тихоокеанских водах, прилегающих к Камчатке, они проводятся крайне нерегулярно. Полноценные исследования в этом районе были выполнены в 1984, 1999 и 2002 гг. В 2010–2014 гг., как альтернатива донным траловым съемкам, в этом районе проводились снюрреводные съемки. Однако они выполнялись только на шельфе, т.е. за пределами основных мест обитания камбал на участках со сложными грунтами, где технически невозможно провести полноценные исследования по данному объекту. Кроме того, из-за отсутствия сведений об уловистости учетного снюрревода, результаты этих исследований практического применения не получили. С 2016 г. «КамчатНИРО» возобновил учетные работы донным тралом силами собственных научно-исследовательских судов.

Оценки запаса, полученные по результатам донных траловых съемок, в качестве индекса запаса в модельных расчетах не используются и приводятся в обосновании в качестве дополнительной информации. Связано это, прежде всего, с резкими изменениями запасов даже в смежные годы, что весьма нехарактерно для камбал. Причина столь резких изменений, очевидно, заключается в качестве проведения съемок. Нередко, по объективным обстоятельствам, они сильно растянуты во времени, выполняются не полностью и в нестандартные сроки.

В качестве индекса используется возрастной состав двухлинейной камбалы по результатам донных траловых съемок, выполненных на 3 стандартных полигонах. В 2024 г. этот индекс не использовали, т.к. не был обследован юго-восток Камчатки.

Плотность рыб и величину запасов оценивали отдельно для каждого полигона методом зональных средних [Аксютин, 1968], предварительно разбив его на полигоны Тиссена (Thiessen). Для построения карт распределения и полигонов Тиссена использовали программу ArcView Gis 3.3. Проекция — Albers Equal-Area Conic, сфероид Красовского.

Для расчетов принимали только безаварийные траления либо траления с незначительными неполадками. При оценке запасов коэффициент уловистости принимали равным 1. Подробно алгоритм расчетов представлен в статье А.И. Варкентина с соавторами [2019].

Для указанных полигонов получены сведения о размерном, а с помощью размерно-возрастного ключа — возрастном составе камбал.

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Состояние запаса. По результатам донной траловой съемки, проведенной в 2024 г., можно отметить, что скопления высокой плотности северной двухлинейной камбалы были отмечены на всех исследуемых полигонах (рис. 25, табл. 6). Её уловы за часовое траление изменялись от 1,2

до 1049 кг, составив в среднем 148 кг. Максимальное значение, полученное в исследуемый период, оказалось существенно выше, чем в 2022 и 2023 гг. (635 и 316 кг/ч траления соответственно).

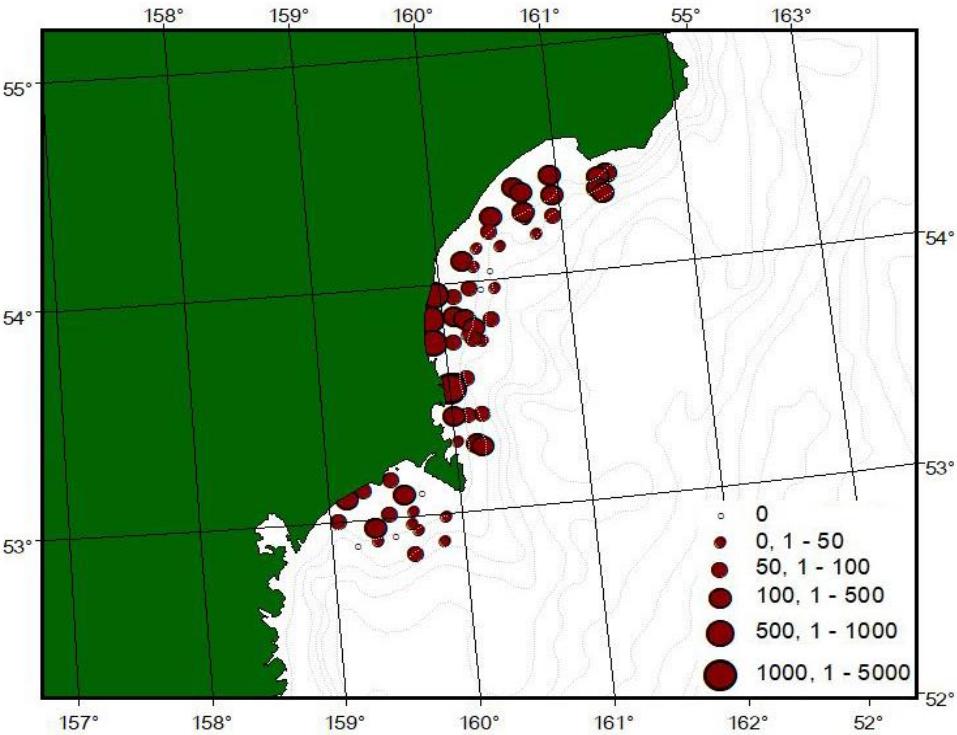


Рис. 25. Распределение уловов северной двухлинейной камбалы на усилие в Восточно-Камчатской зоне по результатам донной траловой съемки в 2024 г., кг/час траления

Таблица 6
Средняя плотность распределения северной двухлинейной камбалы по полигонам и годам в Петропавловско-Командорской подзоне по результатам донных траловых съемок

Год	Полигон*					
	1	2	3	1	2	3
	Плотность, тыс. экз./км ²			Плотность, т/км ²		
2016	2,793	1,495	7,291	0,658	0,333	2,578
2017	—	6,289	25,813	—	2,026	9,514
2018	19,534	5,123	13,978	6,009	1,245	4,611
2019	15,683	3,336	14,351	3,883	0,552	5,424
2020	3,786	2,347	4,739	0,660	0,436	1,927
2021	5,584	3,262	1,568	1,321	0,561	0,413
2022	4,060	5,484	1,907	0,699	1,003	0,459
2023	5,081	2,453	1,083	1,102	0,393	0,289
2024	10,626	3,525	—	2,161	0,697	—
Среднее	8,393	3,702	8,841	2,062	0,805	3,152

* — номера полигонов, как на рисунке 21

Всего в 2024 г. индекс общей численности северной двухлинейной камбалы на 2 реперных полигонах составил 56,234 млн экз., общей биомассы — 11,396 тыс. т, что почти в 2 раза больше, чем в 2021–2023 гг. (табл. 7).

Очевидно, что фактические оценки запаса были еще выше, т.к. не был обследован полигон у юго-восточной Камчатки. В терминальном году на полигонах 1 и 2 показатели обилия существенно увеличились в сравнении с прошлым годом. Как указывалось выше, из-за резких изменений индексов численности и биомассы в смежные годы, отсутствия выраженной динамики запаса, оценки биомассы по результатам донных траловых съемок в модельных расчетах не используются.

Таблица 7

Динамика индексов общей численности (N) и биомассы (B) северной двухлинейной камбалы (КУ=1) по полигонам и годам в Петропавловско-Командорской подзоне по результатам донных траловых съемок

Год	Полигон*							
	1	2	3	Итого	1	2	3	Итого
	N, млн шт.				B, тыс. т			
2016	12,828	3,152	18,637	34,617	3,024	0,702	6,590	10,316
2017	—	13,260	57,618	70,878	—	4,272	21,237	25,509
2018	89,715	10,801	44,752	145,268	27,598	2,626	14,764	44,988
2019	79,029	7,034	45,945	132,008	17,835	1,164	17,364	36,363
2020	17,390	4,949	15,172	37,511	3,033	0,920	6,170	10,123
2021	25,647	6,878	5,021	37,546	6,068	1,184	1,323	8,575
2022	17,612	10,494	7,751	35,857	3,158	1,822	1,814	6,794
2023	23,337	5,172	3,467	31,976	5,060	0,829	0,924	6,813
2024	48,802	7,432	—	56,234	9,926	1,470	—	11,396

* — номера полигонов, как на рисунке 21

По результатам донной траловой съемки в 2016 г. длина двухлинейной камбалы изменялась от 13 до 46 см, составляя в среднем 27,8 см (рис. 26). Основу траловых уловов (65,9%) представляли особи длиной 22–31 см возрастом от 5 до 8 лет (60,4%).

По результатам учётных работ, выполненных в 2017–2019 гг., двухлинейная камбала была представлена преимущественно среднеразмерными особями длиной 27–32 см в возрасте 6–8 лет. В то же время обращает на себя внимание увеличение доли 2–4-годовиков в 2018 г., что ранее отмечено не было.

В 2020 г. в уловах зафиксированы особи двухлинейной камбалы размером от 11 до 48 см. Основная часть (43,6%) рыб была длиной 22–28 см в возрасте 4–6 лет (42,6%).

В 2021 г. размеры камбал изменялись от 9 до 48 см. В большинстве своем встречались особи длиной 26–28 см (31,0%) в возрасте 5–7 лет (48,4%).

В 2022 г. размерно-возрастной состав северной двухлинейной камбалы мало отличался от такового в 2021 г. Длина рыб варьировала от 11 до 46 см, а основная часть уловов была представлена особями размером 23–28 см (43,3%), в среднем - 25 см. Доминировали рыбы в возрасте 5–7 лет.

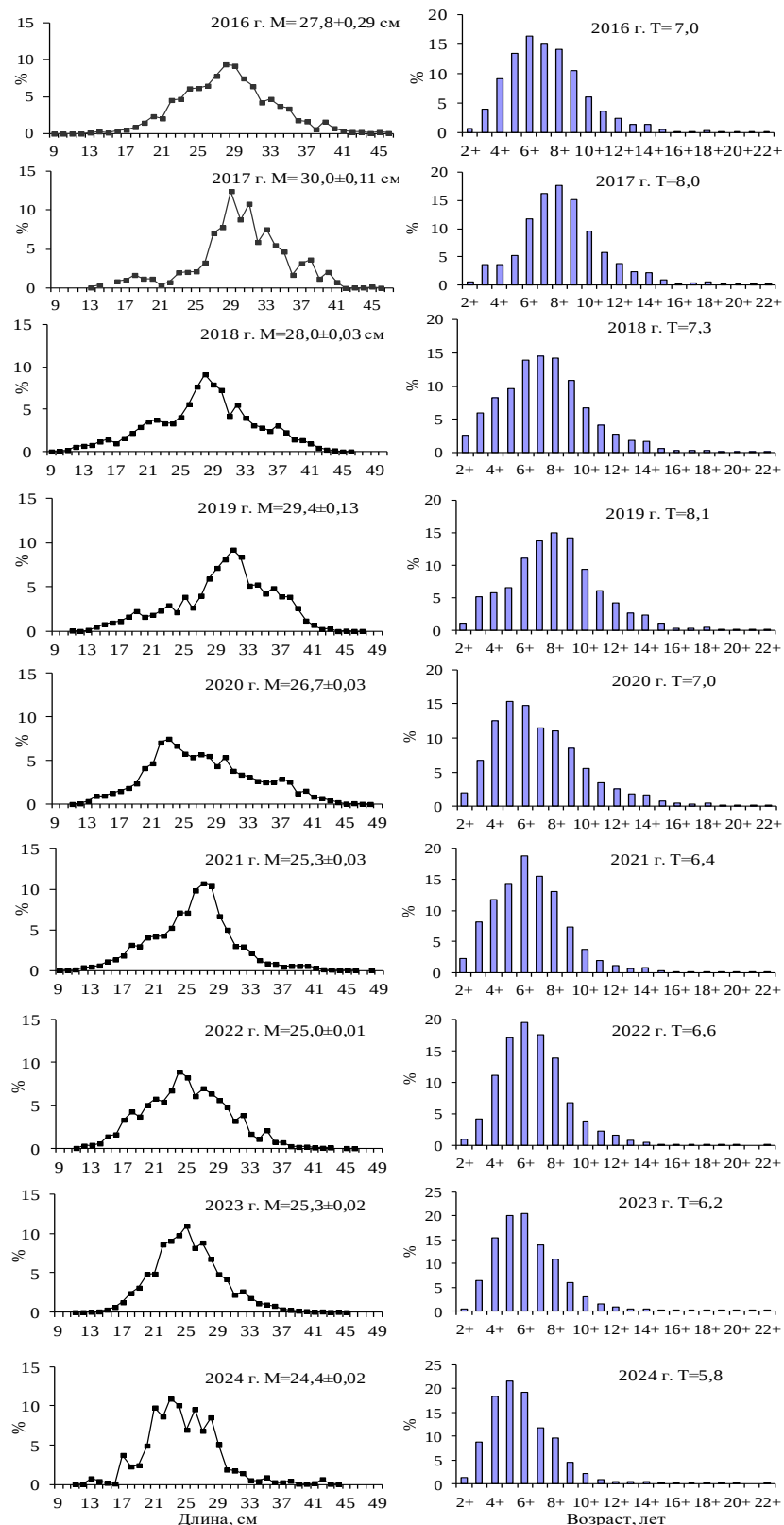


Рис. 26. Размерно-возрастной состав двухлинейной камбалы на стандартных полигонах в Петропавловско-Командорской подзоне в 2016–2024 гг. по данным донных траловых съемок

В 2023 г. длина двухлинейной камбалы изменялась от 11 до 45 см, а основу уловов (более 50%) составляли особи размером 22–27 см (в среднем 25,3 см). Возрастной состав был представлен особями 4–6 лет (55,7%).

По результатам донной траловой съемки, выполненной в терминальном году, длина рыб изменялась от 11 до 44 см, составляя в среднем 24,4 см (рис. 26). Основу траловых уловов (56,0%) представляли особи длиной 21–26 см возрастом от 4 до 6 лет (58,9%). Относительная численность 3-годовиков составляла 8,8%, что несколько выше среднемноголетнего значения, равного 6,6%. Однако говорить о повышенной урожайности рыб поколения 2021 г. вряд ли возможно. По крайней мере, в промысловых уловах их относительное количество в 2024 г. составляло всего 0,3%, при среднемноголетнем значении, равном 0,8%. Очень низкой в промысловых уловах была также доля рыб поколений 2019-2020 гг. — 0,4% (среднемноголетнее — 2,9%) и 3,3% (среднемноголетнее — 6,6%).

В результате модельных расчетов, оценка общего запаса северной двухлинейной камбалы в Петропавловско-Командорской подзоне в возрасте 3–16 лет на начало 2024 г. составила 76,0 тыс. т, а нерестового — 58,4 тыс. т (рис. 27–28).

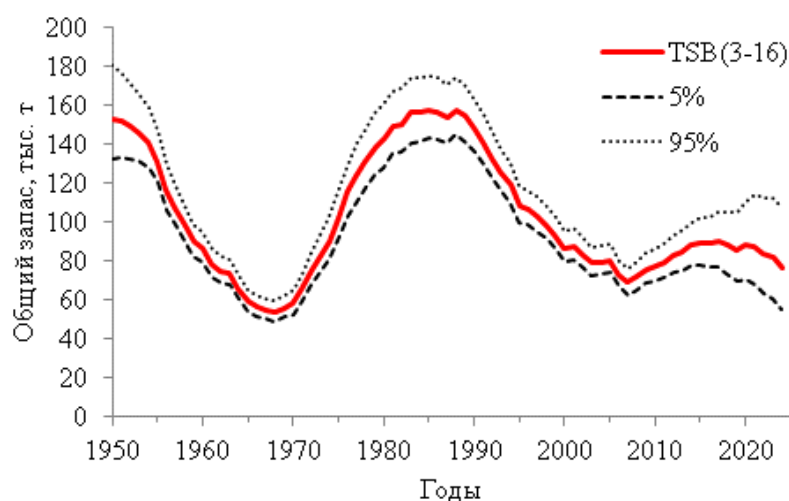


Рис. 27. Межгодовая динамика биомассы общего запаса (TSB) и процентили бутстреп-распределения ее оценок

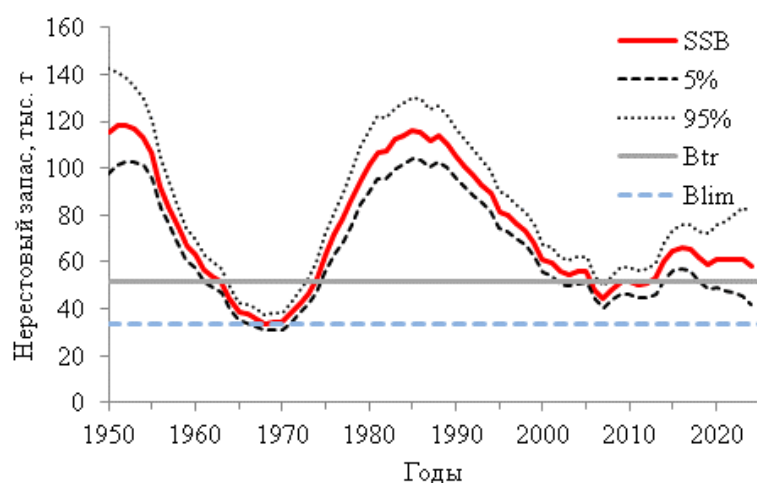


Рис. 28. Межгодовая динамика биомассы нерестового запаса (SSB) и процентили бутстреп-распределения ее оценок

Наметившийся после 2012 г. рост нерестового запаса, связанный, в первую очередь, с пополнением рыб урожайных поколений 2007–2009 гг., сменился снижением из-за появления в последние годы ряда поколений (2019–2021 гг.) численностью гораздо ниже среднегодового уровня (рис. 29). Генерации 2019 и 2021 гг., по имеющимся данным, оцениваются, как самые малочисленные за всю историю. Отметим, что, по модельным оценкам, в настоящее время биомасса нерестового запаса выше целевого ориентира. Оценка вероятности того, что биомасса нерестового запаса на начало 2024 г. превышает значение целевого ориентира, составляет 74%.

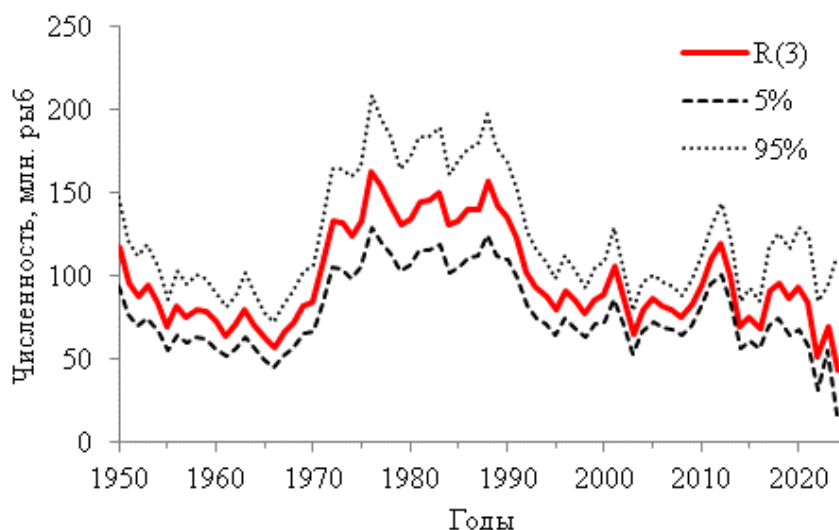


Рис. 29. Межгодовая динамика численности пополнения и процентили бутстреп-распределения ее оценок

Межгодовая динамика промыслового запаса представлена на рисунке 30. Промысловый запас, вслед за общим и нерестовым, также демонстрирует снижение с 2023 г.

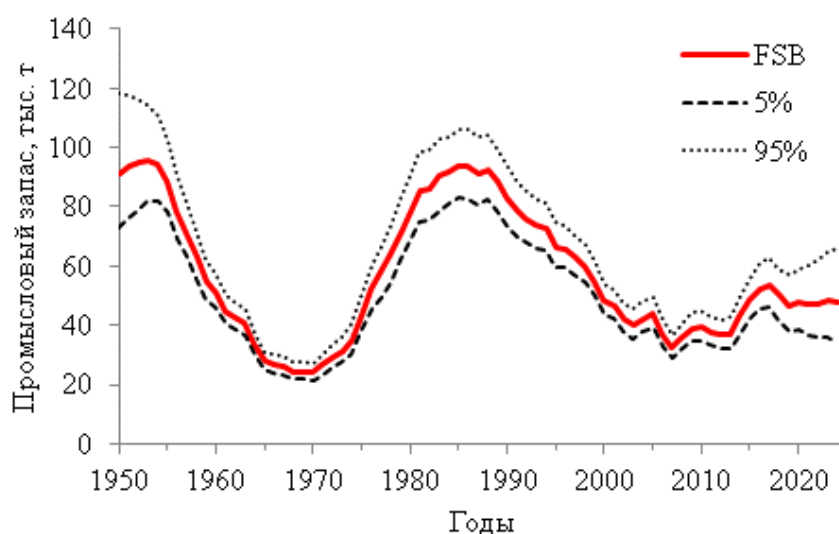


Рис. 30. Межгодовая динамика биомассы промыслового запаса (FSB) и процентили бутстреп-распределения ее оценок

Межгодовая динамика коэффициентов промысловой смертности представлена на рисунке 31. Видно, что с 2013 г., когда ОДУ начал определяться в рамках предосторожного подхода [Бабаян, 2000], они ни разу не превысили F_{lim} и в основном были ниже целевого ориентира F_{tr} . Можно заключить, что промысел велся в биологически безопасных для запаса границах.

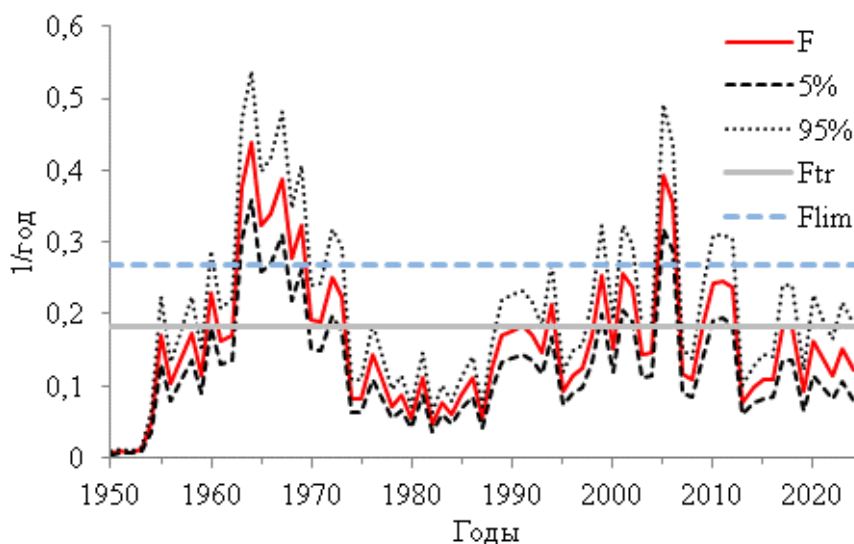


Рис. 31. Межгодовая динамика коэффициента промысловой смертности селективно полностью изымаемых рыб и процентиля бутстреп-распределения

С помощью процедуры условного параметрического бутстрепа оценили вероятностные характеристики полученных оценок — средние, среднеквадратические отклонения и доверительные интервалы. Найденные методом процентилей интервальные оценки свидетельствуют о сравнительно небольшом разбросе модельных оценок популяционных параметров (рис. 27–31).

Промысел. Специализированный промысел камбал снюрреводами получил развитие в середине 1950-х гг. [Золотов, Захаров, 2008; Овчеренко, 2019]. В целом, история промыслового освоения запасов камбал, обитающих на шельфе у юго-восточного побережья полуострова, характерна для всех дальневосточных морей. Наибольшие уловы пришлось на начальный период эксплуатации в 1955–1960 гг., когда среднегодовые уловы составляли 18,5 тыс. т.

С 2015 по 2024 гг. вылов камбал в Петропавловско-Командорской подзоне изменялся от 7,167 до 11,618 тыс. т и в среднем составлял 9,888 тыс. т (табл. 8). В 2024 г. было добыто 7,2 тыс. т камбал или 84,3% ОДУ.

Перелов ОДУ в 2020 г. вызван ростом изъятия камбал в виде «прилова». Согласно правилам рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна, рыбопромышленники имеют возможность добывать в качестве прилова водные биологические ресурсы, не поименованные в разрешении и на которые установлен ОДУ, в объеме не более 2% по весу за промысловое усилие от всего улова разрешенных видов,

а в случае доставки уловов в живом, свежем или охлажденном виде в береговые места доставки — не более 4%.

Таблица 8

Межгодовая динамика ОДУ, вылова и освоения ОДУ камбал в Петропавловско-Командорской подзоне

Год	ОДУ, тыс. т	Вылов, тыс. т	Освоение, %
2015	8,9	8,072	90,7
2016	10,1	9,429	93,4
2017	11,4	10,699	93,9
2018	11,0	10,268	93,3
2019	9,9	9,745	98,4
2020	11,0	11,496	104,5
2021	11,9	10,403	87,4
2022	11,3	9,981	88,3
2023	12,9	11,618	90,1
2024	8,5	7,167	84,3
Среднее	10,7	9,888	92,4

В среднемноголетнем аспекте с января по апрель добывается более 60,0% камбал от общего вылова за год. К маю уловы снижаются до 4,5%, а с октября — вновь возрастают (рис. 32).

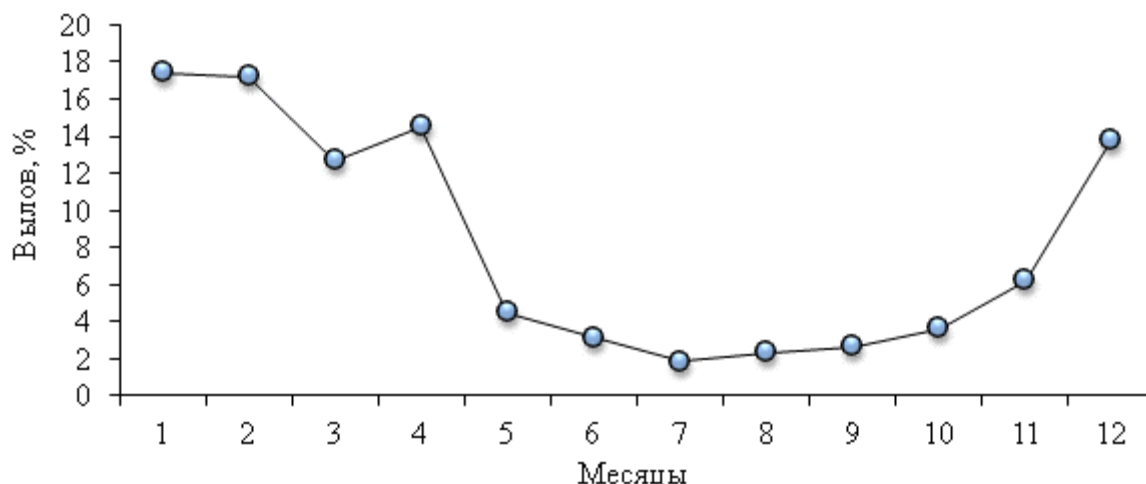


Рис. 32. Среднемноголетняя доля вылова камбал по месяцам от общего годового улова в Петропавловско-Командорской подзоне в 2015–2024 гг.

По данным из снюрреводных уловов РС «МРТК-316», в 2012–2014 гг. доля двухлинейной камбалы в уловах постепенно снижалась, что, возможно, связано со структурными перестройками в камбальном сообществе (табл. 9). Изменилось соотношение в уловах и других видов.

В 2015–2024 гг. наблюдения на снюрреводном промысле в районе исследования выполнялись с февраля по апрель, а целевым объектом лова был минтай. Камбалы в уловах присутствовали только в качестве прилова, поэтому корректных данных об их соотношении нет. По этой причине в

последующем использовали среднемноголетние значения, полученные в 2012–2014 гг.

Таблица 9

Соотношение промысловых видов камбал в снюрреводных уловах в 2012–2014 гг. в Петропавловско-Командорской подзоне, % по массе

Год/Вид камбал	ДЛ	ПВ	ЧБ	ЖП	Прочие
2012	67,1	8,8	10,9	10,5	2,7
2013	66,4	18,0	10,8	4,3	0,5
2014	57,9	25,1	15,8	0,5	0,7
Среднее	63,8	17,3	12,5	5,1	1,3

Примечание: ДЛ — двухлинейная, ПВ — палтусовидная, ЧБ — четырехбугорчатая, ЖП — желтоперая

В 2024 г. размерные составы двухлинейной камбалы в Петропавловско-Командорской подзоне в снюрреводных уловах в зимне-весенний период незначительно отличались (рис. 33). В феврале длина рыб изменялась от 12 до 52 см. Основу уловов составляли особи размером 25–29 см (33,7%). В марте размерный состав двухлинейной камбалы был представлен более мелкими рыбами, длина которых варьировала от 22 до 48 см, а преобладали особи размером 27–30 см (42,5%). В апреле длина рыб изменялась от 15 до 46 см, а основную часть улова формировали особи размером 24–29 см, составляя 52,3%.

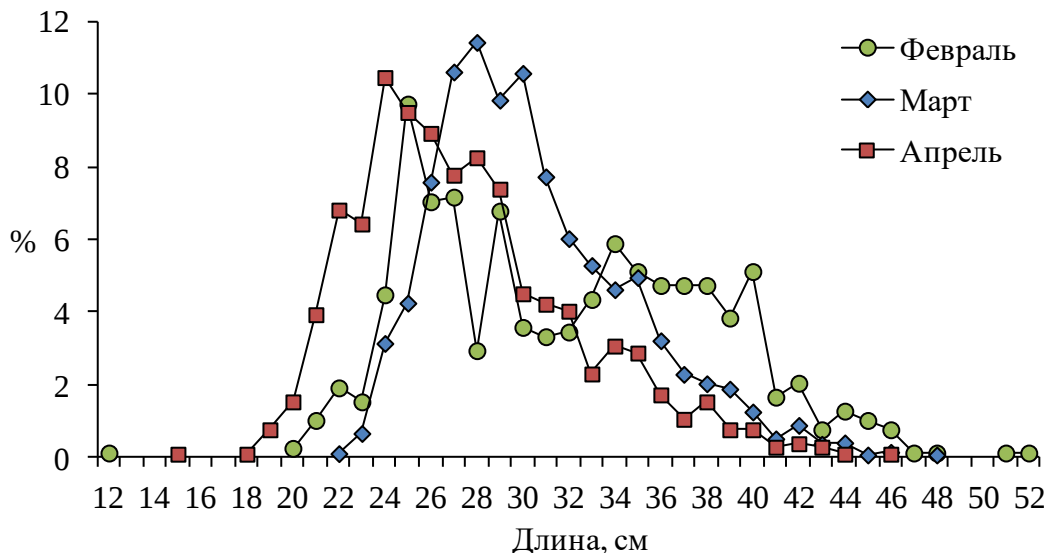


Рис. 33. Размерный состав двухлинейной камбалы из уловов снюрревода в Петропавловско-Командорской подзоне в феврале-апреле 2024 г. (февраль: $n = 781$ шт., $M = 31,9$ см; март: $n = 2704$ шт., $M = 30,5$ см; апрель: $n = 1042$ шт., $M = 27,5$ см)

Итоговый размерный состав двухлинейной камбалы в снюрреводных уловах рассчитывали с учетом количества изъятых промыслом рыб за каждый месяц. Из-за недостаточного объема данных сделан ряд допущений:

размерный состав рыб в уловах в январе, октябре-декабре, принят аналогичным февральскому, в мае–сентябре, как в апреле.

По обобщенным данным, в 2024 г. в промысловых уловах длина двухлинейной камбалы изменялась от 12 до 53 см, составляя в среднем 31,6 см (рис. 34), а преобладали особи размерных групп 27–34 см (52,1%).

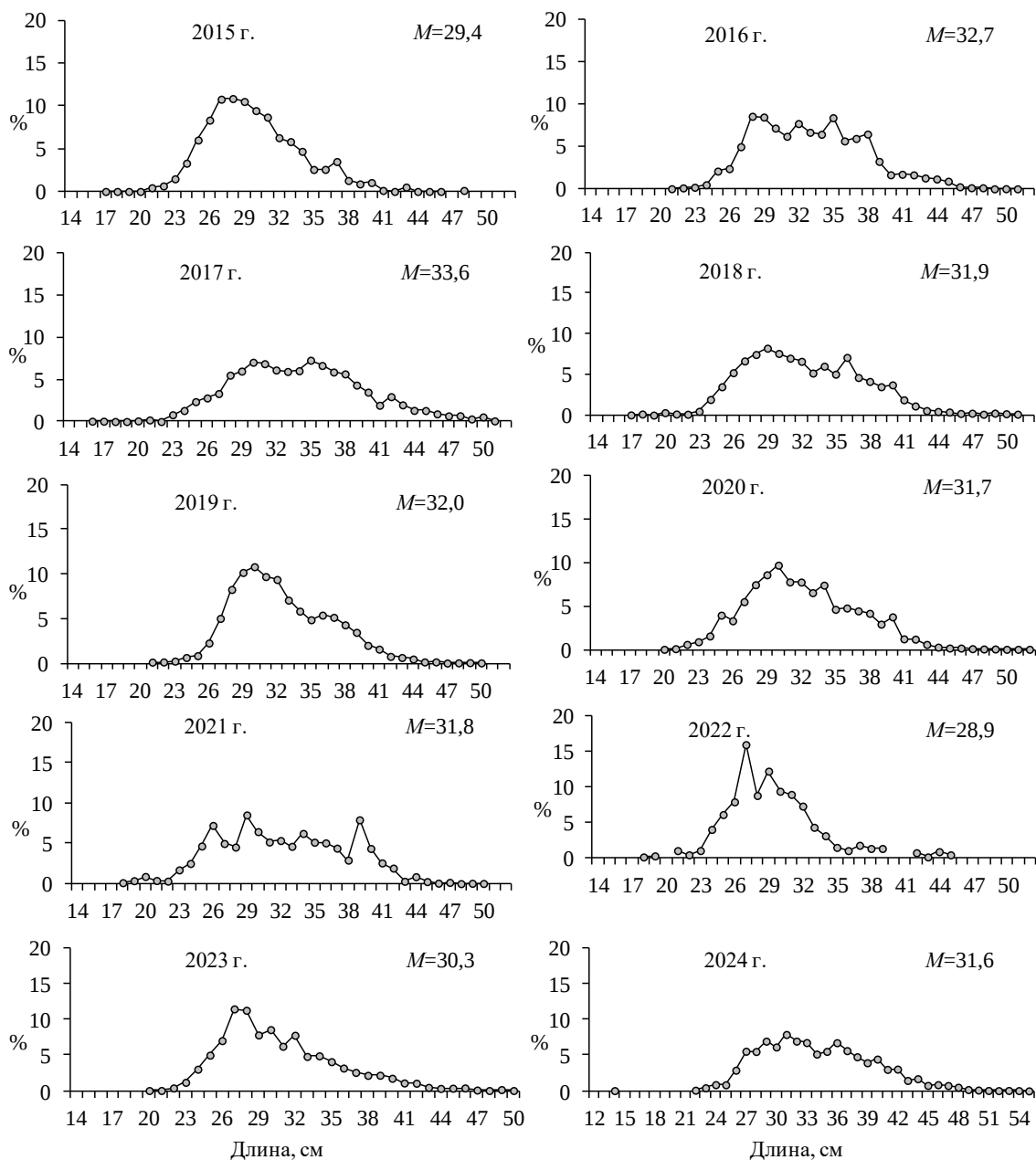


Рис. 34. Межгодовая динамика размерного состава двухлинейной камбалы в снуреводных уловах в Петропавловско-Командорской подзоне

За последнее десятилетие наиболее мелкие особи облавливались в 2015 и 2022 гг., средняя длина которых составляла менее 30 см, а крупные — в 2016, 2017 и 2019 гг.

Анализируя межгодовую динамику возрастного состава двухлинейной камбалы в промысловых уловах за последнее десятилетие, отметим, что в 2015 г. преобладали особи 6–8 лет (55,9%), а доля 3–4-годовалых рыб

составляла менее 2,0% (рис. 35). С 2016 по 2023 гг. основу уловов (около 50,0%) составляли особи одних и тех же когорт — 6–9 лет.

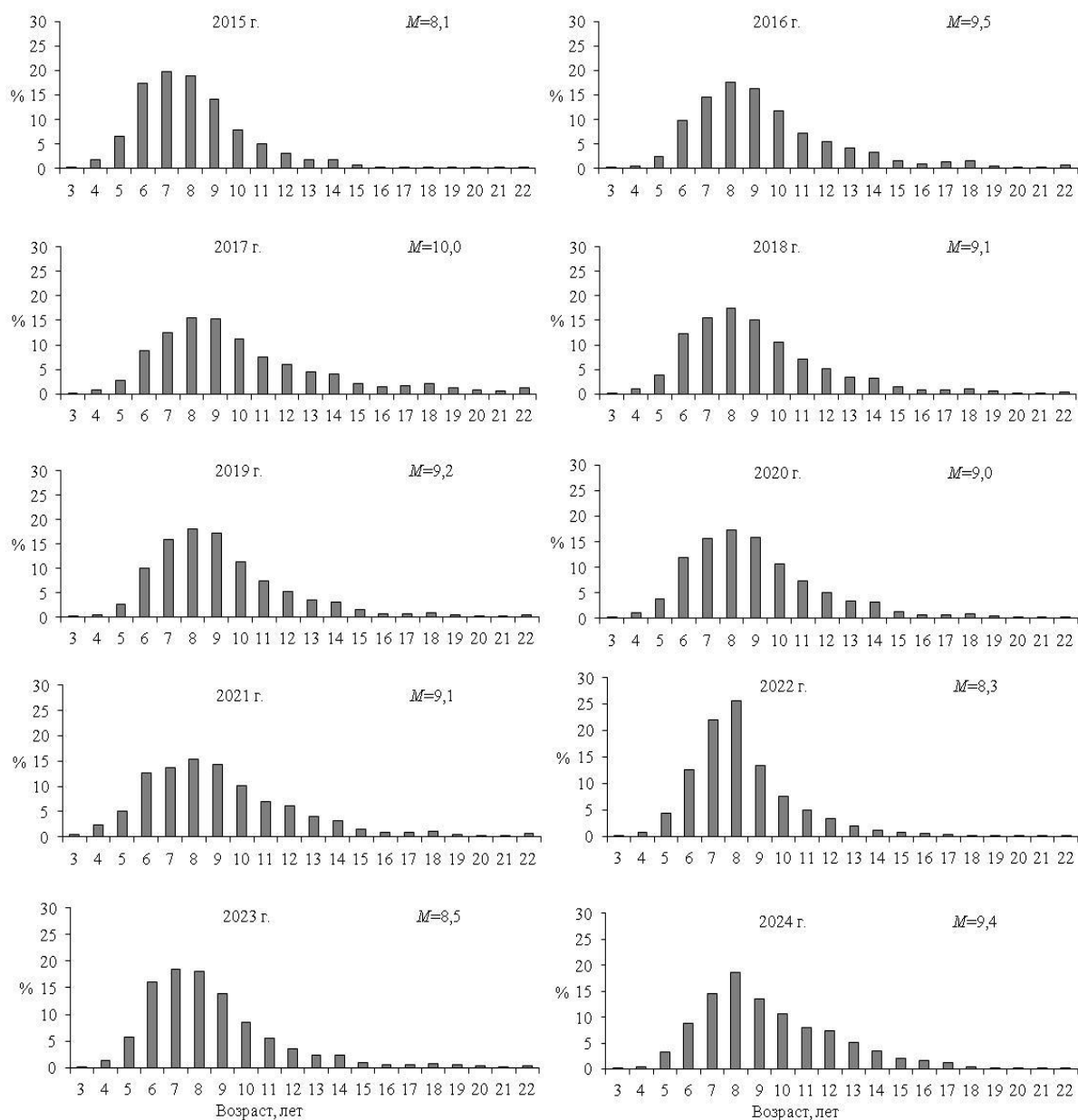


Рис. 35. Межгодовая динамика ввозрастного состава северной двухлинейной камбалы в снюрреводных уловах в Петропавловско-Командорской подзоне

В 2024 г. возрастной состав двухлинейной камбалы в основном представлен рыбами 6–9 лет (46,6%). Доля 3–5-годовалых рыб составляла около 5,0%.

Определение биологических ориентиров

Ориентиры управления для зонального правила регулирования промысла (ПРП) северной двухлинейной камбалы Петропавловско-Командорской были определены в 2023 г. В настоящем обосновании они не изменились.

В качестве целевого ориентира F_{tr} по промысловой смертности взяли значение F_{MSY} : $F_{tr}=F_{MSY}=0,181$ 1/год, определенное по методу Шепарда и Сиссенвайна [Sissenwine, Shepherd, 1987] с учетом связи «запас-пополнение» за последние 40 лет.

В качестве граничного ориентира по промысловой смертности выбрали F_{lim} по эмпирической зависимости Кадди [Caddy, 1998] — $F_{lim}=0,269$ 1/год.

Величину F_0 приняли равной $F_0=0$ (1/год).

Исходя из динамики биомассы нерестового запаса и общего вылова, в качестве граничного ориентира по нерестовой биомассе разумно принять наименьшее ее значение за ретроспективный период $B_{lim}=33,6$ тыс. т.

В качестве целевого ориентира по биомассе приняли значение нерестовой биомассы, соответствующее значению F_{MSY} на кривой равновесной биомассы (рис. 36): $SSB(F_{MSY})=51,6$ тыс. т.

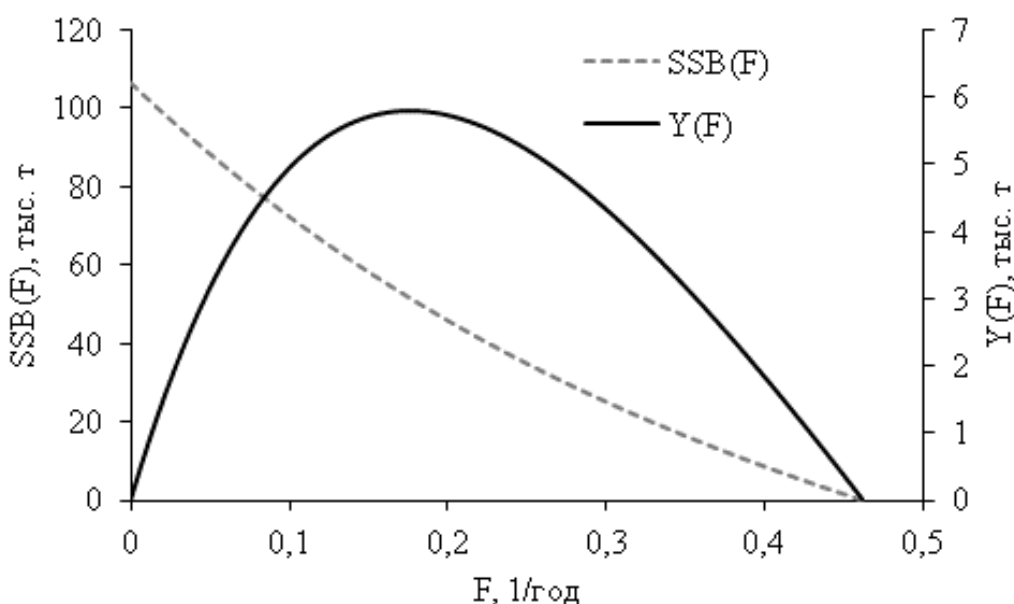


Рис. 36. Кривые равновесной биомассы и равновесного улова

Обоснование правила регулирования промысла

Следуя методике среднесрочного прогнозирования в рамках предосторожного подхода к управлению промысловыми запасами рыб [Бабаян, 2000], обосновали ПРП, цель которого поддержание запаса на уровне высокой продуктивности и последующая его эксплуатация на этом уровне с постоянной интенсивностью F_{tr} (рис. 37).

Аналитическая форма ПРП имеет вид:

$$F_{rec_i} = 0, \text{ при } B_i < B_{lim}$$

$$F_{rec_i} = F_{tr}(B_i - B_{lim}) / (B_{tr} - B_{lim}), \text{ при } B_{lim} < B_i < B_{tr}$$

$$F_{rec_i} = F_{tr} = \text{const}, \text{ при } B_i > B_{tr}.$$

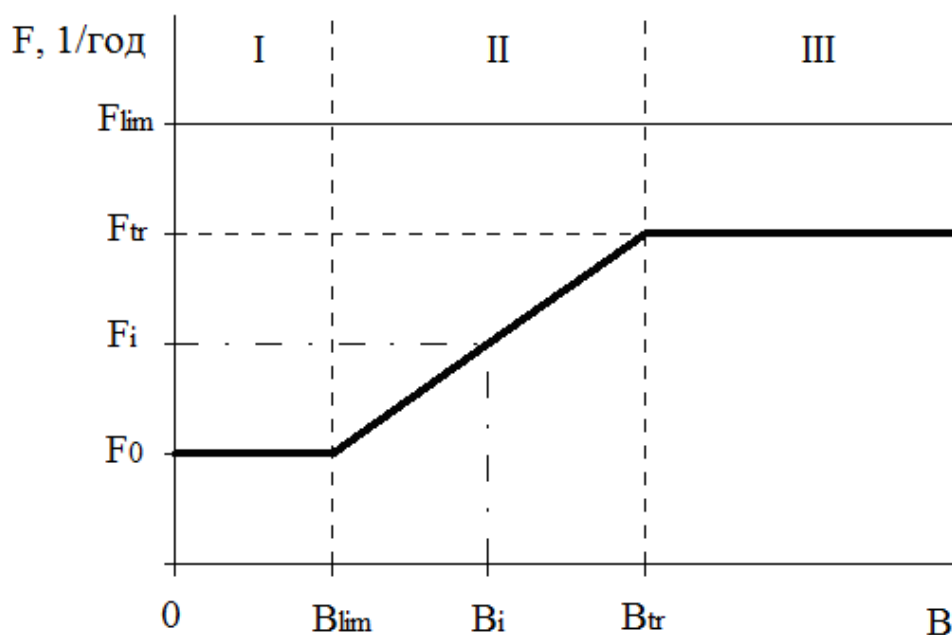


Рис. 37. Схема ПРП двухлинейной камбалы Петропавловско-Командорской подзоны

Прогнозирование состояния запаса

В качестве пополнения запаса двухлинейной камбалы Петропавловско-Командорской подзоны на прогнозный период принимали среднюю за последние 10 лет численность 3-годовиков. По нашим прогнозам, в 2025–2026 гг. она составит 75,8 млн экз.

Для прогнозирования запаса на 1–2 года вперед использовали те же соотношения (M , массу и долю половозрелых рыб по возрастам), что и при восстановлении динамики запаса в ретроспективе.

Мгновенные коэффициенты промысловой смертности в 2025 г. для селективно полностью изымаемых возрастных групп ($0,194 \text{ год}^{-1}$) соответствуют вылову северной двухлинейной камбалы Петропавловско-Командорской подзоны, равному 7,36 тыс. т.

С помощью обращенной вперед когортной процедуры оценили биомассу запаса на 2 года вперед (табл. 10). По нашим прогнозам, при принятых предположениях относительно величины пополнения, в ближайшие 2 года запасы уменьшатся. В 2026 г. общий запас двухлинейной камбалы Петропавловско-Командорской подзоны в возрасте 3–16 лет составит 71,3 тыс. т, а нерестовый — 50,4 тыс. т. Оцененная вероятность того, что биомасса нерестового запаса на начало 2026 г. превысит значение целевого ориентира, составляет 44%, значение граничного ориентира — 100%.

Таблица 10

Оценки численности и биомассы северной двухлинейной камбалы Петропавловско-Командорской подзоны в возрасте 3 года и старше в 2024–2026 гг.

	Возраст рыб, лет														Всего
2024	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Численность на начало года, млн экз.	43,39	55,60	33,13	43,15	36,99	24,92	19,67	12,93	6,72	4,99	3,00	2,82	2,22	1,33	290,86
Мгновенный коэффициент промысловой смертности, 1/год	0,001	0,004	0,016	0,050	0,093	0,114	0,120	0,121	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	
Годовой коэффициент выживания с учетом промыслового изъятия	0,796	0,808	0,803	0,775	0,738	0,718	0,707	0,697	0,688	0,678	0,667	0,655	0,643	0,643	
Средняя масса рыб, кг	0,116	0,155	0,201	0,247	0,294	0,343	0,392	0,442	0,493	0,545	0,597	0,649	0,703	0,756	
Биомасса на начало года, тыс. т	5,03	8,62	6,66	10,66	10,87	8,55	7,71	5,71	3,31	2,72	1,79	1,83	1,56	1,01	76,03
Биомасса нерестового запаса, тыс. т	0,00	2,02	3,88	8,82	10,00	8,19	7,56	5,67	3,30	2,72	1,79	1,83	1,56	1,01	58,35
2025															
Численность на начало года, млн экз.	75,83	34,55	44,95	26,62	33,43	27,31	17,89	13,90	9,02	4,62	3,38	2,00	1,85	1,42	296,77
Мгновенный коэффициент промысловой смертности, 1/год	0,001	0,006	0,025	0,080	0,149	0,182	0,191	0,194	0,194	0,194	0,194	0,194	0,194	0,194	
Годовой коэффициент выживания с учетом промыслового изъятия	0,796	0,807	0,796	0,752	0,698	0,671	0,658	0,649	0,640	0,631	0,621	0,610	0,598	0,598	
Средняя масса рыб, кг	0,116	0,155	0,201	0,247	0,294	0,343	0,392	0,442	0,493	0,545	0,597	0,649	0,703	0,756	
Биомасса на начало года, тыс. т	8,80	5,35	9,03	6,57	9,83	9,37	7,01	6,14	4,45	2,52	2,02	1,30	1,30	1,08	74,77
Биомасса нерестового запаса, тыс. т	0,00	1,25	5,26	5,44	9,04	8,97	6,88	6,10	4,43	2,52	2,02	1,30	1,30	1,08	55,59
2026															
Численность на начало года, млн экз.	75,83	60,35	27,86	35,77	20,01	23,34	18,32	11,77	9,02	5,77	2,92	2,10	1,22	1,11	295,39
Мгновенный коэффициент промысловой смертности, 1/год	0,001	0,005	0,022	0,070	0,130	0,159	0,167	0,169	0,169	0,169	0,169	0,169	0,169	0,169	
Средняя масса рыб, кг	0,116	0,155	0,201	0,247	0,294	0,343	0,392	0,442	0,493	0,545	0,597	0,649	0,703	0,756	
Биомасса на начало года, тыс. т	8,80	9,35	5,60	8,83	5,88	8,01	7,18	5,20	4,45	3,15	1,74	1,36	0,86	0,84	71,25
Биомасса нерестового запаса, тыс. т	0,00	2,19	3,26	7,32	5,41	7,67	7,04	5,16	4,43	3,15	1,74	1,36	0,86	0,84	50,43
ОДУ, тыс. т	0,01	0,04	0,11	0,54	0,65	1,06	0,99	0,72	0,61	0,43	0,24	0,18	0,11	0,11	5,80

Обоснование рекомендованного объёма ОДУ

Прогнозная оценка биомассы нерестового запаса на начало 2026 г. соответствует области эксплуатации восстановленного запаса (режим III на рис. 37). Согласно ПРП, рекомендуемое значение промысловой смертности для селективно полностью изымаемых возрастных групп составляет $0,181 \text{ год}^{-1}$.

Величину вылова в 2025г. рассчитывали по формуле:

$$ОДУ_i = F_{req} \sum_{j=t_c}^T s_j w_j N_{i,j} \frac{1 - \exp[-(M_j + s_j F_{req})]}{M_j + s_j F_{req}} \text{ [Бабаян, 2000]}, \text{ где:}$$

s_j — возрастные коэффициенты селективности (рис. 23),

w_j — масса особей,

M_j — МКЕС,

$N_{i,j}$ — численность j -ой возрастной группы,

F_{reci} — рекомендуемое значение интенсивности промысла в i -й прогнозный год.

Согласно ПРП, вылов северной двухлинейной камбалы в Петропавловско-Командорской подзоне в 2026 г. составит 5,82 тыс. т.

Анализ и диагностика полученных результатов

При прогнозировании величины ОДУ анализ эффективности выбранной схемы регулирования проводится с помощью процедуры риск-анализа [Francis, 1991]. При этом определяется вероятность нежелательных последствий для запасов при реализации данной стратегии рыболовства. Методом Монте-Карло [Metropolis, Ulam, 1949] производится заданное большое ($=1000$) число генераций случайных ошибок для стартовых значений численности годовых классов, массы, доли зрелых рыб, коэффициентов селективности и значений пополнения в прогнозные годы. В качестве стартовых используется численность годовых классов в терминальный год, зашумленная путем внесения логнормальной ошибки со стандартным отклонением, оцененным по методу бутстрепа в модели «Синтез». Значения пополнения в прогнозные годы «зашумляются» с учетом логнормального распределения ошибки параметров связи «запас-пополнение» и биомассы производителей, при этом значения факторов среды предполагаются равными среднемуголетним. Далее, численность поколений экстраполируются на последующий год по формуле:

$$N_{i,j} = N_{i-1,j-1} * \exp(-F_{i-1,j-1} - M_{j-1}),$$

где коэффициенты промысловой смертности F соответствуют тестируемой стратегии рыболовства. При этом коэффициенты селективности «зашумляются» внесением логнормальной ошибки со стандартным отклонением, оцененным по методу бутстрепа в модели «Синтез». Далее, прогнозная оценка нерестовой биомассы рассчитывается путем суммирования численности годовых классов, умноженных на

соответствующие значения массы и доли половозрелых рыб. Затем осуществляется статистическая обработка полученной выборки.

В рамках статистического имитационного моделирования по 1000 реализациям метода Монте-Карло получены статистические характеристики прогнозных оценок биомассы нерестового запаса и рассчитанных в соответствии со схемой предосторожного подхода оценок коэффициентов промысловой смертности и ОДУ на 2026 г. (табл. 11).

Таблица 11

Статистические характеристики прогнозных оценок биомассы нерестового запаса, коэффициентов промысловой смертности и ОДУ в 2026 г.

Параметр	5%	25%	50%	75%	95%	Mean	SE
SSB, тыс. т	42,60	47,23	50,45	53,88	59,27	50,62	5,01
F, 1/год	0,091	0,137	0,169	0,181	0,181	0,156	0,031
ОДУ, тыс. т	2,70	4,51	5,82	6,61	7,27	5,48	1,43

Так как ОДУ прогнозируется с заблаговременностью 2 года, то необходимо просчитать вероятность нежелательных последствий принятой стратегии управления запасом на 2 года вперед, т.е. выполнить анализ рисков. Для этой цели методом Монте-Карло находили вероятность попадания запаса в опасную зону, как функцию величины годового вылова в прогнозные годы: $P(SSB_{2026} < Blim | ODU_{2024}, ODU_{2025})$ и $P(F_{2025} > Flim | ODU_{2024}, ODU_{2025})$. Проведенный анализ показал, что риски перелова по пополнению и перелова по росту при рекомендуемой величине ОДУ двухлинейной камбалы Петропавловско-Командорской подзоны в 5,82 тыс. т не превышают рекомендованного уровня $\alpha = 0,1-0,2$ (рис. 38) [Бабаян, 2000].

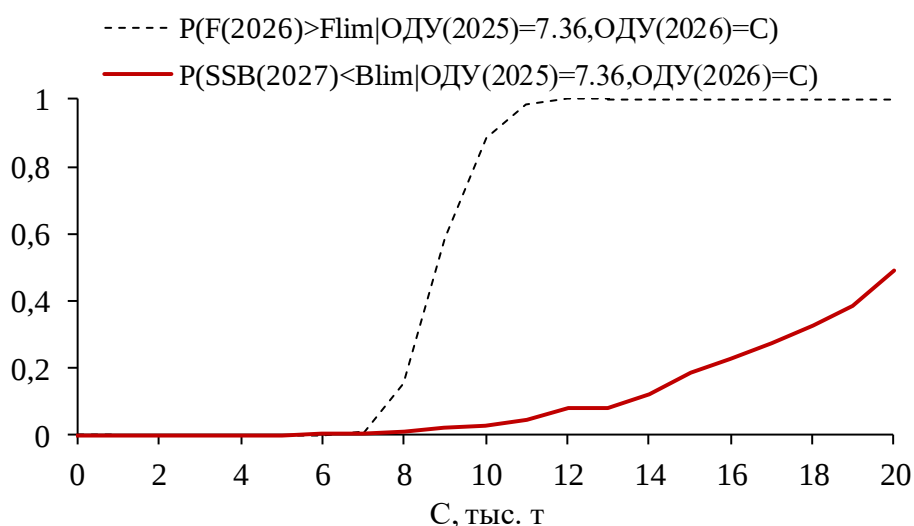


Рис. 38. Анализ рисков наступления неблагоприятных последствий для запаса двухлинейной камбалы Петропавловско-Командорской подзоны

Как видно из рисунка 39, при соблюдении зонального ПРП запас северной двухлинейной камбалы Петропавловско-Командорской подзоны с 95% вероятностью не выйдет за биологически безопасные границы. На основании результатов имитационного моделирования заключаем, что стратегия управления является эффективной.

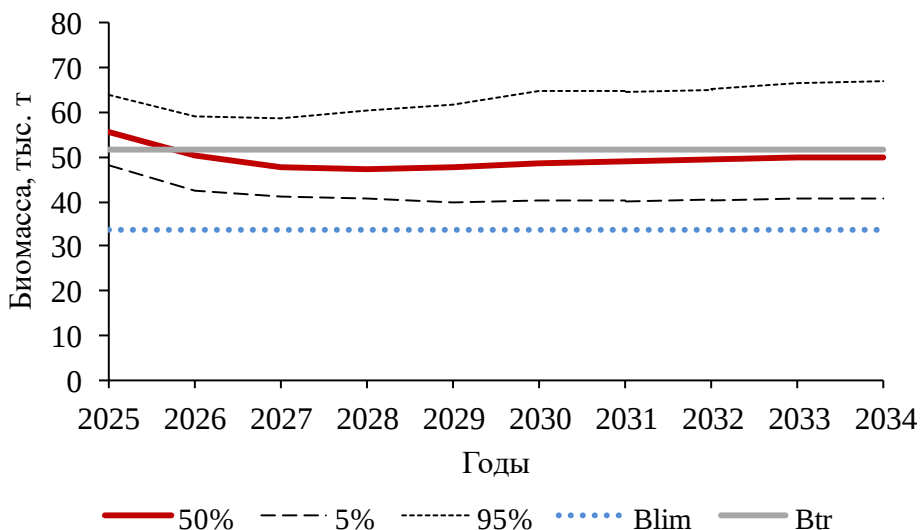


Рис. 39. Процентили распределения оценок биомассы нерестового запаса двухлинейной камбалы Петропавловско-Командорской подзоны в 2025–2034 гг. при рекомендуемой согласно ПРП интенсивности изъятия

Окончательный вид ПРП с указанной траекторией запаса, включающей период времени с 2012 по 2024 гг. и ближайшую перспективу (5 лет), представлен на рисунке 40.

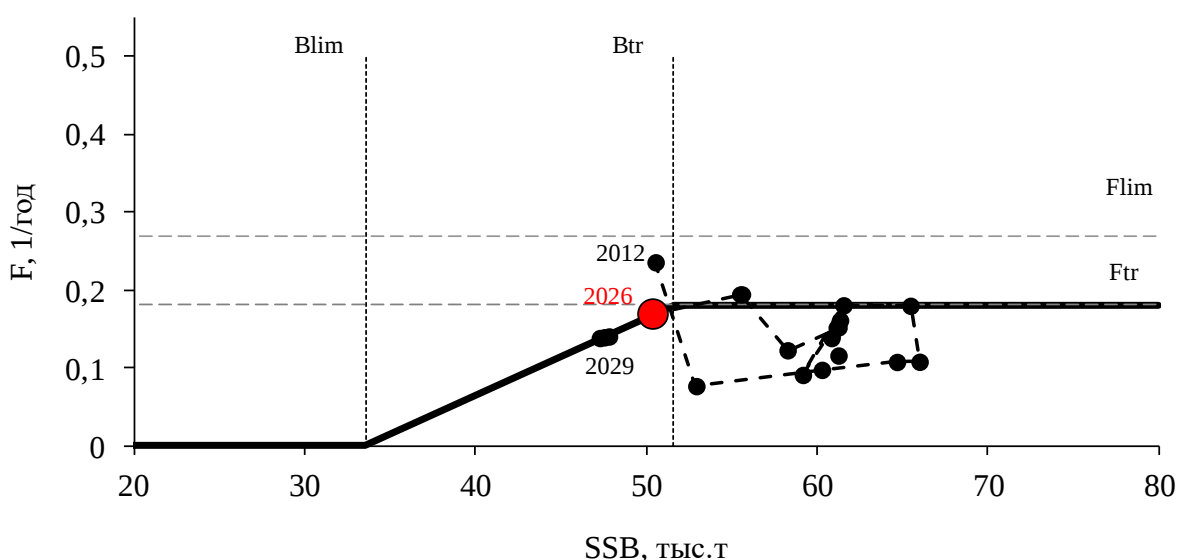


Рис. 40. Реализация правила регулирования промысла камбал Петропавловско-Командорской подзоны

С учетом среднемноголетней доли северной двухлинейной камбалы в снюрреводных уловах (63,8%), в 2026 г. ОДУ камбал дальневосточных в Петропавловско-Командорской подзоне составит 9,1 тыс. т, что на 20,9% ниже, чем в 2025 г.

Основной причиной снижения ОДУ в 2026 г., по сравнению с 2025 г., является отсутствие пополнения в последние годы. Генерации 2019 г. и 2021 гг., по имеющимся данным, оцениваются, как самые малочисленные за всю историю. В прогнозе, который делали в 2023 г. на 2025 г., предполагали, что средняя численность 3-годовиков составит 82,1 млн экз. С учетом новых сведений об урожайности поколений, в настоящем обосновании численность 3-годовиков в 2025–2026 гг. принимали равной 75,8 млн экз.

Таким образом, **ОДУ камбал дальневосточных в Петропавловско-Командорской подзоне в 2026 г. составит 9,100 тыс. т.**

61.03 - Зона Северо-Курильская

Исполнитель: И.А. Бирюков («СахНИРО»)

Куратор: А.А. Смирнов (ФГБНУ «ВНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения

Информационной основой для прогноза послужили биостатистические данные, собранные сотрудниками научно-исследовательских отраслевых институтов из снюрреводных и донных траловых уловов в период научно-исследовательских и промысловых рейсов, выполненных у Северных Курил и юго-восточного побережья Камчатки, а также информация, собранная на береговых рыбоперерабатывающих предприятиях г. Северо-Курильска.

Для оценки запасов двухлинейной камбалы Северных Курил, в работе использованы данные по размерно-возрастному составу промысловых уловов и материалы по ежегодному вылову камбал этого района с 1970 по 2024 гг.

Информация по вылову и динамике уловов на усилие в 2003–2024 гг. в Тихоокеанской подзоне Северо-Курильской зоны и на участке от м. Лопатка до м. Поворотный в Авачинском заливе (участок Петропавловско-Командорской подзоны) приводится по данным судовых суточных донесений (ССД) и промысловой статистики, представленным в Отраслевой системе мониторинга (ОСМ) Росрыболовства. Для доступа к ОСМ и первичной обработки данных применяли программу «FMS analyst» [Vasilets, 2015].

Основным промысловым видом камбал на шельфе Северных Курил является северная двухлинейная камбала – *Lepidopsetta polyxystra*. Допустимый прилов других видов камбал определялся по их среднемноголетнему соотношению в промысловых снюрреводных уловах.

Также использованы материалы десяти донных траловых съемок, выполненных у юго-восточного побережья Камчатки и Северных Курил

НИС «Дмитрий Песков» и «Профессор Пробатов» в 2000–2021 гг. Коэффициент уловистости для камбал принят равным 0,5 [Борец, 1997].

Информационная обеспеченность прогноза соответствует I уровню (приказ Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104).

Обоснование выбора методов оценки запаса

Результаты исследований позволяют выделить ориентиры управления промыслом северной двухлинейной камбалы для формирования правила его регулирования (ПРП) на основе «принципа предосторожности» [Бабаян, 2000]. Данные по многолетнему составу траловых и снюрреводных уловов у Северных Курил и юго-востока Камчатки позволяют оценить допустимый прилов остальных промысловых видов камбал.

Исходя из доступного программного обеспечения, расчеты численности и биомассы общего (TSB), промыслового (FSB) и нерестового (SSB) запаса северной двухлинейной камбалы выполнены методом когортного анализа «Синтез» [Ильин и др., 2014]. Зависящие от возраста, мгновенные коэффициенты естественной смертности, определяли методом Тюрина [Тюрин, 1972].

Оценку биомассы по данным съемок выполняли площадным методом с использованием ГИС «КартМастер» и программы «Surfer v. 11» [Бизиков и др., 2007; Тарасюк и др., 2000]. Поскольку схемы съемок в разные годы несколько отличались, и исследованиями охватывалась разная площадь, в соответствии с современными рекомендациями по определению запасов гидробионтов [Буяновский, 2012], оценка производилась в пределах единого оконтуренного полигона, в диапазоне глубин 0–500 м (рис. 41).

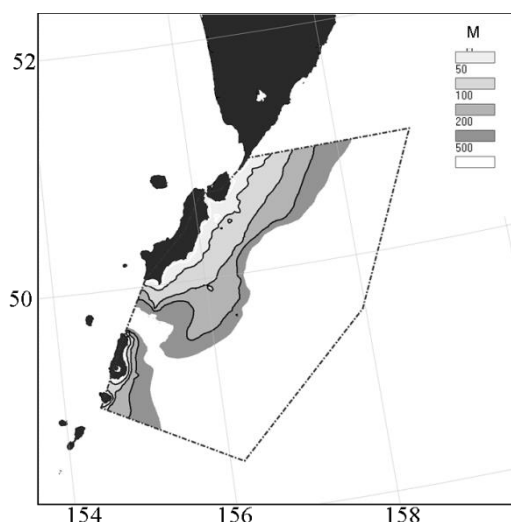


Рис. 41. Район проведения донных траловых съемок «СахНИРО» (выделен полигон, в пределах которого производилась оценка биомассы северной двухлинейной камбалы)

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Тихоокеанский шельф Камчатки и Северных Курил – один из немногих районов дальневосточных морей, где доминирующим промысловым видом

камбал является северная двухлинейная. В настоящий момент вопрос о ее популяционном составе в целом, остается открытым, но в том, что на тихоокеанском шельфе Северных Курил и у юго-восточной оконечности полуострова Камчатка обитает единая группировка, сомнений немного [Бирюков 1995, 2008].

При анализе среднегодового распределения двухлинейной камбалы по данным научно-исследовательских уловов, следует, во-первых, что на участке от Четвертого Курильского пролива до зал. Авачинский скопления двухлинейной камбалы в течение года встречаются практически повсеместно, а, во-вторых, что эти скопления эксплуатируются промыслом в пределах двух подзон – Северо-Курильской Тихоокеанской и Петропавловско-Командорской (рис. 42). Поэтому анализ промысла выполнен для этих обоих районов в целом, а при модельных расчетах во внимание был принят только суммарный вылов у юго-восточной Камчатки (от м. Поворотный до м. Лопатка) и Северных Курил.

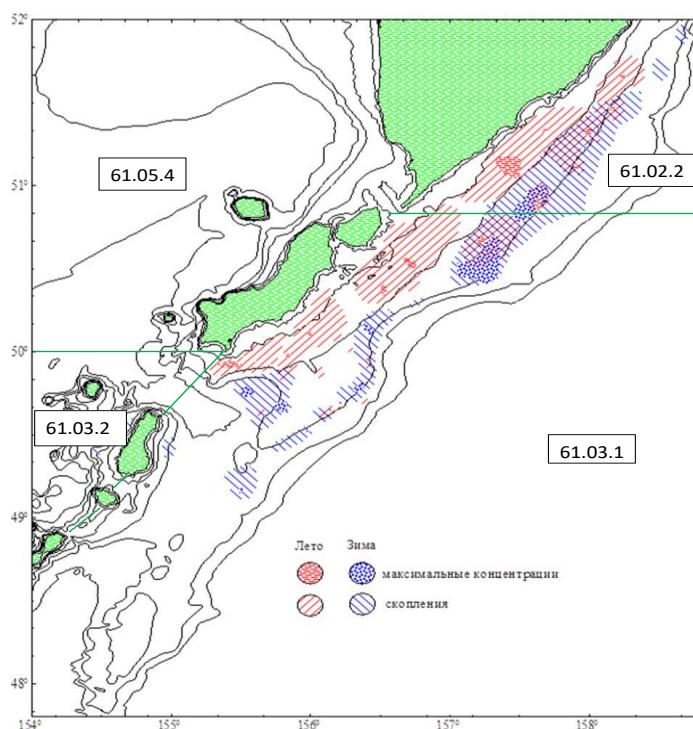


Рис. 42. Схема распределения скоплений северной двухлинейной камбалы у тихоокеанского побережья северных Курильских о-вов и юго-восточной Камчатки (по [Бирюков, 2008] с изменениями и дополнениями; 61.02.2 – подзона Петропавловско-Командорская Восточно-Камчатской зоны, 61.03.2 – подзона Охотоморская Северо-Курильской зоны, 61.03.1 – подзона Тихоокеанская Северо-Курильской зоны, 61.05.4 – подзона Камчатско-Курильская зоны Охотское море)

Согласно результатам многолетних донных траловых исследований этого района, в среднем на долю северной двухлинейной камбалы на тихоокеанском шельфе юго-восточной оконечности Камчатки и Северных Курил приходится от 59% до 80-95% от учтенной биомассы всех камбал данного района в зависимости от участка. В прилове к ней встречаются

узкозубая палтусовидная камбала *Hippoglossoides elassodon*, четырехбугорчатая *Pleuronectes quadrituberculatus*, желтоперая *Limanda aspera* и ряд других камбал. В промысловых уловах доминирование двухлинейной камбалы прослеживается аналогичным образом. Можно констатировать, что прибрежный лов камбал на тихоокеанском шельфе Камчатки и Северных Курил основан на эксплуатации группировки северной двухлинейной камбалы.

На тихоокеанском шельфе Северных Курил наибольшие годовые уловы камбал в 2–5 тыс. т отмечены в 1957–1963 гг., после чего, в связи с переориентацией промысла на другие объекты, их вылов на данном участке производился эпизодически и в качестве прилова. В начале 1990-х гг. промысел камбал был возобновлен, и с 1994 г. величина годовых уловов камбал обычно находилась в пределах 1–2 тыс. т. За предыдущие десять лет уровень годового вылова увеличился вдвое, не снижаясь менее 3,2 тыс. т и достигнув максимума в 4,7 тыс. т в 2016 г., при средней величине вылова 4,1 тыс. т. В 2021–2022 гг. величина вылова снизилась до 1,8–2,2 тыс. т. В 2023–2024 гг. вылов остался на том же уровне, достигнув 1,7–1,8 тыс. т (табл. 12).

Таблица 12

Освоение запаса камбал Северо-Курильской Тихоокеанской подзоны в 2003–2024 гг. и вылов на участке от м. Лопатка до м. Поворотный в Авачинском заливе по данным ОСМ Росрыболовства

Год	ОДУ, тыс. т	Вылов*, тыс. т	Освоение, %	Вылов у юго-восточной Камчатки, тыс. т
2003	2,22	1,4	63	1,9
2004	2,60	1,3	50	2,6
2005	2,60	1,4	54	2,2
2006	2,60	1,7	65	2,1
2007	2,60	1,8	69	0,9
2008	2,60	1,6	62	0,9
2009	4,00	3,7	93	1,1
2010	4,20	3,2	76	1,3
2011	5,43	3,8	70	1,3
2012	5,43	4,5	83	1,6
2013	4,05	3,2	79	0,9
2014	4,05	3,3	81	1,9
2015	5,02	4,1	82	1,3
2016	5,50	4,7	85	2,5
2017	5,50	4,3	78	1,8
2018	5,26	4,5	86	2,6
2019	5,25	4,5	86	1,3
2020	5,07	4,3	85	1,4
2021	5,18	1,8	35	0,1
2022	5,00	2,2	44	0,1
2023	2,24	1,8	80	0,5
2024	2,10	1,7	81	0,1
Среднее	4,02	2,9	72	1,4

Примечание: * – осредненный по ООП и ССД

Рассматривая динамику суммарных годовых уловов камбал Восточной Камчатки и Северных Курил, можно отметить следующее. Максимальный вылов пришелся на 2020 г., когда было добыто более 14,9 тыс. т, минимальный – зафиксирован в 2013 г. и составил 6,1 тыс. т (рис. 43). Всего за период 2003-2024 гг. выловлено около 245 тыс. т камбал (в среднем – 11,2 тыс. т в год), из которых 65 тыс. т (26%) пришлось на Северо-Курильскую Тихоокеанскую подзону, а 180 тыс. т (74%) – на Петропавловско-Командорскую.

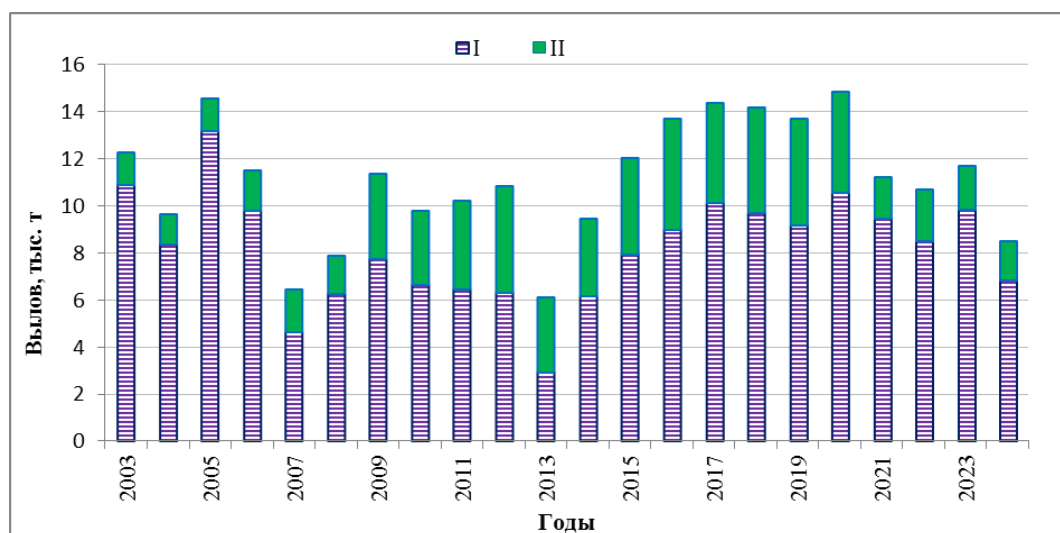


Рис. 43. Многолетняя динамика уловов камбал тихоокеанского шельфа Камчатки и Северных Курил. I – Петропавловско-Командорская подзона, II – Северо-Курильская Тихоокеанская подзона

В межгодовой динамике вылова по исследуемым районам до недавнего времени достаточно отчетливо проявлялась тенденция к увеличению вклада шельфовой зоны Северных Курил. Если в 2003–2008 гг. в районе Северных Курил вылавливали около 15% камбал от общего улова, то в 2009–2020 гг. в среднем уже более 34%. В последние четыре года доля вылова камбал у Северных Курил снизилась до уровня 2003–2008 гг.

Основным орудием промысла являются снюрреводы. При этом большую часть снюрреводных уловов ранее обеспечивали суда класса «РС-300», роль которых в последние годы стала снижаться.

Сезонная динамика снюрреводного промысла у юго-восточной Камчатки и у Северных Курил имеет сходный характер (рис. 44): наибольшие уловы приурочены к периоду размножения двухлинейной камбалы, с пиком в феврале–апреле, минимальные – к летнему сезону, в который нагульные особи рассредоточиваются на мелководье.

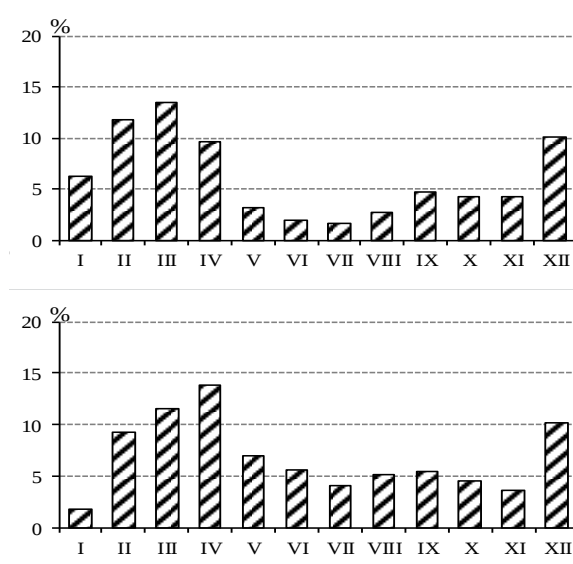


Рис. 44. Сезонная динамика вылова камбал у юго-восточной Камчатки (вверху) и Северных Курил (внизу)

Если обратиться к динамике уловов на усилие (рис. 45), в качестве которого выбран вылов на сутки снюрреводного промысла судами «РС-300», то можно отметить снижение этого показателя от конца 1990-х гг. к 2011–2012 гг. на юго-востоке Камчатки, и его резкий рост на шельфе Северных Курил, где в 2009–2012 гг., величина улова на судосутки значительно превышала среднемноголетний уровень и, в отдельные периоды, была в три-четыре раза больше, по сравнению со смежным участком камчатского шельфа. В последующие годы (2013-2014 гг.) стала наблюдаться противоположная тенденция, в частности некоторый спад уловов на усилие у Северных Курил и его рост у юго-восточной Камчатки, что привело к тому, что в 2019-2020 гг. улов на судосутки у Камчатки превысил данный параметр у Курильских о-вов. В 2015-2020 гг. уловы на усилие у Северных Курил стабилизировались на уровне, который превышал среднемноголетнюю величину, но в 2021-2022 гг. они упали ниже его, а уловы на усилие у берегов Камчатки достигли своего максимального значения в 2020 г. на фоне резкого увеличения, а затем снижения вылова и количества усилий в 2019-2022 гг. В 2021-2022 гг., до катастрофически низкого уровня, упали уловы на судосутки у юго-восточной Камчатки, что подтверждает резкое сокращение запасов камбал этого района. За последние два года начала происходить некоторая стабилизация уловов на судосутки на близком к среднемноголетнему уровню в обоих районах, что может указывать на правильность ранее принятых решений по кардинальному уменьшению ОДУ для стабилизации воспроизводства и увеличения запаса камбал.

В целом, в 2003–2024 гг. среднегодовой вылов у Северных Курил составлял около 2,9 тыс. т (освоение ОДУ 72%), и 1,4 тыс. т вылавливали на участке от м. Лопатка до Авачинского залива (табл. 12).

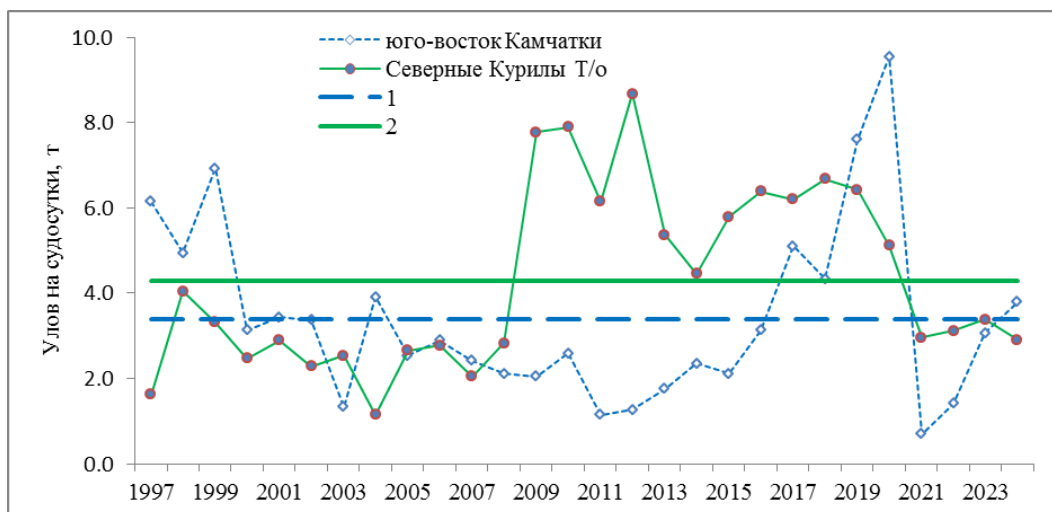


Рис. 45. Многолетняя динамика уловов на усилие при снюрреводном промысле судами «РС-300», 1 – среднемноголетний уровень для юго-востока Камчатки (3,4 т), 2 – для Северных Курил (4,3 т)

В 2015-2020 гг. уловы камбал у Северных Курил значительно выросли (4,1–4,7 тыс. т), намного превысив среднемноголетние значения, но в 2021-2024 гг. вылов камбал снизился до 1,7-2,2 тыс. т. Важно отметить, что в 2014–2018 гг. почти в 2 раза увеличилась и интенсивность промысла у юго-восточной оконечности Камчатки по сравнению с предыдущим периодом (2010-2013 гг.), когда среднегодовой вылов достиг 2,0 тыс. т против 1,3 тыс. т, что в совокупности с возросшим промыслом у Северных Курил резко усилило промысловый пресс на исследуемую единую группировку двухлинейной камбалы, как основу запаса всего комплекса камбал. Заметим, что уже в 2019-2020 гг. интенсивность промысла у юго-восточной оконечности Камчатки заметно уменьшилась до 1,3-1,4 тыс. т, а в 2021-2022 гг. вылов камбал резко снизился до величины в 0,1 тыс. т. За последние два года улов сначала вырос до 0,5 тыс. т, затем вновь упал до 0,1 тыс. т.

Методы прямого учета. Как уже было отмечено, двухлинейная камбала на шельфе Северных Курил и юго-восточного побережья Камчатки составляет основу донных траловых уловов камбаловых рыб. В период с января по март, в наиболее продуктивный для промысла сезон, большая часть взрослых особей обитает на глубинах от 225 до 350 м, а максимальная плотность скоплений приурочена к интервалу 275–300 м. На протяжении всей шельфовой зоны можно выделить несколько участков повышенной концентрации двухлинейной камбалы: один, прилегающий с востока к Четвертому Курильскому проливу, южнее м. Васильева (юго-восточная оконечность о-ва Парамушир); второй – напротив Второго Курильского пролива или несколько юго-восточнее него; третий – от м. Лопатка – на северо-восток, вплоть до б. Вестник.

Согласно данным донных траловых съемок, выполненных специалистами «СахНИРО» в 2000–2021 гг., промысловая биомасса двухлинейной камбалы в начале первого десятилетия оценивалась на уровне 8–9 тыс. т, в середине – на уровне 4–5 тыс. т, а в 2009–2015 гг. превышала

30 тыс. т. Результаты съемок 2019 и 2021 гг., несмотря на небольшое количество станций и неполный охват участков предполагаемых скоплений камбал, показали последовательное снижение их запасов до уровня около 16 и 12 тыс. т соответственно, на тихоокеанском шельфе Северных Курил. По данным, предоставленным «КамчатНИРО», общая биомасса данного вида в прилегающей акватории у восточных берегов Камчатки к югу от Авачинского залива с 2019 г. по 2021 г. катастрофически снизилась с 17,4 тыс. т до 1,3 тыс. т (при КУ=1).

Методы, основанные на промысловых данных. На фоне усиления интенсивности промысла после 2008 г., в размерно-возрастной структуре снюрреводных уловов у Северных Курил до 2014 г. включительно, наблюдалась относительная стабильность. Во все эти годы основу уловов составляли 6–10-годовики длиной 28–38 см, на долю которых приходилось от 61 до 82% от общей численности (в среднем – 73%). Доля особей непромыслового размера в среднем за весь период не превысила 8%.

После начала очередной затяжной «волны» увеличения промыслового пресса с 2014–2015 гг. резко снизились размерно-возрастные характеристики двухлинейной камбалы. Весной 2016 г. основу промысловых уловов составили 7–8-годовики длиной 25–28 см, а средняя длина и возраст заметно снизились с 33,9 см и 9,5 года (в 2014 г.) до величины 28,7 и 7,7, соответственно. В 2018 г. средняя длина и возраст двухлинейной камбалы в промысловых уловах у океанского побережья о-вов Шумшу и Парамушир вновь несколько повысились – до 32,0 см и 8,5 года, после чего в следующие два года снизились до уровня показателей 2016 г. и в 2021 г. вновь незначительно подросли (рис. 46). В 2022 г. наблюдались минимальные (за исследуемый период) средние величины длины и возраста вида у Северных Курил – 25,7 см и 6,7 года. За последние два года средние размеры и возраст камбалы выросли до 26,7–29,9 см и 7–8 лет, соответственно.

Метод когортного анализа. Структура и качество доступного информационного обеспечения для прогноза соответствуют I уровню (приказ Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104). Согласно вышеупомянутому приказу, I уровень информационного обеспечения прогноза обязывает проведение всесторонней аналитической оценки состояния запаса и обоснования ОДУ с использованием структурированных моделей эксплуатируемого запаса (когортные модели).

Решением рабочей группы по методам математического моделирования (РГМ), принятом в 2015 г., в перечень моделей этого типа для использования в процедуре оценки запасов и ОДУ, наряду с моделями XSA, TISVPA и др., уже прошедшими тестирование и многолетнюю апробацию в рамках ICES и других научных рыбохозяйственных организаций, была включена модель «Синтез» [Ильин и др., 2014]. Наряду с другими известными моделями, с 2019 г. она рекомендована как для оценки запасов приоритетных видов водных биологических ресурсов отечественного рыболовства [Методические рекомендации, 2018], так и для запасов прочих видов ВБР.

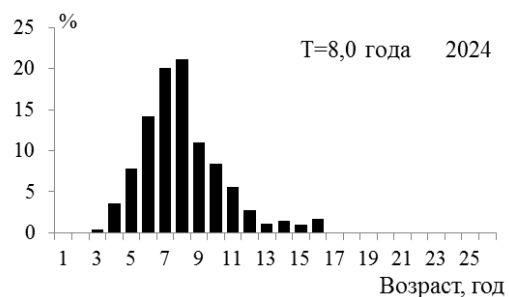
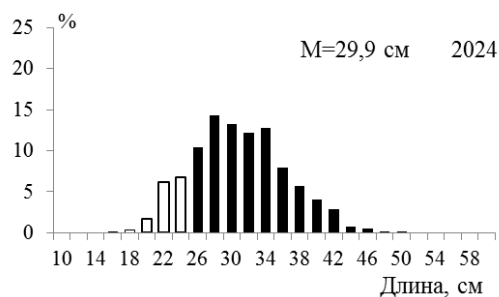
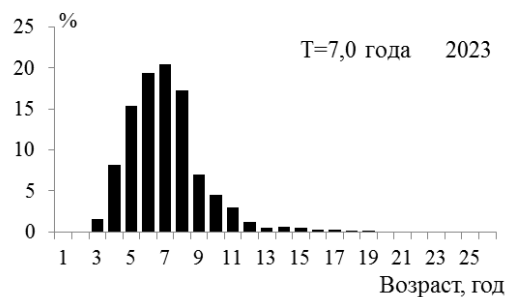
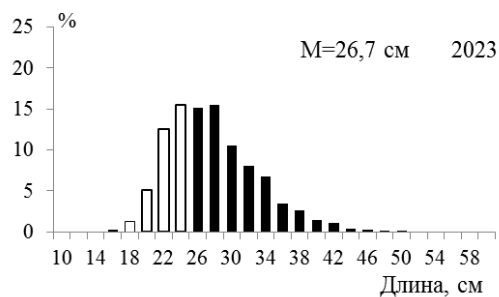
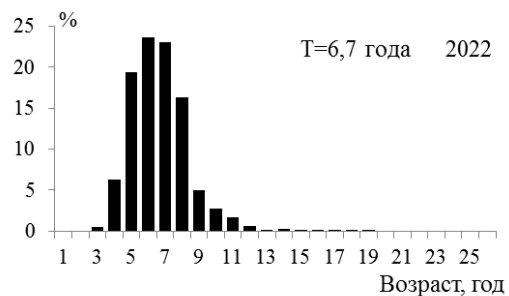
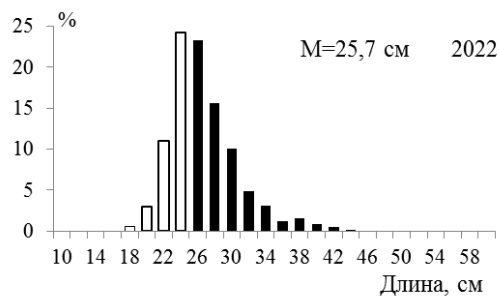
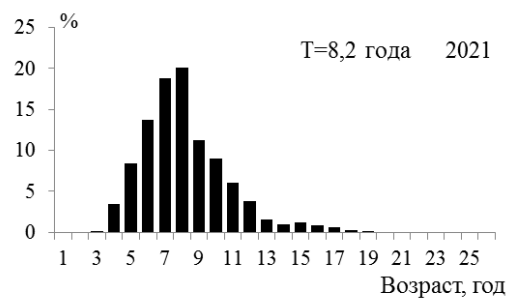
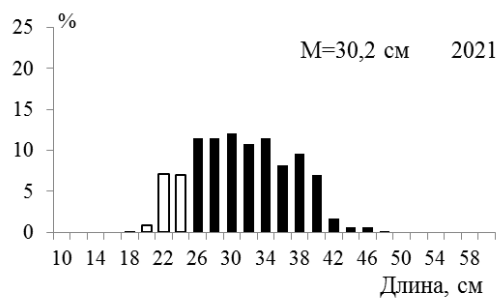
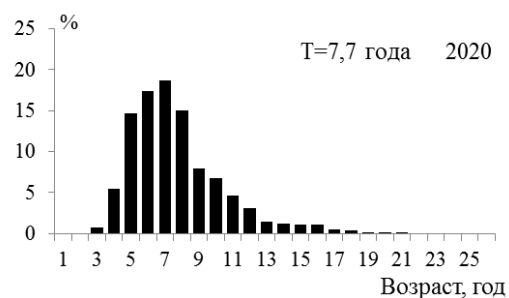
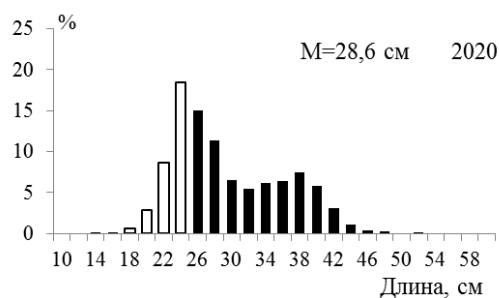


Рис. 46. Размерно-возрастной состав промысловых снюрреводных уловов северной двухлинейной камбалы Северных Курил в 2020–2024 гг. М – средняя длина, Т – средний возраст. Белым цветом на гистограмме выделены особи непромыслового размера

Модель «Синтез» относится к числу сравнительно простых статистических когортных моделей с сепарабельным представлением промысловой смертности, учитывает специфику рыбопромысловой статистики и позволяет получить детальное описание динамики возрастной структуры оцениваемого запаса. Имеет значительные сходства с такими общеизвестными моделями, как «CAGEAN» [Deriso et al., 1985], «ICA» [Patterson, 1994] и др. [Quinn and Deriso, 1999]. Алгоритм модели реализован в одноименной компьютерной программе, разработанной в «КамчатНИРО».

Принимая во внимание опыт использования данной модели, наличие программного обеспечения, а также тот факт, что в 2016 г. она прошла тестирование и рекомендована РГМ для применения, в настоящем обосновании из перечня возможных моделей для оценки запаса и обоснования ОДУ выбрали модель «Синтез».

Зимне-весенний снюрреводный промысел камбал у Северных Курил и юго-восточной оконечности Камчатки протекает на едином пространстве шельфа, который разделен границей двух рыбопромысловых подзон. Поэтому при подготовке обобщенной матрицы уловов северной двухлинейной камбалы по возрастам учитывался суммарный годовой вылов в обоих районах (в Петропавловско-Командорской подзоне – от м. Лопатка до м. Поворотный), и ее размерно-возрастной состав промысловых уловов у Северных Курил, в предположении, что он в достаточной мере характеризует возрастную структуру группировки на всем участке.

В качестве входной информации для модели использовали:

- матрица уловов (тыс. экз.) по возрастам (от 3 до 16 полных лет) и годам промысла (от 1970 до 2024 гг.);
- среднемноголетние значения массы, доли половозрелых рыб и доли рыб промыслового размера по возрастам (рис. 47), рассчитанных по данным полных биологических анализов (ПБА);
- мгновенные коэффициенты естественной смертности по возрастным группам, по результатам определений возраста по отолитам.

В качестве настроечных индексов для модели использовали стандартизированные уловы на единицу промыслового усилия (т/судосутки) с помощью процедуры GLM (обобщенные линейные модели) в 2004–2024 гг. относительно судов типа РС-300, ведущих снюрреводный промысел (рис. 48), а также данные учетных траловых съемок о биомассе промыслового запаса. Стандартизация по модели GLM осуществлялась средствами статистического пакета R в интегрированной среде разработки RStudio.

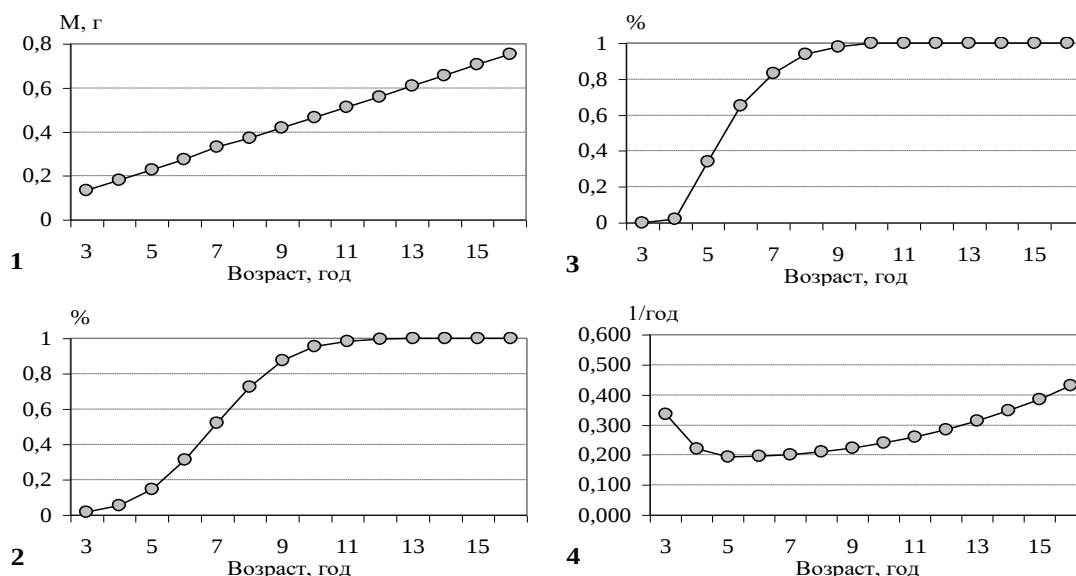


Рис. 47. Параметры, используемые при ретроспективной оценке биомассы северной двухлинейной камбалы Северных Курил и юго-восточной Камчатки. 1 – масса рыб по возрастным группам, 2 – доля половозрелых рыб, 3 – доля рыб, достигших промыслового размера (более 25 см по АС), 4 – мгновенные коэффициенты естественной смертности

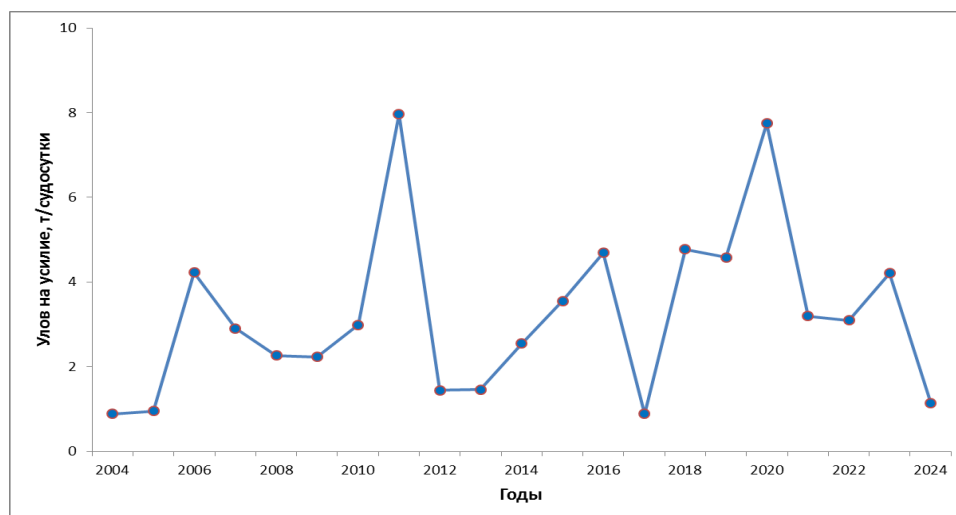


Рис. 48. Стандартизированные уловы на единицу промыслового усилия, т/судосутки

Вероятная многолетняя ретроспективная динамика общей (TSB), нерестовой (SSB) и промысловой (FSB) биомассы, а также пополнения северной двухлинейной камбалы Северных Курил и юго-восточной Камчатки представлена на рисунках 49-51.

Согласно результатам расчетов, с начала 1970-х гг. наблюдался постепенный неуклонный рост численности северной двухлинейной камбалы на участке тихоокеанского шельфа у Северных Курил. По-видимому, на 2008–2011 гг. пришелся максимум промысловой биомассы северной двухлинейной камбалы данного района, после которого сначала наметилась фаза ее постепенного снижения, затем более резкий спад до минимума 2020-

2021 гг. В 2022-2023 и последующие прогнозные годы вероятная величина запаса показывает определенную динамику роста.

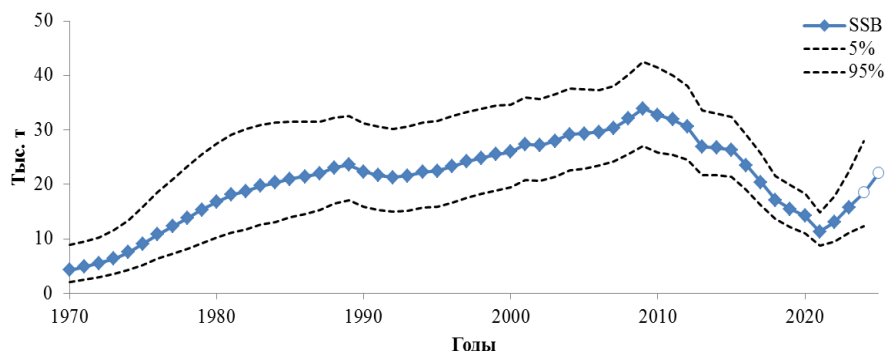


Рис. 49. Многолетняя динамика нерестовой биомассы северной двухлинейной камбалы Северных Курил и юго-востока Камчатки с доверительными интервалами. На 2025–2026 гг. указаны прогнозные значения

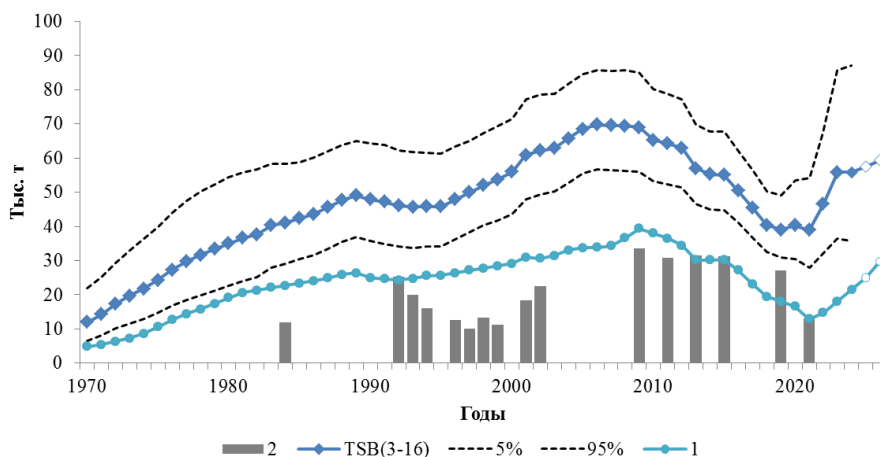


Рис. 50. Многолетняя динамика промысловой биомассы (1) северной двухлинейной камбалы Северных Курил и юго-востока Камчатки по результатам моделирования в сопоставлении с данными съемок (2), а также многолетняя динамика общей биомассы TSB (3-16 лет). На 2025–2026 гг. указаны прогнозные значения

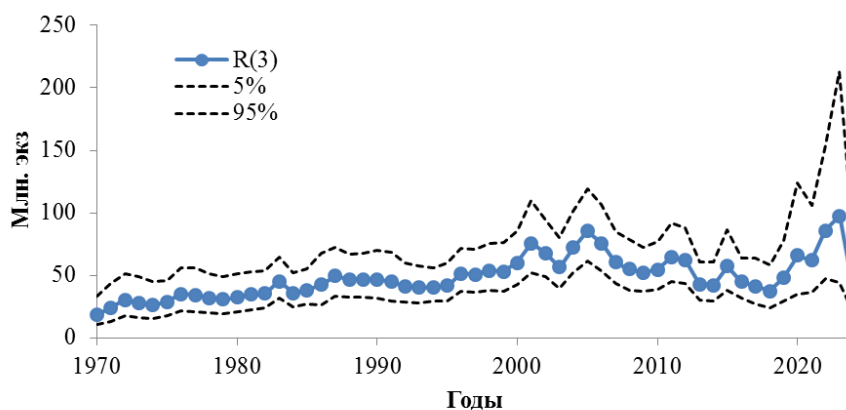


Рис. 51. Модельная динамика пополнения северной двухлинейной камбалы Северных Курил и юго-востока Камчатки с доверительными интервалами

Таким образом, модельные оценки нерестовой и промысловой биомассы северной двухлинейной камбалы Северных Курил и юго-востока Камчатки на начало 2024 г., составили 18,6 и 21,4 тыс. т, соответственно. Эти величины используются при дальнейшем прогнозе состояния запаса и оценки ОДУ на 2026 г. Для этого определяются коэффициенты промысловой смертности по возрастам на 2025 г., исходя из предполагаемого на этот год общего вылова, равного величине ОДУ. В дальнейшем, на основе параметров, представленных на рисунке 47, определяются оценки промысловой и нерестовой биомассы на прогнозный год. Расчет и обоснование ОДУ на базе этих величин представляются ниже в следующих разделах.

Определение биологических ориентиров. Обоснование правила регулирования промысла

Оценка ОДУ северной двухлинейной камбалы Северных Курил и юго-восточной Камчатки выполняется в рамках «предосторожного подхода» к управлению промысловыми запасами рыб [Бабаян, 2000], который предполагает дифференцированный выбор уровня эксплуатации в зависимости от текущего состояния популяции. Основным этапом реализации данного подхода является выбор целевых и граничных ориентиров управления промыслом, относительно которых впоследствии выносится суждение о текущем состоянии запаса и делаются рекомендации об оптимальном уровне эксплуатации.

В качестве граничного ориентира по нерестовой биомассе SSB_{lim} считаем целесообразным принять ее минимальную оценку за ретроспективный период, т.е. 4,3 тыс. т. При снижении биомассы производителей ниже этого уровня, рекомендуется ограничить промысел до минимума.

Граничный ориентир по промысловой смертности $F_{lim}=0,334$ (1/год), определяющий рубеж, за которым возрастает риск перелова по росту, определен по методу Кадди [Caddy, 1998].

Так как по кривой равновесного улова на единицу пополнения (рис. 52) выраженный максимум определить не удалось, ориентировались на другие параметры. Оценки ориентиров $F_{0.1}$ и $F_{40\%}$ составили 0,439 (1/год) и 0,377 (1/год), соответственно. Оценки F_{msy} и F_{med} составили 0,12 (1/год) и 0,187 (1/год), соответственно. Исходя из полученных результатов, целевой ориентир по промысловой смертности F_{tr} определили на уровне параметра $F_{msy}=0,12$ (1/год). Отметим, что среднее значение коэффициента промысловой смертности за последние 10 лет составляет 0,16 (1/год).

Целевой ориентир по нерестовой биомассе SSB_{tr} , при превышении которого возможно максимальное изъятие, определен как произведение значения равновесной биомассы на единицу пополнения, соответствующего целевому ориентиру по промысловой смертности F_{tr} , на среднюю за последние 10 лет величину пополнения в возрасте 3 года $R(3) = 57,9$ млн экз. Таким образом, $SSB_{tr}=30$ тыс. т.

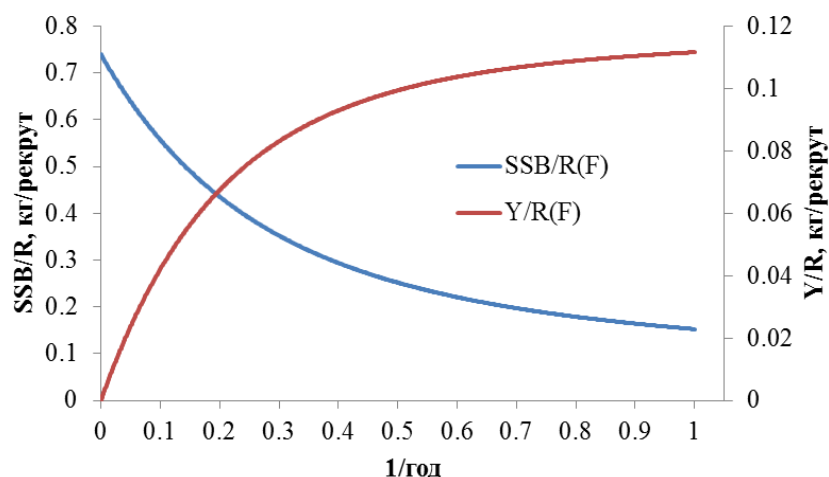


Рис. 52. Равновесные зависимости нерестовой биомассы северной двухлинейной камбалы на рекрута SSB/R_3 (кг/экз.) и улова на рекрута Y/R_3 (кг/экз.) от промысловой смертности

Следуя методике среднесрочного прогнозирования в рамках предосторожного подхода к управлению промысловыми запасами рыб [Бабаян, 2000], обосновали правило регулирования промысла (ПРП) северной двухлинейной камбалы Северных Курил, цель которого – вывод запаса на уровень высокой продуктивности и последующая его эксплуатация на этом уровне. Схема ПРП представлена на рисунке 53.

Аналитическая форма ПРП имеет вид:

$$F_{rec_i} = F_0, \text{ при } B_i < B_{lim},$$

$$F_{rec_i} = (F_{tr} - F_0)(B_i - B_{lim}) / (B_{tr} - B_{lim}) + F_0, \text{ при } B_{lim} < B_i < B_{tr},$$

$$F_{rec_i} = F_{tr} = \text{const}, \text{ при } B_i > B_{tr}.$$

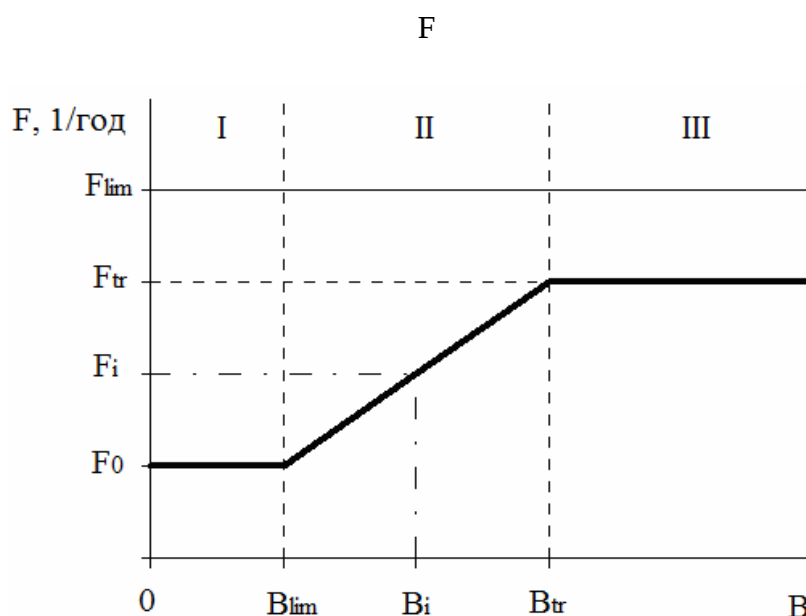


Рис. 53. Правило регулирования промысла северной двухлинейной камбалы Северных Курил и юго-востока Камчатки

Прогнозирование состояния запаса

Для прогнозирования запаса северной двухлинейной камбалы на 1–2 года вперед использовали те же значения коэффициентов (МКЕС, массу и долю половозрелых рыб по возрастам), что и при восстановлении динамики запаса в ретроспективе. Коэффициент промысловой смертности в 2025 г. $F \approx 0,142$ (1/год) соответствует величине ОДУ, равной 2,43 тыс. т.

В качестве пополнения запаса двухлинейной камбалы на прогнозный период принимали среднюю за последние 10 лет численность трехлетних рыб. По прогнозам, в 2025–2026 гг. она составит около 58 млн экз.

С помощью обращенной вперед когортной процедуры, оценили биомассу запаса на 2 года вперед (табл. 13).

Обоснование рекомендованного объема ОДУ

Прогнозируемый уровень нерестовой биомассы северной двухлинейной камбалы на 2026 г. составляет 25,8 тыс. т, что соответствует области восстановления запаса (режим II на рис. 53). Согласно ПРП, рекомендуемое значение промысловой смертности равно 0,10 (1/год).

Величину ОДУ на i -й прогнозный год рассчитывали следующим образом:

$$ОДУ_i = F_{req} \sum_{j=t_c}^T s_j w_j N_{i,j} \frac{1 - \exp[-(M_j + s_j F_{req})]}{M_j + s_j F_{req}} \quad [\text{Бабаян, 2000}], \text{ где:}$$

s_j — возрастные коэффициенты селективности,

w_j — среднемноголетняя масса особей по возрастным группам,

M_j — МКЕС,

$N_{i,j}$ — численность j -ой возрастной группы,

$F_{req i}$ — рекомендуемое значение интенсивности промысла в i -й прогнозный год.

