

**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 2027 ГОД

(с оценкой воздействия на окружающую среду)

Часть 2. Рыбы Дальневосточных морей

Том II

**Разработаны:
ФГБНУ «ВНИРО»**

Директор ФГБНУ «ВНИРО»

К.В. Колончин

2026 г.

**«УТВЕРЖДАЮ»
Федеральное агентство
по рыболовству**

Заместитель руководителя

В.И. Соколов

15 мая 2026 г.

СОДЕРЖАНИЕ

КАМБАЛЫ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЕ (виды родов <i>Lepidopsetta</i> , <i>Clidoderma</i> , <i>Cleisthenes</i> , <i>Eopsetta</i> , <i>Hippoglossoides</i> , <i>Microstomus</i> , <i>Kareius</i> , <i>Glyptocephalus</i> , <i>Limanda</i> , <i>Platichthys</i> , <i>Pleuronectes</i> , <i>Acanthopsetta</i> , <i>Mysopsetta</i> , <i>Liopsetta</i>).....	3
--	---

61.02 - Зона Восточно-Камчатская	3
61.02.1 - Карагинская подзона	3
61.02.2 - Петропавловско-Командорская подзона	23
61.03 - Зона Северо-Курильская.....	45
61.04 - Зона Южно-Курильская.....	63
61.05 - Зона Охотское море	81
61.05.1 - Северо-Охотоморская подзона.....	81
61.05.2 - Западно-Камчатская подзона.....	100
61.05.4 - Камчатско-Курильская подзона.....	100
61.05.3 - Восточно-Сахалинская подзона.....	133
61.06 - Зона Японское море.....	156
61.06.2 - Западно-Сахалинская подзона	156

СЕЛЬДЬ ТИХООКЕАНСКАЯ (<i>Clupea pallasii</i>).....	173
--	-----

61.02 - Зона Восточно-Камчатская	173
61.02.1 - Карагинская подзона	173
61.04 – Зона Южно-Курильская	194
61.05 - Зона Охотское море	202
61.05.1 - Северо-Охотоморская подзона.....	202
61.05.2 - Западно-Камчатская подзона.....	228
61.06 - Зона Японское море.....	246
61.06.1 - подзона Приморье.....	246
61.06.2 - Западно-Сахалинская подзона	259

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 текущего и перспективного состояния запасов камбал в Карагинской подзоне, обоснования ОДУ на 2027 г. послужили:

— сведения, собранные из снюрреводных уловов на РС «Малки-2» и плавбазе «Святой Владимир» в сентябре–ноябре 2025 г. (массовые промеры камбал — 6727 экз.);

— 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 2012–2024 гг., полученные ранее по данным из ОСМ, уточняли по информации из форм статистической отчетности 1-П (рыба), размещенным на сайте Росрыболовства.

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 2023–2025 гг.);
- среднемноголетняя масса рыб по возрастным группам (рис. 1А);
- среднемноголетняя доля половозрелых рыб по возрастным группам (рис. 1Б), фактические данные сглажены посредством логистической функции;

— среднемноголетние мгновенные коэффициенты естественной смертности (МКЕС) по возрастным группам (рис. 1В).

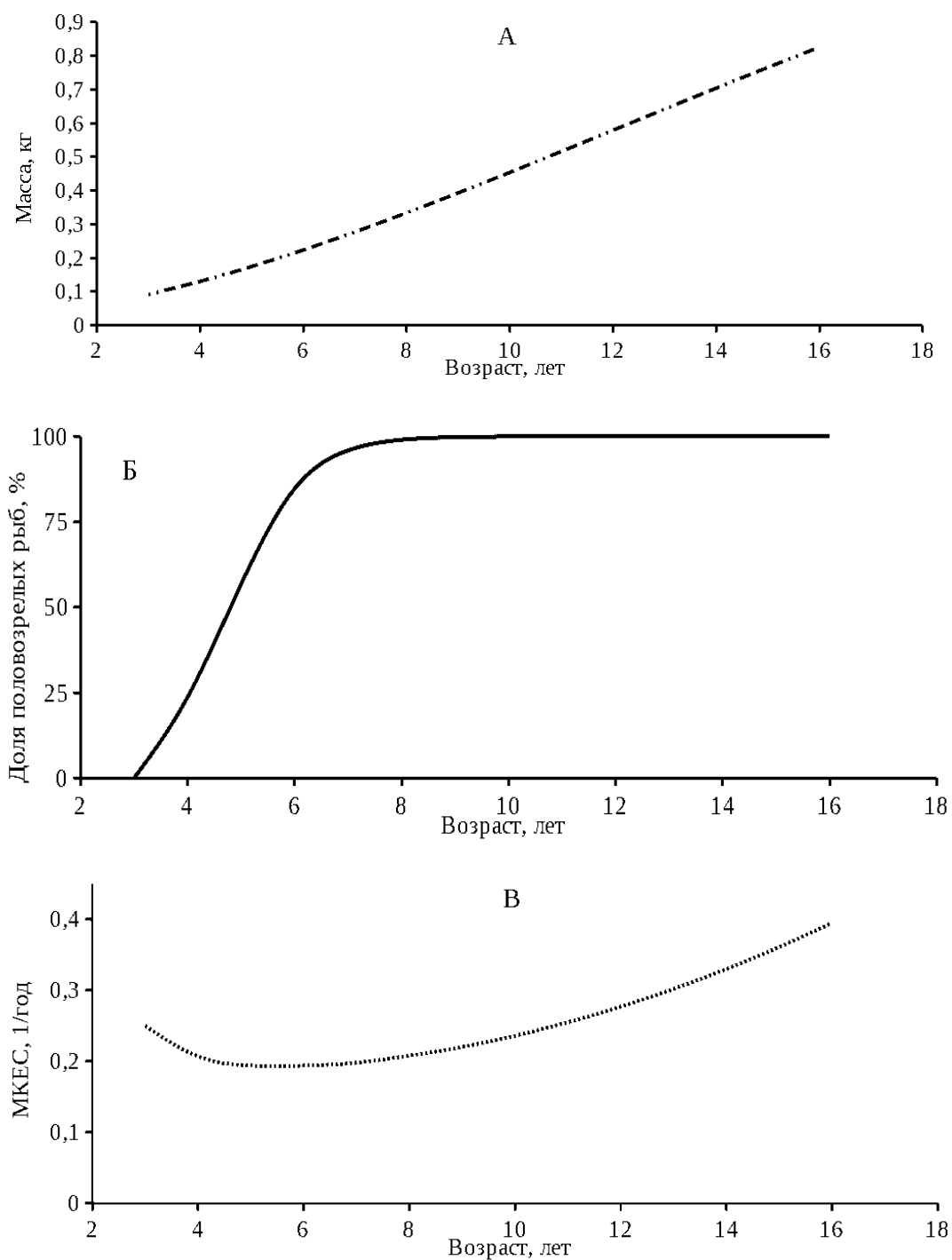


Рис. 1. Исходные данные для модельных расчетов: масса (А), доля половозрелых рыб (Б) и мгновенные коэффициенты естественной смертности (В) желтоперой камбалы по возрастным группам

Возрастные коэффициенты селективности оценивали для двух периодов: до 1957 г., когда масштабный снюрреводный промысел камбал Карагинской подзоны отсутствовал, и после него. Вид функций селективности был выбран логистический (рис. 2):

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

где α , a_0 — оцениваемые коэффициенты модели.