Согласно ПРП, ОДУ северной двухлинейной камбалы Северных Курил и юго-восточной Камчатки в 2026 г. составит $\approx 2,13$ тыс. т. С учетом ее среднемноголетней доли в промысловых снюрреводных уловах (79,5%), допустимый объем вылова всех камбал в этом районе составляет $2,13/0,795 \approx 2,7$ тыс. т.

Исходя из практики промысла предыдущих лет, на участке от м. Лопатка до о-ва Онекотан (в Северо-Курильской Тихоокеанской подзоне), в среднем, из общего годового вылова по всему району от о-ва Онекотан до м. Поворотный Авачинского залива добывают около 80%. Учитывая это, суммарный **ОДУ камбал дальневосточных в Северо-Курильской зоне в 2026 г. может составить 2,150 тыс. т.**

Таблица 13

Результаты оценки численности и биомассы северной двухлинейной камбалы Северных Курил на 2024–2026 гг.

	Возраст на начало года, лет														Всего
2024	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Численность на начало года, млн. экз.	38,29	69,37	48,79	28,61	23,32	11,86	6,01	3,83	2,05	1,33	0,53	0,31	0,26	0,16	234,7
Мгновенный коэффициент промысловой смертности F, 1/год	0,001	0,004	0,018	0,071	0,161	0,200	0,194	0,178	0,161	0,146	0,132	0,119	0,107	0,097	
Годовой коэффициент выживания с учетом промыслового изъятия	0,711	0,799	0,812	0,762	0,697	0,664	0,661	0,659	0,656	0,653	0,643	0,626	0,608	0,608	
Средняя масса рыб, кг	0,138	0,180	0,225	0,273	0,322	0,372	0,422	0,471	0,520	0,567	0,612	0,656	0,698	0,738	
Биомасса на начало года, тыс. т	5,17	12,63	11,12	7,87	7,74	4,39	2,50	1,78	1,05	0,74	0,32	0,20	0,18	0,12	55,8
Биомасса нерестового запаса, тыс. т	0,08	0,69	1,61	2,45	4,05	3,18	2,19	1,69	1,03	0,74	0,32	0,20	0,18	0,12	18,5
2025															
Численность на начало года, млн. экз.	57,87	27,23	55,45	39,61	21,81	16,25	7,87	3,97	2,52	1,34	0,87	0,34	0,19	0,16	235,5
Мгновенный коэффициент промысловой смертности F, 1/год	0,001	0,003	0,013	0,051	0,114	0,142	0,142	0,142	0,142	0,142	0,142	0,142	0,142	0,142	
Годовой коэффициент выживания с учетом промыслового изъятия	0,711	0,800	0,816	0,778	0,730	0,703	0,696	0,682	0,669	0,655	0,636	0,611	0,587	0,587	
Средняя масса рыб, кг	0,138	0,180	0,225	0,273	0,322	0,372	0,422	0,471	0,520	0,567	0,612	0,656	0,698	0,738	
Биомасса на начало года, тыс. т	7,97	4,90	12,49	10,82	7,03	6,05	3,32	1,87	1,31	0,76	0,53	0,22	0,13	0,12	57,5
Биомасса нерестового запаса, тыс. т	0,14	0,25	1,67	3,36	3,99	4,79	3,05	1,82	1,30	0,76	0,53	0,22	0,13	0,12	22,1
2026															
Численность на начало года, млн. экз.	57,87	41,17	21,79	45,26	30,84	15,93	11,43	5,48	2,71	1,69	0,88	0,55	0,21	0,11	235,9
Мгновенный коэффициент промысловой смертности F, 1/год	0,000	0,002	0,009	0,036	0,080	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	
Годовой коэффициент выживания с учетом промыслового изъятия	0,711	0,801	0,819	0,790	0,756	0,734	0,726	0,712	0,697	0,684	0,663	0,637	0,612	0,612	
Средняя масса рыб, кг	0,138	0,180	0,225	0,273	0,322	0,372	0,422	0,471	0,520	0,567	0,612	0,656	0,698	0,738	
Биомасса на начало года, тыс. т	7,97	7,41	4,91	12,36	9,93	5,93	4,82	2,58	1,41	0,96	0,54	0,36	0,15	0,08	59,4
Биомасса нерестового запаса, тыс. т	0,14	0,37	0,66	3,84	5,64	4,70	4,43	2,50	1,39	0,95	0,54	0,36	0,15	0,08	25,8
Биомасса промыслового запаса, тыс. т	0,03	0,14	0,45	4,38	7,96	5,90	4,82	2,58	1,41	0,96	0,54	0,36	0,15	0,08	29,8
ОДУ, тыс. т	0,00	0,00	0,00	0,14	0,56	0,51	0,41	0,22	0,12	0,08	0,04	0,03	0,01	0,01	2,13

Анализ и диагностика полученных результатов

Важным этапом тестирования стратегии управления является оценка вероятности того, что в долгосрочной перспективе (10 лет вперед) при средней за последние 10 лет величине пополнения биомасса нерестового запаса северной двухлинейной камбалы Северных Курил и юго-восточной Камчатки не опустится ниже граничного ориентира по биомассе B_{lim} при заданном постоянном темпе эксплуатации. В рамках статистического имитационного моделирования методом Монте-Карло эта вероятность была оценена (рис. 54). При интенсивности промысла в течение 10 лет на уровне целевого ориентира F_{tr} риск перелова по пополнению не превышает рекомендованного уровня $\alpha = 0,1-0,3$ [Бабаян, 2000].

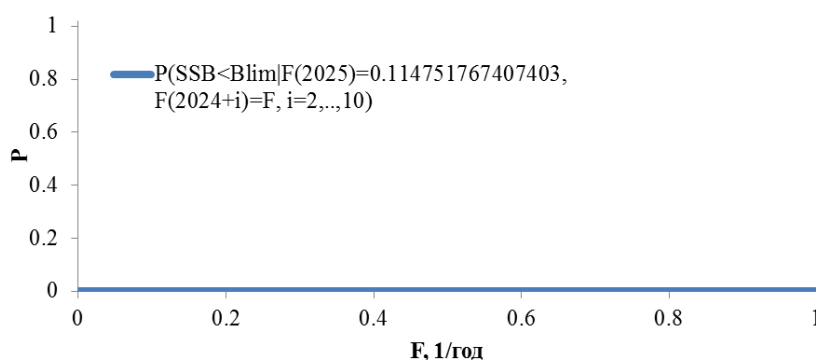


Рис. 54. Вероятность падения нерестовой биомассы ниже граничного ориентира

Еще одним аргументом в пользу избранной стратегии промысла могут служить результаты моделирования динамики запаса северной двухлинейной камбалы на длительный период времени (10 лет) при средней за последние 10 лет величине пополнения и рекомендуемой согласно ПРП интенсивности изъятия.

Как видно из рисунка 55, при соблюдении ПРП запас камбалы с 95%-ной вероятностью не выйдет за биологически безопасные границы и будет находиться на уровне целевого ориентира. На основании результатов имитационного моделирования заключаем, что стратегия управления является эффективной.

Так как ОДУ прогнозируется с заблаговременностью два года, то необходимо просчитать вероятность нежелательных последствий принятия стратегии управления запасом на два года вперед, т. е. выполнить анализ рисков. Для этой цели методом Монте-Карло вычисляется вероятность попадания запаса в опасную зону, как функция величины годового вылова в прогнозные годы: $P(SSB_{2026} < B_{lim} | \text{ОДУ}_{2025}, \text{ОДУ}_{2026})$ и $P(F_{2026} > F_{lim} | \text{ОДУ}_{2025}, \text{ОДУ}_{2026})$. Если эти вероятности меньше рекомендованного уровня $\alpha = 0,1-0,3$ [Бабаян, 2000], то стратегию управления можно принять. Проведенный риск-анализ (рис. 56) показал, что при рекомендуемой в 2026 г. величине ОДУ северной двухлинейной камбалы Северных Курил и юго-восточной

Камчатки, равной 2,13 тыс. т, риск перелова по пополнению не превышает уровня $\alpha = 0,1$. Риск перелова по росту также не превысил уровень 0,1, следовательно, стратегию управления можно принять [Бабаян, 2000].

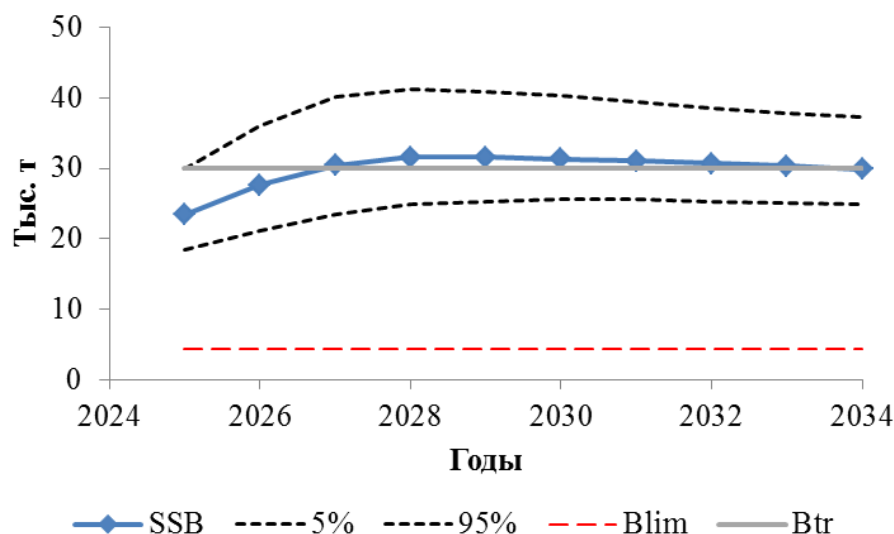


Рис. 55. Процентили распределения оценок биомассы нерестового запаса северной двухлинейной камбалы в 2025–2034 гг. при рекомендуемой, согласно ПРП, интенсивности изъятия

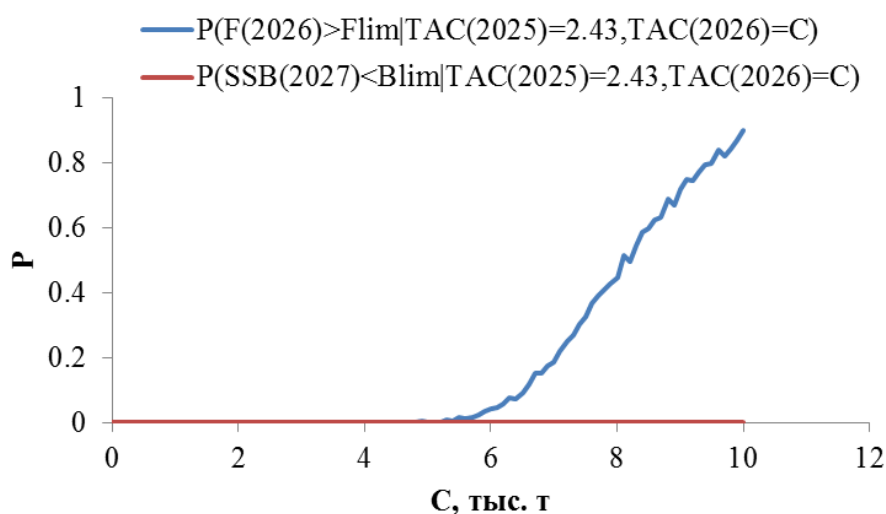


Рис. 56. Анализ рисков наступления неблагоприятных последствий для запаса северной двухлинейной камбалы в 2025–2026 гг.

Окончательный вид ПРП двухлинейной камбалы Северных Курил и юго-восточной Камчатки с указанной траекторией запаса, включающей период времени с 2010 по 2024 г. и ближайшую перспективу (до 2026 г.), представлен на рисунке 57.

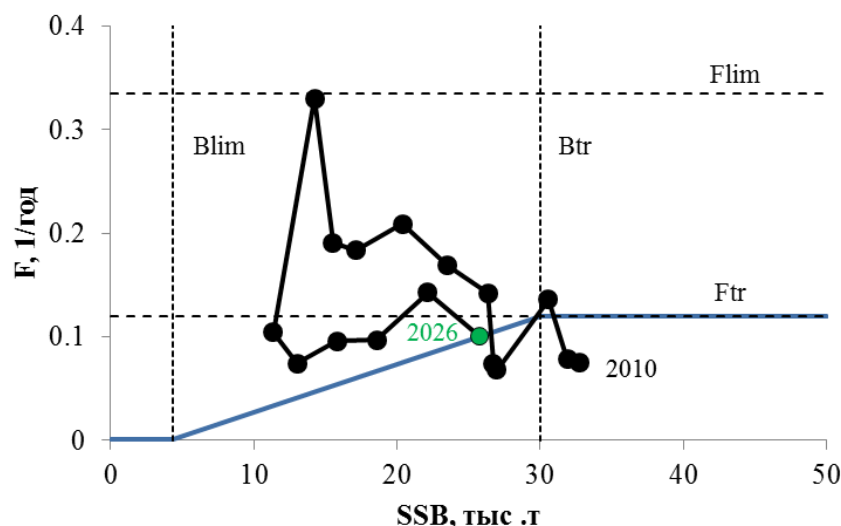


Рис. 57. Реализация правила регулирования промысла северной двухлинейной камбалы

Таким образом, **ОДУ камбал дальневосточных в Северо-Курильской зоне в 2026 г. составит 2,150 тыс. т.**

61.04 - Зона Южно-Курильская

Исполнитель: И.А. Бирюков («СахНИРО»)

Куратор: А.А. Смирнов (ФГБНУ «ВНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения

Исходным материалом для настоящего прогноза послужили биостатистические данные, собранные сотрудниками научно-исследовательских отраслевых институтов из снюрреводных и донных траловых уловов в период научно-исследовательских рейсов, выполненных на шельфе Южных Курил, а также информация, собранная на промысловых судах и береговых рыбоперерабатывающих предприятиях данного района.

Одним из основных промысловых видов камбал на шельфе Южных Курил является белобрюхая камбала *Lepidopsetta mochigarei*, доля которой в промысловой биомассе всех камбал в многолетнем аспекте составляла около 25%, а в последние годы – 24%. Имеющиеся архивные и современные биостатистические материалы позволяют использовать когортные модели при ретроспективных оценках ее численности и прогнозе состояния запасов. Ожидаемый прилов других видов камбал определяли по их среднемноголетнему соотношению в суммарной промысловой биомассе.

Для оценки запасов белобрюхой камбалы, в работе использован ряд архивных данных по размерному составу донных траловых уловов за период с 1977 по 2020 гг., а также материалы по годовому вылову камбал этого района в 1977–2024 гг.

Промысловая информация по вылову в 2003–2024 гг. в Южно-Курильской зоне получена на основании промысловой статистики,

представленной в Отраслевой системе мониторинга (ОСМ) Росрыболовства. Для доступа к ОСМ и первичной обработки данных применяли программу «FMS analyst» [Vasilets, 2015].

Для сравнения модельных оценок запаса белобрюхой камбалы с результатами прямых учетов, привлечены материалы 19 донных траловых съемок на шельфе южных Курильских о-вов за период 1977-2020 гг. Коэффициент уловистости для камбал принят равным 0,5 [Борец, 1997].

Информационная обеспеченность прогноза соответствует I уровню (приказ Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104).

Обоснование выбора методов оценки запаса

Имеющиеся многолетние данные по размерно-возрастному составу, годовому вылову, скорости полового созревания, естественной смертности, результатам учетных съемок позволяют производить оценку запасов белобрюхой камбалы с помощью когортных моделей, и проводить сопоставление с данными прямых учетов.

Результаты исследований позволяют выделить ориентиры управления промыслом белобрюхой камбалы, для формирования правила его регулирования (ПРП) на основе «принципа предосторожности» [Бабаян, 2000]. Многолетние данные по составу промысловых траловых и снюрреводных уловов в Южно-Курильской зоне позволяют оценить ОДУ остальных промысловых видов камбал.

Расчеты численности и биомассы общего (TSB), промыслового (FSB) и нерестового (SSB) запаса белобрюхой камбалы, по данным промысловой статистики, выполнены методом когортного анализа «Синтез» [Ильин и др., 2014]. Зависящие от возраста, мгновенные коэффициенты естественной смертности, определяли методом Тюринга [Тюрин, 1972].

Оценку биомассы по данным съемок выполняли площадным методом с использованием ГИС «КартМастер» и программы «Surfer v. 11» [Бизиков и др., 2007; Тарасюк и др., 2000]. Поскольку схемы съемок в разные годы несколько отличались, в соответствии с современными рекомендациями по оценке запасов гидробионтов [Буяновский, 2012] оценка производилась в пределах пяти единых оконтуренных полигонов в диапазоне глубин 20–400 м (рис. 58).

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Методы прямого учета. Современный видовой состав камбал на шельфе и материковом склоне Южных Курил довольно разнообразен и насчитывает до 17 видов. Их вклад в общий запас неодинаков, и, исходя из среднемноголетней доли в общую биомассу к промысловым, или потенциально промысловым, следует отнести: белобрюхую *Lepidopsetta mochigarei*, северную двухлинейную *Lepidopsetta polyxystra*, желтополосую *Pseudopleuronectes herzensteini*, остроголовую *Cleisthenes herzensteini*, длиннорылую *Mysopsetta punctatissima*, бородавчатую *Clidoderma*

asperrimum, камбалу Шренка *Pseudopleuronectes schrenki* и малороты Стеллера *Glyptocephalus stelleri*.

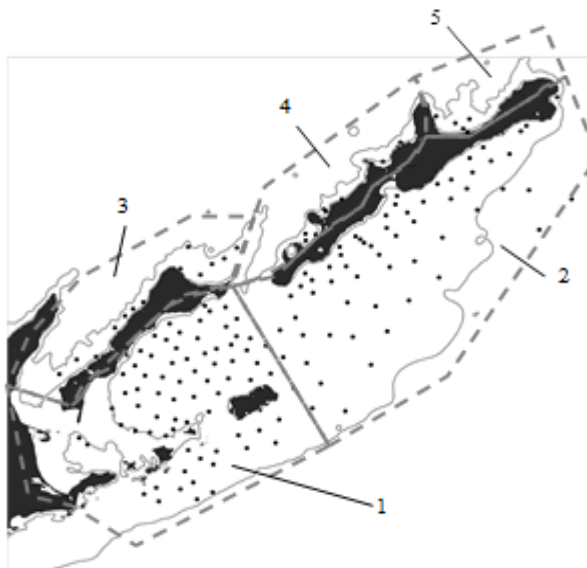


Рис. 58. Схема станций донной траловой съемки на НИС «Профессор Пробатов» в 2010 г. и районов, в которых проводилась оценка биомассы камбал Южных Курил. 1 – Южно-Курильский пролив и прилегающий шельф, 2 – тихоокеанский шельф о-ва Итуруп, 3 – охотоморский шельф о-ва Кунашир, 4 – охотоморский шельф о-ва Итуруп, 5 – зал. Простор

Суммарно, на долю этих видов приходится около 98% от общей биомассы, учитываемой в ходе донных траловых съемок (рис. 59).

Несмотря на существенные отличия в биологии данных видов, основная масса особей в течение года обитает на шельфе Южно-Курильского пролива и с тихоокеанской стороны о-ва Итуруп (рис. 60). Суммарно в ходе съемок, в многолетнем аспекте, на двух вышеуказанных участках учитывалось около 88% от общей биомассы камбал Южно-Курильской зоны.

Для 13 видов камбал, постоянно встречающихся в уловах донных траловых съемок на шельфе Южных Курил свыше 75% от общей биомассы учитывалось на его тихоокеанском участке от Южно-Курильского пролива до северо-восточной оконечности о-ва Итуруп (рис. 61).

Кроме того, следует обратить внимание на то, что в силу биологии отдельных видов камбал Южных Курил их вклад в промысловую биомассу не эквивалентен их вкладу в общую. Из перечисленных выше восьми видов, отнесенных к промысловым, есть «мелкоразмерные», предельная длина которых невелика и большинство особей не превышает промысловой длины, установленной для большинства камбал данного района (25 см по АС). К таковым следует отнести длиннорылую и остроголовую.

Напротив, у ряда камбал, таких как северная двухлинейная, Шренка и малорот Стеллера, доля промысловых особей в уловах, в пересчете на биомассу, превышает 95%. Поэтому расчет промысловой биомассы по результатам донных траловых съемок производился с учетом повидового

размерного состава уловов (рис. 62). В случае «разрывов» рядов наблюдений за размерной структурой, данные заменялись средними по смежным годам.

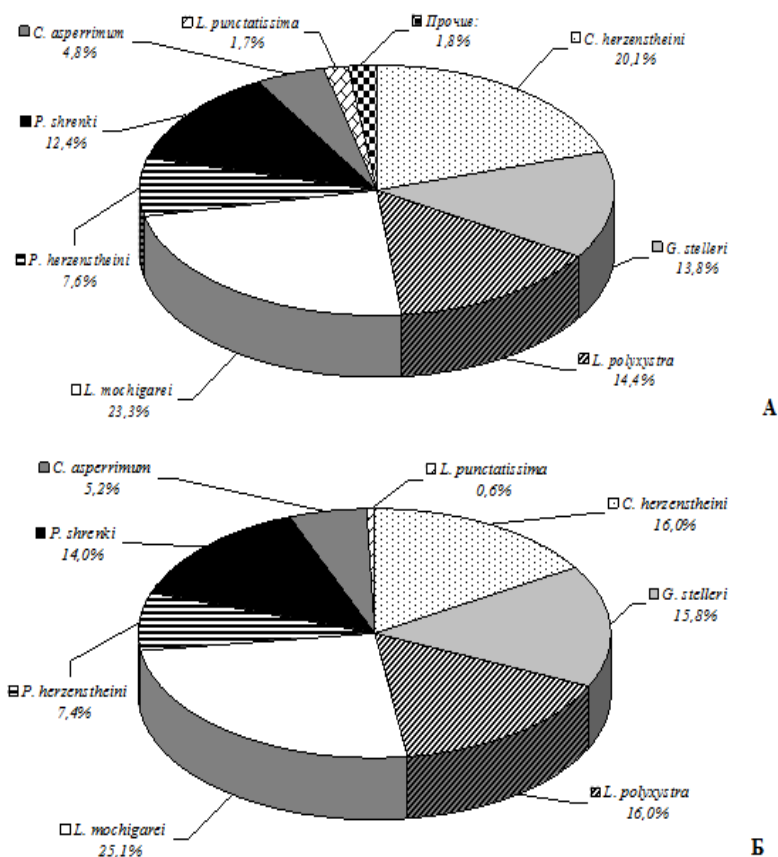


Рис. 59. Осредненная доля массовых видов камбал Южных Курил в общей (А) и промысловой (Б) биомассе, учтенной в ходе донных траловых съемок

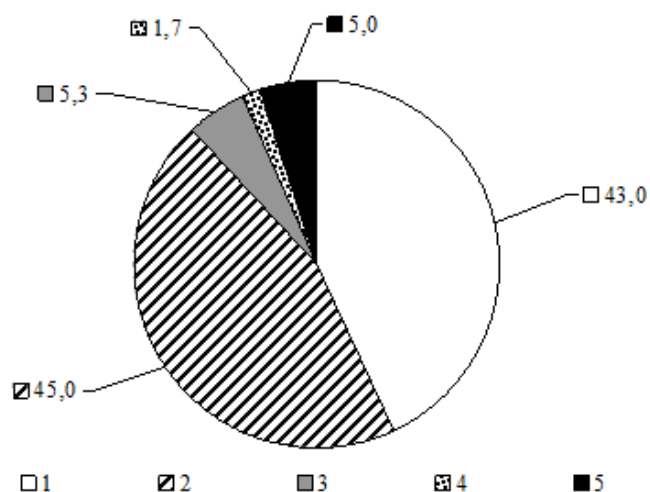


Рис. 60. Доля суммарной биомассы камбал, учитываемой на шельфе Южных Курил в ходе донных траловых съемок: 1 – Южно-Курильский пролив; 2 – тихоокеанский шельф о-ва Итуруп; 3 – охотоморский шельф о-ва Кунашир; 4 – охотоморский шельф о-ва Итуруп; 5 – зал. Простор

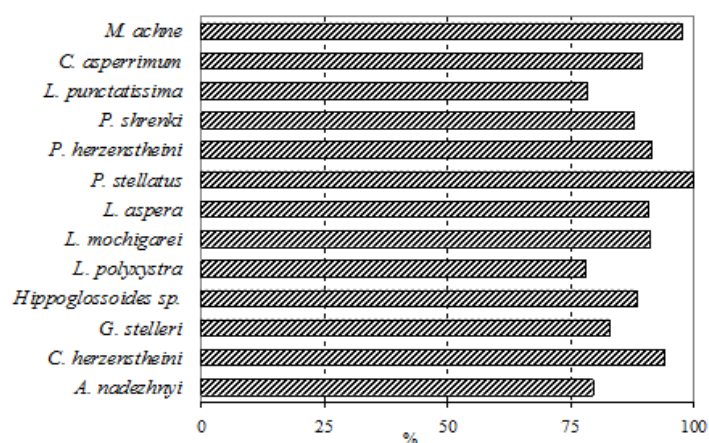


Рис. 61. Повидовая доля биомассы камбал, учитываемой суммарно на шельфе Южно-Курильского пролива и с тихоокеанской стороны о-ва Итуруп (участки 1 и 2, рис. 58)

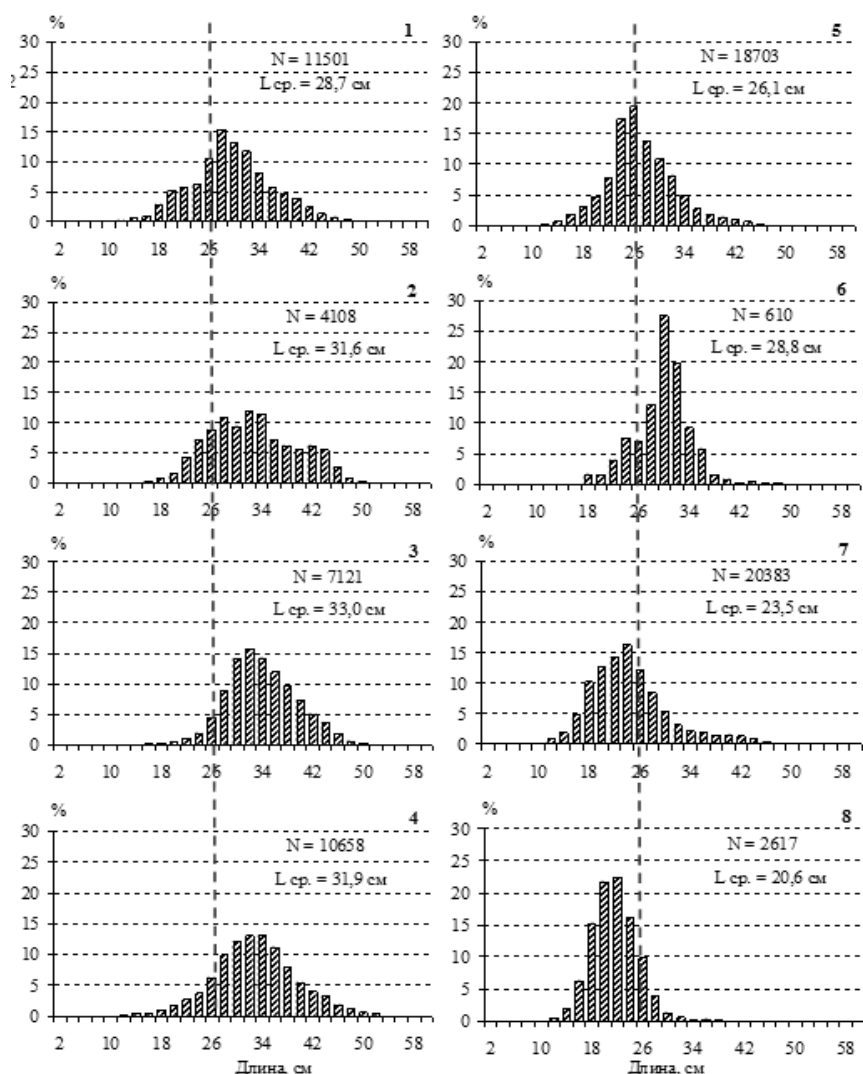


Рис. 62. Среднеголетний размерный состав промысловых видов камбал Южных Курил в уловах донными травами в период съемок. 1 – белобрюхая; 2 – северная двухлинейная; 3 – малорот Стеллера; 4 – Шренка, 5 – желтополосая; 6 – бородавчатая, 7 – остроголовая, 8 – длиннорылая. N – суммарный объем материала, L ср. – средняя длина в уловах

Среднегодовое вложение восьми видов камбал Южных Курил в промысловую биомассу, с учетом размерного состава, представлен на рисунке 59 Б.

Данные за первоначальные годы исследований довольно отрывочны, тем не менее, они позволяют предполагать постепенное снижение запасов камбал Южных Курил с 15–18 тыс. т в начале 1960-х гг. до 5–8 тыс. т в начале 1990-х гг. Период 2000-х гг. характеризуется увеличением промысловой биомассы. Если в 2000–2005 гг. среднегодовое вложение составляло около 9,5 тыс. т, то в 2007–2012 гг. – около 14 тыс. т. Предыдущий максимум учтенной промысловой биомассы, вероятно, пришелся на 2010 г. и составил 22 тыс. т, после чего до недавнего времени наблюдалось постепенное снижение запасов камбал Южных Курил. По результатам донных траловых съемок 2018 и 2020 гг. величины общей и промысловой биомассы камбал выросли, так вероятный уровень первой из них в 2018 г. определялся величиной около 40 тыс. т, который затем несколько снизился до 34 тыс. т в 2020 г. В последние годы полноценных траловых исследований по камбалам не проводилось.

Методы, основанные на промысловых данных

Метод когортного анализа. Структура и качество доступного информационного обеспечения для прогноза соответствуют I уровню (приказ Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104). Согласно вышеупомянутому приказу, I уровень информационного обеспечения прогноза обязывает проведение всесторонней аналитической оценки состояния запаса и обоснования ОДУ с использованием структурированных моделей эксплуатируемого запаса (когортные модели).

Решением рабочей группы по методам математического моделирования (РГМ), принятом в 2015 г., в перечень моделей этого типа для использования в процедуре оценки запасов и ОДУ, наряду с моделями XSA, TISVPA и др., уже прошедшими тестирование и многолетнюю апробацию в рамках ICES и других научных рыбохозяйственных организаций, была включена модель «Синтез» [Ильин и др., 2014]. Наряду с другими известными моделями, с 2019 г. она рекомендована как для оценки запасов приоритетных видов водных биологических ресурсов отечественного рыболовства [Методические рекомендации, 2018], так и для запасов прочих видов ВБР.

Модель «Синтез» относится к числу сравнительно простых статистических когортных моделей с сепарабельным представлением промысловой смертности, учитывает специфику рыбопромысловой статистики и позволяет получить детальное описание динамики возрастной структуры оцениваемого запаса. Имеет значительные сходства с такими общеизвестными моделями, как «CAGEAN» [Deriso et al., 1985], «ICA» [Patterson, 1994] и др. [Quinn and Deriso, 1999]. Алгоритм модели реализован в одноименной компьютерной программе, разработанной в «КамчатНИРО».

Принимая во внимание опыт использования данной модели, наличие программного обеспечения, а также тот факт, что в 2016 г. она прошла

тестирование и рекомендована РГМ для применения, в настоящем обосновании из перечня возможных моделей для оценки запаса и обоснования ОДУ выбрали модель «Синтез».

Для модельной оценки общего, промыслового и нерестового запаса была выбрана белобрюхая камбала. В качестве входной информации для модели использовали (рис. 63):

- матрицу уловов (тыс. экз.) по возрастам (от 3 до 16 полных лет) и годам промысла (от 1977 до 2024 г.);
- среднемноголетние значения массы, доли половозрелых рыб и доли рыб промыслового размера по возрастам, рассчитанных по данным полных биологических анализов (ПБА);
- мгновенные коэффициенты естественной смертности по возрастным группам (по результатам определений возраста по отолитам).

В качестве настроечных индексов для модели использовали стандартизированные уловы на единицу промыслового усилия (т/судосутки) с помощью процедуры GLM (обобщенные линейные модели) в 2004–2024 гг. относительно судов типа РС-300, ведущих снюрреводный промысел (рис. 64), а также данные учетных траловых съемок о биомассе промыслового запаса. Стандартизация по модели GLM осуществлялась средствами статистического пакета R в интегрированной среде разработки RStudio.

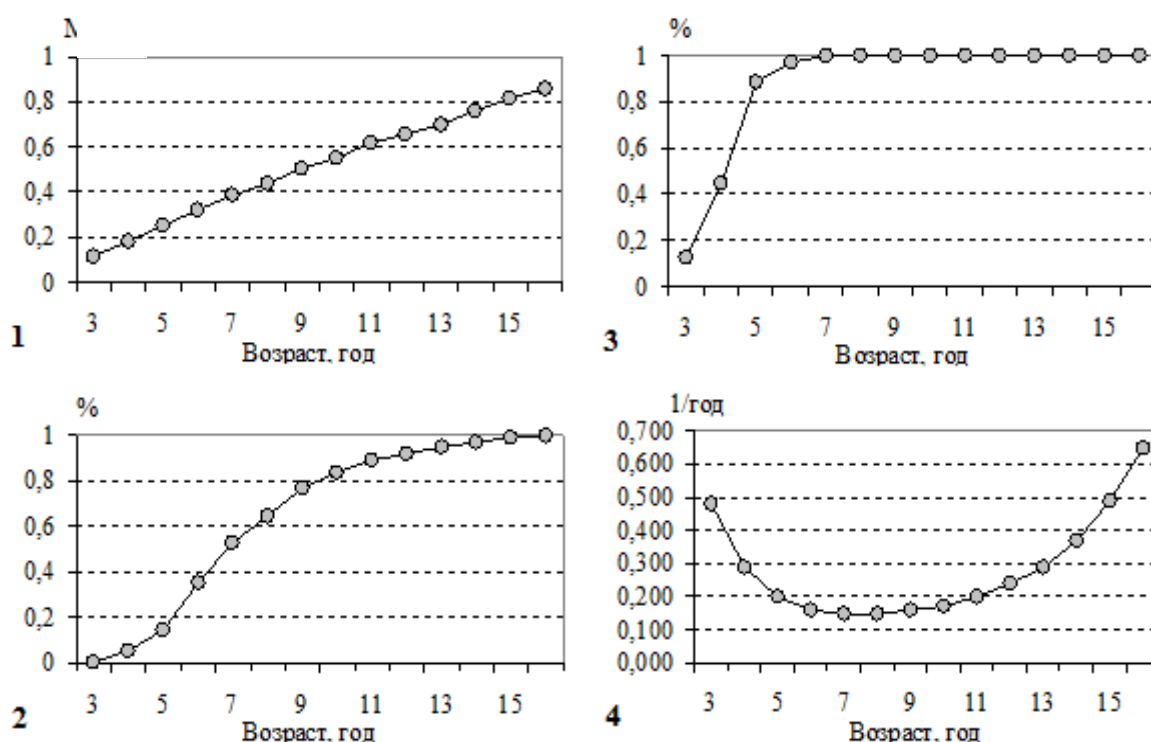


Рис. 63. Параметры, используемые при ретроспективной оценке биомассы белобрюхой камбалы Южных Курил методом когортного анализа. 1 – масса рыб по возрастным группам, 2 – доля половозрелых рыб, 3 – доля рыб, достигших промыслового размера (более 25 см по АС), 4 – мгновенные коэффициенты естественной смертности

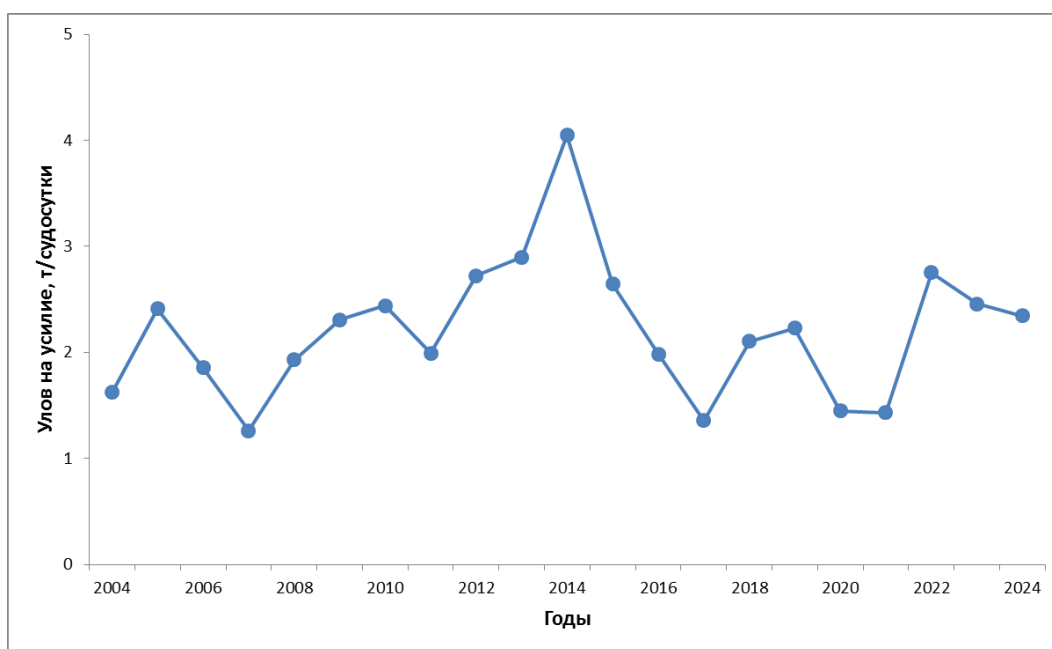


Рис. 64. Стандартизированные уловы на единицу промыслового усилия, т/судосутки

Вероятная многолетняя ретроспективная динамика общей (TSB), нерестовой (SSB) и промысловой (FSB) биомассы, а также пополнения белобрюхой камбалы Южных Курил представлена на рисунках 65-67. Как можно видеть, после периода высокого уровня запасов в конце 1970-х гг., под влиянием естественных причин и промысла, к концу 1980-х — биомасса популяции довольно резко снизилась и вступила в период низкого уровня запаса, который продолжался до окончания 1990-х гг. С начала 2000-х гг. наметился постепенный тренд увеличения биомассы популяции, который продолжался до середины второго десятилетия. В последние годы величины запасов, вероятно, находятся на этапе постепенного снижения.

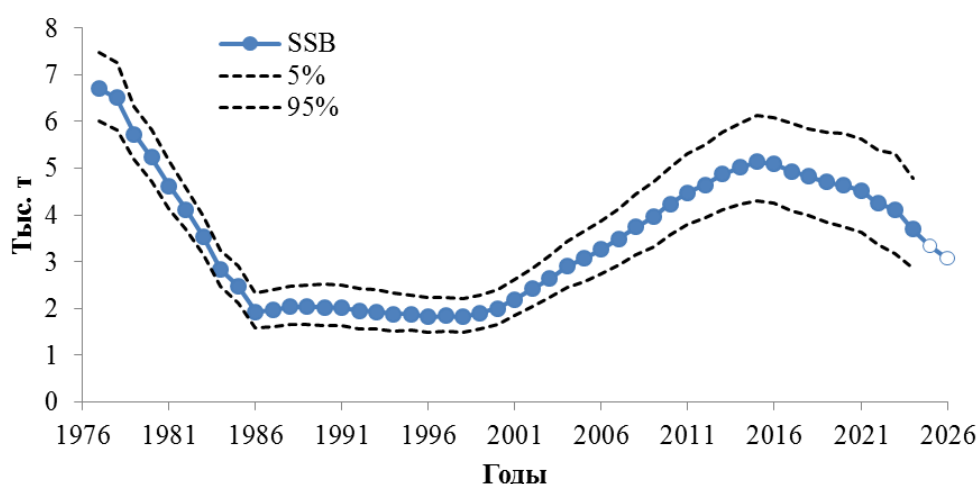


Рис. 65. Многолетняя динамика нерестовой биомассы белобрюхой камбалы Южных Курил с доверительными интервалами. На 2025–2026 гг. указаны прогнозные значения

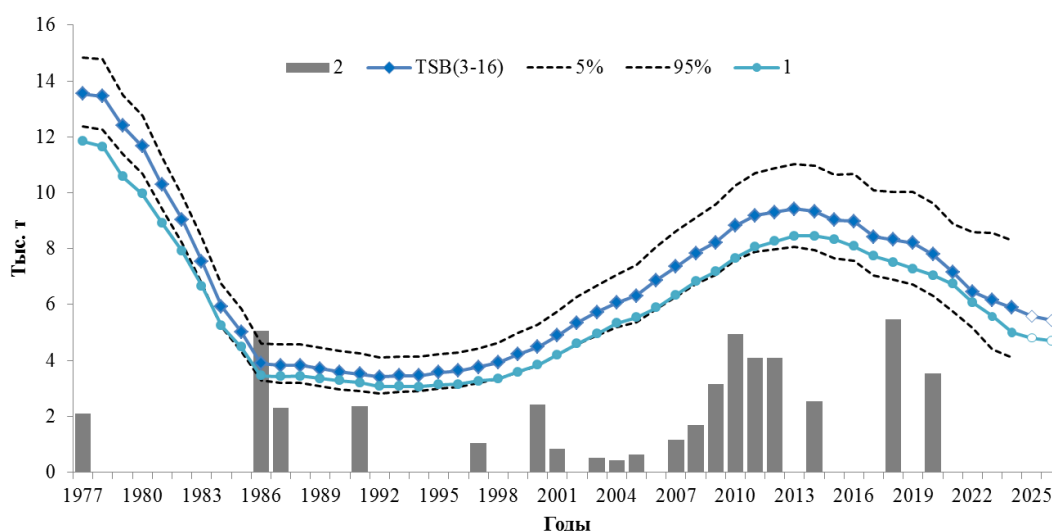


Рис. 66. Многолетняя динамика промысловой биомассы (1) белобрюхой камбалы Южных Курил по результатам моделирования в сопоставлении с данными съемок (2), а также многолетняя динамика общей биомассы TSB (3–16 лет). На 2025–2026 гг. указаны прогнозные значения

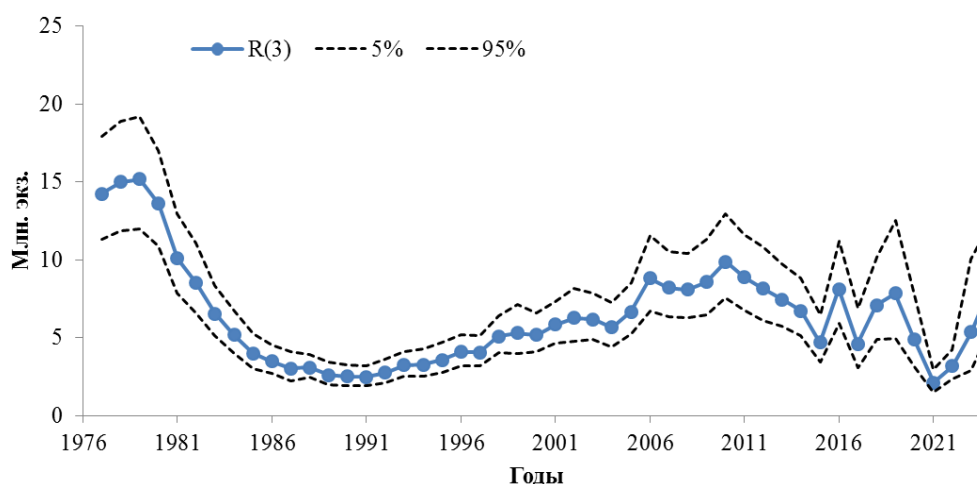


Рис. 67. Модельная динамика пополнения белобрюхой камбалы Южных Курил с доверительными интервалами

Модельные оценки нерестовой и промысловой биомассы белобрюхой камбалы Южных Курил на начало 2024 г., составили 3,8 и 5,0 тыс. т, соответственно. Эти величины используются при дальнейшем прогнозе состояния запаса и оценки ОДУ на 2026 г. Для этого определяются коэффициенты промысловой смертности по возрастам на 2025 г., исходя из предполагаемого на этот год общего вылова, равного средней величине доли вылова камбал от оценки ОДУ за последние 10 лет. В дальнейшем, на основе параметров, представленных на рисунке 63, определяются оценки промысловой и нерестовой биомассы на прогнозный год.

Промысел. Специализированный отечественный промысел камбал на шельфе Южных Курил был начат в конце 1940-х гг., а ранее их добычей занимались японские рыбаки, успешно продолжившие специализированный

совместный промысел камбал и палтусов, который достиг апогея в конце 1970-х – начале 1980-х гг., когда их ежегодный вылов составлял 4,8–9,8 тыс. т. С середины 1980-х гг. японский промысел пошел на убыль, в связи с введением ограничений доступа иностранных судов в наши акватории и сокращением квот вылова. В последнее пятилетие японский промысел камбал отсутствует и их вылов не превышает 0,01–0,02 тыс. т.

Камбал добывают как при специализированном промысле, так и в прилове на промысле трески и минтая. Как можно видеть (рис. 68), при общем сохранении уровня годовых уловов, в 2003–2024 гг. наблюдается постепенный рост уловов отечественных предприятий и их полное доминирование на фоне резкого сокращения вылова японских рыбаков.

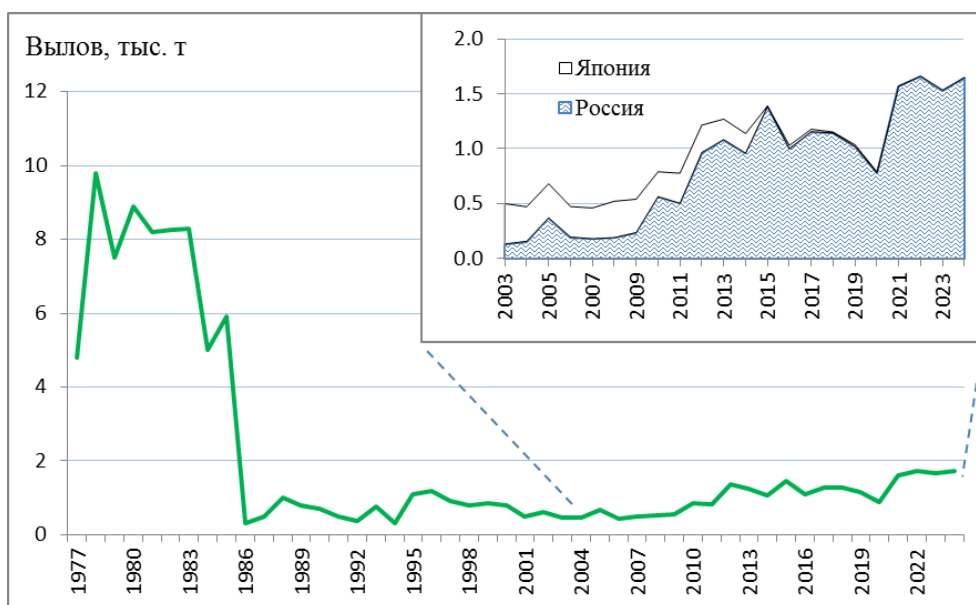


Рис. 68. Годовые уловы камбал Южно-Курильской зоны в 1977–2024 гг.

По данным, представленным в ОСМ Росрыболовства, в 2003–2024 гг. годовые уловы камбал в целом по Южно-Курильской зоне изменялись от 0,5–0,7 тыс. т в 2003–2009 гг. до более 1,3 тыс. т в 2012 и 2015 гг. (табл. 14). В 2021–2024 гг. зафиксированы максимальные официальные годовые уловы за последние два десятилетия на уровне 1,6–1,7 тыс. т. В целом, среднее многолетний вылов составил около 1,0 тыс. т, освоение ОДУ – 66%.

Рыболовные суда, осуществляющие лов камбал на шельфе южных Курильских о-вов, имеют довольно разнообразный состав флота по типу судов и их промысловому вооружению: для добычи используются пелагические и донные тралы различной конструкции, донные яруса, снюрреводы и донные сети.

Незначительная часть промысла приурочена к небольшим по площади заливам с охотоморской стороны о-вов Кунашир и Итуруп, а основной лов происходит в Южно-Курильском проливе и, в меньшей степени, с тихоокеанской стороны о-ва Итуруп.

Освоение ОДУ камбал Южно-Курильской зоны в 2003–2024 гг.

Год	ОДУ, тыс. т	Вылов*, тыс. т	Освоение, %
2003	1,000	0,47	47
2004	1,000	0,47	47
2005	1,000	0,68	68
2006	0,840	0,42	50
2007	0,840	0,48	57
2008	0,840	0,53	63
2009	0,840	0,55	65
2010	1,220	0,84	69
2011	1,220	0,81	66
2012	1,870	1,36	73
2013	1,870	1,26	67
2014	1,950	1,07	55
2015	1,950	1,45	74
2016	1,870	1,09	58
2017	2,140	1,26	59
2018	2,025	1,27	63
2019	1,680	1,14	68
2020	1,550	0,89	57
2021	1,540	1,62	105
2022	2,230	1,72	77
2023	1,910	1,66	87
2024	1,850	1,74	94
Среднее	1,511	1,00	66

* *Осредненный по ООП и ССД*

Основная часть уловов сдается на переработку береговым предприятиям, что дает основания предполагать, что данные по уловам на усилие (траление, с/сутки промысла) довольно сильно «зашумлены». Кроме того, интенсивность промысла в течение года также неодинакова.

Для понимания объективной картины промысла и подготовки модельных расчетов был выполнен анализ структуры современного промысла камбал Южных Курил и его сезонной динамики на основе ССД и оперативной информации за последнее 10-летие, представленных в ОСМ Росрыболовства.

Как можно видеть (рис. 69), основная доля годовых уловов приходится на малотоннажный (МТФ – 54%) и среднетоннажный флот (СТФ – 45%). Доминирует вылов рыбопромысловых судов, использующих снюрревод: МТФ – 91% и СТФ – 69%. Доля тралового промысла МТФ крайне незначительна – около 7% вылова, у СТФ она возрастает до 31%. Роль остальных орудий лова в промысле камбал суммарно не превышает 1-3%.

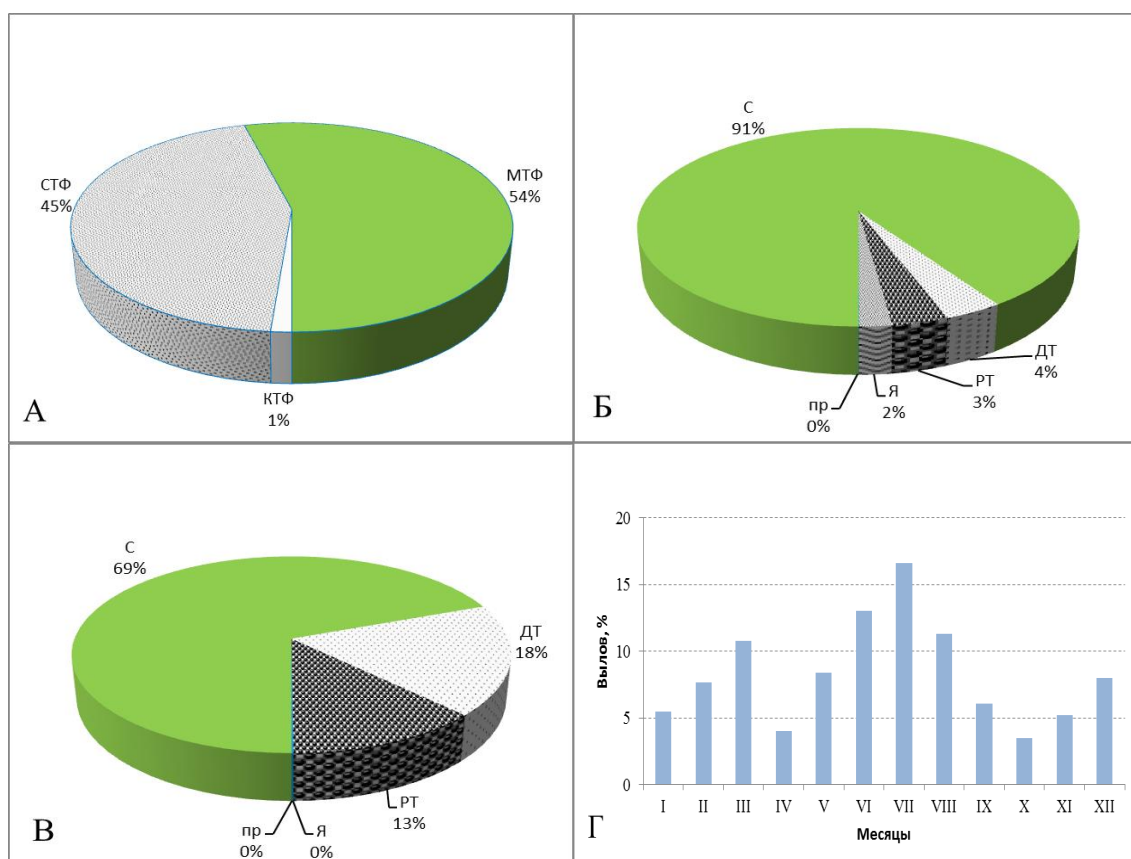


Рис. 69. Структура вылова камбал Южно-Курильской зоны по типам судов (А), орудиям лова (Б – МТФ, В – СТФ) и месяцам (Г) (МТФ – малотоннажный флот, СТФ – среднетоннажный флот, КТФ – крупнотоннажный флот, ДТ – донные тралы, РТ – разноглубинные тралы, С – снюрреводы, пр – прочие, Я – яруса)

Наиболее активный снюрреводный промысел на тихоокеанском шельфе Южных Курил приурочен к акватории Южно-Курильского пролива, а траловый охватывает еще и внешний участок южнее о-ва Шикотан (рис. 70). В охотоморской подзоне современный снюрреводный лов ведется только на побережье о-ва Итуруп – от прол. Екатерины до зал. Простор.

В сезонной динамике промысла (рис. 69 Г), независимо от района, состава флота и его промыслового вооружения, прослеживается привязанность наиболее продуктивного сезона промысла к периоду образования большинством видов камбал зимовальных и преднерестовых скоплений: с декабря по март и с мая по август. В среднем за этот период добывается около 81% годового улова.

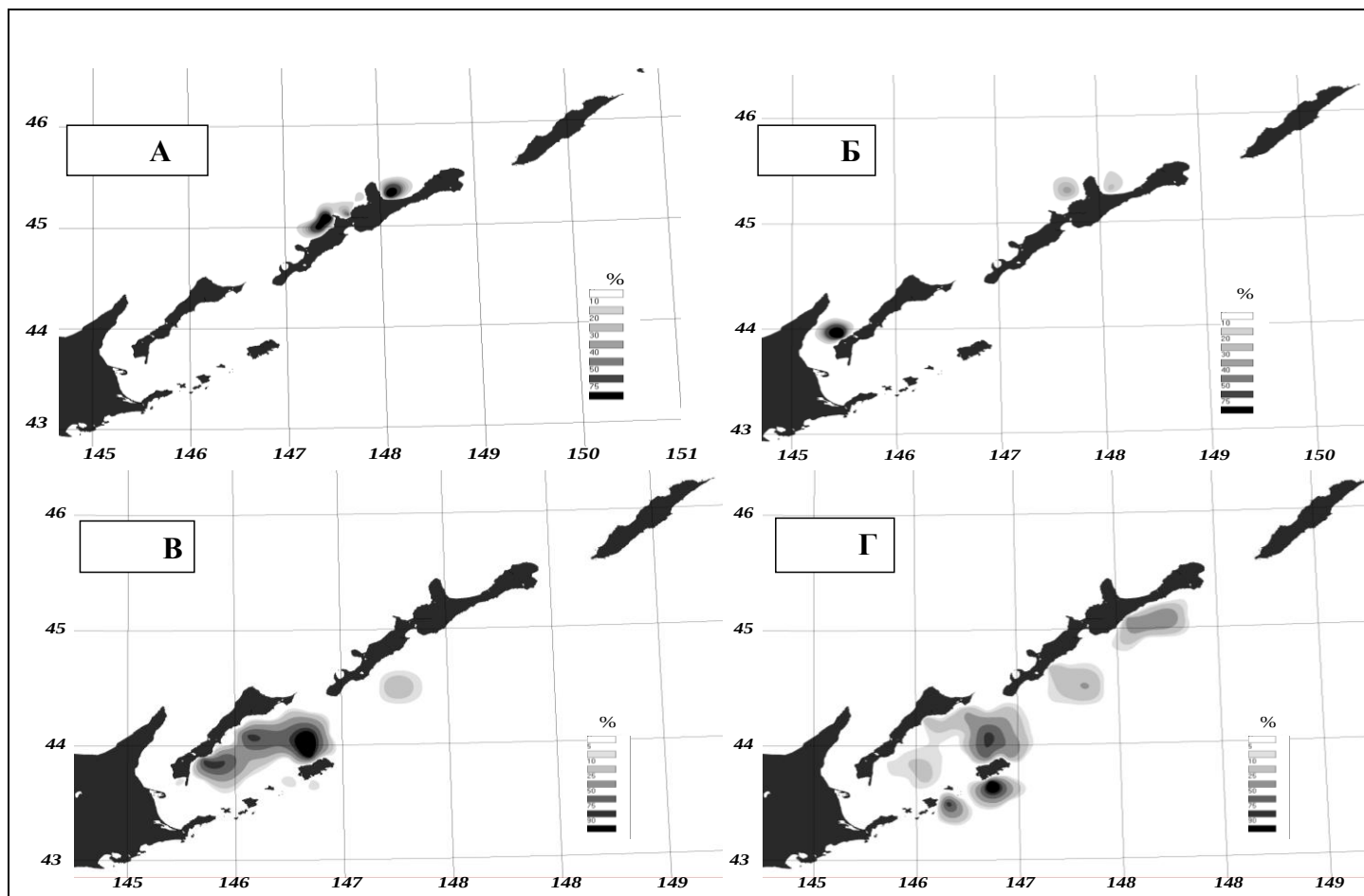


Рис. 70. Среднегодовое распределение снуреводных (А, В) и траловых (Б, Г) уловов камбал на охотоморском и тихоокеанском шельфе Южных Курил (в процентах от максимальной плотности)

Учитывая вышесказанное, для формирования матрицы уловов по возрастам белобрюхой камбалы Южных Курил, использован состав донных траловых уловов в период съемок для оценки вклада различных видов в промысловую биомассу, годовой вылов и размерно-возрастная структура уловов – для формирования матрицы вылова по возрастам.

Определение биологических ориентиров. Обоснование правила регулирования промысла

Оценка ОДУ белобрюхой камбалы Южных Курил была выполнена в рамках «предосторожного подхода» к управлению промысловыми запасами рыб [Бабаян, 2000], который предполагает дифференцированный выбор уровня эксплуатации в зависимости от текущего состояния популяции.

Основным этапом реализации данного подхода является выбор целевых и граничных ориентиров управления промыслом, относительно которых впоследствии выносится суждение о текущем состоянии запаса и делаются рекомендации об оптимальном уровне эксплуатации.

Ниже обосновывается выбор основных ориентиров управления промыслом белобрюхой камбалы Южных Курил.

В качестве граничного ориентира по нерестовой биомассе – SSB_{lim} , принята ее минимальная модельная оценка за ретроспективный период. Эта величина составляет 1,8 тыс. т. При снижении биомассы производителей ниже этого уровня, рекомендуется ограничить промысел до минимума.

Граничный ориентир по промысловой смертности $F_{lim}=0,24$ (1/год), определяющий рубеж, за которым возрастает риск перелова по росту, определен по методу Кадди [Caddy, 1998].

Так как по кривой равновесного улова на единицу пополнения (рис. 71) выраженный максимум определить не удалось, ориентировались на другие параметры. Оценки ориентиров $F_{0.1}$ и $F_{40\%}$ составили 0,222 (1/год) и 0,167 (1/год) соответственно. Оценки F_{msy} и F_{med} составили 0,129 (1/год) и 0,072 (1/год) соответственно. Исходя из полученных результатов, целевой ориентир по промысловой смертности F_{tr} определили на уровне параметра $F_{msy}=0,129$ (1/год). Отметим, что среднее значение коэффициента промысловой смертности за последние 10 лет составляет 0,06 (1/год).

Целевой ориентир по нерестовой биомассе SSB_{tr} , при превышении которого возможно максимальное изъятие, определен как произведение значения равновесной биомассы на единицу пополнения, соответствующего целевому ориентиру по промысловой смертности F_{tr} , на среднюю за последние 10 лет величину пополнения в возрасте 3 года $R(3)\approx 5,6$ млн экз. Таким образом, $SSB_{tr}\approx 3,3$ тыс. т.

Следуя методике среднесрочного прогнозирования в рамках предосторожного подхода к управлению промысловыми запасами рыб [Бабаян, 2000], обосновали правило регулирования промысла (ПРП) белобрюхой камбалы Южно-Курильской зоны, цель которого – вывод запаса на уровень высокой продуктивности и последующая его эксплуатация на этом уровне. Схема ПРП представлена на рисунке 72.

Аналитическая форма ПРП имеет вид:

$F_{rec_i} = F_0$, при $B_i < B_{lim}$

$F_{rec_i} = (F_{tr} - F_0)(B_i - B_{lim}) / (B_{tr} - B_{lim}) + F_0$, при $B_{lim} < B_i < B_{tr}$

$F_{rec_i} = F_{tr} = const$, при $B_i > B_{tr}$.

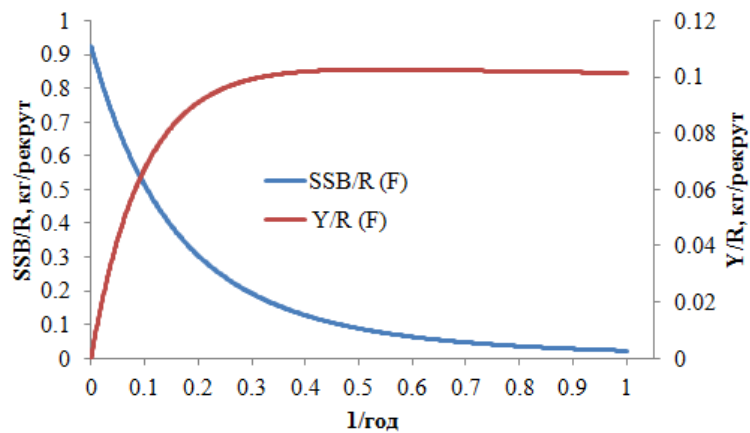


Рис. 71. Равновесные зависимости нерестовой биомассы белобрюхой камбалы Южных Курил на рекрута SSB/R_3 (кг/экз.) и улова на рекрута Y/R_3 (кг/экз.) от промысловой смертности F

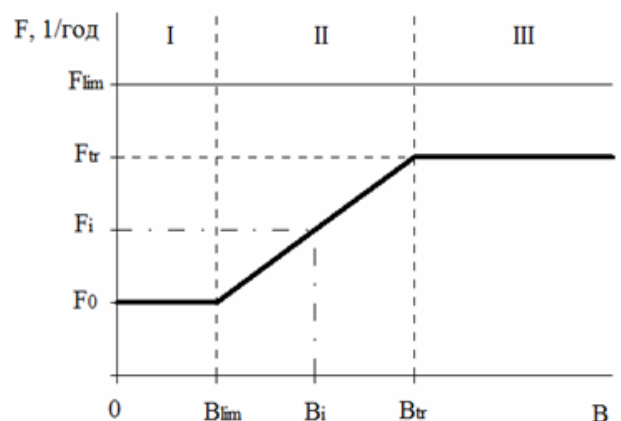


Рис. 72. Правило регулирования промысла белобрюхой камбалы Южно-Курильской зоны

Прогнозирование состояния запаса

Для прогнозирования запаса белобрюхой камбалы на 1–2 года вперед использовали те же значения коэффициентов (МКЕС, массу и долю половозрелых рыб по возрастам), что и при восстановлении динамики запаса в ретроспективе. Коэффициент промысловой смертности в 2025 г. $F \approx 0,08$ (1/год) соответствует величине 74% вылова от ОДУ, равной 0,32 тыс. т.

В качестве пополнения запаса белобрюхой камбалы в Южно-Курильской зоне на прогнозный период принимали среднюю за последние 10 лет численность трехлетних рыб. По нашим прогнозам, в 2025–2026 гг. она составит около 5,6 млн экз. С помощью обращенной вперед когортной процедуры оценили биомассу запаса на два года вперед (табл. 15).

Таблица 15

Результаты оценки численности и биомассы белобрюхой камбалы Южных Курил на 2024–2026 гг.

	Возраст на начало года, лет														Всего
2024	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Численность на начало года, млн. экз.	8,23	3,21	1,34	0,69	1,28	1,12	1,24	0,65	0,92	0,42	0,45	0,36	0,26	0,17	20,34
Мгновенный коэффициент промысловой смертности F, 1/год	0,032	0,069	0,091	0,098	0,099	0,100	0,099	0,099	0,099	0,099	0,098	0,098	0,098	0,098	
Годовой коэффициент выживания с учетом промыслового изъятия	0,596	0,696	0,747	0,769	0,779	0,779	0,768	0,763	0,742	0,711	0,676	0,627	0,557	0,557	
Средняя масса рыб, кг	0,122	0,182	0,247	0,315	0,381	0,446	0,506	0,563	0,615	0,661	0,703	0,741	0,774	0,804	
Биомасса на начало года, тыс. т	1,00	0,59	0,33	0,22	0,49	0,50	0,63	0,37	0,57	0,28	0,31	0,26	0,20	0,13	5,88
Биомасса нерестового запаса, тыс. т	0,00	0,02	0,04	0,10	0,40	0,48	0,62	0,37	0,57	0,28	0,31	0,26	0,20	0,13	3,78
2025															
Численность на начало года, млн. экз.	5,61	4,90	2,24	1,00	0,53	1,00	0,87	0,95	0,50	0,69	0,30	0,30	0,22	0,14	19,25
Мгновенный коэффициент промысловой смертности F, 1/год	0,027	0,058	0,077	0,082	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	
Годовой коэффициент выживания с учетом промыслового изъятия	0,598	0,704	0,758	0,782	0,792	0,792	0,781	0,775	0,753	0,722	0,686	0,636	0,565	0,565	
Средняя масса рыб, кг	0,122	0,182	0,247	0,315	0,381	0,446	0,506	0,563	0,615	0,661	0,703	0,741	0,774	0,804	
Биомасса на начало года, тыс. т	0,68	0,89	0,55	0,32	0,20	0,44	0,44	0,54	0,31	0,45	0,21	0,22	0,17	0,12	5,54
Биомасса нерестового запаса, тыс. т	0,00	0,02	0,07	0,15	0,17	0,43	0,44	0,53	0,31	0,45	0,21	0,22	0,17	0,12	3,29
2026															
Численность на начало года, млн. экз.	5,61	3,35	3,45	1,70	0,78	0,42	0,79	0,68	0,74	0,37	0,49	0,20	0,19	0,13	18,90
Мгновенный коэффициент промысловой смертности F, 1/год	0,036	0,077	0,102	0,109	0,110	0,110	0,110	0,110	0,110	0,110	0,110	0,110	0,110	0,110	
Годовой коэффициент выживания с учетом промыслового изъятия	0,593	0,691	0,740	0,761	0,771	0,771	0,760	0,755	0,733	0,702	0,668	0,619	0,550	0,550	
Средняя масса рыб, кг	0,122	0,182	0,247	0,315	0,381	0,446	0,506	0,563	0,615	0,661	0,703	0,741	0,774	0,804	
Биомасса на начало года, тыс. т	0,68	0,61	0,85	0,53	0,30	0,19	0,40	0,38	0,45	0,25	0,35	0,15	0,15	0,10	5,39
Биомасса нерестового запаса, тыс. т	0,00	0,02	0,11	0,25	0,25	0,18	0,40	0,38	0,45	0,25	0,35	0,15	0,15	0,10	3,04
Биомасса промыслового запаса, тыс. т	0,22	0,43	0,79	0,53	0,30	0,19	0,40	0,38	0,45	0,25	0,35	0,15	0,15	0,10	4,69
ОДУ, тыс. т	0,01	0,03	0,07	0,05	0,03	0,02	0,04	0,04	0,04	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	0,41

Обоснование рекомендованного объема ОДУ

Прогнозируемый уровень нерестовой биомассы белобрюхой камбалы Южных Курил на 2026 г. составляет 3,04 тыс. т, что соответствует области восстановления запаса (режим II на рисунке 72). Согласно ПРП, рекомендуемое значение промысловой смертности $\approx 0,11$ (1/год).

Величину ОДУ на i -й прогнозный год рассчитывали следующим образом:

$$ОДУ_i = F_{req} \sum_{j=t_c}^T s_j w_j N_{i,j} \frac{1 - \exp[-(M_j + s_j F_{req})]}{M_j + s_j F_{req}} \quad [\text{Бабаян, 2000}] \text{ где:}$$

s_j – возрастные коэффициенты селективности,

w_j – среднемноголетняя масса особей по возрастным группам,

M_j – МКЕС,

$N_{i,j}$ – численность j -ой возрастной группы,

F_{reci} – рекомендуемое значение интенсивности промысла в i -й прогнозный год.

Согласно ПРП, ОДУ белобрюхой камбалы в 2026 г. равняется 0,41 тыс. т, что с учетом всего комплекса камбал в районе, **ОДУ камбал дальневосточных в Южно-Курильской зоне в 2026 г. составляет 1,710 тыс. т.**

Анализ и диагностика полученных результатов

Важным этапом тестирования стратегии управления является оценка вероятности того, что в долгосрочной перспективе (10 лет вперед) при средней за последние 10 лет величине пополнения биомасса нерестового запаса белобрюхой камбалы Южных Курил не опустится ниже граничного ориентира по биомассе B_{lim} при заданном постоянном темпе эксплуатации. В рамках статистического имитационного моделирования методом Монте-Карло эта вероятность была оценена (рис. 73). При интенсивности промысла в течение 10 лет на уровне целевого ориентира F_{tr} риск перелома по пополнению не превышает верхний предел рекомендованного уровня [Бабаян, 2000].

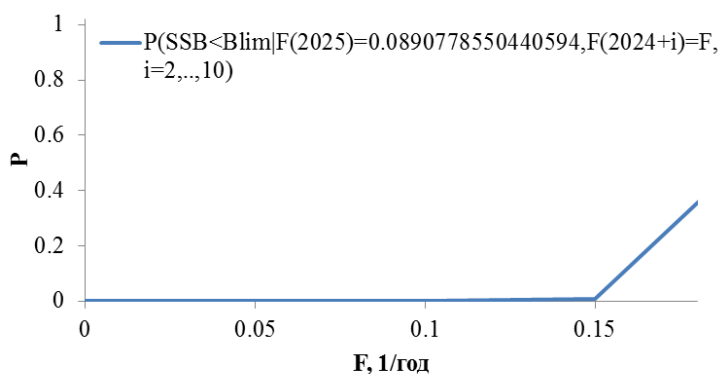


Рис. 73. Вероятность падения нерестовой биомассы ниже граничного ориентира

Следующим аргументом в пользу избранной стратегии промысла могут служить результаты моделирования динамики запаса белобрюхой камбалы на длительный период времени (10 лет) при средней величине пополнения и рекомендуемой согласно ПРП интенсивности изъятия.

Согласно результатам на рисунке 74, при соблюдении ПРП запас белобрюхой камбалы с большой вероятностью не выйдет за биологически безопасные границы и будет находиться на уровне целевого ориентира. На основании результатов имитационного моделирования заключаем, что стратегия управления является эффективной.

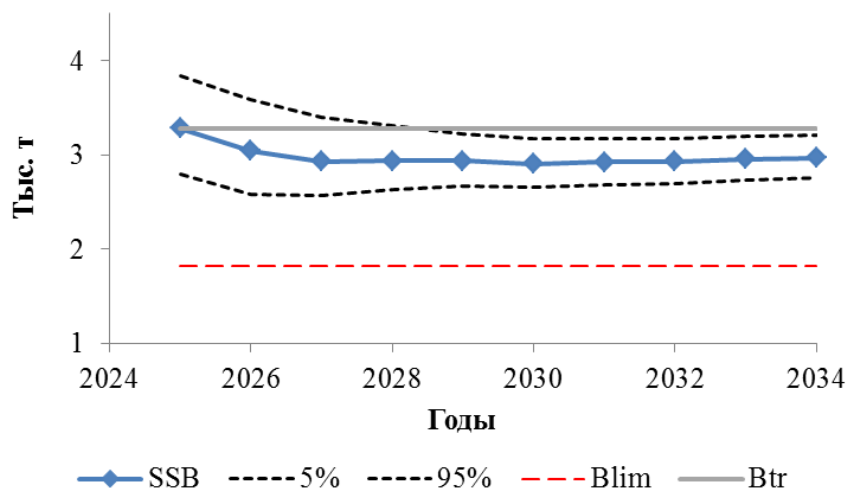


Рис. 74. Процентили распределения оценок биомассы нерестового запаса белобрюхой камбалы Южных Курил в 2025–2034 гг. при рекомендуемой, согласно ПРП, интенсивности изъятия

Так как ОДУ прогнозируется с заблаговременностью два года, то необходимо просчитать вероятность нежелательных последствий принятия стратегии управления запасом на два года вперед, т.е. выполнить анализ рисков. Для этой цели методом Монте-Карло вычисляется вероятность попадания запаса в опасную зону, как функция величины годового вылова в прогнозные годы: $P(SSB_{2026} < B_{lim} | ODU_{2025}, ODU_{2026})$ и $P(F_{2026} > F_{lim} | ODU_{2025}, ODU_{2026})$. Если эти вероятности меньше рекомендованного уровня $\alpha = 0,1 - 0,3$ [Бабаян, 2000], то стратегию управления можно принять. Проведенный риск-анализ (рис. 75) показал, что при рекомендуемой на 2026 г. величине ОДУ, равной 0,41 тыс. т, риск перелова по пополнению и риск перелова по росту не превысил уровень $\alpha = 0,1$, следовательно, стратегию управления можно принять [Бабаян, 2000].

Окончательный вид ПРП белобрюхой камбалы Южных Курил с указанной траекторией запаса, включающей период времени с 2015 по 2024 г. и ближайшую перспективу (до 2026 г.), представлен на рисунке 76.

Таким образом, **ОДУ камбал дальневосточных в Южно-Курильской зоне в 2026 г. составит 1,710 тыс. т.**

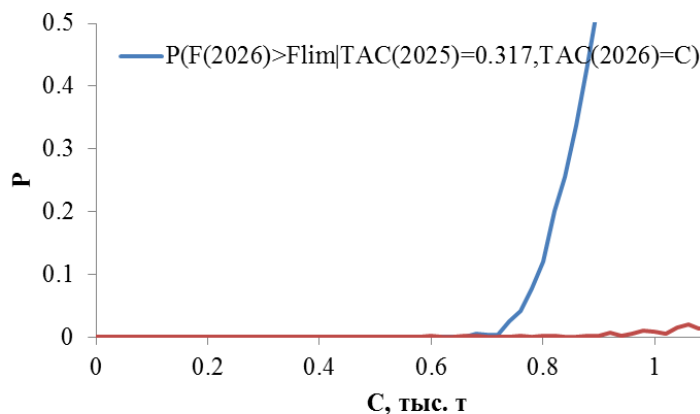


Рис. 75. Анализ рисков наступления неблагоприятных последствий для запаса белобрюхой камбалы Южных Курил в 2025–2026 гг.

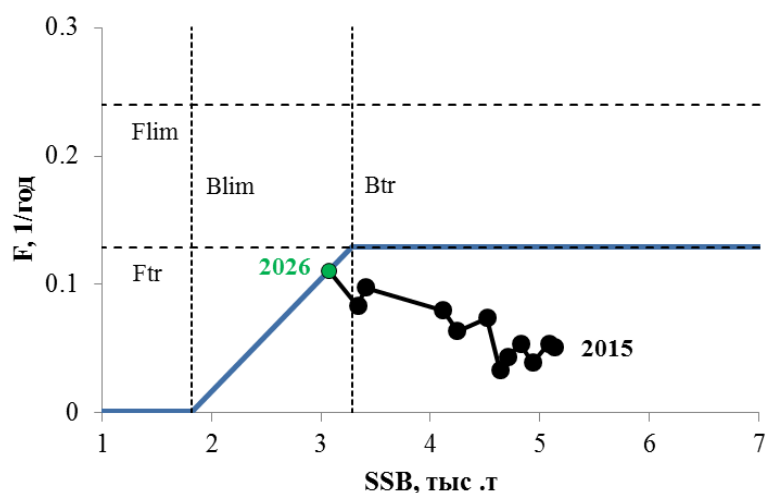


Рис. 76. Реализация правила регулирования промысла белобрюхой камбалы Южно-Курильской зоны

61.05 - Зона Охотское море

61.05.1 - Северо-Охотоморская подзона

Исполнители: Ф.А. Бурлак («МагаданНИРО»), П.А. Дуленина («ХабаровскНИРО»)

Кураторы: А.А. Смирнов (ФГБНУ «ВНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения

Прогноз ОДУ камбал дальневосточных на 2026 г. подготовлен на основе биостатистических данных, полученных в результате учётных траловых съёмок на НИС «Дмитрий Песков» в июле–августе 2019 г. и августе–сентябре 2021 г. В ходе выполнения съёмок использовался донный трал ДТ/ТВ 27,1/24,4 с ячеей в кутце 30 мм. Площадь обследованной

акватории в 2019 г. составила 160 тыс. км², в 2021 г. – 159 тыс. км². Всего в 2019 г. выполнено 147 тралений; массовых промеров камбал – 6623 экз., биологических анализов – 1132 экз. В 2021 г. выполнено 90 тралений; массовых промеров камбал – 995 экз.

Для оценки динамики запаса также привлечены данные съёмки НИС «Зодиак» (август–сентябрь 2000 г.) и РКМРТ «Акваресурс» (июль 2013 г.). Съёмка в восточной части Северо-Охотморской подзоны в 2019 г. выполнялась по сетке станций, максимально приближенной к сетке станций аналогичных работ в Притауйском районе в 2000 и 2013 гг.

В прибрежной акватории, прилегающей к Охотскому району Хабаровского края, собран материал в период специализированного снюрреводного лова камбал в июне-августе 2024 г. на глубинах 14-50 м, всего 89 промысловых операций. В уловах было отмечено 4 вида камбал.

Анализ биологического состояния камбал подзоны в 2024 г. проводился по данным уловов сетными орудиями лова и по данным снюрреводного промысла в прибрежной акватории, прилегающей к Охотскому району Хабаровского края. Всего проанализировано 2877 экз., в том числе 1577 экз. из исследовательских уловов в Притауйском районе Охотского моря и 1300 экз. из уловов в западной части подзоны (акватория, прилегающая к Охотскому району Хабаровского края). Обработка материала велась по принятым в ихтиологии методикам [Правдин, 1966].

В период с 2019 по 2024 гг. проанализировано более 11 000 экз. желтоперой камбалы из снюрреводных (2019 и 2024 гг.) и исследовательских уловов (2019-2024 гг.).

Промысловая статистика за период исследований приведена по данным судовых суточных донесений (ССД) ОСМ, а также Амурского, Сахалинского, Приморского и Охотского ТУ Росрыболовства.

Качество и структура доступного информационного обеспечения прогноза для Северо-Охотморской подзоны соответствует II уровню (приказ Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104).

Обоснование выбора методов оценки запаса

Имеющийся массив данных о промышленном лове и биологическом состоянии камбал дальневосточных в Северо-Охотморской подзоне обеспечивает проведение аналитической оценки состояния запаса и расчёт ОДУ с использованием динамических продукционных моделей [Методические рекомендации, 2018]. Расчёт ОДУ камбал на 2026 г. выполнен в программной среде «COMBI 4.0», в алгоритм работы которой включены необходимые этапы обоснования величины ОДУ – оценка качества исходных данных, подбор продукционной модели, оценка ориентиров управления, обоснование правил регулирования промысла, прогнозирование биомассы запаса и улова. Также проанализированы данные промышленного лова за период 2010-2019, 2021-2024 гг. В основе расчётов биомассы камбал лежит динамика индексов запаса, полученных по данным о стандартизированных промысловых усилиях на усилие

среднетоннажного флота при ведении промышленного лова в 2010-2019, 2021-2024 гг. Для расчётов выбрана медиана уловов на промысловое усилие судов и суммарные уловы флота за 2019-2024 гг.

Общий массив данных по статистике промысла (с момента его развития на современном этапе с 2004 г.) был проанализирован тремя продукционными моделями, отличающимися законом роста эксплуатируемой популяции: моделью Шефера, моделью Фокса и обобщённой моделью Пелла-Томлинсона.

Расчёт биомассы камбал в Северо-Охотоморской подзоне (западнее 147° в.д.) выполнен методом прямого учёта по данным донной траловой съёмки 2019 г. с использованием сплайн-аппроксимации, в программе «КартМастер v.4.1» [Поляков, 2003-2008]. Коэффициент уловистости (КУ) принят равным 0,5 [Шунтов, Бочаров, 2003].

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Состояние запаса. В течение последних 20 лет численность и биомасса камбал в Северо-Охотоморской подзоне учитывались в ходе проведения 4 съёмок на отдельных участках акватории: в 2000 г. (НИС «Зодиак») и 2013 г. (РКМРТ «Акваресурс») – в Притауйском районе, в 2019 г. (НИС «Дмитрий Песков») – по всей акватории подзоны, в 2021 г. (НИС «Дмитрий Песков») – в центральной части подзоны. Численность и биомасса камбал по результатам данных учётных съёмок представлена в таблице 16.

Таблица 16

Значения численности и биомассы камбал дальневосточных по результатам учётных съёмок в северной части Северо-Охотоморской подзоны в 2000-2021 гг.

Год / численность и общая биомасса запаса	<i>L. aspera</i>		<i>H. robustus</i>		<i>P. quadrituberculatus</i>		<i>P. stellatus</i>	
	млн экз.	тыс. т	млн экз.	тыс. т	млн экз.	тыс. т	млн экз.	тыс. т
2000 (Притауйский р-н)	23,402*	7,145*	574,871	55,89	3,284	2,535	—**	—**
2013 (Притауйский р-н)	126,278*	41,17*	176,704*	22,831*	3,750*	1,205*	—**	—**
2019 (вся акватория СОМ)	1260,844 (58,654*)	260,0 (17,303*)	517,847	66,91	163,607	52,60	15,645	13,075
2021 (центральная часть СОМ)	—**	—**	197,000	43,3	—**	—**	—**	—**

Примечание: *- Притауйский район, ** - в уловах не отмечено

Учётные съёмки показали, что в 2000 г. уловы желтоперой камбалы формировали особи длиной тела 14-48 см в возрасте 2-14 лет (среднее 35,1 и 9,8, соответственно). Основу уловов составили рыбы длиной 29-41 см в

возрасте 10-13 лет (81,3%); доля рыб менее промысловой меры (21 см по длине тела AD) составляла менее 1,7%.

В 2013 г. уловы желтоперой камбалы состояли из особей с длиной тела 11-41 см в возрасте 2-16 лет (среднее 27,8 см и 8,0 лет, соответственно). Основу уловов формировали рыбы длиной 24-33 см (84,7%); доля рыб непромыслового размера увеличилась до 23,4%. По сравнению с предшествующими данными, значительно снизилась доля рыб в возрасте 10 лет и старше (до 22,2%). Основу уловов сформировали более молодые и мелкие особи в возрасте 5-9 лет.

По данным съёмки 2019 г., длина тела желтоперой камбалы в уловах варьировала от 10,0 до 45,0 см (средняя 27,1 см), а возраст – 2-14 лет (средний 8,5 лет); доминирующую группу (53,8%) формировали рыбы длиной 24-33 см. Доля рыб непромыслового размера составила 11,6%. По сравнению с предшествующими съёмками, значительно возросла доля рыб в возрасте 10 лет и старше (до 42,0%). В 2019 г. основной численности учтённых при съёмке рыб, как и в 2013 г., стали особи в возрасте 5-9 лет.

По данным биологических анализов, выполненных в северной части Северо-Охотоморской подзоны в 2020 г., длина тела желтоперой камбалы в уловах, варьировала в пределах от 15,2 до 41,6 см в возрасте 3-15 лет (среднее 30,0 см и 9,0 лет, соответственно); доминирующую группу (86,4%) формировали рыбы длиной 22-38 см. Доля рыб непромыслового размера составила 10,7%. По сравнению с предшествующими данными, заметно увеличилась доля рыб в возрасте от 3 до 8 лет (до 41,9%). В уловах основу проанализированных рыб стали особи в возрасте 6-12 лет.

Длина тела желтоперой камбалы в 2021-2024 гг. варьировала в пределах от 14,5 до 48,0 см, составляя в среднем: 34,0 см (2021 г.), 33,1 см (2022 г.), 33,5 см (2023 г.) и 32,1 см (2024 г.). Возрастные группы желтоперой камбалы в этот период были в диапазоне 4-21 полных лет, так в 2021 г. средний возраст составил 11,8 лет; в 2022 г. – 11,2, 2023 г. – 10,0 и 10,6 лет в 2024 г.

Доминирующую группу в 2021 г. (73,7%) формировали рыбы длиной 28-40 см; в 2022 г. - 27-39 см (77,2%), в 2023 г. – 30-38 см (58,4%) и 28-36 см (62,8%) в 2024 г.

Доля рыб непромыслового размера составляла 6,1% в 2021 г., 5,6% в 2022 г., 7,4% в 2023 г. В уловах 2024 г. особи непромыслового размера не отмечались.

Биологическая характеристика желтоперой камбалы из уловов в северной части Северо-Охотоморской подзоны за период с 2019 по 2024 гг. представлена в таблице 17 и на рисунках 77 и 78.

Таблица 17

Биологические показатели желтоперой камбалы из исследовательских уловов в северной части Северо-Охотморской подзоны в 2019-2024 гг.

Год	Длина тела, см	Масса тела, г	Возраст, лет	Доля самок, %
2019	33,9	414,9	8,5	63,0
2020	30,0	346,5	9,0	67,6
2021	34,0	481,3	11,8	59,5
2022	33,1	438,7	11,2	67,4
2023	33,5	426,0	10,0	62,3
Среднее многолетнее	32,9	421,5	10,1	64,0
2024	32,1	395,1	10,6	67,4

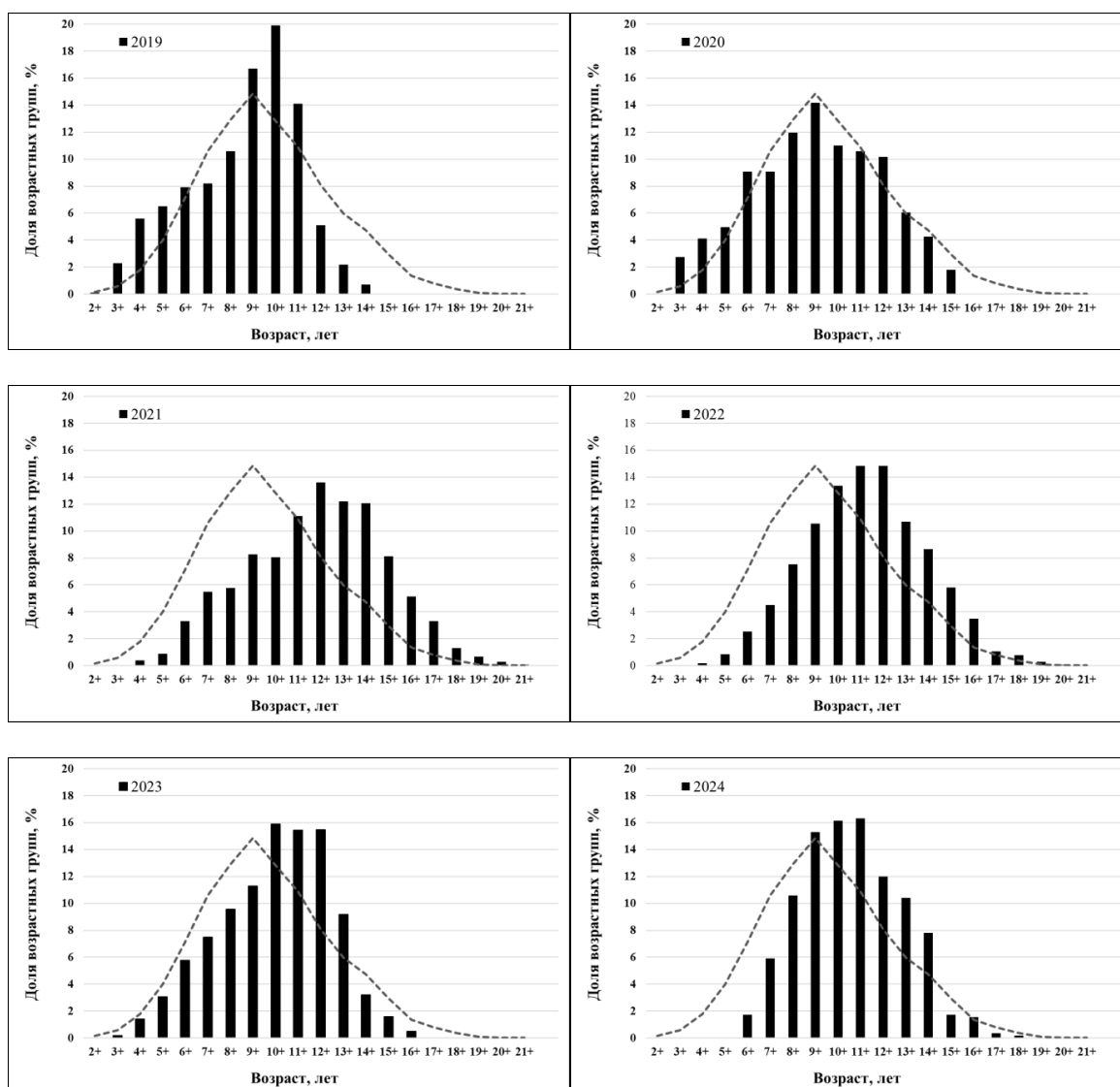


Рис.77. Возрастной состав желтоперой камбалы из уловов снюрреводов в северной части Северо-Охотморской подзоны в 2019 г. и исследовательских уловов сетными и крючковыми орудиями лова в 2020-2024 гг. в сравнении со среднегодовыми показателями (пунктирная линия), %

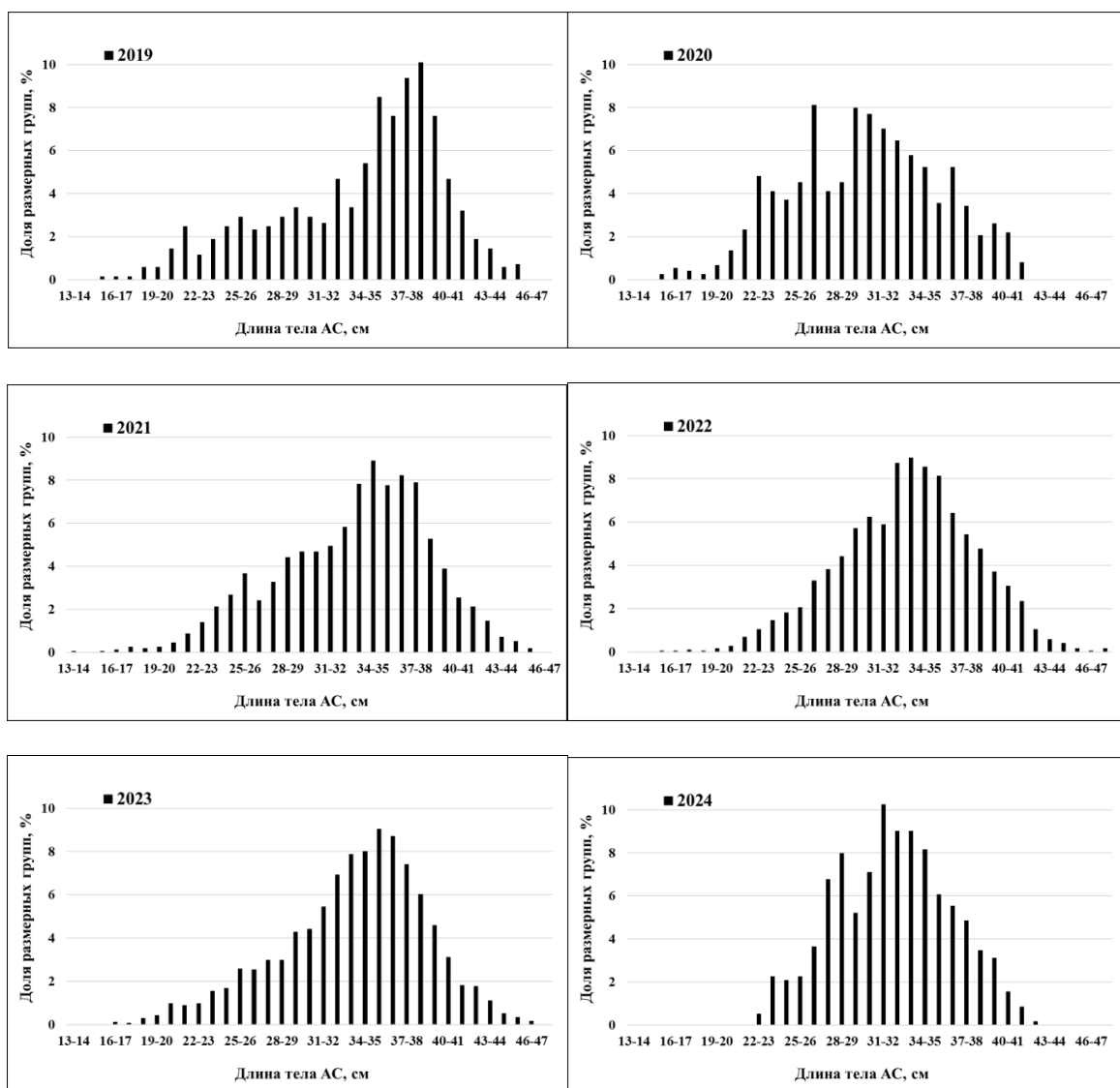


Рис. 78. Размерный состав желтоперой камбалы из уловов снюрреводов в северной части Северо-Охотморской подзоны в 2019 г. и исследовательских уловов сетными орудиями и крючковыми орудиями лова в 2020-2024 гг., %

С 2017 по 2019 гг. в снюрреводных уловах желтоперой камбалы размерный и возрастной состав был относительно стабилен, при этом основу уловов составляли рыбы старших возрастных групп.

Доля рыб в возрасте от 10 лет и старше в предыдущие годы была на уровне 63,1% (2017 г) и 30,7% (2018 г.). В 2019 и 2020 гг. доля остатка составила 42% и 43,9%, соответственно. В уловах 2021 г. доля рыб в возрасте 10 лет и старше составила 75,9%, в 2022 г. – 73,8%, в 2023 г. – 61,3%, а в 2024 г. была на уровне 66,5%.

В уловах 2024 г. в Тауйской губе и Притауйском районе доминировали по численности средние и крупноразмерные группы. Доля молодых рыб, не достигших промысловой длины (менее 21 см по длине тела АД), составила 5,0%. В уловах в 2018 г. эта величина была на уровне 8,8%. В 2019 г. доля молодежи увеличилась до 11,6%, в 2020 г. была на уровне 10,8%; в 2021 г. – 6,1%.; в 2022 г. – 5,6%; в 2023 г. – 7,4%.

Снижение доли мелкоразмерных рыб связано с тем, что в 2024 г. сбор материала в режиме мониторинга промышленного рыболовства со ставного невода не проводился, ввиду причин организационного характера – использовались ставные сети и крючковые орудия лова, которые менее эффективны для облова мелкоразмерных рыб.

По данным биологических анализов, выполненных в западной части Северо-Охотморской подзоны (в пределах Хабаровского края) в 2023 г. длина желтоперой камбалы варьировала от 17,5 до 39,0 см в возрасте 6-15 лет (в среднем 29,7 см и 9,5 лет, соответственно). Доминирующую группу (72%) формировали рыбы длиной 26-33 см. Доля рыб непромыслового размера составила 8,2%.

В 2024 г. длина желтоперой камбалы варьировала от 12,5 до 44,3 см в возрасте 3-16 лет (в среднем 29,3 см и 9,8 лет, соответственно). Доминирующую группу (59%) формировали рыбы длиной 28-32 см. Доля рыб непромыслового размера составила 3,2% (рис. 79).

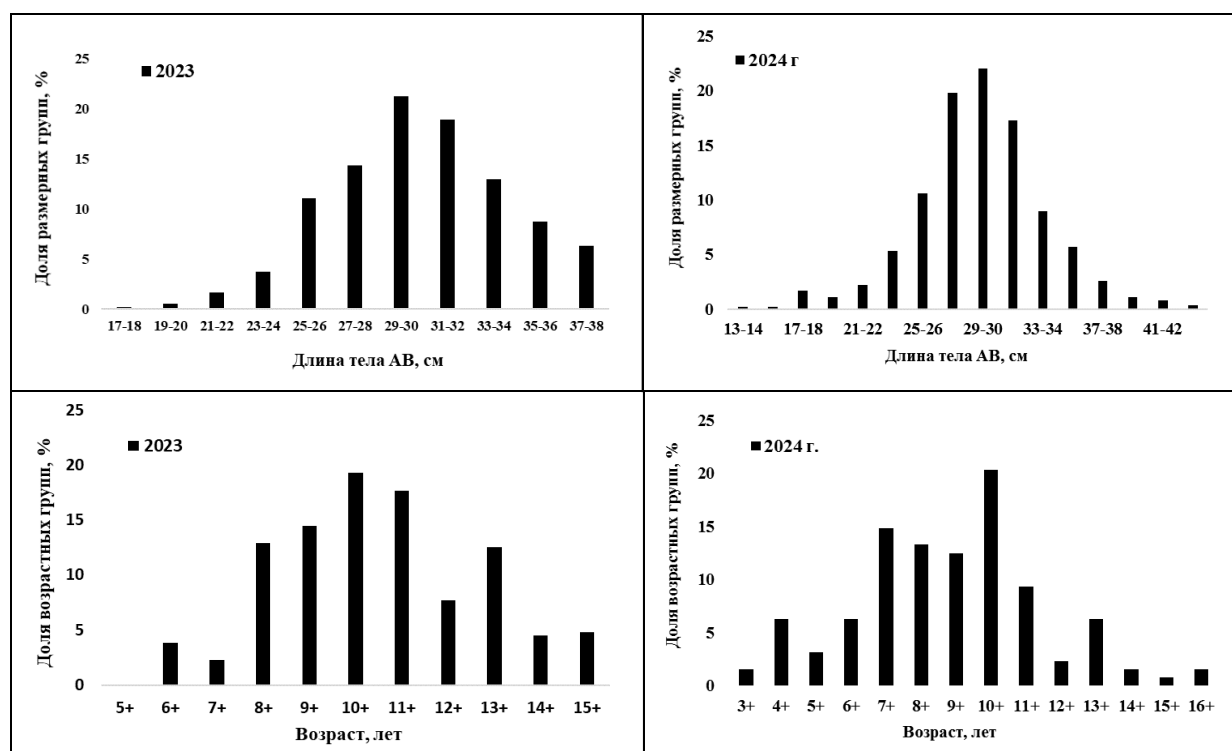


Рис. 79. Размерный и возрастной состав желтоперой камбалы из уловов снюрревода в западной части Северо-Охотморской подзоны в 2023-2024 гг.

Таким образом, на основании анализов биологического состояния основного вида промысла (*Limanda aspera*) и промысловой статистики, в настоящее время состояние запасов камбал дальневосточных в западной части Северо-Охотморской подзоны оценивается как стабильное, в восточной как удовлетворительное.

Состояние промысла. Промысел камбал в Северо-Охотморской подзоне Охотского моря начал развиваться с 2004 г. и основан на эксплуатации доминирующего запаса желтоперой камбалы. Её доля, как в

траловых, так и в снюрреводных уловах, в 2015-2019 гг. колебалась от 62,0 до 96,0%, в среднем составив 85,4%.

Остальные виды – желтобрюхая (четырёхбугорчатая), палтусовидная и звездчатая камбалы обычно имели в уловах меньшее значение (табл. 18).

Таблица 18

Соотношение в уловах основных видов камбал при судовом промысле в Северо-Охотоморской подзоне (среднее по многолетним данным), %

Вид камбал	Желтоперая	Желтобрюхая	Палтусовидная	Звездчатая
Судовой промысел	87,5	4,9	2,3	5,3

За период с 2004 по 2015 гг. величина рекомендованного вылова для всей подзоны колебалась от 1,130 тыс. т (2006 г.) до 4,548 тыс. т (2005 г.); среднее – 1,826 тыс. т. Фактический вылов в среднем составил 1,642 тыс. т (от 0,491 т в 2009 г. до 3,316 тыс. т в 2012 г.).

В 2019-2023 гг. к вылову было рекомендовано от 1,469 тыс. т (2020 г.) до 6,200 тыс. т (2023 г.). Освоение составило от 0,065 тыс. т в 2020 г. до 4,964 тыс. т в 2023 г. На 2020 г. ОДУ был утвержден в объёме 1,4695 тыс. т, однако ввиду организационных причин вылов по итогам года составил 0,065 тыс. т (4,4%), из них 0,058 тыс. т были освоены в режиме рыболовства в целях обеспечения традиционного образа жизни коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока.

Общий вылов камбал дальневосточных в Северо-Охотоморской подзоне в 2024 г. составил 3,903 тыс. т, из которых судовым промыслом было освоено 2,952 тыс. т; береговыми орудиями лова – 0,951 тыс. т (табл. 19).

Таблица 19

Прогнозируемый и фактический вылов дальневосточных камбал в Северо-Охотоморской подзоне в 2019-2024 гг.

Год	РВ/ОДУ, тыс. т	Вылов, тыс. т	Освоение, %
2019	1,790	4,319	241,3
2020	1,4695*	0,065	4,4
2021	6,165	4,017	65,2
2022	6,165	4,205	68,2
2023	6,200	4,964	80,1
2024	5,928	3,903	65,8

Примечание: * - с 2020 г. обосновывается ОДУ

В западной части Северо-Охотоморской подзоны промысел дальневосточных камбал ведётся с 2012 г. Основу добычи камбал составлял береговой лов посредством закидных неводов и ставных сетей, где вылов варьировал от 0,015 тыс. т (в 2016 г.) до 0,189 тыс. т (в 2021 г.). С 2016 г. в добычу камбал включились маломерные и среднетоннажные суда с

применением снюрреводов и донных ярусов. Также камбалы осваиваются в качестве прилова при промысле лососей, сельди и других видов ВБР.

В 2019-2023 гг. на промысле камбал стабильно участвовали от 1 до 2 судов, вылов которых с 0,010 тыс. т (в 2019 г.) вырос до 0,620 тыс. т (в 2022 г.). В 2024 г. в прибрежной зоне на промысле работало 2 судна с июня по сентябрь, суммарный вылов которых составил 0,644 тыс. т. (рис. 80).

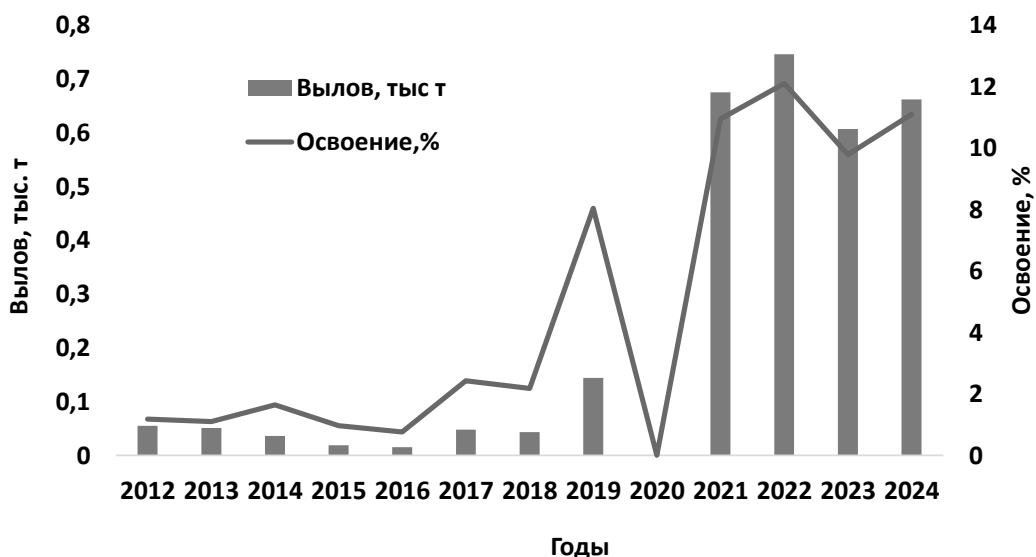


Рис. 80. Динамика вылова камбал дальневосточных в западной части Северо-Охотской подзоны (в пределах Хабаровского края), данные 2012-2024 гг.

Суточные уловы среднетоннажного судна в Аяно-Майском районе изменялись от 0,026 до 2,7 т/ярус (в среднем - 1,3 т/ярус). Уловы на усилие маломерного судна в Охотском районе варьировали в пределах 2,0-12,3 т/промопериацию (в среднем 5,6 т/промопериацию). При береговом промысле средний вылов ставного невода составлял 3,0 т. Максимальные уловы отмечались в июне. В связи со сложными задевисными грунтами в западной части подзоны развитие крупномасштабного промысла камбал специализированными орудиями лова (снюрреводами) трудноосуществимо. Предельное освоение дальневосточных камбал в западной части подзоны за все годы ведения промысла составило не более 12,0% от ОДУ, максимальное изъятие – 0,746 тыс. т (рис. 77).

Несмотря на широкое распространение камбал вдоль североохотоморского побережья, практически вся их добыча осуществляется на сравнительно небольшом участке северной части Тауйской губы и Притауйского района (рис. 81).

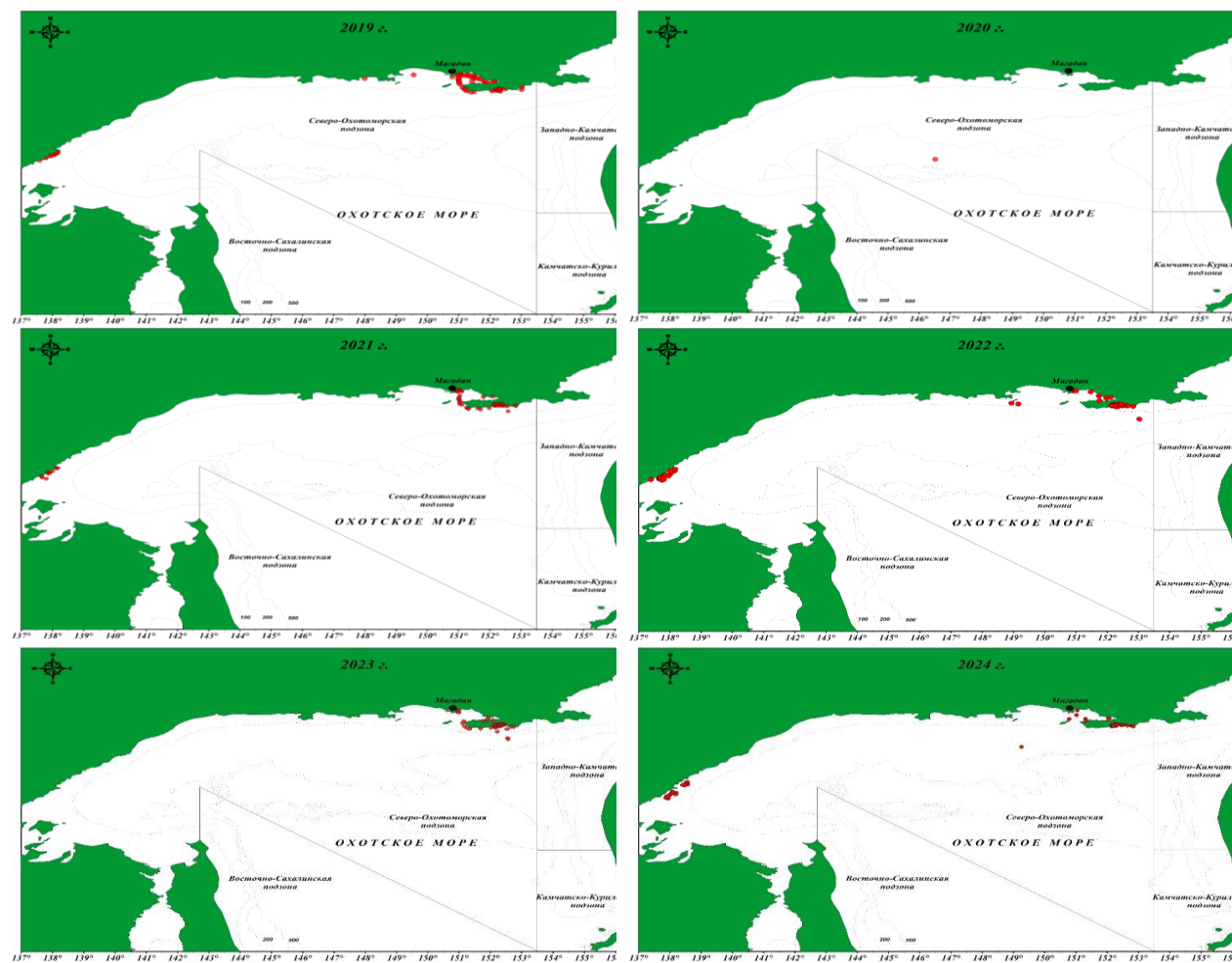


Рис. 81. Районы промысла дальневосточных камбал в Северо-Охотоморской подзоне в 2019-2024 гг.

В Тауйской губе и Притауйском районе на промысле камбал в 2019-2023 гг. работало от 1 до 8 судов, которые осуществляли лов снюрреводами. Лов производился на изобатах 10-45 м, в редких случаях – до 65 м (в 2023 г. единичные выловы на изобатах до 270 м), в основном, с июня по начало сентября. Однако в 2022-2023 гг. активный промысел продолжался до начала октября.

В 2024 г. на промысле камбал работали от 1 до 2 судов, (в 2023 от 1 до 5), лов проводился в основном на изобатах 30-40 м, в единичных случаях до 145 м. Активный период промысла длился с июня по октябрь.

В период с 2017 по 2022 гг. максимальные уловы снюрреводами в основном отмечались в июне (от 1075,5 т в 2022 г. до 1531,6 т в 2021 г., что в среднем составило 1304,6 т). В 2023 г. основной промысел камбал осуществлялся в августе и сентябре, уловы составили 1938 и 1928 т, соответственно. Наряду с этим в 2024 г. основной промысел камбал, также как и в предшествующий год, был организован в августе и сентябре.

Возможная причина смены доминанты периода промысла не связывается ни с гидрометеорологическими условиями в районе промысла, ни с состоянием запаса в целом. Вероятнее всего, причины носят организационный характер.

Сезонная динамика судового промысла камбал дальневосточных в период с мая по октябрь 2019, 2021-2024 гг. представлена на рисунке 82.

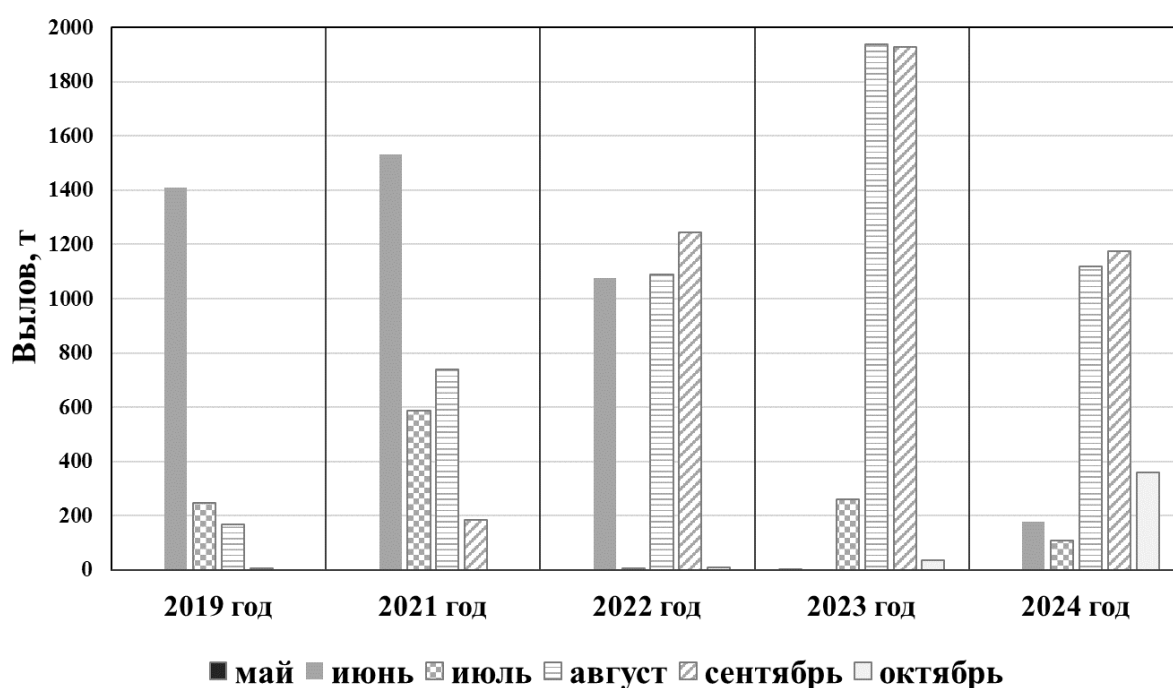


Рис. 82. Сезонная динамика судового промысла дальневосточных камбал в Северо-Охотоморской подзоне в 2019, 2021-2024 гг.

Максимальные уловы на усилие (промопериацию) отмечались в различные годы с июня по сентябрь, так в 2019 г. уловы колебались от 6,2 т в сентябре, до 22 т в июне. В 2021 г. максимальные уловы отмечались в июне,

июле и сентябре и составляли 25,5, 22,3, и 24,4 т, соответственно. В 2023 г. максимальные уловы на усилие (промооперацию) отмечались в августе и сентябре (21,7 и 22,9 т, соответственно). В 2024 г. максимальные уловы отмечались в августе и сентябре и составили 32,9 и 31,1 т, соответственно (табл. 20).

Таблица 20

Показатели вылова (т) и уловов на усилие (т/промооперацию) судовой добычи дальневосточных камбал в Северо-Охотоморской подзоне (восточнее 147° в.д.) по месяцам за ряд лет

Показатели	Июнь			Июль			Август			Сентябрь			Октябрь			Весь год	
	вылов	кол-во пром. операций	улов/усилие	вылов	кол-во пром. операций	улов/усилие	вылов	кол-во пром. операций	улов/усилие	вылов	кол-во пром. операций	улов/усилие	вылов	кол-во пром. операций	улов/усилие	Общее кол-во пром. операций	Средний улов/усилие
2019 г.	1409,7	64	22	246,2	34	7,2	167,2	12	13,9	6,2	1	6,2	–	–	–	111	12,3
2021 г.	1531,6	60	25,5	588,6	26	22,3	738,8	45	16,3	185,1	8	24,4	–	–	–	139	22,1
2022 г.	1075,5	52	20,7	6,1	1	6,1	1088,6	85	15,3	1245,7	67	18,6	11,3	2	5,6	207	13,3
2023 г.	–	–	–	259,1	15	17,2	1938,3	89	21,7	1928	84	22,9	37,1	2	18,6	190	20,1
2024 г.	185,8	26	18,6	107,4	13	17,9	1119,8	116	32,9	1181,2	98	31,1	358,3	34	23,8	287	24,8
Среднее	1050,7	50,5	21,7	241,5	17,8	14,1	1010,5	69,4	20	909,2	51,6	20,6	135,6	12,7	16	186,8	18,5

Примечание: лов в 2020 г. в данный период не осуществлялся; – в указанный период информация о промысле камбал дальневосточных отсутствует

Средняя величина улова на усилие за весь период промысла дальневосточных камбал в Северо-Охотоморской подзоне в 2019, 2022 гг., оказалась ниже среднегодового показателя, что связано, по нашим оценкам, со сроками ведения промысла. Если в 2019 г. основной вылов камбал приходился на июнь-июль, то в 2022 г. по видимо, объективным причинам организации промысла, лов в июле не осуществлялся. После удачного эксперимента 2022 г. с промыслом в сентябре, в 2023 г. сроки ведения судовой промысла камбал дальневосточных в Северо-Охотоморской подзоне сместились на август-сентябрь. В 2024 г., как и в 2022-2023 гг., эффективным периодом для ведения промысла дальневосточных камбал был август-сентябрь. Необходимо отметить, что за 2024 г. средние уловы на усилие и общее количество промысловых операций были больше, чем среднемноголетние значения, при этом на промысле было задействовано меньшее количество судов. Такого рода повышение эффективности лова, вероятно связано с наработкой практического опыта при проведении промысла некоторыми судами в августе-сентябре, а также с меньшим промысловым воздействием на локальные скопления камбал в районе промысла ввиду меньшего числа одновременно работающих судов.

Как показал анализ величины уловов на усилие, как по годам промысла, так и по месяцам (табл. 20), при снюрреводном промысле в целом имеется тенденция к его повышению в августе-сентябре с вероятностью смещения промысла на данный период в целом.

Определение биологических ориентиров

Определение границ допустимой (биологически безопасной) области управления запасом камбал дальневосточных выполнено с учётом положений, изложенных в работе В.К. Бабаяна [2000]. Целью эксплуатации запаса предложено считать получение стабильного (постоянного) вылова. В качестве ориентиров управления приняты граничный и целевой ориентиры индекса биомассы промыслового запаса (FSB_{tr} и FSB_{lim}). В пространстве решений динамической продукционной модели Пелла-Томлинсона при рассчитанной $K = 63047$ (в анализе чувствительности расчётов применялось 10% приращение к параметру ёмкости среды – K). Ориентиры управления распределены следующим образом (FSB – *Fishing Stock Biomass*): $FSB_{MSY} = FSB_{tr} 42,4$ тыс. т; величина $FSB_{lim} 28,3$ тыс. т). $MSY = 8,08$ тыс. т.

С 2017 г. судовой промысел камбал дальневосточных ведётся (за редким исключением) снюрреводами. В период с 2019 по 2023 гг., основным типом орудий лова, применяемым на промысле, стал снюрревод типа 112/39,5 м (более 89% от вылова всех применяемых орудий лова). Стандартизация данных по улову на усилие проведена с учетом применения данного орудия лова.

В качестве дополнительных ориентиров также были рассчитаны индексы состояния запаса: средняя масса тела M , средний возраст Y и отношение долей пополнения и остатка X (табл. 21).

Таблица 21

Индексы состояния запаса желтоперой камбалы в Северо-Охотоморской подзоне (восточнее 147° в.д.) по данным 2000-2024 гг.

Индекс состояния запаса	Единица измерения	Значение индекса состояния			Ст. откл. σ	Ориентир управления	
		мин.	макс.	ср. $\pm$ ошибка		граничный	целевой
M	г	127	1900	$427 \pm 2,0$	217,9	127	427
Y	год	6	24	$11,0 \pm 0,02$	2,9	6	11
X	коэфф.	0,01491	0,41964	$0,16047 \pm 0,03573$	0,12882	0,01491	0,1647

Коэффициент X рассчитывался по многолетним данным, как отношение доли младших возрастных групп (до 5 лет включительно), к доле остатка (10 лет и более). При оценке ориентира X исходили из следующих требований. Во-первых, промысел должен базироваться на половозрелой части популяции. Во-вторых, общая смертность взрослых рыб не должна превышать удвоенный коэффициент естественной смертности в средних возрастах [Тюрин, 1972]. В-третьих, с возрастом рыб интенсивность вылова должна снижаться, достигая нулевого значения для рыб старших возрастных групп, естественная смертность которых равна или превышает величину удвоенного коэффициента естественной смертности в средних возрастах, установленную для особей в возрасте массового созревания, что не

противоречит концепции преосторожного подхода к управлению промысловыми биоресурсами [Бабаян, 2000].

Как показал анализ данного коэффициента X , имеется достоверная связь между его величиной и долей средневозрастных рыб, являющихся основой промышленных уловов (рис. 83).

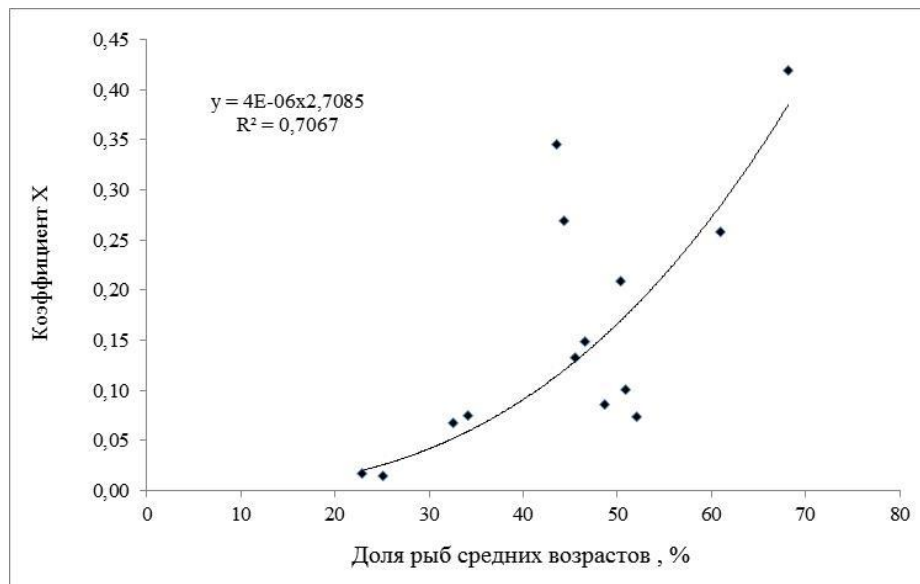


Рис. 83. Взаимосвязь коэффициента X и доли рыб средневозрастных рыб

В качестве целевых ориентиров считаем возможным использовать средние значения соответствующих индикаторов. Индикаторы имеют прямую значимость, т.е. более высокий показатель свидетельствует о лучшем текущем состоянии запаса.

Обоснование правила регулирования промысла

В версии программы «COMBI 4.0» доступно несколько вариантов линейно-кусочных правил регулирования промысла (ПРП), предназначенных для выбора и «настройки» ПРП, используемого в дальнейшем для прогнозирования состояния запаса и величины ОДУ. Исходя из состояния промыслового запаса и недоосвоения ОДУ в последние 2 года, принято решение установить целевой ориентир по промысловой смертности на уровне $F_{sq1,25}$. Согласно выбранного $F_{sq1,25}$ линейно-кусочного ПРП, уровень изъятия определен 0,084 (рис. 84). При этом риск получить в перспективе улов и биомассу меньше наблюдаемого минимума равен 0%.

Прогнозирование состояния запаса

Прогноз величины биомассы промыслового запаса камбал дальневосточных в Северо-Охотоморской подзоне на 2026 г. рассчитан по данным о динамике общего вылова камбал дальневосточных в Северо-Охотоморской подзоне, среднесуточным выловом и количеством промопераций снюрреводами за период с 2016 г. Между уловами и

промоперациями найдена отрицательная корреляция, что позволяет проводить дальнейшие расчёты (рис. 85).



Рис. 84. Правило регулирования промысла камбал дальневосточных Северо-Охотоморской подзоны

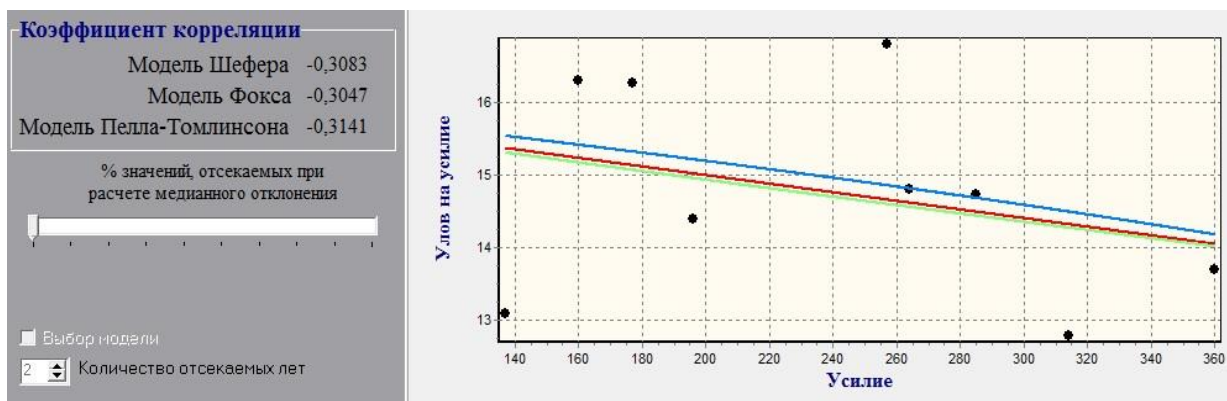


Рис. 85. Зависимость уловов на усилие от количества усилий снюрреводными орудиями на промысле камбал дальневосточных в 2016-2024 гг.

Исследовано поведение целевых функций процессов: минимизации суммы квадратов отклонений, логарифмической суммы квадратов, а также медианного отклонения. После проведения многократных расчётов выбор сделан в пользу модели Пелла-Томлинсона, которая оптимально интерпретировала имеющиеся данные. После выбора и настройки модели получаем прогноз состояния запаса камбал дальневосточных Северо-Охотоморской подзоны (табл. 22).

**Биомасса промыслового запаса камбал дальневосточных в 2018-2026 гг.,
рассчитанная программой «COMBI 4.0», т**

Год	Биомасса запаса
2018	63772
2019	65890
2020	51378
2021	50163
2022	57810
2023	53732
2024	58046
2025	55410
2026	55081

Динамическая продукционная модель Пелла-Томлинсона позволяет рассчитать многолетнюю динамику запаса, в том числе в рамках требуемого прогнозного горизонта. По результатам расчётов данной модели на 2025 г. биомасса промыслового запаса камбал дальневосточных прогнозируется на уровне около 55,1 тыс. т (рис. 86).

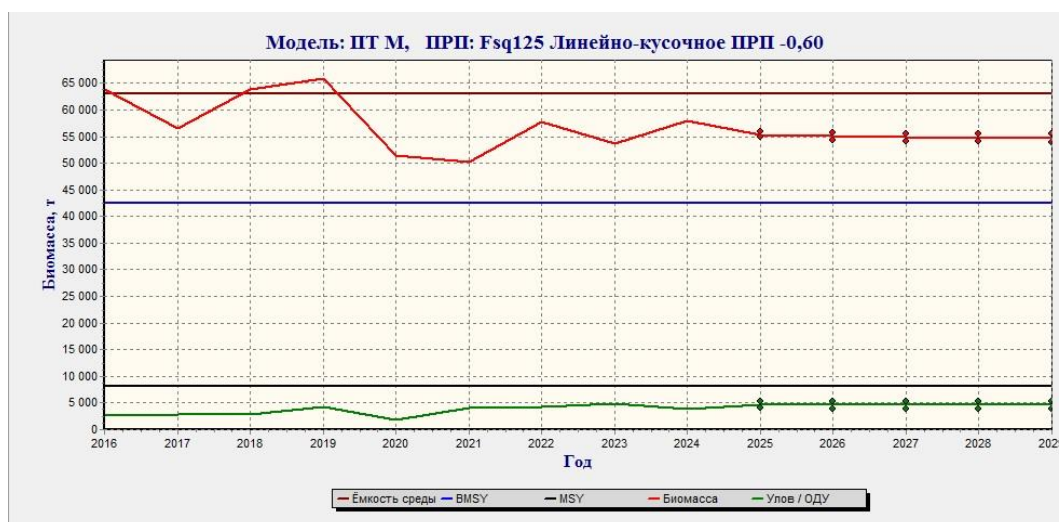


Рис. 86. Расчет запаса и ОДУ камбал дальневосточных Северо-Охотоморской подзоны на прогнозный период 2025-2029 гг.

В западной части подзоны популяция желтоперой камбалы на протяжении ряда лет сохраняет стабильность структуры. Поэтому можно утверждать, что пополнение, как минимум, восполняет потери от естественной смертности. Исходя из этого, общий запас в западной части Северо-Охотоморской подзоны на 2026 г. следует прогнозировать на уровне 2019 г., т.е. в 165 тыс. т.

Однако учитывая, что сложные задёвистые грунты не позволяют вести масштабный специализированный промысел в западной части подзоны, а основная добыча камбал ведется в Притауйском районе, обоснование ОДУ на 2026 г. будет производиться на основе расчётов модели Пелла-

Томлинсона с учетом промыслового запаса камбал дальневосточных, на уровне около 55,1 тыс. т.

Обоснование рекомендованного объёма ОДУ

Расчёт биомассы запаса камбал дальневосточных в программном комплексе «COMBI 4.0» указывает на её незначительное снижение с 2024 г. Качественное состояние эксплуатируемой части запаса дальневосточных камбал в 2024 г. показывает некоторое снижение средней массы тела с сохранением ориентира около среднего значения (табл. 23).

Таблица 23

Состояние биологических ориентиров управления и статус запаса желтоперой камбалы в Северо-Охотоморской подзоне по данным 2023 и 2024 гг.

Индекс состояния запаса	Ориентир управления		Уровень индикатора в 2024 г.	Статус запаса
	граничный	целевой		
M	127	427	395	Стабильный
Y	6	11,0	10,6	
X	0,01491	0,1647	0,0750*	Стабильный с тенденцией к повышению

Примечание: *- по данным 2023 г.

Предполагается, что повышение численности половозрелых средневозрастных групп (8-9 лет) в уловах, относительно других возрастных групп может находить отражение в специфике применяемых орудий лова при сборе материалов в 2024 г., что, в свою очередь, не может свидетельствовать об ухудшении состоянии запаса ввиду отсутствия в уловах младшевозрастных рыб.

По данным 2023 г. повышение коэффициента X по сравнению с предыдущими годами (0,01713 в 2022 г. и 0,01491 в 2023 г.), свидетельствует об увеличении ближайшего пополнения, которое не могло быть затронуто промыслом в 2024 г.

Интервальная оценка модельных расчетов в программной среде «COMBI 4.0», на основе продукционной модели Пелла-Томлинсона прогнозного ОДУ камбал дальневосточных на пятилетний период представлена в таблице 24.

Таблица 24

Интервальная оценка прогнозного значения ОДУ на 5-ти летний период по результатам расчётов в программной среде «COMBI 4.0»

Прогнозный год	Прогнозный ОДУ (min-max), тыс. т
2025	4,096 – 5,228
2026	3,945 – 5,310
2027	3,885 – 5,328
2028	3,854 – 5,341
2029	3,831 – 5,349

Так как в 2024 г. на промысле камбал дальневосточных в Северо-Охотоморской подзоне одновременно было задействовано значительно меньшее количество судов (1-2), по сравнению с 2023 г. (до 5 судов), и вместе с тем промысловые показатели флота в основные месяцы промысла достигли исторического максимума последних лет, считаем, что освоение 65,8% ОДУ в 2024 г. связано с причинами организационного характера.

В связи с тем, что биологическое состояние запаса не вызывает опасений, а малое освоение ОДУ связано с организационными причинами, считаем, что прогнозные значения ОДУ по результатам расчётов в программной среде «COMBI 4.0» не отражают полной действительности состояния запаса ввиду вышеуказанных причин. Поэтому рекомендуем сохранить прогнозный **ОДУ камбал дальневосточных в Северо-Охотоморской подзоне в 2026 г.** без изменений на уровне прошлого года, что составит **6,328 тыс. т.**

Анализ и диагностика полученных результатов

В результате тестирования принятого ПРП (в пространстве решений продукционной модели Пелла-Томлинсона) с применением параметрического бутстрепа оценены коэффициенты эффективности данного ПРП на прогнозный горизонт 5 лет. Средняя биомасса промыслового запаса в прогнозе — 55,3 тыс. т, средний улов — 4,6 тыс. т. Время восстановления до целевого ориентира, а также вероятность снижения биомассы и улова ниже рассчитанных ориентиров — нулевая (табл. 25).

Таблица 25

Эффективность различных ПРП на ближайшие 5 лет

ПРП	Время восстановления	Средняя промысловая биомасса, т	Средний улов, т	Биомасса прогнозная к ретроспективной	Отношение улова на прогнозе к ретроспективному	Вероятность падения улова ниже минимального исторического
<i>Fsq1,25</i> , Линейно-Кусочное 0,6	0	55349,6	4655,9	1,0	1,3	0
<i>Fsq1,25</i> , Логистическо $\alpha=8,2$ $\beta=0$	0	55363,3	4658,3	1,0	1,3	0

61.05.2 - Западно-Камчатская подзона

61.05.4 - Камчатско-Курильская подзона

Исполнитель: А.И. Варкентин («КамчатНИРО»)

Кураторы: А.А. Смирнов (ФГБНУ «ВНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения

В основу оценки состояния запасов камбал дальневосточных у Западной Камчатки, обоснования ОДУ на 2026 г. положены следующие материалы:

— данные, полученные в результате исследований качественного и количественного состава промысловых снюрреводных уловов с судов типа СТР в апреле и ноябре–декабре на береговом заводе, принадлежащем ООО «Камчаттралфлот» (г. Петропавловск-Камчатский), судов типа МРС в мае–июне на заводах ООО «Озерновский РКЗ № 55» (п. Озерновский) и ООО «Витязь-Авто» (п. Соболево), с судов типа СТР в декабре на БМРТ «Сергей Новоселов» (массовые промеры разных видов камбал — 7040 экз., полные биологические анализы — 200 экз.);

— результаты донной траловой съемки, выполненной на западнокамчатском шельфе в июле–августе 2024 г. на НИС «Профессор Кагановский» (рис. 87) (количество тралений — 214, МП основных промысловых видов камбал — 6032 экз.);

— многолетние промыслово-биостатистические данные, результаты донных траловых съемок, выполненных в прошлые годы;

— сведения из отраслевой системы мониторинга водных биологических ресурсов, наблюдения и контроля за деятельностью промысловых судов (ОСМ). Для доступа к ОСМ и первичной обработки данных применяли программу «FMS analyst» [Vasilets, 2015].

Следует отметить, что значительная часть годового вылова камбал у Западной Камчатки не отражается в судовых суточных донесениях (ССД) из ОСМ, т.к. изымается судами, которые, согласно п. 16 правил рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна, утвержденных приказом Минсельхоза от 06.05.2022 г. № 285, не оснащены техническими средствами контроля (ТСК) и не подают ССД. В соответствии с п. 13.5 они представляют оперативную отчетность предприятий (ООП) по состоянию на 5, 10, 15, 20, 25 и последнее число каждого месяца не позднее суток после указанной даты. При этом ООП не содержит информацию о количестве выполненных промысловых операций, координатах лова. Учитывая вышеизложенное, сведения об общем вылове камбал получали по данным ООП, структуре промысла — ССД.

Сведения об общем вылове камбал в 2012–2023 гг., полученные ранее по данным из ОСМ, уточняли по сведениям из форм статистической отчетности 1-П (рыба), размещенным на сайте Росрыболовства

(<https://fish.gov.ru/otraslevaya-deyatelnost/ekonomika-otrasli/statistika-i-analitika/>).

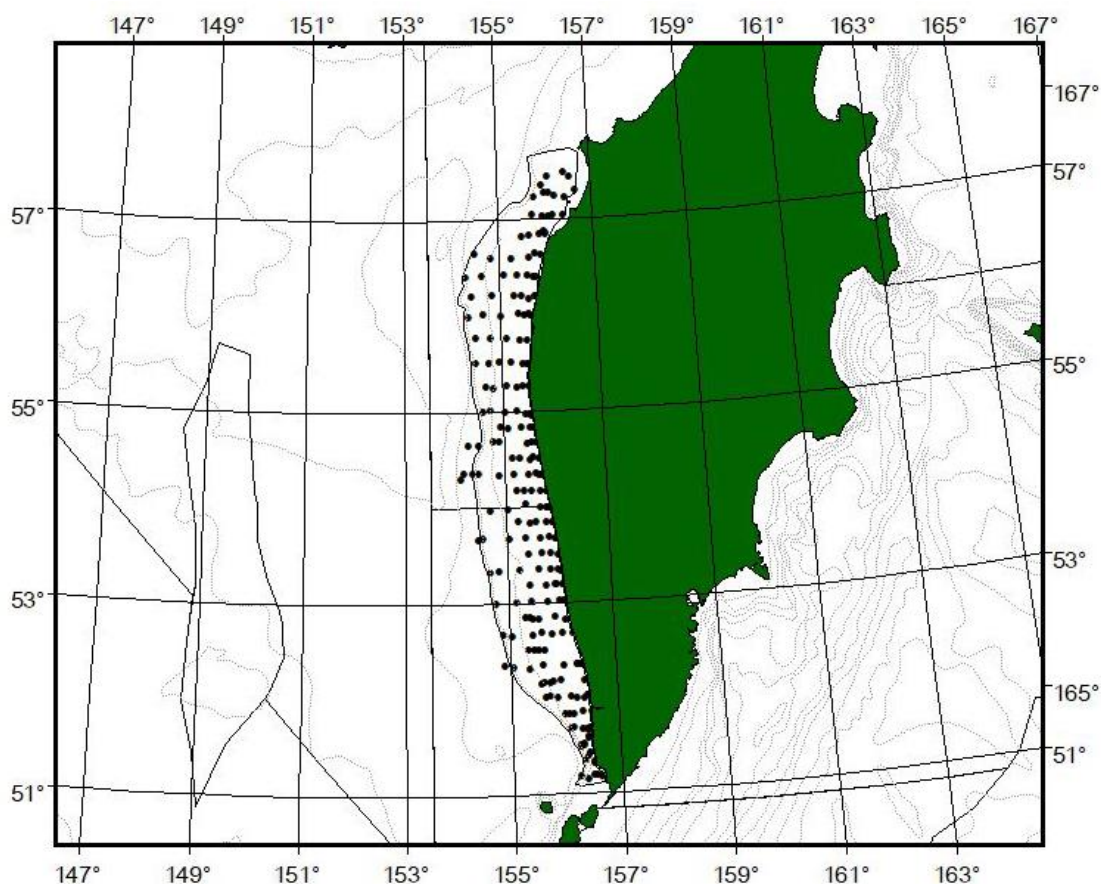


Рис. 87. Схема станций донной траловой съемки, выполненной у Западной Камчатки в июле–августе 2024 г. (обозначены границы стандартного полигона)

В соответствии с приказом Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104, минимальные требования к составу информации для I уровня являются: сведения о вылове по возрастным или функциональным группам и годам промысла, данные о средней массе, относительном количестве половозрелых рыб, коэффициентах мгновенной естественной смертности по возрастным группам. Результаты учетных съемок, данные промысловой статистики об уловах на единицу промыслового усилия и/или промысловых усилиях, стандартизованные с помощью статистических методов, представляют собой дополнительную информацию для настройки модели.

Такие данные для основного промыслового вида камбал — желтоперой лиманды — в нашем распоряжении есть только, начиная с 2008 г. При средней продолжительности жизни этого вида, равной 22 года, данных за 16 лет явно недостаточно, поэтому, пока от использования когортных методов отказались.

Согласно тому же приказу, минимальные требования к составу информации для II уровня — исторические ряды уловов и уловов на единицу промыслового усилия. Кроме того, для применения моделей прибавочной продукции необходимо соблюдение одного важного условия — улов на

усилие должен быть отрицательно связан с количеством усилий. Для западнокамчатских камбал такое условие отчасти (очень слабая связь) соблюдается только для судов типа МРС-150, а для судов типа СТР-420 связь положительная. Причины этого пока неизвестны, требуется проведение специальных исследований, поэтому производственные модели пока также не используются.

Входной информацией для использования DLM методов являются сведения о вылове и индексе запаса по годам. Такие данные для четырех основных видов камбал у Западной Камчатки в нашем распоряжении есть, начиная с 2005 г. Следует отметить, что наравне с когортными и производственными моделями, эти методы рекомендованы для оценки запасов приоритетных видов отечественного рыболовства [Методические рекомендации, 2018]. Они широко применяются в мировой практике (примерно 80% запасов в мире оценивается с использованием DLM методов), в т.ч. в отношении камбал.

Учитывая вышеизложенное, информационное обеспечение прогноза в наибольшей степени соответствует III уровню (приказ Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104).

Обоснование выбора методов оценки запаса

У Западной Камчатки обитает 8 промысловых видов камбал: желтоперая *Limanda aspera*, четырехбугорчатая камбала *Pleuronectes quadrituberculatus*, палтусовидные камбалы *Hippoglossoides* sp., северная двухлинейная *Lepidopsetta polyxystra*, сахалинская *L. sakhalinensis*, хоботная *Mysopsetta proboscidea*, звездчатая *Platichthys stellatus* камбалы и малорот Стеллера *Glyptocephalus stelleri*. Однако по разным причинам (коммерческая ценность, особенности распределения, размерный состав и др.) в настоящее время промыслом эксплуатируются, в основном, первые 4 вида, среди которых главную роль играет желтоперая камбала. Остальные виды камбал отнесены в категорию «прочие».

Специализированного промысла какого-то одного из указанных видов камбал не существует, в промысловых уловах снюрреводом всегда присутствует несколько видов. Основной проблемой в таких ситуациях является разделение вылова по видам, т.к. в ОСМ содержится информация о суммарном вылове всех видов камбал.

Согласно вышеупомянутому приказу, недостаточная полнота и/или качество доступной информации, свойственная запасам с III уровнем информационного обеспечения, исключает возможность использования моделей эксплуатируемого запаса. Обоснование строится на эмпирических, трендовых, индикаторных и других приближенных методах, применяемых в случае дефицита информации.

С 2021 г. для обоснования ОДУ камбал у Западной Камчатки используются, так называемый, «немодельный» метод Itarget1 (Incremental Index Target) [Geromont, Butterworth, 2015], реализованный в программном пакете DLMtool [Методические рекомендации..., 2018].

Схема управления в семействе методов I_{target} направлена на поддержание биомассы запаса на уровне, соответствующем заданному индексу обилия (I) [Geromont, Butterworth, 2015] (рис. 88). Прогноз величины ОДУ на год вперед осуществляется по формулам:

$$TAC_{y+1} = TAC \cdot \left[w + \frac{(1-w)(I^{recent} - I^0)}{I^{target} - I^0} \right], \text{ если } I^{recent} \geq I^0,$$

$$TAC_{y+1} = wTAC^* \left[\frac{I^{recent}}{I^0} \right]^2 \text{ если } I^{recent} < I^0, \text{ где:}$$

I^0 — граничное значение индекса запаса ($I^0 = 0,8 I^{ave}$, где I^{ave} — средняя величина индекса на ретроспективе), при переходе через которое рекомендуется снижение ОДУ до нуля по квадратической функции;

I^{recent} — средняя величина индекса запаса за последние 5 лет

$$I^{recent} = \frac{1}{5} \sum_{y-4}^y I_y$$

наблюдений ();

I^{target} — целевое значение индекса обилия (в методе $I_{target1}$ задается как $I^{target} = 1,5 I^{ave}$, $I_{target2}$ — $I^{target} = 2 I^{ave}$, $I_{target3}$ — $I^{target} = 2,5 I^{ave}$, $I_{target4}$ — $I^{target} = 2,5 I^{ave}$);

w — параметр сглаживания (принят равным 0,5);

TAC^* — начальное значение ОДУ, задаваемое как доля от среднего улова за последние 5 лет ($TAC^* = (1-x) C^{ave}$).

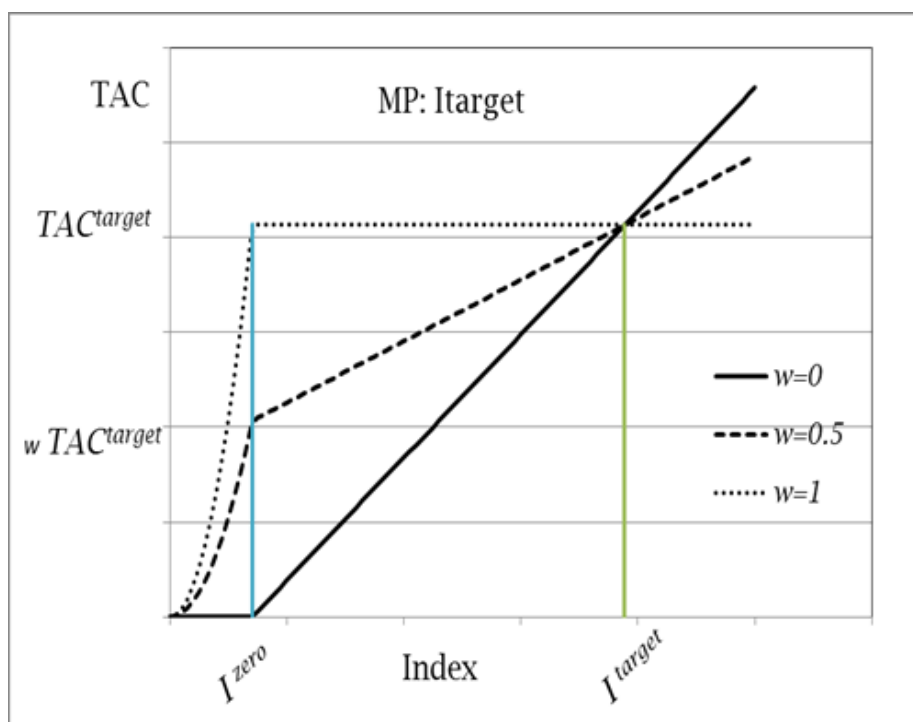


Рис. 88. Графическое представление схемы регулирования рыболовства, реализованной в методе I_{target}

Следует отметить, что при реализации всех немодельных методов предполагается, что статистика вылова содержит в себе ошибки, распределенные по лог-нормальному закону:

$$\varepsilon_y^C \sim N(\mu, \sigma_C^2),$$

где μ — среднее значение, σ_C — стандартное отклонение логарифмированных значений остатков.

При прогнозировании величины вылова на год вперед данное предположение учитывается в виде:

$$C_y = TAC_y e^{\varepsilon_y^C - \frac{\sigma_C^2}{2}}.$$

Таким образом, результатом использования немодельных методов обоснования ОДУ являются не точечные оценки, а распределения рекомендуемых величин вылова, полученные в ходе стохастических экспериментов.

Входной информацией для использования указанного метода являются сведения о вылове и индексе запаса по годам. Такие данные для четырех рассматриваемых видов камбал в нашем распоряжении есть, начиная с 2005 г. (табл. 26–29). Подробные пояснения, как получен вылов по видам камбал, а также индексы по съемкам, приведены ниже.

Таблица 26

Входные данные для расчетов вылова желтоперой камбалы

Год	Вылов, тыс. т	Индекс общей биомассы на стандартном полигоне (КУ=1), тыс. т
2005	32,237	54,199
2006	22,479	— (72,926*)
2007	25,707	91,654
2008	17,683	130,663
2009	28,562	65,195
2010	22,038	57,843
2011	22,834	123,331
2012	26,881	— (124,235*)
2013	26,608	— (124,235*)
2014	34,695	125,138
2015	30,516	78,094
2016	31,682	51,291
2017	26,950	131,982
2018	27,912	142,194
2019	35,404	165,670
2020	30,640	163,886
2021	18,030	56,521 (217,3*)
2022	29,434	270,677
2023	25,442	— (230,844*)
2024	18,745	191,011

* — среднее значение за 2 смежных года

Таблица 27

Входные данные для расчетов вылова четырехбугорчатой камбалы

Год	Вылов, тыс. т	Индекс общей биомассы на стандартном полигоне (КУ=1), тыс. т
2005	3,249	12,117
2006	3,237	22,543*
2007	3,934	32,969
2008	5,373	57,792
2009	4,666	23,421
2010	3,385	25,194
2011	3,344	52,009
2012	2,304	56,582
2013	2,466	56,582
2014	4,028	61,154
2015	4,801	42,689
2016	5,297	32,628
2017	5,542	50,397
2018	4,229	66,841
2019	2,432	76,094
2020	4,743	114,879
2021	4,236	44,825 (99,6*)
2022	1,831	84,372
2023	2,063	— (71,932*)
2024	1,962	59,492

* — среднее значение за 2 смежных года

Таблица 28

Входные данные для расчетов вылова для палтусовидной камбалы

Год	Вылов, тыс. т	Индекс общей биомассы на стандартном полигоне (КУ=1), тыс. т
2005	0,692	38,090
2006	0,717	50,320*
2007	0,839	62,550
2008	0,601	79,100
2009	0,956	67,001
2010	0,720	58,389
2011	1,683	80,136
2012	0,586	73,544
2013	0,415	73,544
2014	0,717	66,952
2015	1,006	47,239
2016	0,760	65,294
2017	1,620	68,863
2018	0,907	84,646
2019	0,404	102,782
2020	1,004	93,051
2021	0,516	54,276 (92,9*)
2022	0,718	92,678
2023	0,952	— (83,835*)
2024	0,163	74,992

* — среднее значение за 2 смежных года

Входные данные для расчетов вылова северной двухлинейной камбалы

Год	Вылов, тыс. т	Индекс общей биомассы на стандартном полигоне (КУ=1), тыс. т
2005	3,385	4,442
2006	2,904	6,174*
2007	3,976	7,906
2008	4,886	12,358
2009	5,251	16,809
2010	3,445	20,745
2011	4,887	35,617
2012	6,698	36,037
2013	5,680	36,037
2014	0,455	36,457
2015	5,090	35,892
2016	4,686	29,475
2017	5,956	34,933
2018	4,197	28,351
2019	1,454	16,484
2020	4,891	21,098
2021	5,885	14,996 (21,3*)
2022	3,243	21,405
2023	2,549	— (25,304*)
2024	1,940	29,203

* — среднее значение за 2 смежных года

Обычно в качестве индекса обилия используют уловы на единицу усилия. В нашем распоряжении таких достоверных данных нет.

В качестве индекса обилия использовали результаты донных траловых съемок, которые у Западной Камчатки выполняются с 1958 г. Учитывая, что в некоторые годы они проводились по разной сетке станций, результаты съемок в 2005–2022 гг. привели к одному стандартному полигону (рис. 87). Размеры полигона определены так, чтобы в него вошло максимальное количество станций. В 2006 г. съемка не проводилась. В 2012–2013 гг. учетные съемки выполнены только до глубин 100 м, поэтому данные за эти годы не использовали. Результаты съемки 2021 г. в отношении камбал признаны недостоверными, так как учётные работы были ориентированы на промысловых беспозвоночных, проведены по нестандартной сетке станций и в сокращённом виде (количество траловых станций меньше в 1,5 раза). С учетом этого, вместо отсутствующих значений индекса в 2006, 2012–2013 и 2021 гг. приняли среднее значение между смежными годами. В 2023 г. донная траловая съемка у Западной Камчатки не проводилась. Вместо отсутствующего значения индекса приняли экспертно определенные в прогнозе на 2024 г. величины: для желтоперой камбалы - 192 тыс. т, четырехбугорчатой - 80 тыс. т, узкозубой палтусовидной - 70 тыс. т, северной двухлинейной - 30 тыс. т. Результаты донной траловой съемки 2024 г. позволили скорректировать значения индексов в 2023 г. (табл. 26–29).

Плотность рыб и величина индекса общей биомассы камбал на полигоне оценены методом зональных средних [Аксютин, 1968] с предварительной разбивкой на полигоны Тиссена (Thiessen). Для построения карт распределения и полигонов Тиссена использована программа ArcView Gis 3.3. Проекция — Albers Equal-Area Conic, сфероид Красовского. Для расчетов использованы только безаварийные траления либо траления с незначительными неполадками. При оценке индекса запаса коэффициент уловистости принят равным 1 [Варкентин и др., 2019]. Таким образом, как и в 2021–2023 гг., для определения ОДУ камбал у Западной Камчатки на 2026 г. использовали метод Itarget.

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Состояние запаса. Полагаем, что на западнокамчатском шельфе обитают единые популяции основных промысловых видов камбал.

По результатам донной траловой съемки, выполненной у берегов Западной Камчатки в 2024 г., скопления желтоперой камбалы средней плотности наблюдались на всем протяжении района исследований, в основном, на глубинах до 100 м (рис. 89).

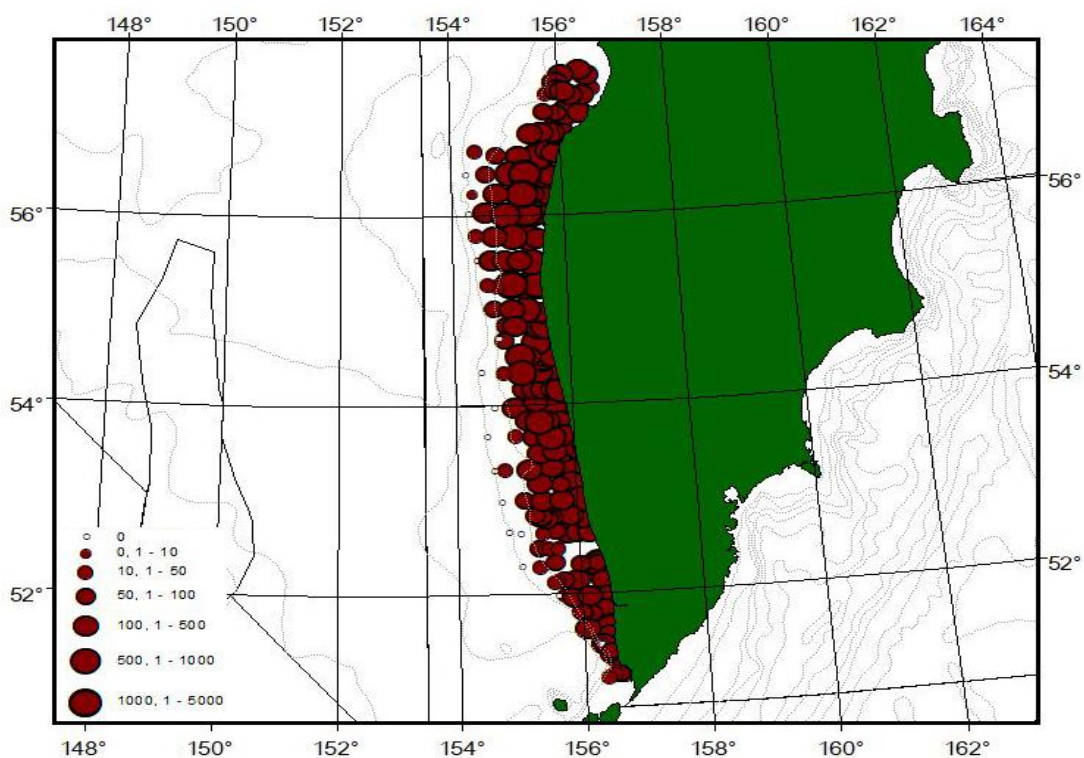


Рис. 89. Распределение уловов желтоперой камбалы на единицу усилия у Западной Камчатки, по результатам донной траловой съемки летом 2024 г., кг/час траления

Уловы вида на 1 час траления варьировали от 0 до 2718 кг при среднем значении, равном 319 кг, что ниже, чем в 2022 г. (409 кг). Доля желтоперой камбалы по массе достигала 85,5% от общей ихтиомассы, а в среднем составляла 14,1% (в 2022 г. — 17,5%).

Всего на стандартном полигоне в 2024 г. учтено 191,0 тыс. т этого вида, что ниже, чем в 2022 г., но выше, в предшествующие годы (табл. 30).

Таблица 30

Межгодовая динамика индекса общей биомассы (КУ=1) промысловых видов камбал у Западной Камчатки по результатам донных траловых съемок

Год	1	2	3	4	5	Всего
2015	78,094	42,689	47,239	35,892	148,644	352,558
2016	51,291	32,628	65,294	29,475	118,288	296,976
2017	131,982	50,397	68,863	34,933	205,928	492,103
2018	142,194	66,841	84,646	28,351	184,867	506,899
2019	165,670	76,094	102,782	16,484	373,861	734,891
2020	163,886	114,879	93,051	21,098	218,194	611,108
2021	56,521	44,825	54,276	14,996	118,758	289,376
2022	270,677	84,372	92,678	21,405	227,558	696,690
2023	—	—	—	—	—	—
2024	191,011	59,492	74,992	29,203	121,309	476,007

1 — желтоперая камбала, 2 — четырехбугорчатая камбала, 3 — палтусовидная камбала, 4 — северная двухлинейная камбала, 5 — прочие виды камбал

Четырехбугорчатая камбала во время съемки встречалась далеко не во всех контрольных тралениях (рис. 90), а наибольшие уловы традиционно наблюдались в самой южной, центральной и северной частях полигона исследований. Уловы вида на 1 час траления варьировали от 0 до 1219 кг, при среднем значении, равном 71 кг, что меньше, чем в 2022 г. (105 кг). Доля четырехбугорчатой камбалы по массе достигала в отдельных тралениях 37,5% от общей ихтиомассы улова, а в среднем составляла 3,1% (в 2022 г. — 4,5%).

Всего на стандартном полигоне в 2024 г. учтено 59,5 тыс. т этого вида, что ниже, чем в 2020 и 2022 гг. (табл. 30).

Палтусовидная камбала встречалась практически во всех контрольных тралениях, за исключением самых прибрежных (рис. 91), а наибольшие уловы наблюдались на самых глубоководных станциях. Уловы вида на 1 час траления варьировали от 0 до 1179 кг при среднем значении, равном 96 кг (в 2022 г. — 118 кг). Доля палтусовидной камбалы по массе достигала в отдельных тралениях 58,2% от общей биомассы, а в среднем составляла 4,2% (в 2022 г. — 5,1%).

Всего на стандартном полигоне в 2024 г. учтено 75,0 тыс. т этого вида, что ниже 2022 г. (табл. 30).

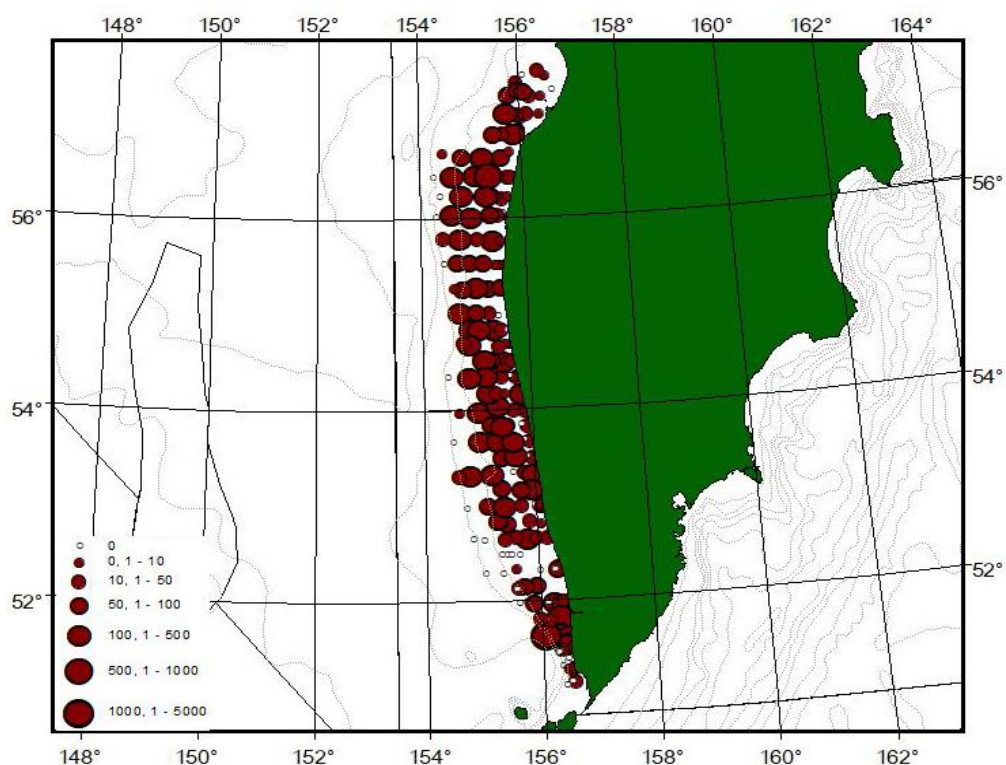


Рис. 90. Распределение уловов четырехбугорчатой камбалы на единицу усилия у Западной Камчатки, по результатам донной траловой съемки летом 2024 г., кг/час траления

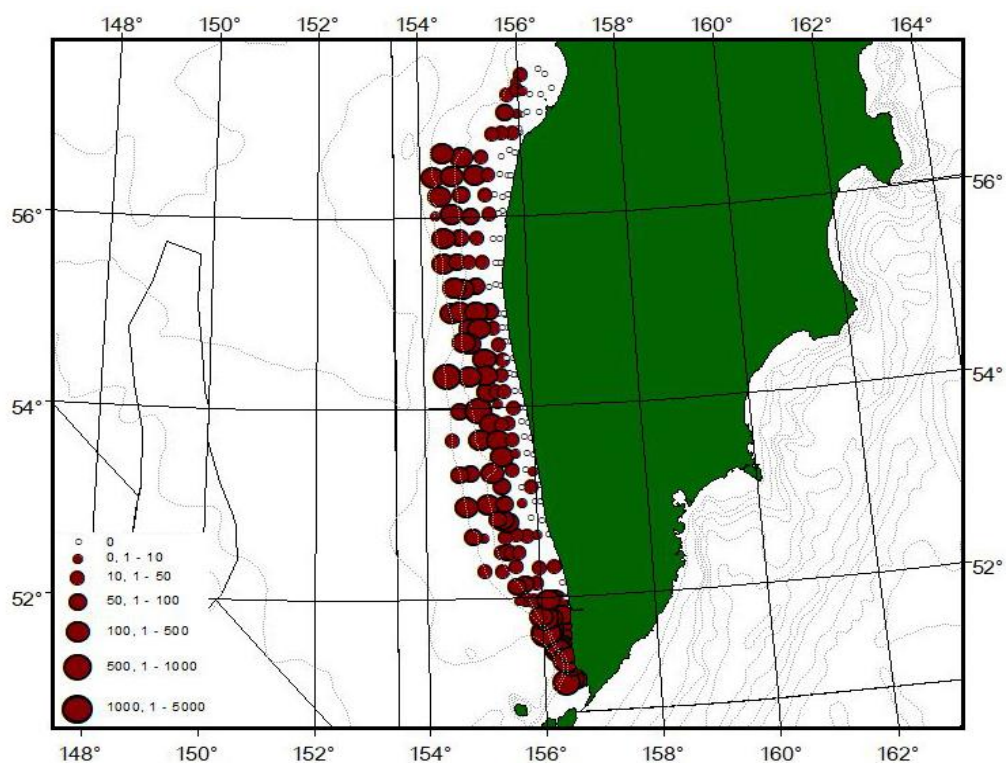


Рис. 91. Распределение уловов палтусовидной камбалы на единицу усилия у Западной Камчатки, по результатам донной траловой съемки летом 2024 г., кг/час траления

По результатам съемки, северная двухлинейная камбала встречалась, в основном, на акватории к югу от 54-й параллели в границах Камчатско-

Курильской подзоны, а наибольшие уловы были зарегистрированы на акватории между 52 и 53-й параллелями (рис. 92). Уловы вида на 1 час траления варьировали от 0 до 589 кг, при среднем значении, равном 53 кг (в 2022 г. — 30 кг). Доля двухлинейной камбалы по массе достигала 43,1% от общей ихтиомассы, а в среднем составляла 2,3% (в 2022 г. — 1,3%).

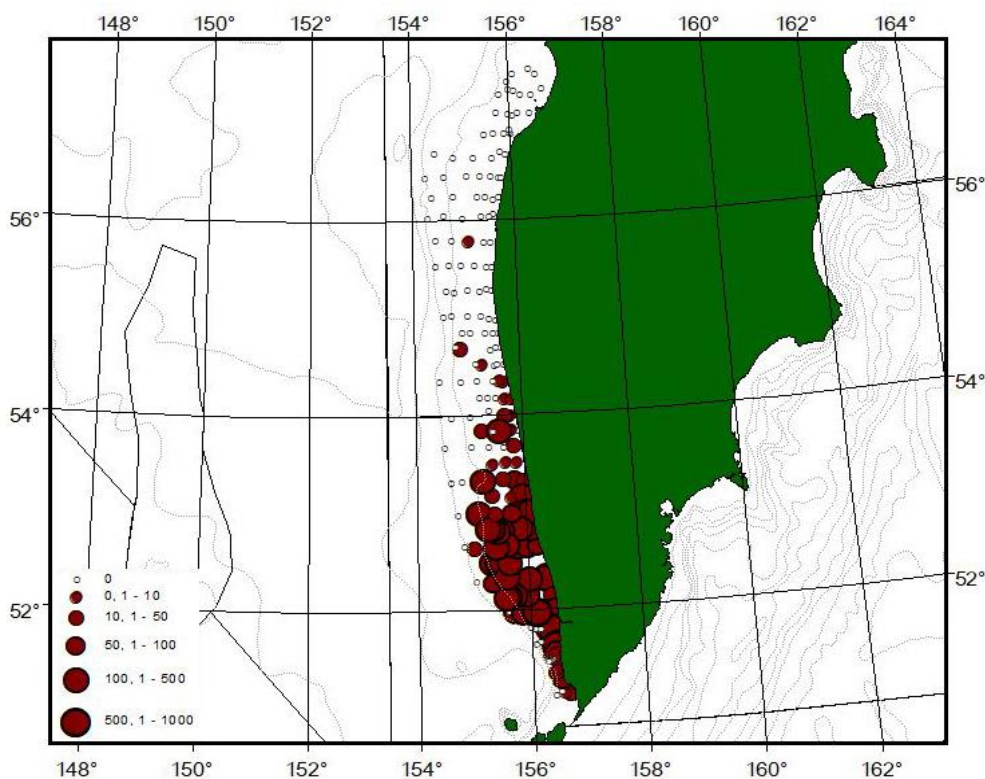


Рис. 92. Распределение уловов северной двухлинейной камбалы на единицу усилия у Западной Камчатки, по результатам донной траловой съемки летом 2024 г., кг/час траления

Всего в 2024 г. на стандартном полигоне учтено 29,2 тыс. т этого вида, что выше, чем в 2022 г. и примерно соответствует показателю 2018 г. (табл. 30).

После минимума суммарной биомассы 4 основных видов камбал (без прочих видов) в 2016 г., равной 178,7 тыс. т, в последующие годы она увеличивалась и в 2022 г. достигла максимального за рассматриваемый период значения в 469,1 тыс. т (табл. 30). В 2024 г. биомасса этих видов несколько снизилась и составляла 355,0 тыс. т. Уменьшение ресурсов в терминальном году связано со снижением биомассы желтоперой лиманды, четырехбугорчатой и палтусовидной камбал, при этом запасы северной двухлинейной камбалы по сравнению с 2022 г., напротив, возросли.

В 2015–2022, 2024 гг. основу биомассы 4 видов камбал, как правило, составляла желтоперая и только один раз, в 2016 г. — палтусовидная (табл. 30). В среднем за рассматриваемый период, вклад желтоперой камбалы в их общую биомассу составлял 43,3%, четырехбугорчатой — 21,0%, палтусовидной — 26,1%, северной двухлинейной — 9,6%.

Среди прочих видов камбал, на долю сахалинской лиманды в среднем за рассматриваемый период приходилось 88,3% общей биомассы прочих видов камбал, хоботной — 6,4%, звездчатой — 4,3%, малороты Стеллера — 1,0% (табл. 31).

Таблица 31

Межгодовая динамика индекса общей биомассы (КУ=1) прочих видов камбал у Западной Камчатки по результатам донных траловых съемок

Год	1	2	3	4	Всего
2015	130,645	7,39	9,696	0,913	148,644
2016	103,578	7,813	5,529	1,368	118,288
2017	188,677	10,868	5,142	1,241	205,928
2018	157,165	9,9	14,283	3,519	184,867
2019	351,953	12,652	8,485	0,771	373,861
2020	197,002	16,122	3,123	1,947	218,194
2021	106,757	7,152	3,745	1,104	118,758
2022	201,686	19,269	4,419	2,184	227,558
2023					
2024	96,539	12,684	10,442	1,644	121,309

1 — сахалинская камбала, 2 — хоботная камбала, 3 — звездчатая камбала, 4 — малорот Стеллера

Отмечено, что по вкладу в общую численность и биомассу камбал на западнокамчатском шельфе сахалинская лиманда, как правило, занимает первое место. При этом из-за малых размеров, низкой пищевой ценности этот вид используется в основном для производства муки. В 2024 г. наибольшая биомассой обладала желтоперая камбала, а биомасса сахалинской лиманды по сравнению с 2022 г. снизилась более чем в 2 раза.

Сведения о распределении прочих видов камбал по результатам донной траловой съемки 2024 г. представлены на рисунке 93.

Наиболее полные сведения о размерно-возрастном составе по результатам донных траловых съемок в нашем распоряжении есть только для желтоперой лиманды (рис. 94–95).

В 2014 г. размерный состав рыб изменялся от 8 до 46 см, а доминировали особи размером 24–27 см (29,9%). Наибольшая часть улова принадлежала рыбам в возрасте 5–8 лет, которая составляла около 50%.

В 2015 г. на долю особей длиной 24–29 см, соответствующих возрасту 6–9 лет, приходилось 46,7%.

В 2016 г. доминировали рыбы длиной 20–27 см (47%) в возрасте 5–8 лет (40%). Помимо этого, отмечено присутствие молоди (2–3-годовиков), доля которых в уловах оценена в 21,3%.

В 2017 г. увеличилось количество крупноразмерных особей. Основную долю составляли камбалы длиной 25–30 см (39,2%) в возрасте 6–9 лет. В 2018 г. основу уловов формировали рыбы длиной 20–30 см (68,7%) в возрасте 3–9 лет (74,3%).

В последующие 2 года размерный состав желтоперой камбалы был схожий, изменялся от 10 до 46 см. Основную долю уловов составляли рыбы длиной 20–29 см в возрасте 5–8 лет.

В 2021 г. в уловах размеры желтоперой камбалы варьировали от 11 до 49 см, среди которых доминировали особи длиной 24–31 см (51,1%) в возрасте 5–12 лет (более 70%).

В 2022 г. основу уловов составляли особи размерных групп 20–31 см (67,8%). 62,2% всех рыб были в возрасте 5–10 лет, среди которых доминировали 7-годовики.

В рассматриваемый интервал лет к урожайным поколениям желтоперой камбалы можно отнести генерации 2014–2015 гг. Рыбы этих годовых классов имели высокую долю в уловах уже в возрасте 2+, а в 2021–2022, 2024 гг. — доминировали в уловах. С этими генерациями, очевидно, связано увеличение биомассы к 2022 г. Однако отсутствие после 2015 г. значимых по численности поколений привело к тому, что в 2024 г. ресурсы этого вида у Западной Камчатки снизились.

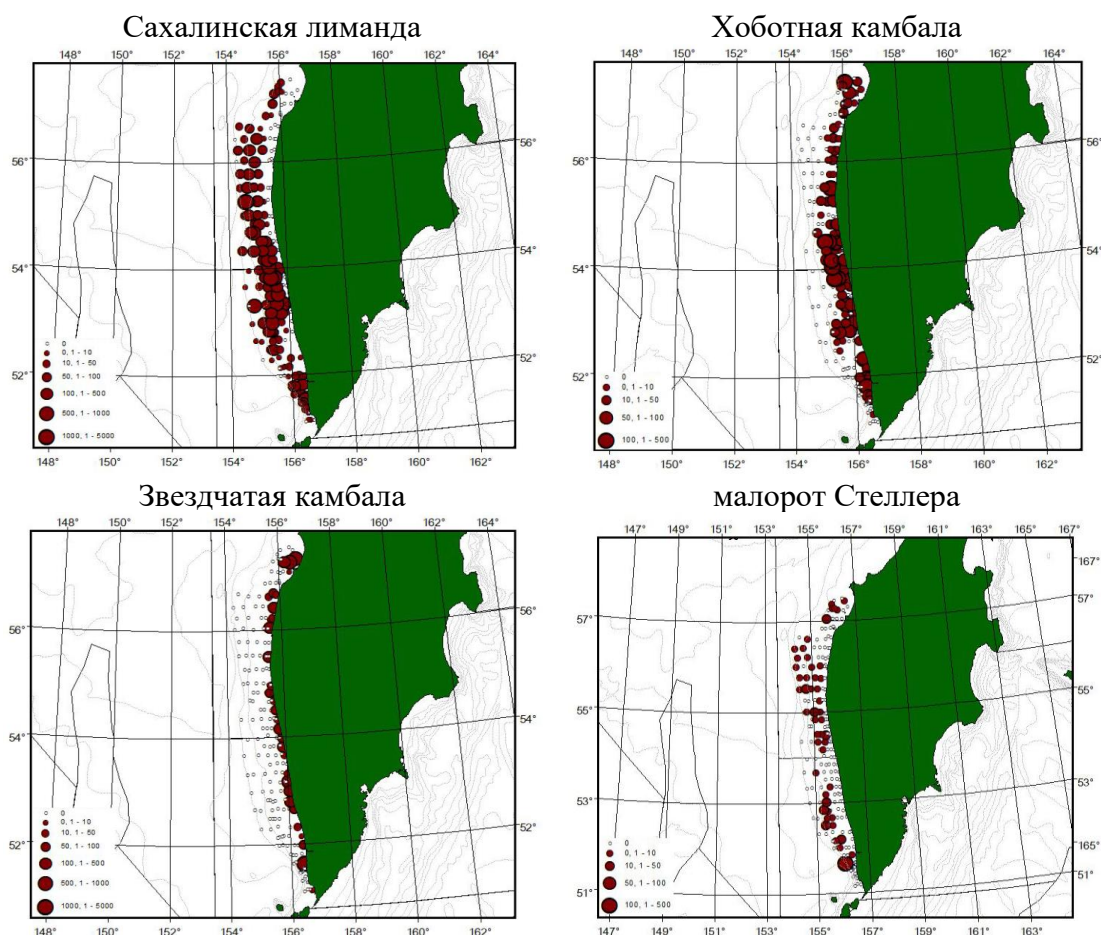


Рис. 93. Распределение уловов прочих видов камбал на единицу усилия у Западной Камчатки, по результатам донной траловой съемки летом 2024 г., кг/час траления

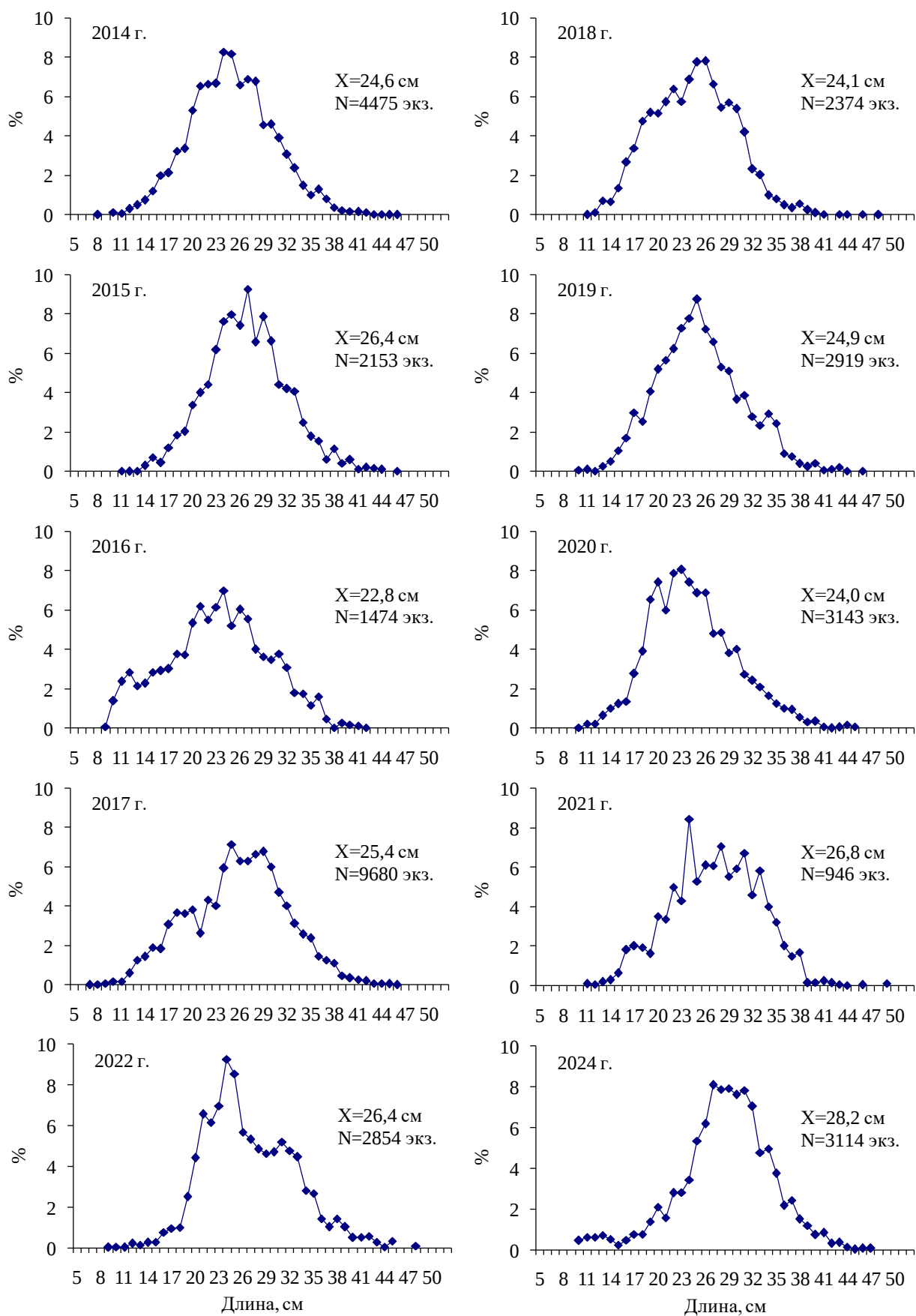


Рис. 94. Межгодовая динамика размерного состава желтопёрый камбалы по результатам донных траловых съёмок у западного побережья Камчатки

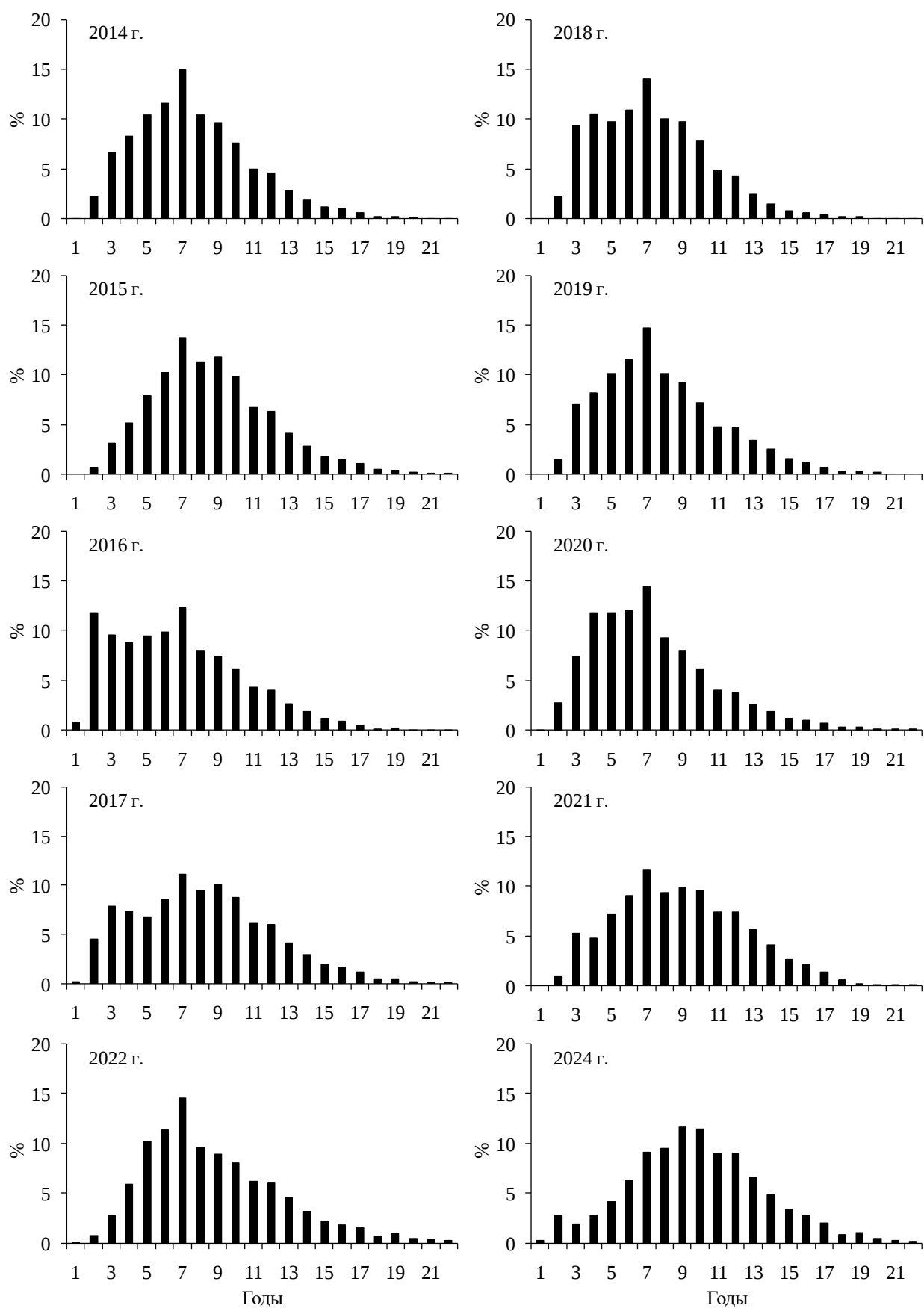


Рис. 95. Межгодовая динамика возрастного состав желтопёрый камбалы по результатам донных траловых съемок у западного побережья Камчатки

Сведения о межгодовой динамике размерного состава остальных промысловых видов в учетных тралениях приведены на рисунках 96–98.

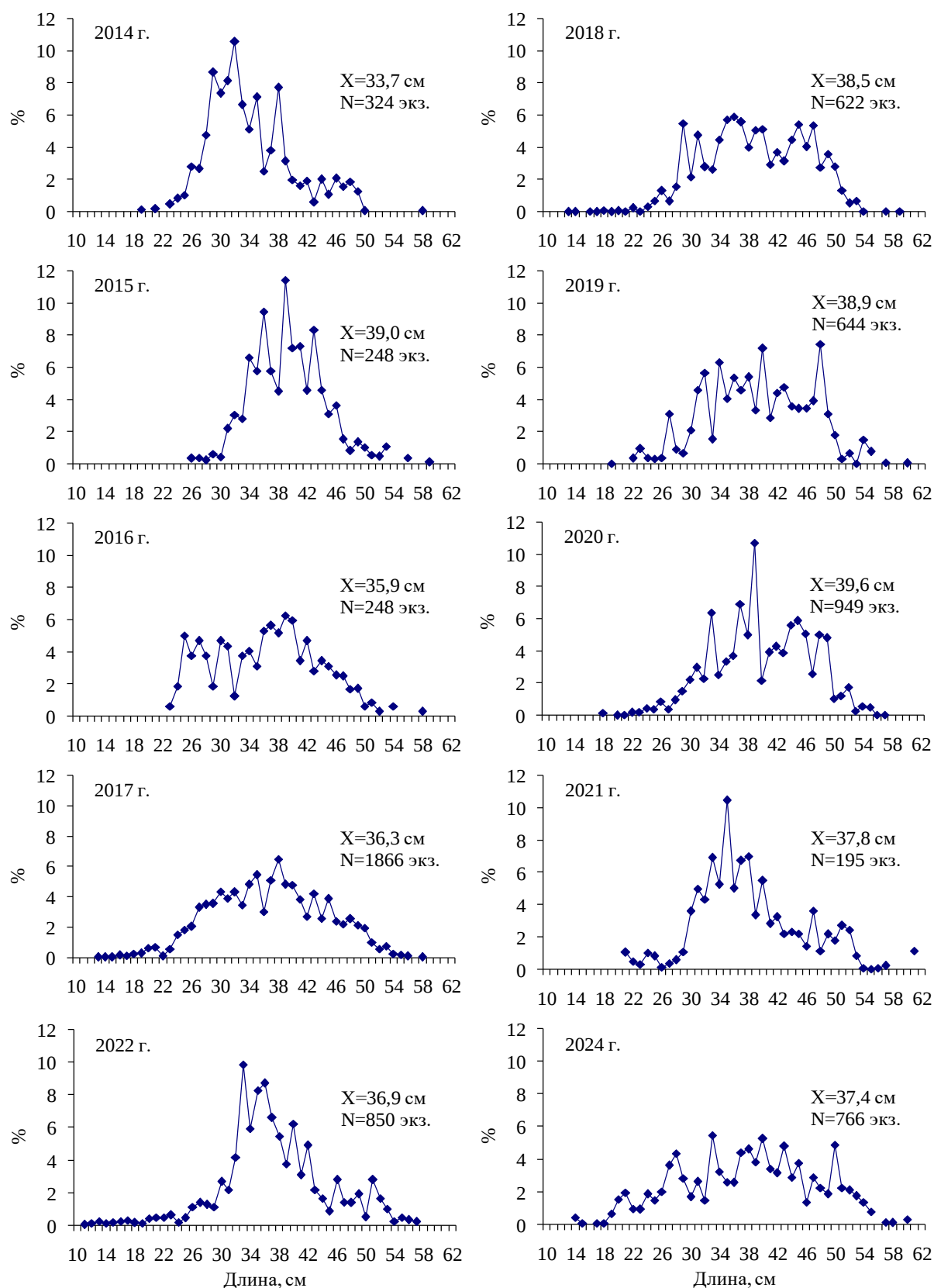


Рис. 96. Межгодовая динамика размерного состава четырехбугорчатой камбалы по результатам донных траловых съемок у западного побережья Камчатки

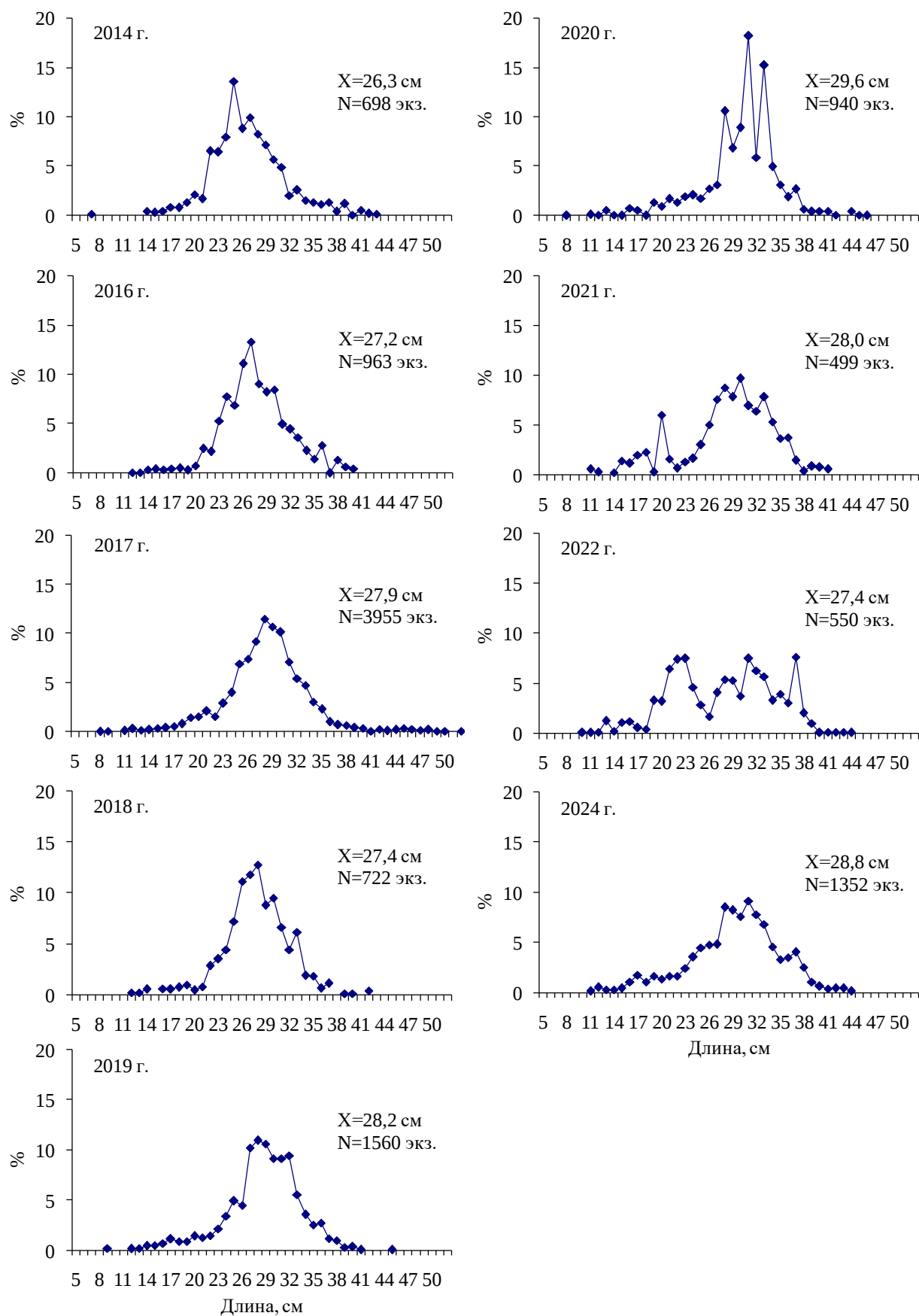


Рис. 97. Межгодовая динамика размерного состава палтусовидной камбалы по результатам донных траловых съемок у западного побережья Камчатки

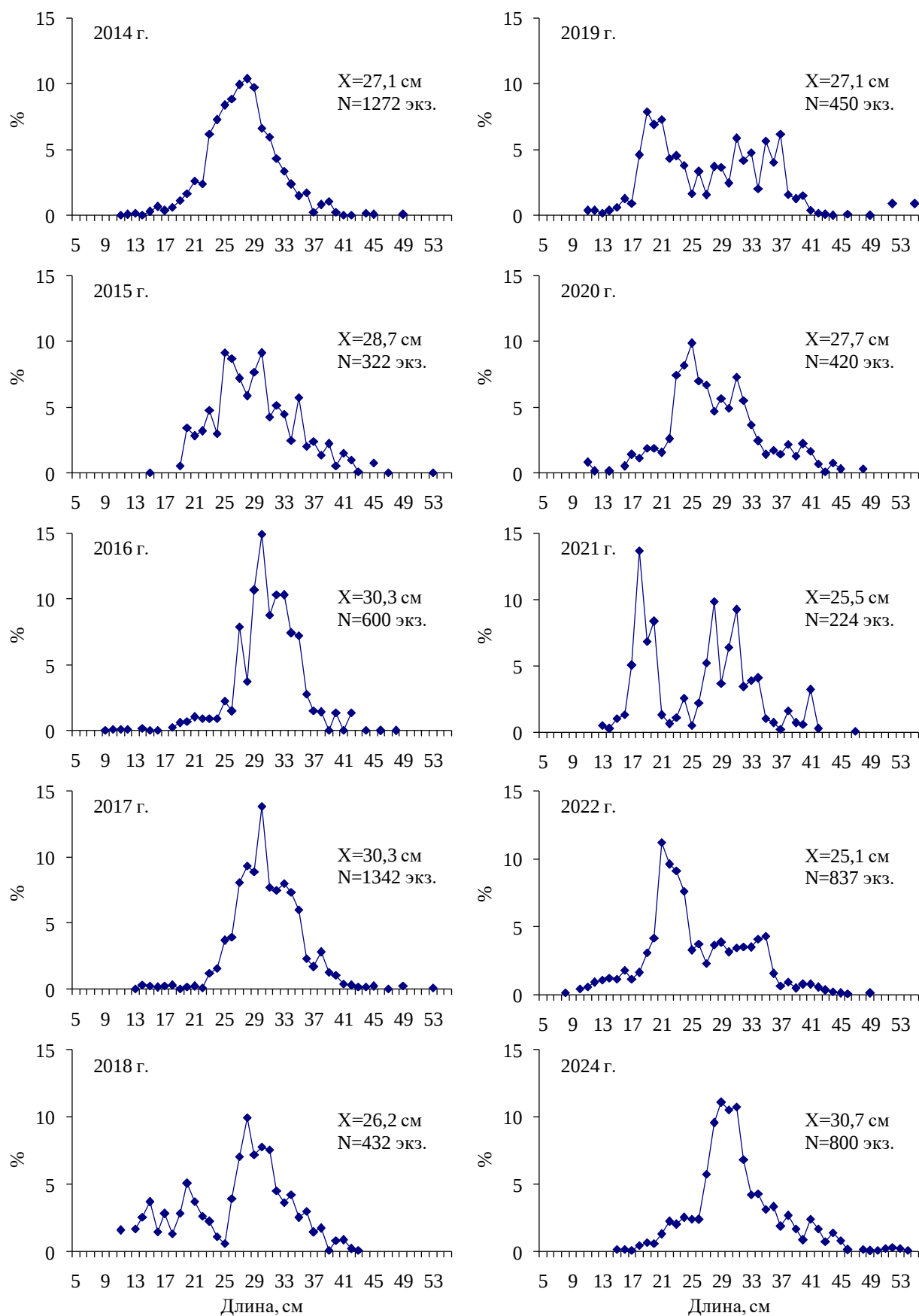


Рис. 98. Межгодовая динамика размерного состава северной двухлинейной камбалы по результатам донных траловых съемок у западного побережья Камчатки

Промысел. Специализированный промысел камбал у западного побережья Камчатки был начат в 1930-е гг. [Полутов, 1967]. До 1946 г. он характеризовался низкой интенсивностью с суммарным выловом около 5 тыс. т. Далее уловы начали возрастать и в период 1956–1961 гг. достигли максимальных значений, варьируя в пределах 75–130 тыс. т. Именно в эти годы, помимо советского флота, у Западной Камчатки интенсивно осваивали ресурсы камбал и японские рыбаки. В связи с высокой промысловой нагрузкой, достигавшей 100 тыс. т в год и более, запасы камбалового сообщества были подорваны: наступило снижение их вылова с последующей стабилизацией в пределах 30–50 тыс. т [Шунтов, 1985].

С введением 200-мильной экономической зоны и, как следствие, прекращением добычи камбал иностранным флотом, их вылов с 1978 по 1984 гг. составлял 19,1–44,3 тыс. т. Во второй половине 1980-х гг. промысел имел довольно устойчивый характер и колебался в пределах 52–59 тыс. т. В дальнейшем, по различным организационным и экономическим причинам (сокращение флота, низкая стоимость продукции и др.), интенсивность добычи камбал стала снижаться. С 1993 по 1997 гг. их вылов у западного побережья Камчатки не превышал 20–30 тыс. т. В последующее время, вплоть до 2008 г., средний вылов камбал в межгодовом аспекте составил 42,6 тыс. т с колебаниями от 31,8 до 62,2 тыс. т [Антонов, 2011; Дьяков, 2011].

В последнее десятилетие освоение ОДУ камбал в водах двух подзон Западной Камчатки было хоть и ниже рекомендованного, но оставалось на высоком уровне (в среднем — 90,4%), при этом в 2018 г. оно снизилось и составляло около 80% (табл. 32). Связано это, главным образом, с тем, что часть пользователей не осваивает выделенные лимиты в полном объеме, а лишь на уровне чуть более 70%, чтобы не лишиться долей квот. В 2024 г. суммарный вылов камбал у Западной Камчатки составил 33,8 тыс. т или 105,8% ОДУ.

Таблица 32

Межгодовая динамика ОДУ, вылова (по данным оперативной отчетности предприятий) и освоения ОДУ дальневосточных камбал у западного побережья Камчатки

Год	ОДУ, тыс. т	Вылов, тыс. т	Освоение, %
1	2	3	4
Западно-Камчатская подзона			
2015	22,400	18,275	81,6
2016	21,400	20,235	94,6
2017	20,800	19,940	95,9
2018	23,500	19,198	81,7
2019	22,900	21,051	91,9
2020	26,600	16,902	63,5
2021	20,100	21,535	107,1
2022	23,000	13,728	59,7

1	2	3	4
2023	18,400	17,405	94,6
2024	14,100	13,717	97,3
Камчатско-Курильская подзона			
2015	29,700	28,472	95,9
2016	29,200	28,173	96,5
2017	27,200	26,444	97,2
2018	30,500	22,846	74,9
2019	27,600	26,416	95,7
2020	30,400	27,057	89,0
2021	25,600	23,080	90,2
2022	29,100	22,317	76,7
2023	23,700	24,736	104,4
2024	17,900	20,127	112,4
Вся Западная Камчатка			
2015	52,100	46,747	89,7
2016	50,600	48,408	95,7
2017	48,000	46,384	96,6
2018	54,000	42,044	77,9
2019	50,500	47,467	94,0
2020	57,000	43,959	77,1
2021	45,700	44,615	97,6
2022	52,100	36,045	69,2
2023	42,100	42,141	100,1
2024	32,000	33,844	105,8

С 2022 г. освоение ОДУ камбал в Западно-Камчатской и Камчатско-Курильской подзонах разрешено в счет общего ОДУ у всей Западной Камчатки, при этом основной вылов осуществляется в последней из указанных подзон. Этим обстоятельством можно объяснить превышение вылова ОДУ в 2023–2024 гг. в указанной подзоне (табл. 32).

В среднемноголетнем аспекте в январе–марте камбал, как правило, специально не ловят, а добывают в виде прилова при спецпромысле минтая, причем исключительно среднетоннажными судами (рис. 99). Работает флот в это время обычно на глубинах более 100 м. В 2015–2024 гг. в Западно-Камчатской подзоне в указанный период в среднем осваивалось 23,6% общегодового вылова, а в Камчатско-Курильской — 14,8%.

В апреле, с началом навигации для малых и маломерных судов и запретом на спецпромысел минтая, вылов камбал возрастает, особенно в Камчатско-Курильской подзоне, на побережье которой расположены крупные рыбоперерабатывающие заводы. Суда типа МРС в основном работают в прибрежье на глубинах около 50 м, где в летний период сосредоточены скопления желтоперой лиманды. Период наибольшего вылова камбал продолжается до сентября, включительно, когда в среднемноголетнем аспекте в Западно-Камчатской подзоне осваивается 61,9% общегодового вылова, а в Камчатско-Курильской — 78,2%.

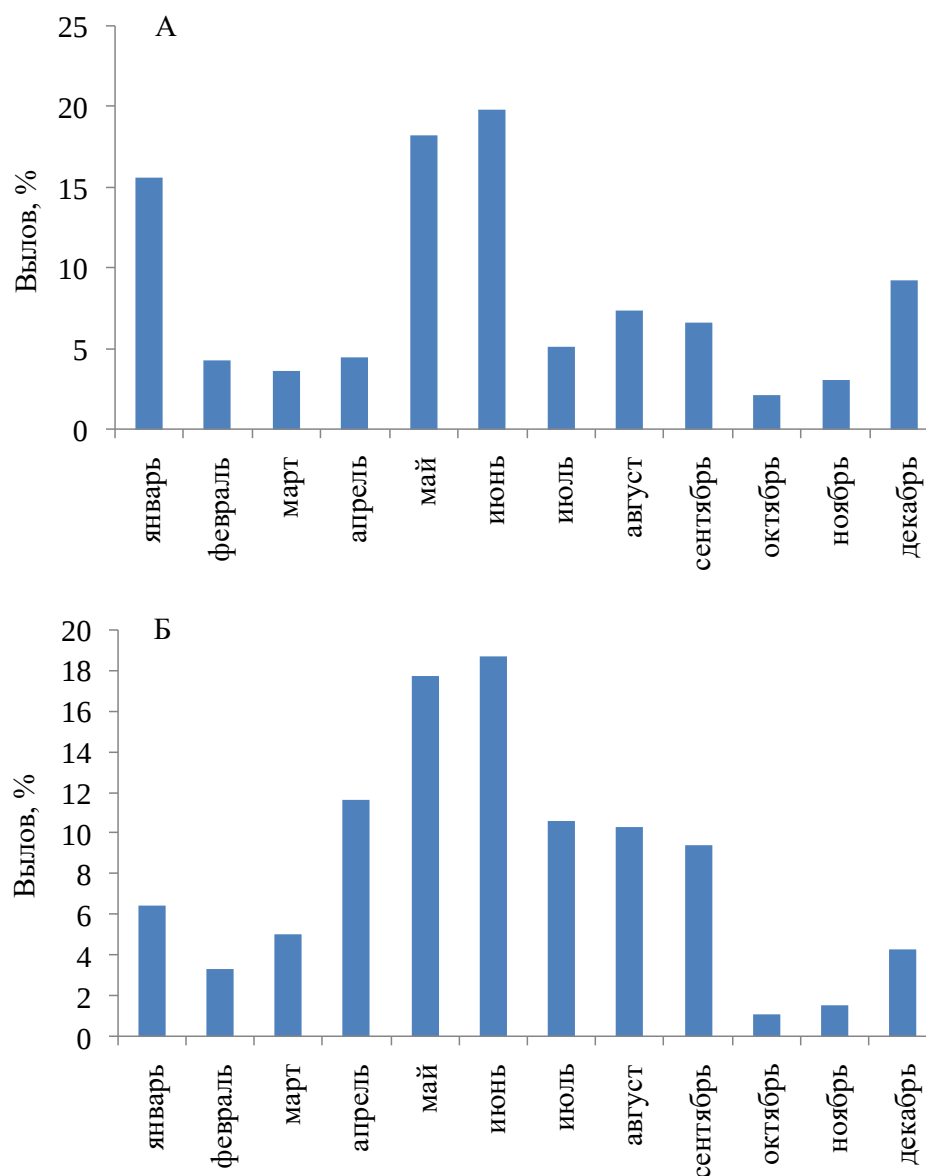


Рис. 99. Средняя за последние 10 лет динамика вылова камбал в Западно-Камчатской (А) и Камчатско-Курильской (Б) подзонах по месяцам

В октябре завершается период навигации для малого и маломерного флота, с 16 октября у Западной Камчатки возобновляется спецпромысел минтая, и камбал вновь начинают добывать в виде прилова среднетоннажные суда. В Западно-Камчатской подзоне в октябре–декабре в среднем за последние 10 лет осваивалось 14,5% общегодового вылова, а в Камчатско-Курильской подзоне — 7,0%.

Учитывая вышеизложенное, сведения о соотношении камбал по видам в промысловых уловах снюрреводом в 2005–2024 гг. в период их максимального вылова — апреле–сентябре, полученные научными наблюдателями, осреднили отдельно для Западно-Камчатской и Камчатско-Курильской подзон. Вместо отсутствующих данных использовали среднемноголетние значения.

Используя сведения о вылове всех камбал по ООП из ОСМ, уточненные для периода с 2012 по 2023 гг. по форме 1-П (рыба), а также данные о соотношении камбал в уловах, определили фактический вылов каждого вида в 2005–2024 гг. Такие сведения за последние 10 лет приведены на рисунке 100. Судя по этим данным, в Западно-Камчатской подзоне наибольший вылов обеспечивала желтоперая камбала (в среднем — 70,8%). Среднемноголетний относительный вклад четырехбугорчатой камбалы составил 8,6%, палтусовидной — 2,3%, северной двухлинейной — 2,8%, прочих видов — 15,6%. В Камчатско-Курильской подзоне эти показатели были равны 61,4, 9,0, 1,7, 14,1 и 13,9%, соответственно.

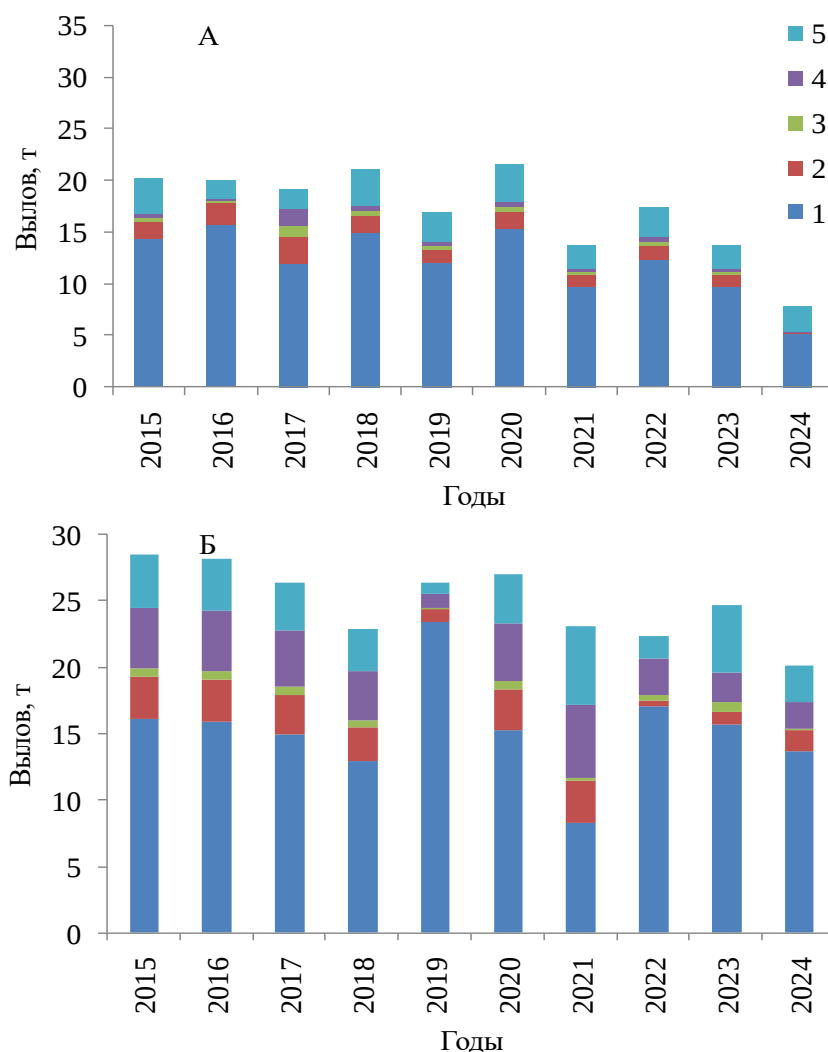


Рис. 100. Межгодовая динамика вылова камбал в Западно-Камчатской (А) и Камчатско-Курильской (Б) подзонах по видам (1 — желтоперая, 2 — четырехбугорчатая, 3 — палтусовидная, 4 — северная двухлинейная, 5 — прочие виды)

Желтоперая лиманда образует плотные скопления на мелководье и легко облавливается маломерным флотом. Суммарный запас четырехбугорчатой, палтусовидной и двухлинейной камбал в водах Западной Камчатки превышает запас желтоперой, при этом их доступность промыслу, особенно первых двух видов, гораздо ниже, чем желтоперой лиманды.

Четырехбугорчатая камбала держится более рассеяно и не образует плотные скопления, поэтому добывается в основном в виде прилова к желтоперой. Палтусовидная камбала недостаточно осваивается специализированным промыслом, в силу своего обитания на больших глубинах (150–300 м), которые малодоступны основным добытчикам — маломерному флоту. Двухлинейная камбала обитает в основном у юго-западной Камчатки. Из прочих видов наиболее многочисленна сахалинская лиманда.

Как в Западно-Камчатской, так и в Камчатско-Курильской подзонах специализированный вылов камбал осуществляется исключительно снюрреводами, с доставкой уловов в живом, свежем или охлажденном виде к рыбообрабатывающим заводам.

С начала становления промысла камбал у западного побережья Камчатки и до середины 1960-х гг. их добыча велась донными тралами [Полутов, 1967], после значительного снижения уловов ведение подобного вида промысла было прекращено, и добычу камбал стали осуществлять снюрреводами [Антонов, 2011]. Применение подобного типа орудия лова было обусловлено его высокой эффективностью при облавливании разреженных скоплений демерсальных рыб [Коваленко и др., 2012].

Добыча камбал донными тралами в настоящее время у берегов Западной Камчатки запрещена Правилами рыболовства, допускается вылов только в научно-исследовательских и контрольных целях. В межгодовом аспекте его объёмы в обеих рыбопромысловых подзонах составляют менее 1%. Камбал в незначительных объемах также добывают и разноглубинными тралами, в основном, при промысле минтая.

Межгодовая динамика уловов на единицу усилия при осуществлении промысла камбал у западного побережья Камчатки снюрреводами представлена для судов СТР типа «Надежный» пр. 420, которые вносят наибольший вклад в общий вылов и отчитываются о вылове ежедневно в виде ССД (табл. 33).

Таблица 33

Межгодовая динамика средних уловов на единицу усилия при ведении снюрреводного промысла камбал судами типа СТР-420 у западного побережья Камчатки

Год	Средний улов на судосутки, т	Средний улов на замет, т
2015	19,6	7,1
2016	17,9	6,7
2017	16,1	5,7
2018	16,0	6,4
2019	18,9	7,3
2020	23,0	8,6
2021	21,1	7,9
2022	32,7	11,1
2023	28,1	10,4
2024	24,9	16,0

В последние 5 лет отмечены максимальные показатели, в 2017–2018 гг. — минимальные. Очевидно, что условия на промысле камбал в 2020–2024 гг. были относительно благоприятными.

Желтопёрая камбала является наиболее крупным видом среди представителей рода *Limanda*, достигая длины 49 см, массы — 1,95 кг и возраста — 19 лет [Фадеев, 2005; Антонов, 2011]. В последние 10 лет длина желтоперой камбалы в снюрреводных уловах изменялась от 9 до 46 см (рис. 101) в возрасте от 1 до 22 лет (рис. 102). Основу уловов практически во все годы составляли среднеразмерные особи длиной 25–31 см в возрасте 6–11 лет, средняя длина варьировала в пределах 26,9–29,3 см. Молодь вида в уловах практически не встречается, провести анализ урожайности поколений не представляется возможным.

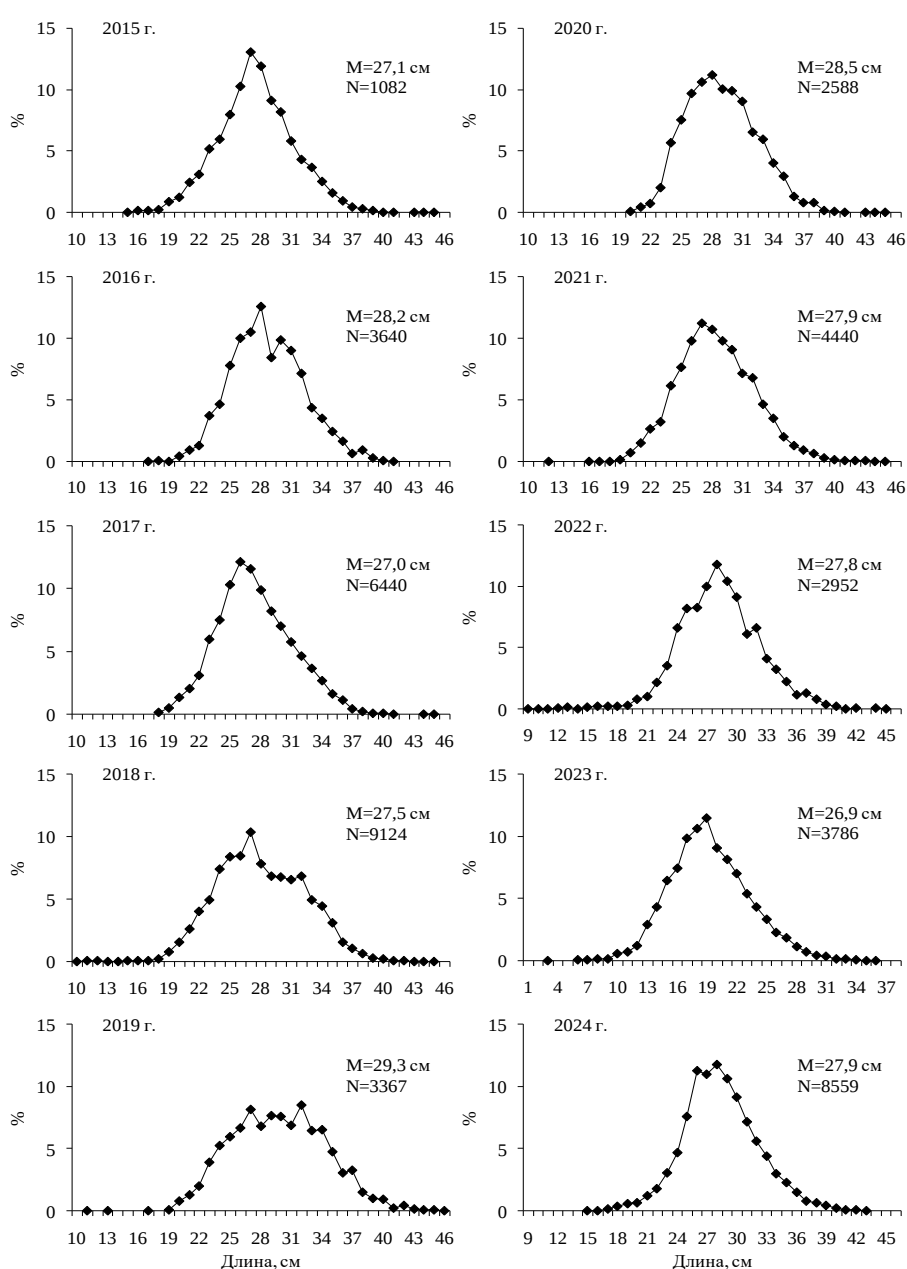


Рис. 101. Межгодовая динамика размерного состава желтопёрой камбалы в промысловых уловах снюрреводом

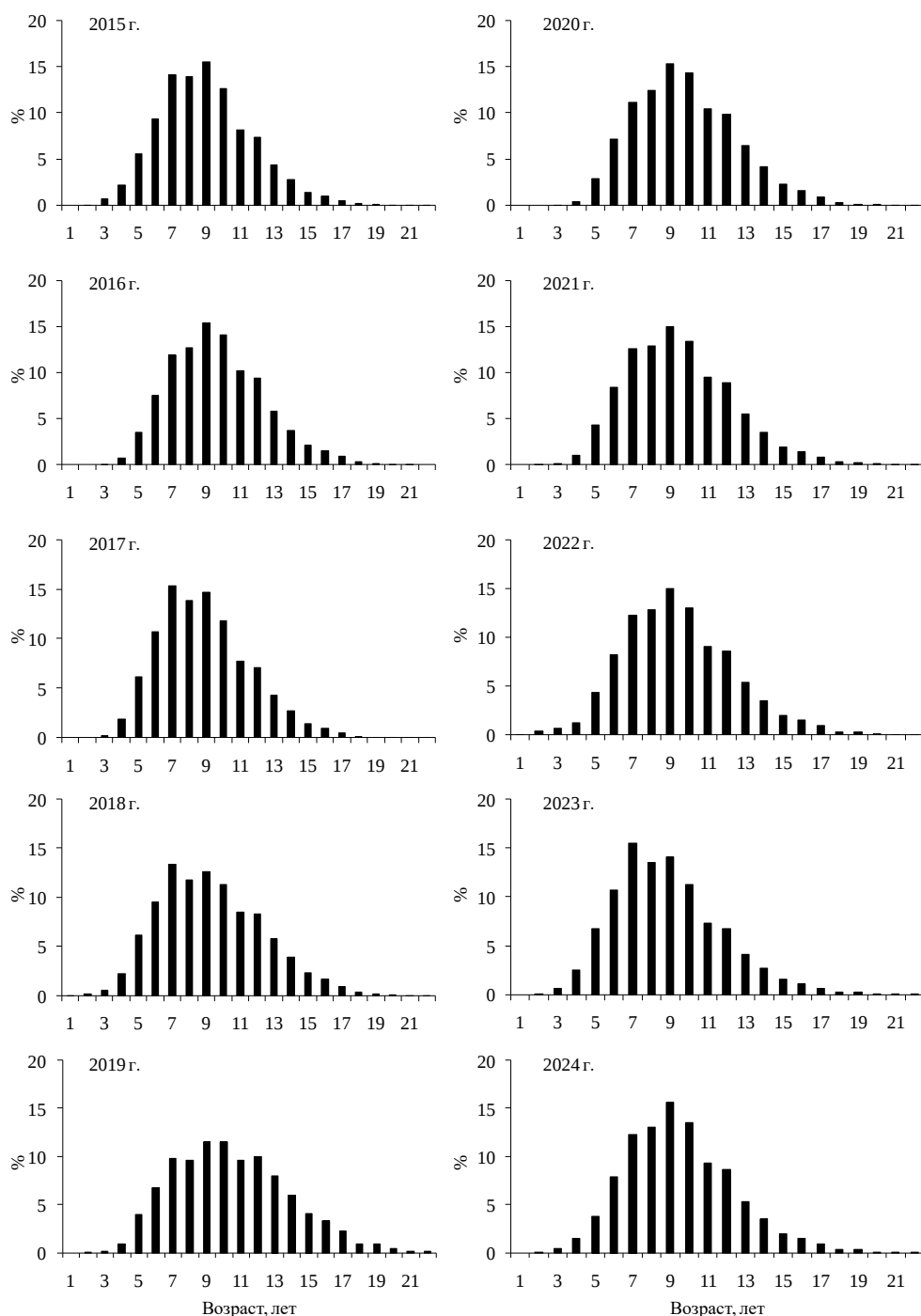


Рис. 102. Межгодовая динамика возрастного состава желтопёрой камбалы в промысловых уловах снюрреводом

Среди рассматриваемых видов камбал четырёхбугорчатая является самой крупной. Максимальная длина в Охотском море равна 64 см, масса — 4,1 кг, возраст — 23 года [Mecklenburg et al., 2002; Фадеев, 2005; Антонов, 2011]. В последние 10 лет по этому виду полноценные данные о размерном составе удалось собрать только в 2022–2024 гг. (рис. 103). Видно, что они значительно отличались. Так, в 2022 и 2024 гг. основу уловов составляли рыбы примерно одних и тех же размерных групп — 30–37 см, а в 2023 г. — 26–30 см. Межгодовые различия в размерном составе, в первую очередь, связаны с малым количеством выполненных промеров.

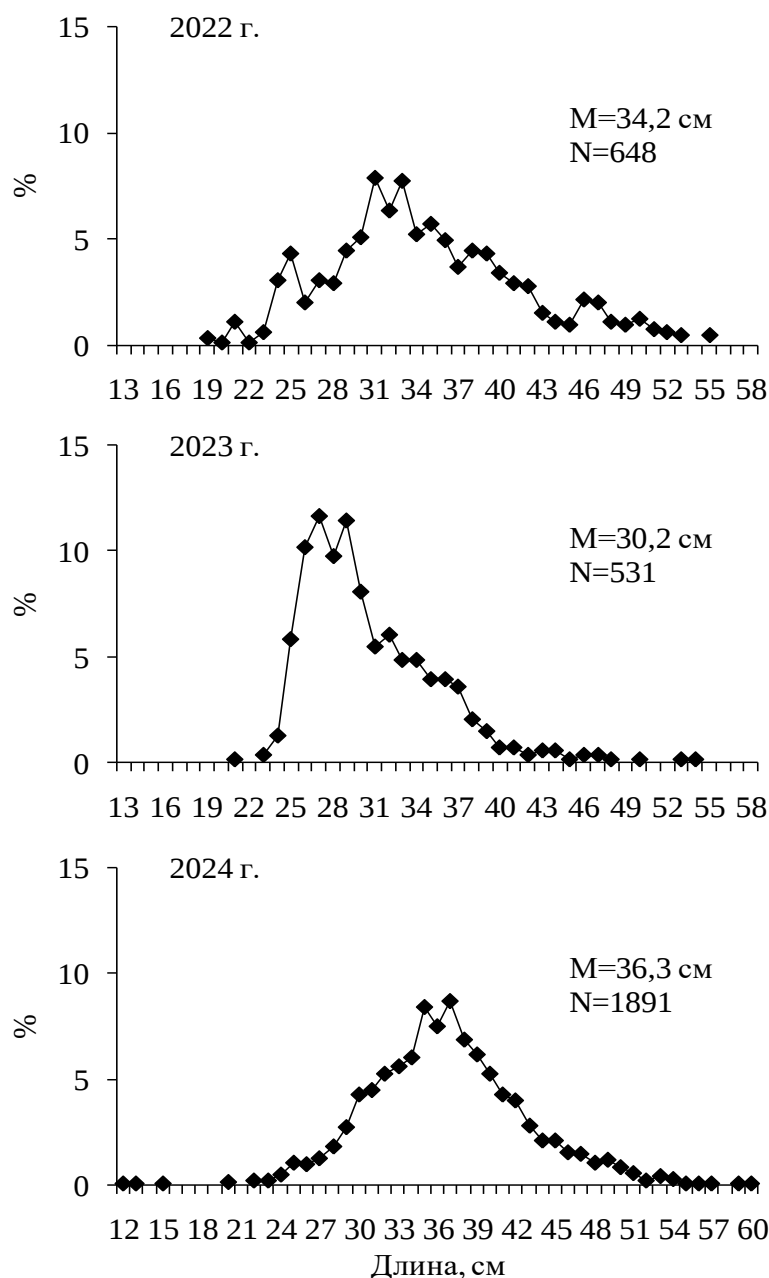


Рис. 103. Межгодовая динамика размерного состава четырехбугорчатой камбалы в промысловых уловах снюрреводом

Палтусовидная камбала характеризуется относительно большими размерами. Может достигать длины 56–58 см и массы 1,8 кг. Однако особи длиной более 50 см встречаются редко [Mecklenburg et al., 2002; Фадеев, 2005]. Относительно полноценные сведения о размерном составе вида в снюрреводных уловах у Западной Камчатки за последние 10 лет собраны в 2015 и 2022–2024 гг. (рис. 104). В уловах встречались рыбы длиной от 15 до 49 см, а преобладали особи размерных групп 27–33 см.

Северная двухлинейная камбала, также как и четырёхбугорчатая, может достигать значительных размеров. Максимальные показатели длины и массы в пределах всего ареала составляют 69 см и 2,8 кг. Однако такие крупные особи довольно редки. В прикамчатских водах длина особей

двухлинейной камбалы обычно не превышает 60 см. Максимальный возраст оценивается в 30–31 полных лет [Mecklenburg et al., 2002; Фадеев, 2005; Золотов, Дубинина, 2012]. В последние 10 лет длина двухлинейной камбалы в промысловых уловах снюрреводом изменялась от 13 до 58 см, доминировали, как правило, особи размерных групп 28–34 см, средняя длина варьировала от 27,1 до 35,3 см (рис. 105).

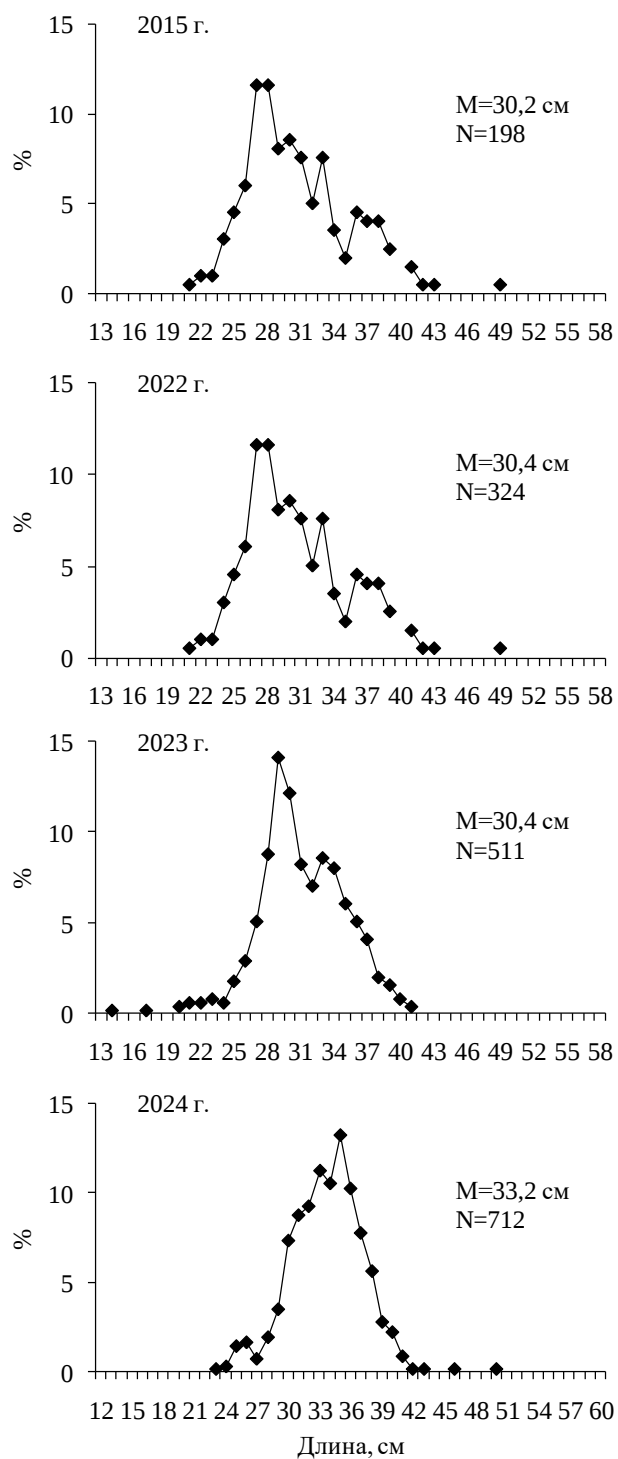


Рис. 104. Межгодовая динамика размерного состава палтусовидной камбалы в промысловых уловах снюрреводом

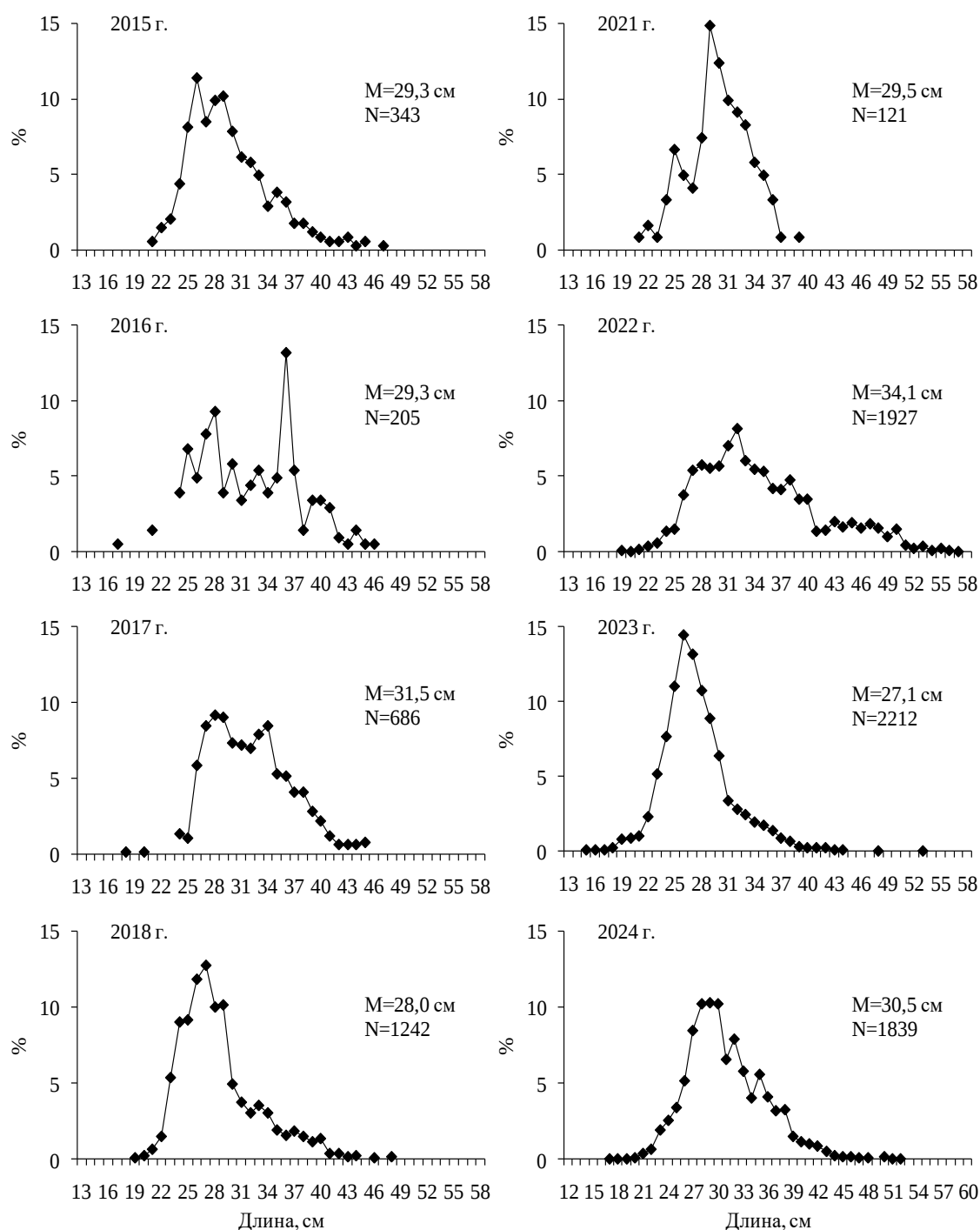


Рис. 105. Межгодовая динамика размерного состава северной двухлинейной камбалы в промысловых уловах снюрреводом

Определение биологических ориентиров. Обоснование правила регулирования промысла

Ориентиры управления по общей биомассе для каждого вида камбал можно примерно оценить по методике, предложенной В.К. Бабаяном [2000], согласно которой V_{lim} определяется, как $0,2V_{max}$, а V_{tr} — как V_{ave} (V_{max} и V_{ave} рассчитывали по результатам донных траловых съемок). Результаты сведены в таблице 34.

Ориентиры управления по камбалам Западной Камчатки

Вид камбал/Ориентир	1	2	3	4
B_{lim}	33,1	23,0	20,6	7,3
B_{tr}	106,4	49,0	69,5	23,7

1 — желтоперая лиманда, 2 — четырехбугорчатая камбала, 3 — палтусовидная камбала, 4 — северная двухлинейная камбала

Следует отметить, что в используемых для оценки ОДУ камбал DLM методах с настройкой по индексам запаса (подробно об этом написано ниже), фактически рассчитываются аналоги ориентиров управления. Реализовано в этих методах и правило регулирования промысла.

Прогнозирование состояния запаса

Желтоперая лиманда. В межгодовой динамике индекса общего запаса этого вида на стандартном полигоне у Западной Камчатки четко прослеживается определенная цикличность (рис. 106). Очередной рост ресурсов пришелся на период 2017–2022 гг. В материалах прогноза на 2025 г. предположили, что в 2023–2024 гг. начнется очередной период снижения ресурсов желтоперой камбалы. Из соображений предосторожности величину индекса биомассы в эти годы приняли равной средней за последние 5 лет величине, т.е. 192 тыс. т. В целом это предположение подтвердилось. В 2024 г. индекс общей биомассы снизился и составил 191,0 тыс. т. Считаем, что в 2025–2026 гг. снижение ресурсов продолжится, а индекс биомассы в 2025 г., по экспертной оценке, составит порядка 170 тыс. т.

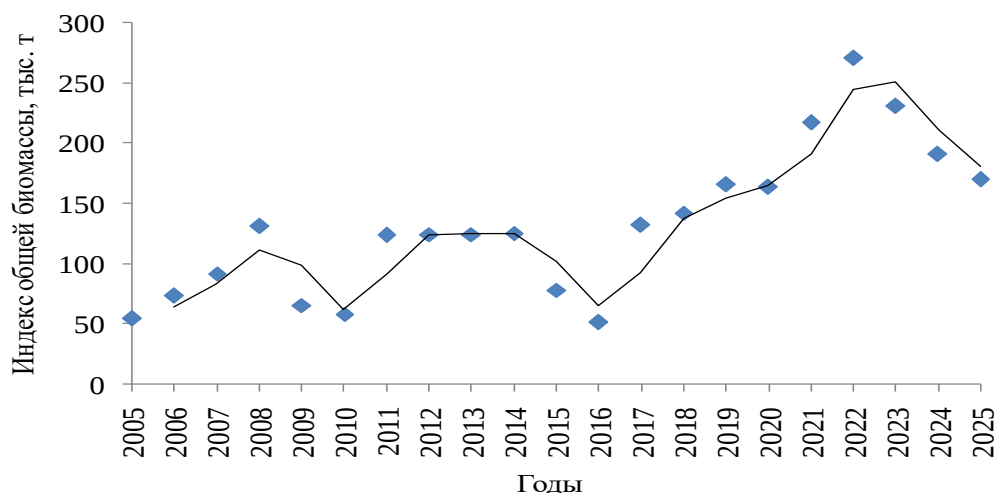


Рис. 106. Межгодовая динамика индекса общей биомассы желтоперой камбалы на стандартном полигоне у Западной Камчатки по результатам донных траловых съемок (ромбы — значения индекса биомассы общего запаса, линия — линейная фильтрация по 2 точкам)

Четырехбугорчатая камбала. Как и для желтоперой камбалы, период с 2017 по 2020 гг. характеризовался очередным ростом ресурсов этого вида у

Западной Камчатки (рис. 107), после чего запасы начали снижаться. В материалах прогноза в прошлые годы предположили, что снижение ресурсов продолжится и в 2024–2025 гг. Величину индекса биомассы в эти годы экспертно оценили в 80 тыс. т. Тренд на снижение запасов этого вида результатами донной траловой съемки 2024 г. полностью подтвердился, при этом фактическое значение индекса оказалось существенно ниже (59,5 тыс. т), чем прогнозировалось. Считаем, что в 2025–2026 гг. падение ресурсов продолжится, а индекс биомассы в 2025 г., по экспертной оценке, составит порядка 50 тыс. т.

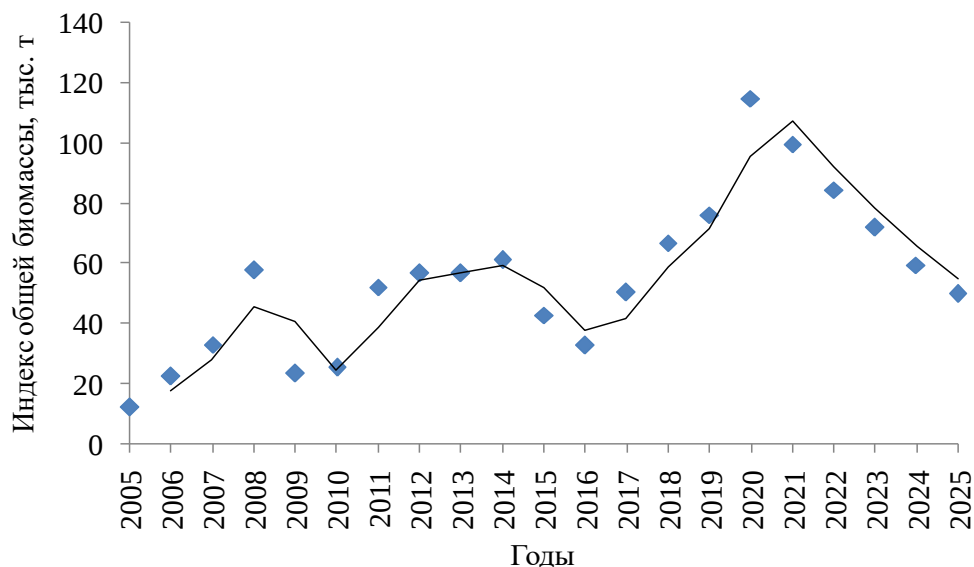


Рис. 107. Межгодовая динамика индекса общей биомассы четырехбугорчатой камбалы на стандартном полигоне у Западной Камчатки по результатам донных траловых съемок (ромбы — значения индекса биомассы общего запаса, линия — линейная фильтрация по 2 точкам)

Палтусовидная камбала. Определенная цикличность в динамике запаса прослеживается и для палтусовидной камбалы (рис. 108). После минимума биомассы в 2015 г. ресурсы возрастали и в 2019 г. достигли максимума. Затем последовал очередной период снижения запасов. В материалах прогноза на 2024–2025 гг. предположили, что снижение ресурсов продолжится и в 2023–2025 гг. Величину индекса биомассы запаса в эти годы экспертно оценили величиной в 70 тыс. т. Тренд на снижение запасов этого вида результатами донной траловой съемки 2024 г. полностью подтвердился, при этом фактическое значение индекса оказалось очень близким (75,0 тыс. т) к прогнозируемому значению. Считаем, что в 2025–2026 гг. падение ресурсов продолжится, а индекс биомассы в 2025 г., по экспертной оценке, составит порядка 65 тыс. т.

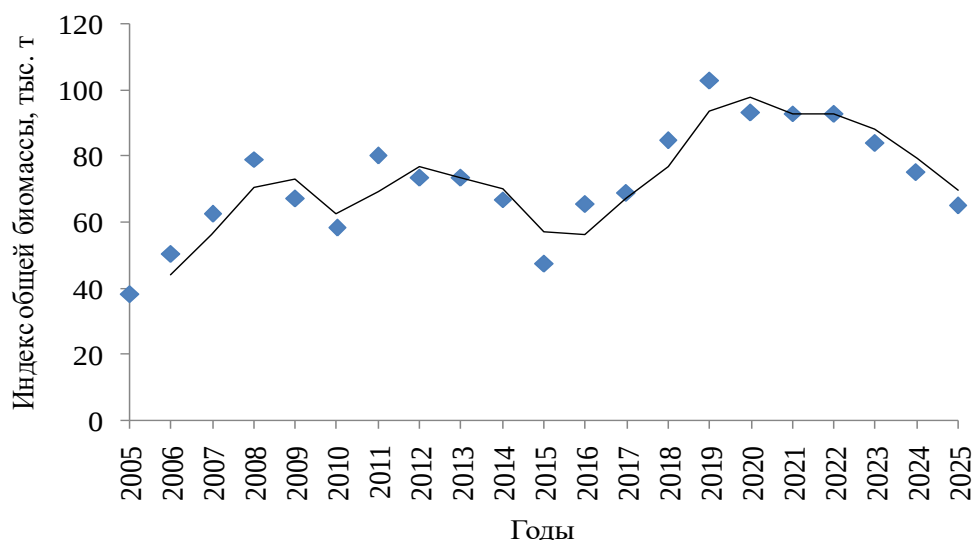


Рис. 108. Межгодовая динамика индекса общей биомассы палтусовидной камбалы на стандартном полигоне у Западной Камчатки по результатам донных траловых съемок (ромбы — значения индекса биомассы общего запаса, линия — линейная фильтрация по 2 точкам)

Северная двухлинейная камбала. В отличие от других видов, ресурсы этого вида после минимума в 2019 г. в 2020 г. возросли, и в 2022 г. остались примерно на том же уровне (рис. 109). Предполагаем, что увеличение индекса запаса этого вида продолжился и в 2023–2025 гг. Величину индекса экспертно оценивали в 30 тыс. т. Результатами донной траловой съемки 2024 г. тренд на увеличение запасов этого вида подтвердился, при этом фактическое значение индекса оказалось очень близким (29,2 тыс. т) к прогнозируемому значению. Считаем, что в 2025–2026 гг. рост продолжится, а индекс биомассы в 2025 г. составит порядка 35 тыс. т.

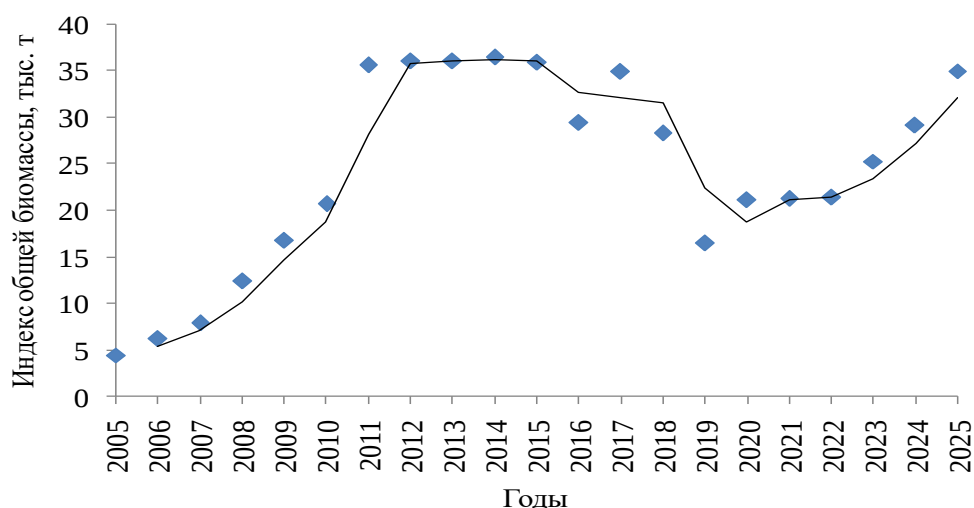


Рис. 109. Межгодовая динамика индекса общей биомассы северной двухлинейной камбалы на стандартном полигоне у Западной Камчатки по результатам донных траловых съемок (ромбы — значения индекса биомассы общего запаса, линия — линейная фильтрация по 2 точкам)

Обоснование рекомендованного объёма ОДУ

Посредством пакета DLMtool, как и в прошлые годы, оценили вылов каждого вида камбал у Западной Камчатки методом Itarget1. При этом приняли, что их вылов в Западно-Камчатской и Камчатско-Курильской подзонах в 2025 г. будет соответствовать суммарному ОДУ, равному 26,2 тыс. т. Вылов каждого вида определяли, исходя из среднесноголетней (2005–2023 гг.) доли вылова, равной для желтоперой камбалы 69,8%, четырехбугорчатой — 6,5%, палтусовидной — 1,6%, северной двухлинейной — 8,4%, прочих видов — 13,7%.

Желтоперая лиманда. Вылов вида в 2025 г. принят равным 19,022 тыс. т, величина индекса биомассы — 170 тыс. т.

Полученная с помощью этого метода медианная оценка вылова желтоперой камбалы в 2026 г. равна 18,310 тыс. т или округленно 18,3 тыс. т (стандартное отклонение — 1,72). В графическом виде результаты расчетов представлены на рисунке 110.

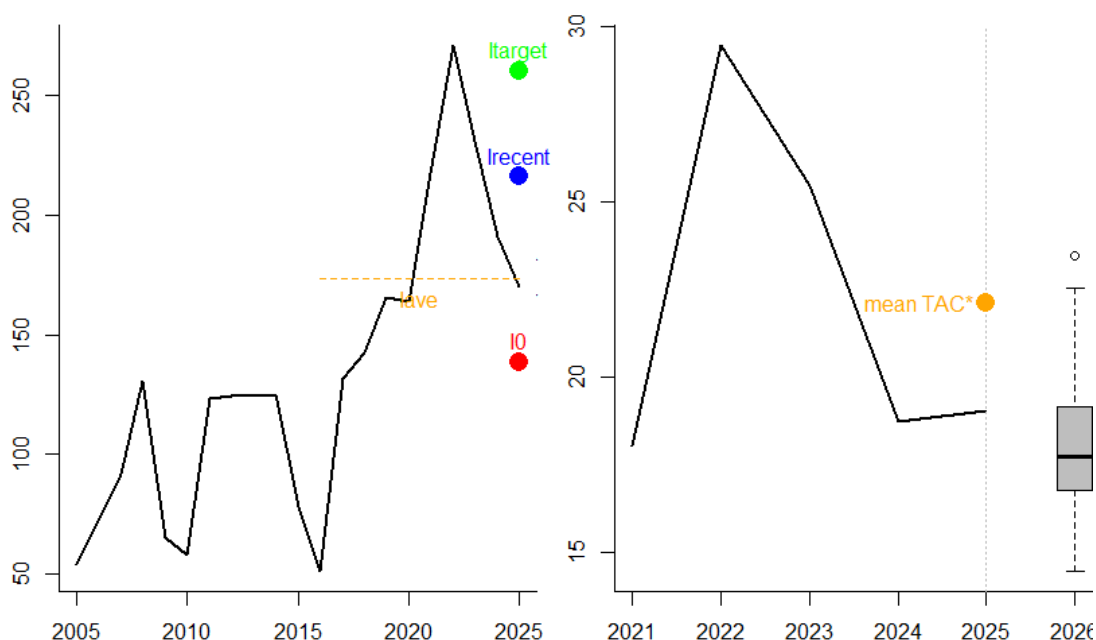


Рис. 110. Результаты определения вылова желтоперой камбалы у Западной Камчатки в 2026 г. методом Itarget1 (на рисунке слева — межгодовая динамика индекса общего запаса за ретроспективный период, на рисунке справа — межгодовая динамика вылова за последние 5 лет)

В левой части графика представлена динамика индекса (Index) за период 2005–2025 гг. и расчетные параметры управления по индексу, подробное описание которых представлено выше.

В правой части графика представлена динамика вылова (Catch) за 2021–2025 гг. и расчетное значение TAC^* (ОДУ).

Поскольку $I^{recent} \geq I^0$, вылов в 2026 г. рассчитывается по формуле:

$$TAC_{y+1} = TAC^* \left[w + \frac{(1-w)(I^{recent} - I^0)}{I^{target} - I^0} \right].$$

Таким образом, вылов желтоперой камбалы у Западной Камчатки в 2026 г. составит 18,3 тыс. т.

Четырехбугорчатая камбала. Вылов вида в 2025 г. принят равным 2,623 тыс. т, величина индекса — 50 тыс. т.

Полученная с помощью метода Itarget1 медианная оценка равна 1,72 тыс. т или округленно 1,7 тыс. т (стандартное отклонение — 0,16). В графическом виде результаты расчетов представлены на рисунке 111.

Поскольку $I^{recent} \geq I^0$, вылов в 2026 г. рассчитывается по формуле:

$$TAC_{y+1} = TAC \cdot \left[w + \frac{(1-w)(I^{recent} - I^0)}{I^{target} - I^0} \right].$$

Таким образом, вылов четырехбугорчатой камбалы у Западной Камчатки в 2026 г. составит 1,7 тыс. т.

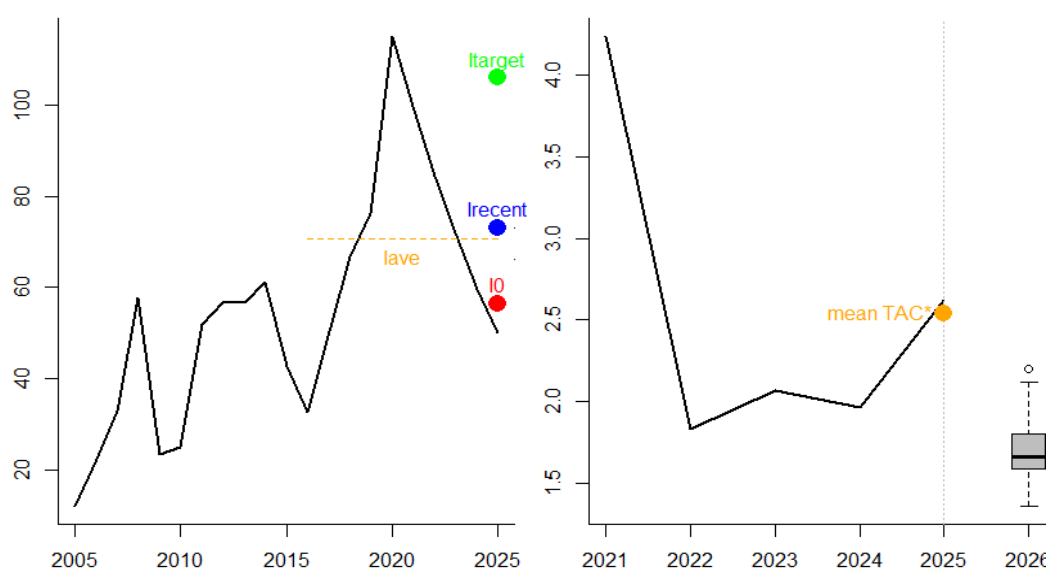


Рис. 111. Результаты расчета вылова четырехбугорчатой камбалы у Западной Камчатки в 2026 г. методом Itarget1 (на рисунке слева — межгодовая динамика индекса общего запаса за ретроспективный период, на рисунке справа — межгодовая динамика вылова за последние 5 лет)

Палтусовидная камбала. Вылов вида в 2025 г. принят равным 0,569 тыс. т, величина индекса — 65 тыс. т.

Полученная с помощью метода Itarget1 медианная оценка равна 0,37 тыс. т или округленно 0,4 тыс. т (стандартное отклонение — 0,03). В графическом виде результаты расчетов представлены на рисунке 112.

Поскольку $I^{recent} \geq I^0$, вылов в 2026 г. рассчитывается по формуле:

$$TAC_{y+1} = TAC \cdot \left[w + \frac{(1-w)(I^{recent} - I^0)}{I^{target} - I^0} \right].$$

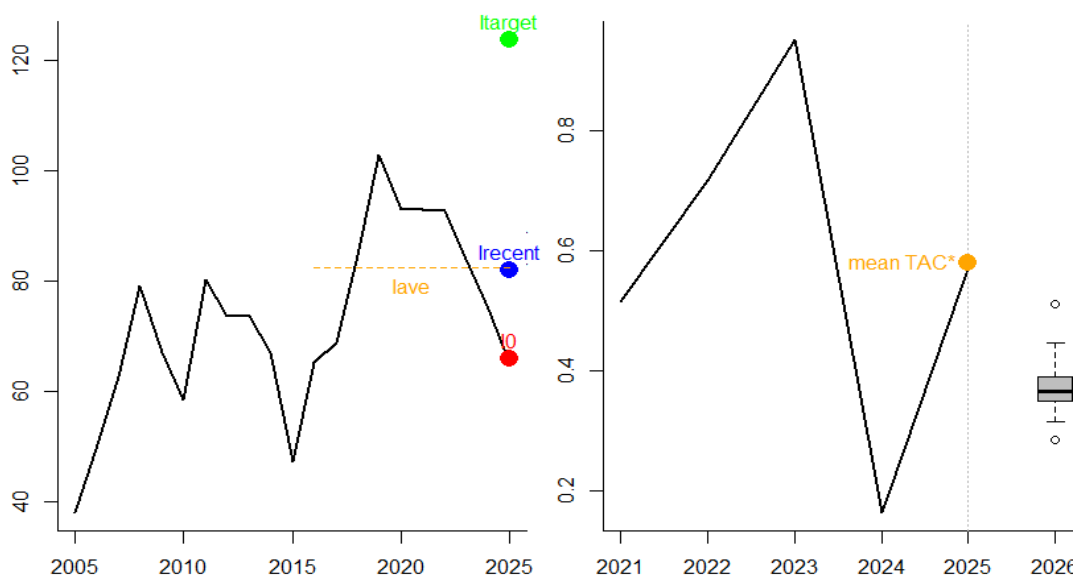


Рис. 112. Результаты расчета вылова палтусовидной камбалы у Западной Камчатки в 2026 г. методом Itarget1 (на рисунке слева — межгодовая динамика индекса общего запаса за ретроспективный период, на рисунке справа — межгодовая динамика вылова за последние 5 лет)

Таким образом, вылов палтусовидной камбалы у Западной Камчатки в 2026 г. составит 0,4 тыс. т.

Северная двухлинейная камбала. Вылов вида в 2025 г. принят равным 2,991 тыс. т, величина индекса — 35 тыс. т.

Полученная с помощью метода Itarget1 медианная оценка равна 2,17 тыс. т или округленно 2,2 тыс. т (стандартное отклонение — 0,20). В графическом виде результаты расчетов представлены на рисунке 113.

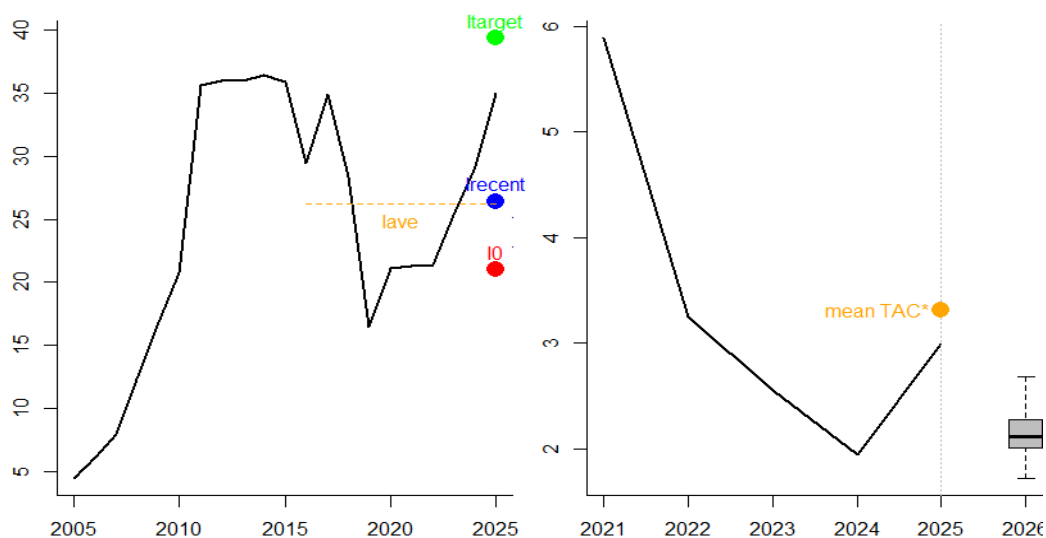


Рис. 113. Результаты расчета вылова северной двухлинейной камбалы у Западной Камчатки в 2026 г. методом Itarget1 (на рисунке слева — межгодовая динамика индекса общего запаса за ретроспективный период, на рисунке справа — межгодовая динамика вылова за последние 5 лет)

Поскольку $I^{recent} \geq I^0$, вылов в 2026 г. рассчитывается по формуле:

$$TAC_{y+1} = TAC \cdot \left[w + \frac{(1-w)(I^{recent} - I^0)}{I^{target} - I^0} \right].$$

Таким образом, вылов северной двухлинейной камбалы у Западной Камчатки в 2026 г. составит 2,2 тыс. т.

Итого, в 2026 г. вылов камбал указанных видов у Западной Камчатки составит 22,6 тыс. т, а с учетом вылова прочих видов, составляющего по осредненным за 2005–2024 гг. данным 13,7% от вылова основных промысловых видов, округленно 26,2 тыс. т.

По данным за последние 10 лет, в Камчатско-Курильской подзоне в среднем осваивалось 59,5% общего вылова камбал у всей Западной Камчатки. Следовательно, **ОДУ камбал дальневосточных в 2026 г. составит: в Западно-Камчатской подзоне 10,600 тыс. т, в Камчатско-Курильской — 15,600 тыс. т.**

Поскольку предполагается, что на западнокамчатском шельфе популяционный статус камбал единый, считаем, что **в 2026 г. допустимо перераспределение объёмов общего допустимого улова камбал дальневосточных между Западно-Камчатской и Камчатско-Курильской подзонами без превышения суммарной величины общего допустимого улова.** Такая мера не нанесёт ущерб состоянию эксплуатируемых популяций, будет способствовать более рациональному использованию их ресурсов.

Анализ и диагностика полученных результатов

Ввиду того, что определение ОДУ выполнено с помощью немодельных методов, анализ и диагностику полученных результатов провести невозможно.

61.05.3 - Восточно-Сахалинская подзона

Исполнитель: А.О. Золотов («ТИНРО»)

Куратор: А.А. Смирнов (ФГБНУ «ВНИРО»)

Комментарии по разработке материалов, обосновывающих общий допустимый улов (ОДУ) камбал Восточно-Сахалинской подзоны на 2026 г.

Принятая в настоящий момент схема подготовки обоснования ОДУ камбал Восточно-Сахалинской подзоны была разработана в 2013-2014 гг. Исторически промысел камбал, с разной степенью интенсивности, осуществлялся в трех районах восточного Сахалина: в зал. Анива и Терпения, а также у северо-восточного побережья острова. Однако к началу 2000-х гг., в связи со значительными организационными изменениями в рыбодобывающей отрасли, а также в нормативно-правовых документах, регулирующих промысел, промышленное рыболовство в его традиционной форме сохранилось только в зал. Терпения [Золотов и др., 2014]. Здесь в

настоящий момент осуществляет лов камбал большинство собственников долей ОДУ камбал Восточно-Сахалинской подзоны.

Небольшие ресурсы камбал в зал. Анива в настоящий момент представляют интерес только в плане организации любительского рыболовства. Напротив, довольно значительные запасы звездчатой, желтоперой и палтусовидной камбал северо-восточного побережья Сахалина, в силу определенных причин, промыслом не охвачены. Поэтому в 2014 г. было принято решение не включать допустимые объемы изъятия в этих двух районах в общую величину ОДУ камбал Восточно-Сахалинской подзоны, поскольку эти дополнительные объемы все равно изымались бы в зал. Терпения, увеличивая промысловую нагрузку на обитающую здесь популяцию желтоперой камбалы.

Залив Терпения, наряду с юго-западным шельфом о-ва Сахалин, в настоящий момент, остается традиционным районом прибрежного промысла, а одним из основных промысловых объектов в заливе в настоящее время остаётся желтопёрая камбала *Limanda aspera*, популяция которой считается одной из крупнейших в дальневосточных морях России. Несмотря на то, что запасы камбал в зал. Анива и у северо-восточной оконечности острова также имеют промысловое значение, основную нагрузку несет на себе именно данная группировка желтоперой камбалы, где ее среднегодовалая доля в промысловых уловах в 1950–1990-е гг. оценивалась на уровне близком к 90% [Власова и др., 1971].

В силу высокой промысловой значимости, мониторингу состояния данной популяции и разработке принципов регулирования ее промысла уделялось повышенное внимание на всех исторических этапах исследований [Фадеев, 1963; Власова и др., 1971; Тарасюк, 1997]. В работе А.О. Золотова с соавторами [2014] были обобщены результаты многолетних исследований динамики промысла и запасов этой группировки. В частности, было показано, что в 2000-2010-е гг. уровень промысловых ресурсов, в целом, был невысоким, а среднегодовой вылов за данный период составлял около 2,6 тыс. т (табл. 35).

В целом, с того периода уровень допустимого изъятия камбал зал. Терпения и вылова мало изменился, в среднем в 2015-2023 гг. к изъятию рекомендовалось 2,45 тыс. т, вылов составлял около 2,27 тыс. т, а освоение было очень высоким и достигало 92,9% в год.

С другой стороны, в последние несколько лет, по устным сообщениям капитанов судов, осуществляющих промысел желтоперой камбалы в данном районе, наблюдается явный рост уловов на усилии и увеличение доли крупноразмерных особей в снюрреводных уловах. Учитывая, что в целом, информация о снюрреводном промысле в зал. Терпения довольно ограничена, и в связи с обращением ООО «Рыбак», специалистами «ТИНРО» было принято решение об организации здесь в летний период 2024 г. мониторинговой снюрреводной съемки, в первую очередь, для выяснения особенностей распределения и состояния промысловых ресурсов промысловых видов камбал данного района.

**ОДУ, вылов и освоение ОДУ камбал в Восточно-Сахалинской подзоне
в 2015-2023 гг.**

Год	ОДУ, тыс. т	Вылов, тыс. т	Освоение, %
2015	2,30	1,90	82,6
2016	2,35	1,99	84,7
2017	2,54	2,34	92,1
2018	2,20	2,14	97,3
2019	2,20	2,12	96,4
2020	2,45	2,35	95,9
2021	2,60	2,40	92,3
2022	2,69	2,62	97,4
2023	2,69	2,60	96,7
Среднее:	2,45	2,27	92,7

Результаты снюрреводной съёмки подробно более изложены в соответствующем разделе обоснования, но следует отметить, что общая биомасса желтоперой камбалы зал. Терпения в летний (нерестовый) период была оценена на уровне 36,8 тыс. т, промысловая - 34,8 тыс. т, нерестовая – 34,0 тыс. т. Ее доля от общей массы снюрреводных уловов достигала 96,8% с учетом представителей всех других семейств, и до 97,8% - от биомассы всех промысловых видов камбал данного района. Последний раз сходная ситуация наблюдалась в период высокого уровня запаса в 1950-х гг., когда запасы желтоперой камбалы находились на историческом максимуме [Власова и др., 1971].

Косвенным подтверждением высокого текущего уровня запаса являются данные по уловам на усилие в 2023-2024 гг. (суточный вылов камбал для судов класса МРС-225), собранные на заводе РК «Дружба». В 2023-2024 гг. средняя величина улова на усилие для судов ООО «Рыбак» оценивалась величиной 13,4-14,7 т. Данный показатель превышал уровень максимальных значений в середине 1990-х гг., когда после десятилетнего запрета промысел камбал был возобновлен, и был приближён в 1,5-1,8 раза выше оценок уловов на усилие в 2010-2015 гг.

Предварительные оценки промысловой биомассы когортными методами также свидетельствуют о том, что уровень ресурсов желтоперой камбалы, по сравнению с серединой 2010-х гг. заметно вырос. Полученные в ходе снюрреводной съёмки в июле 2024 г. минимальные величины промысловой биомассы желтоперой камбалы зал. Терпения в целом близки к высокому уровню запасов, наблюдавшемуся в 1950-е гг. При вариациях общепринятых оценок целевого ориентира управления по нерестовой биомассе для данной популяции в пределах 29,2-32,2 тыс. т, можно с высокой степенью вероятности предполагать, что в настоящий момент ее уровень превышает данный ориентир, что позволяет эксплуатировать запас с максимально возможной интенсивностью.

В настоящий момент оценки величины максимально допустимого годового изъятия из промыслового запаса для данной популяции

оцениваются разными специалистами на уровне от 18,9% до 24,4%, что, применительно к полученным в ходе снюрреводной съемки результатам, в единицах общего допустимого улова (ОДУ) могло бы составлять от 6,62 до 8,54 тыс. т.

Приведённые выше соображения, послужили основанием для разработки материалов корректирующих ранее утверждённую величину ОДУ дальневосточных камбал Восточно-Сахалинской подзоны в сторону увеличения с 2,632 тыс. т до 4,6 тыс. т. Настоящее обоснование ОДУ на 2026 г. подготовлено в единой логике, и на той же информационной и методической основе, что и указанные корректирующие материалы. При этом предполагается, что корректировка ОДУ камбал Восточно-Сахалинской подзоны на 2025 г. будет утверждена и их вылов в этот год будет равен 4,6 тыс. т.

Анализ доступного информационного обеспечения

Для оценки запасов желтоперой камбалы *Limanda aspera* зал. Терпения в работе использован ряд архивных и литературных данных по размерному составу промысловых уловов в течение раннего периода их промысла [Фадеев, 1963; Власова и др., 1971; Тарасюк, 1997, Золотов и др., 2014], а за период с 1995-2024 гг. на основе материалов, собранных специалистами научно-исследовательских институтов, подведомственных Росрыболовству, из уловов промысловых и научно-исследовательских судов.

Информация по вылову и динамике уловов на усилия в 2003–2024 гг. приводится по данным судовых суточных донесений ССД и промысловой статистики, по данным Отраслевой системы мониторинга водных биологических ресурсов, наблюдения и контроля за деятельностью промысловых судов (ОСМ) Росрыболовства (ранее – информационная система «Рыболовство»). Динамика промысла за более ранние периоды реконструирована на основе опубликованных и архивных материалов [Фадеев, 1963; Власова и др., 1971; Тарасюк, 1997, Золотов и др., 2014].

В 1980–1988 гг. действовал запрет на специализированный промысел камбал зал. Терпения, на этот период расчет уловов по возрастам выполнен исходя из предположения, что прилов желтоперой камбалы при других видах промысла не превышал 30 т в год. Возрастной состав в этот период определяли как среднее за годы, смежные с периодом запрета.

Возраст желтоперой камбалы определяли по отолитам, отобраным в 2011–2024 гг., в период проведения научно-промысловых рейсов. Возрастной состав за более ранние годы промысла пересчитан с помощью размерно-возрастных ключей [Золотов, 2024].

Для сравнения оценок запаса желтоперой камбалы, привлечены материалы семи донных траловых съемок в зал. Терпения научно-исследовательских судах подведомственных Росрыболовству в 2000, 2002, 2004, 2010–2012, 2015, 2020, 2024 гг. Исследования выполняли донными травами различных конструкций с горизонтальным раскрытием 20–23 м. Коэффициент уловистости для камбал принят равным 0,5 [Борец, 1997].

Пример сетки станций при организации таких исследований представлен на рисунке 114.

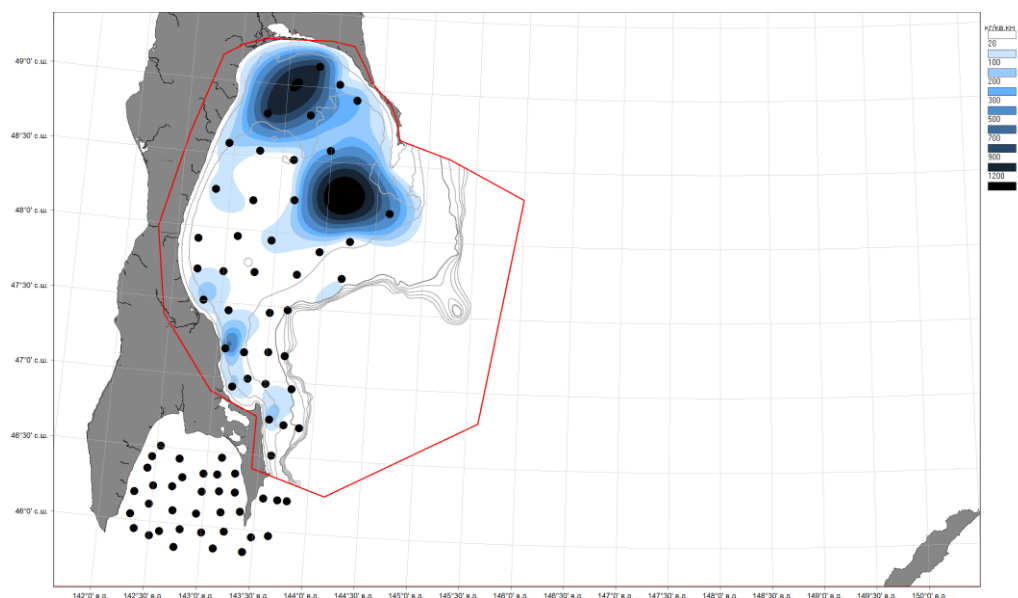


Рис. 114. Схема станций донной траловой съемки в октябре-ноябре 2024 г. на НИС «Владимир Сафонов». Дополнительно приведено распределение биомассы желтоперой камбалы в зал. Терпения

Траловые съемки, как правило, проводились в летне-осенний период, для того, чтобы оценки биомассы по ним были сопоставимы с оценками по ВПА, данные расчетов по съемкам были приведены к 1 января года исследований, с учетом промысла и естественной убыли до даты проведения учетных работ.

Для подготовки обоснования использованы результаты снюрреводной съемки в зал. Терпения в июле 2024 г. Снюрреводные съемки, наряду с траловыми, являются одним из площадных методов оценки запасов промысловых рыб [Кондрашенков, 2008; Терентьев, Чернова, 2010; Терентьев, 2011; Золотов и др., 2012; Терентьев, Малых, 2012; Ким, Измятинский, 2018], хотя, к настоящему моменту, широкого распространения эти исследования в Дальневосточном бассейне не получили.

Причины, видимо, кроются в слабой теоретической обусловленности коэффициентов уловистости гидробионтов и значительной ограниченности снюрреводов при работе на сложных, задевистых грунтах. Кроме того, сбивка урезов, буксировка и выборка снюрревода осуществляется на существенно меньших скоростях, чем при донных тралениях, что может позволять части рыб покидать зону облова и избегать учета, что несколько затрудняет интерпретацию полученных результатов. Тем не менее, каких-либо видимых методических ограничений для использования снюрреводных съемок при оценке состояния запасов ВБР нет.

Снюрреводная съемка была выполнена в период с 12 по 22 июля 2024 г. Расположение контрольных станций приведено на схеме

распределения общей биомассы желтоперой камбалы по району исследований (рис. 115). В целом было выполнено 17 станций снюрреводной съемки.

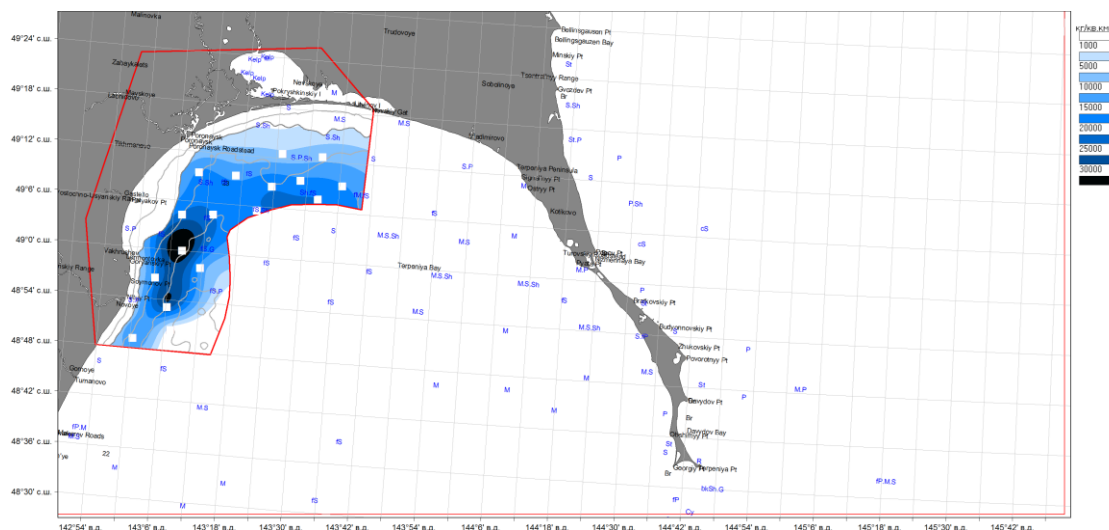


Рис. 115. Схема станций снюрреводной съемки в июле 2024 г. на МРС-225-380. Дополнительно приведено распределение биомассы желтоперой камбалы в зал. Терпения

Исследования осуществляли на борту МРС №225-380. Лов осуществляли тресково-камбальным снюрреводом с длиной урезов по 1100 м и сетной части – 80 м. Разбор уловов, и определение видового состава уловов осуществлялось по стандартным ихтиологическим методикам, используемым при проведении донных траловых съемок [Борец, 1997]. В целом, в ходе работ было выполнено 17 контрольных станций снюрреводной съемки.

Расчетную часть исследований, связанную с оценкой учтенной биомассы объектов снюрреводного промысла и построение схем их распределения по району исследований, осуществляли с использованием ГИС «Картмастер» [Бизиков и др., 2007], на основе подходов, применяемых ранее при сравнительном количественном анализе результатов снюрреводных и траловых съемок у западного побережья Камчатки [Золотов и др., 2012].

Для оценки плотности рыб, учтенных в ходе снюрреводной съемки, обловленную при замете площадь оценивали, исходя из предположения, что облов скоплений происходит только в момент обмета участка дна, т.е. после начала сбивки урезов и буксировки снюрревода рыба не улавливается. Чтобы получить минимальные оценки учтенной численности и биомассы, необходимо исходить из предположения, что обследованная площадь обметанного участка дна была наибольшей. Максимально возможная обметанная площадь, в этом случае, будет равна площади круга, с длиной окружности, равной суммарной длине урезов снюрревода и его сетной части. В этом случае, при длине урезов по 1,1 км и сетной части 0,08 км, искомый участок дна оценивается величиной $0,414 \text{ км}^2$.

Обоснование выбора методов оценки запаса

Анализируя накопленную к настоящему моменту информацию, следует заключить, что имеющиеся многолетние данные по размерно-возрастному составу, годовому вылову, скорости полового созревания, естественной смертности, результатам учетных съемок, позволяют производить оценку запасов желтоперой камбалы зал. Терпения с помощью аналитических моделей, и проводить их сопоставление с данными прямых учетов.

Результаты исследований позволяют выделить промысловые и биологические ориентиры управления промыслом для формирования правила его регулирования (ПП) на основе «принципа предосторожности» [Бабаян, 2000], определить ОДУ и оценить риски для запаса при использовании выбранной стратегии его эксплуатации.

Расчеты численности и биомассы общего (TSB), промыслового (FSB) и нерестового (SSB) запаса желтоперой камбалы, по данным промысловой статистики и размерно-возрастного состава траловых и снюрреводных уловов выполнены методом виртуально-популяционного анализа (ВПА) с помощью программного пакета «VPA version 3.1» [Darby, Flatman, 1994]. Зависящие от возраста, мгновенные коэффициенты естественной смертности, определяли методом Тюринга [Тюрин, 1972]. Кроме того, для сравнения, в обосновании приведены результаты оценки численности и биомассы желтоперой камбалы с использованием модели «Синтез» [Ильин и др., 2014].

Модель «Синтез» относится к числу сравнительно простых статистических когортных моделей с сепарабельным представлением промысловой смертности, которая учитывает специфику рыбопромысловой статистики и позволяет получить детальное описание динамики возрастной структуры оцениваемого запаса. Алгоритм модели реализован в ПО, разработанной специалистами «КамчатНИРО». Наряду с другими известными моделями, в 2019 г. она была рекомендована для оценки запасов приоритетных видов водных биологических ресурсов отечественного рыболовства [Методические рекомендации, 2018].

Окончательная величина ОДУ камбал Восточно-Сахалинской подзоны на 2026 г., с учетом «второстепенных» видов, добывающихся в основном в прилове к желтоперой, определена с учетом долевого соотношения камбал в уловах, рассчитанного по результатам снюрреводной съемки в июле 2024 г.

Таким образом, согласно критериям, определенным приказом Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104 «О предоставлении материалов, обосновывающих общие допустимые уловы ВБР...» (далее – Приказ № 104), информационная обеспеченность материалов, обосновывающих корректировку ОДУ камбал Восточно-Сахалинской подзоны, соответствует I уровню.

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Основу общего и промыслового запаса камбал зал. Терпения составляет желтоперая лиманда, доля которой в уловах в разные периоды изменялась от 40 до 90% [Тарасюк, 1997], поэтому, при оценке запасов,

представляется целесообразным определять биомассу именно этого вида, с последующей корректировкой полученных результатов с учетом доли желтоперой камбалы в промысловых снюрреводных уловах.

Методы прямого учета. Траловые съёмки. Для желтоперой камбалы летние месяцы являются периодом размножения, причем пик нереста приходится на июль [Перцева-Остроумова, 1961; Фадеев, 2005]. Размножение у желтоперой камбалы порционное и происходит на небольших глубинах, икра пелагическая. За нерест самка выметывает от 4 до 9 порций [Nichol, Asuna, 2001], а в перерывах между их выметом половозрелые особи продолжают оставаться в районе нереста.

Таким образом, наиболее благоприятное время для оценки запасов желтоперой камбалы методами прямого учета – с июня по август, когда она образует крупные преднерестовые и нерестовые скопления.

По результатам донных траловых съёмок в 2000-2024 гг., выполненных в зал. Терпения, можно заключить, что основные скопления желтоперой камбалы в летний период были приурочены к его северной части (рис. 116). В 2000-2012 гг. ее уловы были представлены особями длиной от 16 до 46 см при средних размерах 24–27 см. Доминировали рыбы длиной от 20 до 30 см на долю которых в среднем приходилось от 60 до 75% по численности.

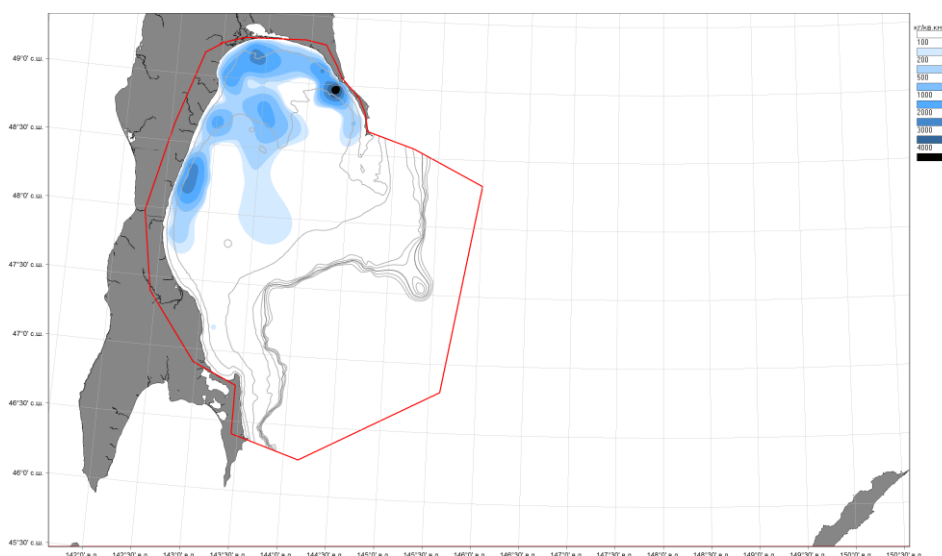


Рис. 116. Распределение биомассы желтоперой камбалы в зал. Терпения в июле 2015 г. по результатам донной траловой съёмки на НИС «Дмитрий Песков»

Доля рыб длиной меньше промысловой меры, учитываемая в период донных траловых съёмок, была довольно велика и в 2010–2012 гг. приближённо составляла от 20 до 55%. В 2015-2024 гг. ситуация заметно изменилась.

В этот период в уловах были отмечены особи размером от 14 до 48 см. Средняя длина в 2015-2024 гг. варьировала от 29,2 до 31 см, средний возраст – от 9 до 10 лет (рис. 117). Доминировали рыбы длиной от 28 до 36 см и возрастом от 6 до 11 полных лет, на долю которых в среднем приходилось 65-70% уловов по численности. Доля рыб длиной меньше промысловой

меры, учитываемая в 2015-2024 гг., заметно сократилась и варьировала от 6 до 18 % (в среднем – 13%). Это свидетельствует о том, что в популяции стали преобладать старшевозрастные крупные рыбы, а относительное число молоди сократилось. Указанные факты могут служить косвенным подтверждением о наметившемся росте запасов желтопёрой камбалы.

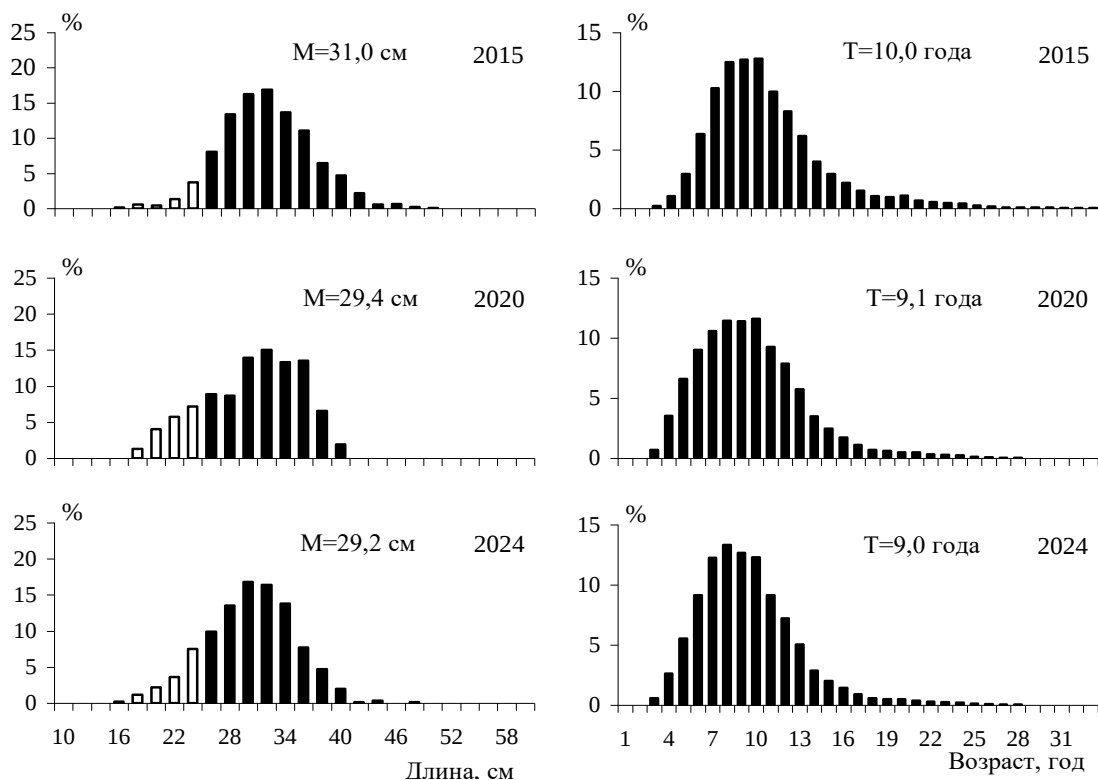


Рис. 117. Размерно-возрастной состав желтоперой камбалы зал. Терпения из уловов донным тралом в период проведения учетных съемок в 2015-2024 гг.

К сожалению, учетные донные траловые съемки в зал. Терпения в 2000-2024 гг. не всегда проводились в оптимальные для оценки запасов желтоперой камбалы сроки. Лишь в 2010-2012, 2015 и 2020 гг. исследования осуществлялись в период с июня по август.

Оценки её промысловой биомассы, скорректированные, с учетом промысла и естественной смертности, на начало года, изменялись от 8,6 тыс. т в 2004 г. до 17,9 тыс. в 2012 г. и до 21,1 тыс. т – в 2020 г. Как можно видеть, в целом, оценки по данным прямых учетов и с использованием когортного моделирования сходным образом отражали тенденции к постепенному росту запасов желтоперой камбалы с начала 2010-х и до 2020 гг.

К сожалению, донная траловая съемка на НИС «Владимир Сафонов» в 2024 г. в зал. Терпения была выполнена в октябре-ноябре (рис. 114). В этот период основная часть желтоперой камбалы мигрирует от мест нереста и нагула к районам зимовки на свале глубин у восточного побережья Сахалина и концентрированных скоплений не образует [Фадеев, 1963; Власова и

др.,1971; Тарасюк, 1997]. Тем не менее, оценка её промысловой биомассы, приведённая к дате 1 января, оказалась достаточно высокой и составила 20,2 тыс. т.

Методы прямого учета. Снюрреводная съемка в июле 2024 г. Как уже было отмечено, снюрреводная съемка была выполнена в период с 12 по 22 июля, т.е. сроки ее проведения были оптимальными, с точки зрения оценки запасов желтоперой камбалы. В период съемки в день удавалось выполнить от 1 до 4 заметов. Величина улова на замет варьировала от 1,04 т до 15,4 т, и в среднем за период съемки составила 7,0 т.

Основу снюрреводных уловов составляла желтоперая камбала. Ее доля от общей массы уловов снижалась до 57,9% на самом южном крае полигона исследований, восточнее м. Соймонова около 48° 50' с.ш., и до 85,2 – 91,8% на самых мелководных станциях ближе к г. Поронайск. В среднем по району исследований эта величина оценивалась на уровне 96,8% (рис. 115), что позволяет считать летний снюрреводный промысел этого вида высокоспециализированным в зал. Терпения при текущем состоянии ее ресурсов.

Основу прилова по массе составляли четырехбугорчатая и звездчатая камбалы, многоиглый керчак и двурогий бычок, на долю которых по массе приходилось 1,1, 0,3, 1,0 и 0,5%, соответственно.

Наибольшие концентрации желтоперой камбалы в зал. Терпения были приурочены к диапазону 23-27 м, а наибольшая плотность скоплений отмечалась в районе с примерными координатами ~ 49°00' с.ш., и от 143°05' в.д. Именно на этом участке отмечались максимальные уловы и концентрировалась большая часть добывающих судов.

Размерно-возрастной состав желтоперой камбалы из снюрреводных уловов, оцененный в ходе съемки в летний период 2024 г. в зал. Терпения, представлен на рисунках 118-119.

Желтоперая камбала в снюрреводных уловах была представлена особями длиной от 19 до 47 см и массой от 65 и до 1360 г. Средняя длина рыб в уловах за весь период исследований составила 30,63 см, средняя масса – 321 г, средний возраст – 10,1 года.

Основу уловов составляли крупные половозрелые особи размером 30-36 см и возрастом 7-11 полных лет. На их долю приходилось 56,7 и 55,0% от общей численности, соответственно. Как уже отмечалось выше, доля рыб длиной менее промыслового размера (до 25 см по АС) уменьшалась по мере увеличения глубины осуществления заметов. Если на отдельных «прибрежных» станциях этот показатель мог достигать 23-32%, то на более глубоководных снижался до 0. Однако в среднем, по результатам исследований, доля особей длиной менее промысловой меры была невысокой, и составила не более 14,7% - от общей численности и 5,1% - от общей массы уловов желтоперой камбалы.

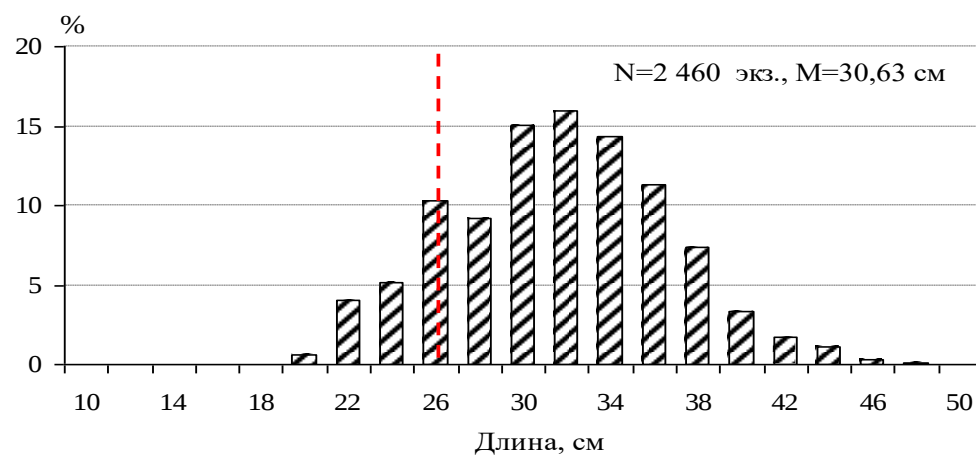


Рис. 118. Размерный состав желтоперой камбалы из снюрреводных уловов в период проведения съемки в июле 2024 г. в зал. Терпения. Указаны количество проанализированных рыб и средняя длина. Пунктиром обозначена промысловая мера для камбал (25 см по АС)

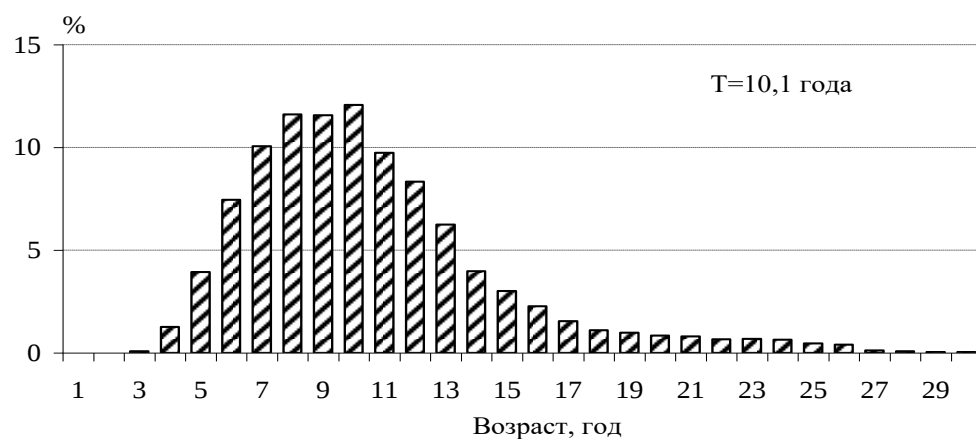


Рис. 119. Возрастной состав желтоперой камбалы из снюрреводных уловов в период проведения съемки в июле 2024 г. в зал. Терпения. Указан средний возраст рыб в уловах

Оценивая биомассу желтоперой камбалы, учтенную в ходе снюрреводной съемки, следует заметить, что довольно удачно было выбрано время для проведения исследований, именно в тот период, когда ее особи агрегировались в крупные нерестовые скопления, что видимо и позволило учесть значительную часть запасов. При этом отметим, что неисследованными остались северо-восточная часть залива и ее участок, прилегающий к п. Стародубское, которые по литературным данным также ранее являлись традиционными местами размножения [Фадеев, 1963, Тарасюк, 1997].

Оценка общей биомассы желтоперой камбалы в северо-западной части зал. Терпения, на участке площадью 1,54 тыс. км² (рис. 115) составила 18,4 тыс. т, промысловой – 17,4 тыс. т, нерестовой – 17,0 тыс. т. Коэффициенты уловистости снюрреводов для дальневосточных ВБР к настоящему моменту однозначно не определены. Но, в нашем распоряжении имеются опубликованные результаты экспериментальных исследований

[Золотов и др., 2012], которые свидетельствуют о том, что в силу конструктивных особенностей орудий лова, различий в принципах облова гидробионтов и, вероятно, некоторых специфических черт экологии камбал, для большинства их промысловых видов коэффициенты уловистости снюрреводами достоверно меньше, чем таковые для стандартного исследовательского 27-метрового донного трала.

Таким образом, используя общепринятые коэффициенты уловистости донного трала для камбал – $KY=0,5$ [Борец, 1997], можно оценить полученные в ходе исследований результаты снюрреводной съемки по «нижнему пределу», заявляя при этом, что учтенные биомассы камбал, никак не ниже расчетных величин. Применяя указанный $KY=0,5$ к расчётам биомасс для желтоперой камбалы, получим следующие оценки: 36,8 тыс. т – общий запас, 34,8 тыс. т – промысловый, 34,0 – нерестовый.

Также приводим таблицу 36, с оценками общей биомассы, учтенной в ходе снюрреводной съемки, для всех видов камбал, включая виды прилова. Как можно видеть, доля желтоперой камбалы, среди других представителей данного семейства, составляла около 98,0%.

Таблица 36

Учтенная биомасса камбал зал. Терпения ($KY=0,5$) по результатам снюрреводной съемки в июле 2024 г.

Вид	Биомасса, т	Доля, %
Желтоперая	36800	97,970
Четырехбугорчатая	554	1,475
Звездчатая	118	0,314
Длиннорылая	68	0,181
Малорот Стеллера	22	0,059
Южная палтусовидная	0,6	0,002
Сахалинская	0,02	+
Суммарно:	37562,62	100,0

Данное доленое соотношение впоследствии используется для оценки величины возможного изъятия камбал на 2025 г. с учетом видов прилова.

Методы, основанные на промысловых данных. Перед тем, как перейти к анализу динамики запасов желтоперой камбалы зал. Терпения коротко охарактеризуем размерно-возрастную структуру ее промысловых снюрреводных уловов в последние годы.

Изменения, происходившие в размерно-возрастном составе снюрреводных уловов в 2017–2024 гг., также как и для донных траловых уловов в период съемок, косвенно свидетельствуют о постепенном росте ресурсов желтоперой камбалы. Так, в 2005-2013 гг. [Золотов и др., 2014] и в 2017 г. (рис. 120) основу уловов составляли 5–9-и годовики (рис. 121), размером 22–30 см, чей вклад составлял около 70–80%. Средняя длина в этот период варьировала в пределах 25,4–28,4 см.

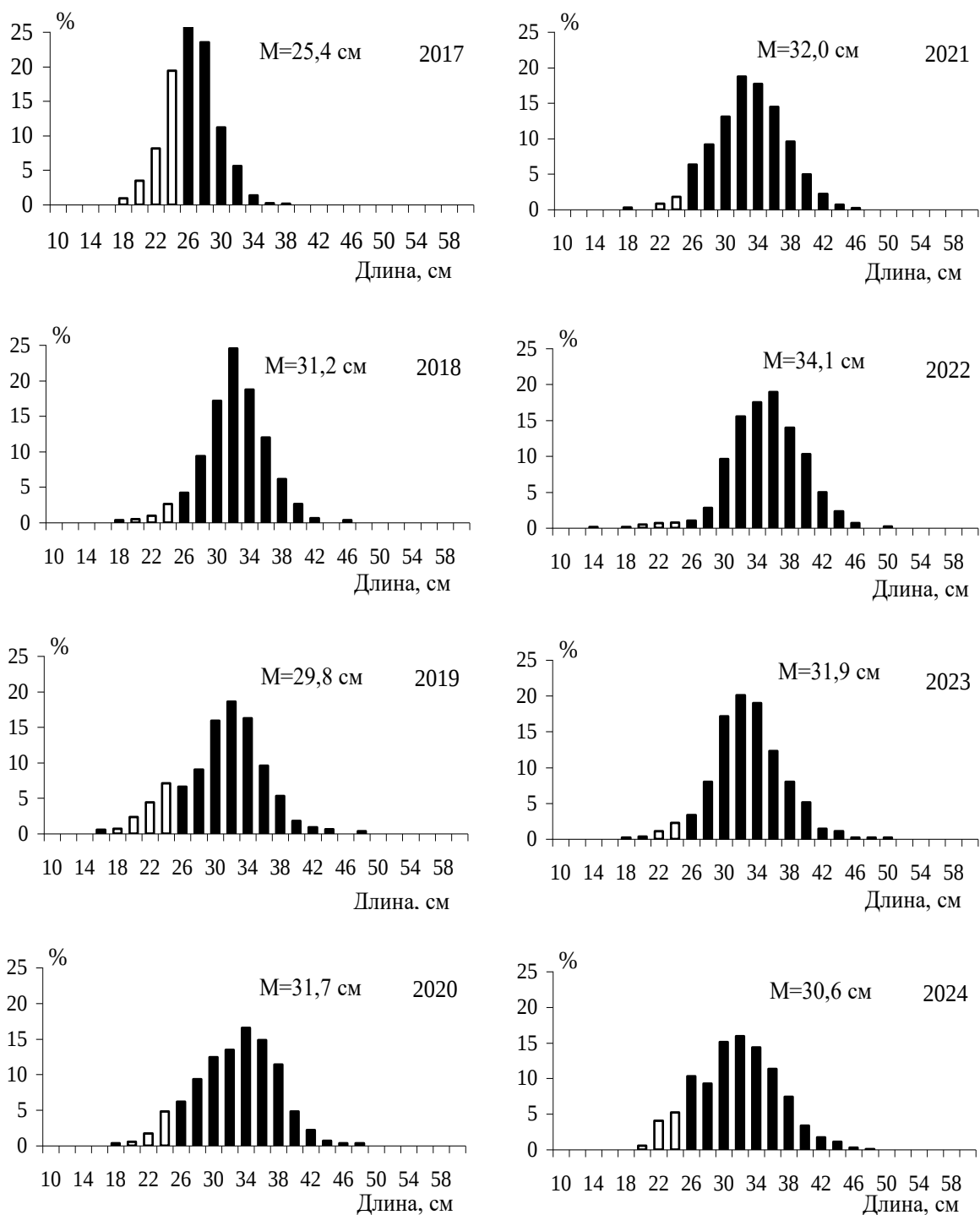


Рис. 120. Размерный состав промысловых снюрреводных уловов желтоперой камбалы зал. Терпения в 2017–2024 гг. Указана средняя длина рыб в уловах. Белым цветом на гистограмме выделены особи непромыслового размера

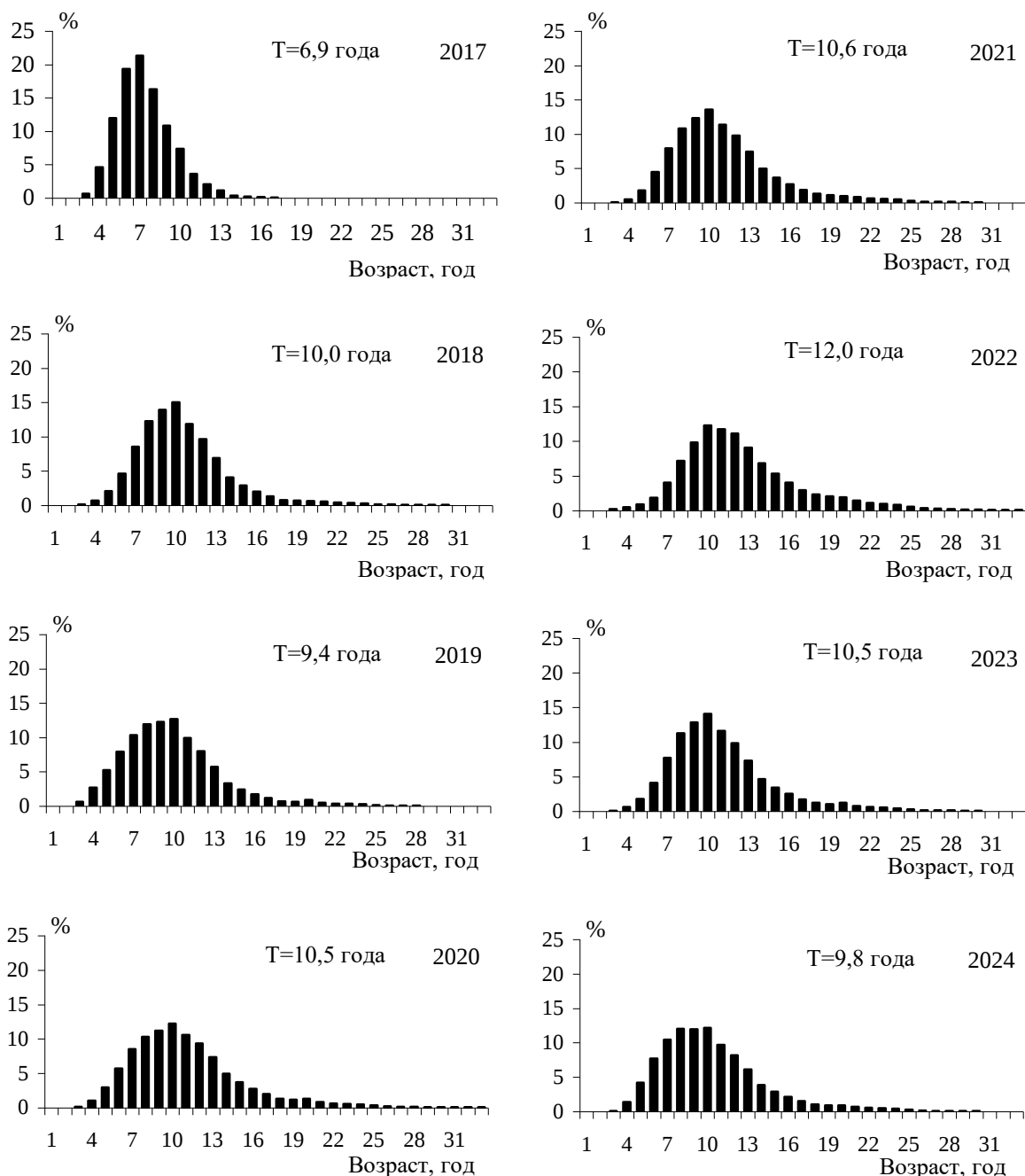


Рис. 121. Возрастной состав промысловых снюрреводных уловов желтоперой камбалы зал. Терпения в 2017–2024 гг. Указан средний возраст рыб в уловах

В 2018–2024 гг. наблюдалось постепенное увеличение средней длины и возраста желтоперой камбалы в уловах, до 9–12 лет и 29,8–34,0 см, соответственно. Доминировали особи длиной 26–36 см, возрастом 7–11 лет, на долю которых приходилось около 55–62% от общей численности. В 2014 г. Средний вклад непромысловых рыб в уловы за эти годы не превысил 6,5%.

Анализ многолетних изменений среднего возраста (рис. 122) желтоперой камбалы в промысловых уловах [Золотов, 2024] показал, что в 2018–2024 гг. этот показатель характеризовался самыми высокими значениями

на всем историческом этапе наблюдений, что также косвенно свидетельствует о позитивных тенденциях в динамике запасов данной популяции.

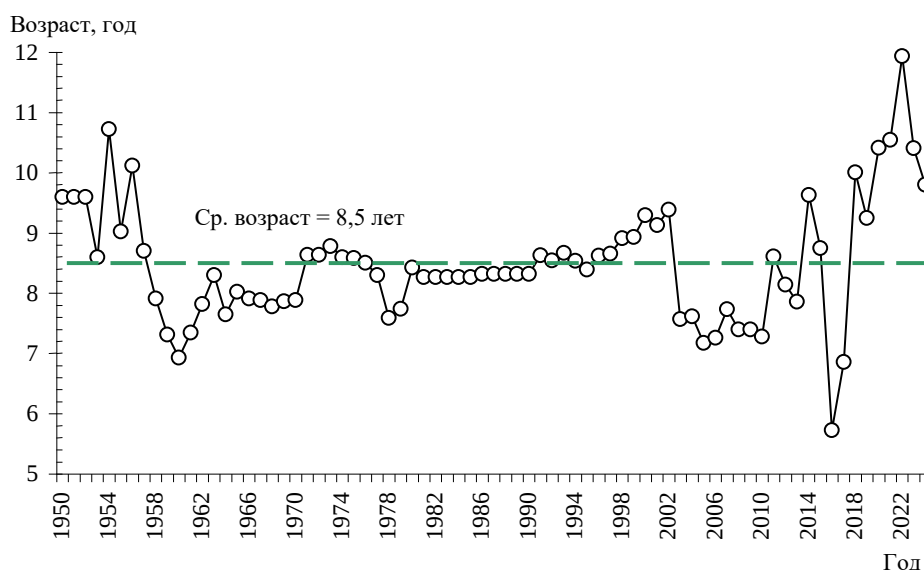


Рис. 122. Многолетняя динамика среднего возраста желтоперой камбалы зал. Терпения в промысловых уловах. Пунктирной линией показан средний возраст

О позитивных изменениях, происходящих в группировке желтоперой камбалы зал. Терпения, свидетельствует и динамика уловов на усилие для судов типа МРС (улов на судосутки промысла, рис. 123). Как можно видеть, величина улова на судосутки превышала уровень максимальных значений в середине 1990-х гг., когда после десятилетнего запрета промысел камбал был возобновлен. В 2023-2024 гг. средняя величина улова на усилие для судов ООО «Рыбак» оценивалась на уровне 13,4-14,7 т, и была приблизительно в 1,5-1,8 раза выше оценок уловов на усилие в 2010-2015 гг.

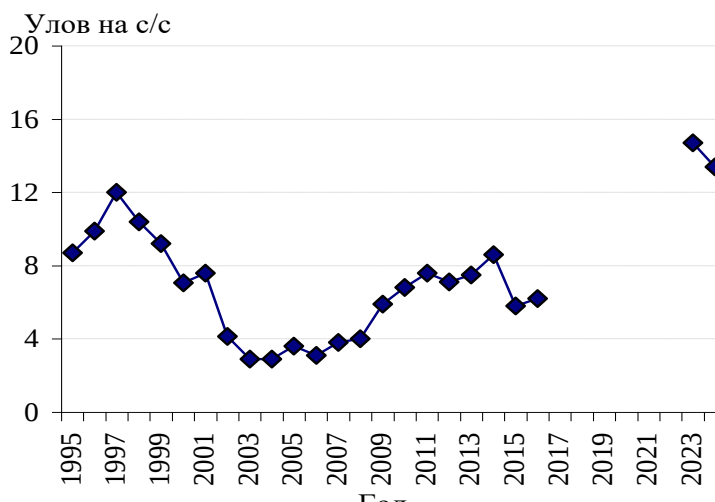


Рис. 123. Многолетняя динамика уловов на усилие (улов на судосутки промысла одного судна класса МРС) в 1995-2024 гг.

В качестве основного метода ретроспективного анализа динамики численности желтоперой камбалы зал. Терпения был выбран метод ВПА.

В качестве входной информации для модели использовали:

- матрицу уловов (тыс. экз.) по возрастам (от 4 до 17 полных лет) и годам промысла (от 1950 до 2024 г.);
- среднегодовы значения массы (рис. 124), доли половозрелых рыб и доли рыб промыслового размера по возрастам, рассчитанных по данным полных биологических анализов (ПБА), актуализированные в соответствии с результатами исследований последних лет [Золотов, 2024];
- мгновенные коэффициенты естественной смертности по возрастным группам, рассчитанные с учетом предельной наблюдаемой продолжительности жизни желтоперой камбалы зал. Терпения (37 лет), по результатам возрастных определений возраста по отолитам.

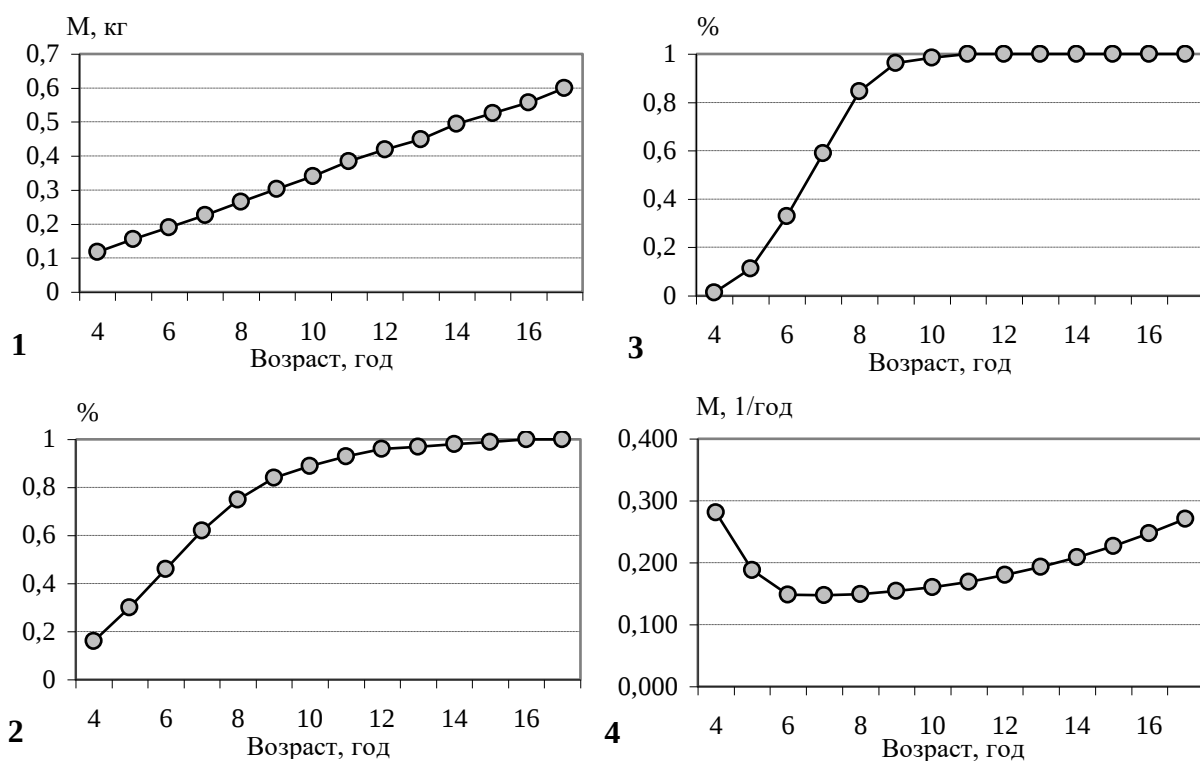


Рис. 124. Параметры, используемые при ретроспективной оценке биомассы желтоперой камбалы зал. Терпения методом ВПА. 1 – масса рыб по возрастным группам, 2 – доля половозрелых рыб, 3 – доля рыб, достигших промыслового размера (более 25 см по АС), 4 – мгновенные коэффициенты естественной смертности

Многолетняя ретроспективная динамика нерестовой (SSB) и промысловой (FSB) биомассы желтоперой камбалы зал. Терпения представлена на рисунках 125, 126.

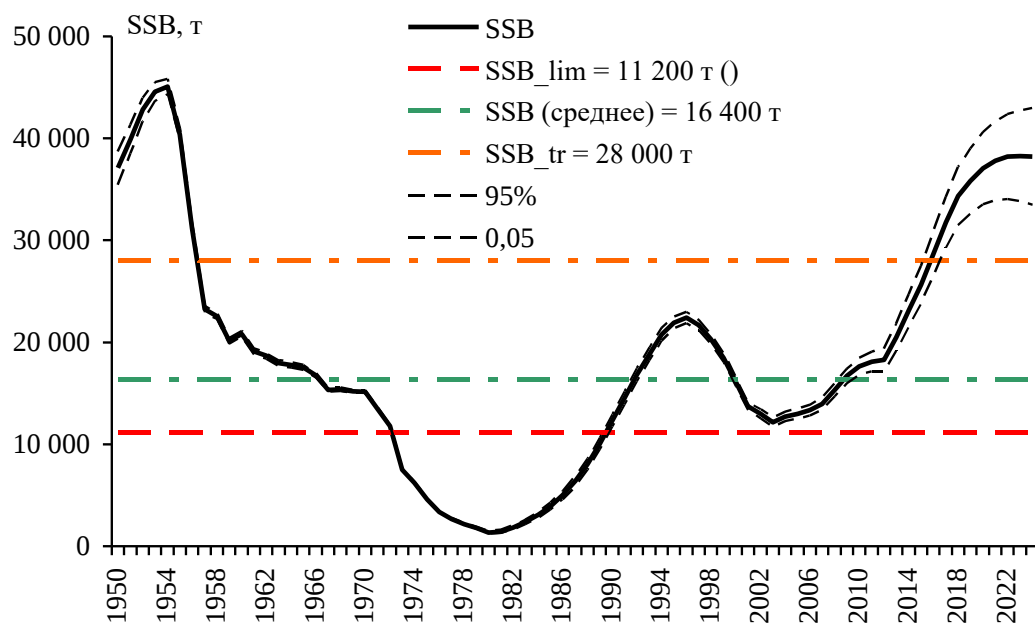


Рис. 125. Многолетняя динамика нерестовой биомассы желтоперой камбалы зал. Терпения по результатам когортного моделирования (ВПА). Дополнительно показаны граничный и целевой ориентиры по нерестовой биомассе

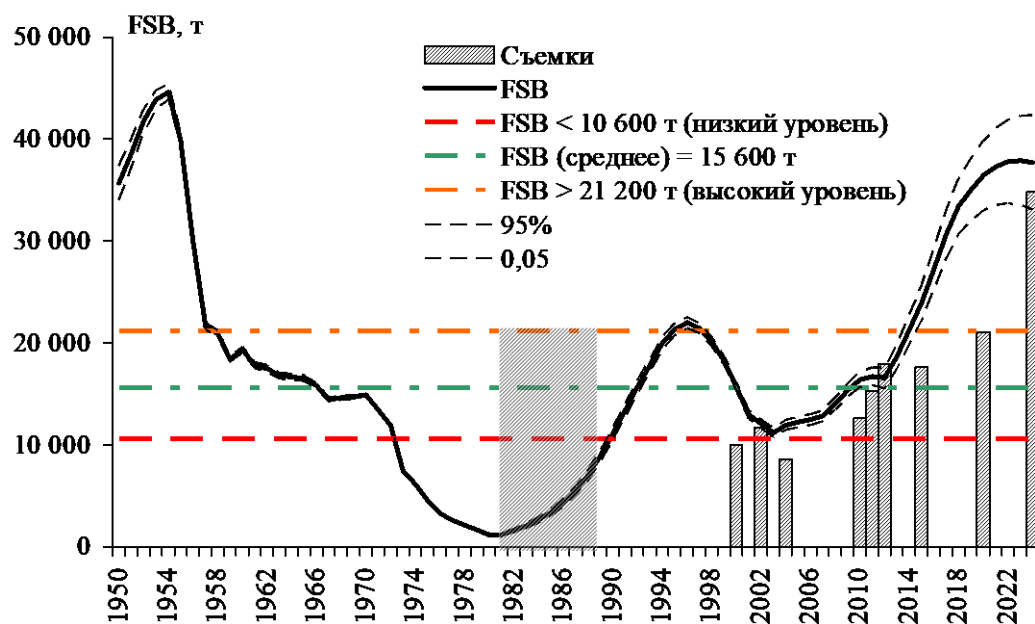


Рис. 126. Многолетняя динамика промысловой биомассы желтоперой камбалы зал. Терпения по результатам когортного моделирования (ВПА) в сопоставлении с данными донных траловых съемок. Оценки по траловым съемкам приведены к дате 1 января. В 2024 г. приведены результаты снюрреводной съемки. Штриховкой выделен период запрета промысла

Как можно видеть, после периода высокого уровня запасов в 1950–1960-х гг., под влиянием естественных причин и промысла, биомасса популяции постепенно снижалась. В середине 1970-х гг. ее величина достигла критических значений, уловы резко снизились и в 1980 г. был введен запрет промысла, который продлился десять лет.

Согласно модельным расчетам, после 2006 г. численность поколений в возрасте 4 года (R_4), вступающих в промысловую часть популяции, была выше среднееголетнего уровня и постепенно увеличивалась (рис. 127). В результате, нерестовая и промысловая биомасса к началу 2022 г. возросла до 35–38 тыс. т, что сопоставимо с периодом высокого уровня запаса, который наблюдался в 1950-е гг.

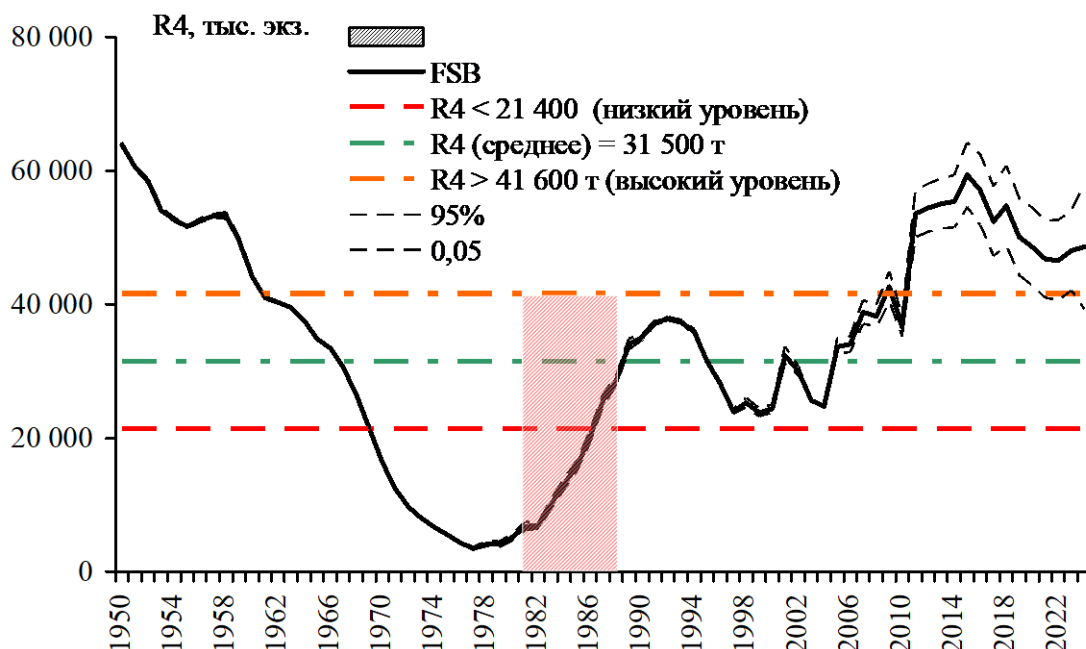


Рис. 127. Многолетняя динамика пополнения желтоперой камбалы зал. Терпения в возрасте 4 года (R_4), тыс. экз. Штриховкой выделен период запрета промысла

Оценки нерестовой и промысловой биомассы желтоперой камбалы зал. Терпения на 2024 г., полученные методом ВПА и используемые в дальнейших расчетах составили $38,2 \pm 4,8$ и $37,7 \pm 4,6$ тыс. т, соответственно.

В заключение данного раздела приведем результаты оценки запасов желтоперой камбалы зал. Терпения с использованием когортной модели «Синтез» (рис. 128). В обосновании в качестве базовой модели, и в силу традиционности, используется ВПА, но, сопоставимые результаты могут быть получены и с использованием альтернативной модели. Как можно видеть, как в плане определения долговременных тенденций в ретроспективной динамике промысловой биомассы, так и в оценке ее современного уровня, обе модели дают практически идентичный результат.

Промысел. В многолетнем плане основной вклад в годовые уловы камбал Восточного Сахалина всегда обеспечивал зал. Терпения. Начало полномасштабного промыслового освоения запасов желтоперой камбалы этого района относится к первой половине 1950-х гг. (рис. 129). Максимальный вылов пришелся на 1955–1956 гг., когда было добыто 17,3 и 16,3 тыс. т соответственно, причем уловы основного промыслового вида – желтоперой камбалы составляли более 90% по биомассе [Золотов и др., 2014].

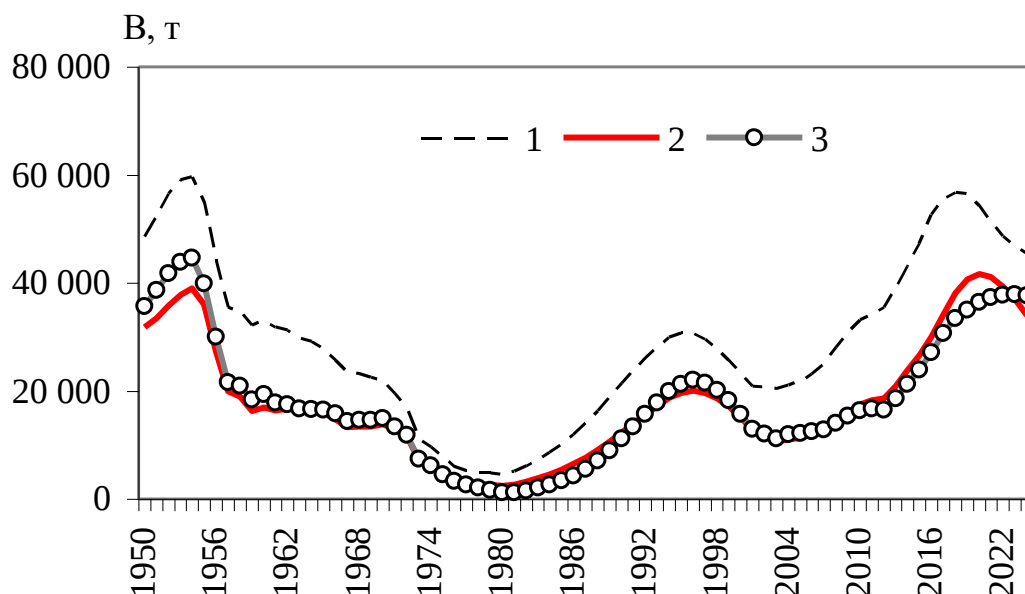


Рис. 128. Результаты оценки запасов желтоперой камбалы зал. Терпения по моделям ВПА и «Синтез». 1 – общая биомасса («Синтез»), 2 – промысловая биомасса («Синтез»), 3 – промысловая биомасса (ВПА)

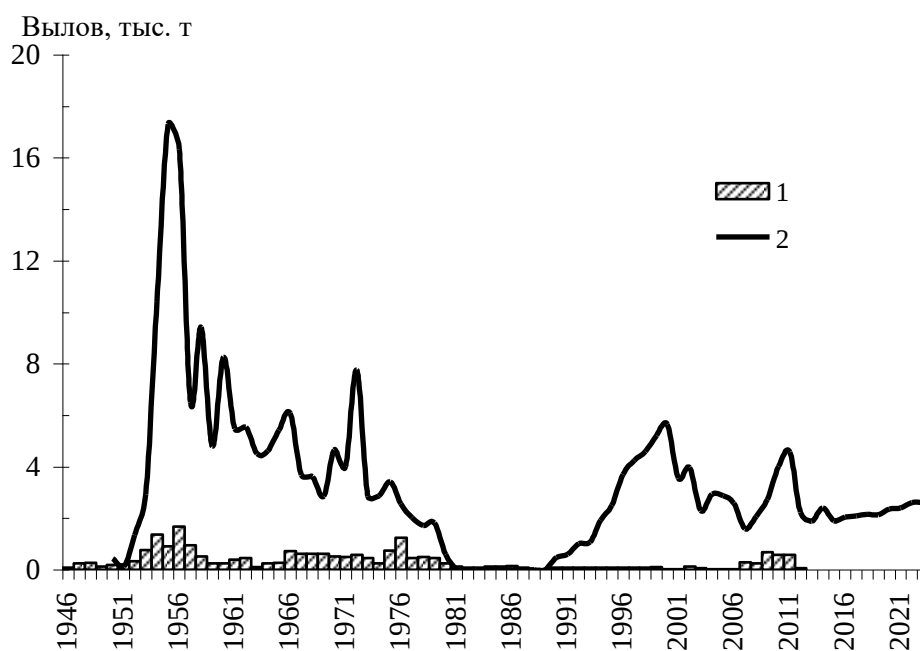


Рис. 129. Годовые уловы камбал Восточного Сахалина, 1 – зал. Анива, 2 – зал. Терпения

По мере развития промысла, на фоне постепенного снижения запасов, годовые уловы камбал залива уменьшались – до 4,6 тыс. т в 1960–х, и до 2,9 тыс. т в среднем в год – в 1970-х гг. К началу 1980-х гг. промысловая и нерестовая биомасса желтоперой камбалы достигла критической отметки – менее 10 тыс. т, что послужило причиной десятилетнего запрета промысла камбал в зал. Терпения.

В 1990-е гг. после возобновления промысла годовые уловы камбал зал. Терпения постепенно увеличивались от 0,47 тыс. т в 1990 г. до 5,6 тыс. т в 2000 г., что было обусловлено ростом запасов желтоперой камбалы.

В последнее десятилетие, после возвращения камбал Восточно-Сахалинской подзоны в Перечень видов ВБР, на которые устанавливается ОДУ, общий улов камбал в зал. Терпения изменялся от 1,9 тыс. т – в 2015 г. до 2,62 тыс. т – в 2022 г. и, в среднем, составил 2,47 тыс. т (табл. 37). Освоение допустимых уловов варьировало в пределах 80-98%, и в среднем было на очень высоком уровне – 92%. При этом, следует заметить, что, если уровень промыслового запаса в период с 2015 по 2024 г. приближённо увеличился в 1,6 раза (рис. 126-128), то ОДУ возрос лишь на 15% – с 2,3 до 2,648 тыс. т, что вряд ли свидетельствует о рациональном подходе к освоению ресурсов камбал зал. Терпения.

Таблица 37

**ОДУ, вылов и освоение ОДУ камбал в Восточно-Сахалинской подзоне
в 2015-2024 гг.**

Год	ОДУ, тыс. т	Вылов, тыс. т	Освоение, %
2015	2,300	1,90	82,6
2016	2,350	1,99	84,7
2017	2,540	2,34	92,1
2018	2,200	2,14	97,3
2019	2,200	2,12	96,4
2020	2,450	2,35	95,9
2021	2,600	2,40	92,3
2022	2,686	2,62	97,5
2023	2,687	2,60	96,8
2024	2,648	2,14	80,8
Среднее:	2,47	2,26	91,5

Прогнозирование состояния запаса

Оценка численности и биомассы желтоперой камбалы зал. Терпения на 2025-2026 гг. выполнена с помощью обращенной вперед когортной процедуры, с учетом данных представленных на рисунке 124.

Ключевую роль при прогнозировании состояния запаса с некоторой заблаговременностью играет оценка пополнения.

Для оценки возможной величины пополнения желтопёрой камбалы была построена марковская матрица вероятности [Хилборн, Уолтерс, 2001], для чего результаты расчетов ВПА в парах «нерестовый запас-пополнение R4» были разбиты на интервалы с высоким, средним и низким уровнем и подсчитаны доли по времени нахождения нерестового запаса и продуцируемого пополнения в каждом из интервалов. Всего проанализирована 71 пара «FSB-R4». В результате рассчитана вероятность появления поколения определенной урожайности при том, или ином уровне нерестового запаса, результаты представлены в таблице 38.

Таблица вероятности для пополнения желтоперой камбалы зал. Терпения

Биомасса нерестового запаса SSB, тыс. т	Численность пополнения (R4), млн рыб.		
	Низкий уровень $R4 \leq 21,4$	Средний уровень $21,4 < R4 \leq 41,6$	Высокий уровень $41,6 < R4$
Низкий уровень $SSB \leq 11,2$	$\frac{58,8\% (n=10)}{9,0 \pm 3,5 \text{ млн рыб}}$	$\frac{41,2\% (n=7)}{33,7 \pm 3,5 \text{ млн рыб}}$	–
Средний уровень $11,2 < SSB \leq 21,6$	$\frac{20,0\% (n=7)}{9,0 \pm 3,1 \text{ млн рыб}}$	$\frac{57,1\% (n=20)}{31,5 \pm 2,4 \text{ млн рыб}}$	$\frac{22,9\% (n=8)}{53,8 \pm 3,4 \text{ млн рыб}}$
Высокий уровень $21,6 < SSB$	–	$\frac{26,3\% (n=5)}{32,4 \pm 7,3 \text{ млн рыб}}$	$\frac{73,7\% (n=14)}{50,1 \pm 3,1 \text{ млн рыб}}$

Примечание: В таблице указаны: над чертой – вероятность появления поколения с данным уровнем численности; в скобках – число результатов пересечения «FSB – R4», для данного интервала; под чертой – средняя численность пополнения с учетом 95%-ого доверительного интервала

Если принять во внимание, что в 2014–2016 гг. величина нерестового запаса желтоперой камбалы зал. Терпения находилась на уровне выше 30 тыс. т, то, в соответствии с результатами, представленными в таблице 38, с вероятностью 67,0% в 2025–2026 гг. можно предполагать, что величина пополнения промыслового запаса R4 будет соответствовать среднему уровню для этого диапазона SSB и его оценка составит 50,1 млн экз. Однако с учетом неопределенности и в соответствии с основными положениями «предосторожного подхода» [Бабаян, 2000], в прогнозе состояния запаса данная величина использована с учетом нижней границы 95%-ого интервала доверительной вероятности: $R4 = 50,1 - 3,1 = 47,0$ млн экз.

Вылов камбал Восточно-Сахалинской подзоны в 2024 г. составил 2,138 тыс. т. С учетом долевого соотношения промысловых видов камбал в уловах снюрреводной съемки в июле 2024 г., современный вклад желтоперой камбалы оценён на уровне 98%. Таким образом, величина вылова желтоперой камбалы в 2024 г. оценивается на уровне $2,138 \cdot 0,98 = 2,095$ тыс. т. Эта величина и заложена в прогноз. Вылов желтоперой камбалы в 2025 г. заложен на уровне расчетного ОДУ этого вида, определенного при подготовке корректировки ОДУ на 2025 г. – 4,5 тыс. т.

Окончательный расчет численности и биомассы желтоперой камбалы зал. Терпения, в рамках подготовки материалов, обосновывающих ОДУ камбал Восточно-Сахалинской подзоны на 2026 г., выполнен с помощью обращенной вперед когортной процедуры, с учетом предположений, описанных выше, и коэффициентов естественной смертности, представленных на рисунке 124. Как можно видеть (табл. 39), ожидается, что к 2026 г. промысловая биомасса составит 35,6 тыс. т, нерестовая – 36,3 тыс. т, что соответствует высокому уровню запаса.

Таблица 39

Результаты оценки численности и биомассы желтоперой камбалы залива Терпения на 2025 г.

	Возраст на начало года														Вылов, т
2024	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Численность на начало года, ВПА, тыс. экз.	48624	35591	28012	23609	20421	17146	15079	11091	9143	6846	4392	3283	2445	1747	2085*
Мгновенный коэффициент естественной смертности М, 1/год	0,281	0,188	0,149	0,147	0,149	0,154	0,161	0,169	0,180	0,193	0,209	0,227	0,247	0,270	
Мгновенный коэффициент промысловой смертности F, 1/год	0,002	0,010	0,022	0,036	0,048	0,057	0,067	0,073	0,075	0,076	0,076	0,076	0,076	0,076	
Годовой коэффициент выживания с учетом промысла	0,753	0,821	0,843	0,833	0,821	0,810	0,797	0,785	0,775	0,764	0,753	0,739	0,724	0,708	
2025															4 500
Численность на начало года, ВПА, тыс. экз.	47000	36620	29220	23609	19665	16763	13882	12015	8704	7082	5232	3306	2427	1771	
Мгновенный коэффициент естественной смертности М, 1/год	0,281	0,188	0,149	0,147	0,149	0,154	0,161	0,169	0,180	0,193	0,209	0,227	0,247	0,270	
Мгновенный коэффициент промысловой смертности F, 1/год	0,005	0,021	0,048	0,077	0,103	0,123	0,143	0,157	0,162	0,163	0,163	0,163	0,163	0,163	
Годовой коэффициент выживания с учетом промысла	0,751	0,812	0,821	0,799	0,777	0,758	0,738	0,721	0,710	0,701	0,690	0,678	0,664	0,649	
2026	Суммарно:														220403
Численность на начало года, ВПА, тыс. экз.	47000	35298	29737	24003	18871	15275	12704	10244	8667	6181	4962	3610	2240	1611	
Средняя масса, кг	0,118	0,156	0,190	0,226	0,266	0,303	0,340	0,385	0,419	0,449	0,495	0,526	0,557	0,600	
Доля промысловых рыб, %	0,013	0,113	0,330	0,589	0,845	0,962	0,986	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
Промысловая биомасса, т	73	621	1863	3197	4241	4454	4257	3944	3632	2775	2456	1899	1248	967	35627
Доля половозрелых рыб, %	0,160	0,300	0,460	0,620	0,750	0,840	0,890	0,930	0,960	0,970	0,980	0,990	1,000	1,000	
Нерестовая биомасса, т	887	1652	2599	3363	3765	3888	3844	3668	3486	2692	2407	1880	1248	967	36346

Примечание: *- вылов желтоперой камбалы указан по состоянию на 01.12.2024 г. 6056 т

Определение биологических ориентиров

Корректировка утверждённого на 2026 г. ОДУ камбал Восточно-Сахалинской подзоны выполнена в рамках «предосторожного подхода» к управлению промысловыми запасами рыб [Бабаян, 2000], который предполагает дифференцированный выбор уровня эксплуатации в зависимости от текущего состояния популяции.

Целью (стратегией) управления промыслом камбал Восточно-Сахалинской подзоны можно обозначить обеспечение возможности промысловой эксплуатации на уровне, не ограничивающем возможности к расширенному воспроизводству и поддержанию биомассы их запасов на оптимальном уровне.

Основные подходы к определению граничных и целевых ориентиров управления промыслом желтоперой камбалы зал. Терпения были разработаны еще при подготовке материалов, обосновывающих ее ОДУ на 2015-2016 г., и с учетом результатов ретроспективной оценки ее запасов [Золотов и др., 2014]. В текущем обосновании эти подходы сохранены, однако сами ориентиры управления были подвергнуты ревизии и актуализированы с учетом биологической информации, собранной специалистами отраслевых научно-исследовательских институтов в 2017-2024 гг.

В качестве граничного ориентира по промысловой смертности F_{lim} , определяющего рубеж, за которым возрастает риск перелова по росту, взят параметр $F_{0,1-max} = 0,39$, определенный аналитическим методом по кривой улова на рекрута (рис. 130), или в терминах коэффициента эксплуатации $U = 32,2\% \approx 32\%$. Данный подход допустим [Бабаян, 2000].

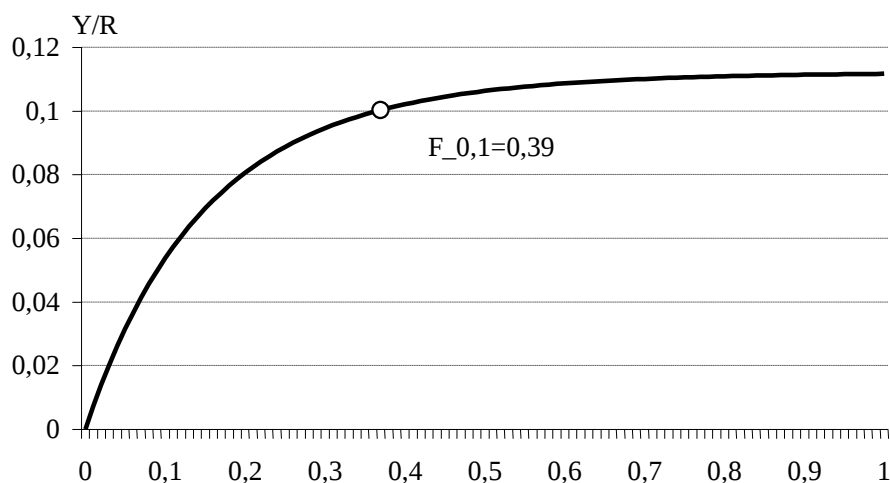


Рис. 130. Зависимость улова на рекрута Y/R (кг/экз.) для группировки желтоперой камбалы зал. Терпения от промысловой смертности F

Целевые ориентиры по биомассе и промысловой смертности определили в рамках основных принципов реализации предосторожного подхода при дефиците исходной информации [Бабаян, 2000].

Целевой ориентир по нерестовой биомассе SSB_{tr} , при превышении которого возможно максимальное изъятие, определили, как произведение

значения SSB/R , соответствующего параметру F_{med} (мгновенному коэффициенту промысловой смертности, при котором относительный прирост биомассы нерестового запаса за счет пополнения в половине наблюдаемых случаев компенсирует его убыль от естественных причин и промысла) на среднегодовую величину пополнения $R(4)$, определенную для современного периода высокого уровня запаса в 2011-2024 гг. $R(4) = 53,4$ млн экз.

Не останавливаясь подробно на методике определения F_{med} , напомним, что этот параметр оценивается по углу наклона прямой линии разделяющей облако точек «запас–пополнение» пополам и равновесной зависимости SSB/R (рис. 131) от промысловой смертности F [Бабаян, 2000]. Согласно нашим расчетам, величина F_{med} для желтоперой камбалы зал. Терпения составила 0,183 или, в терминах коэффициента эксплуатации, $U = 16,7 \approx 17\%$.

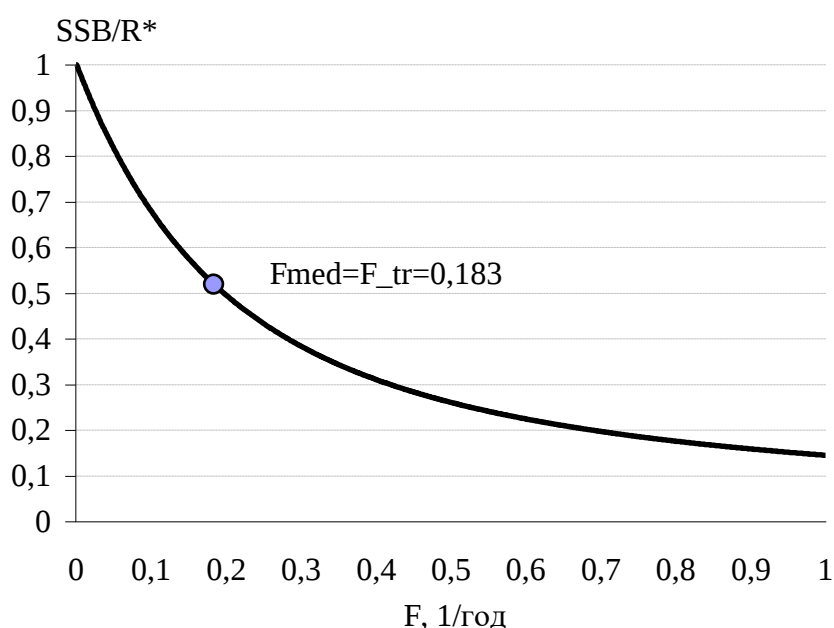


Рис. 131. Нормированная зависимость нерестовой биомассы на рекрута для группировки желтоперой камбалы зал. Терпения от промысловой смертности F

Согласно расчетам, величина SSB/R , соответствующая F_{med} , для северной желтоперой камбалы залива Терпения составила 0,52, тогда оценка целевого ориентира по нерестовой биомассе составляет $SSB_{tr} = 0,52 * 53,4 = 27,8 \approx 28$ тыс. т.

В качестве граничного ориентира по нерестовой биомассе SSB_{lim} целесообразно принять значение, эквивалентное оценке, при которой был снят запрет промысла в конце 1980-х гг., после чего группировка благополучно восстановила свою численность (рис. 125), с учетом верхней границы 95%-ого интервала доверительной вероятности, эта величина составляет 10,0 тыс. т. При снижении биомассы производителей ниже этого уровня, рекомендуется ограничить промысел до минимума. Поскольку, даже в такие периоды, необходимо резервировать некоторую часть ресурсов для сбора научной и промысловой биостатистики, оценим допустимый уровень изъятия в этом случае в 0,1% от целевого уровня промысловой смертности [Бабаян, 2000]. В итоге $U_{lim} = 0,1 * 17\% = 1,7\% \approx 2\%$.

Обоснование правила регулирования промыслом

В аналитической форме правило регулирования промысла желтоперой камбалы Восточно-Сахалинской подзоны, может быть сформулировано следующим образом:

$$\left. \begin{aligned} u &= 2,0\%, \text{ при } SSB \leq 100 \text{ тыс. т} \\ u &= 0,833 SSB - 6,33 \text{ при } 100 \text{ тыс. т} < SSB \leq 280 \text{ тыс. т} \\ u &= 17,0\% \text{ при } SSB > 280 \text{ тыс. т} \end{aligned} \right\}$$

где SSB – общая биомасса, U – коэффициент эксплуатации.

В графической форме то же самое ПРП имеет вид (рис. 132).

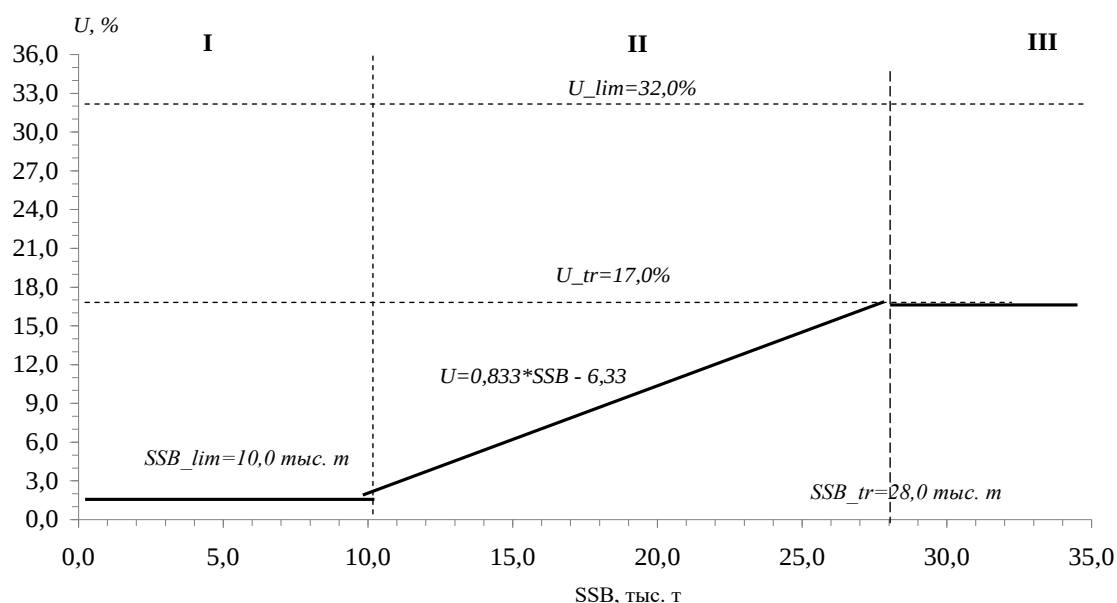


Рис. 132. ПРП желтоперой камбалы зал. Терпения

Обоснование рекомендованного объёма ОДУ

Предположим, что величина нерестовой биомассы желтоперой камбалы зал. Терпения на 2026 г. будет соответствовать уровню 36,3 тыс. т. Эта оценка выше целевого ориентира по биомассе и соответствует области эксплуатации без ограничений. Рекомендуемый уровень промыслового изъятия на 2026 г. составляет $U = 17\%$ (рис. 131).

При оценке промысловой биомассы желтоперой камбалы на 2026 г. равной 35,6 тыс. т, объем ее допустимого изъятия мог бы быть скорректирован до уровня $35,6 \cdot 0,17 = 6,052 \approx 6,05$ тыс. т. Поскольку, с учетом сложившейся структуры промысла и современного видового состава камбал в уловах (табл. 36), средняя доля желтоперой камбалы в годовом вылове в зал. Терпения оценивается на уровне 98%, то общий объем ОДУ камбал Восточно-Сахалинской подзоны, с учетом видов прилова, в 2026 г. предлагается увеличить $ОДУ = 6,05 / 0,98 = 6,17 \approx 6,2$ тыс. т.

Анализ и диагностика полученных результатов

Протестировали выбранную стратегию управления промыслом, целью которой является минимизация экологического вреда от эксплуатации и

обеспечение максимально возможного изъятия при данном уровне воспроизводства, для чего провели анализ использования выбранного ПРП на перспективу методами моделирования. При расчетах поведения запаса полагали, что до 2028 г. величина пополнения R_4 будет соответствовать уровню 47,0 млн. экз. Вылов определяли исходя из сформулированного ПРП. Результаты представлены на рисунке 133.

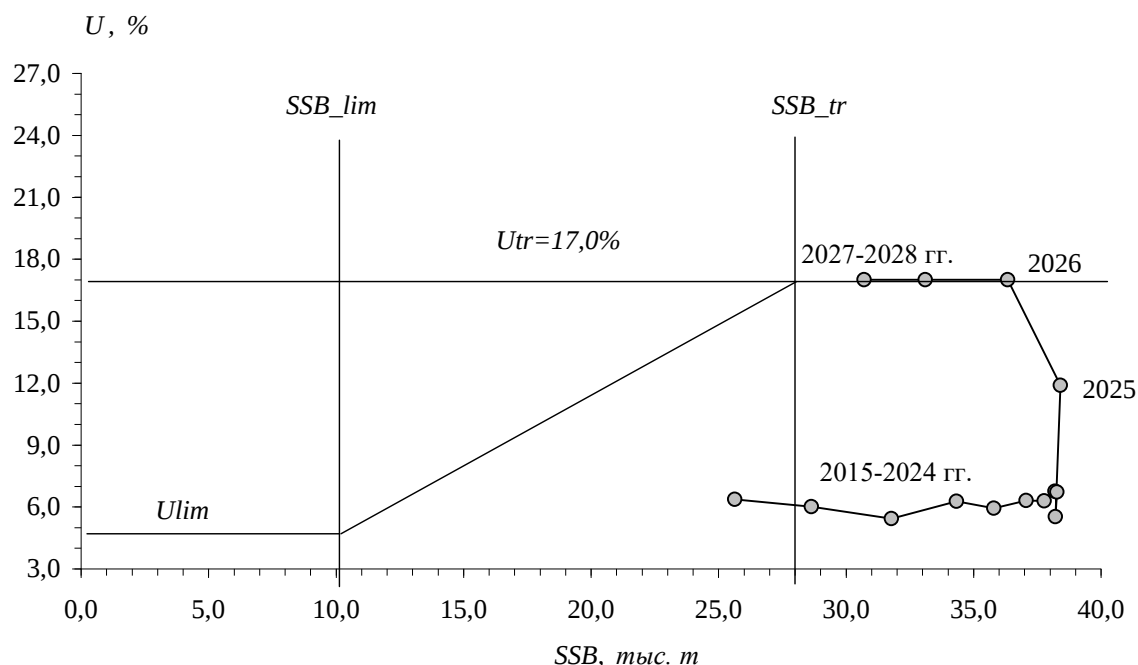


Рис. 133. Результаты тестирования ПРП желтоперой камбалы Восточно-Сахалинской подзоны в 2025–2028 гг., в предположении, что величина ОДУ будет определяться согласно принятому ПРП. Значения изъятия в 2025 г. определены с учетом предлагаемой корректировки – 4,5 тыс. т

Как можно видеть, текущий уровень запасов желтоперой камбалы зал. Терпения позволит до 2028 г. эксплуатировать его с максимальной интенсивностью, при этом уровень нерестовой биомассы будет выше целевого ориентира управления.

Также, в рамках оценки вероятности наступления неблагоприятных последствий для запаса на прогнозный период, связанных с его эксплуатацией, был проведен анализ рисков превышения параметром F граничного ориентира F_{lim} , что иногда ассоциируется с переловом по росту [Бабаян, 2000].

Для решения этой задачи использовалось программное обеспечение «ТАС», разработанное в «КамчатНИРО», которое, на основе расчетов когортными методами, при сепарабельном представлении промысловой смертности, позволяет получить оценки вероятности «выхода» параметров смертности и нерестовой биомассы за пределы граничных ориентиров управления промыслом. Для нахождения статистических характеристик оцениваемых параметров в ПО используется метод Монте-Карло.

Согласно полученным результатам (рис. 134), вероятность превышения параметром F граничного ориентира F_{lim} на прогнозный 2026 г. не превышает рекомендованного уровня $\alpha=0,1$ [Бабаян, 2000].

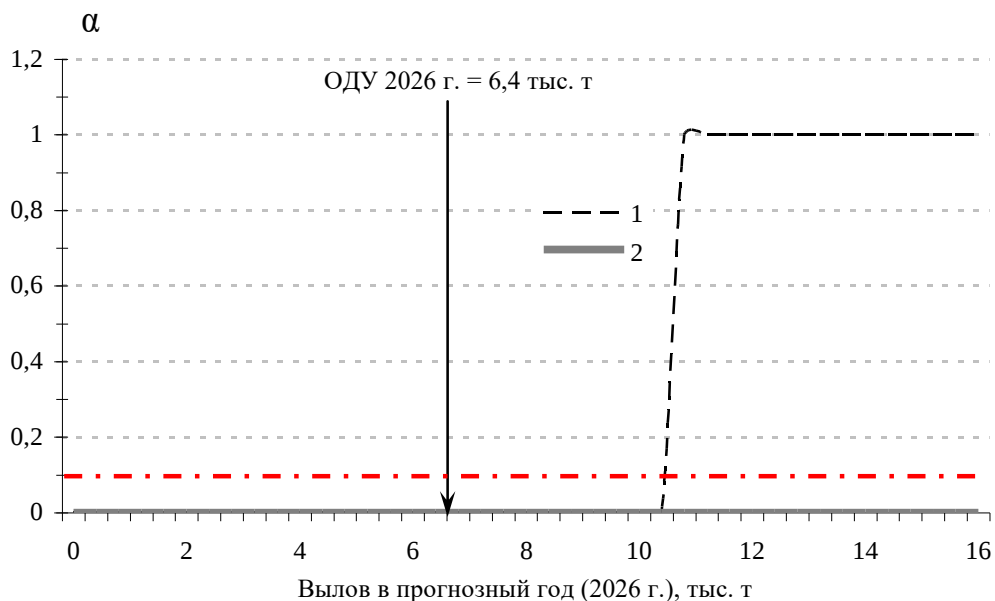


Рис. 134. Вероятность (α) превышения параметром F граничного ориентира $F_{lim}(1)$ на прогнозный 2026 г., пополнение в прогнозные годы составляет 47,0 млн экз. Вылов в 2025 г. установлен на уровне откорректированного ОДУ (4,5 тыс. т – для желтоперой камбалы)

При этом, риски превышения допустимого порогового значения вероятности $\alpha=0,1$ в 2026 г. наступают при вылове желтоперой камбалы свыше 10,0 тыс. т, что при нынешнем состоянии промысла маловероятно.

С учетом изложенного, **ОДУ камбал дальневосточных в Восточно-Сахалинской подзоне в 2026 г.** предлагается установить на уровне **6,200 тыс. т.**

61.06 - Зона Японское море

61.06.2 - Западно-Сахалинская подзона

Исполнитель: Ким Сен Ток («СахНИРО»)

Куратор: А.А. Смирнов (ФГБНУ «ВНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения

Для оценки запасов желтоперой камбалы Татарского пролива, в работе использован ряд архивных данных по размерно-возрастному составу промысловых уловов с 1994 по 2024 гг.

Возраст желтоперой камбалы определяли по отолитам. Информация по вылову и динамике уловов на усилия в 2003–2024 гг. приведена, согласно данным судовых суточных донесений (ССД) и промысловой статистики, представленной в Отраслевой системе мониторинга (ОСМ) Росрыболовства.

Несмотря на то, что во второй половине 2000-х гг. произошло сокращение запасов основного промыслового вида – желтоперой камбалы *Limanda aspera*, оценка ОДУ основана на определении изъятия именно этого

массового вида. Допустимый прилов других видов камбал определялся по их соотношению в промысловых снюрреводных уловах.

Для сравнения оценок запаса желтоперой камбалы привлечены материалы 18 донных траловых съемок в Татарском проливе на НИС «Дмитрий Песков» (2000–2005, 2007–2011, 2017 гг.), «Профессор Пробатов» (2013 г.), НИС «Бухоро» (2015, 2018 гг.) и НИС «Владимир Сафонов» (2020, 2022, 2024 гг.). Наблюдения выполняли донными тралами различных конструкций с горизонтальным раскрытием 20–27,1 м. Коэффициент уловистости для камбал принят равным 0,5 [Борец, 1997].

Научные съемки проводили в разные сезоны года с февраля по сентябрь–октябрь. Данные расчетов биомасс были приведены к началу года исследований с учетом промысла и естественной убыли до даты проведения учетных работ.

В целом, согласно приказу Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104, информационная обеспеченность прогноза соответствует I уровню.

Обоснование выбора методов оценки запаса

Имеющиеся многолетние данные по возрастному составу, годовому вылову, уловам на усилие, скорости полового созревания, естественной смертности, результатам учетных съемок позволяют осуществить оценку запасов с помощью когортных моделей и сопоставить ее с данными прямых учетов.

Результаты исследований дают возможность выделить ориентиры управления промыслом желтоперой камбалы для формирования правила его регулирования (ПРП) на основе «принципа предосторожности» [Бабаян, 2000].

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Методы прямого учета. Всего на шельфе и материковом склоне западного Сахалина отмечено 23 вида камбал. Течения и рельеф дна Татарского пролива исключают существование географических изоляционных барьеров и, поэтому, можно предположить существование здесь единого комплекса камбал. Однако, на отдельных участках имеются отличия в видовом составе и структуре камбаловых сообществ.

Наиболее значимым видом в уловах в северной части Татарского пролива всегда была желтоперая лиманда. По данным траловых съемок её доля в общей биомассе достигала 62% [Тарасюк, 1997]. У юго-западного Сахалина доля желтоперой камбалы в эти периоды была не столь весома – 6–19%. Для сравнения, доля япономорской палтусовидной камбалы *Hippoglossoides dubius* соответствовала 30–40%. Значительную часть общей биомассы представителей сем. *Pleuronectidae* в районе составляли виды, которых можно отнести к потенциально промысловым – это колючая *Acanthopsetta nadeshnyi* и сахалинская *Limanda sakhalinensis* камбалы.

Согласно информации учетных съемок, доля желтоперой камбалы в общей биомассе от 2005 к 2013 гг. сократилась с 25,0 до 9,7% и, в среднем, соответствовала 15,4%. В 2020, 2022 и 2024 гг. она составила 11,4, 10,6 и 9,0%, соответственно.

Промысловая биомасса желтоперой камбалы в восточной части Татарского пролива по данным траловых съемок составила 3,0 тыс. т в мае–июне 2015 г. и 2,9 тыс. т в августе–сентябре 2017 г. Согласно наблюдениям, выполненным в июне-июле 2018 г., июне 2020 г. и мае-июне 2022 г. биомасса желтоперой камбалы соответствовала 7,2, 7,6 и 3,8 тыс. т. В сентябре-октябре 2024 г. промысловый запас вида рассчитан в объеме 2,48 тыс. т. При этом, основные скопления рыб были приурочены к Чехово-Ильинскому мелководью, а концентрации в северной части Татарского пролива, традиционном районе ее размножения, оказались незначительными.

Методы, основанные на промысловых данных. В настоящее время камбал у западного Сахалина в основном ловят снюрреводами. Изменения, происходившие в размерно-возрастном составе снюрреводных уловов в 2002–2012 гг., отражали снижение запасов желтоперой камбалы западного Сахалина. Если в 2002–2004 гг. основу уловов (58–65%) составляли 6–9-годовики длиной 26–32 см, то в 2005–2006 гг. доминировали 5–8-годовики размером 24–30 см (75–85%), а в 2009–2012 гг. – 4–7-годовики длиной 22–26 см (68–87%). Средний возраст рыб за этот период снизился с 7,9 до 6,4 года, средняя длина – с 30,0 до 26,8 см. Доля особей непромыслового размера, которая в начале десятилетия составляла около 5%, к 2009 г. увеличилась до 71%. Омоложение популяции подтверждали данные траловых уловов, согласно которым средняя длина желтоперой камбалы с 2003 г. по 2009 г. снизилась от 28,7 см до 22,2 см, средний возраст – от 7,3 до 4,5 лет. Доля особей непромыслового размера, возросла с 10,3% до 76%.

В связи с существенным снижением промысловой части стада камбал, их вылов в подзоне был уменьшен более, чем в 4 раза – с 2,24 до 0,53 тыс. т., а с 2015 г. освоение данного объекта вновь было переведено в режим ОДУ. В результате численность рыб возросла, средняя длина увеличилась (рис. 135).

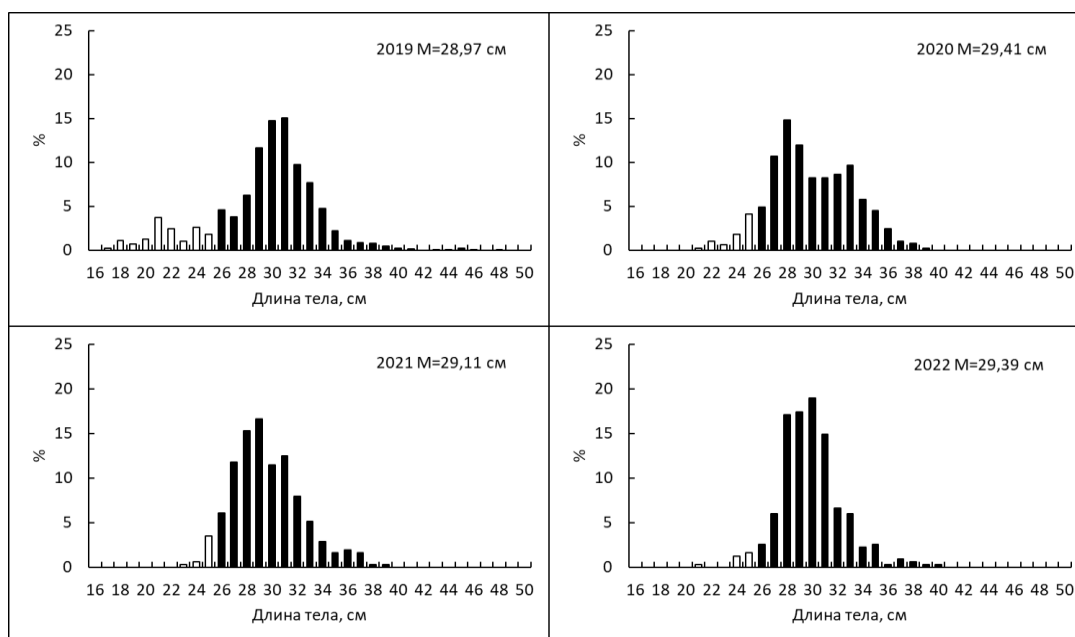


Рис. 135. Размерный состав промысловых снюрреводных уловов желтоперой камбалы у западного Сахалина в 2019–2022 гг. Особи непромыслового размера выделены на гистограмме белым цветом

В 2019–2022 гг. в уловах снюрревода преобладали рыбы в возрасте 6–9 и 12 лет длиной 28–36 см. Доля непромысловых особей варьировалась от 1 до 13%. Средняя длина желтоперой камбалы составила 29,0–32,1 см, средний возраст 9–10 лет (рис. 135 и 136).

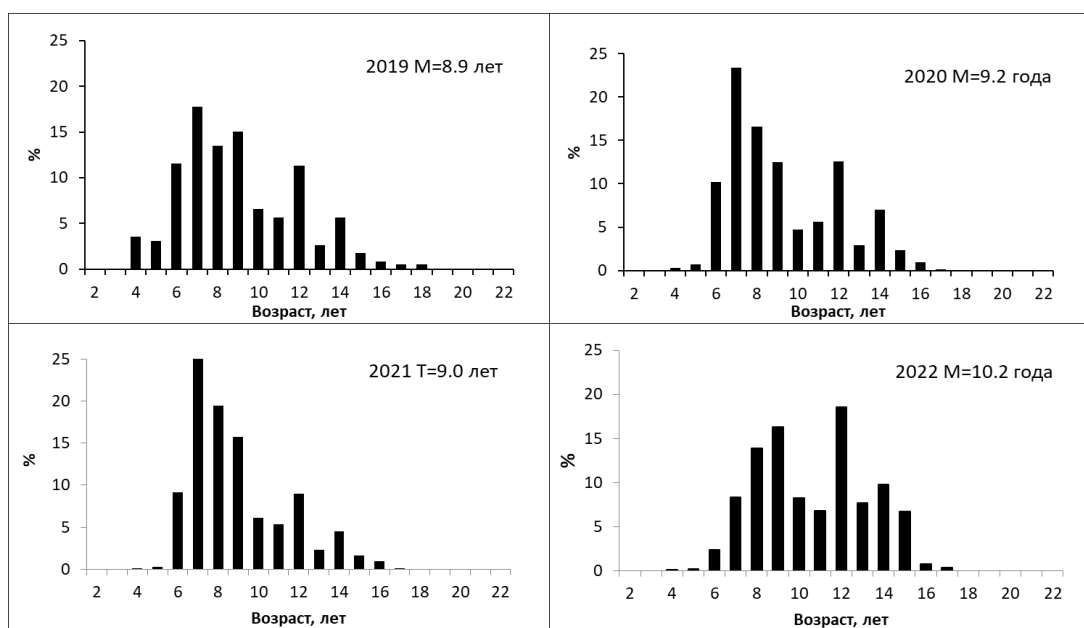


Рис. 136. Возрастной состав промысловых снюрреводных уловов желтоперой камбалы западного Сахалина в 2019–2022 гг.

Согласно информации траловых съемок, в 2018, 2020 и 2022 гг. средний размер желтоперой камбалы в траловых уловах соответствовал 27,6, 28,5 и 30,7 см, средний возраст – 8,3, 8,9 и 11,1 года. В 2024 г. ее средняя длина составила 29,8 см, средний возраст – 11,3 лет (рис. 137 и 138).

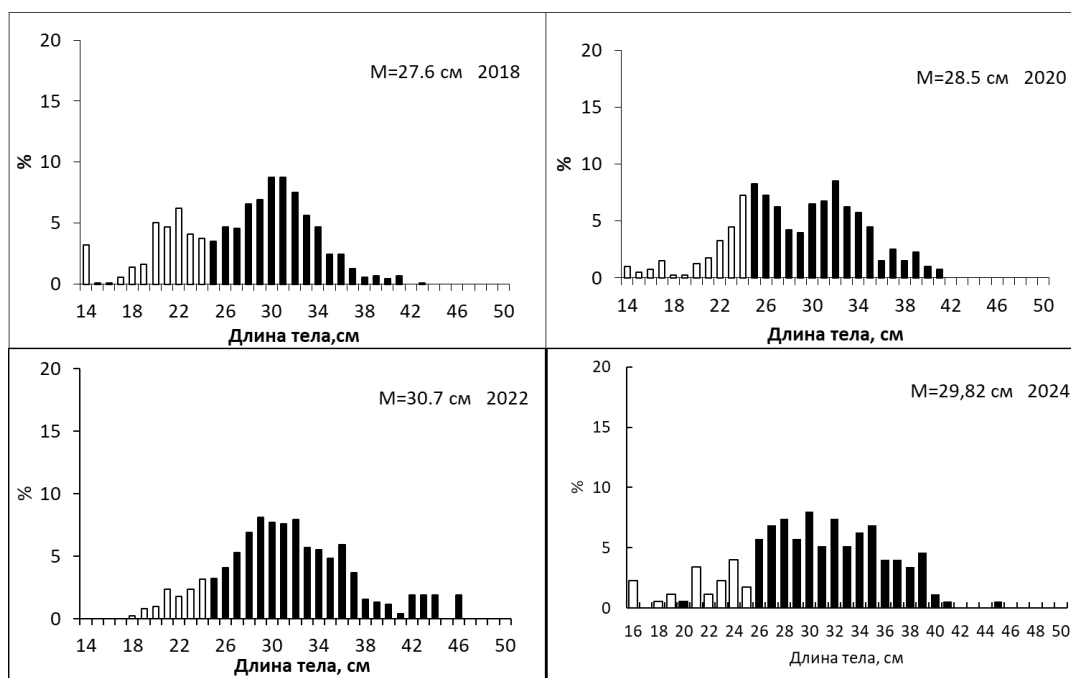


Рис. 137. Размерный состав желтоперой камбалы западного Сахалина из траловых уловов 2018, 2020, 2022 и 2024 гг. Особи непромыслового размера выделены белым цветом

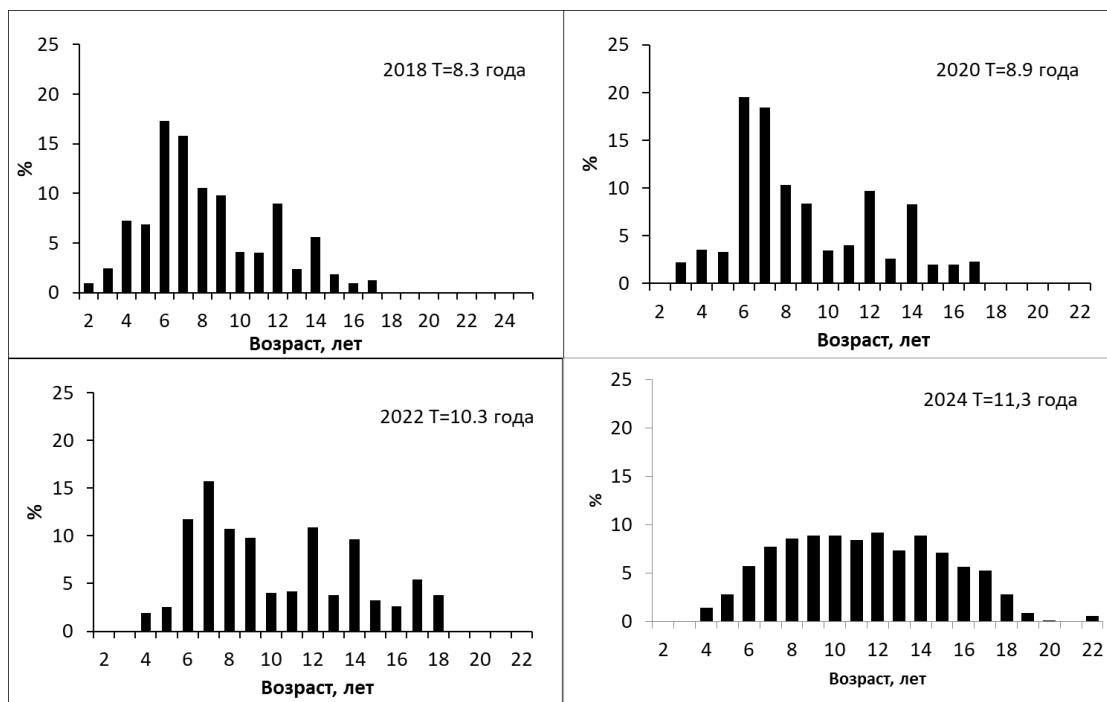


Рис. 138. Возрастной состав желтоперой камбалы западного Сахалина из траловых уловов в 2018, 2020, 2022 и 2024 гг.

Методы когортного анализа. Согласно приказу Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104, I уровень информационного обеспечения прогноза обязывает к проведению всесторонней аналитической оценки состояния запаса и обоснования ОДУ желтоперой камбалы в Западно-Сахалинской подзоне с использованием структурированных моделей эксплуатируемого запаса (когортные модели).

Решением рабочей группы по методам математического моделирования (РГМ), принятом в 2015 г., в перечень моделей этого типа для использования в процедуре оценки запасов и ОДУ, наряду с моделями XSA, TISVPA и др., уже прошедшими тестирование и многолетнюю апробацию в рамках ИКЕС и других научных рыбохозяйственных организаций, была включена модель «Синтез» [Ильин и др., 2014]. Наряду с другими известными моделями, с 2019 г. она рекомендована для оценки запасов приоритетных видов водных биологических ресурсов отечественного рыболовства [Методические рекомендации, 2018].

Модель «Синтез» успешно используется с 2013 г. Она относится к числу статистических когортных моделей с сепарабельным представлением промысловой смертности, учитывает специфику рыбопромысловой статистики и позволяет получить детальное описание динамики возрастной структуры оцениваемого запаса. Имеет значительные сходства с такими общеизвестными моделями, как «CAGEAN» [Deriso et al, 1985], «ICA» [Patterson, 1994] и др. [Quinn and Deriso, 1999]. Алгоритм модели реализован в одноименной компьютерной программе, разработанной в «КамчатНИРО».

Принимая во внимание опыт использования данной модели, наличие программного обеспечения, а также тот факт, что в 2015 г. она прошла

тестирование и рекомендована РГМ для применения, из перечня возможных моделей для оценки запаса и обоснования ОДУ была выбрана модель «Синтез».

Ввиду того, что промысел камбал в подзоне осуществляется снюрреводами, при подготовке обобщенной матрицы уловов по возрастам учитывался годовой вылов этим орудием лова. С учетом размерно-возрастного состава уловов формировалась суммарная матрица уловов.

В качестве входной информации для модели использованы:

- матрица уловов (тыс. экз.) по возрастам (от 3 до 16 полных лет) и годам промысла (с 1994 по 2024 г.);

- среднемноголетние значения индивидуальной массы, доли половозрелых рыб и доли рыб промыслового размера по возрастам, рассчитанные по данным полных биологических анализов (ПБА);

- мгновенные коэффициенты естественной смертности по возрастным группам, по результатам определений возраста по отолитам.

В качестве настроечных индексов для модели использовали уловы на единицу промыслового усилия (т/судосутки) судами типа МРС в 2003–2024 гг., а также – данные учетных траловых съемок о биомассе промыслового запаса 2007–2024 гг. (рис. 139).

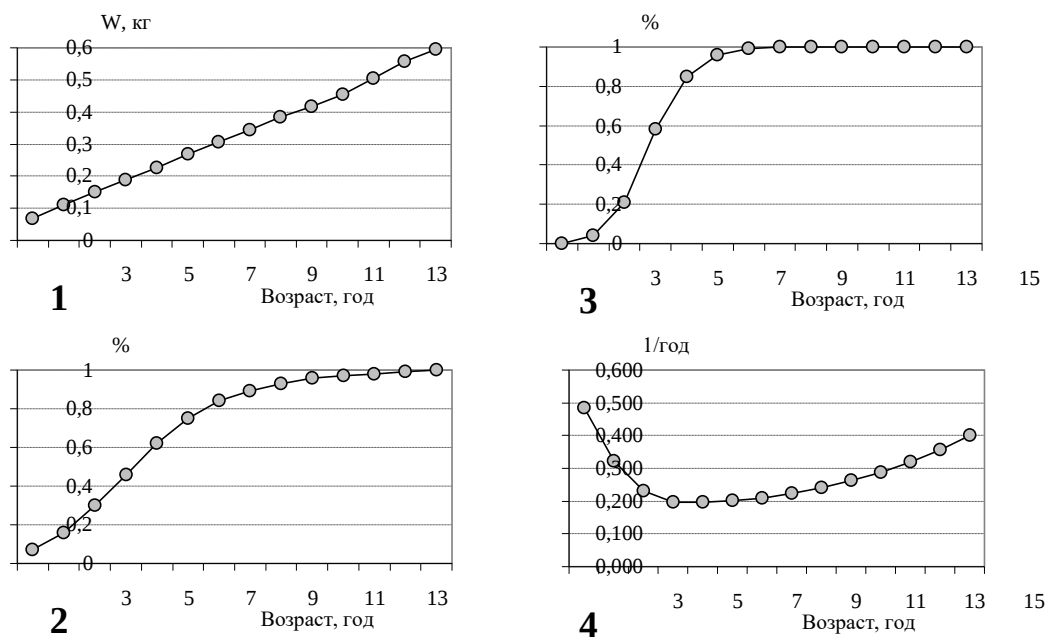


Рис. 139. Параметры, используемые при ретроспективной оценке биомассы желтоперой камбалы западного Сахалина при моделировании. 1 – масса рыб по возрастным группам, 2 – доля половозрелых рыб, 3 – доля рыб, достигших промыслового размера (более 25 см и более по АС), 4 – мгновенные коэффициенты естественной смертности

Многолетняя ретроспективная динамика нерестовой (SSB), общей (TSB) и промысловой (FSB) биомассы, а также пополнения (R3) желтоперой камбалы западно-сахалинских вод по данным модельных расчетов представлены на рисунках 140-142. Наиболее высокий уровень запасов был отмечен в начале 90-х гг. прошлого столетия. Затем, под влиянием естественных причин и промысла

биомасса популяции снизилась. В дальнейшем последовал некоторый подъем и последующее снижение в последнее десятилетие.

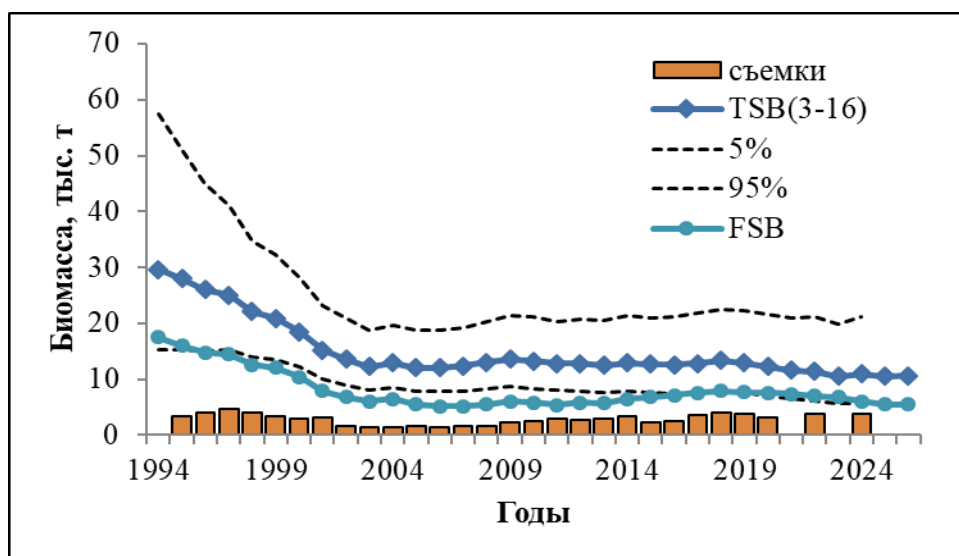


Рис. 140. Модельная динамика промысловой (FSB) и общей (TSB) биомассы желтоперой камбалы западного Сахалина с доверительными интервалами. На 2025–2026 гг. представлены прогнозные значения

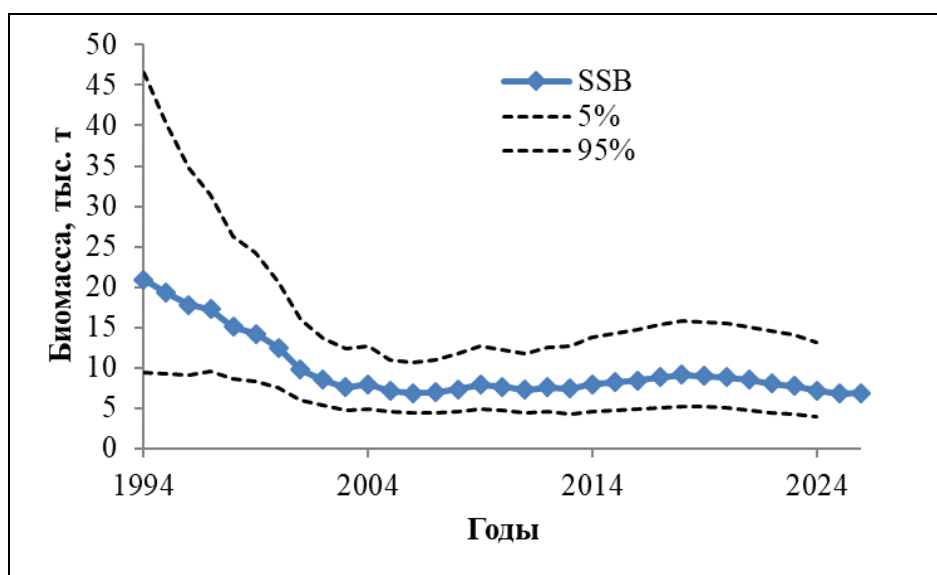


Рис. 141. Динамика нерестовой биомассы SSB желтоперой камбалы западного Сахалина с доверительными интервалами. На 2025–2026 гг. представлены прогнозные значения

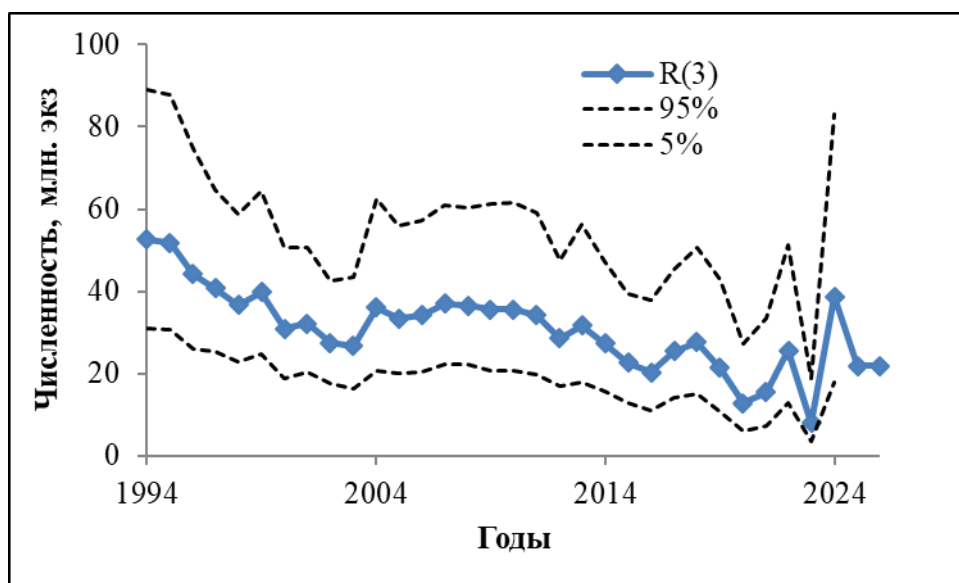


Рис. 142. Модельная динамика пополнения (R3) желтоперой камбалы западно-сахалинских вод с доверительными интервалами. На 2025–2026 гг. представлены прогнозные значения

В последние 10 лет колебания биомассы составили: нерестовой – 7,2–9,1 тыс. т, общей – 10,5–13,3 тыс. т, промысловой – 6,0–7,9 тыс. т. Величина пополнения в этот период варьировала от 8,0 млн экз. до 38,7 млн экз.

Модельные оценки нерестовой, промысловой и общей биомассы желтоперой камбалы западно-сахалинских вод на начало 2024 г. составили 7,2, 6,0 и 10,9 тыс. т, соответственно. Данные величины использованы при прогнозе состояния запаса и оценки ОДУ на 2026 г. Для этого определялись коэффициенты промысловой смертности по возрастам на 2025 г., исходя из предполагаемого на этот год общего вылова (равен величине ОДУ). Впоследствии, на основе параметров, представленных на рисунке 139, были получены значения общей и нерестовой биомассы на прогнозный год.

Промысел. Масштабный промысел камбал у западного Сахалина был организован в середине 1940-х гг. Лов производили на двух традиционных участках, северном и южном. Основную промысловую нагрузку несла желтоперая лиманда, составившая основу промысла в первом районе, а во втором – облавливалась совместно с другими видами камбал.

Максимальные уловы были отмечены на начальном этапе промысла. На северном участке наибольший годовой вылов был зафиксирован в 1944 г. – 10,1 тыс. т, на южном – в 1953 г. – 12,7 тыс. т. В среднем в 50-е гг. прошлого столетия в восточной части Татарского пролива в течение года добывали 7,2 тыс. т представителей сем. *Pleuronectidae*.

Впоследствии, в соответствии с естественной динамикой запасов камбал и воздействием промысла, их уловы постепенно уменьшились и в среднем составляли: в 1960-е гг. – 2,6 тыс. т, в 1970-е – 1,7 тыс. т, в 1980-е – 2,1 тыс. т, в 1990-е – 1,9 тыс. т в год.

В связи с сокращением запасов желтоперой камбалы на северо-западном участке в 2003–2014 гг., ее изъятие здесь было крайне незначительным и, в среднем, составляло 3,3% от вылова камбал у западного Сахалина.

Промысел в течение года распадался на два периода: снюрреводный лов летом и траловый промысел на зимовальных скоплениях. Снюрреводный промысел проходил на Чехово-Ильинском мелководье (47°00'–49°00' с.ш.), траловый промысел осуществлялся у юго-западного Сахалина на глубинах 300–700 м [Летунова, Ким, 2023]. Сахалинские предприятия осваивали ресурсы камбал снюрреводами и донными тралами примерно в равной пропорции.

В 2009–2014 гг. произошла смена режима регулирования промысла. Общий допустимый улов (ОДУ) был заменен на рекомендованный вылов (РВ). Одним из главных итогов этого, на фоне снижения запасов камбал Западно-Сахалинской подзоны, стала интенсификация зимне-весеннего тралового промысла. В 2013 г. весь допустимый объем вылова был освоен в период с февраля по апрель и, таким образом, для предприятий, специализирующихся на летнем снюрреводном лове, ресурсов не осталось.

Другим негативным результатом замены ОДУ камбал на РВ стал их значительный перелов в 2009–2014 гг. (табл. 40). Если в 2003–2008 гг. уровень освоения составил от 33 до 66% от ОДУ, то после перехода промысла в режим РВ он варьировался в пределах 104–215%. В среднем за 2009–2014 гг., при допустимом изъятии 7,32 тыс. т, было выловлено на 29% больше – 9,42 тыс. т.

Таблица 40

**Освоение запасов камбал Западно-Сахалинской подзоны в 2003–2024 гг. по данным
ОСМ Росрыболовства**

Год	ОДУ (в 2009–2014 гг. – РВ), т	Вылов, т	Освоение, %
2003	3170	2088	65,9
2004	3230	1935	59,9
2005	2770	1394	50,3
2006	2617	1353	51,7
2007	2520	1032	41,0
2008	2300	756	32,9
2009	2240	2754	122,9
2010	2240	2324	103,8
2011	890	1912	214,8
2012	890	1223	137,4
2013	530	577	108,9
2014	530	632	119,2
2015	1020	620	60,8
2016	810	407	50,2
2017	880	579	65,8
2018	970	470	48,5
2019	1100	632	57,5
2020	1090	931	85,4
2021	1060	991	93,5
2022	1114	573	51,4
2023	1153	903	78,3
2024	1015	974	96,0
Среднее:	1552	1139	73,4

После перевода эксплуатации камбал вновь в режим ОДУ (2015 г.) сначала отмечался недолов рекомендованной величины; затем промысел активизировался и освоение ОДУ в 2021 г. увеличилось до 93,5%. Однако, в 2022 г. вылов составил 573 т при освоении 51,4%. В отличие от камбалы зал. Терпения, желтоперая камбала западно-сахалинских вод не образует крупных стационарных скоплений, поэтому добывающие суда постоянно заняты поиском объекта. В октябре 2020 и 2021 гг. на глубинах 70–80 м сейнеры обнаружили предзимовальные скопления желтоперой камбалы. Уловы были достаточно высокими, общее освоение ОДУ составило 85,4 и 93,5%. В 2022 г. таких скоплений не было. При сопоставимом с прошлым годом промысловым усилием (230, 257 и 240 судосудок) освоение было значительно меньшим.

В 2023 г. суда были на промысле 234 судосудок, а общее изъятие камбал равнялось 903 т, что равно 78,3% от ОДУ (1153 т). В 2024 г. при 197 судосудок общий вылов достиг уже 974 т или 96,0% от ОДУ, равного 1015 т.

Среднесуточный улов желтоперой камбалы в последние 10 лет изменялся в пределах 2,4–3,9 т, при медианном значении 3,1 т. Данный показатель в 2023 г. был наибольшим за последние 5 лет и значительно превышал значение 2022 г. – соответственно, 3,9 и 2,5 т (рис. 143). В 2024 г. улов на усилие оказался примерно равен уровню прошлого года - 3,8 т. Стандартизированный улов на усилие в общих чертах показывал сходную динамику, но его величина в 2024 г. была выше, чем в 2023 г.

В 2019–2022 гг. наибольший вылов *L. aspera* пришелся на октябрь–ноябрь, в 2023 г. наиболее интенсивный промысел осуществлялся в мае–июле, в 2024 г. – в июле–августе (рис. 144).

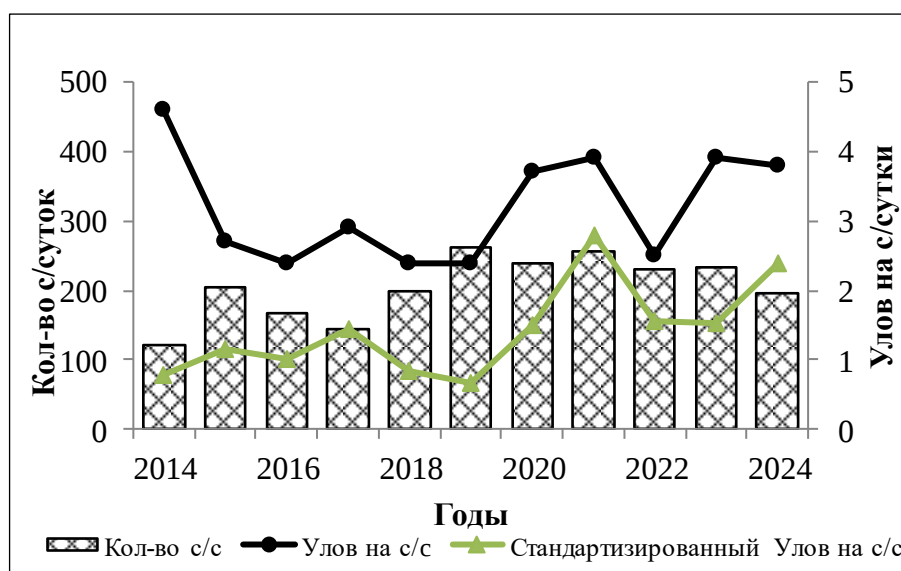


Рис. 143. Промысловые показатели желтоперой камбалы у западного Сахалина в 2014–2024 гг.

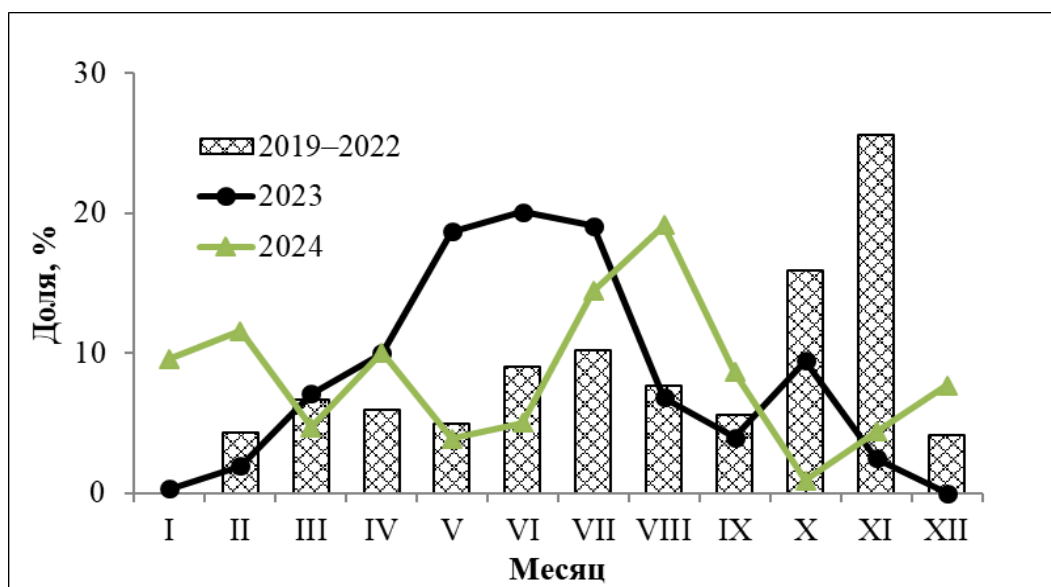


Рис. 144. Годовая динамика вылова камбал у западного Сахалина в 2019–2024 гг.

Определение биологических ориентиров. Обоснование правила регулирования промысла

Оценка ОДУ желтоперой камбалы Западно-Сахалинской подзоны выполнена в рамках «предосторожного подхода» к управлению промысловыми запасами рыб [Бабаян, 2000], который предполагает дифференцированный выбор уровня эксплуатации в зависимости от текущего состояния популяции.

Основным этапом реализации данного подхода является выбор целевых и граничных ориентиров управления промыслом, что позволяет сделать заключение о текущем состоянии запаса и об оптимальном уровне его эксплуатации.

В качестве граничного ориентира по нерестовой биомассе – SSB_{lim} , принята ее минимальная оценка за ретроспективный период. Эта величина составляет 3,52 тыс. т (2009 г.). При снижении биомассы производителей ниже этого уровня, рекомендуется ограничить промысел до минимума.

Граничный ориентир по промысловой смертности $F_{lim}=0,328(1/год)$, определяющий рубеж, за которым возрастает риск перелова по росту, определен по методу Кадди [Caddy, 1998]. Максимум кривой равновесного улова на единицу пополнения значительно превышает величину граничного ориентира (рис. 145). Оценки ориентиров $F_{0.1}$ и $F_{40\%}$ составили 0,3775 и 0,5305(1/год), что выше F_{lim} . Значения F_{msy} и F_{med} соответствовали 0,179 и 0,09(1/год). Исходя из этого, целевой ориентир по промысловой смертности F_{tr} был установлен на уровне $F_{med} - 0,09(1/год)$.

Целевой ориентир по нерестовой биомассе SSB_{tr} , при превышении которого возможно максимальное изъятие, определен, как произведение значения равновесной биомассы на единицу пополнения, соответствующего целевому ориентиру по промысловой смертности (0,328), на среднюю величину численности трехлетних особей в первые 10 лет промысла (21,83 млн экз.). Соответственно этому, $SSB_{tr}=6,8$ тыс. т.

Согласно методике среднесрочного прогнозирования, в рамках предосторожного подхода к управлению промысловыми запасами рыб [Бабаян, 2000], обосновано правило регулирования промысла (ПРП) желтоперой камбалы Западно-Сахалинской подзоны, цель которого являлся вывод запаса на уровень высокой продуктивности и последующая его эксплуатация на этом уровне. Схема ПРП представлена на рисунке 146.

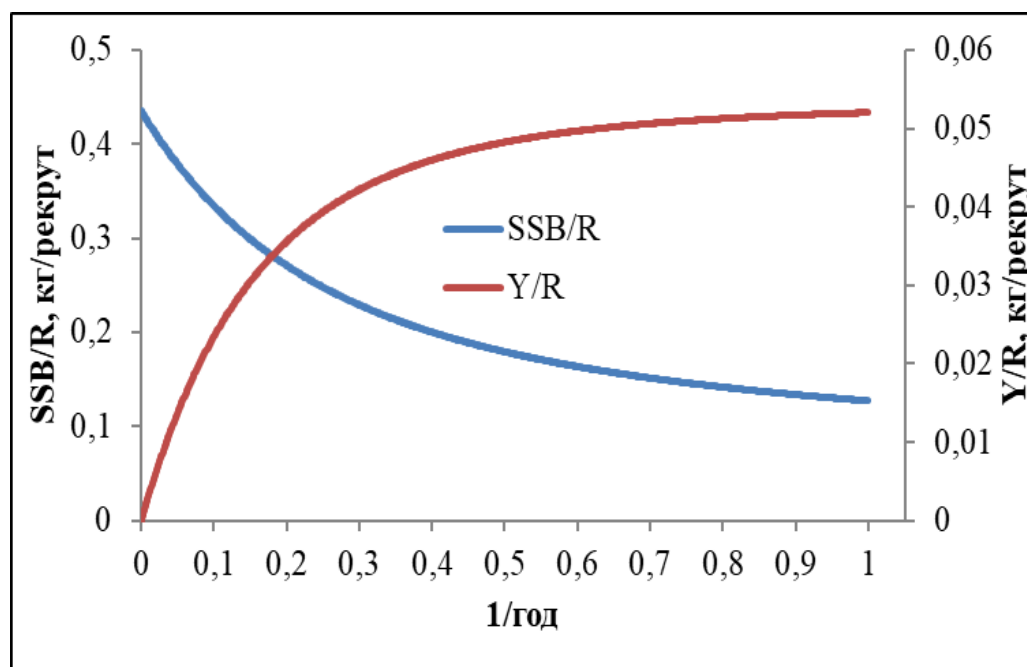


Рис. 145. Зависимость равновесного улова на рекрута Y/R и нерестовой биомассы на рекрута SSB/R от промысловой смертности F для желтоперой камбалы Западно-Сахалинской подзоны

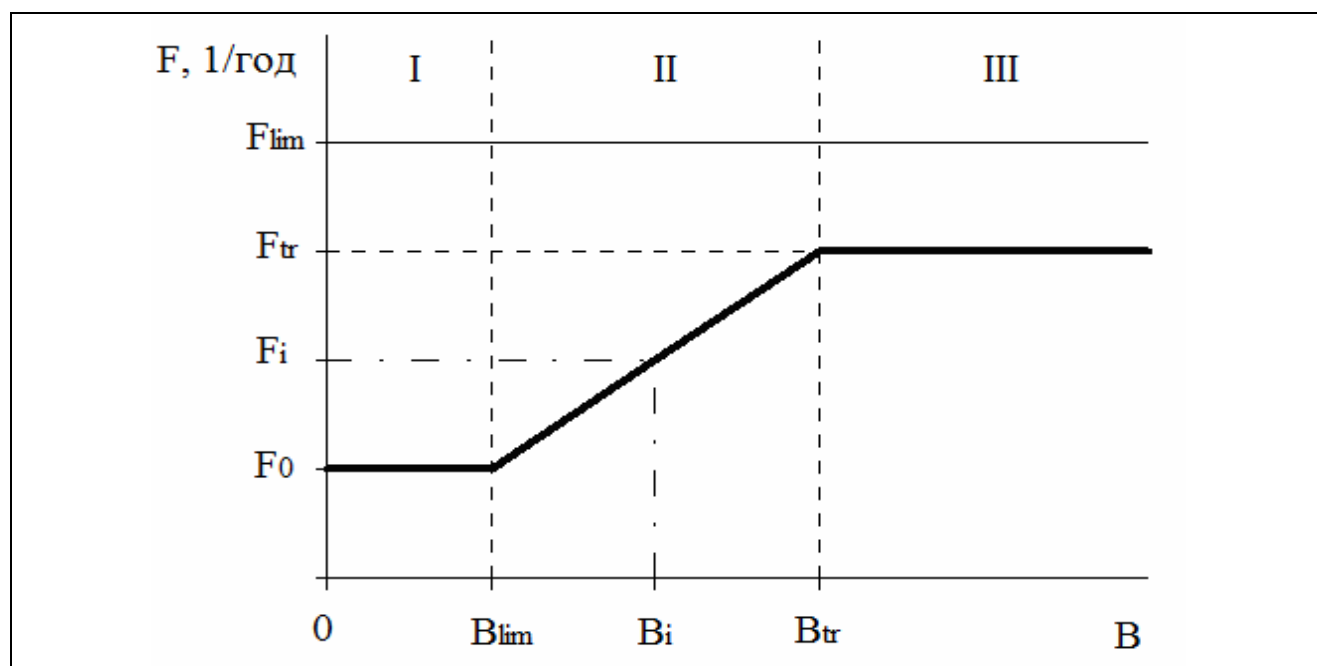


Рис. 146. Правило регулирования промысла желтоперой камбалы Западно-Сахалинской подзоны

Аналитическая форма ПРП имеет вид:

$$F_{rec_i} = F_0, \text{ при } B_i < B_{lim}$$

$$F_{rec_i} = F_{tr}(B_i - B_{lim})/(B_{tr} - B_{lim}), \text{ при } B_{lim} < B_i < B_{tr}$$

$$F_{rec_i} = F_{tr} = \text{const}, \text{ при } B_i > B_{tr}.$$

В случае, если запас превышает целевой ориентир по биомассе, т.е. находится в зоне максимальной интенсивности промысла, допустимо его изъятие на уровне $F_{tr}=0,09$. Если величина запаса находится в зоне восстановления, то изъятие происходит на уровне F_i , который рассчитывается по формуле $F_i=F_{tr}(B_i-B_{lim})/(B_{tr}-B_{lim})$ [Бабаян, 2000].

Прогнозирование состояния запаса

Для прогнозирования запаса желтоперой камбалы на 1–2 года вперед использовали те же значения коэффициентов (МКЕС, массу и долю половозрелых рыб по возрастам), что и при восстановлении динамики запаса в ретроспективе. Коэффициент промысловой смертности в 2025 г. $F \approx 0,072$ (1/год) соответствует величине ОДУ, равной 0,334 тыс. т.

В качестве пополнения запаса желтоперой камбалы Западно-Сахалинской подзоны на прогнозный период принимали среднюю за последние 10 лет численность трехлетних рыб. Согласно прогнозу, в 2026 г. она составит 21,83 млн экз.

С помощью обращенной вперед когортной процедуры, оценили биомассу запаса на два года вперед (табл. 41).

Обоснование рекомендованного объема ОДУ

Прогнозируемый уровень нерестовой биомассы желтоперой камбалы Западно-Сахалинской подзоны на 2026 г. составляет 6,9 тыс. т, рекомендуемое значение промысловой смертности равно 0,09 (1/год). Это соответствует области постоянной интенсивности промысла (режим III на рисунке 145). Исходя из принятого ПРП, при прогнозируемой величине промысловой биомассы камбал равной 6,9 тыс. т, объем изъятия будет равен 0,417 тыс. т (табл. 41). Согласно имеющимся данным (2011 г.), доля желтоперой камбалы в снюрреводных уловах камбал составляет 33,4%. Общий вылов представителей сем. *Pleuronectidae* в Западно-Сахалинской подзоне в 2026 г. оценивается $U=0,417/0,334 \approx 1,247$ тыс. т.

Анализ и диагностика полученных результатов

Важным этапом тестирования стратегии управления является оценка вероятности того, что в долгосрочной перспективе (на 10 лет) при средней величине пополнения биомасса нерестового запаса желтоперой камбалы района не опустится ниже граничного ориентира по биомассе B_{lim} при заданном постоянном темпе эксплуатации. В рамках статистического имитационного моделирования методом Монте-Карло эта вероятность была оценена (рис. 147). При интенсивности промысла в течение 10 лет на уровне целевого ориентира F_{tr} риск перелома по пополнению не превышает рекомендованного уровня $\alpha=0,1-0,3$ [Бабаян, 2000].

Таблица 41

Результаты оценки численности и биомассы желтоперой камбалы западного Сахалина на 2024–2026 гг.

	Возраст на начало года														Всего
2024	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Численность на начало года, млн экз.	38,7	5,33	12,9	6,14	3,87	4,75	4,42	2,87	1,59	1,21	0,98	0,73	0,4	0,27	84,16
Мгновенный коэффициент естественной смертности М, 1/год	0,486	0,323	0,232	0,196	0,196	0,201	0,21	0,223	0,24	0,262	0,289	0,32	0,358	0,401	
Мгновенный коэффициент промысловой смертности F, 1/год	0,001	0,005	0,02	0,061	0,117	0,148	0,155	0,152	0,147	0,142	0,137	0,132	0,127	0,122	
Годовой коэффициент выживания с учетом промысла	0,663	0,756	0,786	0,756	0,711	0,682	0,667	0,655	0,642	0,625	0,605	0,581	0,553	0,539	
Средняя масса рыб, кг	0,057	0,083	0,112	0,146	0,182	0,221	0,262	0,304	0,347	0,391	0,435	0,479	0,522	0,565	
Биомасса на начало года, тыс. т	2,167	0,447	1,483	0,909	0,708	1,046	1,144	0,860	0,546	0,469	0,421	0,350	0,210	0,153	10,913
Биомасса нерестового запаса, тыс. т	0,325	0,134	0,653	0,554	0,553	0,920	1,075	0,834	0,535	0,465	0,417	0,346	0,208	0,153	7,172
2025															
Численность на начало года, млн экз.	21,83	14,49	19,47	3,2	7,92	3,51	2,03	2,35	2,09	1,3	0,69	0,49	0,37	0,25	79,99
Мгновенный коэффициент естественной смертности М, 1/год	0,49	0,32	0,23	0,2	0,2	0,2	0,21	0,22	0,24	0,26	0,29	0,32	0,36	0,401	
Мгновенный коэффициент промысловой смертности F, 1/год	0,001	0,003	0,009	0,028	0,055	0,069	0,072	0,071	0,068	0,066	0,064	0,061	0,059	0,057	
Годовой коэффициент выживания с учетом промысла	0,664	0,758	0,795	0,781	0,757	0,738	0,725	0,711	0,695	0,674	0,651	0,624	0,592	0,628	
Средняя масса рыб, кг	0,057	0,083	0,112	0,146	0,182	0,221	0,262	0,304	0,347	0,391	0,435	0,479	0,522	0,565	
Биомасса на начало года, тыс. т	1,253	2,127	0,453	1,477	0,845	0,608	0,848	0,896	0,652	0,399	0,33	0,283	0,221	0,125	10,517
Биомасса нерестового запаса, тыс. т	0,195	0,594	0,203	0,93	0,659	0,536	0,797	0,869	0,643	0,397	0,329	0,282	0,221	0,125	6,780
2026															
Численность на начало года, млн экз.	21,83	14,49	19,47	3,2	7,92	3,51	2,03	2,35	2,09	1,3	0,69	0,49	0,37	0,25	79,99
Средняя масса, кг	0,057	0,083	0,112	0,15	0,182	0,22	0,26	0,3	0,347	0,391	0,435	0,479	0,522	0,565	
Мгновенный коэффициент промысловой смертности F, 1/год	0,001	0,003	0,012	0,035	0,068	0,086	0,09	0,088	0,086	0,083	0,08	0,077	0,074	0,071	
Годовой коэффициент выживания с учетом промысла	0,664	0,758	0,795	0,781	0,757	0,738	0,725	0,711	0,695	0,674	0,651	0,624	0,592	0,628	
Общая биомасса, тыс. т	1,253	1,2	2,189	0,466	1,441	0,776	0,531	0,714	0,727	0,51	0,3	0,236	0,192	0,142	10,677
Нерестовая биомасса SSB, тыс. т	0,195	0,335	0,98	0,294	1,125	0,684	0,499	0,692	0,717	0,506	0,299	0,236	0,192	0,142	6,896
ОДУ, тыс. т	0,001	0,003	0,023	0,015	0,085	0,057	0,041	0,053	0,052	0,035	0,019	0,014	0,011	0,008	0,417

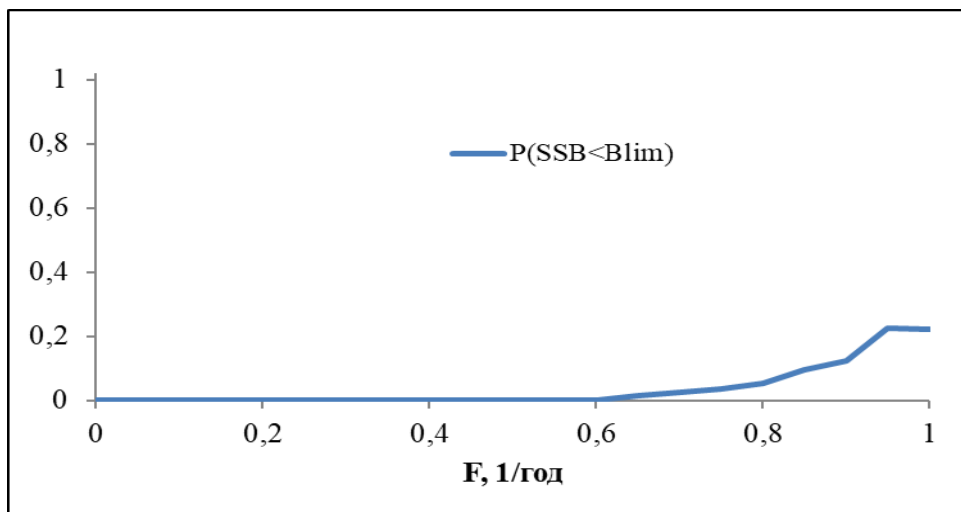


Рис. 147. Вероятность падения нерестовой биомассы ниже граничного ориентира для желтоперой камбалы Западно-Сахалинской подзоны

Еще одним аргументом в пользу избранной стратегии промысла могут служить результаты моделирования динамики запаса желтоперой камбалы в 2025–2034 г. при рекомендуемой ПРП интенсивности изъятия.

Как видно из рисунка 148, при соблюдении ПРП запас желтоперой камбалы находится выше уровня целевого ориентира. На основании результатов имитационного моделирования заключаем, что стратегия управления в целом является эффективной.

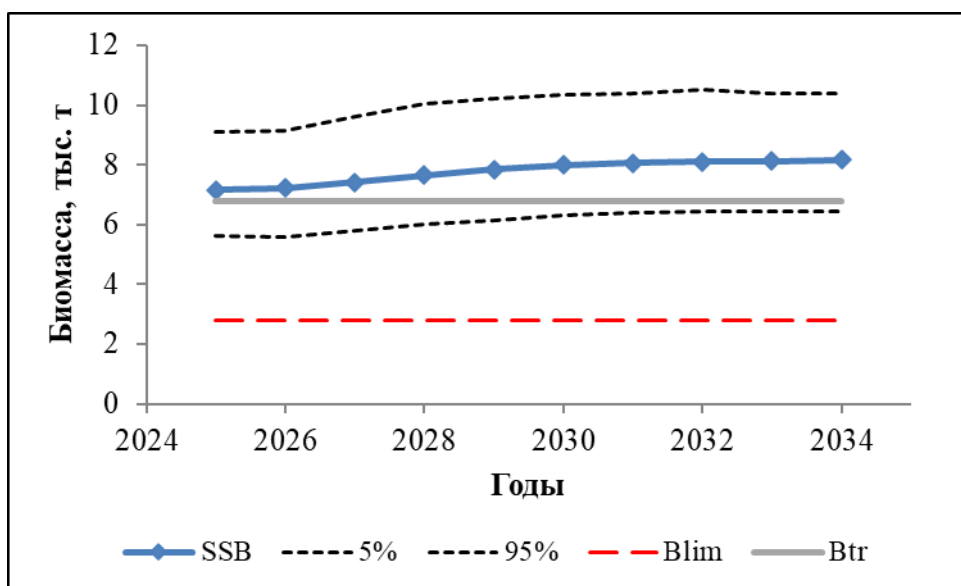


Рис. 148. Процентили распределения оценок биомассы нерестового запаса желтоперой камбалы Западно-Сахалинской подзоны в 2025–2034 гг. при рекомендуемой интенсивности изъятия (согласно ПРП)

Окончательный вид ПРП желтоперой камбалы Западно-Сахалинской подзоны с указанной траекторией запаса, включающей период времени с

2015 по 2024 г. и ближайшую перспективу (2025–2026 гг.), представлен на рисунке 149.

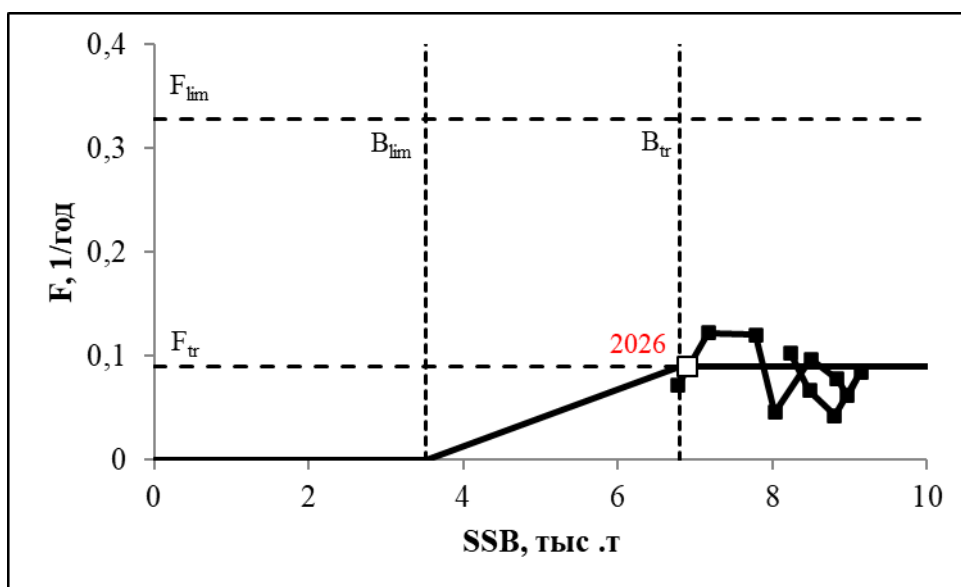


Рис. 149. Реализация правила регулирования промысла желтоперой камбалы Западно-Сахалинской подзоны

Таким образом, **ОДУ камбал дальневосточных в Западно-Сахалинской подзоне в 2026 г. составит 1,247 тыс. т.**

СЕЛЬДЬ ТИХООКЕАНСКАЯ (*Clupea pallasii*)

61.02 - Зона Восточно-Камчатская

61.02.1 - Карагинская подзона

Исполнители: А.И. Варкентин, О.И. Ильин («КамчатНИРО»)

Куратор: А.А. Смирнов (ФГБНУ «ВНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения

В основу оценки запасов и определения ОДУ сельди тихоокеанской в Карагинской подзоне на 2026 г. положены следующие данные:

— результаты авиаучетной и икорной съемки, выполненной 7–13 мая 2024 г. в районах основного воспроизводства сельди в подзоне — зал. Уала, Анапка, Тымлат, а также в зал. Корфа, б. Скобелева и гавани Сибирь (общий налет составил 9 часов 45 мин, количество проб обычного субстрата — 33, количество массовых промеров (МП) сельди — 272 экз., полных биологических анализов (ПБА) — 40 экз.);

— сведения, собранные сотрудником «КамчатНИРО» на БМРТ «Поллукс» при специализированном траловом промысле сельди в ноябре–декабре 2024 г. (МП — 12534 экз., ПБА — 497 экз.);

— многолетние промыслово-биостатистические и архивные материалы, результаты авиаучетных съемок с 1939 г.;

— данные судовых суточных донесений (ССД) из отраслевой системы мониторинга водных биологических ресурсов, наблюдения и контроля за деятельностью промысловых судов (ОСМ). Для доступа к ОСМ и первичной обработки данных применяли программу «FMS analyst» [Vasilets, 2015].

Сведения об общем вылове сельди в 2012–2023 гг., полученные ранее по данным из ОСМ, уточняли по сведениям из форм статистической отчетности 1-П (рыба), размещенным на сайте Росрыболовства.

В соответствии с приказом Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104, минимальными требованиями к составу информации для I уровня являются: сведения о вылове по возрастным или функциональным группам и годам промысла, данные о средней массе, относительном количестве половозрелых рыб, мгновенных коэффициентах естественной смертности по возрастным группам. Результаты учетных съемок, данные промысловой статистики об уловах на единицу промыслового усилия и/или промысловых усилиях, стандартизованные с помощью статистических методов, представляют собой дополнительную информацию для настройки модели.

Для сельди тихоокеанской в Карагинской подзоне в настоящее время есть данные о вылове рыб по возрастным группам с 1980 г., сведения о среднемноголетней массе, доле половозрелых особей, мгновенных коэффициентах естественной смертности по возрастным группам, стандартизированные уловы на единицу усилия с 2010 г., оценки нерестового

запаса в 1980–2006, 2010–2015, 2017–2020, 2022, 2024 гг. по данным икорных и авиаучетных съемок.

Таким образом, структура и качество доступного информационного обеспечения прогноза по корфо-карагинской сельди соответствуют I уровню (приказ Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104).

Обоснование выбора методов оценки запаса

Согласно вышеупомянутому приказу «доступная информация обеспечивает проведение всестороннего аналитического оценивания состояния запаса и ОДУ с использованием структурированных моделей эксплуатируемого запаса».

Решением рабочей группы по методам математического моделирования (РГМ), принятом в 2015 г., в перечень моделей этого типа для использования в процедуре оценки запасов и ОДУ включена модель «Синтез» [Ильин и др., 2014]. Наряду с другими известными моделями, с 2019 г. она рекомендована для оценки запасов приоритетных видов водных биологических ресурсов [Методические рекомендации..., 2018].

Эта модель для данного запаса используется с 2014 г. Она относится к числу сравнительно простых статистических когортных моделей с сепарабельным представлением промысловой смертности, учитывает специфику рыбопромысловой статистики и позволяет получить детальное описание динамики возрастной структуры оцениваемого запаса. Имеет значительные сходства с такими общеизвестными моделями, как «CAGEAN» [Deriso et al, 1985], «ICA» [Patterson, 1994] и др. [Quinn and Deriso, 1999]. Алгоритм модели реализован в одноименной компьютерной программе, разработанной в «КамчатНИРО».

Принимая во внимание опыт использования данной модели, наличие собственного программного обеспечения, а также тот факт, что в 2015 г. она прошла тестирование и рекомендована РГМ для применения, в настоящем обосновании из перечня возможных моделей для оценки запаса и обоснования ОДУ выбрали модель «Синтез».

Набор исходных данных для модели следующий:

- вылов (млн экз.) корфо-карагинской сельди по возрастам (4–13 лет) и годам (1980–2024 гг.); возрастной состав в указанные годы рассчитывали по среднемноголетнему (1980–2024 гг.) размерно-возрастному ключу;
- среднемноголетняя масса рыб (W) по возрастным группам (табл. 1);
- среднемноголетняя доля половозрелых рыб по возрастным группам (M_0), рассчитанная по результатам массовых промеров со вскрытием, выполненных в осенний период;
- среднемноголетние мгновенные коэффициенты естественной смертности (МКЕС) по возрастам.

Основные входные данные для расчетов в модели «Синтез»

Возраст/ показатель	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
МКЕС, 1/год	0,341	0,334	0,336	0,344	0,356	0,372	0,392	0,416	0,443	0,476
W, кг	0,244	0,308	0,360	0,404	0,442	0,475	0,505	0,532	0,557	0,580
Мо, доли	0,570	0,886	0,967	0,980	0,994	1	1	1	1	1

В качестве настроечных индексов для модели использовали уловы на единицу промыслового усилия (т/судосутки) в 2010–2024 гг., стандартизованные по модели GLM относительно судов типа БМРТ (трал р/гл 116/640 м пр. 180 ФОЛ НБАМР), ведущих траловый промысел в ноябре (рис. 1). Предикторы — факторы года, месяца, типа промыслового судна, типа орудия лова и глубины. Стандартизация по модели GLM осуществлялась средствами статистического пакета R.

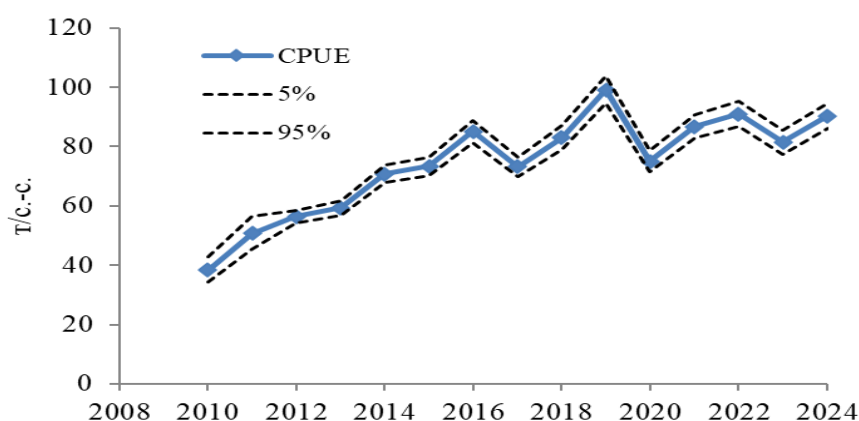


Рис. 1. Стандартизованные с помощью GLM уловы на единицу промыслового усилия

Дополнительно использовали оценки нерестового запаса сельди в Карагинской подзоне в 1980–2006, 2010–2015, 2017–2020, 2022, 2024 гг. по данным икорных и авиаучетных съемок [Качина, 1981; Науменко, 2001], выполненных на нерестилищах в период массового воспроизводства (в первой половине мая).

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Корфо-карагинская сельдь является одной из крупных популяций тихоокеанской сельди и важнейшим объектом промысла в западной части Берингова моря. Название получила по наименованию заливов (Карагинский и Корфа), где расположены её основные нерестилища. По окончании нереста сельдь уходит из Карагинского залива для откорма на акваторию Западно-Берингоморской зоны. Протяжённость миграций связана с численностью стада - чем она больше, тем сильнее сельдь распространяется в восточном направлении. В годы с высоким и средним уровнем запаса она может достигать 177° в.д. При низкой численности часть рыб остаётся в Олюторском заливе; и её нагульный ареал не распространяется восточнее

174° в.д. [Науменко, 2001]. В настоящее время восточной границей распространения корфо-карагинской сельди является 174° в.д.

По сложившейся практике, объём вылова корфо-карагинской сельди в прогнозный год сначала определяется для всей популяции, а затем разделяется на 2 части — ОДУ в Карагинской подзоне и рекомендованный вылов в Западно-Беринговоморской зоне к западу от 174° в.д. В свою очередь, вылов сельди в Западно-Беринговоморской зоне имеет две составляющие: рекомендованный вылов на акватории к западу и востоку от 174° в.д.

Состояние запасов. По результатам авиаучетной и икорной съемки, выполненной в начале мая 2024 г., первые подходы сельди, а также её нерест, начались 5–6 мая. «Пик» икрометания, вероятно, пришёлся на 8–9 мая. Наибольшие по площади нерестилища сельди зарегистрированы в зал. Анапка (табл. 2). В отличие от прошлых лет, нерест сельди был отмечен также у о-ва Шилка, при этом в лагуне Уала икрометание не наблюдали.

Наибольшая средняя плотность обикрения субстрата зарегистрирована в зал. Анапка (табл. 2). В итоге, именно в этом заливе учтено наибольшее количество икры сельди, а суммарно во всех районах — 57,479 трлн икр., что является максимальным показателем, начиная с 2010 г.

Таблица 2

**Результаты расчета количества учтенной икры корфо-карагинской сельди
в мае 2024 г.**

Район	Площадь нерестилищ, км ²			Средняя плотность обикрения субстрата, тыс. икр./м ²	Кол-во учтенной икры, трлн икр.
	Учтенная	Коэффициент обикрения субстрата	С учетом коэффициента		
зал. Корфа	10,42	0,3	3,126	695,025	2,173
зал. Анапка	70,09	0,3	21,03	1624,200	34,152
зал. Уала	30,26	0,3	9,08	1870,350	16,979
зал. Кичигинский	5,30	0,3	1,59	2103,425	3,344
б. Тымлат	1,17	0,8	0,94	887,850	0,831
Всего	117,24		35,766		57,479

Площадь акватории в зал. Уала, где был обнаружен массовый замор сельди, составила 999,170 м². При плотности рыб, равной 250 экз./м², общая численность погибших рыб составила 249,793 тыс. экз. По результатам ПБА, 82,5% рыб имели гонады с невыметанными половыми продуктами. Следовательно, порядка 206,079 тыс. рыб погибли, не успев отнереститься.

Несмотря на массовые промеры и биологические анализы, получить объективные данные о средней массе производителей, соотношении полов и индивидуальной абсолютной плодовитости не представилось возможным. В этой связи, как и в 2019–2020, 2022 гг. указанные показатели приняли равными среднепогодовым величинам за 2010–2018 гг.

По расчетам нерестовый запас корфо-карагинской сельди в 2024 г., с учетом погибших в результате замора производителей составил 653,8 тыс. т, что является максимальным показателем, начиная с 2010 г.

К полученной величине следует относиться критически, поскольку сделан ряд существенных допущений. Тем не менее, рост ресурсов сельди по сравнению с 2020, 2022 гг. очевиден, и запасы находятся на высоком уровне.

Что касается межгодовой динамики нерестового запаса корфо-карагинской сельди, то после «пика» биомассы, который пришелся на 2011 г., к 2013 г. отмечено резкое снижение ресурсов, что, вероятно, связано с высокой естественной смертностью сельди на нерестилищах, а также возможным недоучетом запаса (рис. 2). Подтверждением первому служат наблюдавшиеся в 2011–2013 гг. «заморы» сельди на нерестилищах [Бонк, Агафонов, 2013]. В 2014–2020 гг. нерестовый запас то снижался, то увеличивался, однако, четко прослеживался тренд на снижение ресурсов, и в 2020 г. биомасса производителей составила 208,0 тыс. т, что является минимальным показателем, начиная с 2011 г. По результатам исследований в 2022 и 2024 гг. отмечен очередной период роста ресурсов.

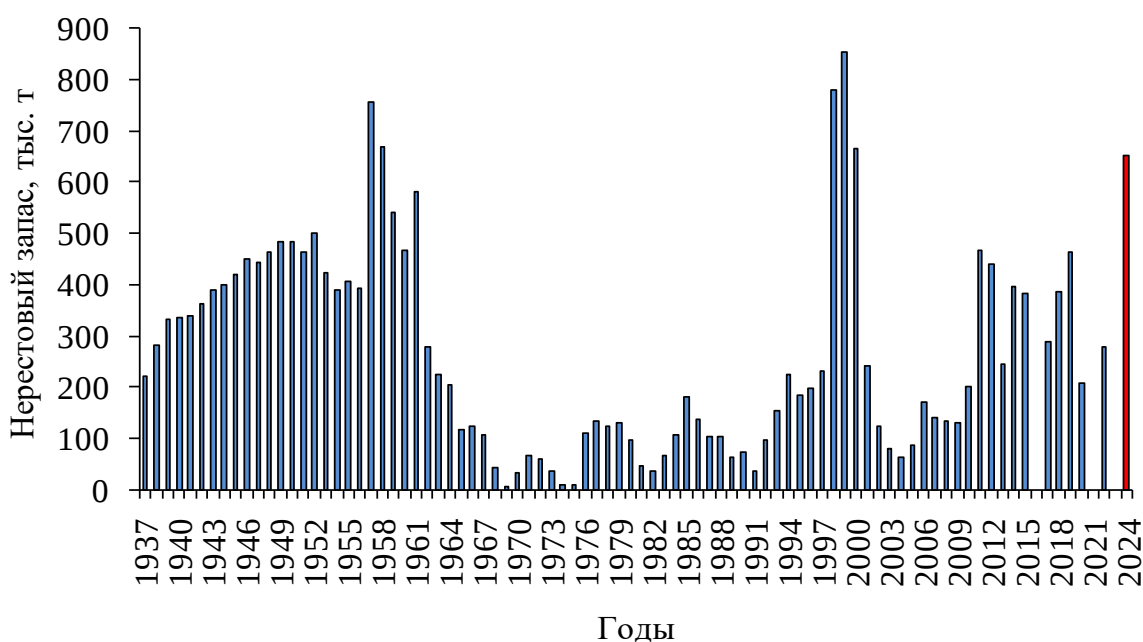


Рис. 2. Межгодовая динамика нерестового запаса корфо-карагинской сельди по результатам авиаучетных и икорных съёмов

Некоторые сведения о биологическом состоянии корфо-карагинской сельди на нерестилищах в 2010–2015 гг. и 2017–2020, 2024 гг., полученные от погибших в результате заморов особей, представлены в таблице 3.

По результатам контрольных тралений, выполненных в Карагинской подзоне в апреле–мае 2020 и 2023 гг. во время ихтиопланктонных съёмов по оценке запасов минтая, в уловах встречалась, в основном, молодь сельди в возрасте 1–3 года (рис. 3).

Таблица 3

Некоторые сведения о биологическом состоянии корфо-карагинской сельди на нерестилищах

Год	Длина, см*	Масса, г	Кол-во анализов
2011	29,5-38,0/34,2	260-580/430	150
2012	27,0-39,0/33,2	180-654/398	163
2013	28,5-37,0/33,6	206-480/378	54
2014	28,5-37,0/33,5	222-566/411	86
2015	29,5-38,0/34,0	240-635/448	164
2017	28,0-38,0/32,0	238-532/348	150
2018	29,0-38,0/33,0	205-560/370	173
2019	28,0-33,0/30,6	250-420/337	26
2020	28,0-35,0/32,0	240-530/370	115
2024	28,0-38,0/33,0	—	312

* — мин.-макс./ср.

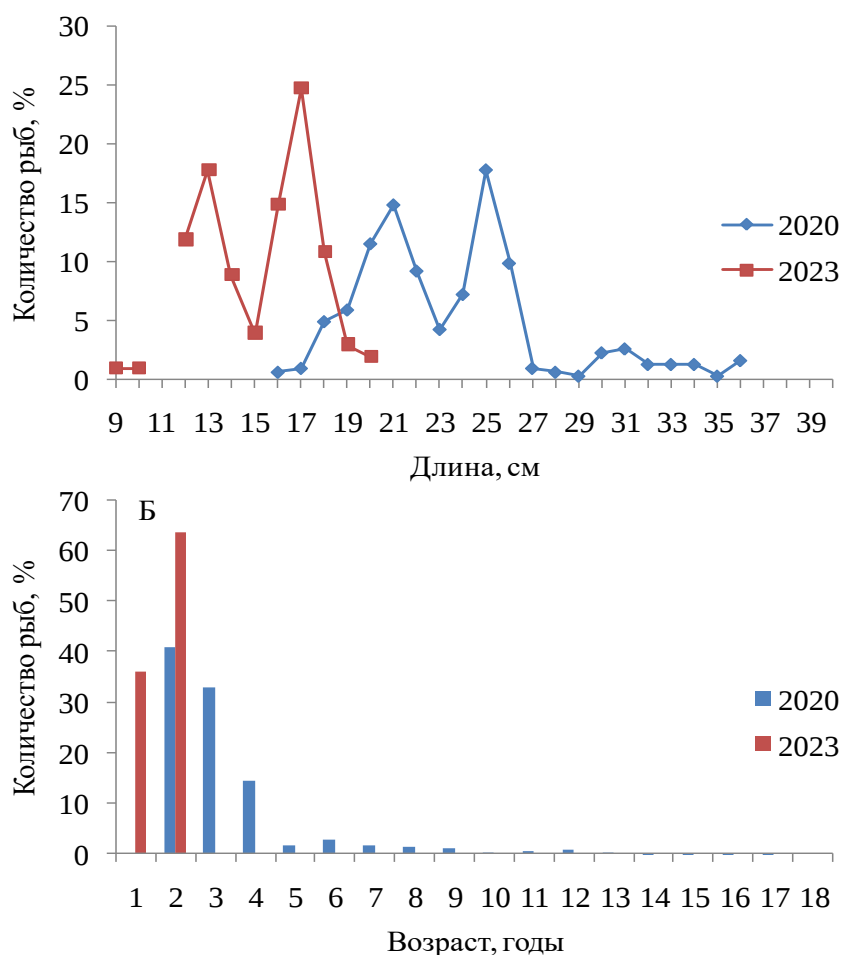


Рис. 3. Размерный (А) и возрастной (Б) состав корфо-карагинской сельди по результатам контрольных тралений, выполненных в Карагинской подзоне в апреле–мае 2020 и 2023 гг. во время ихтиопланктонных съемок по оценке запасов минтая

Обращает на себя внимание абсолютное доминирование в 2023 г. рыб поколения 2021 г. Можно предположить повышенную урожайность сельди этого годового класса.

По результатам модельных расчетов, общий запас корфо-карагинской сельди в возрасте 4–13 лет на начало 2024 г. составил 872,8 тыс. т, а нерестовый — 623,4 тыс. т (рис. 4). После снижения запасов в 2017–2020 гг., обусловленного отсутствием после урожайных поколений 2009–2010 гг. мощных годовых классов (рис. 5), а также естественной элиминацией рыб и воздействием промысла, в 2021–2022 гг. наметилась стабилизация запаса, а после 2023 г. — его рост. По имеющимся на 2023 г. данным, поколение 2016 г. оценивается, как неурожайное, 2017–2018 гг. — ниже среднемноголетнего, 2019 г. — выше среднемноголетнего уровня, 2020 г. — как урожайное. Неопределенность в оценке терминального пополнения достаточно высока.

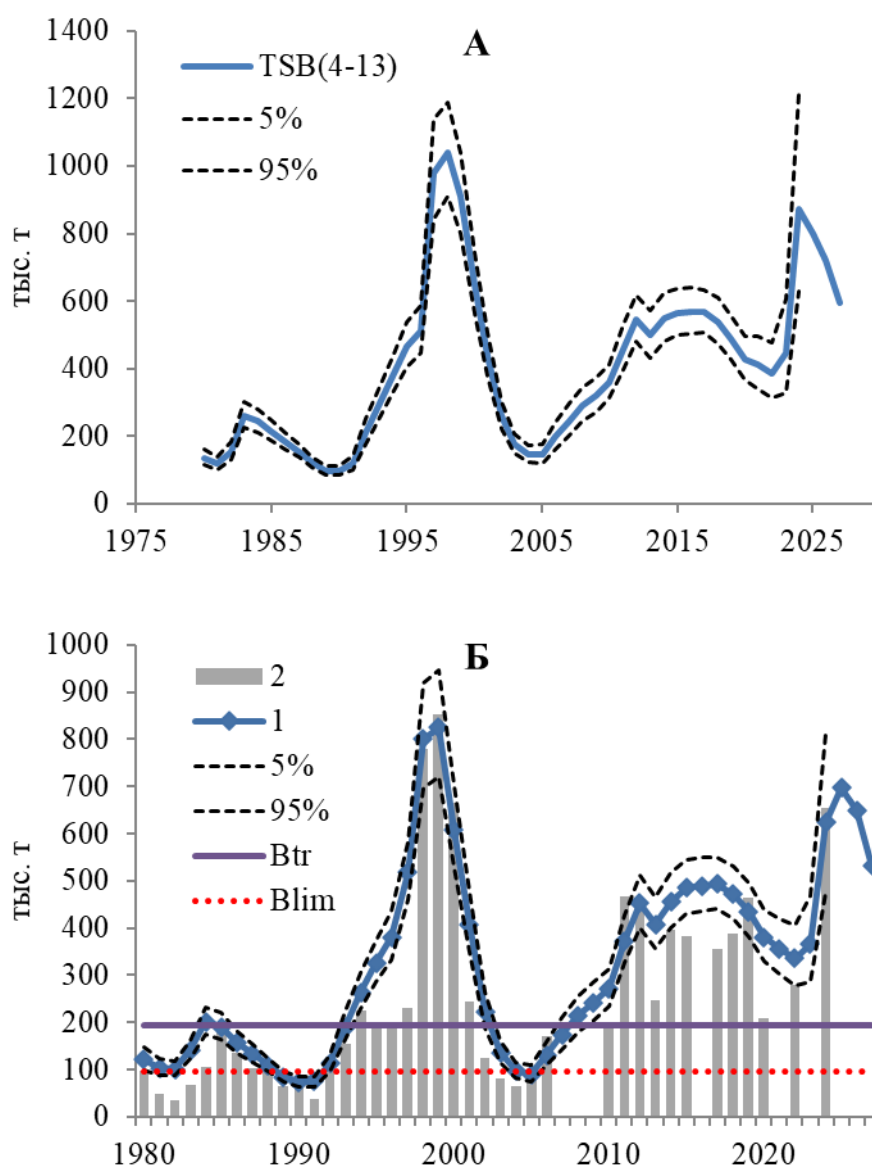


Рис. 4. Межгодовая динамика биомассы общего (А) и нерестового (Б) запаса корфо-карагинской сельди (1 — модельные оценки, 2 — результаты авиаучетных, икорных съемок), проценти́ли бутстреп-распределения оценок

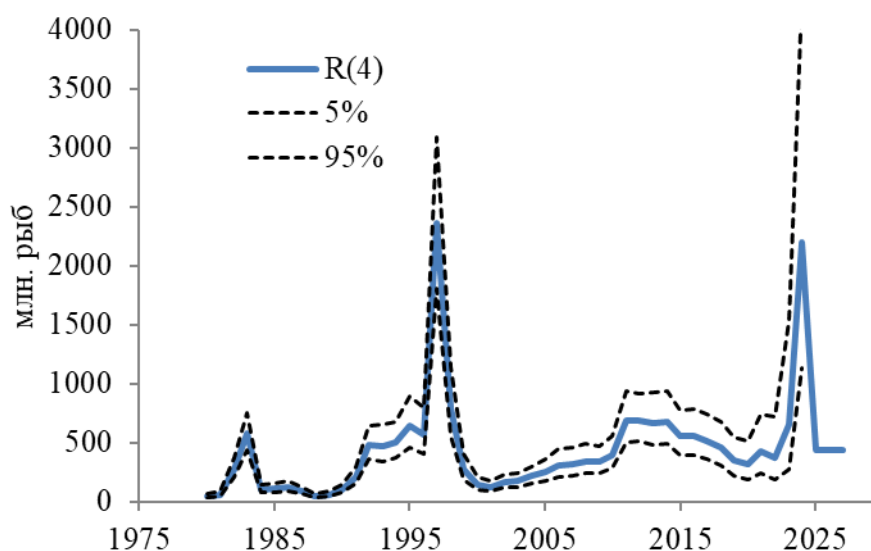


Рис. 5. Межгодовая динамика численности пополнения промыслового запаса корфо-карагинской сельди и процентиля бутстреп-распределения ее оценок

Сведения о межгодовой динамике коэффициентов промысловой смертности представлены на рисунке 6.

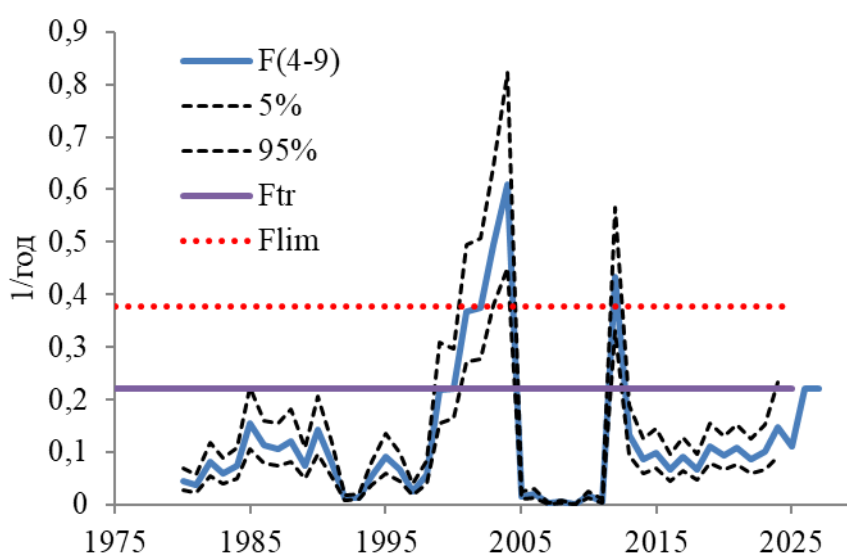


Рис. 6. Межгодовая динамика коэффициентов промысловой смертности ($\bar{F}$) наиболее представленных в уловах возрастных групп (4+–9+) корфо-карагинской сельди

С помощью процедуры условного непараметрического бутстрепа с зашумлением всех индексов оценивались вероятностные характеристики полученных оценок — средние, среднеквадратические отклонения и доверительные интервалы. Найденные методом процентилей интервальные оценки (рис. 4–6) свидетельствуют о сравнительно небольшом разбросе оценок популяционных параметров.

Промысел. Промышленную эксплуатацию ресурсов корфо-карагинской сельди начали со второй половины 1930-х гг. Первые 20 лет существования промысла уловы нарастали медленно. К концу 1950-х — началу 1960-х гг. при использовании траловых орудий лова уловы сельди достигли исторического максимума, соответственно, 100–260 тыс. т (рис. 7).

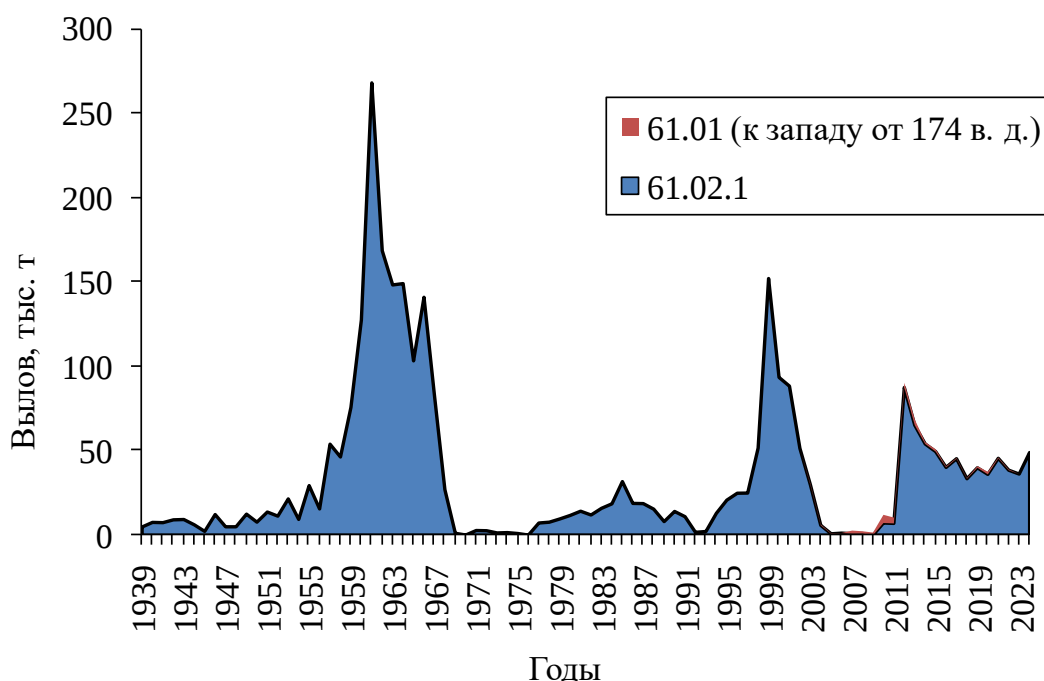


Рис. 7. Межгодовая динамика вылова корфо-карагинской сельди

Начиная с 1970 г., после введения запрета промысла, на протяжении долгого периода существовал ограниченный, щадящий режим лова. К 1998 г. запас достиг максимальной величины и составил 1272 тыс. т, что повлияло на вылов — 152,2 тыс. т. Далее, из-за отсутствия в популяции урожайных поколений и нерационального промысла, запасы корфо-карагинской сельди резко снизились, что привело к введению в 2005 г. очередного запрета на ее промышленный лов. Изъятие сельди было возможно только в качестве прилова при промысле других видов рыб в Западно-Беринговоморской зоне, а также во время проведения научно-исследовательских работ.

В 2011 г. закончился очередной период запрета промысла корфо-карагинской сельди, и уже в следующем году ее вылов увеличился почти в 9 раз и достиг 90,4 тыс. т. Далее, в связи с сокращением ресурсов этого вида, вылов постепенно уменьшался, и в 2016–2023 гг. добывалось в среднем 40,8 тыс. т (рис. 7; табл. 4). В 2024 г. вылов сельди составил 49,0 тыс. т или 96,3% ОДУ.

Согласно правилам рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна, с 2013 г. специализированный промысел сельди тихоокеанской в Карагинской подзоне разрешен с 1 по 31 января (сезон «А») и с 1 ноября по 31 декабря (сезон «Б»). Основной вылов разноглубинными тралами традиционно приходится на сезон «Б», при этом в

2021 г. и, особенно в 2024 г., значимые объемы осваивались и в сезон «А» (табл. 5). В 2024 г. в январе было добыто около 8,8 тыс. т (18,3% общего годового вылова) сельди, а в ноябре–декабре — 39,2 тыс. т (81,7%).

Таблица 4

Межгодовая динамика ОДУ (тыс. т), вылова (тыс. т) и освоения ОДУ (РВ) (%) корфо-карагинской сельди

Год	Карагинская подзона			Западно-Берингоморская зона (западнее 174° в.д.)			Всего		
	ОДУ	Вылов	Освоение	РВ	Вылов	Освоение	ОДУ+РВ	Вылов	Освоение
2015	59,2	49,600	83,8	1,0	1,333	133,3	60,2	50,933	84,6
2016	53,9	40,227	74,6	1,0	0,562	56,2	54,9	40,789	74,3
2017	50,8	45,330	89,2	1,0	0,413	41,3	51,8	45,743	88,3
2018	48,1	33,501	69,6	1,0	0,383	38,3	49,1	33,884	69,0
2019	45,4	45,067	99,3	1,0	0,944	94,4	46,4	46,011	99,2
2020	45,4	38,329	84,4	1,2	1,523	126,9	46,6	39,852	85,5
2021	45,9	45,623	99,4	0,7	0,503	71,9	46,6	46,126	99,0
2022	39,5	37,252	94,3	0,8	0,454	56,8	40,3	37,706	93,6
2023	36,9	36,272	98,3	0,8	0	0,0	37,7	36,272	96,2
2024	50,1	49,035	97,9	0,8	0,00016	0,02	50,9	49,03516	96,3

Таблица 5

Межгодовая динамика вылова корфо-карагинской сельди разноглубинными тралами в Карагинской подзоне по сезонам

Год	Вылов, тыс. т		Общий вылов, тыс. т	Вылов, %	
	Сезон «А»	Сезон «Б»		Сезон «А»	Сезон «Б»
2015	3,882	45,717	49,599	7,8	92,2
2016	1,445	38,781	40,226	3,6	96,4
2017	1,041	44,288	45,329	2,3	97,7
2018	3,457	29,917	33,374	10,4	89,6
2019	1,201	43,866	45,067	2,7	97,3
2020	0,383	37,945	38,328	1,0	99,0
2021	7,689	37,934	45,623	16,9	83,1
2022	3,427	33,826	37,253	9,2	90,8
2023	4,135	32,137	36,272	11,4	88,6
2024	8,785	39,181	47,966	18,3	81,7

В Западно-Берингоморской зоне на акватории к западу от 174° в.д. специализированный промысел вида не ведется, сельдь добывают в качестве прилова на других видах добычи в течение промыслового сезона. Следует добавить, что в 2023–2024 гг. на акватории Западно-Берингоморской зоны к западу от 179°00' в.д. промысел сельди был запрещен.

Что касается межгодовой динамики улова на единицу усилия, стандартизированного по GLM, то до 2019 г., включительно, он увеличивался, в 2020 г. — уменьшился, а в 2021–2024 гг. — был примерно на одном уровне (рис. 1).

Поскольку в январе 2024 г. исследования на промысле сельди в Карагинской подзоне не проводились, допустили, что в этом месяце размерный состав сельди был аналогичным тому, который наблюдали в декабре 2023 г. В это время в уловах встречались рыбы длиной 23–39 см, а преобладали особи размерных групп 31–35 см (70,0%) (рис. 8). В ноябре 2024 г. основу уловов составляли рыбы двух размерных групп: 25–29 см (33,0%) и 31–35 см (50,7%). В декабре маломерные особи в уловах не встречались, а доминировали рыбы размерных групп 30–34 см (72,5%).

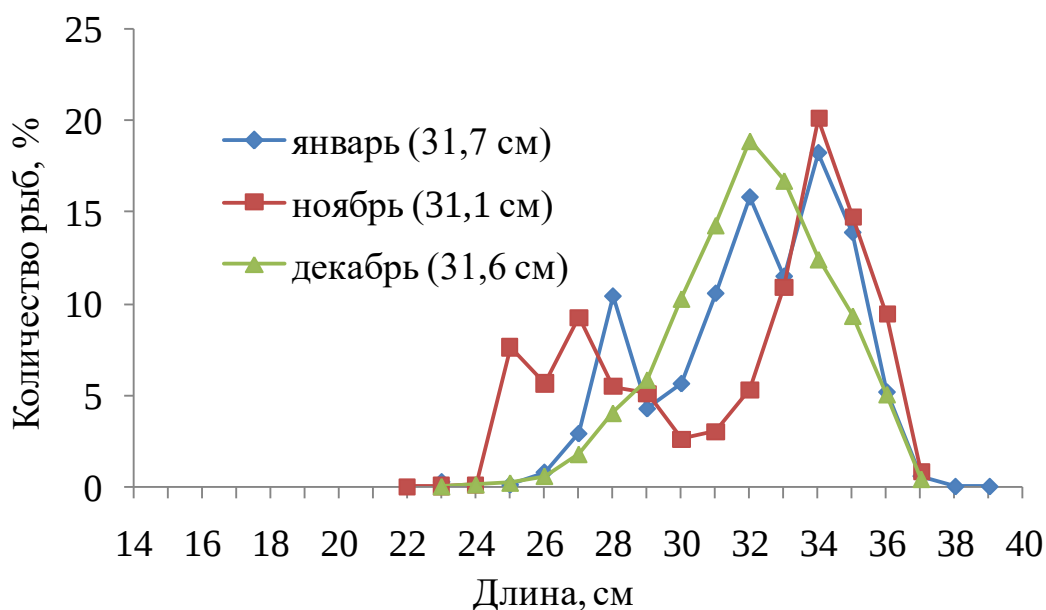


Рис. 8. Размерный состав сельди в траловых уловах в Карагинской подзоне в январе, ноябре–декабре 2024 г.

Итоговый размерный состав сельди рассчитывали с учетом вылова по месяцам, возрастной — по среднемуголетнему размерно-возрастному ключу.

Таким образом, в путину 2024 г. в промысловых траловых уловах встречались рыбы длиной 15–39 см в возрасте 2+–18+ лет, а доминировали особи двух размерных групп 24–26 см (14,7%) и 31–35 см (59,4%), возрастных — 4+ (12,9%) и 8+ (15,7%) (рис. 9).

Анализируя межгодовую динамику размерного состава сельди в последние 10 лет, отметим, что вплоть до 2020 г., включительно, в промысловых уловах практически отсутствовала молодь, а относительное количество крупных рыб из года в год увеличивалось, что отражалось на средней длине — она постепенно возрастала (рис. 10). В 2021–2023 гг. в уловах впервые отмечены маломерные особи. Закономерно уменьшилась и средняя длина рыб.

Говоря о межгодовой динамике возрастного состава сельди в 2015–2024 гг., отметим последовательное доминирование в уловах рыб двух смежных, очевидно, многочисленных поколений 2009–2010 гг. (рис. 11). В 2021–2024 гг. сельдь указанных генераций уже практически вышла из

промысла, а доминировали рыбы малочисленных поколений 2013–2016 гг. Обращает на себя внимание относительно высокая доля в последние 4 года особей генераций 2019–2021 гг., что указывает на их повышенную урожайность. Как указывалось выше, поколение 2021 г. выделялось повышенной численностью по результатам контрольных тралений в мае 2023 г. (рис. 3).

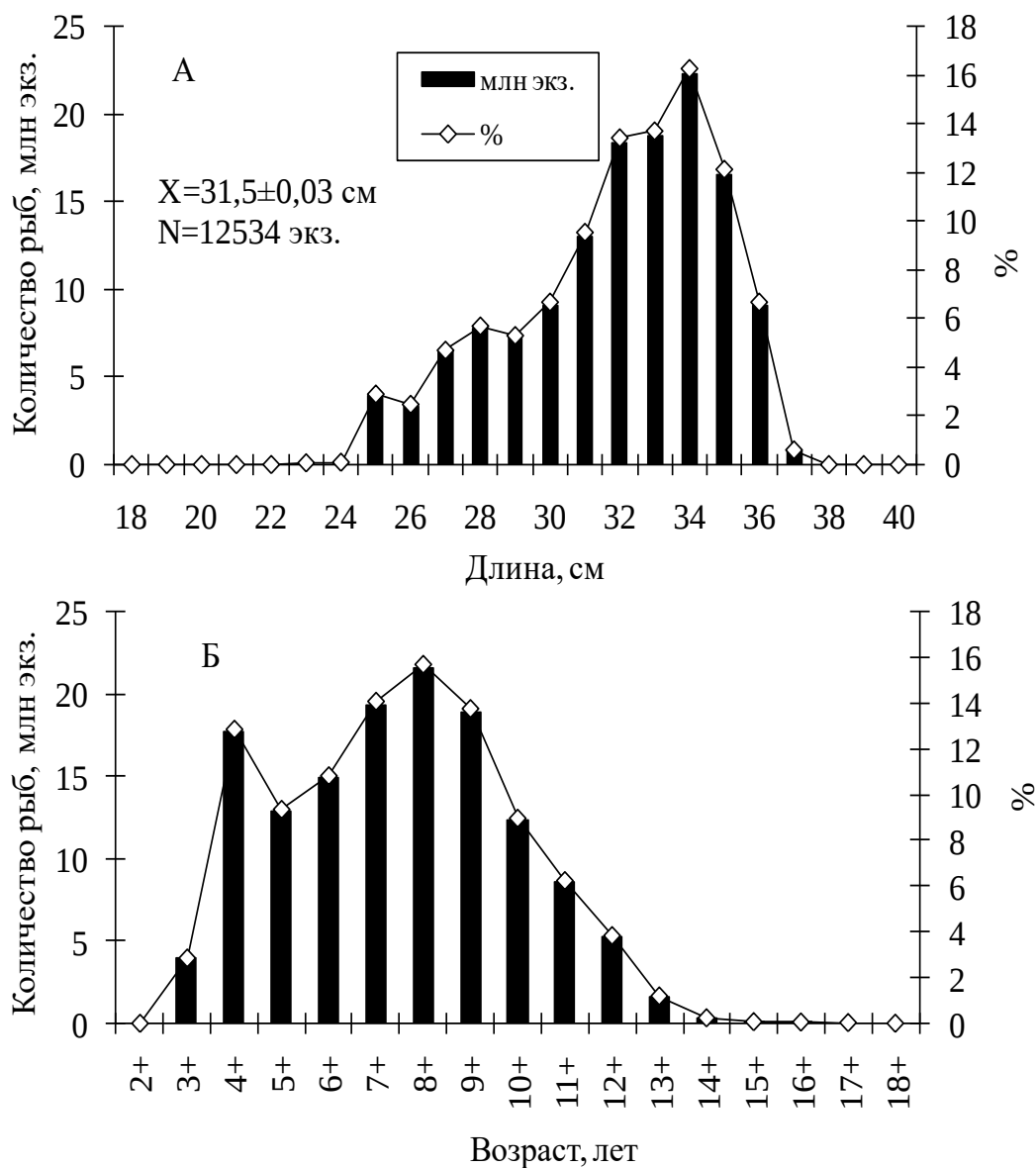


Рис. 9. Итоговый размерный (А) и возрастной состав (Б) корфо-карагинской сельди в промысловых уловах в 2024 г.

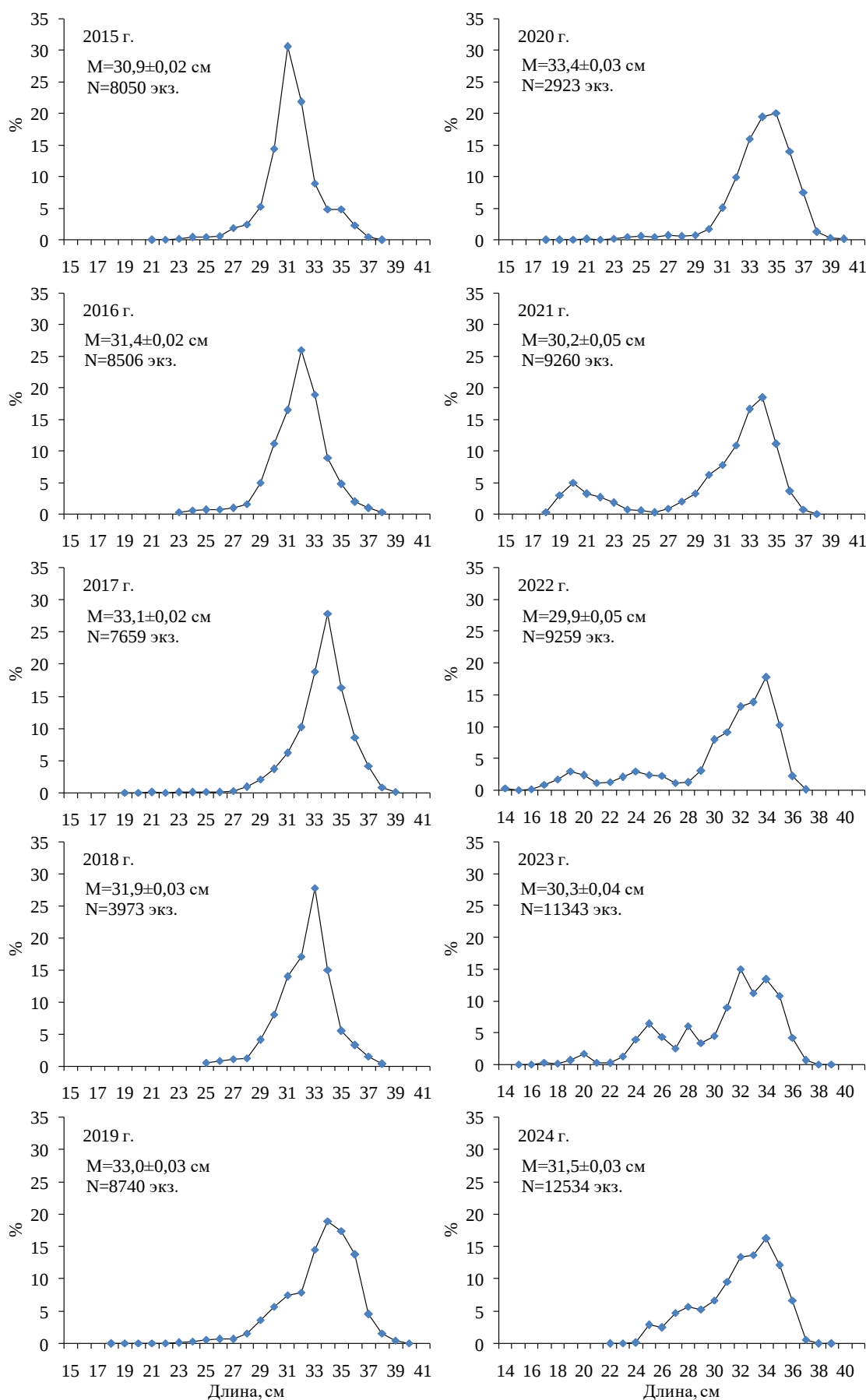


Рис. 10. Межгодовая динамика размерного состава корфо-карагинской сельди в промысловых уловах (указана средняя длина и количество экземпляров)

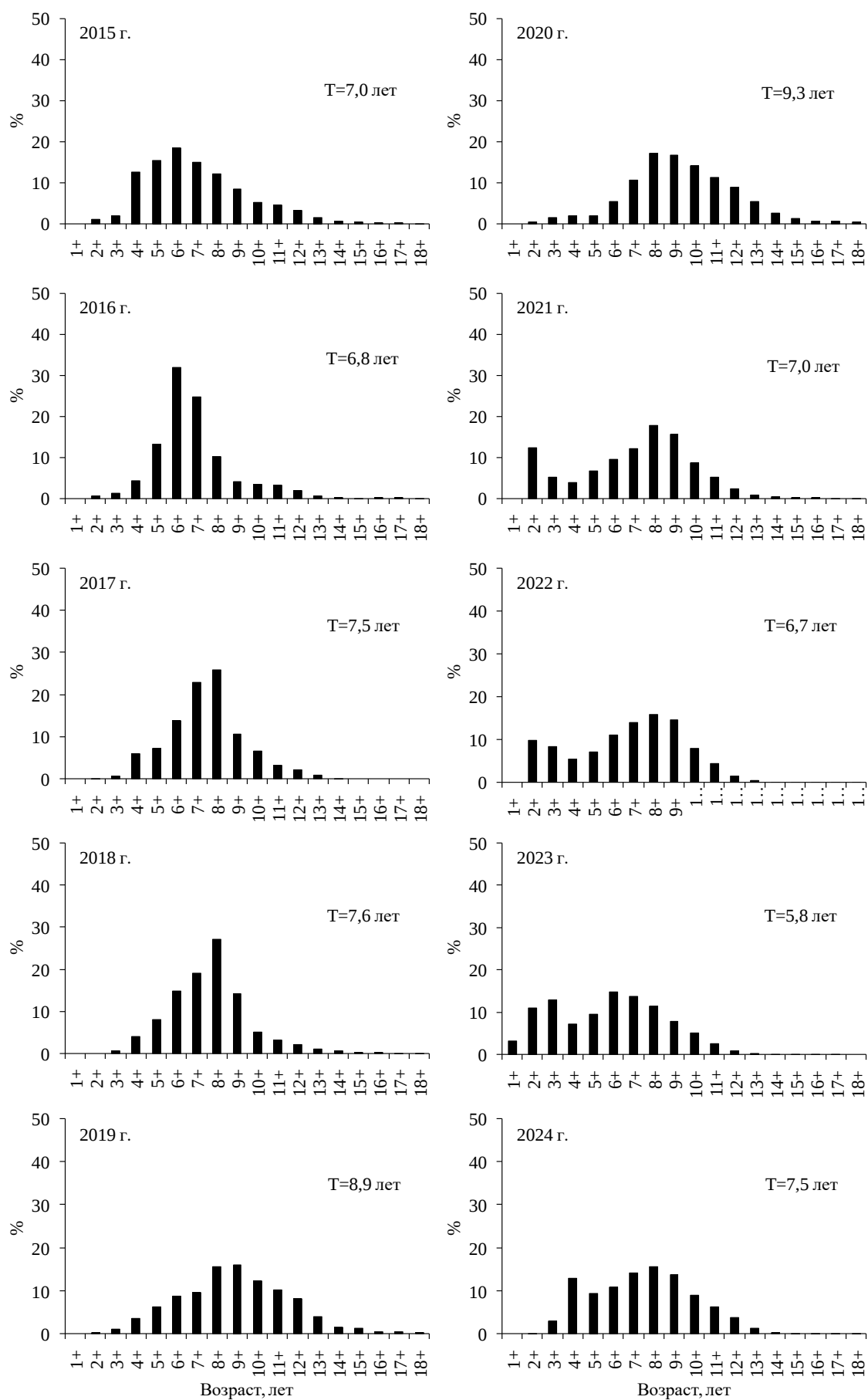


Рис. 11. Межгодовая динамика возрастного состава корфо-карагинской сельди в промысловых уловах (указан средний возраст рыб)

Таким образом, в последние 10 лет промысел базировался на рыбах двух, очевидно, урожайных генераций 2009–2010 гг., которые к 2021–2024 гг. практически вышли из промысла. Поколения 2019–2021 гг. оцениваются выше среднего уровня.

Определение биологических ориентиров

Биологические ориентиры для корфо-карагинской сельди были определены в 2014 г., остались они неизменными и в настоящем обосновании.

В связи с тем, что эмпирическая зависимость «запас-пополнение» у корфо-карагинской сельди не может быть удовлетворительно описана ни одной из общеизвестных моделей (рис. 12), в качестве целевого ориентира по промысловой смертности F_{tr} был определен биологический ориентир $F_{med} = 0,221$ 1/год [Бабаян, 2000].

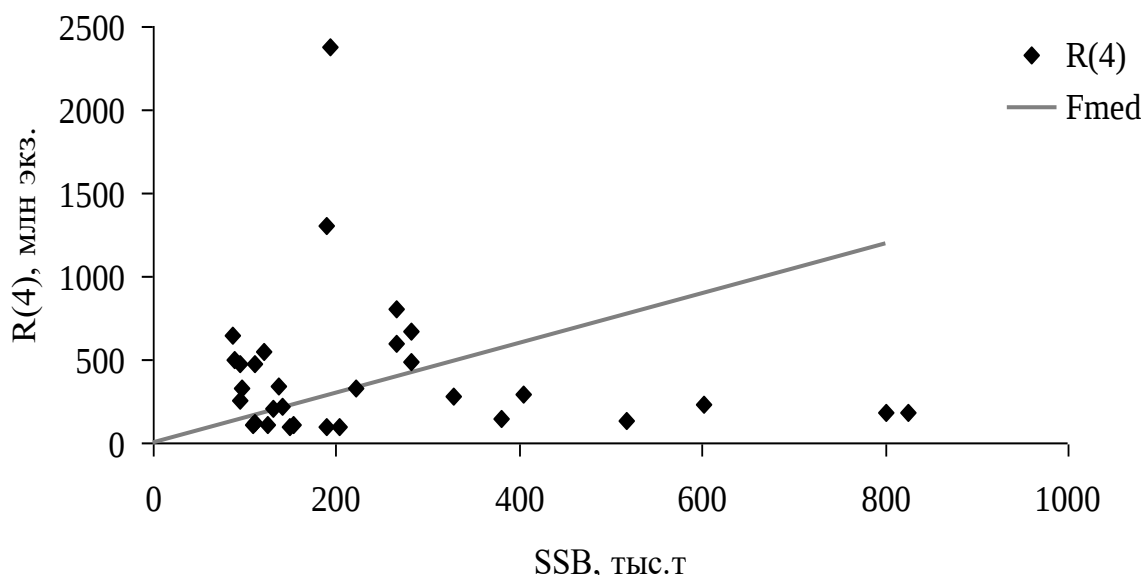


Рис. 12. Связь между модельными оценками нерестового запаса и пополнением корфо-карагинской сельди

Граничный ориентир по промысловой смертности (F_{lim}) определен по методу Кадди [Caddy, 1998] на уровне 0,376 1/год. Величину F_0 , резервирующую объем научно-исследовательского лова, приняли равной $0,1 \times F_{tr} = 0,022$ 1/год.

Целевой ориентир управления по нерестовой биомассе ($B_{tr}=193,2$ тыс. т) определен по методу Томпсона и Бэлла [Thompson, Bell; 1934], как произведение значения равновесной биомассы на единицу пополнения, соответствующего промысловой смертности F_{tr} (рис. 13), на прогнозируемую величину пополнения.

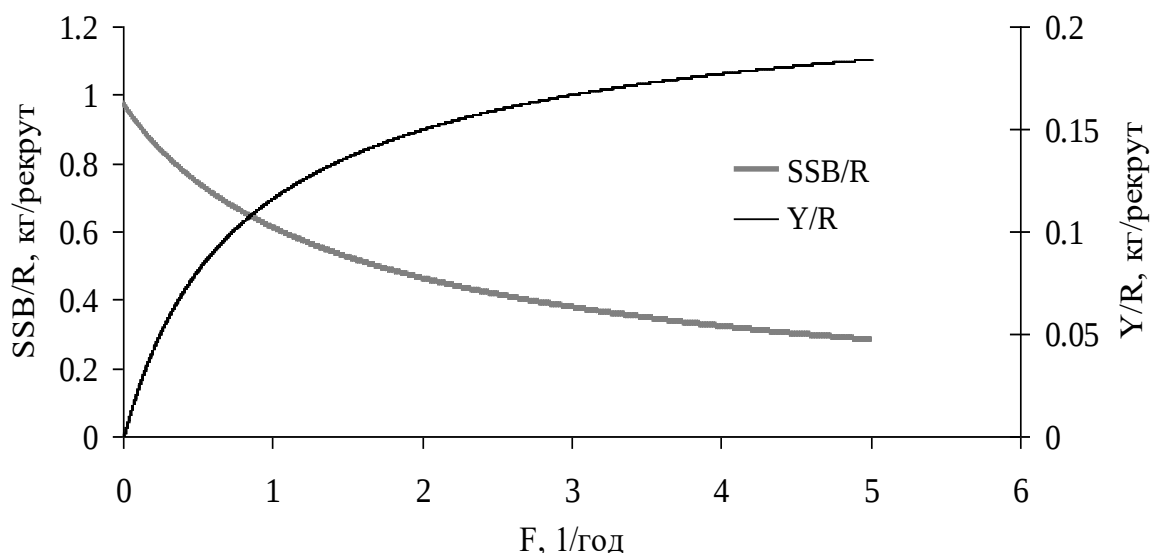


Рис. 13. Кривые равновесной биомассы и равновесного улова на рекрута

В качестве граничного ориентира по нерестовой биомассе выбрана наименьшая оценка биомассы нерестового запаса корфо-карагинской сельди за ретроспективный период с учетом неопределенности (95%-й процентиль) $B_{lim} = 96,7$ тыс. т. Это тот уровень, с которого наблюдалось восстановление популяции. Указанные ориентиры управления согласуются с существующей практикой [Quinn and Deriso, 1999].

Обоснование правила регулирования промысла

Сформулировано зональное правило регулирования промыслом (ПРП), которое должно способствовать поддержанию и долговременной эксплуатации корфо-карагинской сельди на уровне высокой продуктивности (рис. 14).

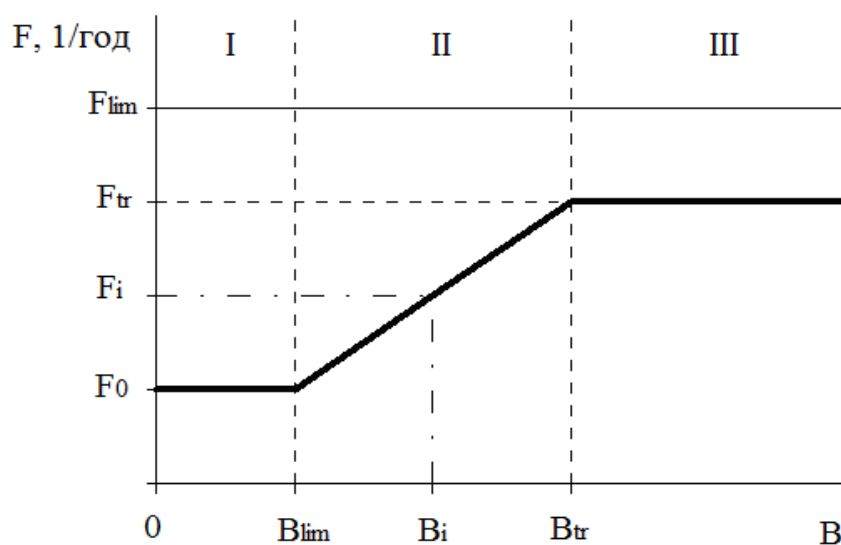


Рис. 14. Схема ПРП корфо-карагинской сельди

Аналитическая форма ПРП имеет вид:

$$F_{reci} = 0, \text{ при } B_i < B_{lim},$$

$$F_{reci} = (F_{tr} - F_0)(B_i - B_{lim}) / (B_{tr} - B_{lim}) + F_0, \text{ при } B_{lim} < B_i < B_{tr},$$

$$F_{reci} = F_{tr} = \text{const}, \text{ при } B_i > B_{tr}.$$

Прогнозирование состояния запаса

Прогноз состояния запаса на двухлетнюю перспективу выполнили по методике в рамках предосторожного подхода к управлению промысловыми запасами рыб [Бабаян, 2000].

Для прогнозирования состояния запаса на 2 года вперед использовали те же значения мгновенных коэффициентов естественной смертности и селективности, что и в ретроспективе. Коэффициент промысловой смертности $F = 0,221 \text{ год}^{-1}$ в 2025 г. соответствует скорректированному ОДУ, равному 95,8 тыс. т.

В качестве пополнения запаса на прогнозный период принимали среднемноголетнюю численность 4-годовиков (рис. 5). Суперурожайные поколения у корфо-карагинской сельди появляются раз в 15–20 лет, а методик, позволяющих прогнозировать их появление в долгосрочной перспективе, в настоящее время нет. По этой причине, предполагаем, что их появление маловероятно. По прогнозам, в 2025–2026 гг. пополнение составит 441,1 млн экз.

С помощью обращенной вперед когортной процедуры, оценили биомассу запаса на 2 года вперед (табл. 6). При прогнозируемой величине пополнения нерестовый запас корфо-карагинской сельди после 2025 г. начнет снижаться.

Обоснование рекомендованного объема ОДУ

На начало 2026 г. биомасса нерестового запаса составит 608,3 тыс. т, что соответствует режиму III (эксплуатация восстановленного запаса) выбранной схемы управления промыслом (рис. 14). Согласно ПРП, рекомендуемое значение промысловой смертности равно $0,221 \text{ год}^{-1}$.

Величину вылова в прогнозный год рассчитывали следующим образом:

$$ОДУ_i = F_{req} \sum_{j=t_c}^T s_j w_j N_{i,j} \frac{1 - \exp[-(M_j + s_j F_{req})]}{M_j + s_j F_{req}} \text{ [Бабаян, 2000]}, \text{ где:}$$

s_j — возрастные коэффициенты селективности,

w_j — масса особей,

M_j — мгновенные коэффициенты естественной смертности,

$N_{i,j}$ — численность j -ой возрастной группы,

F_{reci} — рекомендуемое значение интенсивности промысла в i -й прогнозный год.

Согласно ПРП, вылов корфо-карагинской сельди в 2026 г. может составить 94,1 тыс. т.

Таблица 6

Численность и биомасса корфо-карагинской сельди в возрасте 4–13 лет в 2024–2026 гг.

	Возраст рыб, лет										Всего
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
2024											
Численность на начало года, млн экз.	2194,2	452,9	174,0	131,0	62,7	41,7	31,8	19,5	10,5	4,4	3122,7
Мгновенный коэффициент промысловой смертности, 1/год	0,039	0,078	0,122	0,148	0,226	0,270	0,331	0,449	0,659	0,659	
Средняя масса рыб, кг	0,244	0,308	0,360	0,404	0,442	0,475	0,505	0,532	0,557	0,580	
Биомасса на начало года, тыс. т	535,4	139,5	62,7	52,9	27,7	19,8	16,1	10,4	5,9	2,5	872,9
Биомасса нерестового запаса на начало года, тыс. т	305,2	123,6	60,6	51,9	27,6	19,8	16,1	10,4	5,9	2,5	623,6
2025											
Численность на начало года, млн экз.	441,1	1501,3	299,8	110,1	80,1	35,1	22,0	15,4	8,2	3,5	2516,6
Мгновенный коэффициент промысловой смертности, 1/год	0,058	0,118	0,184	0,222	0,339	0,405	0,498	0,675	0,990	0,990	
Средняя масса рыб, кг	0,244	0,308	0,360	0,404	0,442	0,475	0,505	0,532	0,557	0,580	
Биомасса на начало года, тыс. т	107,8	462,2	107,9	44,4	35,4	16,7	11,1	8,2	4,6	2,0	800,3
Биомасса нерестового запаса на начало года, тыс. т	61,4	409,5	104,3	43,5	35,2	16,7	11,1	8,2	4,6	2,0	696,5
ОДУ, тыс. т	5,1	43,9	15,4	7,5	8,6	4,7	3,7	3,4	2,4	1,1	95,8
2026											
Численность на начало года, млн экз.	441,1	296,0	955,4	178,3	62,5	40,0	16,1	9,0	5,2	2,0	2005,6
Мгновенный коэффициент промысловой смертности, 1/год	0,058	0,118	0,184	0,222	0,339	0,405	0,498	0,675	0,990	0,990	
Средняя масса рыб, кг	0,244	0,308	0,360	0,404	0,442	0,475	0,505	0,532	0,557	0,580	
Биомасса на начало года, тыс. т	107,8	91,1	343,7	72,0	27,6	19,0	8,1	4,8	2,9	1,1	678,1
Биомасса нерестового запаса на начало года, тыс. т	61,4	80,7	332,4	70,5	27,4	19,0	8,1	4,8	2,9	1,1	608,3
ОДУ, тыс. т	5,1	8,6	49,2	12,2	6,7	5,4	2,7	2,0	1,5	0,6	94,1

Анализ и диагностика полученных результатов

При обосновании величины ОДУ анализ эффективности выбранной схемы регулирования проводится с помощью процедуры риск-анализа [Francis, Shotton, 1997]. Определили вероятность нежелательных последствий для запасов при реализации данной стратегии рыболовства. Процедура риск-анализа заключается в следующем. Методом Монте-Карло [Metropolis, Ulam, 1949] произвели заданное пользователем число генераций случайных ошибок для стартовых численностей годовых классов, массы, доли зрелых рыб, коэффициентов селективности и значений пополнения в прогнозные годы. В качестве стартовых используются численности годовых классов, зашумленные путем внесения логнормальной ошибки со стандартным отклонением, оцененным по методу бутстрепа в модели «Синтез». Значения пополнения в прогнозные годы «зашумляются» с учетом логнормального распределения ошибки параметров связи «запас-пополнение» и биомассы производителей, при этом значения факторов среды предполагаются равными среднемноголетним. Далее, численности поколений экстраполируются на последующий год по формуле:

$$N_{i,j} = N_{i-1,j-1} * \exp(-F_{i-1,j-1} - M_{j-1}),$$

где коэффициенты промысловой смертности F соответствуют тестируемой стратегии рыболовства. При этом коэффициенты селективности зашумляются внесением логнормальной ошибки со стандартным отклонением, оцененным по методу бутстрепа в модели «Синтез». Далее, прогнозная оценка нерестовой биомассы рассчитывается путем суммирования численности годовых классов, умноженных на соответствующие значения массы и доли половозрелых рыб. Затем осуществляется статистическая обработка полученной выборки.

Важным этапом тестирования стратегии управления является оценка вероятности того, что в долгосрочной перспективе (10 лет вперед) биомасса нерестового запаса корфо-карагинской сельди не опустится ниже граничного ориентира по биомассе V_{lim} при заданном постоянном темпе эксплуатации. В рамках статистического имитационного моделирования методом Монте-Карло эта вероятность была оценена (рис. 15). При интенсивности промысла в течение 10 лет на уровне целевого ориентира F_{tr} риск перелова по пополнению не превышает рекомендованного уровня $\alpha=0,1$. Следовательно, действующая стратегия управления не повредит запасу.

Результаты моделирования динамики запаса на длительный период времени (10 лет) при рекомендуемой согласно ПРП интенсивности изъятия также подтверждают эффективность предлагаемой стратегии промысла.

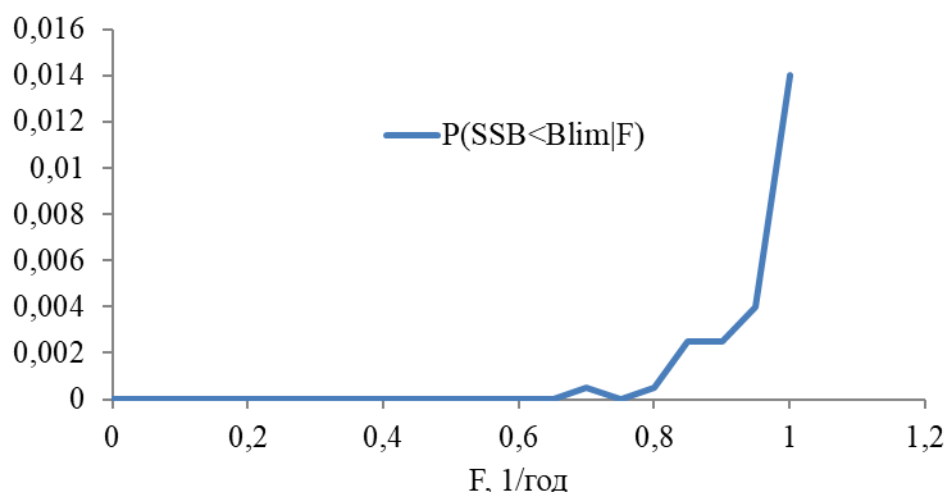


Рис. 15. Вероятность падения нерестовой биомассы ниже граничного ориентира

Как видно на рисунке 16, при соблюдении ПРП запас корфо-карагинской сельди с 95% вероятностью не выйдет за биологически безопасные границы и будет несколько выше целевого ориентира B_{tr} . На основании результатов имитационного моделирования можно заключить, что в долгосрочной перспективе стратегия управления приемлема.

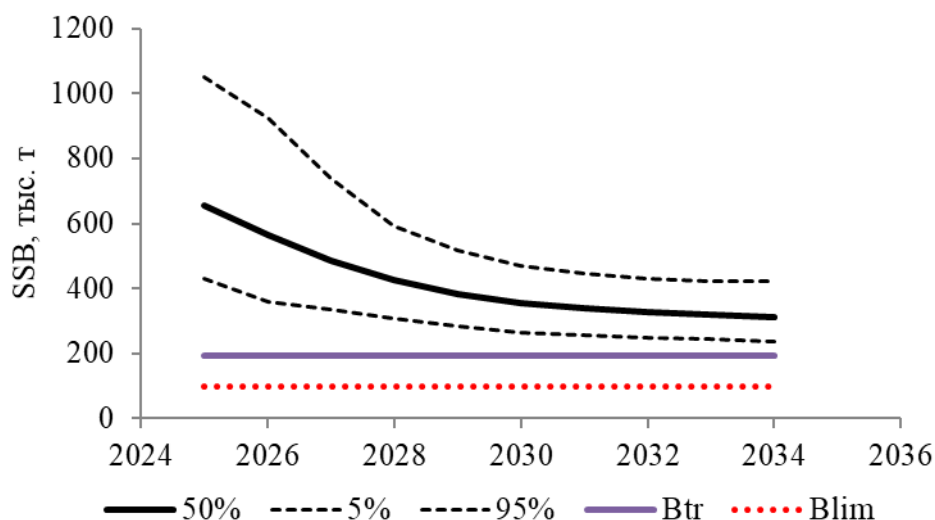


Рис. 16. Модельная динамика биомассы нерестового запаса корфо-карагинской сельди при рекомендуемой согласно ПРП интенсивности изъятия

Так, как вылов прогнозируется с заблаговременностью 2 года, то необходимо просчитать вероятность нежелательных последствий принятой стратегии управления запасом корфо-карагинской сельди на 2 года вперёд, т.е. выполнить анализ рисков. Для этой цели в рамках статистического имитационного моделирования методом Монте-Карло оценена вероятность попадания запаса в опасную зону, как функция величины годового вылова в прогнозные годы: $P(SSB_{2027} < B_{lim} | ОДУ_{2025}, ОДУ_{2026})$ и $P(F_{2026} > F_{lim} | ОДУ_{2025},$

ОДУ₂₀₂₆). Проведенный риск-анализ показал, что риск перелова по росту и по пополнению при рекомендуемой величине ОДУ корфо-карагинской сельди 94,1 тыс. т не превышает рекомендованного уровня $\alpha=0,1-0,2$ [Бабаян, 2000] (рис. 17).

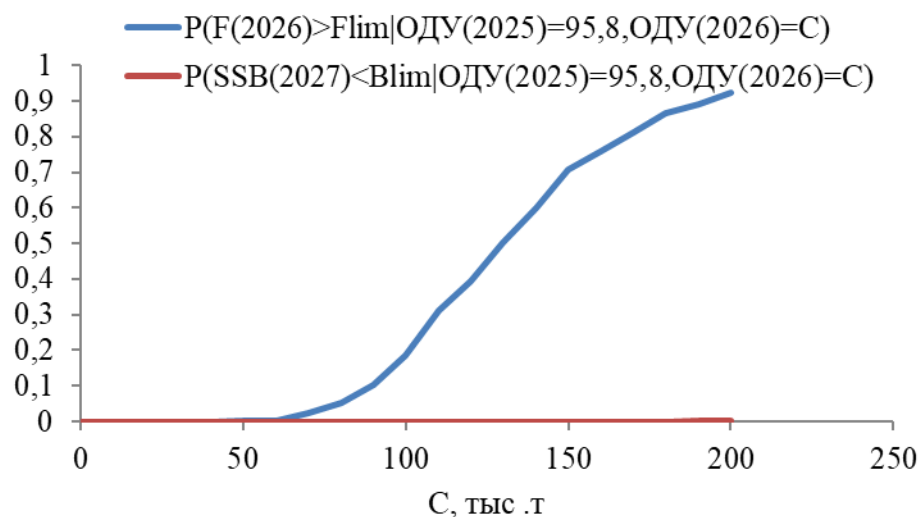


Рис. 17. Анализ рисков наступления неблагоприятных последствий для запаса корфо-карагинской сельди

Окончательный вид ПРП с указанной траекторией запаса, включающей период времени с 2011 по 2024 гг. и ближайшую перспективу (5 лет), представлен на рисунке 18.

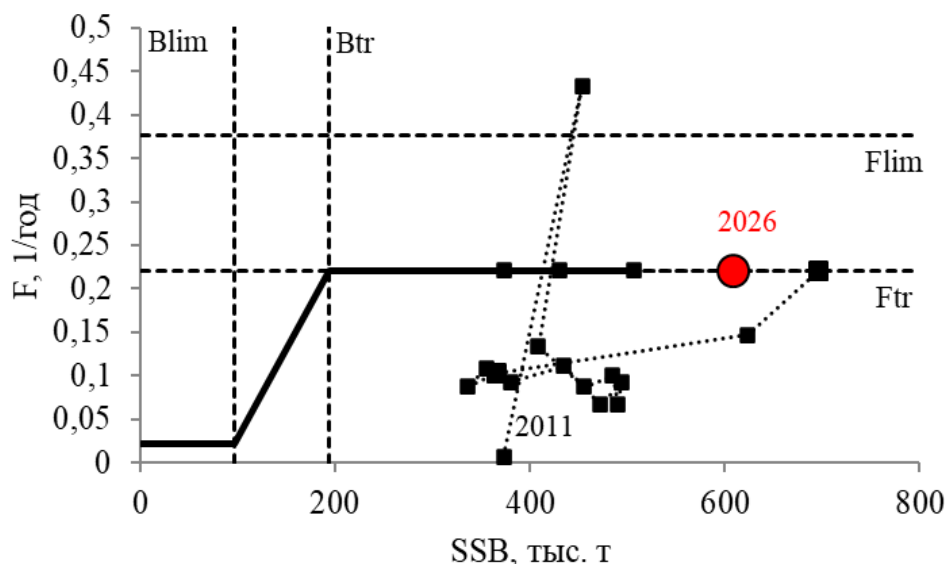


Рис. 18. Реализация правила регулирования промысла корфо-карагинской сельди

Предполагается, что в 2026 г. на акватории Западно-Беринговоморской зоны к западу от 174°00' в.д. сельдь добывать не будут. Следовательно, весь

вылов целесообразно рекомендовать для освоения только в Карагинской подзоне.

Таким образом, **ОДУ сельди тихоокеанской в Карагинской подзоне в 2026 г. составит 94,100 тыс. т.**

61.04 – Зона Южно-Курильская

Исполнитель: Э.Р. Ившина («СахНИРО»)

Куратор: А.А. Смирнов (ФГБНУ «ВНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения

Информационной основой для оценки величины общего допустимого улова сельди в Южно-Курильской зоне послужили данные, собранные на промысле рыб малыми ставными неводами у о-ва Кунашир и судовом промысле донных и придонных видов рыб в 2010–2024 гг. Также использованы материалы траловых съемок НИС «Дмитрий Песков» за 2003–2005, 2014, 2020 гг., НИС «Профессор Пробатов» за 2010–2011 гг., НИС «Бухоро» за 2018 г., НИС «Владимир Сафонов» за 2019 г., НИС «Профессор Кагановский» за 2021–2023 гг. (материалы «ТИНРО»).

Данные по информационной обеспеченности прогноза в последние годы представлены в таблице 7.

Таблица 7

Данные по информационной обеспеченности прогноза сельди Южно-Курильской зоны

Год	Прибрежный промысел у о-ва Кунашир (уловы малых ставных неводов)		Научные учетные траловые съемки (уловы донных и разноглубинных тралов)			Судовой промысел (уловы разноглубинных тралов и снюрреводов)	
	массовые промеры (экз.)	биологический анализ (экз.)	массовые промеры (экз.)	биологический анализ (экз.)	расчет запаса	массовые промеры (экз.)	биологический анализ (экз.)
2015	16						
2016	337						
2017						1085	300
2018	753	200	364	74	+	42	
2019	812	600					
2020	1212	909	136		+	92	
2021	343		17*	33*	++	940*	
2022					++	242*	
2023					++	782*	
2024						1220*	

**Материалы Тихоокеанского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»)*

Данные промысловой статистики предоставлены Сахалино-Курильским территориальным управлением Росрыболовства.

Обоснование выбора методов оценки запаса

Для оценки распределения и запасов сельди использовали материалы траловых съемок, выполненных у южных Курильских о-вов НИС «Дмитрий Песков» в 2003–2005, 2014, 2020 гг., НИС «Профессор Пробатов», в 2010–2011 гг., НИС «Бухоро» в 2018 г., НИС «Владимир Сафонов» в 2019 г., НИС «Профессор Кагановский» в 2021–2023 гг. Оценка запасов сельди, учтенной в ходе траловых учетных съемок, осуществлялась с использованием программы «Surfer». Коэффициент уловистости сельди донным тралом для всех съемок принят 0,4 [Нектон Охотского моря..., 2003].

При определении ОДУ и коэффициента убыли применили подход, используемый для оценки общего допустимого улова аналогично методу FRATIO [Методические рекомендации..., 2018; Walters, Martell, 2002], где величина ОДУ определяется как $TAC = F_{opt} \times B_{cur}$, где B_{cur} – текущее значение биомассы запаса (рассчитываемое, например, по данным учетных съемок), F_{opt} – оптимальное значение промысловой смертности, устанавливаемое исходя из предполагаемого соотношения между F_{MSY} и коэффициентом естественной смертности M (в простейшем случае принимается $F_{MSY} = F_{lim} = M$) [Бабаян, 2000; Методические рекомендации..., 2018].

Информационную обеспеченность прогноза следует признать соответствующей III уровню (приказ Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 108).

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Состояние запаса. В апреле–июне 2018–2021 гг. сельдь в уловах малых ставных неводов в прибрежье о-ва Кунашир была представлена рыбами длиной от 14,0 до 31,5 см, в возрасте от 1 до 6 лет (рис. 19). Минимальная длина половозрелых рыб, по имеющимся данным, составляет 17 см.

В 2018 г. в уловах преобладали рыбы длиной 21–24 см (88,5%), в возрасте 3 лет (89,5%). В 2019 г. основу скоплений сельди составляли рыбы с длиной тела 21–24 см (38,0%) и 25–27 см (53,8%), в возрасте 3 (30,2%) и 4 (65,8%) лет. В 2020 г. в уловах доминировали рыбы с длиной тела 25–29 см (82,2%) в возрасте 4 (49,0%) и 5 (37,7%) лет. На протяжении трехлетнего периода наблюдений (2018–2020 гг.) основу уловов составляли рыбы 2015 и 2016 гг. рождения. В 2018–2019 гг. доминировали рыбы генерации 2015 г. рождения, а в 2020 г. – четырехгодовики генерации 2016 г. рождения (50,0%), при значительной доле рыб 2015 г. рождения (37,7%). В 2021 г. основу уловов составляли трехгодовики (33,2%) длиной 21–24 см (31,2%) и особи длиной 26–29 см (53,9%), в возрасте 4 (42,6%) и 5 (21,3%) лет.

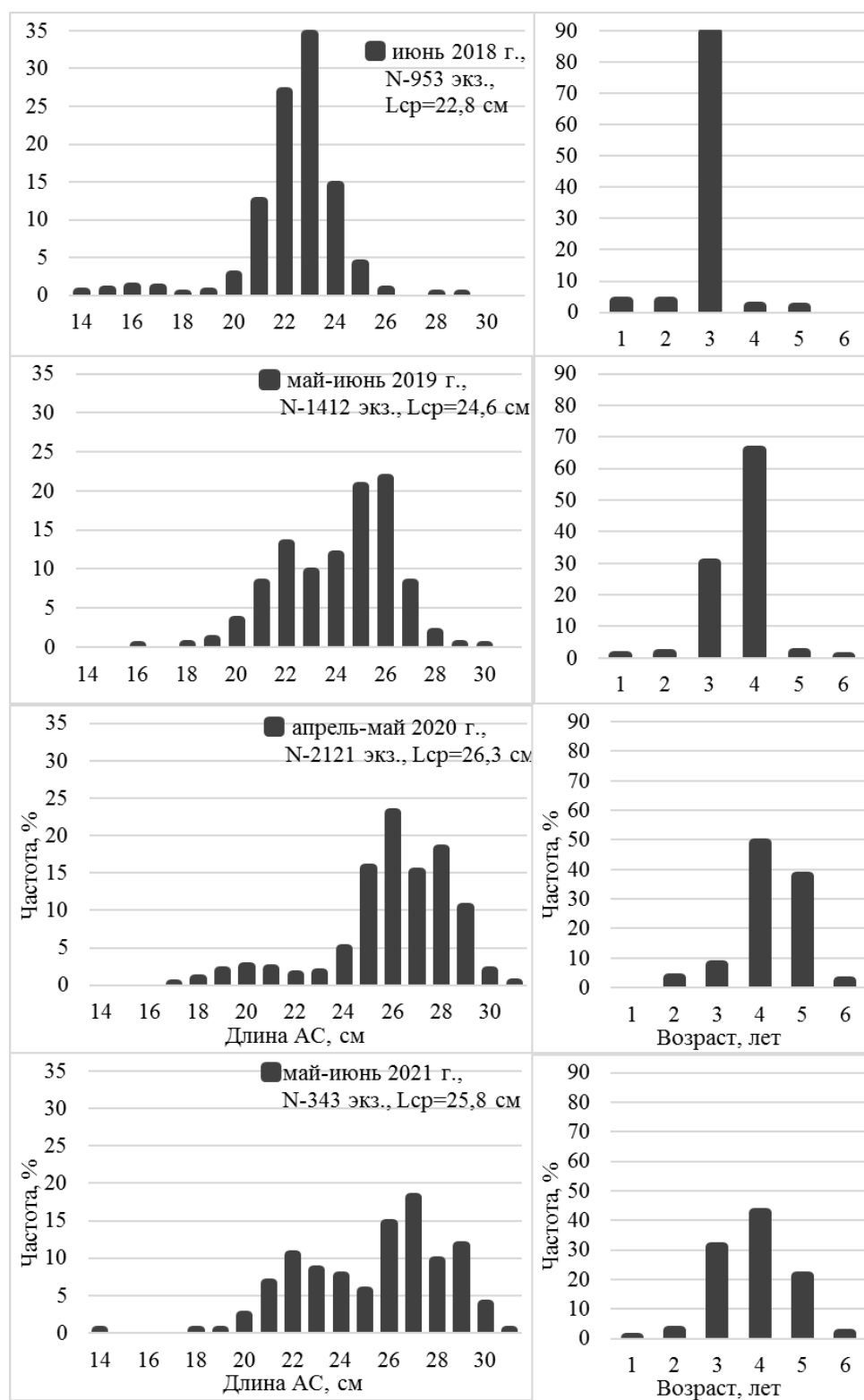


Рис. 19. Размерный и возрастной состав сельди, отмечающейся в уловах малых ставных неводов у о-ва Кунашир в апреле–июне 2018–2021 гг.

В уловах донных тралов (научные съемки) в августе–сентябре сельдь встречается преимущественно в Южно-Курильском проливе. Длина рыб в уловах тралов варьируется от 10–15 до 20–25 см, при этом, как правило, максимальная доля приходится на рыб с длиной тела менее 20 см. В июне–июле 2018 г. в уловах донного трала НИС «Бухоро» (Южно-Курильский

пролив) длина сельди варьировала от 14 до 29 см, при среднем значении 22,2 см, доминировали рыбы длиной 22–25 см (85,6%). В октябре 2020 г. в уловах донного трала НИС «Дмитрий Песков» (Южно-Курильский пролив) длина сельди варьировала от 11 до 30 см, при среднем значении 16,2 см. Основу уловов (60,3%) составляла молодь длиной 11–14 см. В конце марта–апреле 2021 г. (материалы «ТИНРО») в уловах разноглубинного трала НИС «Профессор Кагановский» сельдь отмечалась в районе прол. Екатерины и прилегающей акватории. Длина сельди изменялась в пределах от 16 до 33 см, при среднем значении 30,1 см. Основу уловов (82,0%) составляли половозрелые рыбы длиной 29–32 см (рис. 20).

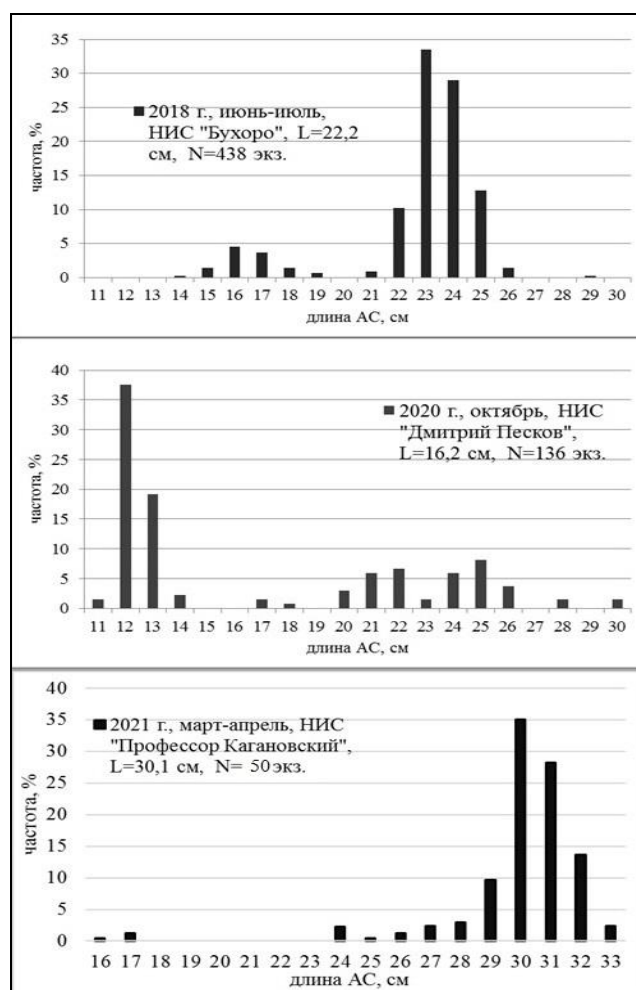


Рис. 20. Размерный состав сельди в прол. Южно-Курильский (2018, 2020 гг.) и Екатерины, с прилегающей акваторией (2021 г.) по результатам донных тралений (научные съемки)

В 2022 г. были получены результаты сравнимые с предыдущим годами. В уловах присутствовали неполовозрелые рыбы (35% улова) и половозрелые (65%) рыбы длиной 12-33 см. Средняя длина рыб составляла 23,9 см (рис. 21).

В марте–апреле 2020 г. при траловом и снюрреводном промысле минтая, трески и других рыб в северной части Южно-Курильского пролива в прилове также присутствовала сельдь длиной 19–32 см, при среднем значении 27,2 см. Преобладали в уловах рыбы длиной 28–29 см (50,0%).

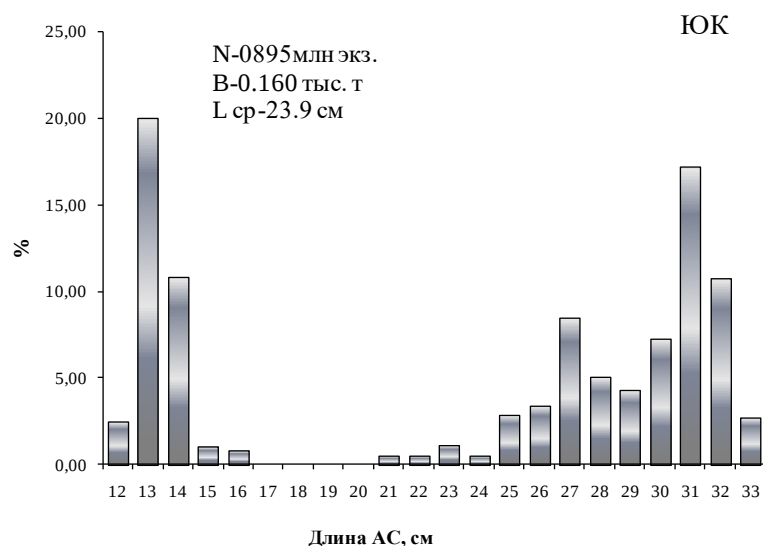


Рис. 21. Размерный состав сельди в Южно-Курильском проливе в марте-апреле 2022 г., донный трал, НИС «Профессор Кагановский», материалы «ТИНРО»

В январе-октябре 2021 г. в ходе аналогичного промысла отмечалась сельдь длиной 23-36 см, в целом в уловах преобладали рыбы длиной 27–31 см (78,7%). Рыбы с наибольшей средней (29,7 см) и максимальной длиной (36 см) отмечались в преднерестовый период в апреле. Осенью в уловах модальную группу (21,4%) представляли рыбы длиной 25 см, единично отмеченные только в феврале. В феврале-марте 2022 г. отмечалась сельдь длиной 22-35 см, в целом в уловах преобладали рыбы длиной 27–31 см (78,1%). В марте-апреле 2023 г. длина рыб варьировалась от 22 до 35 см, средняя длина составляла в разные месяцы 29,7 и 29,0 см, доминировали в уловах (81,4% и 71,5% соответственно) рыбы длиной 28–33 см (рис. 22).

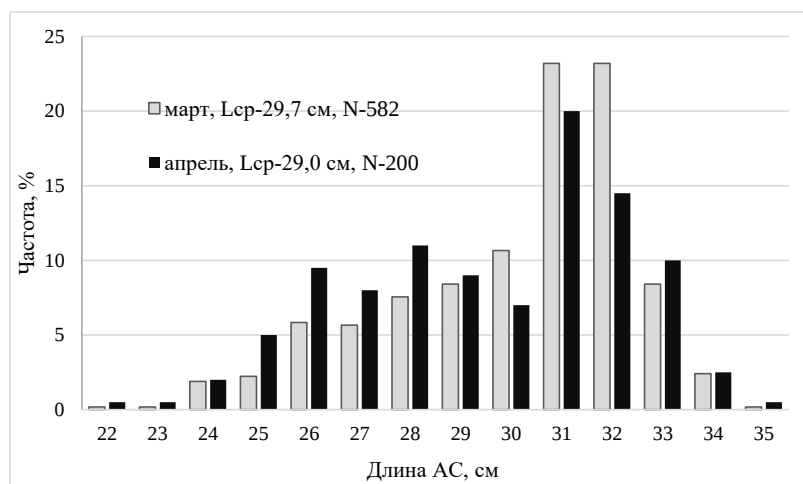


Рис. 22. Размерный состав сельди у южных Курильских о-вов в марте-апреле 2023 г. (разноглубинный трал, снюрревод)

В апреле-декабре 2024 г. в промысловых уловах длина рыб варьировала от 21 до 36 см, средняя длина рыб в разные месяцы составляла

от 25,7 см до 30,4 см. В апреле-июле доминировали в уловах (64,8–65,7%) особи длиной 30–34 см, в ноябре-декабре основу уловов формировали рыбы 25–27 см (74,5%) (рис. 23).

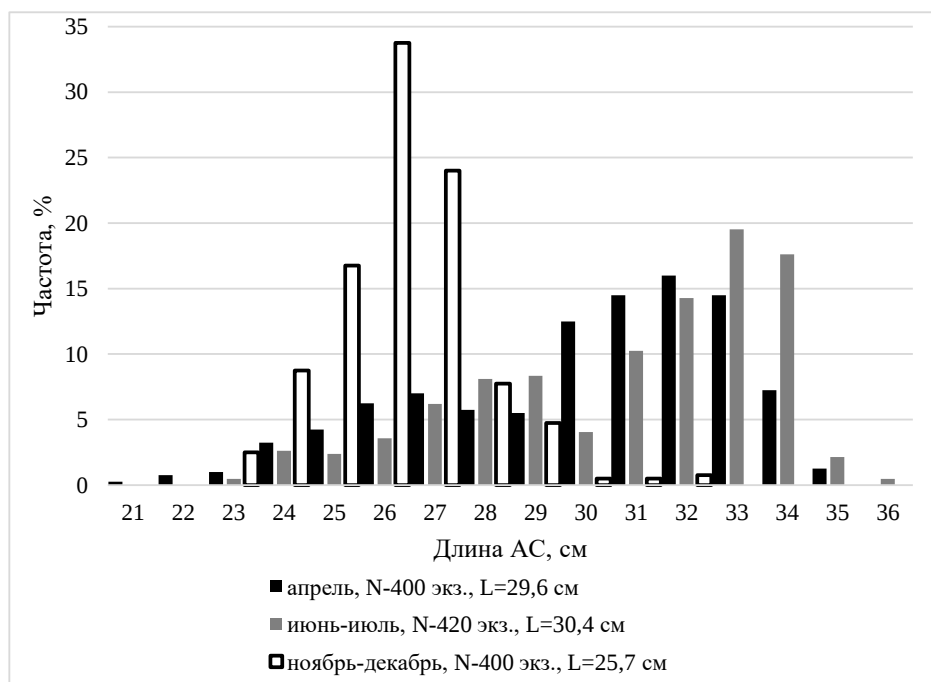


Рис. 23. Размерный состав сельди у южных Курильских о-вов в апреле-декабре 2024 г. (разноглубинный трал, снюрревод)

В летний и осенний период сельдь концентрируется, как правило, в Южно-Курильском проливе. Так, в июле 2018 г. сельдь распределялась практически по всему Южно-Курильскому проливу на глубинах до 100 м. Средняя плотность концентраций рыб по всему району составила 0,212 т/км², при максимальной величине 13,9 т/км², учтенный запас – 1,638 тыс. т. В октябре 2020 г. частота встречаемости рыб составила 16,3%. Сельдь отмечалась на глубинах 25–135 м. Средняя плотность скоплений рыб по всему району составила 0,023 т/км², максимальная – 0,811 т/км². Расчётный запас сельди оценивается в 0,160 тыс. т, промысловый запас – 0,125 тыс. т. В марте–апреле 2021 г., согласно материалам траловой съемки с использованием разноглубинного трала на НИС «Профессор Кагановский» («ТИНРО»), частота встречаемости рыб составляла 13,1%, расчётный запас сельди оценивается в 0,279 тыс. т. В марте–апреле 2022 г. (донный трал, НИС «Профессор Кагановский») встречаемость сельди у Южных Курил была минимальной, запас оценивается 0,160 тыс. т. (рис. 24). В весенний период 2023 г., по результатам работы НИС «Профессор Кагановский» расчётный запас сельди не превысил 0,098 тыс. т.

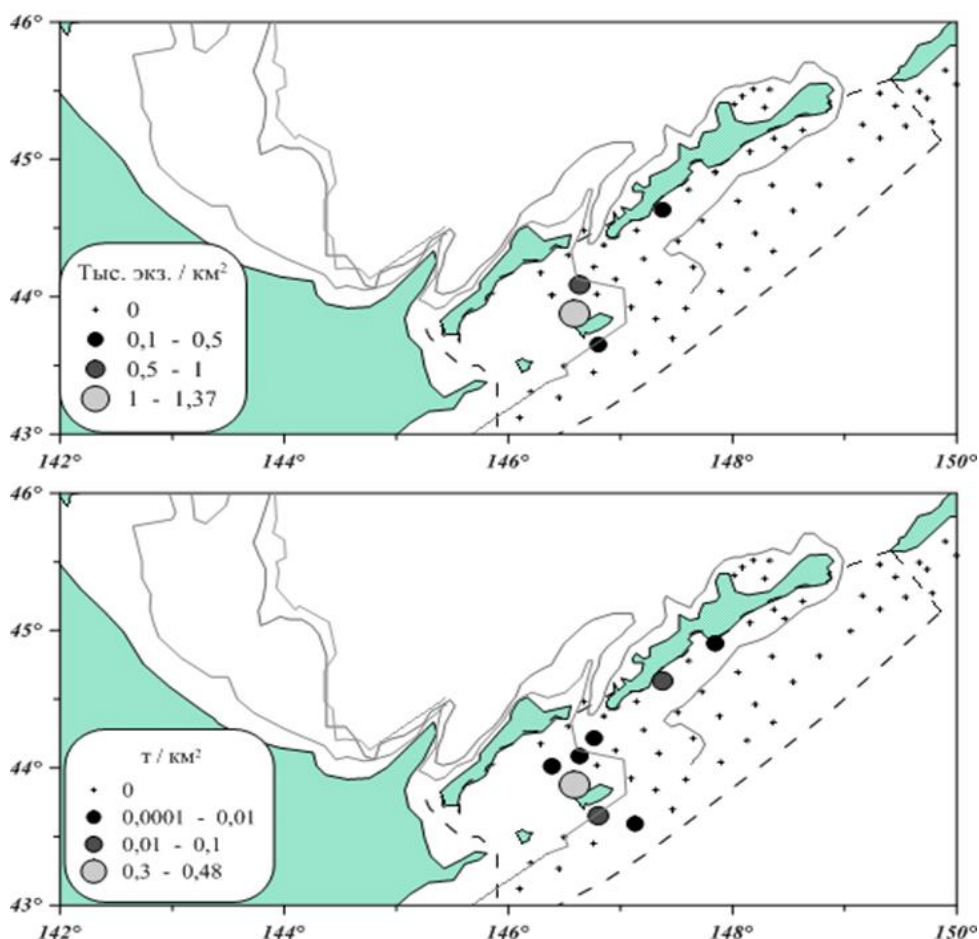


Рис. 24. Распределение сельди у южных Курильских о-вов по данным донной траловой съемки на НИС «Профессор Кагановский» 29 марта - 08 апреля 2022 г., т/км² (материалы «ТИНРО»)

Сельдь, как известно, относится к пелагическим видам, и донный трал не является приспособленным орудием лова для учета численности подвижных рыб. В тоже время известно, что сельдь в дневное время держится в придонном слое и результаты траловых донных съемок, при отсутствии других учетных работ могут дать некоторое представление о ее распределении и запасах. Частота встречаемости сельди в уловах донного трала в летне-осенний период на шельфе южных Курильских о-вов, как правило, относительно невысокая. Этот показатель в 2010–2023 гг. изменялся в пределах 6,8-16,3%. Биомасса запаса сельди, рассчитанная по результатам донных траловых съемок в эти годы варьировалась от 0,0003 до 1,923 тыс. т (табл. 8).

Запас сельди, рассчитанный по материалам донных траловых съемок, существенно варьируется, что, наиболее вероятно, обусловлено целым рядом субъективных причин (различный сезон наблюдений, размер и тип орудия лова, разнородная схема станций и пр.), помимо естественного колебания запаса и особенностей сезонных миграций сельди в районе южных Курильских о-вов.

Таблица 8

Расчетный запас сельди в Южно-Курильской зоне по данным донных траловых съемок (КУ=0,4)

Год	Месяц	Судно/Тип и параметры трала	Число станций	Частота встречаемости, %	Учитенный запас, тыс. т
2010	Сентябрь–октябрь	НИС «Профессор Пробатов» (ДТ/ТВ 30/25 м)	164	10,4	1,923
2014	Август–сентябрь	НИС «Дмитрий Песков» (ДТ/ТВ 30/25)	87	6,8	0,0003
2018	Июль	НИС «Бухоро» (ДТ 27,1 м/24,4)	95	12,6	1,638
2020	Октябрь	НИС «Дмитрий Песков» (ДТ/ТВ (27,1/24,4)	46	16,3	0,160
2021	Март–апрель	НИС «Профессор Кагановский» (РТ/ТМ 80/396)*	61	13,1	0,279
2022	Март–апрель	Тоже*	58	13,8	0,160
2023	Март	Тоже*			0,098

* – материалы «ТИНРО»

Промысел. В Южно-Курильской зоне специализированный лов сельди не организуется, но в отдельных случаях она составляет в значительную часть уловов при промысле других видов рыб. Согласно сведениям официальной статистики, сельдь добывается в Южно-Курильской зоне с 2017 г. исключительно в качестве прилова при промысле других видов рыб ставными неводами в апреле–июне, разноглубинными тралами и снюрреводами в другие месяцы годы. В 2017 г. вылов (в качестве прилова) составил около 0,004 тыс. т, в 2018 г. – 0,139 тыс. т.

В 2019 г. для сельди тихоокеанской Южно-Курильской зоны утвержден общий допустимый улов в объеме 0,209 тыс. т (приказ Минсельхоза России от 09.11.2018 г. № 516). Начиная с 2020 г. вылов и, соответственно, доля освоения предлагаемых лимитов ежегодно увеличивается. Так вылов в 2024 г. достиг 1,66 тыс. т, а доля освоения 84,9% (табл. 9).

Таблица 9

Вылов сельди в Южно-Курильской зоне

Год	ОДУ, тыс. т	Освоение, %	Вылов, тыс. т		
			судовой промысел (снюрревод, разноглубинный трал)	прибрежный промысел (ставные невода)	Всего*
1	2	3	4	5	6
2017	–	–	0,00228	0,0017	0,004
2018	–	–	0,003	0,136	0,139
2019*	0,209	13,4	0,026	0,002	0,028

1	2	3	4	5	6
2020	0,37	80,8	0,224	0,075	0,299
2021	1,96	51,5	0,995	0,014	1,009
2022	1,96	60,9	1,171	0,022	1,193
2023	1,96	61	+	1,196	1,196
2024	1,96	84,9	1,664	+	1,664

**введен в список объектов ОДУ*

Вылов сельди осуществляется в течении всего года, о чем свидетельствует динамика судовых суточных уловов (рис. 25).

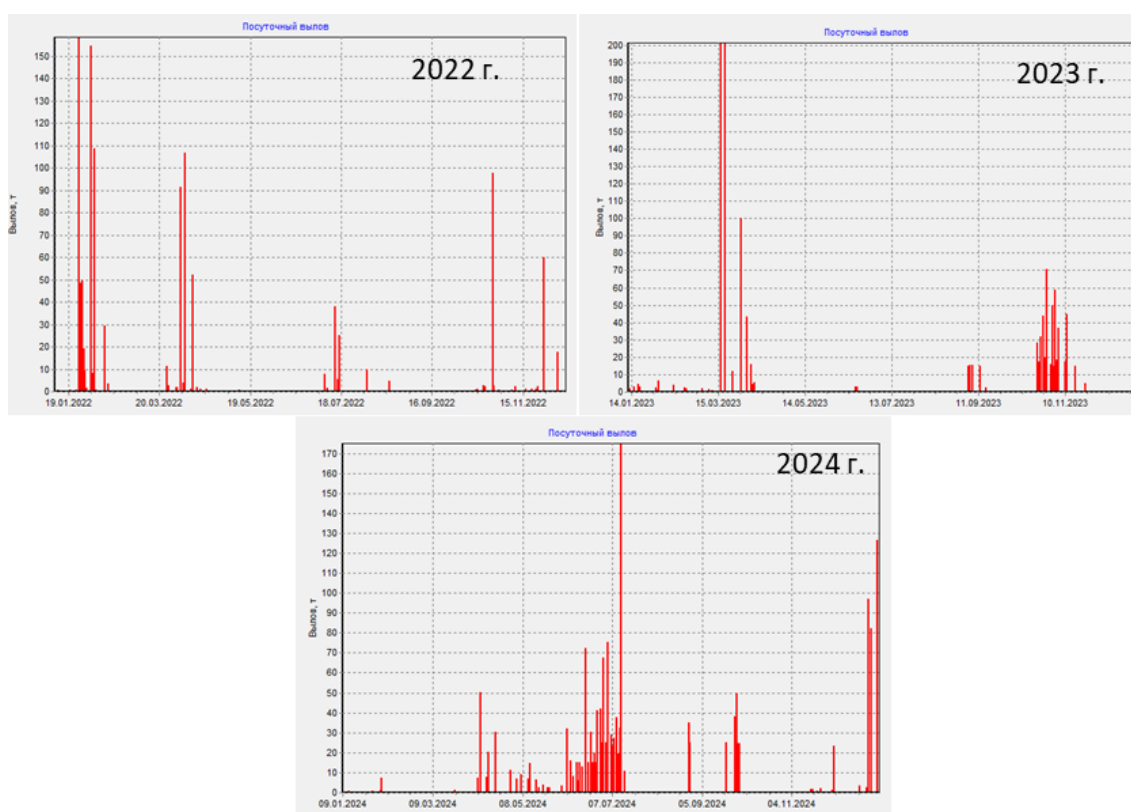


Рис. 25. Посуточный судовой вылов сельди у южных Курильских о-вов в 2022–2024 гг., данные ОСМ Росрыболовства

Статистика промысла сельди у Южных Курил отражает наблюдаемую устойчивую тенденцию увеличения запасов сельди в южной части Охотского моря как у побережья о-ва Сахалин и южных Курильских о-вов, так и о-ва Хоккайдо. В частности, у Южных Курил при постоянной интенсивности промысла (числе судов, облавливающих сельдь) эффективность промысла возрастает, что выражается в увеличении суммарного, среднесуточного вылова и среднего вылова на судно (табл. 10).

Сельдь до 2017 г. являлась обычным видом в уловах малых ставных неводов при промысле «разнорыбицы» в апреле–июне у о-ва Кунашир, хотя и встречалась преимущественно единично. Однако с 2018 г. доля сельди в уловах заметно увеличилась. В 2019–2020 гг. сельдь в уловах малых ставных неводов начинала отмечаться с первой декады апреля в южной части с

тихоокеанской стороны о-ва Кунашир. С охотоморской стороны сельдь в уловах отмечалась со второй декады мая. По неофициальным сведениям рыбопромышленных предприятий, массовые подходы сельди к побережью о-ва Кунашир наблюдались с конца апреля до середины мая.

Таблица 10

Некоторые данные по судовому промыслу сельди в Южно-Курильской зоне

Год	Вылов тыс. т	Среднесуточный вылов, т, среднее/минимум–максимум	Число суток с отчетом о вылове	Число судов	Средний вылов на судно, тонн
2021	0,995	11,15/0,02–141,9	68	12	82,42
2022	1,171	7,59/0,02–106,7	75	13	89,27
2023	1,196	9,56/0,01–100,6	76	11	85,04
2024	1,664	15,53/0,05–175,0	81	12	138,65

В целом, вылов сельди российским флотом у побережья Южных Курил увеличивается. Такое положение, вероятно связано и с увеличением запасов сельди в районе, косвенным признаком чего служат возрастающие уловы вида и в сопредельной акватории о-ва Хоккайдо [Stock assessment ..., 2023, электронный ресурс].

Определение биологических ориентиров

Исходя из низкой информационной обеспеченности прогноза ОДУ в части определения ориентиров управления промыслом и формирования ПРП для сельди Южно-Курильской зоны, величину граничного ориентира по промысловой смертности приняли на основании работы Кадди [Caddy, 1998], где приведены значения F_{lim} для разных уровней естественной смертности [Бабаян, 2000].

Поскольку для сельди Южно-Курильской зоны возраст массового полового созревания неизвестен, для расчета M применили методы с использованием параметров уравнения Бергаланфи: метод Паули ($M=0,24$, при температуре поверхностного слоя воды $7,1^{\circ}\text{C}$ в Южно-Курильском проливе в 1997–2017 гг.) и метод, описанный Хьюиттом и Хоенигом в 2005 г. ($M=0,34$). Мгновенный коэффициент естественной смертности рыб приняли равным 0,3, как среднее значение $M=0,24$ и $M=0,34$. В этом случае при $M=0,3$ граничный ориентир управления по промысловой смертности F_{lim} соответствует значению 0,231. Для расчета коэффициента убыли применяли следующую формулу: $\varphi = 1 - \exp(-F)$, отсюда при $F_{lim}=0,231$ коэффициент убыли составит $\varphi=0,206$.

Обоснование правила регулирования промысла

В связи с отсутствием регулярных исследований и учетных работ, недостатком промысловой информации и данных по биологическим характеристикам нерестовой сельди, особенно в условиях возрастающей численности в последние годы, сформировать правило регулирования

промысла сельди тихоокеанской в Южно-Курильской зоне в настоящее время не представилось возможным.

Прогнозирование состояния запаса

Начиная со второй половины 2010-х гг. численность сельди у Южных Курил и у сопредельного побережья о-ва Хоккайдо возрастает [Successive use of different habitats..., 2018; Stock assessment ..., 2023, электронный ресурс]. В настоящий период отсутствуют достоверные данные о местах нереста сельди у южных Курильских о-вов. Однако материалы, полученные в 2018–2024 гг. на промысле рыб прибрежного комплекса, дают основание предполагать, что регулярный нерест сельди у побережья о-ва Кунашир имеет место. Так, в эти годы нерестовая сельдь постоянно отмечается в уловах малых ставных неводов как у охотоморского, так и тихоокеанского побережий о-ва Кунашир.

Текущее значение биомассы запаса сельди в Южно-Курильской зоне рассчитывается по данным учетных съемок с применением донного трала. В 2018 г. учтенная биомасса по данным донных тралений в июне–июле НИС «Бухоро» оценена $\approx 1,64$ тыс. т (площадь нагула $1170,5$ миль²), что сопоставимо с данными 2010 г. (учтенная биомасса $1,923$ тыс. т, площадь нагула $1455,45$ миль²). В весенний период 2021–2023 гг. учтенная биомасса сельди, по данным донных тралений оценена в $0,098$ – $0,279$ тыс. т. Стоит полагать, что низкий уровень учтенного запаса сельди в 2021–2023 гг. связан с тем обстоятельством, что траловая съемка выполнена на ограниченной морской акватории Южно-Курильской зоны, вне пределов основных скоплений преднерестовой сельди. Традиционно принято, что для сельди коэффициент уловистости донного трала в зависимости от размера варьирует в пределах $0,2$ – $0,4$ [Нектон Охотского моря..., 2003]. Значительная часть сельди у Южных Курил весной–осенью распределяется на глубинах до 20 – 50 м, и слабо облавливается донными тралами, по этой причине коэффициент уловистости трала для дальнейших расчётов приняли $0,1$ (по аналогии с мойвой). Отсюда запас сельди в 2018 г. мог составить порядка $6,6$ тыс. т. Однако учитывая ограниченную область тралений, низкую уловистость донного трала для пелагических рыб, возможную площадь нагула рыб у Южных Курил, а также исходя из динамики уловов и устойчивой тенденции увеличения запасов сельди в последние годы приняли допущение, что биомасса промыслового запаса сельди в 2026 г. может быть не менее 11 тыс. т.

Обоснование рекомендованного объема ОДУ

Общий допустимый улов принимается по следующей формуле $ОДУ_{T+1} = F \cdot B_{T+1}$ [Бабаян, 2000; Методические рекомендации..., 2018]. Отсюда **ОДУ сельди тихоокеанской в Южно-Курильской зоне в 2026 г. рекомендуется в объеме $2,270$ тыс. т. (11 тыс. т $\cdot 0,206$).**

Анализ и диагностика полученных результатов

Информационную обеспеченность прогноза следует признать соответствующей III уровню, согласно приказу Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104. Обоснование ОДУ сельди Южно-Курильской зоны базируется исключительно на данных учетных донных траловых съемок. Промысловых данных недостаточно для использования в прогностических целях. Общий допустимый улов сельди в Южно-Курильской зоне впервые введен только с 2019 г. (приказ Минсельхоза России от 09.11.2018 г. № 516). Вылов сельди учитывался исключительно в качестве прилова. Только с 2020 г. лов сельди в Южно-Курильской зоне осуществляется согласно выделенному объему вылова в качестве самостоятельного объекта промысла. Однако специализированный лов сельди не организуется, учитывается она как прилов при судовом промысле комплекса рыб в зимний-весенний период и ставными неводами в апреле-июне. Имеющиеся на текущий момент промысловые данные не позволяют использовать с достаточной степенью надежности расчетные модели, в том числе продукционные.

61.05 - Зона Охотское море

61.05.1 - Северо-Охотоморская подзона

Исполнители: А.М. Панфилов, О.В. Прикоки («МагаданНИРО»), А.А. Дуленин («ТИНРО»)

Куратор: А.А. Смирнов (ФГБНУ «ВНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения

Основой для оценки текущего и перспективного состояния запаса, определения вылова охотской сельди в 2026 г. послужили следующие данные:

— сведения, собранные сотрудником «МагаданНИРО» на СРТМ «Си Хантер» при специализированном траловом промысле сельди в сентябре-октябре 2024 г. (количество массовых промеров — 9259 экз., полных биологических анализов — 590 экз.);

— результаты икорной съемки, выполненной специалистами «ХабаровскНИРО», «ТИНРО» и «МагаданНИРО» в пределах основной части нерестового ареала охотской сельди (от зал. Аян до Ейринейской губы включительно) с 20 мая по 15 июня 2024 г. Общая протяженность обследованных нерестилищ – 303 км. Всего было обследовано 25 локальных нерестилищ. Во время съемки на 124 разрезах было выполнено 350 водолазных станций, и 52 погружения ТНПА и 10 полетов БПЛА. Всего за время съемки было сделано 412 учетных станций;

— многолетние промыслово-биостатистические и архивные материалы, результаты икорных съемок с 1997 г.;

— данные судовых суточных донесений (ССД) из отраслевой системы мониторинга Росрыболовства (ОСМ).

Структура и качество доступного информационного обеспечения соответствуют I уровню (приказ Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104).

Обоснование выбора методов оценки запаса

Возрастной состав уловов доступен с 2002 г. Значит, более 1 когорты основных промысловых возрастов (до 12+ лет) уже полностью прошли в матрице численности уловов рыб. Следовательно, необходимо применить когортные модели, среди которых ФГБНУ «ВНИРО» рекомендует для оценки запаса и состояния минтая использовать модель ППП «Синтез» [[Методические рекомендации, 2018, Рекомендации по методикам, 2020]. Однако с тех пор разработана более совершенная статистическая когортная модель (СКМ) в пространстве состояний со сглаживающим сигма-точечным фильтром Калмана (Unscented Kalman Smoother – UKS) [Ильин, 2022]. Результаты СКМ с UKS прошли аудит сертификации промысла минтая по стандартам морского попечительского совета (MSC) практически во всех подзонах, где применялась эта новая модель. Ранее обоснованием выбора метода служило то, что СКМ с UKS учитывает ошибку процесса (модели) и может превосходить ППП «Синтез» в точности оценивания состояния запаса по критерию накопленной среднеквадратической ошибки [Ильин, 2022]. Её настройка выполняется в открытом и свободно распространяемом языке программирования высокого уровня – R [R Core Team, 2025]. Среди многих достоинств СКМ с UKS находится отсутствие необходимости задавать априори диапазоны лет с различной селективностью, т.к. в СКМ с UKS она гладко варьирует по годам. Дополнительно в UKS оценивается ещё и мгновенный коэффициент естественной смертности – МКЕС или М.

Таким образом, использовали СКМ с UKS вместо более сложной (по числу параметров) модели «Синтез» в связи с меньшим числом требуемых допущений об М и селективности при доказанной более высокой точности оценивания состояния запаса в UKS в синтетических испытаниях [Ильин, 2022].

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Состояние запаса. В зимовальной и преднерестовой период 2024 г. в промысловых траловых уловах встречалась сельдь длиной от 22,6 до 37,1 см, а превалировали особи размерных групп 28–32 см (53,7%) при среднем значении, равном 28,9 см (рис. 26).

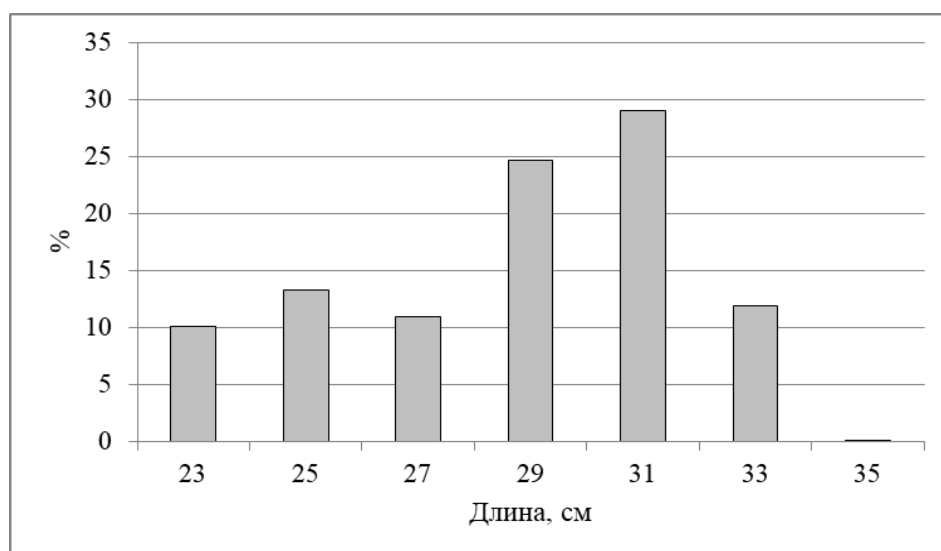


Рис. 26. Размерный состав сельди в траловых уловах в Северо-Охотоморской подзоне в зимовальный и преднерестовый период 2024 г.

В путину 2024 г. в промысловых траловых уловах встречались рыбы в возрасте 4+–12+ лет, а доминировали особи размерных групп 28–30,5 см (72,0%) в возрасте 7+–9+ лет (73,6%) (рис. 27).

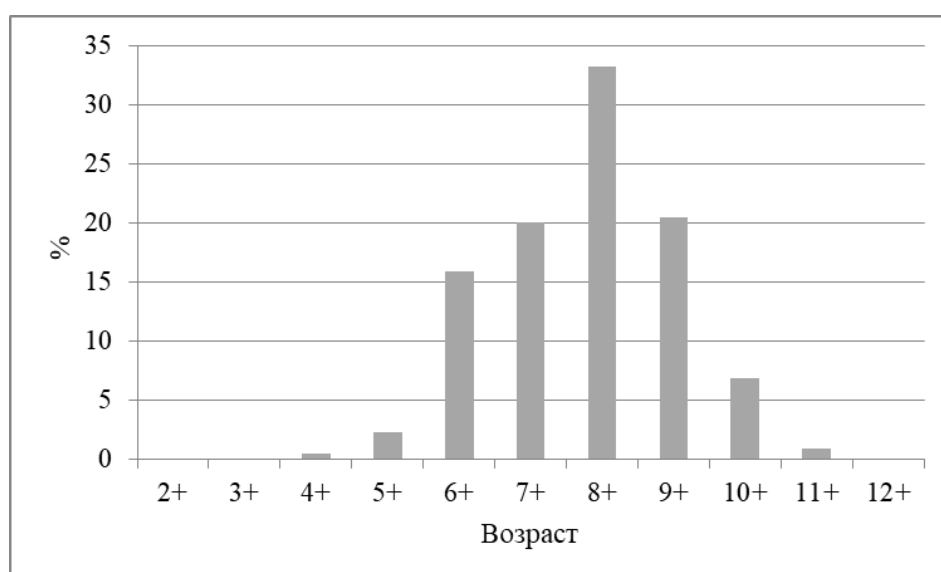


Рис. 27. Возрастной состав сельди в траловых уловах в Северо-Охотоморской подзоне в зимовальный и преднерестовый период 2024 г.

Возрастной состав охотской сельди в нерестовый период 2024 г. был сформирован производителями в возрасте 3-13 полных лет 2011-2021 гг. рождения.

Сельдь в возрасте 3 полных лет представлена единичными экземплярами. Относительно небольшая доля производителей в возрасте 3-5 полных лет (в сумме 6,4%), вероятно, связана с пониженным темпом созревания поколений 2019-2021 гг. рождения.

Основу уловов составили рыбы в возрасте 6-11 полных лет (90,1%). При этом выделяются возрастные классы 9-10 лет, сформированные производителями 2014-2015 гг. рождения (41,3%). Таким образом, два смежных урожайных поколения 2014-2015 гг. рождения продолжают оставаться основой запаса.

Интересно, что в уловах нерестовой сельди уже 9 лет подряд отмечается присутствие производителей в возрасте 13 полных лет. Так, в 2019 г. их доля составила 1,3%, а в 2023 г. достигла максимума и составила 3,2%. Не исключено, что это связано с увеличением выживаемости охотской сельди. Кроме того, показательно, что рыбы в возрасте 13 полных лет в 2022 г. (3,1%) – это остатки сверхурожайного поколения 2009 г. рождения, которое в 2023 г. полностью элиминировало. В уловах 2023 г. рыбы в возрасте 13 лет – это остатки среднеурожайного поколения 2010 г. рождения.

Средний возраст производителей охотской сельди в 2024 г., по сравнению с 2023 г., увеличился и составил 8,56 года (табл. 11). Увеличение среднего возраста объясняется тем, что доля производителей старших возрастных групп (8-10 полных лет), по сравнению с нерестовым стадом 2023 г., увеличилась до 55,6%.

Таблица 11

Средний возраст производителей сельди тихоокеанской из Северо-Охотоморской подзоны в 2011-2024 гг.

Показатель	Год													
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Средний возраст, лет	7,24	7,04	7,45	7,46	7,83	8,60	8,72	7,91	7,87	7,93	8,28	8,44	8,14	8,56

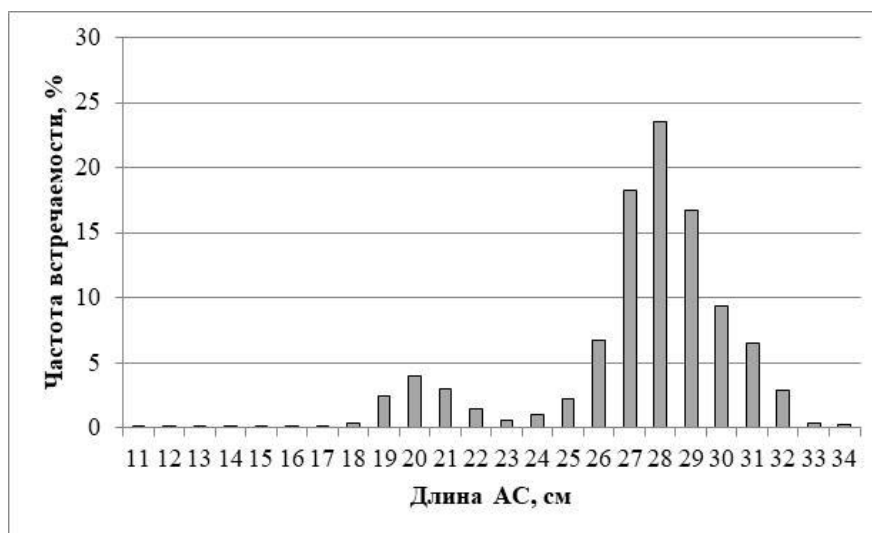
Средняя длина тела по Смитту производителей в уловах увеличилась незначительно – до 29,6 см. При этом средняя масса производителей увеличилось с 254,7 г до 275,3 г. Доля самок в нерестовом стаде охотской сельди обычно незначительно превышает долю самцов. Однако в последние годы самки составляют менее половины от общей численности производителей при среднемноголетнем значении 48,6%. В нерестовом стаде 2024 г. доля самок составила 49,1%.

Урожайность поколений сельди тихоокеанской в значительной степени определяется природными условиями в период нереста. Так, в 2023 г. условия нереста сельди в Северо-Охотоморской подзоне были относительно благоприятными, хотя процесс освобождения нерестового ареала ото льда, по сравнению с маем 2022 г., был более длительным. Нерестовый ареал по I

типу в классификации Б.В. Тюрнина [1973] был сформирован только к III-й декаде мая. При подобной ситуации не исключено формирование (при относительно высокой численности производителей) многочисленного поколения. Кроме того, доля производителей в возрасте 5-7 полных лет в нерестовом стаде составила 41,5% (в 2022 г. – 35,6%). Таким образом, есть основание полагать, что поколение охотской сельди 2023 г. рождения будет урожайным.

Нерестовый ход 2024 г. имел ряд особенностей. Во-первых, нерестовый ареал по I типу был сформирован чрезвычайно рано. Канал, соединяющий квазистационарную прибрежную Охотскую полынь, полностью открылся уже 7 апреля, а к 29 апреля, на 2 недели раньше среднемноголетних сроков, ареал полностью освободился ото льда. Во-вторых, нерестовые подходы были скоротечными и в значительной степени распределение производителей по нерестилищам отличалось от нормального. В-третьих, учтенная икорной съемкой численность производителей на основных нерестилищах уменьшилась, по сравнению с 2023 г., на 2 млрд экз. В-четвертых, плотность обикрения нерестового субстрата на основных нерестилищах уменьшилась в 3 раза, по сравнению с показателями нереста 2023 г. При таких разнонаправленных показателях прогнозировать урожайность полученного поколения не представляется возможным.

В 2024 г. в **нагульный период** (сезон Б) сельдь была представлена особями с длиной АС от 19 до 35,3 см (средняя длина – 29,9 см). Соответствующий индивидуальный вес особей от 55 до 550 г, средний вес – 279 г (рис. 28 и 29).



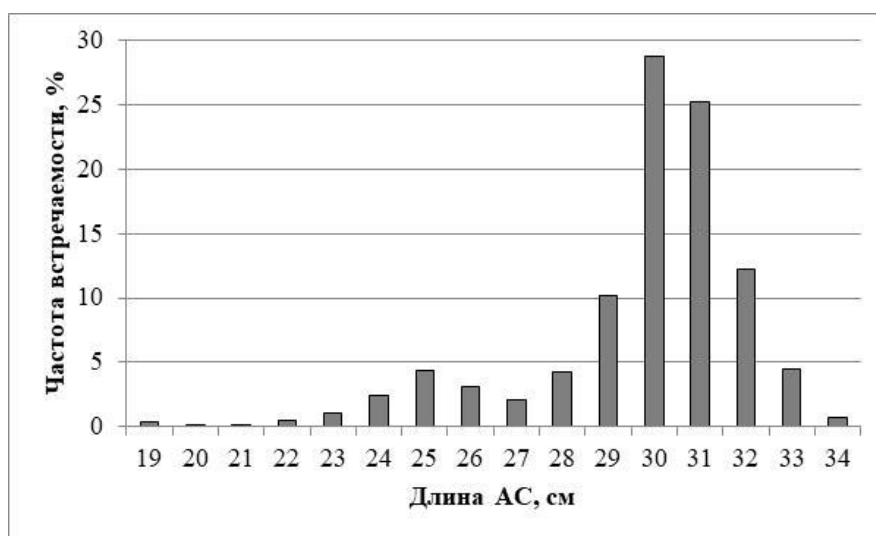


Рис. 28. Размерный состав сельди из траловых уловов в Северо-Охотоморской подзоне в 2023 г. (вверху) и 2024 г. (внизу)

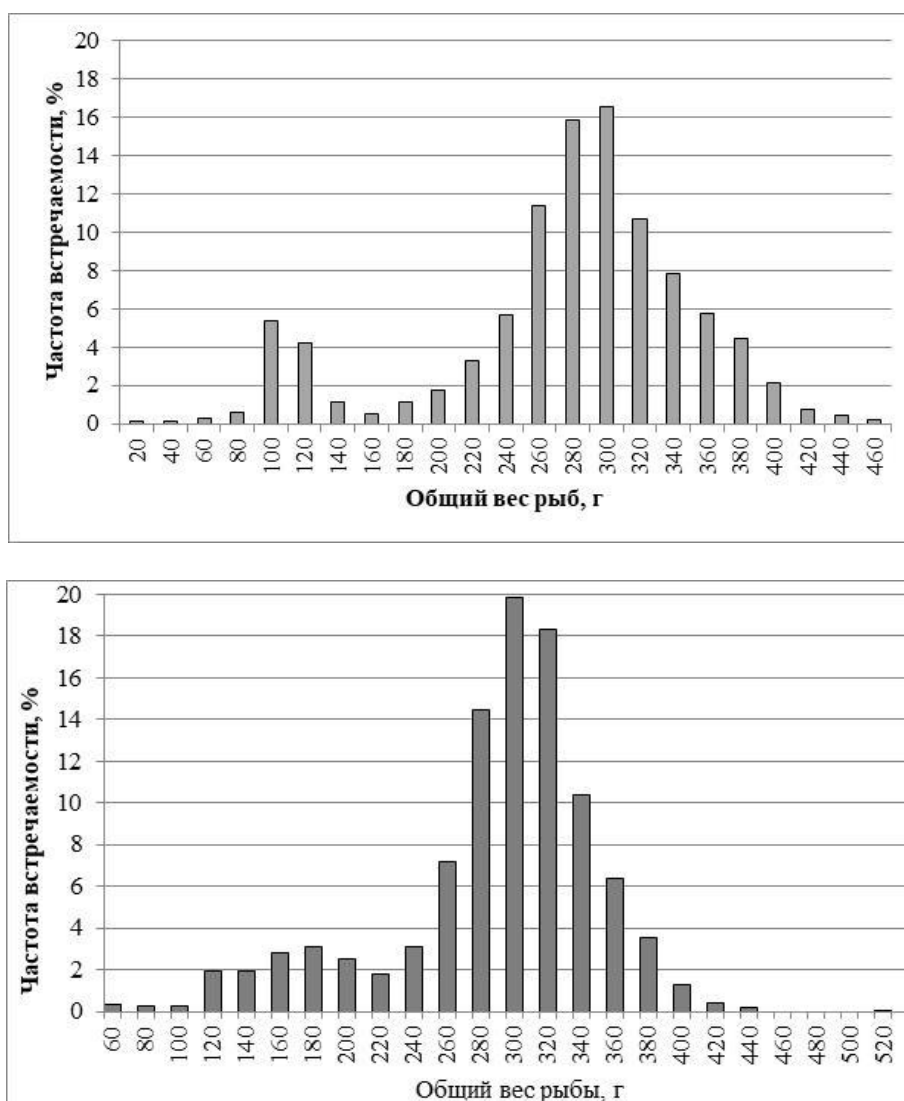


Рис. 29. Весовой состав сельди из траловых уловов в Северо-Охотоморской подзоне в сезон Б в 2023 г. (вверху) 2024 г. (внизу)

Доля непромысловых рыб длиной АД менее 24 см в общем вылове нагульной охотской сельди в текущем году, составила в среднем 4,7% (в 2023 г. – 13,3%). Их доля была несколько больше, чем в зимне-весенний период в уловах специализированной траловой добычи, когда она, в среднем по подзоне, составляла менее 1%.

Соотношение полов было близко к 48/52 в пользу самок.

Основной модальный размерный класс, представленный поколением 2019 г. рождения, сместился с 28-29 см на 30-31 см (вес – с группы 230-270 г на группу 290-330 г), что обеспечило высокое качество сырья для производства продукции в этом году.

Анализируя межгодовую динамику возрастного состава сельди в 2011–2024 гг., отметим последовательное доминирование в уловах рыб 2011 г. рождения и трех смежных, очевидно, многочисленных поколений 2013–2015 гг. (табл. 12). В 2024 г. сельдь генерации 2011 г. уже практически вышла из промысла, а доминировали рыбы многочисленных поколений 2013–2015 гг. Обращает на себя внимание относительно высокая доля в последние годы 5-летних особей генераций 2019 г., что указывает на их повышенную урожайность.

Таблица 12

Межгодовая динамика возрастного состава охотской сельди в промысловых траловых уловах

Год	Возраст										
	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	12+
2011		0,2	4,1	27,1	11,9	13,9	8,5	19,2	4,7	9,8	0,6
2012		0,0	0,3	13,4	42,8	12,2	10,0	7,3	8,9	3,0	2,2
2013		0,5	3,6	2,6	26,6	28,1	10,2	15,0	5,4	7,4	0,6
2014		0,5	0,8	15,1	10,1	28,3	22,5	8,2	8,7	3,5	2,3
2015		0,1	2,7	7,2	20,4	10,2	22,5	19,8	6,9	8,2	2,0
2016		0,1	0,5	4,3	8,7	17,4	8,7	27,5	21,9	4,5	6,4
2017		2,0	1,9	2,1	6,5	8,0	24,2	15,2	24,6	12,5	3,2
2018		0,8	11,0	8,4	5,5	12,6	13,4	25,2	11,0	9,3	2,8
2019		0,1	7,1	17,0	14,1	5,1	12,2	10,4	21,2	8,9	3,9
2020		0,1	1,9	11,9	28,3	13,1	4,9	9,5	8,7	17,9	3,7
2021		0,1	1,6	4,4	18,8	17,9	12,4	10,7	17,8	10,7	5,6
2022		0,3	1,9	7,3	9,5	19,9	18,8	11,4	11,1	12,6	7,1
2023		0,1	0,7	11,2	15,1	16,6	16,9	14,1	12,8	7,6	4,9
2024	0,24	0,4	3,76	6,56	3,08	8,08	27,45	31,13	13,49	4,28	1,52

Таким образом, в последние 14 лет промысел базировался на рыбах двух, очевидно, урожайных генераций 2011, 2016–2015 гг., которые к 2024–2025 гг. практически вышли из промысла. Поколения 2019–2021 гг., по предварительным данным, оцениваются выше среднего уровня.

По результатам икорных съемок, после «пика» биомассы нерестового запаса охотской сельди, который пришелся на 2020 г., к 2024 г. отмечено

снижение, что, вероятно, связано с возможным недоучетом запаса (рис. 30). В 2021–2023 гг. нерестовый запас то снижался, то увеличивался, однако чётко прослеживался тренд на снижение запаса. В 2024 г. биомасса производителей составила 1492,0 тыс. т.



Рис. 30. Нерестовый запас охотской сельди по результатам икорных съёмов

После снижения запасов в 2017–2020 гг., обусловленного отсутствием после урожайных поколений 2009–2010 гг. мощных годовых классов, а также естественной элиминацией рыб и воздействием промысла, в 2021–2022 гг. наметилась стабилизация запаса. По имеющимся на 2024 г. данным, поколение 2017 г. оценивается ниже среднемноголетнего, 2018 г. — выше среднемноголетнего уровня по урожайности. Неопределённость в оценке терминального пополнения достаточно высока.

Состояние промысла. В текущем столетии в бассейне Охотского моря сельдь тихоокеанская в Северо-Охотоморской подзоне занимает по запасам и объемам вылова второе место после североохотоморского минтая [Панфилов, Смирнов, 2022]. Промысел охотской сельди ведется в зимне-весенний период траловыми судами (зимовальная и преднерестовая сельдь), в весенне-летний период — береговыми ставными и закидными неводами (нерестовая сельдь) и в осенне-зимний период — траловыми судами (нагульная и предзимовальная сельдь). Суда кошелькового лова в промысле нагульной сельди не участвуют. Однако в последние годы отмечается применение кошелькового невода на промысле нерестовой сельди в прибрежной зоне Охотского района.

Исторического максимума вылов охотской сельди достиг в 1969 г., когда на всех видах промысла было выловлено 471,8 тыс. т [Панфилов, 2017]. В 1976–1990 гг. вылов тихоокеанской сельди в целом резко сократился в результате наступления депрессии охотского стада [Тюрнин, 1980] и введения с 1977 г. 5-летнего запрета на промысел охотской сельди. Со второй половины 90-х гг. прошлого столетия в результате роста запасов и

интенсификации тралового промысла вылов охотской сельди вновь увеличился, составив в 1997-2000 гг. в среднем 271,0 тыс. т.

В первой пятилетке XXI века, в связи с очередным снижением запаса, годовой вылов охотской сельди уменьшился, достигнув минимума в 2003 г. (152,2 тыс. т). Последующее увеличение запаса позволило нарастить вылов и с 2011 г. годовой вылов увеличился до максимального за последние годы - 309,5 тыс. т в 2024 г. (табл. 13).

Таблица 13

Вылов и ОДУ сельди тихоокеанской в Северо-Охотоморской подзоне в 2011-2024 гг. и рекомендуемое распределение вылова в 2025 г.

Год	Вылов, тыс. т				ОДУ, тыс. т	Освоение ОДУ, %
	зимовальной и преднерестовой	нерестовой	нагульной	всего		
2011	127,8	12,1	137,7	277,6	285,0	97,4
2012	81,2	12,2	144,4	237,8	252,0	94,4
2013	95,9	6,0	135,5	237,4	258,0	92,0
2014	54,6	14,8	156,7	226,1	275,0	82,2
2015	73,2	11,5	159,2	243,9	270,0	90,3
2016	88,0	13,6	150,6	252,2	266,0	94,8
2017	66,5	22,3	145,0	233,8	275,0	85,0
2018	50,8	9,9	179,1	239,8	276,0	86,9
2019	51,2	16,6	151,8	219,6	236,0	93,0
2020	77,3	8,8	168,5	254,6	265,0	96,1
2021	115,3	2,0	136,0	253,3	270,0	93,8
2022	170,0	13,4	123,3	306,7	310,0	98,9
2023	190,9	11,0	88,1	290,0	290,0	100,0
2024	213,1	3,6	88,4	305,1	310,0	98,4
2025*	140,0	25,0	145,0	-	310,0	-
М ₂₀₁₁₋₂₀₂₄	104,0	11,3	140,3	255,6	274,1	93,3
М ₂₀₂₁₋₂₀₂₄	172,3	7,5	109,0	288,8	295,0	97,9

Примечание: * - рекомендуемый вылов

В настоящее время вылов зимовальной и преднерестовой сельди в Северо-Охотоморской подзоне ограничен. В действующих «Правилах рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна» (приказ Минсельхоза от 06.05.2022 г. № 285) период запрета тралового промысла определён с 15 апреля по 31 августа (п. 28.2).

В целом, промысел зимовальной и преднерестовой охотской сельди в текущем столетии ведется достаточно интенсивно и вылов сельди в январе–апреле в значительной степени определяет и весь объем годового улова [Панфилов, 2017]. При этом с момента развития морского тралового промысла сельди большая часть годового вылова традиционно приходилась на второе полугодие, – на нагульную и предзимовальную сельдь. Однако в начале текущего десятилетия произошла смена промысловой доминанты, и вылов сельди в Северо-Охотоморской подзоне в январе–апреле начал стремительно расти. Это наглядно показывает распределение годового вылова в 2020-2024 гг. (табл. 12). Морской траловый вылов зимовальной и

преднерестовой сельди в 2024 г. достиг исторического максимума и составил 213,1 тыс. т. Ход тралового промысла сельди в январе текущего года показывает, что этот рекордный показатель может быть превышен (табл. 14).

Таблица 14

Вылов и освоение ОДУ сельди тихоокеанской в Северо-Охотоморской подзоне в январе–апреле 2020-2025 гг.

Год	2020	2021	2022	2023	2024	2025*
Вылов, тыс. т	77,3	115,3	170	190,9	213,1	89,9
Освоение, %	29,2	42,7	54,8	65,8	68,7	29,0
ОДУ, тыс. т	265,0	270,0	310,0	290,0	310,0	310,0

* -по состоянию на 26.01.2025 г.

Столь значительное увеличение вылова сельди в январе–апреле может привести к неблагоприятным последствиям для естественного воспроизводства сельди, поскольку в марте–апреле вылавливаются производители сельди, находящиеся на путях нерестовой миграции.

Исторически первоначально (1930-е гг. XX века) промысел сельди в Охотском море начинался с добычи нерестовой сельди [Аюшин, 1947]. До начала массового внедрения морского тралового флота этот промысел был основным. После коллапса запаса промысел нерестовой сельди в Северо-Охотоморской подзоне был запрещен с 1977 г. по 1982 г. включительно [Тюрнин, 1980]. В этот период производился только её контрольный лов в научных целях; при этом вылов достигал 40 тыс. т.

С начала XXI века по 2006 г. включительно средний ежегодный вылов нерестовой сельди составлял 24 тыс. т; затем уменьшился в среднем до 12 тыс. т. Снижение произошло по ряду причин: уменьшение количества судов-приемщиков на промысле в Охотском и Аяно-Майском районах; недостаточная береговая приемная база в п. Охотск; периодически возникающая тяжелая ледовая ситуация в районе нерестилищ, что приводит к задержкам нерестового хода сельди и его относительной скоротечности; резкое уменьшение количества ставных неводов – основных орудий лова нерестовой сельди; сосредоточение практически всех добывающих мощностей на относительно небольшом участке – в районе п. Охотск (в случае блокировки льдами побережья в районе Охотска, морской промысел сельди практически прекращается).

Необходимо подчеркнуть, что, в условиях закрытия льдами нерестового ареала сельди (как это имело место в 2012-2013 и 2021 гг.) и прекращения морского промысла, лов сельди в лагунах и лиманах рек приобретает важнейшее значение [Панфилов, Смирнов, 2022]. Резкое, до 8,8 тыс. т, падение вылова нерестовой сельди в мае–июне 2020 г. объясняется нагоном льдов в район Охотска и прекращением работы ставных неводов в разгар нерестового хода. В то же время в лагунах было добыто 59,3% всей сельди – более 5,2 тыс. т. В 2021 г. вследствие исключительно

неблагоприятной ледовой обстановки вылов нерестовой сельди уменьшился до 2,0 тыс. т (наименьший показатель в текущем столетии).

Снижение вылова нерестовой сельди в 2024 г. до 3,8 тыс. т, как и изменение нормального нерестового хода обусловлено следующими причинами:

— при раннем открытии нерестового ареала и полном отсутствии льда наблюдался исключительно большой вылов преднерестовой сельди (рис. 31);

— 2024 г. показал абсолютный рекорд температур по меньшей мере в течение всего текущего столетия: от 1,2 до 14, в среднем 6,6°C, т.е. на 2°C больше среднемноголетних значений.

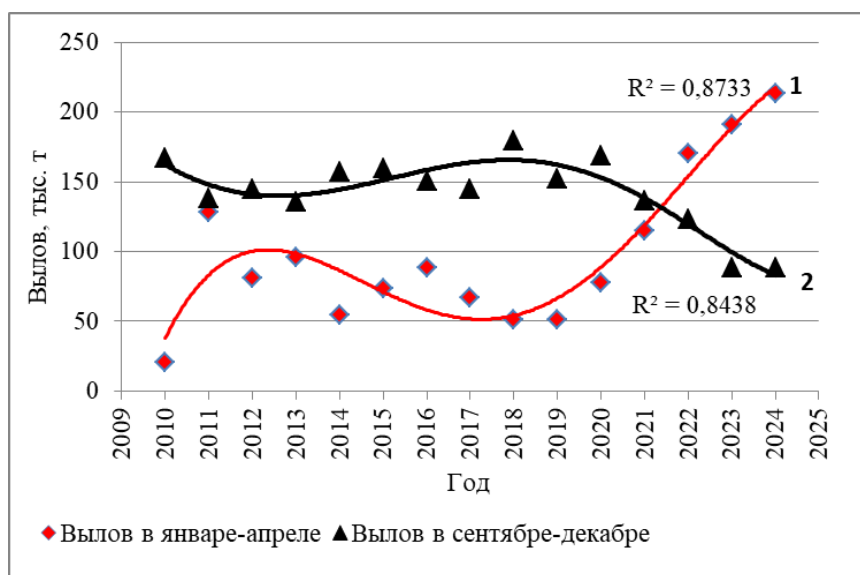


Рис. 31. Тренды вылова сельди тихоокеанской в Северо-Охотоморской подзоне (1 – январь–апрель; 2 – сентябрь–декабрь)

В результате отсутствия льдов по всему нерестовому ареалу на фоне рекордного прогрева воды, сельдь распространилась максимально широко, а сроки нерестовых подходов сельди оказались ранними (с 6 мая) и рекордно короткими, составив по охотоморскому побережью около 1 недели, что соответствует ранее выявленным закономерностям [Фархутдинов, 2007].

В настоящее время рекомендуемые прогнозами ОДУ объемы вылова нерестовой сельди (25,0 тыс. т) не осваиваются.

В летний период официальный вылов сельди в исключительной экономической зоне Северо-Охотоморской подзоны отсутствует, поскольку в настоящее время действует запрет на промысел сельди тралящими орудиями лова в ИЭЗ с 15 апреля по 31 августа включительно, установленный новыми «Правилами рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна» (п. 28.2).

Вылов **нагульной** сельди (осенне-зимний период) в Северо-Охотоморской подзоне в начале текущего столетия резко снизился относительно 90-х гг. XX века. С 2001 по 2004 г. объемы вылова упали более чем в 2 раза. Главная причина – сокращение добывающего флота.

С восстановлением флота и ростом запаса вылов нагульной сельди в Северо-Охотоморской подзоне увеличился и в 2018 г. достиг максимума в текущем столетии – 179,1 тыс. т. Рост объемов уловов связан как с увеличением количества добывающих судов, так и с ростом уловов на судосутки. Вместе с тем, в 2018 г. освоение годового ОДУ не было полным – всего 86,9%. ОДУ сельди в 2019 г., наименьший в текущем десятилетии (236 тыс. т), был освоен уже на 93%. Неполное освоение объясняется резким ухудшением метеообстановки в Северо-Охотоморской подзоне в декабре 2019 г.: фактически, половину промыслового периода добывающий флот не работал.

В сентябре 2020-2021 гг. интенсивность промысла нагульной сельди в Северо-Охотоморской подзоне резко возросла за счет увеличения количества добывающих судов на лову. Если в 2011-2019 гг. в сентябре добывалось в среднем 4,5 тыс. т сельди, то в 2020 г. вылов составил уже 18,2 тыс. т, а в 2021 г. – 21,4 тыс. т. Затем, в октябре–ноябре 2021 г., вылов, по сравнению с предыдущими годами, снизился. Причина – отвлечение добывающего флота на промысел сардины иваси. В итоге, вылов нагульной сельди составил лишь 136,0 тыс. т (соответственно, ОДУ 2021 г. был освоен на 93,8%).

В целом, с 2008 г. по 2022 г. годовой ОДУ сельди тихоокеанской в Северо-Охотоморской подзоне осваивался не полностью (табл. 13).

С увеличением в последние годы объемов вылова преднерестовой сельди, наметилась тенденция к снижению вылова нагульной сельди в сентябре–декабре (рис. 31).

С 2020 г. по 2024 г. на промысле нагульной сельди количество отработанных траловым флотом судосуток снизилось в 1,9 раза вследствие уменьшения численности добывающего флота в сентябре–декабре. Соответственно, уменьшился вылов. В 2022 г., впервые за период с начала тралового промысла нагульной сельди в Северо-Охотоморской подзоне в 60-х гг. прошлого века, вылов сельди в январе–апреле превысил вылов в сентябре–декабре. В 2023 г. вылов зимовальной и преднерестовой сельди превысил вылов нагульной сельди уже в 2,2 раза (табл. 13). При этом годовой ОДУ в 2023 г. был освоен на 100% – впервые с 2008 г. Вылов нагульной сельди в 2024 г. уменьшился до уровня 2023 г. (88,2 тыс. т).

Количество судов на лову и количество отработанных судосуток на промысле нагульной сельди в Северо-Охотоморской подзоне в течение последних 5 лет снижалось, в то время как промысловые показатели оставались высокими (рис. 32).

Следует отметить, что состояние добывающего флота и величина запаса сельди в Северо-Охотоморской подзоне позволяли с 2021 г. по 2024 г. ежегодно осваивать ОДУ на 100%, поскольку остаток ОДУ на нагульную путину в среднем составлял 115,2 тыс. т. Тем не менее, лишь в 2023 г. ОДУ был освоен полностью (табл. 13). Не исключено, что причина вылова нагульной («жировой») сельди по «остаточному принципу» – ориентация отечественных рыбодобытчиков на рынки Юго-Восточной Азии, где

предпочитают менее жирную сельдь с большим количеством икры (т.е. преднерестовую).

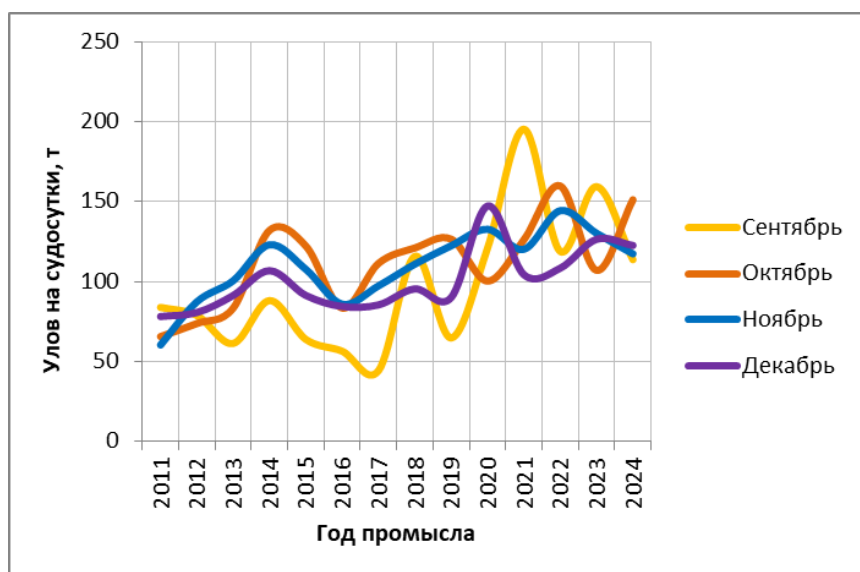


Рис. 32. Уловы на судосутки у судов тралового флота на промысле нагульной сельди в Северо-Охотоморской подзоне в сентябре–декабре

Характер промысла сельди тихоокеанской в 2020-2024 гг., объемы вылова и сохраняющиеся относительно высокие промысловые показатели (уловы на судосутки) показывают, что популяция сельди в этот период находилась в благополучном, стабильном состоянии.

Определение биологических ориентиров

Приказ Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104 требует проводить ретроспективный анализ – это применение модели с последовательным укорачиванием рядов входных данных, начиная с терминального года, как доказательство устойчивости полученных оценок при использовании математических моделей динамики численности.

Последовательно укоротили ряды наблюдений до 5 лет в прошлое и оценили показатель Боба Мона (ρ) [Mohn, 1999]. Этот показатель показывает относительную систематическую смещённость по биомассе, с помощью которого можно определить правильность управления запасом и необходимость упреждающей коррекции. В результате обнаружены значимые отклонения в динамике биомассы и её эксплуатации, не требующие упреждающей коррекции (табл. 15, рис. 33, 34).

Таблица 15

Показатели Мона в ретроспективном анализе UKS

Модель	ρ SSB	ρ FSB	ρ F
UKS	-0,338	-0,131	0,151

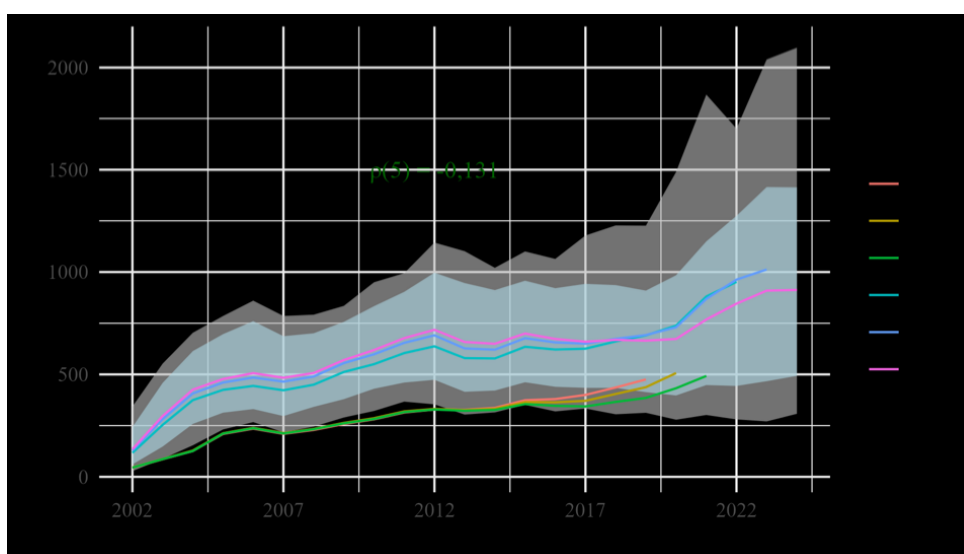
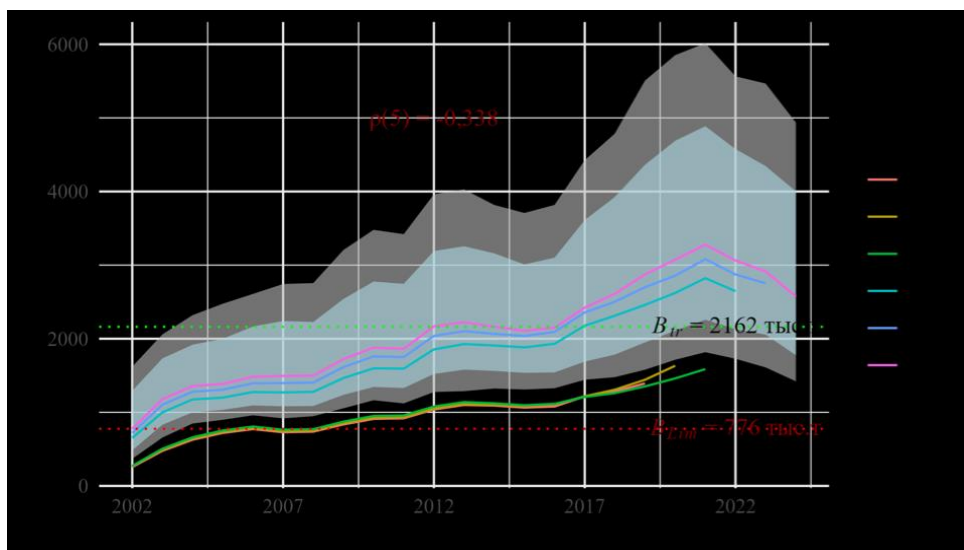


Рис. 33. Ретроспективный анализ SSB и FSB и F в СКМ с UKS

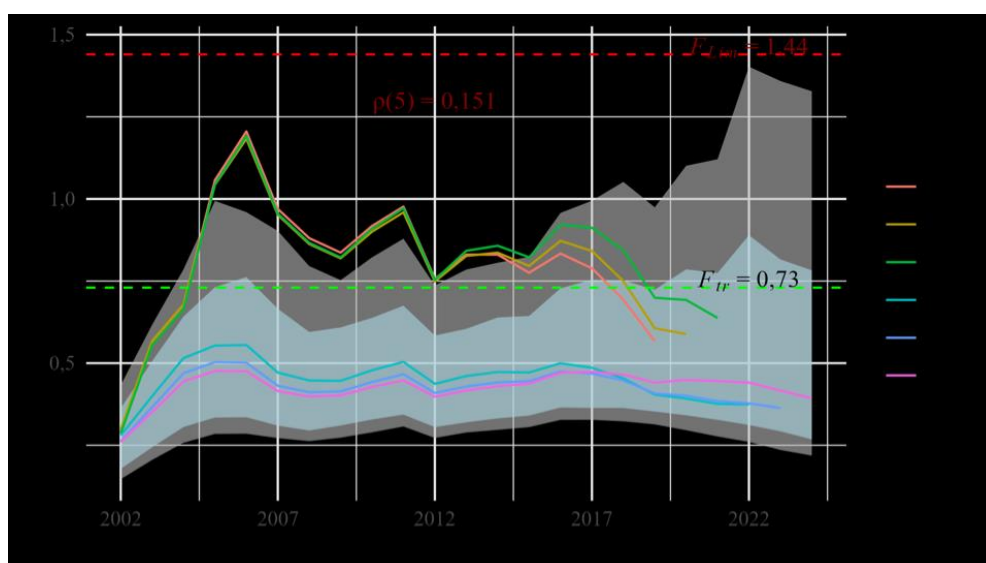


Рис. 34. Ретроспективный анализ F в СКМ с UKS

Таблица 16

	0,45	0,54	0,65	0,73				
	0,49	1,18	2,00	2,00				
	1,81	2,00	2,00	2,00				
	0,41	0,95	2,00	2,00				
	0,50	1,29	2,00	2,00				
	0,61	1,67	2,00	2,00				
	0,50	0,64	0,87	1,08				
	0,24	0,64	1,12	1,44				
	2,00	2,00	2,00	2,00				
	1,11	2,00	2,00	2,00				
	1,19	2,00	2,00	2,00				
	0,93	2,00	2,00	2,00				
					776	998	1435	1567
					1848	2427	3665	4034
					1852	2429	3665	4034
					1638	2099	3182	3467
					1543	1958	2869	3093
					2034	2556	3258	3566

Пополнение объёмом в 4372,6 млн рыб оценено из результатов расчётов внутри модели.

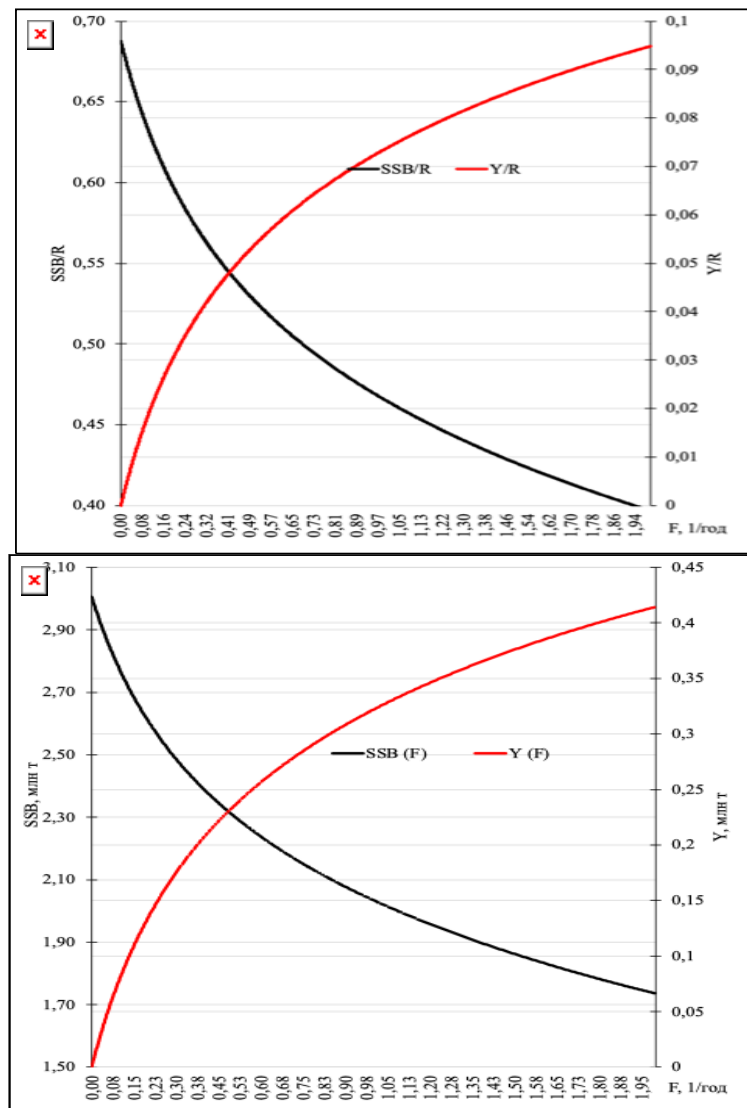


Рис. 35. Кривые равновесной SSB и равновесного улова Y , в т.ч. на рекрута R при среднем за последние 10 лет пополнении (4372,6 млн рыб)

Обоснование правила регулирования промысла

Следуя методике среднесрочного прогнозирования в рамках предосторожного подхода к управлению промысловыми запасами рыб [Бабаян, 2000], правило регулирования промысла (ПРП) определяется с определённой целью. Здесь цель – эксплуатировать запас в безопасной зоне его состояния или в зоне постоянной интенсивности промысла.

Предлагаем кусочно-линейное ПРП, которое будет пропорционально снижать рекомендуемую долю изъятия запаса при снижении биомассы ниже целевого ориентира. Аналитическая форма кусочно-линейного ПРП выражается по зонам состояния запаса согласно следующим формулам [Методические рекомендации, 2018]:

$$\text{I} - F_i = 0, \text{ при } B_i < B_{\text{Lim}},$$

$$\text{II} - F_i = (F_{\text{tr}} - F_0) \times (B_i - B_{\text{Lim}}) / (B_{\text{tr}} - B_{\text{Lim}}) + F_0, \text{ при } B_{\text{Lim}} < B_i < B_{\text{tr}},$$

$$\text{III} - F_i = F_{\text{tr}} = \text{const}, \text{ при } B_i > B_{\text{tr}},$$

где: F_i – рекомендуемая в прогнозный год величина F ; B_i – величина SSB в прогнозный год, тыс. т; B_{Lim} – граничный ориентир по SSB, тыс. т; F_{tr} – целевой ориентир по F ; F_0 – рекомендуемая эксплуатация для проведения научных исследований, пока роли не играет и равна 0; B_{tr} – целевой ориентир по SSB, тыс. т.

Согласно точечным оценкам, запас останется в безопасной зоне его состояния или в зоне постоянной интенсивности промысла (рис. 36).

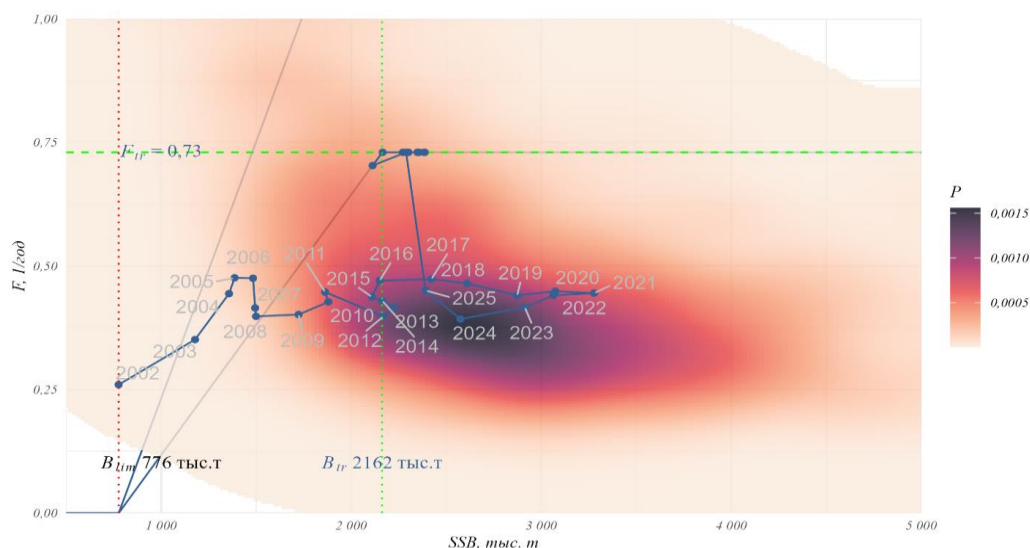


Рис. 36. Вероятное состояние запаса в 2024 г., показанное плотностью (P), и точечный прогноз SSB при вылове сельди в 2025 г. 310 тыс. т и дальнейшем следовании ПРП

Прогнозирование состояния запаса

Использование статистических распределений ключевых биологических параметров за последние 10 лет (рис. 37), вылова 310 тыс. т сельди в 2025 г. и последующее применение выбранного ПРП приводит к следующей вероятной динамике SSB за 10 лет (рис. 38).

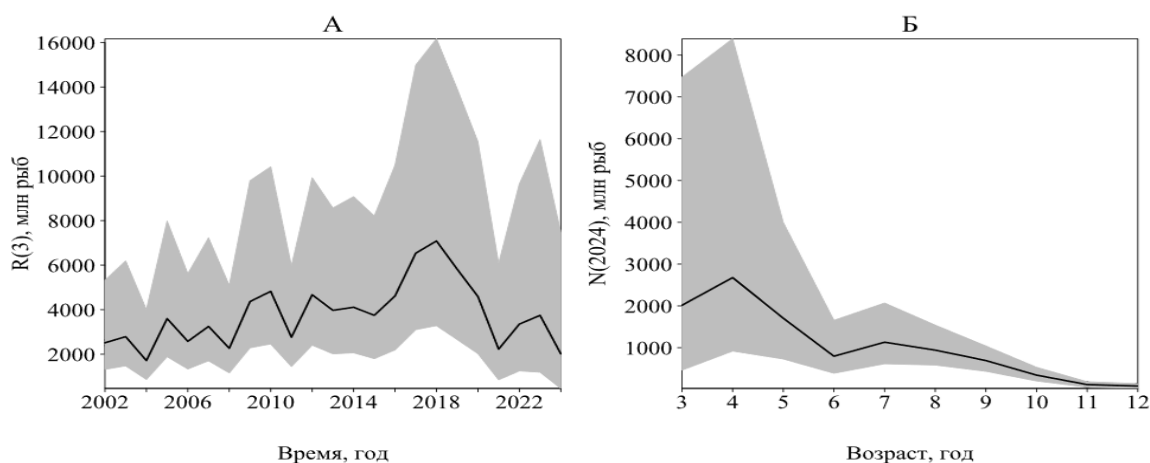


Рис. 37. Распределение с 90% доверительными интервалами, показанными здесь и далее серой заливкой (А), динамики пополнения в возрасте 3 года $R(3)$ и численности рыб по возрастам в 2024 г. в млн особей (Б)

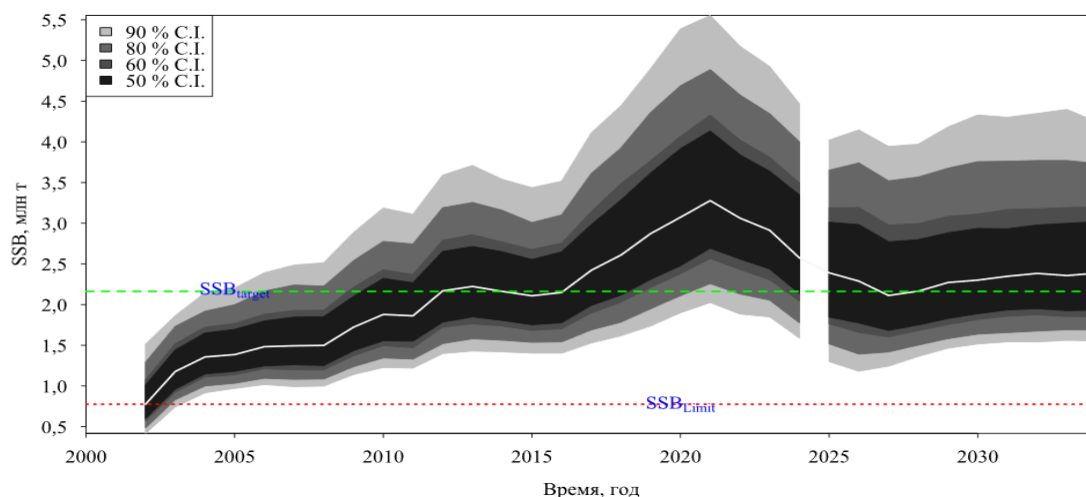


Рис. 38. Вероятное распределение SSB при вылове в 2025 г. 310 тыс. т сельди в Северо-Охотоморской подзоне и последующей реализации ПРП

Согласно данному прогнозу, более 95% вероятной динамики SSB пройдёт выше граничного ориентира, что достаточно предосторожно. Наглядно эти вероятности показаны ниже (рис. 39).

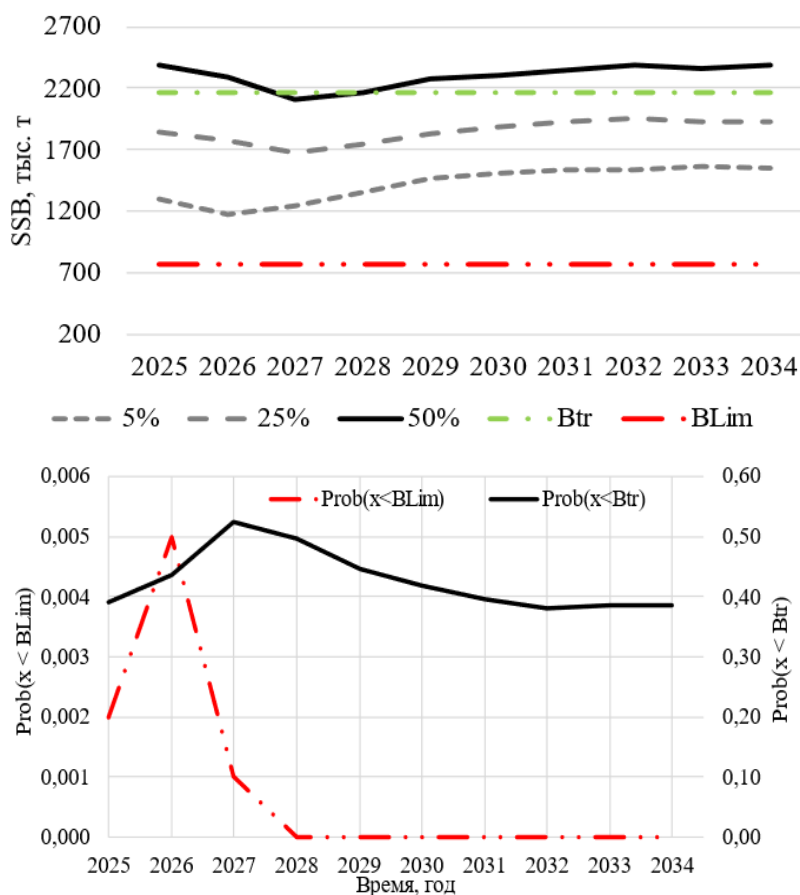


Рис. 39. Вероятные состояния SSB сельди в Северо-Охотоморской подзоне при вылове около 310 тыс. т в 2025 г. и последующей реализации ПРП

Таким образом, в СКМ с UKS прогнозируется сохранение благоприятного состояния запаса для постоянного режима эксплуатации на целевом уровне с низкими рисками перелова по пополнению и слабой тенденцией увеличения риска перелова по росту.

Обоснование рекомендованного объема ОДУ

Согласно ПРП, прогноз ОДУ представлен в таблице 17. Медиана в 2026 г. будет находиться на уровне 399,1 тыс. т при средней величине около 384,5 тыс. т.

Учитывая, что прогнозируется сохранение благоприятного состояния запаса для постоянного режима эксплуатации на целевом уровне с низкими рисками перелова по пополнению и слабой тенденцией увеличения риска перелова по росту, а также применение более точной модели (UKS) рекомендуем установить ОДУ на уровне среднего значения (384,5 тыс. т).

Таблица 17

Прогноз ОДУ сельди в Северо-Охотоморской подзоне по ПРП

Год	2,5%	5%	25%	50%	75%	95%	97,5%	Среднее	SE
2025	310,0	310,0	310,0	310,0	310,0	310,0	310,0	310,0	0,0
2026	39,1	70,6	251,4	399,1	493,9	663,5	795,8	384,5	212,8
2027	58,7	89,8	206,9	307,8	395,3	538,0	615,0	309,4	146,3
2028	90,1	115,1	209,4	290,6	365,8	528,8	603,0	299,7	127,2
2029	118,7	138,7	226,2	301,2	369,0	515,3	587,3	307,9	119,5
2030	131,0	156,3	243,5	313,0	382,0	517,3	589,2	320,2	116,1
2031	147,0	162,1	258,4	323,3	396,6	527,8	610,5	333,9	115,3
2032	150,7	172,0	271,3	332,6	403,9	545,2	610,4	342,8	117,9
2033	153,1	177,3	273,9	331,3	408,0	539,9	587,3	344,9	114,5
2034	151,3	177,0	270,9	332,1	407,8	539,2	588,3	346,2	114,7

Исходя из этого, рекомендуем установить **ОДУ сельди тихоокеанской в Северо-Охотоморской подзоне в 2026 г.** на уровне **384,500 тыс. т**, что несколько ниже медианы и минимизирует риски падения нерестовой биомассы ниже целевого ориентира, при этом удовлетворяет возможности и спрос добывающего флота.

Анализ и диагностика полученных результатов

Выбранный целевой уровень эксплуатации ($F_{\text{ц}} = 0,45 \text{ год}^{-1}$) имеет низкие ($< 20\%$) риски подрыва запаса, а риск перелова по росту ниже 30% (рис. 40).

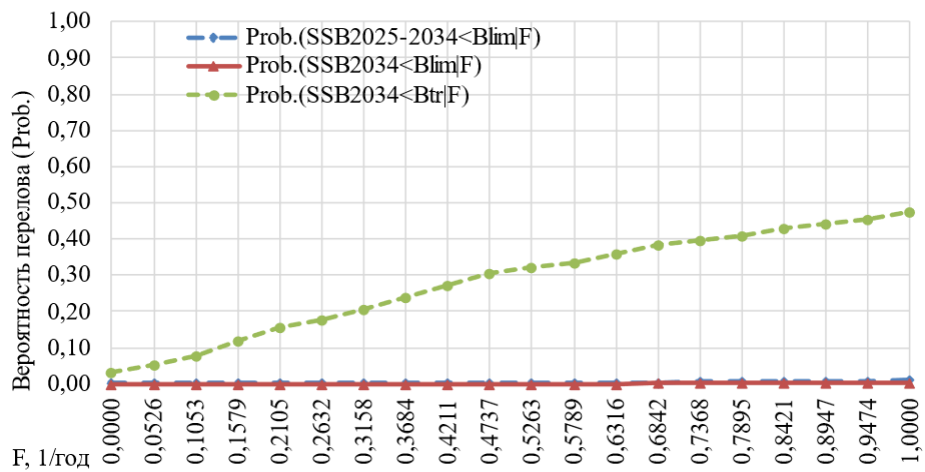


Рис. 40. Вероятности переловов за 10 лет применения ПРП

Предлагаемый ОДУ в 2026 г. также не имеет высоких рисков наступления неблагоприятных последствий через год и в год промысла.

Судя по следам ковариационных матриц, модель имеет некоторую неопределённость по параметрам (рис. 41).

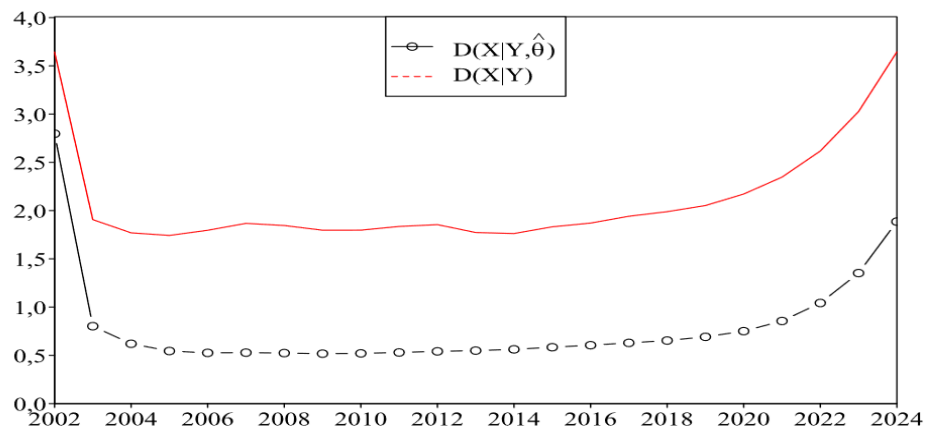


Рис. 41. Следы ковариационных матриц в текущей настройке по обновлённым данным до 2024 г.

Чем меньше разница между следом ковариационной матрицы оптимальной среднеквадратической оценки $D(X|Y)$ в лог масштабе и следом ковариационной матрицы среднеквадратической оценки вектора состояния при оптимальном $\hat{\theta}$ в лог масштабе, тем меньше неопределённость в оценке параметров [Ильин, 2022]. Одной из причин является выбранная экспоненциально-логистическая селективность (рис. 42). В данной статистической когортной модели (СКМ) в пространстве состояний со сглаживающим сигма-точечным фильтром Калмана (UKS) используется экспоненциально-логистический тип моделируемой функции селективности. Временные изменения экспоненциально-логистической селективности $S_{t,a}$ описываются формулой:

$$S_{t,a} = \frac{\exp(r_{1t}r_{2t}(r_{3t}-a))}{1-r_{1t}[1-\exp(r_{1t}(r_{3t}-a))]}$$

где: r_{1t} , r_{2t} , r_{3t} — параметры, изменяющиеся по годам (t), a — возраст.

OSA отклонения в лог масштабе в матрице улова в целом оказались ниже, чем обычные невязки (рис. 43).

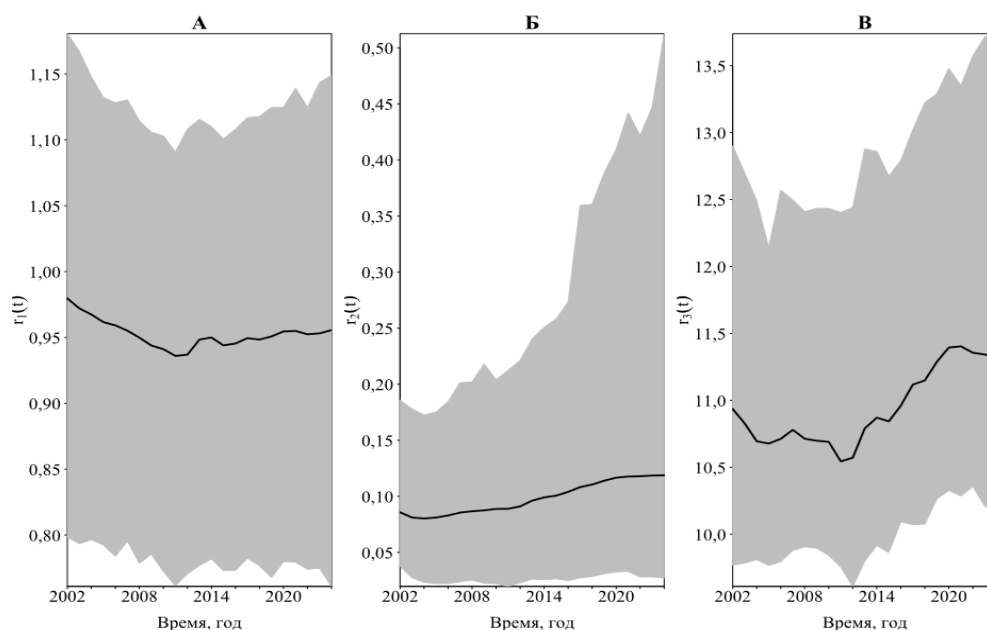


Рис. 42. Оценки экспоненциально-логистической селективности до 2024 г. и изменения её параметров r_1 , r_2 и r_3 по годам (t)

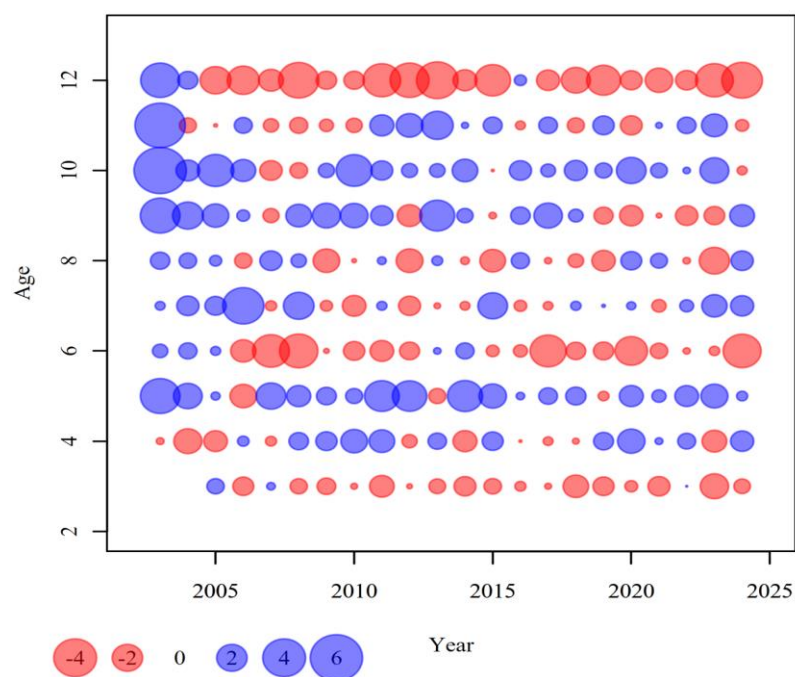


Рис. 43. Отклонения в лог масштабе численности рыб в уловах от модельных значений по годам (Year) и возрастам (Age)

61.05.2 - Западно-Камчатская подзона

Исполнитель: О.В Прикоки («МагаданНИРО»), В.В. Кулик («ТИНРО»)

Куратор: А.А. Смирнов (ФГБНУ «ВНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения

С 15 по 30 апреля 2024 г. в Западно-Камчатской подзоне на судах «Николай Чепик», «Всеволод Сибирцев» проводились исследования траловых уловов сельди Западно-Камчатской подзоны в ходе мониторинга ВБР.

Кроме того, для оценки биологического состояния запаса сельди Западно-Камчатской подзоны использованы данные съёмки на НИС «Профессор Кагановский» в 2024 г.

Также привлечены данные по биологии сельди, полученные в ходе мониторинга промышленного лова сотрудниками «МагаданНИРО», «КамчатНИРО», «ТИНРО», архивные материалы исследований предыдущих лет.

Всего в 2024 г. было проанализировано около 5000 экз. сельди Западно-Камчатской подзоны, из них определение возраста выполнено у 1000 экз.

Промысловая статистика получена из данных ССД и на сайте Северо-Восточного ТУ Росрыболовства.

Данные по биологии нерестовой сельди Западно-Камчатской подзоны в 2024 г. получить не удалось.

Информационное обеспечение прогноза ОДУ можно отнести к I уровню, согласно категориям, представленным в приказе Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104.

Обоснование выбора методов оценки запаса

Возрастной состав уловов доступен с 1998 г. Значит, более 1 когорты основных промысловых возрастов (до 16+ лет) уже полностью прошли в матрице численности уловов рыб. Следовательно, необходимо применить когортные модели, среди которых ФГБНУ «ВНИРО» рекомендует для оценки запаса и состояния минтая использовать модель ППП «Синтез» [Методические рекомендации, 2018; Рекомендации по методикам, 2020]. Однако с тех пор разработана более совершенная статистическая когортная модель (СКМ) в пространстве состояний со сглаживающим сигма-точечным фильтром Калмана (Unscented Kalman Smoother – UKS) [Ильин, 2022]. Результаты СКМ с UKS прошли аудит сертификации промысла минтая по стандартам морского попечительского совета (MSC) практически во всех подзонах, где применялась эта новая модель. Ранее обоснованием выбора метода служило то, что СКМ с UKS учитывает ошибку процесса (модели) и может превосходить ППП «Синтез» в точности оценивания состояния запаса минтая по критерию накопленной среднеквадратической ошибки [Ильин,

2022]. Её настройка выполняется в открытом и свободно распространяемом языке программирования высокого уровня – R [R Core Team, 2025]. Среди многих достоинств СКМ с UKS находится отсутствие необходимости задавать априори диапазоны лет с различной селективностью, т.к. в СКМ с UKS она гладко варьирует по годам. Дополнительно в UKS оценивается ещё и мгновенный коэффициент естественной смертности – МКЕС или М.

На основании этого использовали СКМ с UKS вместо более сложной модели «Синтез» в связи с меньшим числом требуемых допущений об М и селективности при доказанной более высокой точности оценивания состояния запаса в UKS в синтетических испытаниях [Ильин, 2022].

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Состояние запасов гижигинско-камчатской сельди сильно различалось в разные периоды. С 1978 по 1987 гг. запас гижигинско-камчатской сельди находился в депрессии; восстановление численности произошло только к 1988 г., когда и был разрешен промысел.

Промысел с 1988 по 1992 гг. вёлся в зал. Шелихова и прилегающей северо-восточной части Охотского моря в осенний период; вылов достигал 4,4 тыс. т (1,6% от запаса). С 1993 г. специализированный осенний промысел отсутствовал.

Масштабный промысел возобновился в 2012 г. в связи с переводом гижигинско-камчатской сельди в перечень видов, освоение которых происходит в режиме рекомендованного вылова [Смирнов, 2013].

С 1993 по 2011 гг. запасы гижигинско-камчатской сельди осваивались слабо по следующим причинам:

- в нерестовый период – из-за отсутствия близлежащих береговых рыбоперерабатывающих мощностей и приёмо-перерабатывающего флота;
- в нагульный период – из-за сложных условий промысла (сильные течения, сложный рельеф дна, частые шторма и придонное расположение косяков в районе нагула).

В 2013 г. вылов составил 113% от рекомендованного объема. В последующие годы величины выловов начали снижаться и колебались от 89% в 2018 г. до 108% в 2019 г.

С 2020 г. сельдь Западно-Камчатской подзоны вновь переведена в категорию водных биологических объектов, в отношении которых устанавливается ОДУ.

В 2020 г. было выловлено 40,13 тыс. т, что составило 91% от ОДУ. При этом в апреле 2020 г. были достигнуты высокие уловы на судосутки и на траление, значительно превышающие среднемноголетние показатели.

В 2021 г. было выловлено 30,8 тыс. т, что составило 93% от ОДУ. При этом в 2021 г. (второй год) были показаны высокие уловы на судосутки и на траление, значительно превышающие среднемноголетние показатели.

В 2022 г. было добыто 40,0 тыс. т сельди (93% от ОДУ).

В 2023 г. выловлено 31,1 тыс. т сельди (96% от ОДУ). Уловы на судосутки и траление оказались рекордными за последние годы.

В 2024 г. выловлено 32,3 тыс. т (99% от ОДУ). Средний улов на судосутки составлял 179,2 т, на траление – 65,2 т.

Основные показатели вылова сельди в Западно-Камчатской подзоне в многолетней ретроспективе приведены в таблице 18.

Таблица 18

Характеристики тралового промысла сельди тихоокеанской в Западно-Камчатской подзоне в 2011-2024 гг.

Год	Средний улов на усилие, т	Средний улов на судосутки, т	Кол-во судов
2011	26,5	52,1	31
2012	34,1	65,3	37
2013	43,2	95,1	70
2014	37,9	93,0	57
2015	25,9	54,5	67
2016	44,1	96,5	50
2017	38,8	94,2	72
2018	25,9	52,4	80
2019	26,1	67,1	70
2020	43,4	138,6	35
2021	56,0	143,6	37
2022	65,9	174,4	22
2023	73,4	185,1	17
2024	65,2	179,2	17

Рост относительной эффективности связан, в основном, с изменением стратегии промысла. Рыбопромышленные компании, наделённые долями квот после перевода объекта в режим ОДУ, сосредоточили усилия на оптимизации промысловых мощностей под имеющиеся лимиты. Оснащение судов современными высокоэффективными тралами стало массовым. В то же время в 2020-2023 гг. в вылове участвовало значительно меньше судов, чем в предыдущие годы, что обеспечило более эффективный облов косяков относительно каждого судна. Возросла доля крупнотоннажного флота – среднетоннажных судов на промысле практически не было. На долю среднетоннажного флота пришлось лишь 6% от общего объёма вылова, в то время как в отдельные годы предыдущего десятилетия вклад среднетоннажных судов в объём общего вылова составлял 25%. Несмотря на отсутствие на промысле сельди Западно-Камчатской подзоны в 2024 г. среднетоннажных судов, улов на усилие снизился до 65,2 т. Вылов на судосутки также показал снижение.

Данные по вылову гижигинско-камчатской сельди в 2010-2024 гг. представлены в таблице 19.

Исследованная выборка из половозрелой части популяции сельди в 2024 г. состояла из поколений в возрасте от 3 до 14 лет. Доминировали особи поколений 2013-2015 гг. рождения, в возрасте 9-11 полных лет (65,7%). Доля пополнения, т.е. зрелых рыб в возрасте 3-4 лет (2019-2020 гг. рождения), была равна 0,5%.

Таблица 19

ОДУ/РВ, вылов и освоение ОДУ гижигинско-камчатской сельди в 2011-2024 гг.

Год	ОДУ(*РВ), тыс. т	Вылов, тыс. т				Освоение, %
		преднерестовой ¹	нерестовой	нагульной	всего	
2011	96	1,37	0,0003	4,83	6,20	6,5
2012	50*	21,78	0,00006	0,76	22,54	45,1
2013	70*	79,08	0,00007	-	79,08	113,0
2014	68*	69,44	0,00027	-	69,44	102,1
2015	47*	30,99	0,00029	1,46	32,45	69,0
2016	68*	48,59	1,09	0,1	49,78	73,2
2017	88*	79,34	0,19	0,0	79,53	90,4
2018	64*	56,33	0,32	0,000302	56,65	88,5
2019	46*	49,88	0,00036	0,0	49,88	108,4
2020	44	38,40	0,000097	1,73	40,13	91,2
2021	33	29,56	0,000131	1,24	30,80	93,3
2022	43	40,00	0,00023	0,0	40,00	93,0
2023	32,3	30,7	0,0	0,4	31,1	96,3
2024	32,5	32,3	0,0	0,0	32,3	99,4

Примечание: ¹ - в ходе специализированного промысла и как прилов при промысле минтая

Возрастная структура сельди в 2024 г. свидетельствует о слабом пополнении и выходе из запаса урожайных поколений прошлых лет (табл. 20).

Таблица 20

Возрастной состав гижигинско-камчатской сельди по обобщенным данным из судовых сборов и нерестилиц в мае-июне 2011-2024 гг. (в пересчете на массовые промеры), %

Год	Возраст, полных лет														N, экз.	Среднее значение
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
2011	–	0,4	4,4	7,8	12,7	22,1	20,8	16,0	12,4	3,1	0,3	–	–	–	1047	8,7
2012	1,4	6,0	2,8	9,0	18,4	23,6	14,4	11,4	4,5	4,1	2,3	2,1	–	–	843	7,9
2013	0,1	0,6	1,4	4,8	9,5	22,5	27,8	21,9	9,2	1,9	0,2	0,1	–	–	6137	9,1
2014	0,1	0,2	0,4	3,6	5,5	12,1	29,6	18,2	18,3	6,8	4,0	1,0	0,1	0,1	10140	9,5
2015	7,6	12,4	9,5	9,0	4,6	8,4	14,0	17,6	10,8	4,9	0,9	0,2	0,1	–	9445	8,2
2016	1,7	2,1	4,4	11,8	12,2	13,0	11,8	16,2	14,4	9,6	2,4	0,4	0,2	–	13023	9,3
2017	1,9	7,0	7,3	9,9	13,2	13,3	15,7	14,9	10,8	4,6	1,0	0,2	0,1	–	21262	8,1
2018	0,6	2,0	6,2	18,8	16,8	17,8	10,5	11,1	8,7	5,2	2,0	0,2	0,1	–	23328	7,7
2019	1,6	1,8	12,8	19,1	17,7	14,6	12,5	10,8	4,8	2,3	1,3	0,5	0,1	–	8227	7,6
2020	1,5	2,8	10,6	23,1	16	17,3	11,4	8,2	4	3,1	1,9	0,1	–	–	2216	7,0
2021	0,7	1,4	2,5	6,9	15,1	29,8	23,8	12,0	4,3	3,0	0,5	–	–	–	3695	8,3
2022	1,5	1,7	4,1	8,3	7,9	21,5	30,2	16,3	4,6	2,7	0,8	0,4	–	0,0007	13525	8,4
2023	0,2	0,3	1,2	4,5	7,4	20,3	25,9	18,6	9,7	8,6	2,8	0,5	–	–	9564	9,2
2024	0,5	0,0	0,7	1,0	3,9	6,6	23,1	25,1	17,5	10,8	9,7	1,1	–	–	5000	9,7

Длина тела сельди (по Смитту) в траловых уловах варьировала в пределах 23,8-33,8 см (в среднем 31,0 см), масса тела – 80-395 г (в среднем 298 г). Самки в нерестовой части популяции составляли 50,3%.

В таблицах 21-22 представлены данные по биологии сельди из траловых уловов за 2011-2024 гг.

Таблица 21

Длина тела АС гижигинско-камчатской сельди из траловых уловов по возрастным группам, см

Год	Возраст, полных лет												Среднее значение
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
2011	21,8	23,9	26,0	27,1	28,2	29,3	30,3	31,5	33,2	33,5	33,1		25,9
2012	21,1	24,0	24,8	26,4	27,8	28,8	29,8	30,4	31,0	32,2			28,2
2013		23,8	25,2	25,9	27,0	27,9	29,0	31,6	31,7				28,1
2014	21,9	23,2	25,3	26,1	27,1	28,2	29,4	30,2	31,4	32,3	33,4	34,5	29,5
2015	23,7	25,2	26,5	27,1	28,3	29,3	30,4	31,6	32,5	34,0	34,2	34,5	27,1
2016	23,9	25,6	26,4	27,2	28,1	29,8	30,1	31,4	32,2	33,4			26,7
2017	20,1	24,1	25,3	26,3	27,2	28,2	29,2	30,2	31,2	32,1	33,0	33,9	28,5
2018	23,8	25,2	26,8	28,2	28,5								25,6
2019	23,9	24,5	25,3	26,7	27,3	28,4	29,5	30,5	31,5	32,1	33,1	33,9	28
2020	22,8	24,6	25,9	26,8	27,8	29,0	30,2	31,4	32,8	33,2	34,9		26,8
2021	21,4	23,5	24,5	26,2	27,2	28,1	29,1	30,3	31,4	32,2	33,0		28,4
2022	21,2	23,4	24,6	26,0	27,3	28,3	29,2	30,2	31,3	32,3	33,1		28,6
2023	20,8	23,6	24,8	26,1	27,3	28,3	29,3	30,5	31,5	32,4	33,2	33,9	29,5
2024	21,3		24,0	24,7	26,6	27,4	28,2	29,9	30,3	31,2	32,5	33,1	31,0

Таблица 22

Масса тела гижигинско-камчатской сельди из траловых уловов по возрастным группам, г

Год	ВОЗРАСТ, полных лет												Среднее значение
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
2011	112	140	185	204	240	281	306	342	398	404	382		198
2012	103	155	210	231	203	264	305	330	325	367			266
2013		133	164	177	207	229	259	363	320				237
2014	109	130	170	183	221	247	284	314	358	399	457	523	290
2015	135	177	201	248	317	343	420	462	505	520	500	550	307
2016	137	173	196	212	234	320	306	360	403	430			210
2017	70	140	169	198	216	241	271	308	337	365	394	442	205
2018		160	202	213	237	264	272	312	340	374	392		151
2019	173	130	182	200	219	250	278	294	311	336	328	410	237
2020	103	140	240	219	251	278	300	338	355	375	377		195
2021	94	127	141	184	214	236	260	293	324	348	378		250
2022	83	125	149	175	209	234	259	286	315	343	376		249
2023	79	139	174	193	222	250	276	311	340	371	400	405	286
2024	99		177	208	225	265	290	315	330	409	379	420	298

При проведении ретроспективного анализа последовательно укорачивали ряды наблюдений до 5 лет в прошлое и оценивали показатель Боба Мона (ρ) [Mohn, 1999]. Таким образом, ретроспективный анализ состояния запаса здесь проводится согласно требованиям приказа Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104 и монографии ФГБНУ «ВНИРО» [Методические рекомендации, 2018]. Обнаружены значимые отклонения в динамике биомассы и её эксплуатации, не требующие упреждающей коррекции (рис. 44, 45, табл. 23). Коррекция не требуется из-за того, что биомасса систематически занижается, а промысловая смертность, наоборот, завышается. Следовательно, даже медианная оценка ОДУ будет предосторожной.

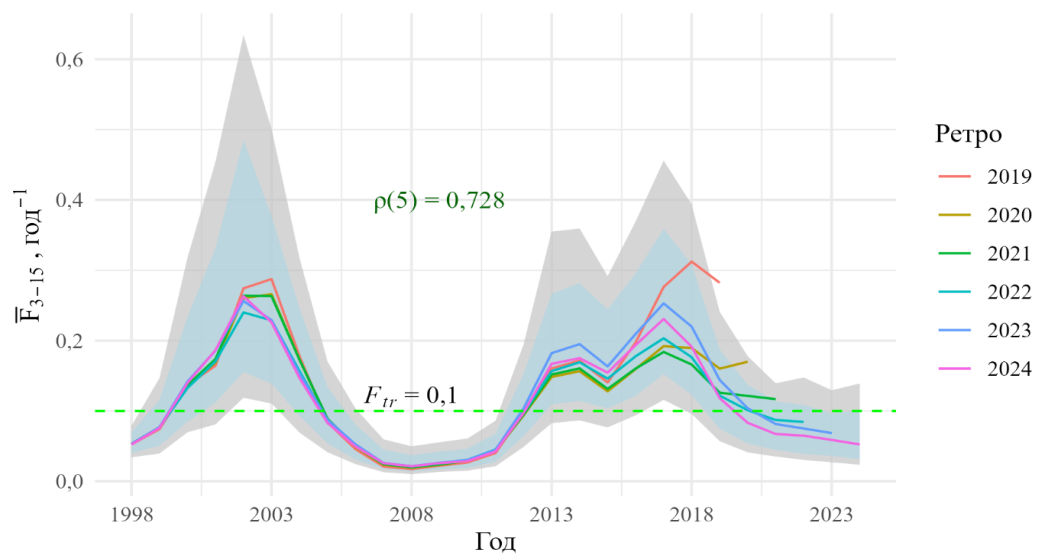


Рис. 44. Ретроспективный анализ F в СКМ с UKS

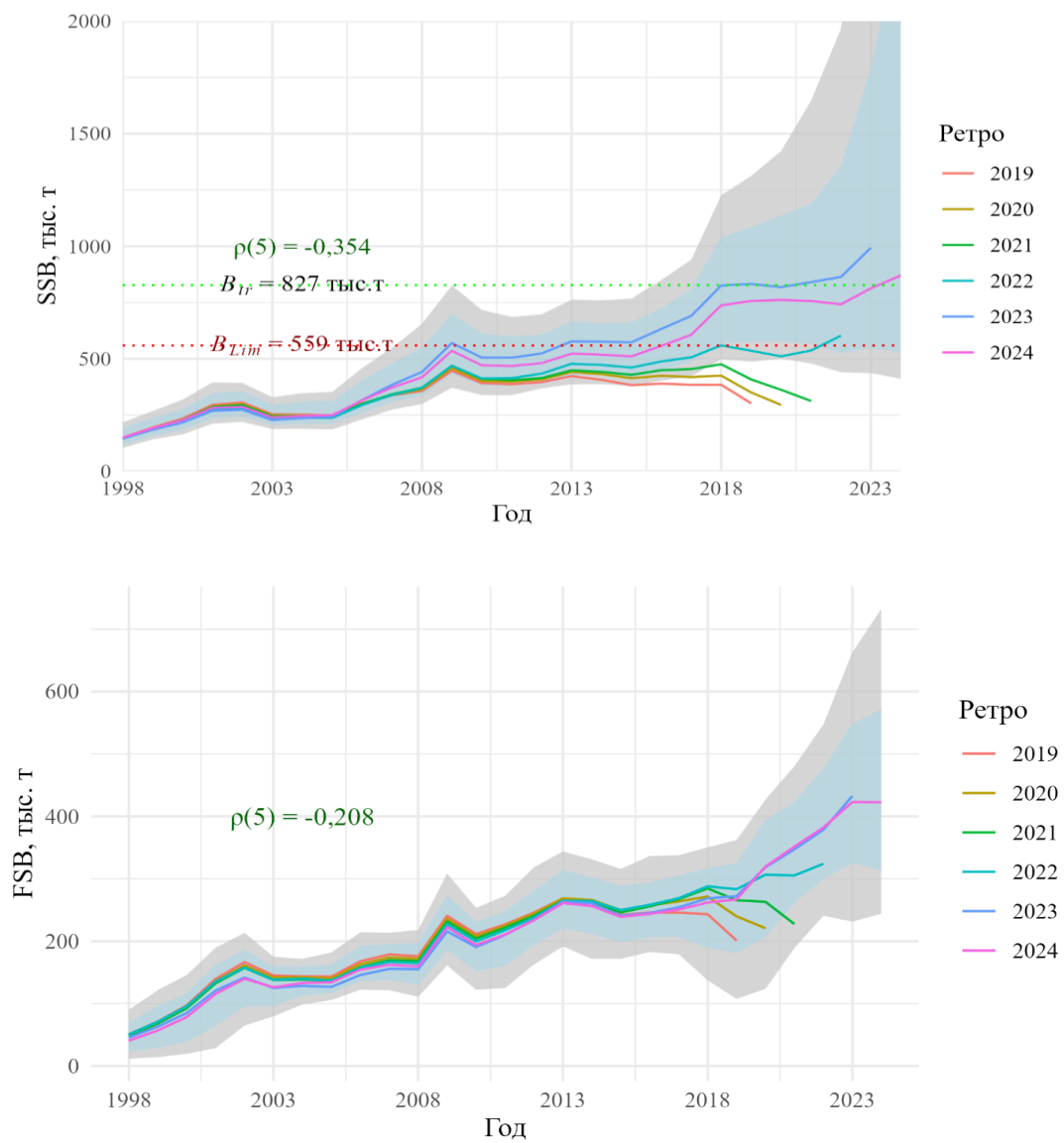


Рис. 45. Ретроспективный анализ SSB и FSB и F в СКМ с UKS

Показатели Мона в ретроспективном анализе UKS

Модель	ρ SSB	ρ FSB	ρ F
UKS	-0,354	-0,208	0,728

Определение биологических ориентиров

Из-за новой настройки и плохой ретроспективной устойчивости СКМ с UKS целевые ориентиры требуется обновить. Таким образом, здесь целевые ориентиры выбраны заново. Они выбраны из статистики многомерных нормальных вероятных распределений в 1000 испытаниях Монте-Карло (табл. 24).

Статистические характеристики биологических ориентиров

ППП		Мин.	2,50%	5%	25%	50%	Среднее	SE
	FlimCaddy	0,351	0,398	0,415	0,470	0,518	0,532	0,090
	Fmsy.R		0,178	0,203	0,350	0,657	1,001	0,737
Ftr	Fmsy.BH	0,1	0,134	0,156	0,326	0,920	1,117	0,788
	F45.	0,363	0,746	0,857	1,265	1,731	1,610	0,415
	F40.	0,443	1,016	1,157	1,769		1,838	0,293
	F35.	0,545	1,369	1,612			1,954	0,163
	F0.1	0,389	0,518	0,547	0,660	0,772	0,799	0,188
	Fmed	0,036	0,175	0,219	0,344	0,487	0,616	0,415
Blim	Bloss	80	103	110	133	150	152	27
	B20.Bvir	120	233	260	386	532	740	735
	B25.Bvir	141	233	260	386	532	740	735
	Bmsy.Ricker		228	263	391	615	6750	
	Bmsy.BivHo	86	167	189	267	390	1471	6147
	Bmed	361	455	487	631	779	976	726

Используя предосторожный подход, определены граничные ориентиры:

— по F по медиане (процентиль C.I. 50 %) F_{MSY} (Бивертон-Холт) = $F_{Lim} \approx 0,92 \text{ год}^{-1}$;

— по SSB соответствующий F_{Lim} уровень по кривым равновесной биомассы (рис. 46) при среднем за крайние 10 лет пополнении (2385 млн рыб) $B_{Lim} \approx 559 \text{ тыс. т}$;

Целевые ориентиры установили по медианам (процентиль 50%):

— по F выбрали минимум из вероятного распределения F_{MSY} (Бивертон-Холт). $F_{tr} \approx 0,1 \text{ год}^{-1}$;

— по SSB, соответствующий F_{tr} по кривым равновесных уловов (рис. 46) при среднем за последние 10 лет пополнении (2385 млн рыб) $B_{tr} \approx 827 \text{ тыс. т}$.

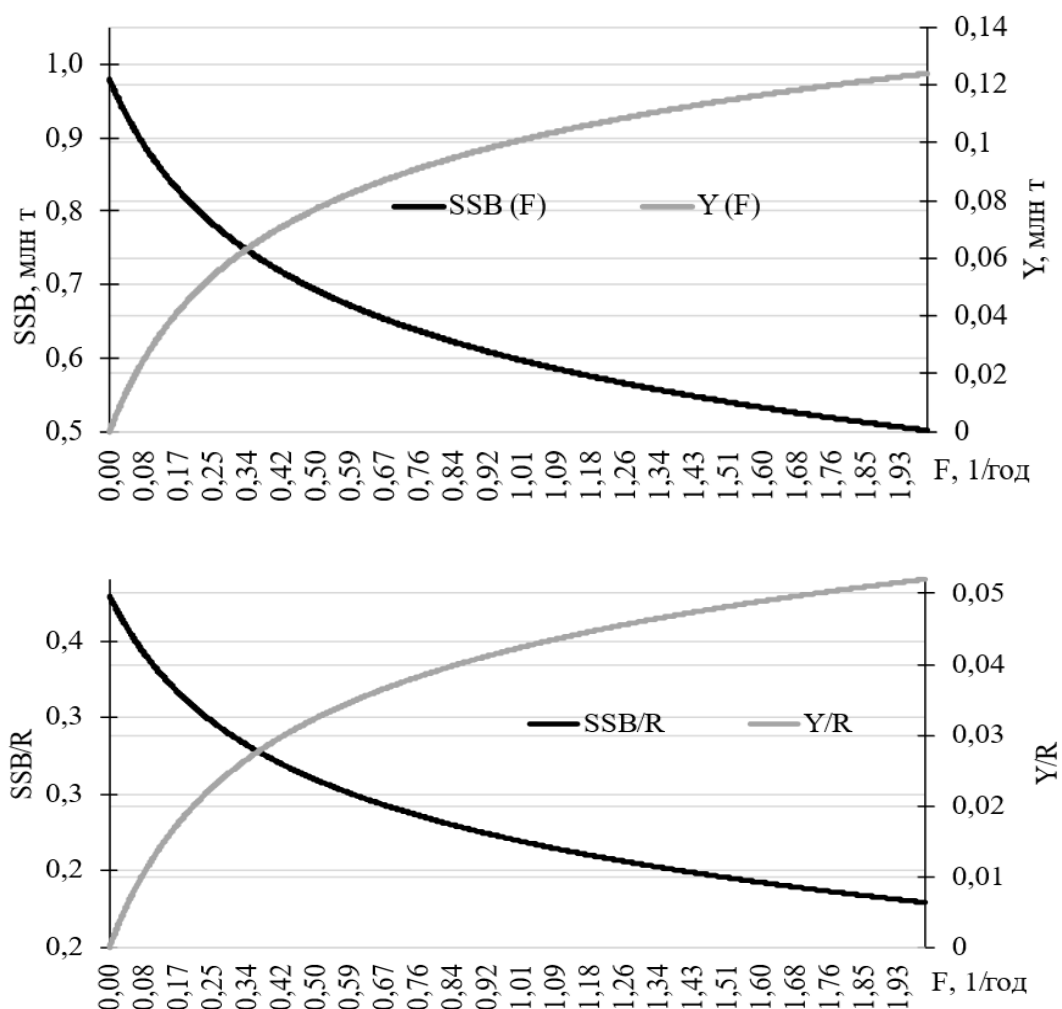


Рис. 46. Кривые равновесной SSB и равновесного улова Y , в т. ч. на рекрута R при среднем за последние 10 лет пополнении (2385 млн рыб)

Обоснование правила регулирования промысла

Следуя методике среднесрочного прогнозирования в рамках предосторожного подхода к управлению промысловыми запасами рыб [Бабаян, 2000], правило регулирования промысла (ПРП) определяется с определённой целью. Здесь цель – эксплуатировать запас в безопасной зоне его состояния или в зоне постоянной интенсивности промысла.

Предлагаем кусочно-линейное ПРП, которое будет пропорционально снижать рекомендуемую долю изъятия запаса при снижении биомассы ниже целевого ориентира. Аналитическая форма кусочно-линейного ПРП выражается по зонам состояния запаса согласно следующим формулам [Методические рекомендации, 2018]:

I – $F_i = 0$, при $B_i < B_{Lim}$,

II – $F_i = (F_{tr} - F_0) \times (B_i - B_{Lim}) / (B_{tr} - B_{Lim}) + F_0$, при $B_{Lim} < B_i < B_{tr}$,

III – $F_i = F_{tr} = \text{const}$, при $B_i > B_{tr}$,

где: F_i – рекомендуемая в прогнозный год величина F ; B_i – величина SSB в прогнозный год, тыс. т; B_{Lim} – граничный ориентир по SSB , тыс. т; F_{tr} – целевой ориентир по F ; F_0 – рекомендуемая эксплуатация для проведения

научных исследований, пока роли не играет и равна 0; B_{tr} – целевой ориентир по SSB, тыс. т.

Проверка корректности выбора F_{tr} проведена в перспективе на ближайшие 10 лет в процессе анализа рисков, который показал, что выбранное ПРП имеет допустимый риск перелома по пополнению и по росту.

Состояние запаса в 2024 г. в данном ПРП и точечный прогноз на 10 лет вперёд показаны ниже (рис. 47). Согласно точечным оценкам, запас останется в безопасной зоне его состояния или в зоне постоянной интенсивности промысла, но в 2024 г. неопределённость состояния запаса и его эксплуатации огромны.

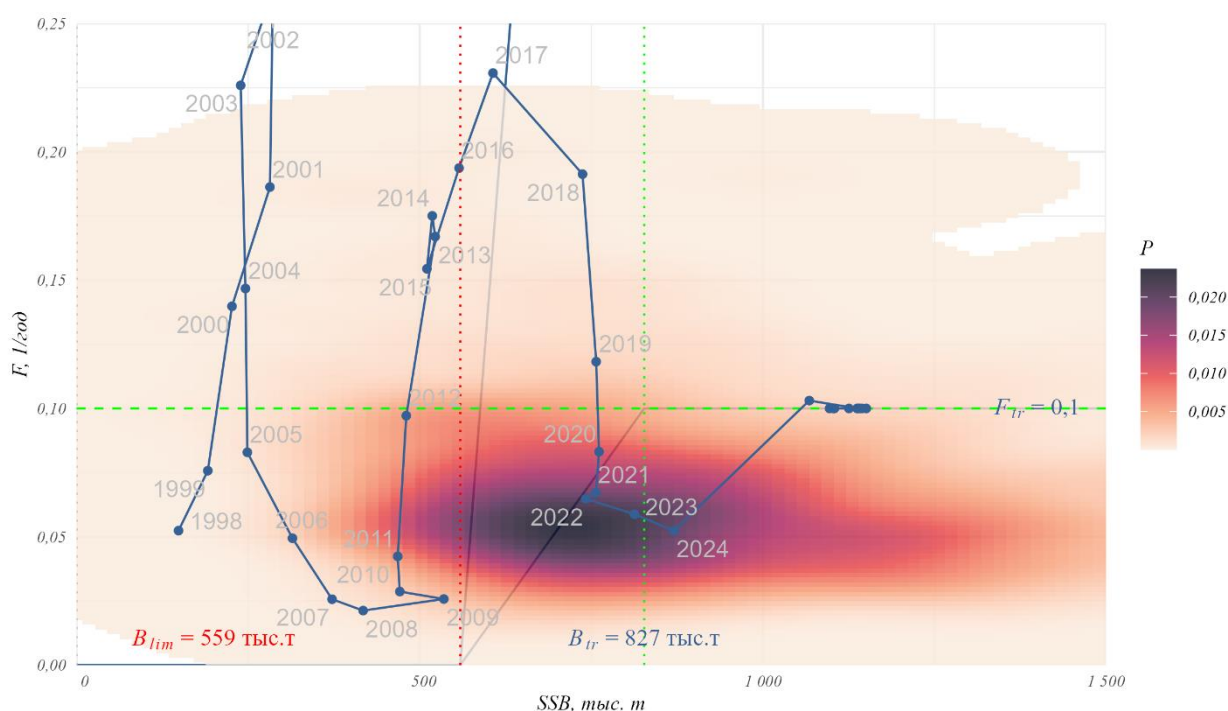


Рис. 47. Вероятное состояние запаса в 2024 г., показанное плотностью (P), и точечный прогноз SSB при вылове сельди в 2025 г. 39,4 тыс. т и дальнейшем следовании ПРП

Прогнозирование состояния запаса

Использование статистических распределений ключевых биологических параметров за последние 10 лет (рис. 48), вылова 39,4 тыс. т сельди в 2025 г. и последующее применение выбранного ПРП приводит к следующей вероятной динамике SSB за 10 лет (рис. 49).

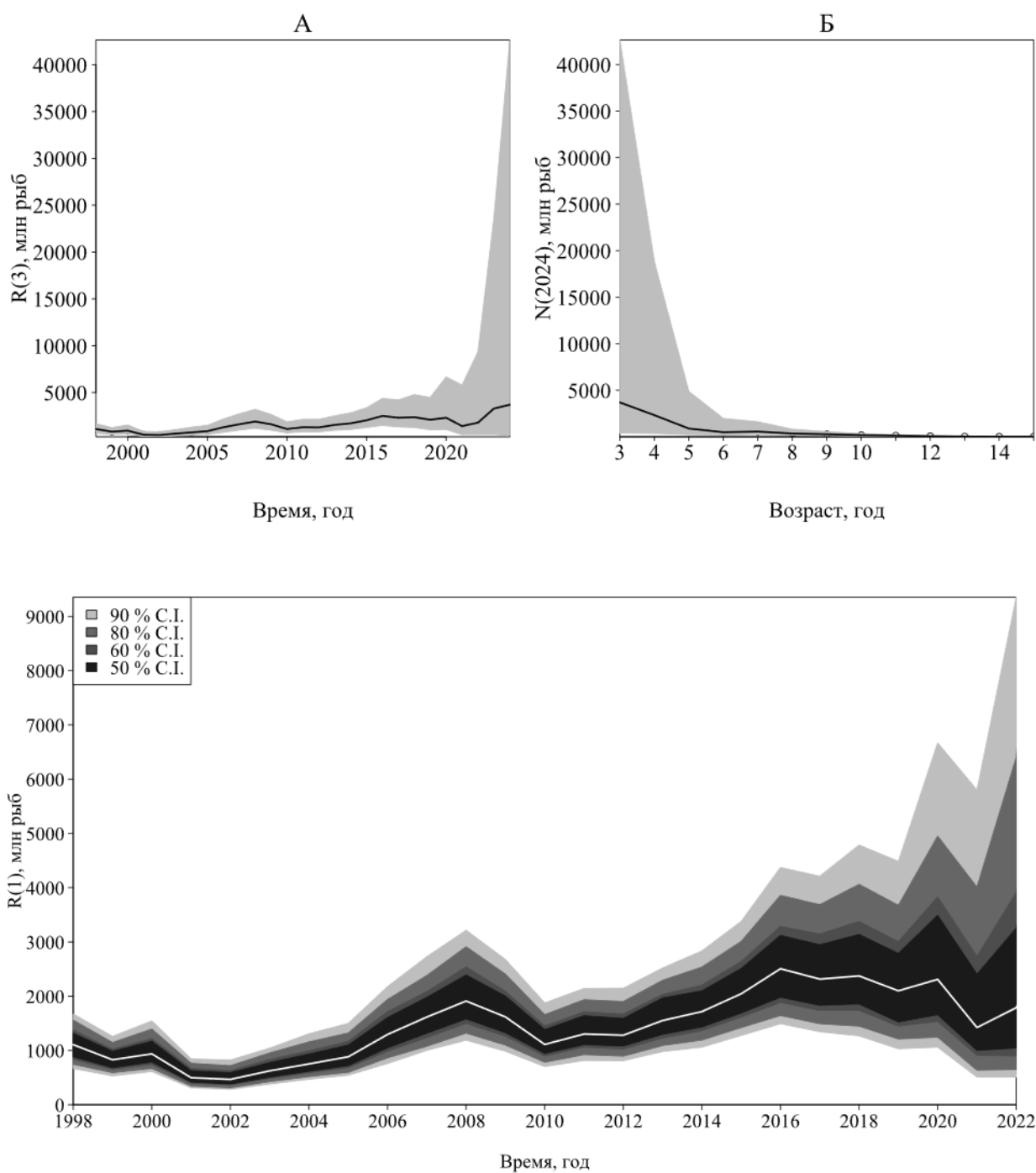


Рис. 48. Распределение с 90% доверительными интервалами, показанными здесь и далее серой заливкой (А) динамики пополнения в возрасте 3 года $R(3)$ и численности рыб по возрастам в 2024 г. в млн особей (Б) вверху, а снизу распределение динамики пополнения по меньшей разнице процентилей С.И. по годам, по которым особи достаточно проявились в промысле (в 2023–2024 гг. выявлена большая ошибка)

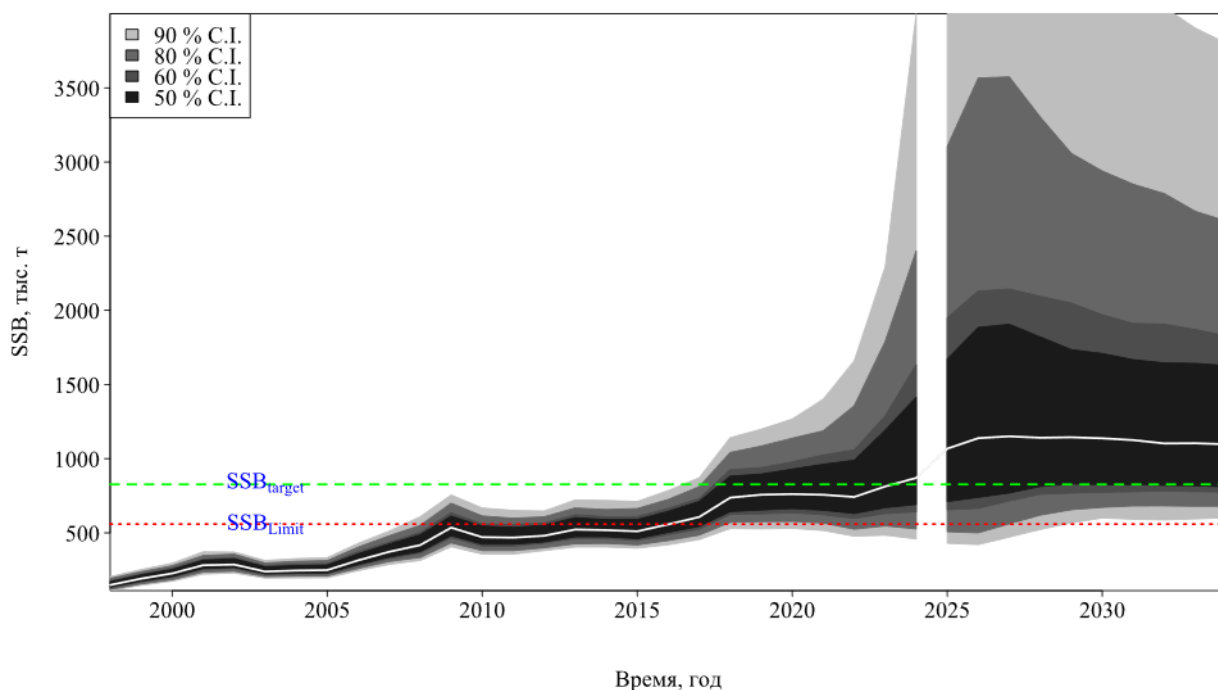


Рис. 49. Вероятное распределение SSB при вылове в 2025 г. 39,4 тыс. т сельди в Западно-Камчатской подзоне и последующей реализации ПРП

Согласно данному прогнозу более 95% вероятной динамики SSB пройдёт выше граничного ориентира, что достаточно предосторожно. Более детально эти вероятности показаны ниже (рис. 50).

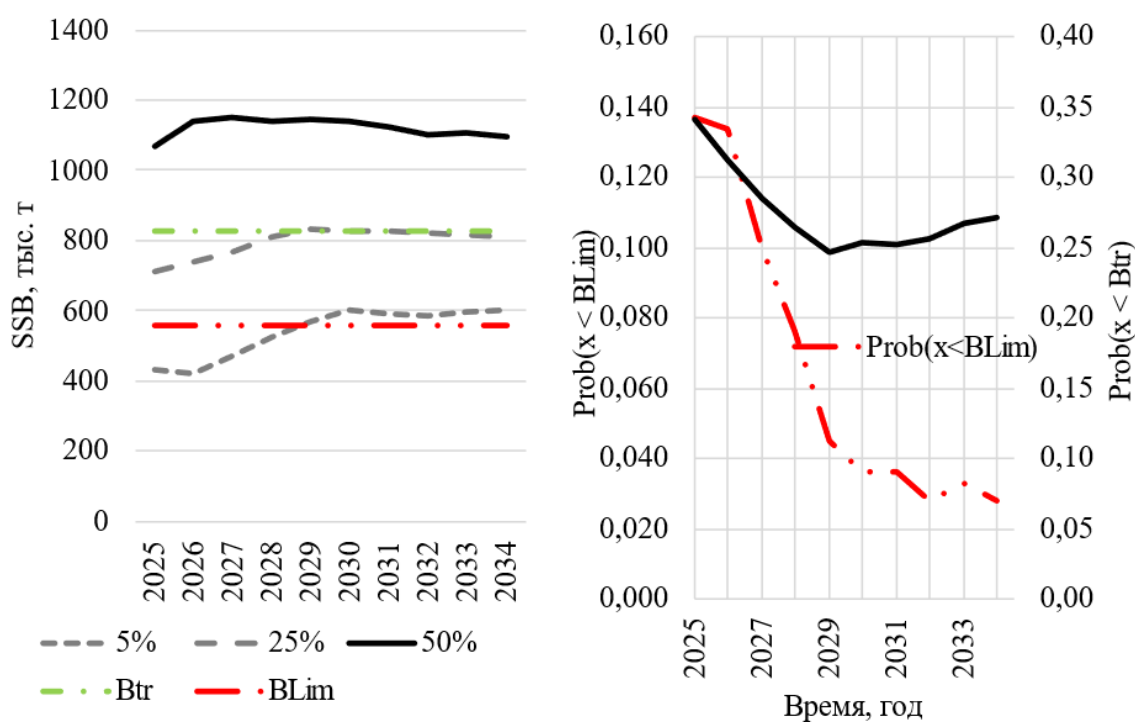


Рис. 50. Вероятные состояния SSB сельди в Западно-Камчатской подзоне при вылове около 39,4 тыс. т в 2025 г. и последующей реализации ПРП

Таким образом, в СКМ с UKS прогнозируется сохранение благоприятного состояния запаса для постоянного режима эксплуатации на целевом уровне с низкими рисками перелома по пополнению и слабой тенденцией увеличения риска перелома по росту, вероятность которого через 10 лет будет ниже 30%.

В числовом выражении прогноз SSB показан ниже (табл. 25).

Таблица 25

Статистические характеристики прогноза SSB, тыс. т

Год	2,5%	5%	25%	50%	Среднее	SE
2025	392	429	711	1068	1714	2295
2026	384	421	739	1138	1926	2811
2027	426	471	769	1151	1940	2782
2028	477	523	812	1141	1862	2514
2029	502	567	830	1144	1767	2210
2030	510	600	824	1137	1685	1959
2031	537	591	825	1125	1620	1756
2032	549	587	820	1103	1574	1629
2033	546	594	818	1104	1535	1515
2034	554	601	810	1097	1506	1438

Обоснование рекомендованного объема ОДУ

Учитывая результаты модели и смену её на более точную (UKS), а также сохранение благоприятного состояния запаса для постоянного режима эксплуатации на целевом уровне с низкими рисками перелома по пополнению и слабой тенденцией увеличения риска перелома по росту, предлагаем установить **ОДУ сельди тихоокеанской в Западно-Камчатской подзоне в 2026 г. равным 47,600 тыс. т** (табл. 26).

Таблица 26

Прогноз ОДУ сельди в Западно-Камчатской подзоне по ПРП

Год	25%	50%	75%	Среднее	SE
2025	39,4	39,4	39,4	39,4	0,0
2026	20,2	40,1	57,5	47,6	49,8
2027	23,4	42,2	64,1	56,9	66,7
2028	27,6	44,2	69,9	64,1	80,6
2029	28,6	45,8	70,9	67,2	87,5
2030	29,2	46,2	69,8	66,4	85,5
2031	29,7	46,1	67,4	63,6	77,7
2032	31,0	45,2	65,4	60,6	69,4
2033	31,4	44,5	64,3	58,0	61,9
2034	31,3	43,9	63,6	56,0	56,4

Величина ОДУ соответствует средней величине по ПРП с актуализированными ориентирами из более точной настройки СКМ с UKS и с учётом новых данных 2024 г., а также на 21% выше утверждённого ОДУ на 2025 г. (39,4 тыс. т).

Анализ и диагностика полученных результатов

Выбранный целевой уровень эксплуатации ($F_{tr} = 0,1$ год⁻¹) имеет низкие ($< 20\%$) риски подрыва запаса, а риск перелова по росту ниже 30% (рис. 51). Это связано с ростом ошибки от изначально крайне высокой неопределённости терминальной численности младших возрастных групп до 5 лет (рис. 48).

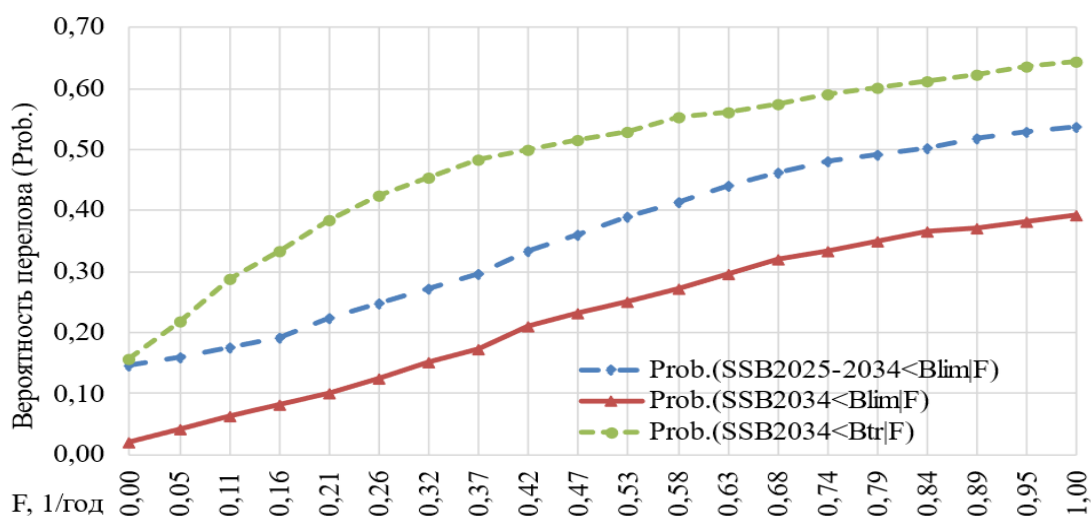


Рис. 51. Вероятности переловов за 10 лет применения ПРП

Предлагаемый ОДУ в 2026 г. также не имеет высоких рисков наступления неблагоприятных последствий через год и в год промысла (рис. 52). Максимальный риск – это перелов по росту, который ниже 30%, вызван огромной неопределённостью терминальной численности младших возрастных групп сельди.

Индекс нерестового запаса плохо укладывается в моделируемую динамику SSB, которая не имеет такого снижения в последние годы наблюдений (2018–2019 гг.). В отличие от индекса SSB индекс промыслового запаса (FSB) или CPUE оказывается растёт сильнее, чем ожидается в СКМ с UKS (рис. 53).

Таким образом, зависящая от промысла информация (CPUE) даёт рост промыслового запаса значительно выше, чем ожидается в СКМ с UKS, особенно в 2021–2023 гг. Именно эта информация приводит к высокой неопределённости параметров модели, т.к. по возрастному составу уловов такой ярко выраженной тенденции в ошибках нет, хотя сами ошибки достигают весьма внушительных величин (рис. 54, 55).

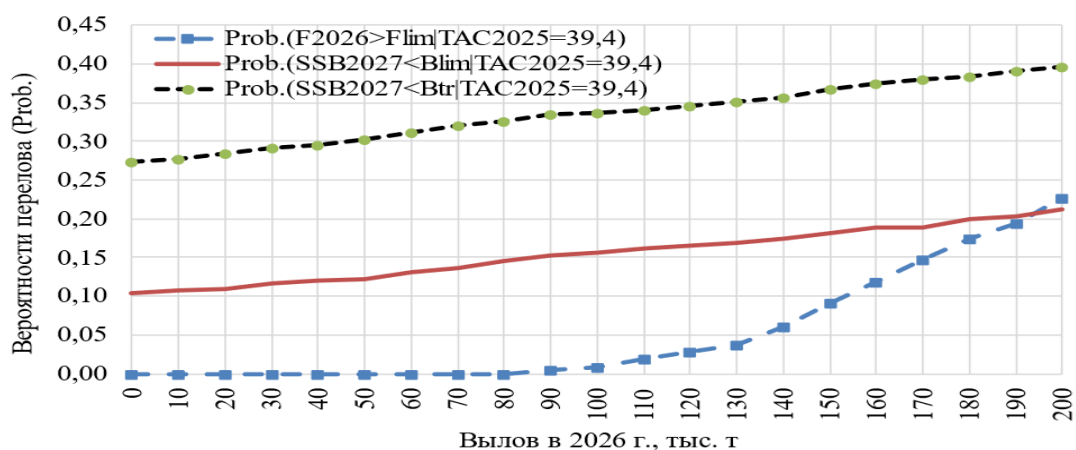


Рис. 52. Вероятности переломов в 2026 г. и превышения граничного ориентира F_{lim} в 2026 г. при различном ОДУ в 2026 г. после вылова в 2024 г. 39,4 тыс. т

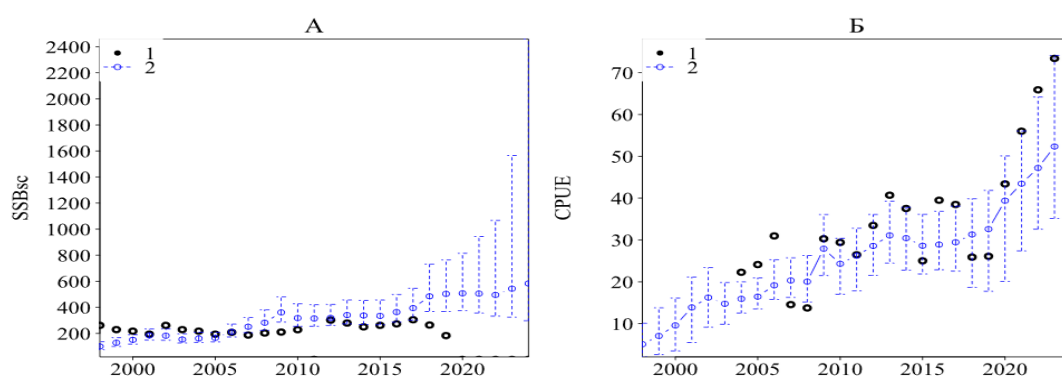


Рис. 53. Динамика запасов в масштабе их индексов: А – SSB по авиаучётам, Б – CPUE
1 – значения индексов, 2 – их модельные распределения с 90% доверительными интервалами, показанными усами

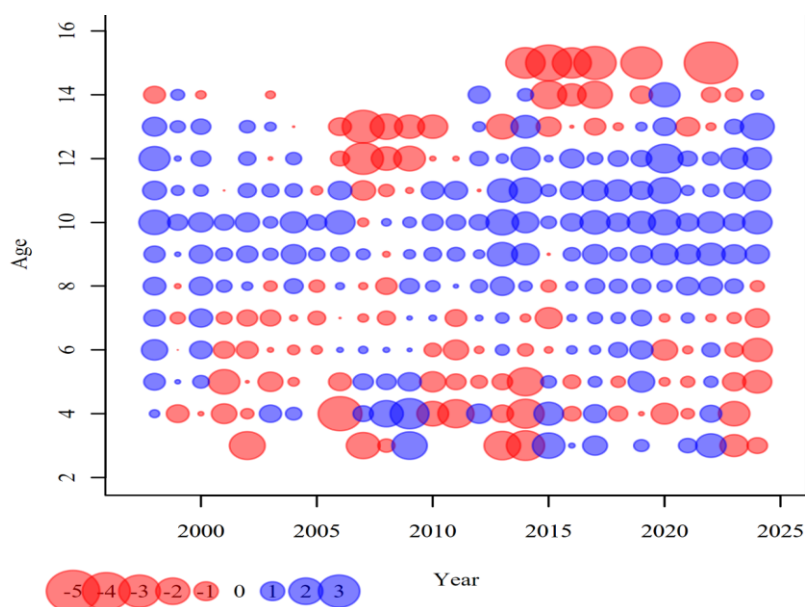


Рис. 54. Отклонения в лог масштабе численности рыб в уловах от модельных значений по годам (Year) и возрастам (Age)

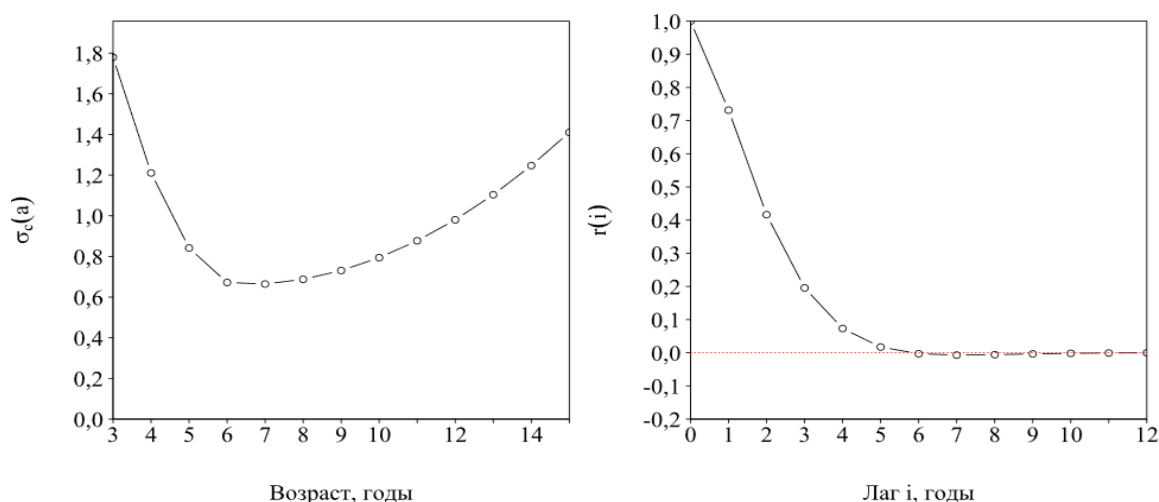


Рис. 55. Изменение стандартного отклонения ошибки наблюдения в уловах в зависимости от возраста рыб (слева) и корреляционная структура AR2 (справа)

Судя по следам ковариационных матриц, модель имеет большую неопределённость по параметрам (рис. 56). Чем меньше разница между следом ковариационной матрицы оптимальной среднеквадратической оценки $D(X|Y)$ в лог масштабе и следом ковариационной матрицы среднеквадратической оценки вектора состояния при оптимальном $\hat{\theta}$ в лог масштабе, тем меньше неопределённость в оценке параметров [Ильин, 2022]. Одной из причин является выбранная логистическая селективность (рис. 57). Более гибкая экспоненциально-логистическая селективность приводила к меньшим ошибкам настройки, но уровень биомасс был выше в разы, что ещё менее реалистично по экспертным представлениям о данной единице запаса.

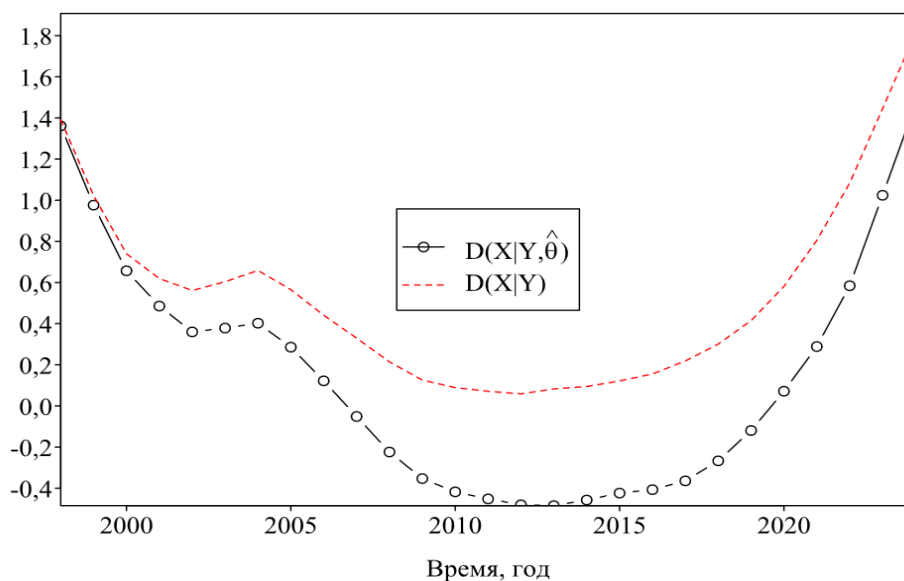


Рис. 56. Следы ковариационных матриц в текущей настройке по обновлённым данным до 2024 г.

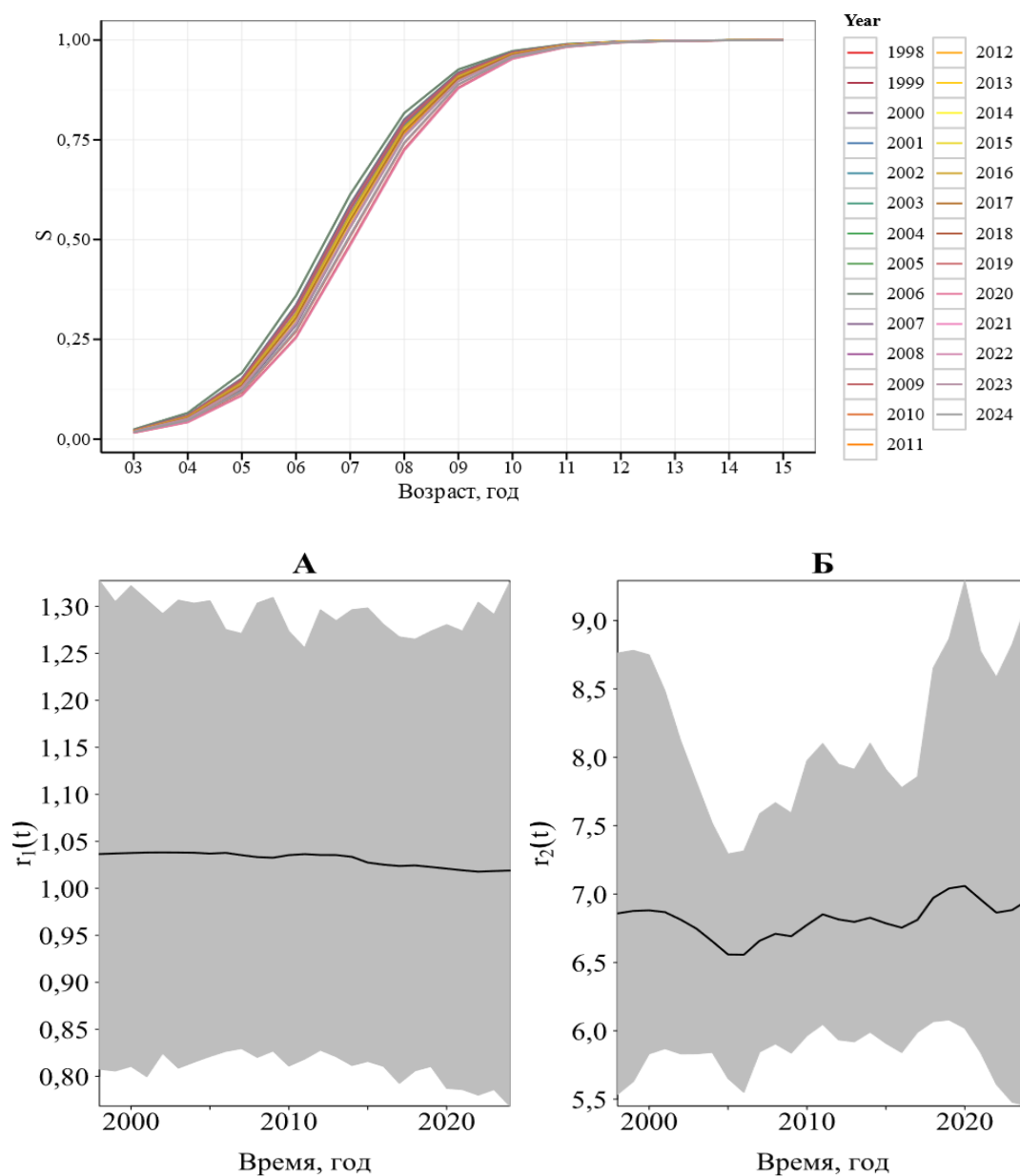


Рис. 57. Оценки логистической селективности до 2024 г. и изменения её параметров r_1 и r_2 по годам (t)

Оценка M , равная в среднем 0,344 (рис. 58) в текущей настройке близка к найденной ранее в СКМ «Синтез», но имеет признак полимодальности, что свидетельствует о наличии 2 режимов M , между которыми колебалась настройка модели. В целом, невозможно заключить насколько данная настройка лучше прежней в СКМ «Синтез», т.к. аналогичная диагностика результатов СКМ «Синтез» ранее в материалах ОДУ не показывалась вовсе.

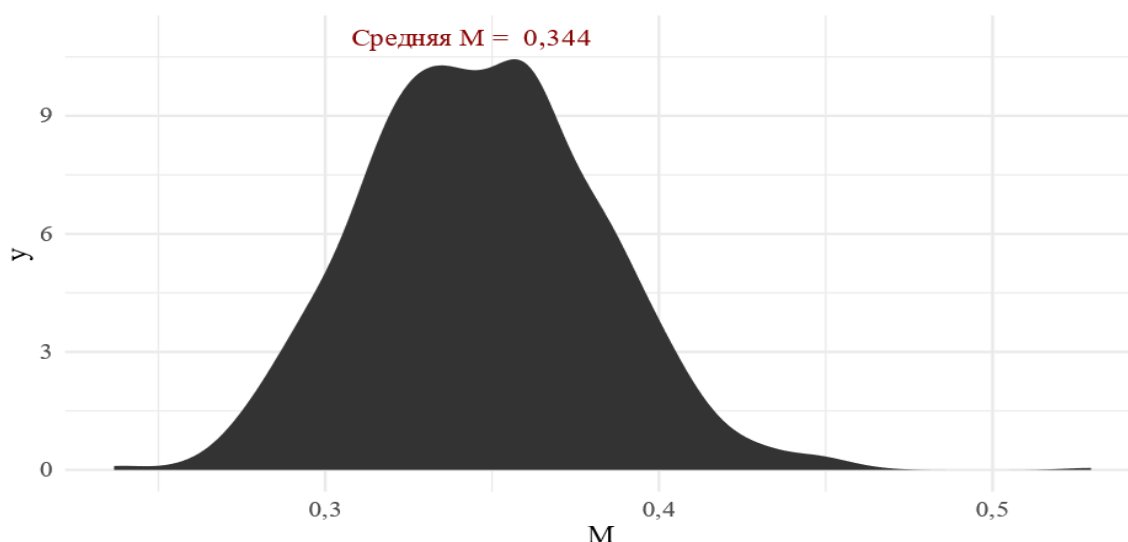


Рис. 58. Оценка М в текущей настройке СКМ с UKS по данным до 2024 г.

61.06 - Зона Японское море

61.06.1 - подзона Приморье

Анализ доступного информационного обеспечения

Информационной основой для оценки запаса и ОДУ тихоокеанской сельди (*Clupea pallasii*) в подзоне Приморье послужили материалы учетных съемок за 2015–2016, 2018–2020 и 2022 гг. (табл. 27). В 2023–2024 гг. в данном регионе траловых съемок с участием научно–исследовательских судов не проводилось.

Таблица 27

Сроки проведения учетных донных траловых съемок в подзоне Приморье в 2015–2022 гг. (ЗПВ – зал. Петра Великого, СП – воды северного Приморья, Т.п. – западная часть Татарского пролива)

Год	Район исслед.	НИС	Сезон работ	Кол-во трал.
2015	СП	«Бухоро»	Апрель- май	170
	ЗПВ		Апрель	54
	Т. п.		Май-июнь	113
2016	СП	«Бухоро»	Апрель-май	158
	ЗПВ		Май	77
	Т. п.		Сентябрь-октябрь	140
2017	ЗПВ	РПР-3098	Август	57
2018	СП+ЗПВ	«Бухоро»	Апрель-май	150
	Т. п.		Июнь	74
	ЗПВ	РПР-3098	Август	34
2019	СП+ЗПВ	«В. Сафонов»	Март-июнь	212
2020	Т.п.	«В. Сафонов»	Апрель-май	99
2022	СП (севернее м. Золотой)+Т.п.	«В. Сафонов»	Апрель-май	66
	СП (южнее м. Золотой)+ЗПВ	«Дм. Песков»	Май-июнь	174

В 2024 г. в южной части подзоны Приморье выполнялись сборы биологических материалов по сельди из уловов ставных орудий лова и добывающих судов береговых предприятий. Биологические анализы проведены по 400 экз., возраст определен у 230 экз., промерено 900 экз. сельди.

В целом, информационная обеспеченность прогноза соответствует III уровню: обоснование ОДУ строится на эмпирических, трендовых, индикаторных и других приближенных методах, применяемых в случае дефицита информации (приказ Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104).

Обоснование выбора методов оценки запаса

Биостатистические материалы, полученные в период нерестовых подходов, дают возможность определять основные биологические параметры нерестовой части популяции и их межгодовую динамику. Учет текущего запаса сельди в подзоне Приморье проводился на основе донных траловых съемок, выполненных в 2000–2016, 2018–2020, 2022 гг. (в 2017 г., 2021 г., 2023–2024 гг. традиционной донной траловой съемки в подзоне Приморье не было, в 2018–2020 и 2022 гг. исследовалась только часть акватории). При этом оценка запасов тихоокеанской сельди, как нерито–пелагического вида, не может быть полной. Тем не менее, исходные данные, полученные в ходе донных съемок и по результатам биологических анализов, позволяют судить об относительной численности и биомассе рыб и изменении этих величин. Оценка запаса выполнена «методом площадей» [Аксютин, 1968]. Величины коэффициента уловистости приняты с дифференцировкой по размерному и, соответственно, весовому составу сельди: при среднем весе рыб в улове 100 г и более коэффициент уловистости принимался равным 0,3, при весе от 30 до 100 г его величина снижалась до 0,2, при весе менее 30 г – до 0,1 [Измятинский, 2005].

Многолетние данные траловых съемок позволяют производить оценку запасов с помощью площадных методов на основании «Методических рекомендаций...» [2018] (раздел «Методики оценки запасов приоритетных видов водных биологических ресурсов для III уровня информационного обеспечения расчетов»). В рамках III уровня информационного обеспечения имеющаяся информация состояния запаса сельди в подзоне Приморье относится к категории 3 по классификации Международного совета по исследованию моря (ИКЕС): «Доступны индексы величины запаса (результаты учетных съемок), позволяющие судить о его динамике (в терминах промысловой смертности, пополнения, биомассы)».

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Состояние запаса. В весенний период в зал. Петра Великого сельдь держится в прибрежной части, где с марта по май проходит ее нерест. Наблюдения показали, что в 2024 г. в зал. Петра Великого и прилегающих водах в нересте принимали участие сельди 2017–2022 гг. рождения. Основу

нерестовой части составили поколения 2020 и 2021 гг. с доминированием сельди 2020 г. рождения (табл. 28).

Таблица 28

Возрастной состав нерестовой сельди в зал. Петра Великого в 2015-2024 гг., %

Год	Возраст, лет									М, лет
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
2015	-	31,1	16,0	12,2	33,4	6,3	1,0	-	-	3,7
2016	12,3	23,1	44,5	12,4	7,5	0,2	-	-	-	2,8
2017	-	16,1	59,0	19,1	4,7	1,1	-	-	-	3,2
2018	-	2,9	37,0	41,2	14,1	3,2	1,6	-	-	3,8
2019	-	5,1	3,7	52,8	26,8	7,4	3,7	0,5	-	4,4
2020	-	8,6	19,7	13,3	33,6	21,9	2,9	-	-	4,5
2021	+	24,0	48,6	15,0	8,9	3,0	0,5	-	-	3,2
2022	-	3,4	64,1	17,3	8,0	6,1	0,9	0,1	0,1	3,5
2023	-	9,5	38,8	36,1	9,2	5,4	0,6	0,4	+	3,7
2024	-	19,3	23,5	45,1	8,7	2,6	0,8	-	-	3,5

Примечание: М – средний возраст; в возрасте 1 год особи сельди неполовозрелые

В уловах длина тела сельди варьировала от 17,0 до 34,0 см; 56,2% занимали особи модальной группы 27,0–29,0 см. Средняя длина рыб составила 26,7 см. Масса тела рыб изменялась от 40 до 440 г, среднее значение – 223 г (рис. 59, табл. 29 и 30).

В осенних подходах была представлена сельдь 2022-2017 гг. рождения с преобладанием поколений 2020-2018 гг. В основе уловов были отмечены две модальные группы с длиной тела 27,1-28,0 см и 30,1-32,0 см (рис. 60). Соответственно, показатель среднего возраста рыб был выше, чем в весенних скоплениях и составил 4,6 лет (рис. 61).

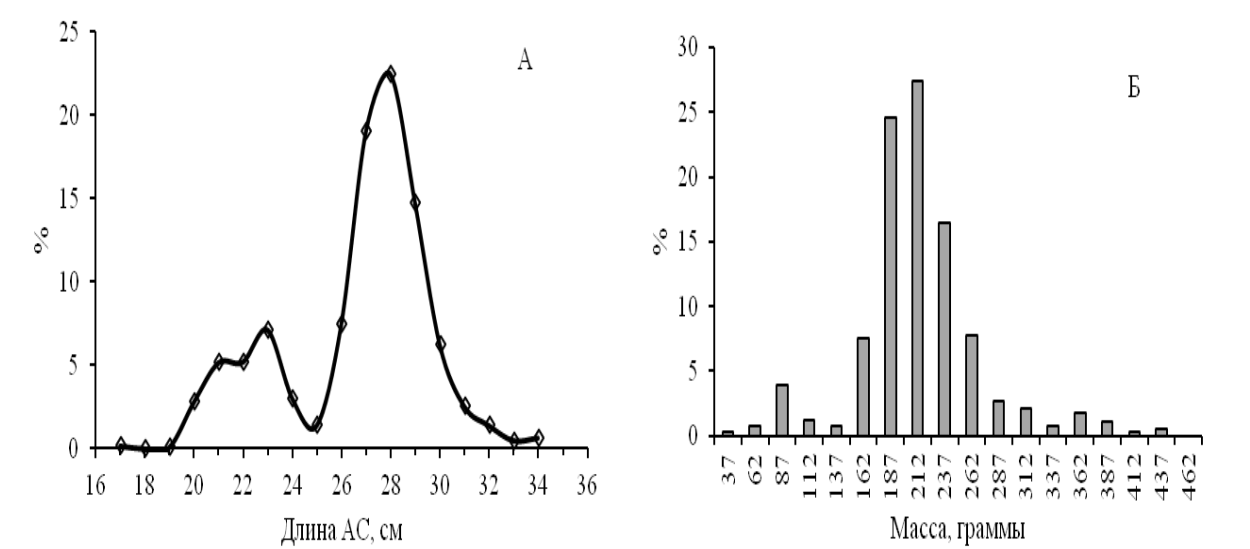


Рис. 59. Распределение длины тела АС (А) и массы (Б) тихоокеанской сельди в зал. Петра Великого в период нереста 2024 г.

Таблица 29

Длина (АС, см) сельди зал. Петра Великого в нерестовый период 2015-2024 гг. (над чертой – среднее значение, под чертой – пределы варьирования)

Год	Возраст, лет								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2015	-	<u>23</u> 20-26	<u>26</u> 23-28	<u>28</u> 24-30	<u>30</u> 27-32	<u>31</u> 29-32	<u>32</u> 30-34	-	-
2016	<u>18</u> 16-20	<u>21</u> 19-24	<u>26</u> 23-30	<u>28</u> 27-30	<u>30</u> 27-32	31	-	-	-
2017	-	<u>22</u> 19-24	<u>26</u> 21-29	<u>27</u> 23-30	<u>29</u> 26-31	<u>28</u> 24-31	-	-	-
2018	-	<u>23</u> 22-24	<u>27</u> 22-29	<u>28</u> 23-30	<u>29</u> 26-32	<u>32</u> 30-32	-	-	-
2019	-	<u>22</u> 20-25	<u>25</u> 22-27	<u>28</u> 26-30	<u>29</u> 28-31	<u>30</u> 29-31	<u>30</u> 29-32	31	-
2020	-	<u>22</u> 20-24	<u>27</u> 22-29	<u>28</u> 25-31	<u>30</u> 25-33	<u>31</u> 27-34	<u>32</u> 30-33	-	-
2021	<u>18</u> 16-19	<u>22</u> 20-24	<u>26</u> 22-29	<u>28</u> 24-31	<u>29</u> 26-32	<u>30</u> 28-33	<u>28,7</u> 28-29	-	-
2022	-	<u>22</u> 20-24	<u>26</u> 24-31	<u>28</u> 24-31	<u>28</u> 26-30	<u>31</u> 28-34	<u>30</u> 29-34	<u>33</u> 31-34	<u>33</u> 32-34
2023	-	<u>23</u> 21-24	<u>26</u> 25-28	<u>28</u> 25-29	<u>30</u> 27-34	<u>32</u> 28-34	<u>32</u> 30-34	<u>33</u> 32-35	-
2024	-	<u>22</u> 17-24	<u>26</u> 22-29	<u>28</u> 24-31	<u>29</u> 27-32	<u>31</u> 29-33	<u>33</u> 32-34	-	-

Примечание: в возрасте 1 год особи сельди неполовозрелые

Таблица 30

Масса (г) сельди зал. Петра Великого в нерестовый период 2015-2024 гг. (над чертой – среднее значение, под чертой – пределы варьирования)

Год	Возраст, лет								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2015	-	<u>119</u> 80-159	<u>190</u> 122-250	<u>230</u> 150-318	<u>292</u> 200-380	<u>318</u> 237-405	<u>356</u> 295-385	-	
2016	<u>52</u> 35-75	<u>99</u> 60-137	<u>198</u> 117-300	<u>244</u> 184-328	<u>283</u> 208-366	335	-	-	
2017	-	<u>110</u> 86-129	<u>181</u> 104-263	<u>214</u> 131-308	<u>274</u> 185-325	<u>290</u> 267-315	-	-	
2018	-	<u>103</u> 98-108	<u>198</u> 98-297	<u>231</u> 111-315	<u>257</u> 129-337	<u>333</u> 305-375	-	-	
2019	-	<u>120</u> 81-155	<u>169</u> 119-210	<u>233</u> 146-324	<u>255</u> 183-337	<u>262</u> 236-326	<u>283</u> 251-425	425	
2020	-	<u>103</u> 80-122	<u>195</u> 100-290	<u>214</u> 153-290	<u>293</u> 148-430	<u>326</u> 187-450	<u>338</u> 280-410	-	
2021	<u>50</u> 32-70	<u>107</u> 79-155	<u>165</u> 102-245	<u>220</u> 128-332	<u>244</u> 182-359	<u>282</u> 200-453	<u>234</u> 220-248	-	
2022	-	<u>121</u> 82-170	<u>178</u> 100-245	<u>222</u> 142-270	<u>240</u> 179-265	<u>280</u> 221-348	<u>285</u> 245-335	<u>335</u> 308-340	<u>335</u> 305-340
2023	-	<u>125</u> 80-165	<u>175</u> 110-270	<u>222</u> 150-300	<u>266</u> 183-350	<u>317</u> 203-360	<u>320</u> 298-350	<u>330</u> 300-350	-
2024	-	<u>96</u> 40-132	<u>179</u> 98-245	<u>226</u> 130-315	<u>270</u> 196-340	<u>325</u> 250-375	<u>380</u> 346-440	-	-

Примечание: в возрасте 1 год особи сельди неполовозрелые

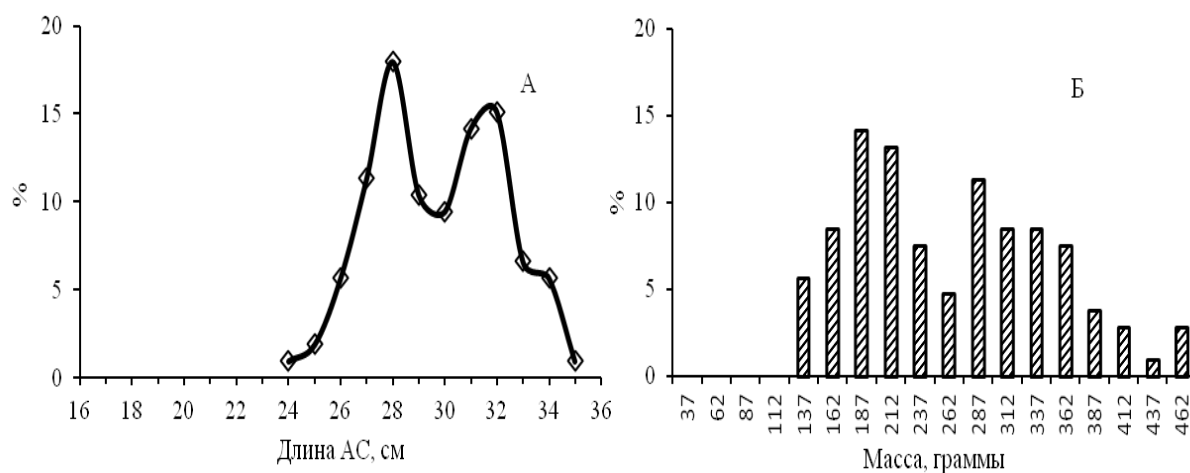


Рис. 60. Распределение длины тела АС (А) и массы (Б) тихоокеанской сельди в зал. Петра Великого в осенний период 2024 г.



Рис. 61. Возрастной состав сельди зал. Петра Великого в весенних и осенних уловах 2024 г.

Наиболее результативным учет запасов сельди в зал. Петра Великого оказался в съемках 2015-2016 и 2019 гг., было определено, что биомасса сельди в эти годы изменялась от 4,2 до 11,5 тыс. т. В 2022 г. зал. Петра Великого был обследован частично, сельдь практически не учтена, в 2020, 2023 и 2024 гг., как было упомянуто выше, новых данных по учету ее запасов также не поступало. Поэтому, опираясь на наиболее полноценные материалы съемок 2015-2016 и 2019 гг., были получены расчетные данные для 2017-2018 гг. и 2020-2025 гг., среднемноголетняя величина за период 2015-2025 гг. составила 7,3 тыс. т (рис. 62).

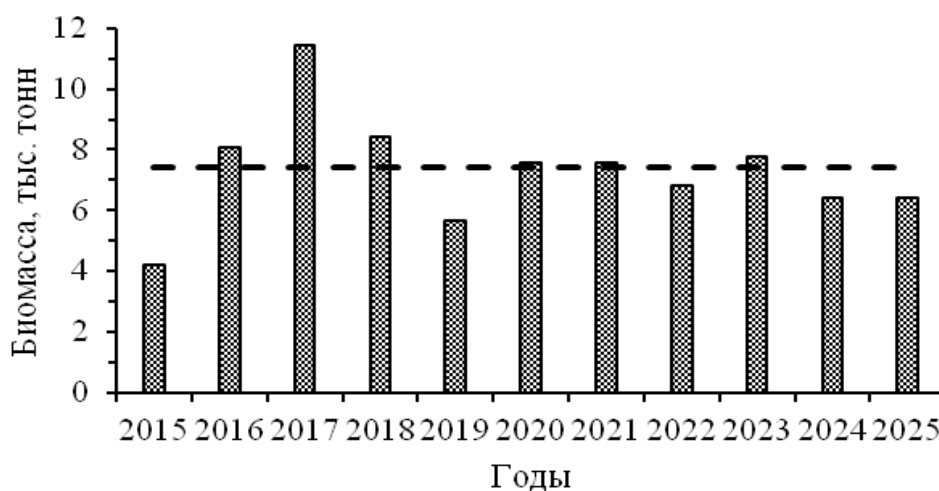


Рис. 62. Биомасса (тыс. т) сельди зал. Петра Великого, полученная в учетных съемках 2015–2016, 2019 гг. и расчетные данные для 2017–2018, 2020–2025 гг. (пунктиром обозначена средняя многолетняя величина)

Многолетние материалы и расчеты показывают, что при ежегодной численности сеголеток на среднемноголетнем уровне, запас, при небольших колебаниях, может содержаться на уровне, близком к среднемноголетней величине, полученной в последние годы. Запас на 2025 г. для сельди зал. Петра Великого составил 6,4 тыс. т с численностью 90,03 млн экз., что несколько ниже среднемноголетней величины. В 2026 г. основу биомассы сельди зал. Петра Великого будут представлять поколения 2022–2025 гг. рождения, генерации 2020 и 2021 гг., составляющие в 2024 г. 68,6% нерестовой биомассы сельди, в 2026 г. смогут суммарно занимать лишь около 10% численности. На 2026 г. прогнозируемый уровень запасов сельди в зал. Петра Великого ожидается в объеме 6,0 тыс. т с численностью порядка 51 млн экз. (табл. 31–33).

В водах северного Приморья, от м. Поворотный до м. Золотой, по материалам, полученным в съемках 2015–2016, 2018–2019, 2022 гг., сельдь в большинстве случаев отмечалась в виде единичных особей или мелких косячков с мозаичным распределением. В данный период учтенная биомасса сельди изменялась от 0,018 (2022 г.) до 4,6 тыс. т (2015 г.) (табл. 34).

Таблица 31

Численность сеголеток сельди в зал. Петра Великого по данным летних учетных съемок

Год	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2017	2018	М	М'
N, млн экз.	343,9	55,1	37,3	634,5	2,0	7,1	2,0	265,5	10,4	1317,1	50,1	15,5	1,3	3798,3	31,04*	26,6*	412,4	118,7

Примечание – М - среднее значение; М' – среднее значение без учета многочисленных поколений 2010 и 2014 гг.; * – данные полигонных работ в Амурском заливе

Таблица 32

Годовая убыль (φ) сельди в зал. Петра Великого, %

Возраст	0+ – 1+	1+ – 2+	2+ – 3+	3+ – 4+	4+ – 5+	5+ – 6+	6+ – 7+	7+ – 8+
φ, %	80,0	42,4	63,8	76,6	84,3	92,0	94,0	94,0

Таблица 33

Расчисленный запас сельди зал. Петра Великого на 2026 г.

N/W	Год рождения поколения								Сумма
	2025	2024	2023	2022	2021	2020	2019	2018	
N	23,7	8,4	8,4	5,5	2,8	1,8	0,2	0,03	50,9
W	1068	810	1512	1234	757	576	60	9	6026

Примечание: N – численность, млн экз., W – биомасса, т

Таблица 34

Возрастной состав (%) и учетная биомасса сельди в водах северного Приморья по данным учетных съемок (весенний сезон)

Год	Возраст, лет							Запас, тыс. т
	1	2	3	4	5	6	7	
2015	90,0	2,2	3,0	1,9	1,7	1,1	0,1	4,6
2016	14,5	76,0	4,0	1,8	2,6	0,8	0,3	1,0
2018	14,1	17,8	43,7	13,5	7,3	3,6	—	0,1
2019	—	0,5	6,4	47,2	38,7	5,4	1,8	3,1
2022	10,0	15,0	—	15,6	39,6	11,8	8,0	0,018
Среднее значение биомассы за период 2015-2016, 2018-2019, 2022 гг.								1,8

Учетные съемки в водах северного Приморья проводились в весеннее время, когда сельдь в основном сосредотачивается в прибрежной зоне на глубинах до 50 м и, по ряду технических причин, репрезентативный сбор данных по оценке ее запасов часто бывает затруднен. В 2022-2024 гг. оценка запаса приводилась на основании среднемноголетних материалов, на 2025 г. средние значения составили по биомассе 1,8 тыс. т (табл. 34) и численности порядка 15,0 млн экз.

В 2023 и 2024 гг. сотрудниками наблюдательной станции «ТИНРО» в б. Ольга были отмечены небольшие заходы взрослой сельди в начале июня и в октябре. В 2024 г., как и в 2023 г., в б. Ольга был зарегистрирован нерест сельди в первой декаде июня – размерный состав нерестующих особей находился в пределах от 19,5 до 31,0 см и имел среднее значение 25,2 см, масса сельди варьировала от 80 до 300 г, в среднем составила 158 г. Осенью размеры тела нагульной сельди варьировали от 24,6 см до 31,0 см (среднее значение 27,9 см), масса изменялась от 167 г до 296 г (среднее значение 228 г) (рис. 63 и 64); зрелость гонад была представлена стадиями III и III-IV.

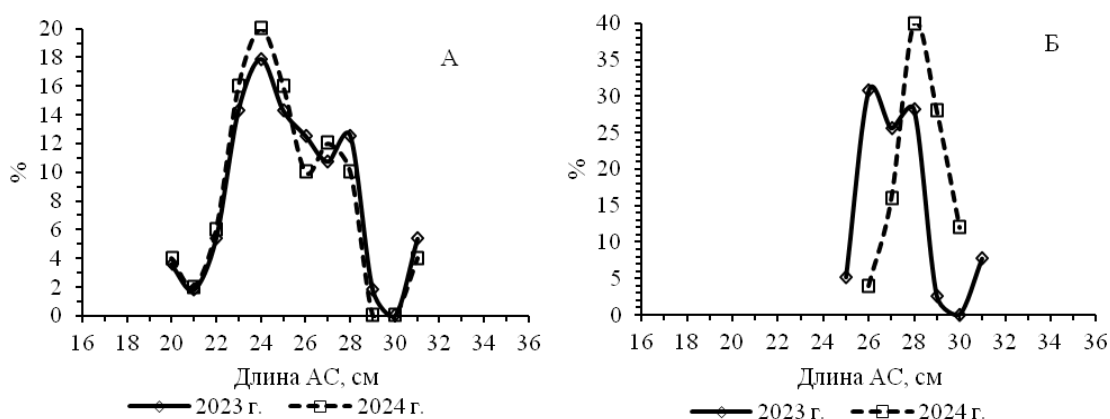


Рис. 63. Распределение длины тела АС тихоокеанской сельди в б. Ольга (северное Приморье) в июне (А) и в октябре (Б) 2023–2024 гг.

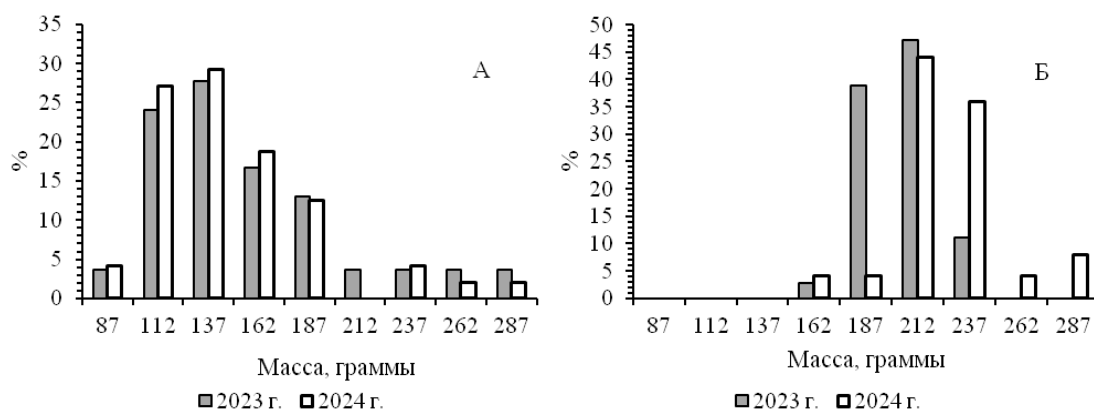


Рис. 64. Распределение массы тела тихоокеанской сельди в б. Ольга (северное Приморье) в июне (А) и в октябре (Б) 2023–2024 гг.

Новых данных по количественному состоянию запасов сельди в водах северного Приморья за 2023 и 2024 гг. нет. Принимая во внимание нерегулярность учетных работ в последнее время, предполагаем прогнозируемый запас в 2026 г. на среднемноголетнем уровне – по биомассе 1,8 тыс. т (табл. 31) и численности порядка 15,0 млн экз.

В западной части Татарского пролива скопления сельди декастринской популяции в межгодовом аспекте неравномерно распределяются между материковым побережьем и водами западного Сахалина, что отражается в межгодовых колебаниях показателя запаса сельди в учетных работах в подзоне Приморье (табл. 35).

Таблица 35

Возрастной состав (%) и биомасса сельди в водах западной части Татарского пролива по данным учетных съемок

Год	Сезон	Возраст, лет								Запас, тыс. т
		0+	1, 1+	2, 2+	3, 3+	4, 4+	5, 5+	6, 6+	7, 7+	
2015	весна	–	85,3	14,4	0,1	0,1	0,1	+	+	23,5
2016	осень	9,4	5,4	45,7	32,8	5,0	1,7	–	–	1,5
2018	весна	–	3,4	30,0	27,8	35,8	2,7	0,3	–	2,0
2020	весна	–	22,3	26,9	28,4	13,7	8,7	–	–	2,6
2022	весна	–	11,8	31,4	28,4	25,8	2,5	0,05	0,05	7,7
Среднее значение учетной биомассы за период 2015-2016 гг., 2018, 2020, 2022 гг.										7,5

В период проведения съемки в апреле–мае 2022 г. сельдь встречалась практически по всей обследованной акватории Татарского пролива, но в ее распределении была выражена предрасположенность к северной части района, где формировала концентрации различной плотности. В уловах присутствовали особи в возрасте от одного до семи лет, основу составили поколения 2018–2020 гг. рождения – 85,6% (табл. 35). В 2026 г. популяцию сельди в данном районе будут представлять поколения 2019–2024 гг., основу могут составить генерации 2020–2023 гг., из которых генерации 2020 и

2021 гг. по результатам съемки 2022 г. могут оцениваться как относительно многочисленные.

При отсутствии данных прямого учета в 2023 и 2024 гг. для прогнозирования запаса сельди в западной части Татарского пролива (подзона Приморье) на 2026 г. предлагается взять за основу среднемноголетнюю величину по материалам съемок 2015-2016, 2018, 2020, 2022 гг., составляющую 7,5 тыс. т с численностью порядка 130 млн экз.

В подзоне Приморье объем запаса сельди в последние несколько лет находится близко к среднемноголетней величине (рис. 65). Прогнозируемая биомасса на 2025 г. инерционно предполагалась на уровне запаса в 2024 г. и составила 15,7 тыс. т. При отсутствии данных прямого учета в 2023 и 2024 гг. в 2026 г. по расчетным материалам биомасса сельди в зал. Петра Великого может немного снизиться и составить 6,0 тыс. т. Для определения величины запаса на 2026 г. в водах северного Приморья и материкового побережья Татарского пролива предлагается взять за основу имеющуюся среднемноголетнюю оценку – в северном Приморье 1,8 тыс. т, в западной части Татарского пролива 7,5 тыс. т. Всего в биостатистическом районе подзона Приморье биомасса сельди в 2026 г. ожидается в объеме 15,3 тыс. т.

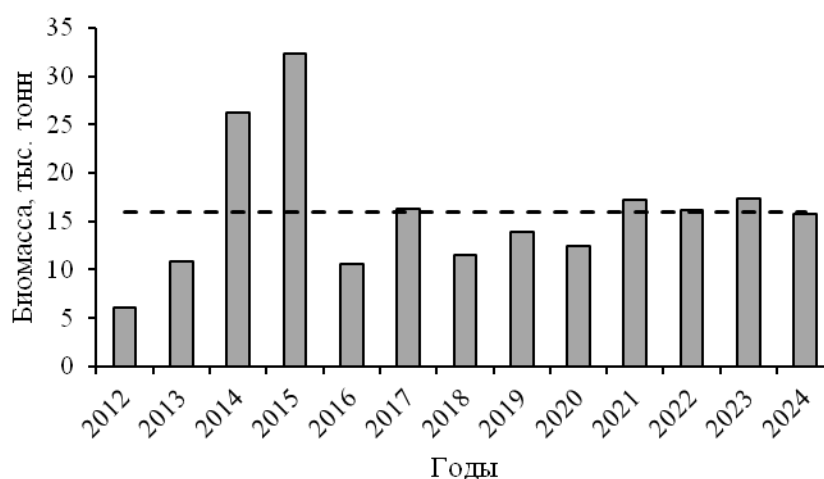


Рис. 65. Биомасса сельди в подзоне Приморье в 2012-2024 гг. Пунктирной линией обозначена среднемноголетняя величина

Состояние промысла. В зал. Петра Великого с 1960–х гг. до 2008 г. вылов сельди был организован в режиме контрольного лова. Контрольные невода выставались силами рыбопромысловых предприятий в районах традиционных нерестилищ с февраля по май. После 2008 г. ввиду низкого уровня запасов и незаинтересованности рыбаков контрольный лов не проводился.

В водах северного Приморья и в западной части Татарского пролива промысла сельди не существовало со второй половины 1990–х гг. и до 2020 г.

В 2011–2015 гг. данные учетных съемок показали тенденцию роста численности и биомассы сельди в подзоне Приморье, наиболее заметную в

Татарском проливе и в зал. Петра Великого, в связи с чем, на 2017–2025 гг. была установлена величина ОДУ не только для научно-исследовательских целей, но и для промышленного освоения. В 2017–2020 гг., по причине небольшого объема ОДУ, квоты вылова не распределялись между пользователями, промысел сельди не проводился. Режим эксплуатации данной единицы запаса осуществлялся только в рамках НИР. В промысловом режиме в небольших объемах сельдь начали добывать в 2021–2024 гг. (табл. 36).

Таблица 36

Вылов сельди в подзоне Приморье в 2021–2024 гг.

Вылов	Год			
	2021	2022	2023	2024
НИР, т	0,041	1,354	0,718	–
Промысел, т	108,676	207,209	223,03	330,751

В подзоне Приморье на 2024 г. ОДУ сельди составил 300 т, согласно промысловой статистике на 30 ноября было добыто 330,751 т, что соответствует 110% ОДУ (табл. 36). Основной вылов – 288,981 т, состоялся в сентябре, промышленный лов осуществлялся силами ООО «Рыбокомбинат «Островной» в водах северного Приморья.

Превышение ОДУ на 10% появилось вследствие прилова сельди при промысле минтая, камбал, трески и др. объектов добываемыми судами ООО «Р/К Приморрыбфлот» и АО «Востоктранссервис», не имеющими квоты на ее промысел. С начала февраля до конца апреля 2024 г. за 172 судосутки в качестве прилова было выловлено 41,769 т сельди, и для каждого судна прилов находился в пределах разрешенного уровня. В уловах встречалась сельдь с размерами тела от 17,0 до 32,0 см (среднее значение – 25,5 см).

В летние месяцы информации по вылову сельди не поступало.

Определение биологических ориентиров. Обоснование правила регулирования промысла

Информация, полученная при проведении НИР в подзоне Приморье (третий уровень информационного обеспечения), позволяет использовать нестандартные методы анализа, основанные на результатах съемок.

Приближенное значение целевого ориентира по интенсивности промысла можно рассчитать на основе «концепции репродуктивной разнокачественности популяций» [Малкин, 1995; 1999; Бабаян, 2000]. В зал. Петра Великого и в водах северного Приморья сельдь в возрасте 3 года практически вся становится половозрелой. Допустимый годовой процент изъятия из запаса – 31,1%. Сельдь, обитающая в Татарском проливе, полностью созревает на пятом году жизни, допустимый годовой процент изъятия из запаса – 23,4%.

Для объема запаса, который близок к среднегодовой величине, в качестве граничного (целевого) ориентира возможного вылова (u_{F1}) выбран допустимый годовой процент изъятия из запаса согласно «концепции репродуктивной разнокачественности популяций» [Бабаян, 2000].

Материалы съемок 2012–2016, 2018–2020, 2022 гг. показали межгодовую вариабельность оценок запаса, поэтому в условиях неопределенности и, принимая во внимание нерегулярность учетных работ в последнее время, необходимо использовать более низкий уровень ориентиров управления. Для состояния запаса ниже среднегодовой величины нижний граничный ориентир (u_{F2}) эмпирически установлен как 25% от соответствующего табличного значения. Величина допустимого изъятия сельди в подзоне Приморье в соответствии с прогнозом состояния запаса на 2026 г. представлена в таблице 37.

Таблица 37

Допустимая доля изъятия сельди в подзоне Приморье в 2026 г., тыс. т

Район	U_{F1}	U_{F2}
Зал. Петра Великого	1,9	0,5
Северное Приморье	0,6	0,15
Западная часть Татарского пролива	1,8	0,4
Всего	4,3	1,05

ОДУ для сильно флюктуирующих запасов рыб, к которым относится сельдь, предполагает сохранение воспроизводительной способности популяции. Для сельди в подзоне Приморье следует избрать адаптивную стратегию с биологически безопасной эксплуатацией запасов в условиях неопределенности.

Прогнозирование состояния запаса

Для сельди, обитающей в водах подзоны Приморье, в настоящее время нет данных прямого учета за 2023–2024 гг., материалы, полученные в съемке 2022 г., оказались репрезентативными только в Татарском проливе для декастринской сельди. Поэтому состояние запаса на 2026 г. определялось на основании материалов учетных съемок 2015–2016, 2018–2020 гг. и, частично, 2022 г. Инерционно предполагаемая биомасса сельди в 2026 г. может соответствовать среднегодовому уровню в водах северного Приморья – 1,8 тыс. т и в западной части Татарского пролива – 7,5 тыс. т, в зал. Петра Великого – запас также близок к среднегодовой величине для этого района – 6,0 тыс. т (табл. 38). Суммарная биомасса сельди для подзоны Приморье на 2026 г. ожидается в объеме 15,3 тыс. т. Для уточнения состояния запаса необходимо проведение учетных съемок в подзоне Приморье.

Запас сельди для подзоны Приморье

Район	Биомасса, тыс. т	
	Текущий запас 2025 г.	Прогноз запаса на 2026 г.
Зал. Петра Великого	6,4	6,0
Северное Приморье	1,8	1,8
Западная часть Татарского пролива	7,5	7,5

Обоснование рекомендованного объема ОДУ

Оценка биомассы общего запаса тихоокеанской сельди в подзоне Приморье на начало 2026 г. близка к области восстановления запаса.

Для сельди, как виду рыб с резко флуктуирующей численностью отдельных поколений, особенно важно проведение траловых съемок в летний или осенний сезоны по учету текущего запаса и рыб нулевой возрастной группы для получения информации о величине пополнения с заблаговременностью в 2–3 года.

Результаты учетных съемок 2020 и 2022 гг. подтверждают обозначенную с 2018 г. тенденцию роста запаса в Татарском проливе декастринской сельди, ареал которой располагается и в подзоне Приморье, и в Западно–Сахалинской зоне. Так, в пределах Западно–Сахалинской зоны в 2018-2019 гг. биомасса находилась на уровне 10–12 тыс. т, в 2020 и 2022 гг. составила соответственно 21,3 и 23,3 тыс. т. В съемке 2022 г. в западной части Татарского пролива (подзона Приморье) учтено 7,7 тыс. т и зарегистрировано наличие молоди сельди: 38,2% от учтенной численности. В водах северного Приморья (от м. Золотой до м. Поворотный) учетные работы показывают небольшой и наименее устойчивый запас сельди – от 4,6 тыс. т в 2015 г. до 0,018 тыс. т в 2022 г. В зал. Петра Великого по расчетным данным на предстоящие два года предполагается относительно стабильное состояние запаса сельди. Полученные результаты позволяют в подзоне Приморье рекомендовать величину ОДУ на 2026 г. в объеме 0,3 тыс. т, что составляет около 30% от уровня нижнего граничного ориентира (табл. 39).

Небольшая величина ОДУ (меньше уровня нижнего граничного ориентира) обусловлена тем, что в данном районе наблюдается преобладание поколений сельди с укороченным жизненным циклом и с довольно высокой естественной годовой убылью (низкая устойчивость поколений), что не предполагает долговременного увеличения запаса даже при наличии урожайных поколений. Кроме того, за 2023-2024 гг. нет учетных количественных данных, а съемка 2022 г. в южной части региона оказалась неполноценной, поэтому считаем целесообразным сохранить прежнюю величину ОДУ на 2026 г. ввиду отсутствия новых сведений о текущем состоянии запаса сельди в данном биостатистическом районе.

Рекомендованная величина ОДУ предполагает предосторожный подход к эксплуатации запаса и сохранение благоприятного воспроизводства сельди в подзоне Приморье.

Рекомендуемый объем вылова сельди в подзоне Приморье в 2026 г.

Допустимая доля изъятия, тыс. т		ОДУ, тыс. т
u_{F1}	u_{F2}	
4,3	1,05	0,3

Анализ и диагностика полученных результатов

В подзоне Приморье в 2000–2010 гг. запасы тихоокеанской сельди находились на низком уровне, в 2011–2016 гг. данные учетных съемок показали тенденцию роста ее численности и биомассы, в связи с чем, на 2017 г. был установлен ОДУ не только для научно-исследовательских целей, но и промышленного освоения. В 2021–2024 гг. сельдь в небольших объемах добывалась в промысловом режиме.

Если в Татарском проливе результаты съемок показывают рост запаса сельди в последние годы, то в водах южной части подзоны Приморья, по данным прямого учета, наблюдается сильная изменчивость параметров запаса. Рекомендованная величина ОДУ на 2026 г. меньше уровня нижнего граничного ориентира, что позволяет сохранять запас в пределах биологически безопасных границ.

Таким образом, **ОДУ сельди тихоокеанской в подзоне Приморье в 2026 г. составит 0,300 тыс. т.**

61.06.2 - Западно-Сахалинская подзона

Исполнитель: Э.Р. Ившина («СахНИРО»)

Куратор: А.А. Смирнов (ФГБНУ «ВНИРО»)

Сахалино-хоккайдская популяция сельди (юго-западный Сахалин)***Анализ доступного информационного обеспечения***

Информационной основой для формирования прогноза ОДУ сахалино-хоккайдской сельди послужили материалы, полученные в ходе учетных съемок (икорная водолазная, траловые) и из промысловых уловов. Поскольку специализированный промысел сельди с начала 2010-х гг. не организуется, рыбы для биоанализов в последние годы отбираются из прилова при снюрреводном промысле камбал, минтая и трески или уловов рыбаков-любителей. В апреле–мае 2018–2022, 2024 гг. данные получены из уловов рыбаков-любителей на нерестовых скоплениях.

Расчет запасов сельди выполнен по результатам данных траловых съемок НИС «Дмитрий Песков» и «Профессор Пробатов» в апреле–мае 2001–2005, 2007–2008 гг., августе–сентябре 2017 г., НИС «Бухоро» в июне–июле 2015 и 2018 гг. и НИС «Владимир Сафонов» в апреле–июне 2020 г., в апреле–мае 2022 г. и сентябре–октябре 2024 г.

В апреле 2020 г. выполнена икорная водолазная съемка от м. Лопатина до м. Старицкого у юго-западного побережья о-ва Сахалин в Татарском проливе (Японское море). Всего выполнено порядка 200 водолажных станций, обработано 57 проб макрофитов с икрой сельди.

Данные по информационной обеспеченности прогноза в последнее десятилетие представлены в таблице 40.

Таблица 40

Данные по информационной обеспеченности прогноза сельди сахалино-хоккайдской популяции

Год	Икорная водолазная съемка	Траловая съемка		Нагульная сельдь, экз.*	Преднерестовая/нерестовая сельдь, экз.
		Число станций*	Промеры, биоанализ, экз.		
2015		95	9		
2017		42	36	469 (из прилова, снюрревод)	
2018		60	1192	118 (из прилова, снюрревод)	290 (сачок)
2019					100 (сачок)
2020	+	54	174		324 (закидной невод, сачок)
2021					644 (сачок, сеть)
2022		54	53	325 (из прилова, снюрревод)	50 (закидной невод)
2024					591 (закидной невод)

** Южнее 49° с. ш., * сбор биостатистических данных на промысле*

Правило регулирования промысла сельди построено на основе данных учетных съемок (донные траловые, икорные водолазные) за 1985–2024 гг.

Вылов сельди показан по данным отраслевой системы мониторинга Росрыболовства (ОСМ Росрыболовства) и Сахалино-Курильского территориального управления Росрыболовства.

Информационную обеспеченность прогноза в настоящее время следует отнести к III уровню (приказ Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104).

Обоснование выбора методов оценки запаса

С 2000-х гг. ввиду отсутствия промысла сельди оценка ее запасов осуществляется на основании результатов донных траловых съемок. Традиционно считается, что использование результатов комплексных донных траловых съемок не должно быть использовано в качестве основы для расчета запаса сельди. Сельдь является подвижной неритической рыбой, образующей скопления в светлое время суток в придонном слое воды, поэтому траловые оценки в некоторой степени все же могут отражать обилие вида на исследуемой акватории. Оценку биомассы по данным съемок выполняли площадным методом с использованием ГИС «КартМастер»

[Бизиков и др., 2007]. Использовали метод трехмерного сплайна, для приведения к единообразию различных схем станций съемок выбран полигон, на площадь которого производился расчет. Коэффициент уловистости сельди для всех съемок принят 0,4 [Нектон северо-западной части Японского моря..., 2004; Макрофауна бентали северо-западной части Японского моря..., 2014].

Оценка численности нерестового запаса сельди выполнена по формуле $N = (n \times S / P) \times r$, где N – нерестовый запас, n – среднее количество икры на 1 кв. м, S – общая площадь нерестилищ, P – средневзвешенная плодовитость, r – соотношение полов [Качина, 1967].

При определении ОДУ и коэффициента убыли применили подход, применяемый для оценки общего допустимого улова аналогично методу FRATIO [Методические рекомендации..., 2018; Walters, Martell, 2002], где величина ОДУ определяется как $TAC = F_{opt} \times B_{cur}$, где B_{cur} – текущее значение биомассы запаса (рассчитываемое, например, по данным учетных съемок), F_{opt} – оптимальное значение промысловой смертности, устанавливаемое исходя из предполагаемого соотношения между F_{MSY} и коэффициентом естественной смертности M [Бабаян, 1998; 2000; Методические рекомендации..., 2018].

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Состояние запаса. Численность сельди у юго-западного Сахалина в 2000-х – первой половине 2010-х гг. была на минимальном уровне. Данные траловых съемок, проводимых «СахНИРО» в период с 2001 по 2008 г. в весенний период (апрель–май) показали величину запаса сельди в среднем 0,6 тыс. т. Съемки, выполненные в осенний период в 2009, 2011 и 2013 гг., также показали весьма низкий уровень запаса – 0,05–0,083 тыс. т.

В июне–июле 2015 г. запас вида был оценен в объеме 8,555 тыс. т. Наблюдения 2018–2019 гг. подтвердили информацию об увеличении численности данной популяции, несмотря на крайне низкий запас, учтенный в 2017 г. (0,295 тыс. т) и в 2022 г. (0,20 тыс. т) (табл. 41).

В июне-июле 2018 г. сельдь была встречена по всей восточной части Татарского пролива. Ее встречаемость южнее 49° с.ш. в пределах распространения сахалино-хоккайдской популяции сельди достигала 37,5%. С учетом распределения сахалино-хоккайдской сельди общий запас оценен в объеме 12,564 тыс. т. В апреле-июне 2020 г. сельдь также была встречена по всей восточной части Татарского пролива. Частота встречаемости сахалино-хоккайдской сельди у юго-западного Сахалина в мае-июне составляла 17,0%. С учетом распределения сахалино-хоккайдской сельди южнее 49° с. ш. общий запас оценен в объеме 1,03 тыс. т. В мае-июне 2022 г. сельдь встречалась в 16,6% случаев, учтенный запас оценен 0,20 тыс. т. В сентябре-октябре 2024 г. сельдь встречалась в пределах обследованных глубин до 270 м в 43,9% тралений, биомасса учтенной сельди составила 1,80 тыс. т (рис. 66, табл. 41).

Таблица 41

**Информация по учетным работам, по итогам которых оценивается запас сахалино-хоккайдской сельди у юго-западного побережья
о-ва Сахалин (Татарский пролив, Японское море)**

Год	Донная траловая съемка*							Икорная водолазная съемка (апрель-май)
	Месяц	Судно	Тип донного трала*	Число станций**	Учетный запас, тыс. т (КУ=0,4)	Доля неполовозрелых особей, % (длина по Смитту 19 см и менее)		Нерестовый запас, тыс. т.
						по численности	по биомассе	
2009	Сентябрь	НИС «Дм. Песков»	27,1/24,4 м	70	0,05	н. д.	н. д.	–
2011	Сентябрь	НИС «Дм. Песков»	30/25 м	31	0	–	–	–
2013	Сентябрь– октябрь	НИС «Профессор Пробатов»	30/25 м	65	0,08	н. д.	н. д.	–
2015	Июнь–июль	НИС «Бухоро»	27,1/24,4 м	95	8,56	2,1	0,3	–
2017	Август– сентябрь	НИС «Дм. Песков»	30/25 м	42	0,295	2,8	0,9	–
2018	Июнь–июль	НИС «Бухоро»	27,1/24,4 м	60	12,56	1,9	0,6	+ (р. Правда – р. Сова)***
2019	–	–	–	–	–	–	–	+ (р. Чусовка – р. Садовый)***
2020	Май-июнь	НИС «Владимир Сафонов»	27,1/24,4 м	54	1,03	0,6	0,2	35,488*** (р. Ловецкая – м. Старомаячный)
2022	Май	НИС «Владимир Сафонов»	27,1/24,4	54	0,20	–	–	+
2024	Сентябрь– октябрь*	тоже	тоже	41	1,80	–	–	

*материалы «ТИНРО» **южнее 49° с. ш. ** вставка в кутце 10*10 мм, *** нерест наблюдался в указанном районе

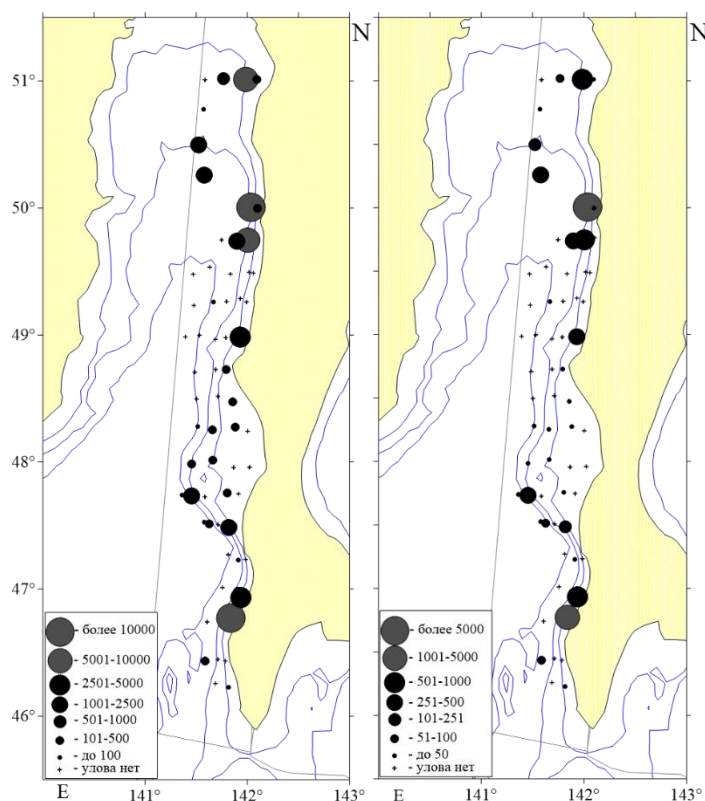


Рис. 66. Пространственное распределение сельди (слева – численность, справа – биомасса) у западного побережья Сахалина по результатам донной траловой съемки на НИС «Владимир Сафонов» в сентябре-октябре 2024 г. (материалы «ТИНРО»)

Низкая величина учтенной биомассы сельди у юго-западного Сахалина, обусловлена, как минимум двумя причинами: частичным нахождением рыб на глубинах, недоступных для донного трала и трудно облавливаемыми посленерестовыми и нагульными разреженными скоплениями, сконцентрированными на небольших глубинах.

Тенденция увеличения численности сельди у юго-западного Сахалина подтверждается и наблюдениями в период нереста рыб в апреле-мае. Так, в апреле 2018 г. впервые с 1957 г. отмечен нерест сельди у юго-западного побережья острова южнее м. Слепиковского от устья р. Правда (с. Правда) до устья р. Сова (с. Зырянское). Протяженность участка видимого нереста сельди оценивалась около 2 км. В апреле 2019 г. протяженность участка нереста сельди составляла не менее 3–4 км, размножение сельди зафиксировано ориентировочно от р. Чусовка (с. Серные источники) до р. Садовый (с. Садовники). В 2020 г. нерест наблюдался в начале апреля-начале мая от р. Сова (с. Зырянское) до с. Неводское, протяженность участка нереста сельди составляла порядка 45 км. По результатам икорной водолазной съемки площадь нерестилищ оценена в 1091,7 тыс. м², средняя плотность кладок икры – 10,991 тыс. икр/м², численность нерестового запаса – 177,438 млн экз. рыб, биомасса – 35,488 тыс. т (табл. 42).

**Результаты расчета нерестового запаса сельди у юго-западного побережья
о-ва Сахалин по результатам икорной водолазной съемки**

Год	Площадь нерестилищ, тыс. м ²	Плотность кладок икры, тыс. икр/м ²	Общ. кол-во икры, млрд. шт.	Средневзвешенная плодовитость, тыс. шт.	Соотношение полов, ♀:♂	Нерестовый запас, млн шт.	Ср. масса рыб, кг	Биомасса нерестового запаса, тыс. т
2020	1091,7	10,991	5766,728	65,0	1:1	177,438*	0,2	35,488*

*—суммарная величина с учетом численности и биомассы рыб на локальных нерестилищах

В 2022–2024 гг. по устным сообщениям местных жителей и сотрудников рыбопромышленных организаций нерест сельди наблюдался на протяженной прибрежной акватории в апреле-мае в Невельском, Холмском, Чеховском и Томаринском районах.

Размерный и возрастной состав скоплений. Нагульная сельдь у юго-западного Сахалина в промысловых уловах в течение 2000–2017 гг. встречалась с длиной тела от 17,5 до 31,5 см в возрасте от 2 до 8 лет. Средние значения длины рыб в период 1995–2022 гг. варьировали от 23,5 (2003 г.) до 27,6 см (1995 г.). В 2014, 2017, 2018 и 2022 гг. биостатистические показатели сельди из промысловых уловов соответствовали среднемноголетним значениям (рис. 67).

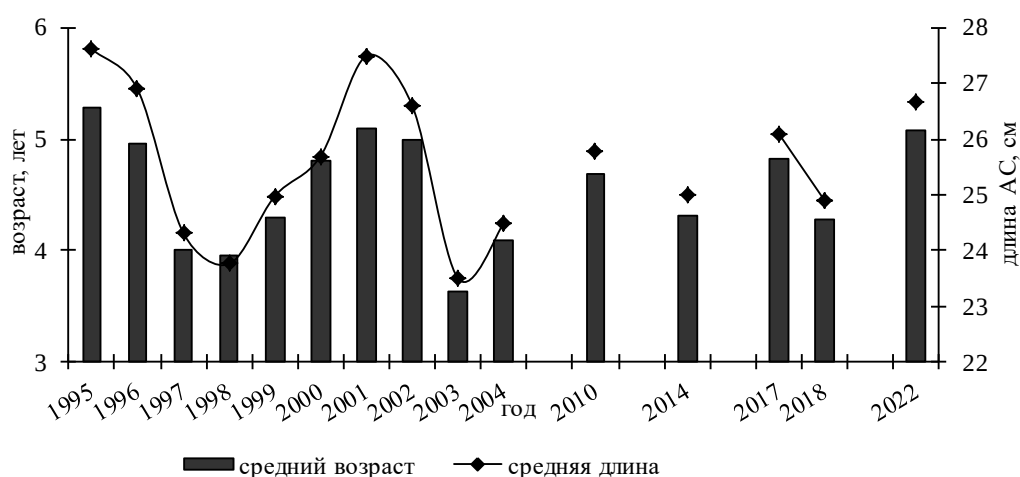


Рис. 67. Средний возраст и средняя длина сельди сахалино-хоккайдской популяции в нагульный период по данным промысловых уловов, 1995–2004, 2010, 2014 гг. (кошельковый невод) и 2017, 2018, 2022 гг. (снюрревод)

При осуществлении промышленного рыболовства в конце июня 2022 г. в уловах снюрревода при промысле камбал и минтая нагульная сельдь была отмечена в прилове. Длина рыб варьировалась от 15,5 до 32 см (среднее

26,7 см) в возрасте от 2+ до 7+ лет. Доминировали рыбы длиной 26–28 см в возрасте шести лет (44,3%) (рис. 68).

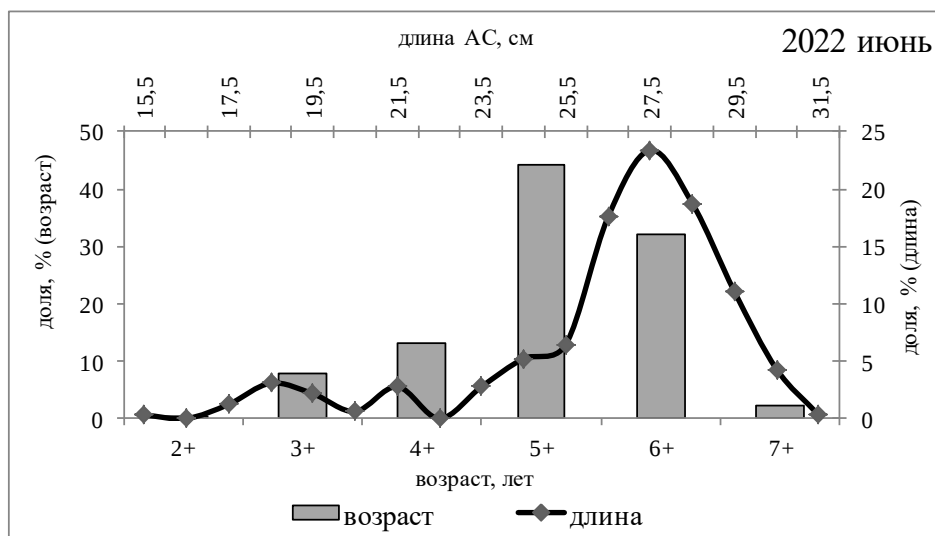


Рис. 68. Размерный и возрастной состав сельди сахалино-хоккайдской популяции в июне 2022 г., снюрревод, МКРТМ, РС

В июне–июле 2018 г. рыбы из уловов донного трала НИС «Бухоро» имели длину 13–33 см, возраст 1+—11+ лет. Доля неполовозрелых рыб длиной 19 см и менее по численности не превысила 1,9%. В мае–июне 2020 г. в уловах (донная траловая съемка, НИС «Владимир Сафонов») отмечена рыба длиной от 18 до 31 (среднее 26,1 см), доля неполовозрелых рыб была минимальной – 0,6% (рис. 69). В 2018 и 2020 гг. в уловах преобладали рыбы 2014 и 2015 годов рождения, 39,3 и 46,6% соответственно. В 2022 г. длина рыб из уловов донного трала изменялась от 20 до 32 см (среднее 25,9 см, доминирующая группа 26-28 см - (71,7 %, N-53 экз.) в возрасте от 2 до 9 лет. Основу уловов составляли пятигодовики поколения 2017 г. рождения (52,8%) (рис. 70).

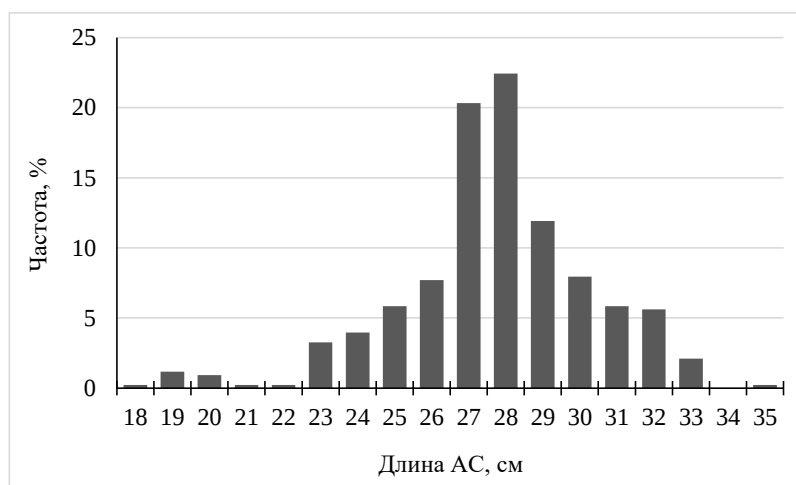


Рис. 69. Размерный и возрастной состав сельди сахалино-хоккайдской популяции в сентябре–октябре 2024 г. (донный трал, НИС «Владимир Сафонов»)

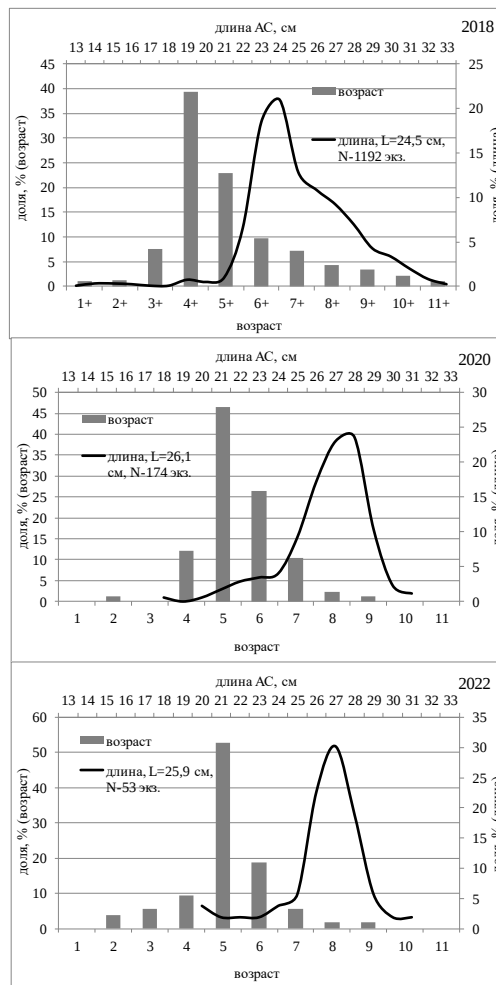


Рис. 70. Размерный и возрастной состав сельди сахалино-хоккайдской популяции в июне–июле 2018 г. (донный трал, НИС «Бухоро») и в мае–июне 2020 г. и мае 2022 г. (донный трал, НИС «Владимир Сафонов»)

В 2024 г. в сентябре-октябре скопления сельди формировали рыбы длиной 18–35 см, преобладали особи 27–29 см (54,7%) (рис. 69).

В апреле 2019 г. скопления нерестовой сельди состояли из рыб длиной 25,8–32,5 см (среднее 29,6 см), массой 160–370 г (среднее 235,8 г) в возрасте 4–8 лет. Основу улова составили особи длиной 28,0–30,0 см (70,0%) и массой тела 175–300 г (79,0%) в возрасте 5 и 6 лет (70,8%). В апреле 2020 г. в уловах сачка отмечена сельдь длиной 25,0–30,4 см (среднее 27,4 см), массой 170–340 г (среднее 263,1 г) в возрасте 4–8 лет. В улове преобладали пятигодовики (40,0%). В 2021 г. в начале-середине апреля в уловах сачка и сетей отмечена сельдь длиной 24,0–32,0 см (среднее 27,5 см), массой 150–340 г (среднее 240,0 г) в возрасте 5–8 лет. В улове преобладали рыбы длиной 27–29 см (85,4%), массой 200–275 г (82,8%) в возрасте шестигодовиков (78,0%). В апреле 2022 г. в уловах сельдь имела длину от 26,0 до 32,0 см (среднее 27,5 см), массой 156–345 г (среднее 240,8 г) в возрасте 5–8 лет. В улове преобладали рыбы длиной 28–30 см (80,0%), массой 250–325 г (80,0%) в возрасте шестигодовиков (60,0%). В апреле 2024 г. среди отловленных рыб

длиной 23–35 см в возрасте 3–12 лет основу уловов составляли особи 28–32 см (90,2%) в возрасте шести- – восьмигодовиков (22,1%) (рис. 71).

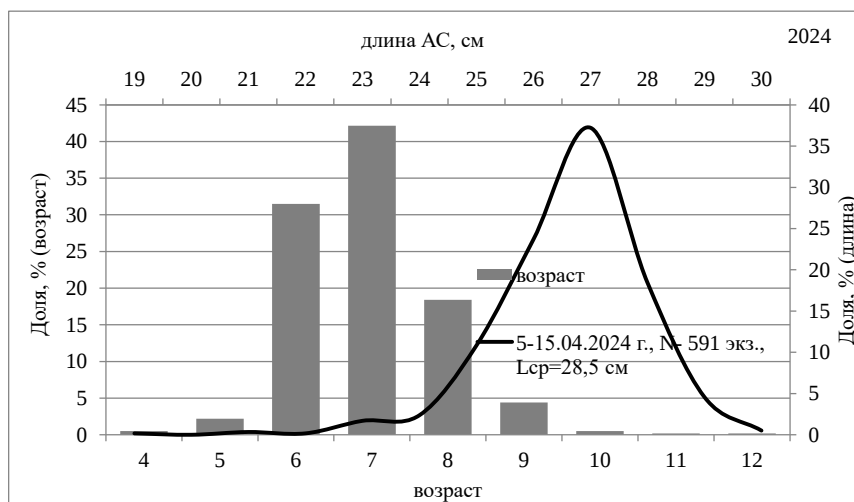


Рис. 71. Размерный и возрастной состав сельди сахалино-хоккайдской популяции в нерестовый период в апреле 2024 г. у юго-западного побережья о-ва Сахалин

Основу нерестовых скоплений в 2018–2019 гг. и основу нагульных скоплений у юго-западного побережья Сахалина составляли особи 2013–2015 гг. рождения. В нерестовых и нагульных скоплениях в 2020 г. выделялись рыбы 2015 и 2016 гг. рождения. В 2021 г., как и в предыдущем году, основу уловов в нерестовый период составляли рыбы генерации 2015 г. В 2022 г. доминировали рыбы 2016 и 2017 гг. рождения. В 2024 г. значение рыб поколений 2016 г. и 2017 гг. рождения сохранялось.

Промысел. Сахалино-хоккайская сельдь имеет длительный период промысловой эксплуатации, который насчитывает несколько веков. Максимальные уловы наблюдались в конце 19 века – начале 20 века, когда сахалино-хоккайдская сельдь добывалась в объеме до 500 тыс. т в год. В 1897 г. был отмечен максимальный улов, достигший 970 тыс. т. У юго-западного побережья о-ва Сахалин вылов сельди достигал в 1906–1940 гг. в среднем 101,7 тыс. т, с максимальными уловами 219,8–224,7 тыс. т в середине 1930-х гг. Период с конца 19 века до 1950-х гг. характеризуется высокой численностью популяции, с 1960-х гг. – как период низкой численности, или депрессии [Пробатов, 1954; Пушникова, 1994; Kobayashi, 2002].

Промысел сельди у юго-западного побережья о-ва Сахалин с 1960-х гг. и до начала 2000-х гг. осуществлялся кошельковыми неводами в Татарском проливе на Чехов-Ильинском мелководье и прилегающей акватории в июле–ноябре в период образования нагульных скоплений. Скопления сельди максимальной плотности формируются, обычно, в августе–сентябре. В 2000-е гг. максимальные уловы наблюдались в 2000–2002 гг. при благоприятной промысловой обстановке за счет вступления в промысел поколений 1995 и 1996 гг. рождения. В последующие годы уловы уменьшились, как в связи с

низкой величиной запаса, так и с экономическими и организационными причинами.

В 2010–2018 гг. вылов сельди оставался на низком уровне, среднемноголетний показатель – 0,033 тыс. т. Доля изъятия в среднем составляет 13,8%, при максимальном значении 31,1% (2014 г.). В 2019 г. вылов был на минимальном уровне (0,043 тыс. т), соответствующем предыдущим годам. В 2020 г. вылов увеличился до 0,203 тыс. т, в 2021 г. составил 1,227 тыс. т, в 2022 г. – 0,794 тыс. т. В 2023 г. вылов сельди по сравнению с 2022 г. уменьшился на 22,2%, и составил 0,617 тыс. т. Вылов сельди осуществлялся почти исключительно в летне-осенние месяцы с наибольшими уловами в июле и октябре-ноябре, и фиксировался как прилов при промысле снюрреводами и разноглубинными тралами минтая и камбал. В 2024 г. вылов остался на низком уровне: 0,879 тыс. т и 14,6% освоение квоты для рассматриваемой популяции. Осуществлялся лов сельди в мае с использованием ставных неводов и снюрреводов и разноглубинных тралов в другие месяцы (табл. 43).

Освоено предлагаемых ОДУ для этой популяции сельди (табл. 43) находится на низком уровне. Низкая величина освоения обусловлена отсутствием специализированного промысла этого вида рыб у западного Сахалина, и слабой заинтересованностью рыбопромышленных организаций в освоении этого ресурса.

Определение биологических ориентиров

Согласно принципу управления запасами в рамках концепции предосторожного подхода, для сельди юго-западного Сахалина применена схема регулирования промысла сильно флюктуирующих видов рыб с коротким или средним жизненным циклом [Бабаян, 1998; 2000]. Для оценки ПРП, при отсутствии других материалов, использованы данные донных траловых и икорных водолазных съемок за 1985–2022 гг.

Максимальную величину промыслового запаса сельди за рассматриваемый период наблюдений приняли оцененную в 2020 г., т.е. $B_{\max}=35,488$ тыс. т (табл. 41, рис. 72). Исходя из этого:

$B_{\lim} = 0,2 \cdot B_{\max} = 0,2 \cdot 35,488$ тыс. т = 7,1 тыс. т (20% от максимальной учтенной биомассы), $B_{\text{tr}} = 0,5 \cdot B_{\max} = 0,5 \cdot 35,488$ тыс. т = 17,7 тыс. т. (50% от максимальной учтенной биомассы).

Таблица 43

ОДУ, вылов и освоение ОДУ сельди в Западно-Сахалинской подзоне

Год	ОДУ в целом по подзоне, тыс. т	Сахалино-хоккайдская сельдь					Декастринская сельдь			В целом по подзоне	
		ОДУ, тыс. т	вылов, тыс. т			освоение, %	ОДУ, тыс. т	вылов, тыс. т	освоение, %		
			нагульная (июнь- ноябрь)	преднерестовая/н ерестовая (март- май)	Всего						
2010	1,005	1,000	0,129	—	0,129	12,9	0,005	0	0	0,129	12,8
2011	0,148	0,143	0,014	—	0,014	9,8	0,005	0	0	0,014	9,5
2012	0,148	0,143	0,021	—	0,021	14,7	0,005	0	0	0,021	14,2
2013	0,148	0,143	0	—	0	0,0	0,005	0	0	0	0
2014	0,148	0,143	0,046	—	0,046	32,2	0,005	0	0	0,046	31,1
2015	0,148	0,143	0,01	—	0,01	7,0	0,005	0,0054	108,0	0,015	10,4
2016	0,148	0,143	0,021	—	0,021	14,7	0,005	0,0054	108,0	0,026	17,8
2017	0,250	0,200	0,053	—	0,053	26,5	0,05	0,0067	13,4	0,060	23,9
2018	0,250	0,200	0,013	—	0,013	6,5	0,05	0	0	0,013	5,2
2019	0,250	0,200	0,0251	0,01745	0,043	21,3	0,05	0	0	0,043	17,2
2020	0,550	0,500	0,19317	0,009483	0,203	40,5	0,05	0,0007	1,4	0,204	37,0
2021	2,86	1,500	0,766	0,4613	1,227	81,8	1,36	0	0	1,227	42,9
2022	9,4	6,04	0,176	0,618	0,794	13,1	3,36	0	0	0,794	8,4
2023	9,4	6,04	0,003	0,614	0,617	10,2	3,36	0	0	0,617	6,6
2024	6,14	6,04	0,259	0,620	0,879	14,6	0,10	0	0	0,879	14,3

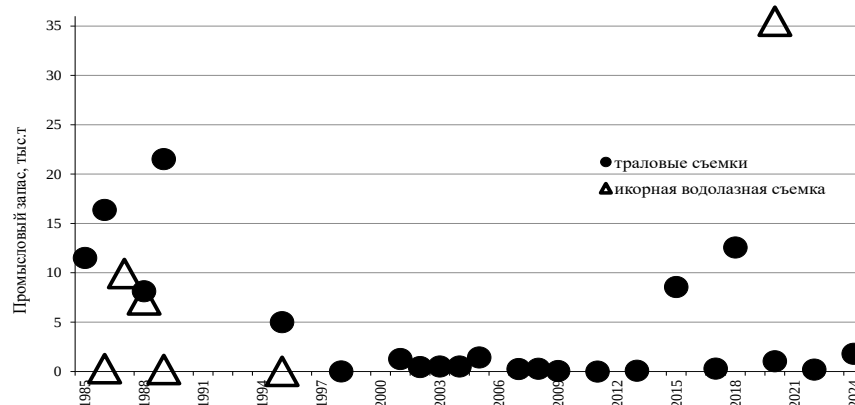


Рис. 72. Промысловый запас сельди юго-западного Сахалина по данным учетных съемок

Ориентир по промысловой смертности F_0 определялся исходя из объемов изъятия, необходимых для проведения НИР: $F_0=0,0002$ рассчитан как величина ресурсного обеспечения НИР (0,001 тыс. т) деленного на B_{lim} (7,1 тыс. т).

Значение граничного ориентира F_{lim} и целевого F_{tr} были найдены как функция M :

— F_{lim} – граничный ориентир управления по промысловой смертности, минимальный уровень приняли как $F_{lim}=0,981M-0,194M^2$. Исходя из этой формулы, при $M=0,27$ $F_{lim}=0,25$ или $U=0,22$ ($U = 1 - e^{-F}$);

— F_{tr} – целевой ориентир равен 50–75% от F_{lim} , т.е. F_{tr} может колебаться в пределах 0,13–0,19. В условиях возрастающей численности сельди выбрано максимальное значение $F_{tr}=0,19$, или коэффициент промысловой убыли $U=0,17$ [Бабаян, 2000].

Обоснование правила регулирования промысла

Режимы регулирования промысла сельди юго-западного Сахалина для осуществления оптимальной эксплуатации запаса применяем следующие:

I – режим научного лова $0 < B_i \leq B_{lim}$ (в нашем случае $B_{lim}=7,1$ тыс. т). Если прогнозируемая величина запаса меньше или равна B_{lim} , то изъятие возможно только с целью проведения НИР. Величина рекомендуемого изъятия F_i постоянна и соответствует величине изъятия, необходимого для НИР $F_i = \text{const} = F_0$ (0,0002).

II – режим восстановления запаса $B_{lim} < B_i < B_{tr}$ (7,1 тыс. т $< B_i < 17,7$ тыс. т). Если прогнозируемая величина запаса больше B_{lim} , но меньше B_{tr} , то величина изъятия устанавливается в соответствии с величиной запаса

$$F_i = \frac{(F_{tr}-F_0)(B_i-B_{lim})}{B_{tr}-B_{lim}} + F_0 \text{ [Бабаян, 2000].}$$

III – постоянной интенсивности промысла $B_i > B_{tr}$ ($B_i > 17,7$ тыс. т). Если прогнозируемая величина запаса больше B_{tr} , то величина изъятия постоянна $F_i = \text{const} = F_{tr}$, или в нашем случае при мгновенном коэффициенте промысловой смертности $F = 0,19$ ($U=0,17$).

В графическом виде правило регулирования промысла для сахалино-хоккайдской сельди представлено на рисунке 73.

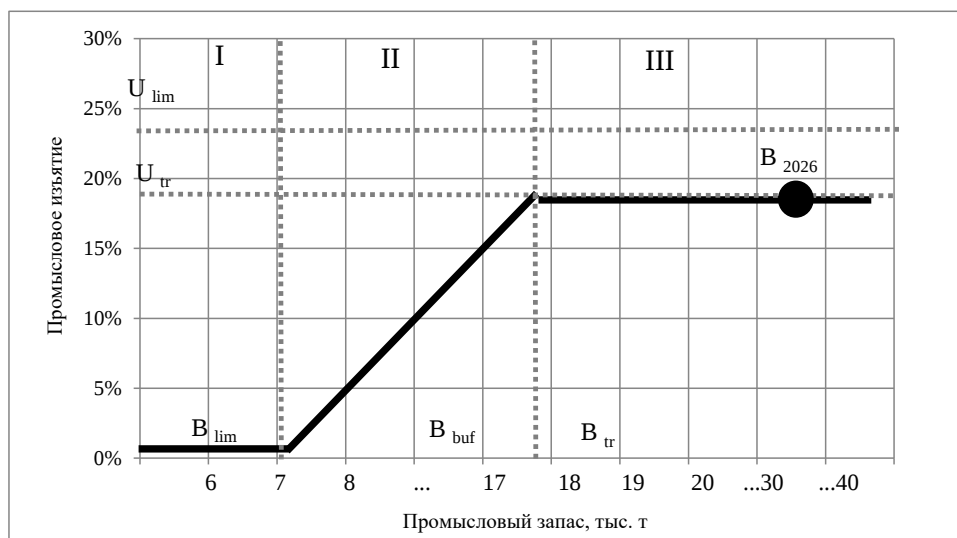


Рис. 73. Правило регулирования промысла сахалино-хоккайдской сельди I – зона «подорванного» запаса, максимальное ограничение промысла, II – зона восстановления запаса, III – зона максимальной интенсивности промысла

Прогнозирование состояния запаса

Ожидаемая величина промысловой биомассы рассчитывается как $B_{T+1} = B_T$, где T – год предшествующий промыслу [Бабаян, 2000].

По результатам последнего года наблюдений (икорная водолазная съемка, апрель 2020 г.) нерестовая (промысловая) биомасса сельди у юго-западного побережья о-ва Сахалин оценивается в 35,5 тыс. т.

Исходя из этого, с учетом шага прогнозирования, величина промысловой биомассы сельди у юго-западного Сахалина в 2026 г., ожидаемая на уровне не менее таковой в предыдущие годы, т.е. $B_{тек} = 35,5$ тыс. т.

Обоснование рекомендованного объема ОДУ

Общий допустимый улов принимается по следующей формуле:

$ОДУ_{T+1} = F_{tr} * B_{T+1}$ [Бабаян, 2000; Методические рекомендации..., 2018].

Отсюда для сельди юго-западного Сахалина $ОДУ_{T+1} = 0,17 * 35,5$ тыс. т = 6,04 тыс. т.

ОДУ сельди тихоокеанской сахалино-хоккайдской популяции в Западно-Сахалинской подзоне в 2026 г. составит 6,040 тыс. т.

Анализ и диагностика полученных результатов

Имеющихся материалов недостаточно для выполнения диагностических процедур.

Обоснование ОДУ сахалино-хоккайдской сельди базируется на данных учетных донных траловых и икорных водолазных съемок, в разные периоды жизненного цикла сельди (преднерестовый и нерестовый в 2001–2008,

2020 гг. и нагульный в 2009–2018, 2024 гг.) (табл. 41). Промысловых данных нет, так как специализированный промысел сельди этой популяции не организуется с начала 2000-х гг. Вылов учитывается исключительно в качестве прилова, и в 2010–2020 гг. не превышал 0,21 тыс. т, в 2021–2024 гг. – 1,23 тыс. т. Имеющиеся на текущий момент данные позволяют выполнить лишь оценку текущего количества запаса и оценить общие тенденции в динамике численности популяции, и не позволяют в полной мере использовать эти материалы для продукционных моделей.

Декастринская популяция сельди

Анализ доступного информационного обеспечения

Информационной основой для оценки запаса декастринской сельди послужили биостатистические данные, полученные в ходе выполнения донных траловых и икорных водолазных съемок.

Для оценки численности и биомассы нерестовой части популяции использовали данные учетных икорных водолазных съемок 1982–1997, 2002, 2004, 2011, 2012 и 2019 гг. В 2019 г. (25 мая – 5 июня) с помощью водолазов обследованы потенциальные нерестилища сельди у сахалинского побережья Татарского пролива от м. Белкина до м. Уанди, всего выполнено порядка 200 водолазных станций, обработано 56 проб макрофитов с икрой сельди. В ходе учетных работ также выполнялось обследование побережья на предмет наличия выбросов макрофитов с икрой сельди.

Для оценки численности и биомассы сельди в преднерестовый и нагульный период использовали данные донных траловых съемок, выполненных в северной части Татарского пролива (Японское море): в апреле–июне 2001–2008 гг., сентябре 2009 и 2011 гг., в августе–сентябре 2017 г. на НИС «Дмитрий Песков»; в октябре 2013 г. на НИС «Профессор Пробатов»; в июне–июле 2015 г. и в июне–июле 2018 г. на НИС «Бухоро»; в мае–июне 2020 г. на НИС «Владимир Сафонов» в апреле–мае 2022 г. и сентябре–октябре 2024 г.

Данные по информационной обеспеченности прогноза вылова сельди декастринской популяции в пределах Западно-Сахалинской подзоны в последние годы представлены в таблице 44.

Данные промысловой статистики предоставлены Сахалино-Курильским территориальным управлением Росрыболовства.

В целом информационную обеспеченность прогноза в настоящее время следует признать недостаточной, III уровень (приказ Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104).

Данные по информационной обеспеченности прогноза сельди декастринской популяции (Западно-Сахалинская подзона)

Год	Икорная водолазная съемка*	Траловая съемка**	
		число станций	промеры, биоанализы, экз.
2015		61	640
2017		22	36
2018		35	1293
2019	+		
2020		38	921
2022		28	1124
2024		26	377

*м. Белкина – м. Уанди, сахалинское побережье Татарского пролива, ** севернее 49° с. ш.

Обоснование выбора методов оценки запаса

Прогноз вылова декастринской сельди до 2004 г. строился на основе данных по нерестовому запасу, который, в свою очередь, определялся через площадь нерестилищ, количество икры на субстрате, биологические показатели нерестовой сельди. Промысел сельди декастринской популяции не осуществляется с 1997 г. По этой причине использование математических моделей для расчета запасов на основе данных промысловой статистики невозможно.

Для определения запасов сельди в последние годы использованы данные донных траловых и икорных съемок, выполняемых у сахалинского побережья Татарского пролива. Оценку биомассы по данным съемок (преднерестовый период, нагульный период) выполняли площадным методом с использованием ГИС «КартМастер» [Бизиков и др., 2007]. Коэффициент уловистости сельди для всех съемок принят 0,4 [Нектон северо-западной части Японского моря..., 2004; Макрофауна бентали северо-западной части Японского моря..., 2014].

Расчет нерестового запаса сельди выполняли на основе данных учетных икорных водолазных съемок, выполняемых в пределах части нерестового ареала декастринской сельди у сахалинского побережья Татарского пролива. Определение численности нерестовых рыб производили по формуле: $N = (n \times S / P) \times r$, где N – нерестовый запас, n – среднее количество икры на 1 кв. м, S – общая площадь нерестилищ, P – средневзвешенная плодовитость, r – соотношение полов [Качина, 1967].

При определении ОДУ и коэффициента убыли применили подход, применяемый для оценки общего допустимого улова аналогично методу FRATIO [Методические рекомендации..., 2018; Walters, Martell, 2002], где величина ОДУ определяется как $TAC = F_{opt} \times B_{cur}$, где B_{cur} – текущее значение биомассы запаса (рассчитываемое, например, по данным учетных съемок), F_{opt} – оптимальное значение промысловой смертности, устанавливаемое исходя из предполагаемого соотношения между F_{MSY} и коэффициентом

естественной смертности М [Бабаян, 1998; 2000; Методические рекомендации..., 2018].

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Состояние запаса. Нерестовые скопления декастринской сельди, как правило, формируют рыбы длиной от 13 до 36 см в возрасте 2–15 лет, что отмечалось и в последние годы, когда велись стабильные наблюдения в 2000–2012, 2014 гг. Средний возраст рыб в обловленных скоплениях варьировал от 3,0 до 5,7 лет, средняя длина – от 19,9 до 26,6 см. В последний год наблюдений за нерестовой сельдью (2014 г.) в уловах ставных сетей доминировали двухгодовики (34,5%) и 4–5-годовики (47,6%). Средняя длина рыб в уловах составила 20,4 см. По длине преобладали две группы рыб – 16–17 и 19–21 см, составив 32,1 и 35,7%, соответственно. Межгодовая и сезонная динамика размерных и возрастных характеристик описываемой популяции соответствует таковой для тихоокеанской сельди в целом.

В последние годы наблюдений располагаем информацией по уловам донных тралов. В нагульный период в уловах донного трала в июне–июле 2015 г. отмечены рыбы длиной от 11 до 32 см (среднее 24,5 см), в возрасте от 1+ до 10+ лет (среднее 4,6 лет). Модальная группа (58,0%) была представлена особями длиной 23–25 см.

В июне–июле 2018 г. в уловах донного трала отмечены рыбы от 9 до 33 см (средняя длина тела 22,7 см) в возрасте от 1+ до 11+ (среднее 5,1). Модальная группа (78,3%) была представлена особями длиной 22–27 см. Доминировали пятигодовики 2013 г. рождения (35,2%). В мае 2020 г. в донном трале отмечены рыбы длиной 9–32 см (средняя 22,5 см) в возрасте 1–11 лет (среднее 5,9). Основу уловов составляли рыбы длиной 23–28 см (59,9%). Доминировали шестиггодовики 2014 г. рождения (33,3%), рыбы поколения 2013 г. рождения в уловах составляли 8,6%. В мае 2022 г. отмечался сходный с предыдущими годами наблюдений размерный состав сельди обловленных скоплений. Рыбы встречались длиной 9–31 см (среднее 21,0 см) в возрасте 1–9 лет (среднее 4,2). Основу уловов составляли рыбы длиной 22–27 см (58,7 см). Доминировали пяти– и шестиггодовики (51,7%) 2016 и 2017 гг. рождения (рис. 74). По результатам учетных икорных водозащитных съемок, выполненных у сахалинского и у материкового побережий Татарского пролива в 1982–2012 гг., отмечено значительное сокращение общей площади нерестилищ сельди. В 1982–1990 гг. средняя площадь учтенных нерестилищ составляла 1 095,3 тыс. м² (сахалинское побережье – 289,3 тыс. м²), а в 1996–1997 гг. уже 55 тыс. м² (сахалинское побережье – нерестилища не обнаружены). У берегов о-ва Сахалин в 2004 г. (3,6 тыс. м²), в 2011 г. (116 тыс. м²) и 2012 г. (63,2 тыс. м²) нерестилища сельди были отмечены на весьма ограниченной площади в районе традиционного нереста м. Хой – м. Танги, при минимальной плотности кладок икры (рис. 75).

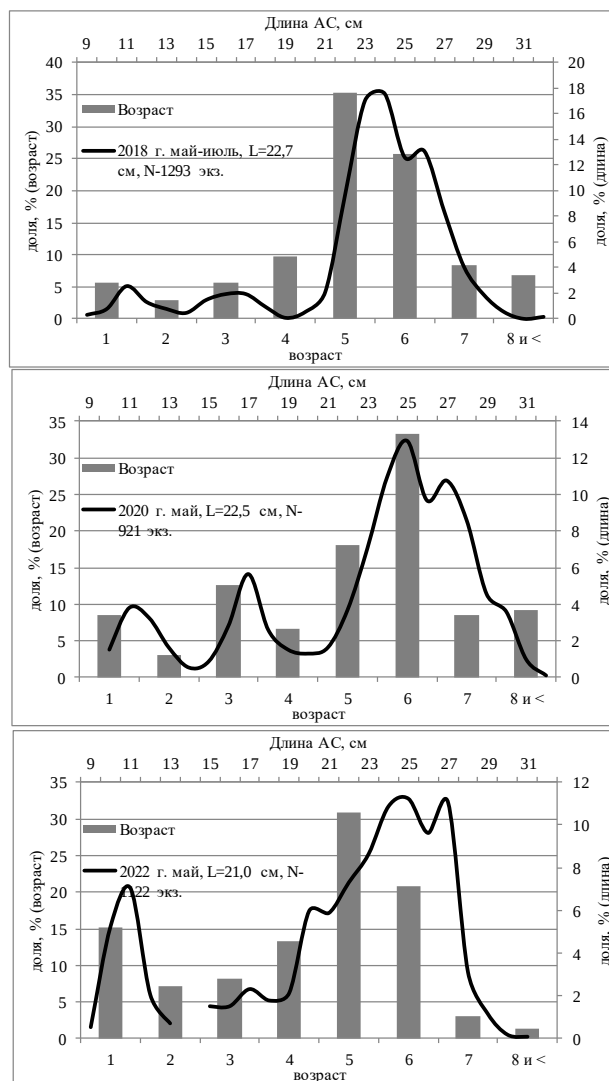


Рис. 74. Размерный и возрастной состав декастринской сельди по данным траловых уловов НИС «Бухоро» в июне-июле 2018 г. и НИС «Владимир Сафонов» в мае 2020-2022 гг.

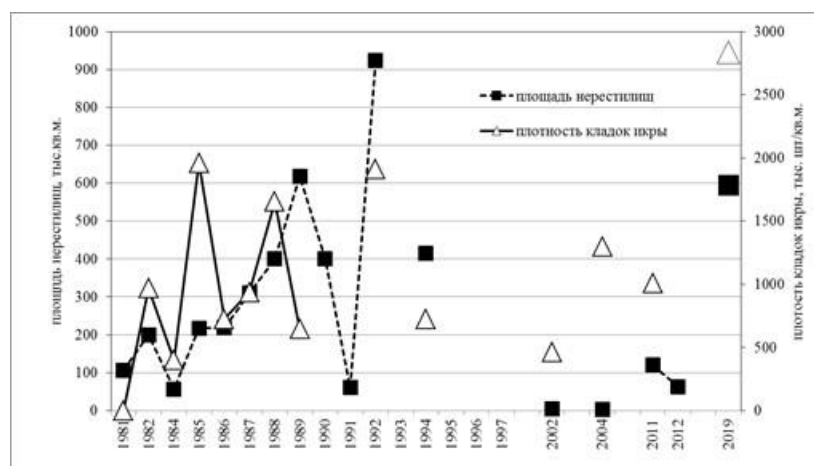


Рис. 75. Площадь нерестилищ и плотность кладок икры декастринской сельди по данным учтенных икорных водолазных съемок, сахалинское побережье Татарского пролива (Японское море)

В мае–июне 2019 г. зафиксирована максимальная средняя плотность кладок икры на нерестилищах (2,837 млн икринок/м²) и значительная площадь нерестилищ (594,95 тыс. м²), сравнимая с показателями 1980-х гг. (рис. 74). В 2019 г. учтены нерестилища или отмечены выбросы макрофитов с икрой на всех основных участках подходов нерестовой сельди у сахалинского побережья Татарского пролива, характерных для периода высокой численности.

За период исследований биомасса нерестового запаса декастринской сельди (сахалинское побережье Татарского пролива) заметно варьировала и достигала 8 тыс. т (1992 г.). В 2000-е – первой половине 2010-х гг. зафиксированы минимальные значения нерестовой биомассы: в 2004 – 0,04 тыс. т, 2011 – 0,98 тыс. т и 2012 – 2,33 тыс. т. В 2019 г., при учтенной площади нерестилищ в 594,95 тыс. м² и средней плотности кладок икры 2,837 млн икринок/м² (колебания 0,010–19,503 млн икринок/м²), расчетная численность нерестовой части популяции оценена в 84518,099 тыс. шт., нерестовая биомасса – 12,678 тыс. т (рис. 76).

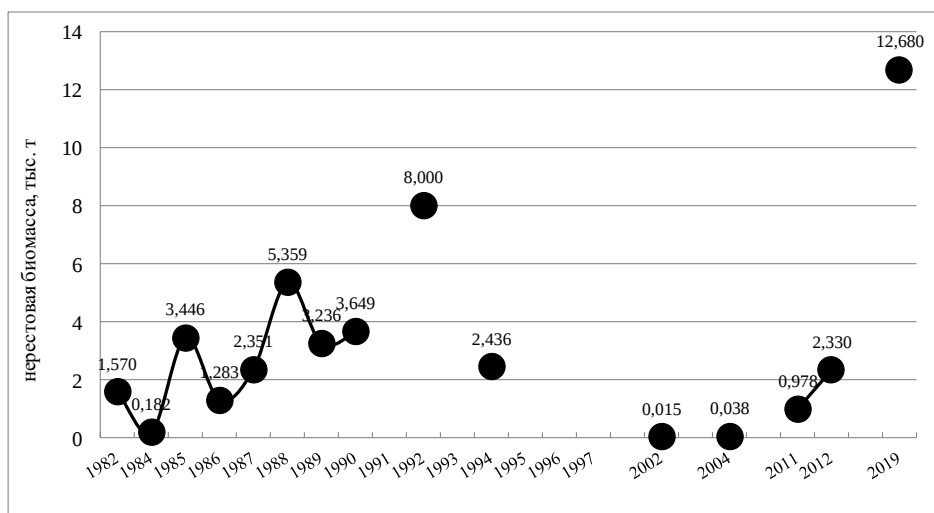


Рис. 76. Нерестовая биомасса декастринской сельди у сахалинского побережья Татарского пролива по данным учетных икорных водолазных съемок

В 2000-е гг. (2002–2008 гг.) данные о низкой численности нерестовой сельди подтверждались результатами учета в преднерестовый период в апреле–июне. Биомасса преднерестовой сельди в эти годы по данным траловых съемок в Татарском проливе (Японское море) к северу от 49° с.ш. не превышала 4,18 тыс. т при среднем значении порядка 1,5 тыс. т. Близкие показатели были получены в 2009, 2011 и 2013 гг. (КУ=0,4) (табл. 45).

Результаты донной траловой съемки, проведенной в июне–июле 2018 г. НИС «Бухоро», позволили оценить величину общего запаса декастринской сельди в границах Западно-Сахалинской подзоны в объеме 10,649 тыс. т, что сравнимо с запасом, оцененным по данным съемки 2015 г. (14,20 тыс. т). В июне–июле 2018 г. отмечалось типичное распределение декастринской сельди с максимальными уловами в районе с координатами между 49–

50°с.ш. (рис. 66). Средняя плотность скоплений рыб составляла порядка 1,45 т/км², при максимальной величине 24,107 т/км².

В мае 2020 г., в связи с периодом нереста, уловы сельди были приурочены преимущественно к небольшим глубинам менее 80 м (средняя 44,7 м). Средняя плотность скоплений рыб у восточного побережья пролива составляла 5,01 т/км², максимальная (вариации 0– 60,74 т/км²), только на положительных станциях – 12,70 т/км². Учетная биомасса оценена в 21,296 тыс. т. Скопления декастринской сельди максимальной плотности у сахалинского побережья Татарского пролива были зафиксированы в районах, близких к участкам нереста сельди м. Жонкиер – м. Китоуси.

В мае 2022 г. плотность скоплений сельди (без учета молоди) на положительных станциях варьировала 0,014 до 106,376 т/км², среднее значение 29,709 т/км² (средняя с 0-станциями – 14,855 т/км²). Рыбы отмечались на глубинах от 32 до 269 м с частотой встречаемости 50%. Учетная биомасса сельди оценивается 21,35 тыс. т, из которых 3,8 тыс. т приходится на неполовозрелую и 17,55 тыс. т на половозрелую. В октябре 2024 г., по причине особенностей формирования скоплений сельди в осенний период, учтено 2,5 тыс. т, с минимальной долей (0,9% биомассы) молоди в уловах (рис. 66, табл. 45).

Таким образом, в 2000-х и 2010-х гг. низкая численность сельди подтверждалась данными как донных траловых съемок (преднерестовый, нагульный период), так и икорных водолазных съемок (нерестовый период). В 2015–2020 гг. увеличение запасов сельди выявлено в нагульный период (донная траловая съемка, НИС «Бухоро», июнь–июль 2015 г., 2018 г.) и в нерестовый (икорная водолазная съемка, май–июнь 2019 г., донная траловая съемка, НИС «Бухоро», май 2020 г., НИС «Владимир Сафонов» май 2022 г.) (табл. 44).

Промысел. Декастринская сельдь – локальная популяция с относительно небольшим запасом. Ее промысел осуществлялся у западного побережья о-ва Сахалин (к северу от 50-й параллели) в нагульный период с августа по октябрь кошельковыми неводами. Среднегодовой вылов в 1990–1996 гг. составлял 1,23 тыс. т (колебания от 0,1 до 3,75 тыс. т). В 1997–2003 гг. промышленный лов рассматриваемой популяции сельди не проводился в связи с отсутствием значимых промысловых скоплений и, как следствие, нерентабельностью промысла. С 2004 г. вылов декастринской сельди в связи с ее низкой численностью рекомендуется только в научно-исследовательских целях в объеме 0,005 тыс. т. По результатам исследований в июне–июле 2015 г. вылов для декастринской сельди рекомендовался 0,05 тыс. т.

Таблица 45

**Информация по учетным работам, по итогам которых оценивается запас декастринской сельди у сахалинского побережья
Татарского пролива (Японское море)**

Год	Донная траловая съемка*						Икорная водолазная съемка (май-июнь)
	Месяц	Судно	Число станций	Учетный запас, тыс. т (КУ=0,4)	Доля не половозрелых особей, % (длина по Смитту 17 см и менее)		Нерестовый запас, тыс. т.
					по численности, %	по биомассе, %	
2011	Сентябрь	НИС «Дм. Песков»	19	3,60	0	0	0,978
2012							2,330
2013	Октябрь	НИС «Профессор Пробатов»	34	0,32	н. д.	н. д.	
2015	Июнь–июль	НИС «Бухоро»	61	14,20	5,8	1,3	
2017	Август– сентябрь	НИС «Дм. Песков»	22	0,13	0,0	0,0	
2018	Июнь–июль	НИС «Бухоро»	35	10,65	14,2	3,0	
2019							12,678
2020	Май	НИС «Вл. Сафонов»	38	21,30	14,4	1,9	
2022	Май	НИС «Вл. Сафонов»	28	21,35 (включая 3,8 тыс. т неполовозрелой)	18,6	2,5	
2024	Сентябрь– октябрь**	тоже	26	2,5	5,6	0,9	

* севернее 49° с. ш., материалы Тихоокеанского филиала «ВНИРО»

По неофициальным данным, прилов нерестовой сельди при промысле разнорыбницы с использованием закидных и малых ставных неводов в 1999–2001, 2003 гг. достигал 50–100 т. В 2002, 2004 гг., в связи с низкой численностью нерестовой сельди и запретом лова сельди с использованием ставных и закидных орудий лова в весенний период, нелегальный вылов сельди был незначительный. В 2005–2013 гг. вылов сельди, по неофициальным данным, рыбаками-любителями и при промысле разнорыбницы предприятиями различной формы собственности в Александровском заливе и прилегающей акватории не превышал 3–10 т. В 2015 г. по данным официальной статистики вылов составил 5,404 т, в 2016 г. – 5,355 т, в 2017 г. – 6,730 т. В 2018–2019 гг., согласно данным официальной статистики, лов сельди не был организован, прилова не было. В 2020 г. качестве прилова малыми ставными и закидными неводами выловлено 0,7 т сельди, в 2021–2024 гг. вылова не было (табл. 43).

Определение биологических ориентиров

Для дальнейших расчетов взяли за основу данные учетных съемок (донные траловые, икорные водолазные), полученные в 1985–2024 гг. (рис. 77).

За девственную максимальную учтенную биомассу декастринской сельди (в пределах Западно-Сахалинской подзоны) приняли $V_{\max}=21,296$ тыс. т (съемка 2020 г.). Из данной величины получаем $V_{\lim}=0,2*V_{\max}=21,296*0,2=4,26$ тыс. т и $V_{tr}=0,5*V_{\max}=21,296*0,5=10,65$ тыс. т.

Ориентир по промысловой смертности F_0 определялся, исходя из объемов изъятия, необходимых для проведения НИР: $F_0=0,0002$ рассчитан как величина ресурсного обеспечения НИР (0,001 тыс. т), деленного на $V_{\lim}$ (4,26 тыс. т).

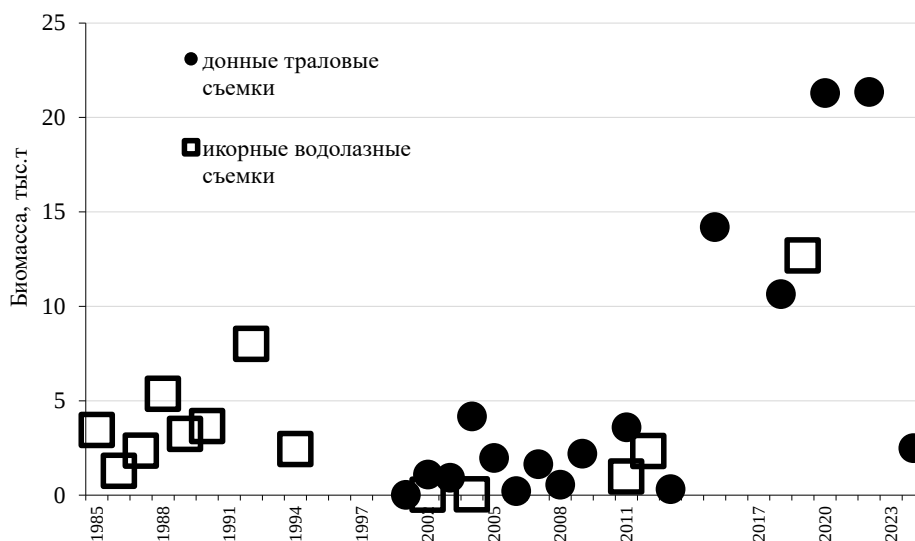


Рис. 77. Промысловый запас декастринской сельди (в пределах Западно-Сахалинской подзоны) по данным учетных съемок

Значение граничного ориентира $F_{\lim}$ и целевого F_{tr} были найдены как функция M :

— $F_{\lim}$ – граничный ориентир управления по промысловой смертности, приняли как $F_{\lim}=0,981M-0,194M^2$ [Бабаян, 2000]. Исходя из этой формулы при

$M=0,24$ $F_{lim}=0,23$ ($U=0,21$). Коэффициент $M=0,24$, рассчитан по формуле $M=0,14 \cdot e^{0,18 \cdot A}$, где A – возраст 3 года [Tanasichuk, 1997];

— F_{tr} – целевой ориентир равен 50–75% от F_{lim} , откуда F_{tr} может варьироваться в пределах 0,12–0,17. В условиях возрастающей численности сельди выбрано максимальное значение $F_{tr}=0,17$ [Бабаян, 2000] или коэффициент промысловой убыли $U=0,16$ ($U = 1 - e^{-F}$).

Обоснование правила регулирования промысла

Режимы регулирования промысла сельди юго-западного Сахалина для осуществления оптимальной эксплуатации запаса применяем следующие:

I – режим научного лова $0 < B_i \leq B_{lim}$ (в нашем случае $B_{lim}=4,26$ тыс. т). Если прогнозируемая величина запаса меньше или равна B_{lim} , то изъятие возможно только с целью проведения НИР. Величина рекомендуемого изъятия F_i постоянна и соответствует величине изъятия, необходимого для НИР $F_i = \text{const} = F_0$ (0,0002).

II – режим восстановления запаса $B_{lim} < B_i < B_{tr}$ (4,26 тыс. т $< B_i < 10,65$ тыс. т). Если прогнозируемая величина запаса больше B_{lim} , но меньше B_{tr} , то величина изъятия устанавливается в соответствии с величиной запаса

$$F_i = \frac{(F_{tr}-F_0)(B_i-B_{lim})}{B_{tr}-B_{lim}} + F_0 \text{ [Бабаян, 2000].}$$

III – постоянной интенсивности промысла $B_i > B_{tr}$ ($B_i > 10,65$ тыс. т). Если прогнозируемая величина запаса больше B_{tr} , то величина изъятия постоянна $F_i = \text{const} = F_{tr}$, или в нашем случае при мгновенном коэффициенте промысловой смертности $F = 0,17$ ($U=0,16$).

В графическом виде правило регулирования промысла (ПРП) для сельди декастринской популяции представлено на рисунке 78.

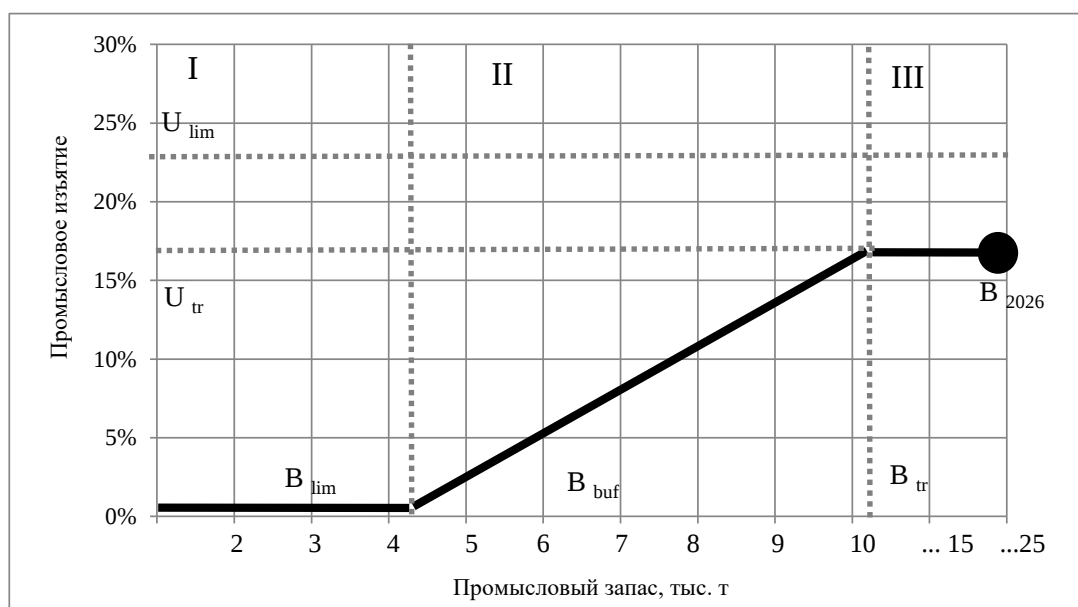


Рис. 78. Правило регулирования промысла сельди декастринской популяции (сахалинское побережье) I – зона «подорванного» запаса, максимальное ограничение промысла, II – зона восстановления запаса, III – зона максимальной интенсивности промысла

Прогнозирование состояния запаса

Во второй половине 2010-х гг. отмечена тенденция к увеличению запасов сельди декастринской популяции, что отчетливо проявилось в ходе траловых съемок в весенний период 2015, 2018, 2020 и 2022 гг., и икорной водолазной съемки в мае–июне 2019 г. (табл. 44, рис. 77).

Ожидаемая величина промысловой биомассы рассчитывается как

$B_{T+1} = B_T$, где T – год, предшествующий промыслу [Бабаян, 2000].

По результатам последнего года наблюдений (донная траловая съемка, май 2022 г.), промысловая биомасса декастринской сельди у западного побережья о-ва Сахалин оценивается 17,55 тыс. т. Однако учитывая ограниченный ареал декастринской сельди и обычное перемещение и перераспределение части сельди вдоль материкового и сахалинского побережий, принимаем запас сельди в пределах Западно-Сахалинской подзоны на уровне 2020 г. – 21,30 (табл. 45).

Исходя из этого, с учетом двухлетнего шага прогнозирования, величина промысловой биомассы декастринской сельди в пределах Западно-Сахалинской подзоны ожидается в 2026 г. на уровне не менее таковой в 2020 и 2022 гг., т.е. $B_{2026} \approx 21,0$ тыс. т.

Обоснование рекомендованного объема ОДУ

Общий допустимый улов принимается по следующей формуле:

$ОДУ_{T+1} = F_{\pi} * B_{T+1}$ [Бабаян, 2000; Методические рекомендации..., 2018],
отсюда для декастринской сельди у западного Сахалина

$ОДУ_{T+1} = 0,16 * 21,0$ тыс. т = 3,36 тыс. т.

В последнее десятилетие, как и в предыдущие годы, начиная с 1997 г., добыча сельди декастринской популяции находится на минимальном уровне, среднегодовой вылов в 2010-2020 гг. составлял 0,002 тыс. т, а в 2021-2024 гг. не осуществлялся (табл. 44). С учетом крайне малой заселенности северо-западного Сахалина, сложной транспортной доступности района, и удаленности от баз переработки рыбы ожидать освоения предлагаемой величины вылова в ближайшей перспективе нет оснований. Исходя из этого, **ОДУ сельди тихоокеанской декастринской популяции в Западно-Сахалинской подзоне в 2026 г. составит 0,100 тыс. т.**

Анализ и диагностика полученных результатов

Имеющихся материалов недостаточно для выполнения диагностических процедур.

В 2001–2020-е гг. траловый учет выполнялся в разные периоды жизненного цикла сельди (преднерестовый и нерестовый в 2001–2008, 2020, 2022 гг. и нагульный в 2009–2018, 2024 гг.), оценка нерестового запаса посредством икорных съемок выполнена за длительный период (2001–2024 гг.) только в 2002, 2011, 2012 и 2019 гг. (табл. 44). Такая регулярность исследований позволяет выполнить оценку текущего количества запаса и оценить общие тенденции в динамике численности популяции, но не позволяет в полной мере использовать эти материалы для продукционных моделей.

Промысловых данных нет, так как специализированный промысел сельди этой популяции не организуется с 1997 г. Вылов не производится и в качестве прилова при промысле других видов рыб, поскольку в северной части Татарского пролива добыча практически не развита.

Таким образом, **ОДУ сельди тихоокеанской в Западно-Сахалинской подзоне в 2026 г. составит 6,140 тыс. т (в том числе сахалино-хаккадайская популяция – 6,040 тыс. т, декастринская популяция – 0,100 тыс. т).**

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Аксютин З.М. 1968. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях. М.: Пищ. пром-сть. 289 с.

Антонов Н.П. 2011. Промысловые рыбы Камчатского края: биология, запасы, промысел. М.: изд-во ВНИРО. 244 с.

Аюшин Б.Н. 1947. Весенняя сельдь северо-западной части Охотского моря // Изв. ТИНРО. – Т. 25. С. 3-30.

Бабаян В.К. 1998. О стратегии управления сильно флюктуирующими запасами рыб // Тезисы докладов VII Всероссийской конференции по проблемам рыбопромыслового прогнозирования. – Мурманск, ПИНРО. – С. 37-38.

Бабаян В.К. 2000. Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ): Анализ и рекомендации по применению. М.: ВНИРО. 192 с.

Бизиков В.А., Гончаров С.М., Поляков А.В. 2007. Географическая информационная система «Картмастер» // Рыбное хозяйство. – №1. – С.96-99.

Бирюков И.А. 1995. Сезонное распределение двухлинейной камбалы тихоокеанского побережья северных Курильских островов // Биоресурсы мор. и пресновод. экосистем: Тез. докл. – Владивосток: ТИНРО-Центр, – С. 12–13.

Бирюков И.А. 2008. Сезонное распределение, промысел и состояние запасов северной двухлинейной камбалы (*Lepidopsetta polyxystra*) тихоокеанского побережья северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки // Тр. СахНИРО. –Т.10. – С. 77–98.

Бонк А.А., Агафонов С.В. 2013. Гибель производителей корфокарагинской сельди в период нереста. Сборник «Природные ресурсы их современное состояние, охрана, промысловые и технологические исследования»: материалы IV Всероссийской научно-практической конференции 18–22 марта 2013 г. Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ. С. 122–131.

Борец Л.А. 1997. Донные ихтиоцены российского шельфа дальневосточных морей: состав, структура, элементы функционирования и промысловое значение. Владивосток, ТИНРО-Центр – 217 с.

Буяновский А.И. 2012. Прогноз потенциального вылова прибрежных беспозвоночных при затруднении с оценкой запаса. Методические рекомендации. М.: Изд-во ВНИРО. – 222 с.

Варкентин А.И., Овчеренко Р.Т., Калугин А.А. 2019. О некоторых результатах донных траловых съемок в тихоокеанских водах Камчатки в 1999, 2002, 2016–2018 гг. // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана: КамчатНИРО. Вып. 55. С. 5–43.

Власова Р.С., Иванкова З.Г., Фадеев Н.С. 1971. Состояние запасов и принципы регулирования промысла камбал в водах Сахалина // Изв. ТИНРО. – Т. 76. – С. 3–44.

Дьяков Ю.П. 2011. Камбалообразные (PLEURONECTIFORMES) дальневосточных морей России. (Пространственная организация фауны, сезоны и продолжительность нереста, популяционная структура вида, динамика популяций). Петропавловск-Камчатский. КамчатНИРО. - 427 с.

Золотов А.О. 2024. Использование метода обратных расчислений роста для определения возрастного состава уловов некоторых видов морских промысловых рыб // Изв. ТИНРО. – Т. 204, вып. 4 (в печати).

Золотов А.О., Дубинина А.Ю. 2012. Линейный рост северной двухлинейной камбалы *Lepidopsetta polyxystra* Orr et Matareze (2000) в прикамчатских водах // Изв. ТИНРО. Т. 171. С. 97–120.

Золотов А.О., Захаров Д.В. 2008. Камбалы тихоокеанского побережья Камчатки: запасы и промысел // Рыбное хозяйство. № 3. С. 44–47.

Золотов А.О., Смирнов А.В., Баранчук-Червоный Л.Н., Дубинина А.Ю. 2014. Многолетняя динамика и современное состояние запасов желтоперой камбалы *Limanda aspera* в водах о. Сахалин // Изв. ТИНРО. Т.178. С.25-57.

Золотов А.О., Терентьев Д.А., Малых К.М. 2012. Использование снюрреводных съемок для исследования биоресурсов прибрежных вод Камчатки: методические подходы и предварительные результаты // Исслед. водных биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатНИРО. – Вып.27. – С. 99-106.

Измятинский Д.В. 2005. Характеристика сообщества рыб элиторали залива Петра Великого (Японское море) в период гидрологического лета // Вопр. ихтиологии. Т. 45. № 3. С. 315–323.

Ильин О.И. 2022. О применении фильтров Калмана в когортных моделях // Известия ТИНРО. - Т. 203. - №3. - С. 601-622.

Ильин О.И., Сергеева Н.П., Варкентин А.И. 2014. Оценка запасов и прогнозирование ОДУ восточнокамчатского минтая (*Theragra chalcogramma*) на основе предосторожного подхода // Тр. ВНИРО. Т. 151. С. 62-74.

Качина Т.Ф. 1967. Методика расчета численности рыб в промысловом запасе корфо-карагинского стада сельди // Тр. ВНИРО. – Т.62. – С. 122-128.

Качина Т.Ф. 1981. Сельдь западной части Берингова моря // М.: Лег. и пищ. пром-ть. С. 121.

Ким Л.Н., Измятинский Д.В. 2018. Опыт оценки ресурсов рыб в зал. Петра Великого по данным снюрреводных уловов // Изв. ТИНРО. – Т.194. – С.205-214.

Коваленко М.Н., Широков Е.П., Малых К.М., Сошин А.В., Адамов А.А. 2012. Снюрреводный лов. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 167 с.

Кондрашенков Е.Л. 2008. К вопросу определения уловистости снюрревода // Исслед. водных биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатНИРО. – Вып.10. – С.155-160.

Летунова Е.А., Ким Сен Ток. 2023. Характеристика промысла камбал дальневосточных (сем. Pleuronectidae) у западного побережья Сахалина в 2022 г. Тр. СахНИРО, 2023. Т. 19, Вып. 1. С. 42-54.

Макрофауна бентали северо-западной части Японского моря: таблицы встречаемости, численности и биомассы. 1978-2010. 2014. / В. П. Шунтов и др. – Владивосток: ТИНРО-центр. – 748 с.

Малкин Е.М. 1995. Принцип регулирования промысла на основе концепции репродуктивной изменчивости популяций // Вопр. ихтиологии. Т. 35, № 4. С. 537–540.

Малкин Е.М. 1999. Репродуктивная и численная изменчивость промысловых популяций рыб. М.: Изд-во ВНИРО, 1999. 146 с.

Методические рекомендации по оценке запасов приоритетных видов водных биологических ресурсов. 2018. / В. К. Бабаян и др. – М.: Изд-во ВНИРО – 312 с.

Науменко Н.И. 2001. Биология и промысел морских сельдей Дальнего Востока. Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор. 330 с.

Нектон Охотского моря. Таблицы численности, биомассы и соотношения видов. 2003. / под ред. В. П. Шунтова и Л. Н. Бочарова. – Владивосток: ТИНРО-Центр. – 643 с.

Нектон северо-западной части Японского моря: Таблицы численности, биомассы и соотношения видов. 2004. / В. П. Шунтов и др. – М.: Национальные рыбные ресурсы. – 226 с.

Овчеренко Р.Т. 2019. Обзор промысла камбал семейства *Pleuronectidae* в тихоокеанских водах Камчатки. // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана: КамчатНИРО. Вып. 52. С. 79–88.

Панфилов А.М. 2017. К вопросу об освоении общего допустимого улова охотской сельди *Clupea pallasii* Cuvier et Valenciennes, 1847 в 2001-2016 гг. // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – Вып. 45. – С. 54-67.

Панфилов А.М., Смирнов А.А. 2022. Промысел, динамика запаса и основные биологические показатели нерестовой охотской сельди на современном этапе // Вопросы рыболовства. Т.23. №2. С. 108-121.

Перцева-Остроумова Т.А. 1961. Размножение и развитие дальневосточных камбал. М.: Изд-во АН СССР. – 485 с.

Полутов И.А. 1967. Запасы камбаловых и донных рыб в водах Камчатки и развитие активного рыболовства // Изв. ТИНРО. Т. 57. С. 98–121.

Поляков А.В. 2003–2008 гг. Программа для ЭВМ «Построение и анализ карт распределения запаса – КартМастер». // ВНИРО.

Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб. // М.: Пищевая промышленность. – 376 с.

Пробатов А.Н. 1954. Распределение и численность нерестовой сельди у восточных берегов Японского моря // Изв. ТИНРО. – Т. 39. – С. 21–58.

Пушникова Г.М. 1994. Состояние запасов сахалино-хоккайдской сельди и пути стабилизации ее численности // Рыбохозяйственные исследования в Сахалино-Курильском районе и сопредельных акваториях. – Южно-Сахалинск, СахНИРО. – С. 47-56.

Рекомендации по методикам и подходам к оценке приоритетных единиц запасов (треска, минтай, палтус). 2020. / В.К. Бабаян [и др.]. М.: Изд-во ВНИРО, 281 с.

Тарасюк С.Н. 1997. Биология и динамика численности основных промысловых камбал Сахалина // Автореф. дис. ...канд. биол. наук. Владивосток. – 24 с.

Тарасюк С.Н., Бирюков И.А., Пузанков К.Л. 2000. Методические аспекты оценки сырьевых ресурсов донных рыб шельфа и свала Северных Курильских островов // Промыслово-биологические исследования рыб в тихоокеанских водах Курильских островов и прилежащих районах Охотского и Берингова морей в 1992–1998 гг. М.: ВНИРО, – С. 46–54.

Терентьев Д.А. 2011. Результаты снюрреводных съемок в авачинском заливе в 2009 г. // Исслед. водных биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатНИРО. – Вып.20. – С.63-71.

Терентьев Д.А., Малых К.М. 2012. Сравнительная характеристика стандартных съемок в Авачинском заливе при использовании снюрреводов дальневосточного и датского типов в 2009-2010 гг. // Исслед. водных биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатНИРО. – Вып.27. – С.107-118.

Терентьев Д.А., Чернова Н.В. 2010. Сравнительные результаты траловых и снюрреводных съёмок у западного побережья Камчатки в 2007-2009 гг. // Исслед. водных биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана.

Тюрин П.В. 1972. Нормальные кривые переживания и темпов естественной смертности рыб как основа регулирования рыболовства // Изв. Гос. НИИ озern. и речн. рыбн. хоз-ва. – Т.71. С.403-427.

Тюрнин Б.В. 1973. Нерестовый ареал охотской сельди // Известия ТИНРО. Т. 86. С. 12-21.

Тюрнин Б.В. 1980. О причинах снижения запасов охотской сельди и мерах по их восстановлению // Биология моря. № 2. С. 69-74.

Фадеев Н.С. 1963. Промыслово-биологическая характеристика желтоперой камбалы южного Сахалина // Изв. ТИНРО. – Т.49. – С. 3-64.

Фадеев Н.С. 2005. Справочник по биологии и промыслу рыб северной части Тихого океана. Владивосток: ТИНРО-Центр. 365 с.

Хилборн Р., Уолтерс К. 2001. Количественные методы оценки рыбных запасов. Выбор, динамика и неопределенность / Пер. с. англ. Максименко В.П. - Санкт-Петербург: Политехника. – 228 с.

Шунтов В.П. 1985. Биологические ресурсы Охотского моря. М.: Агропромиздат. 224 с.

Шунтов В.П., Бочаров Л.Н. 2003. Нектон Охотского моря. Таблицы численности, биомассы и соотношения видов. // Владивосток: ТИНРО-центр. – 643 с.

<https://fish.gov.ru/otraslevaya-deyatelnost/ekonomika-otrasli/statistika-i-analitika>

Фархутдинов Р.К. 2007. Динамика ледовитости и сроки нереста охотской сельди. - Известия ТИНРО. – Т. 150, - С. 180-188.

Смирнов А.А. 2013. Условия воспроизводства гижигинско-камчатской сельди и их взаимосвязь с различными факторами окружающей среды // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Вып. 29. С. 110-115.

Darby C.D., Flatman S. 1994. Virtual Population Analysis. Version 3.1 (WINDOWS/DOS): User Guide. – Lowestoft. – 85 p.

Caddy J.F 1998. A short review of precautionary reference points and some proposals for their use in data-poor situations. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) Fisheries Technical Paper 379.

Deriso, R. B., Quinn, T. J., and Neal, P. R. 1985. Catch-at-age analysis with auxiliary information. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 42: 815–824.

Francis R.I.C.C. 1991. Risk analysis in fishery management // Northwest Atl.Fish. Organ. Sci. Coun.Stud. V.16. – P.143–148.

Francis R.I.C.C., R. Shotton. 1997. «Risk» in fisheries management: a review. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 54. p. 1699-1715.

Geromont H.F., Butterworth D.S. 2015. Generic management procedures for data-poor fisheries: forecasting with few data // ICES Journal of Marine Science. V. 72. N. 1. P. 251–261.

Kobayashi T. 2002. History of herring fishery in Hokkaido and the review of population study (Review) // Scientific Reports of Hokkaido Fisheries Experimental Station. – No. 62, PP. 1-8.

Mecklenburg C.W., Mecklenburg T.A., Thorsteinson L.K. 2002. Fishes of Alaska. Bethesda, Maryland: Amer. Fish. Soc. 1037 p.

Metropolis N., Ulam S. 1949. The Monte-Carlo method // J. Amer. Stat. Assos. 44. № 247.

Mohn R. 1999. The retrospective problem in sequential population analysis: An investigation using cod fishery and simulated data // ICES Journal of Marine Science. V. 56. Pp. 473–488.

Nichol D.G., Acuna E.I. 2001. Annual and batch fecundities of yellowfin sole, *Limanda aspera*, in the eastern Bering Sea. Fish. Bull. – Vol.99 (1). – P.108-122.

Patterson K.R. 1994. Technical reference for the Integrated Catch-at-Age Programmes, Version 1.2 //SOAFD Marine Laboratory. Aberdeen. 13 p.

Quinn, T.J., Deriso R.B. 1999. Quantitative Fish Dynamics. Oxford University Press. New York. 542 pp.

R Core Team. 2025. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URI: <https://www.R-project.org/> (21.01.2025)

Sissenwine M.P., Shepherd J.G. 1987. An alternative perspective on recruitment overfishing and biological reference points. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 44: p. 913-918.

Stock assessment and evaluation for herring (fiscal year 2022). Marine fisheries assessment and evaluation for Japanese waters. Japan Fisheries Agency and

Japan Fisheries Research and Education Agency. Tokyo (на яп. языке) – URL: https://abchan.fra.go.jp/wpt/wp-content/uploads/2023/07/details_2022_23.pdf (дата обращения 25.12.2024)

Successive use of different habitats during the early life stages of Pacific herring *Clupea pallasii* in Akkeshi waters on the east coast of Hokkaido waters on the east coast of Hokkaido. 2018. /Norio Shirafuji, Toru Nakagawa, Naoto Murakami, Sayaka Ito, Toshihiro Onitsuka, Taizo Morioka & Yoshiro Watanabe. – Fisheries Science. Volume 84, – p. 227–236.

Tanasichuk R.W. 1997. Influence of biomass and ocean climate on the growth of Pacific herring (*Clupea pallasii*) from the southwestern coast of Vancouver Island // Can. J. Fish. Aquat. Sci. – V. 54: – P. 2782-2788.

Thompson W.F., F.H. Bell. 1934. Biological statistics of the Pacific halibut fishery. Effect of changes in intensity upon total yield and yield per unit of gear // Rep. Int. Fish. (Pacific Halibut) Comm. p. 8–49.

Vasilets P.M. 2015. FMS analyst — computer program for processing data from Russian Fishery Monitoring System. DOI: 10.13140/RG.2.1.5186.0962.

Walters C., Martell S.J.D. 2002. Stock assessment needs for sustainable fisheries management // Bull. Mar. Sci. – V. 70. – P. 629-638.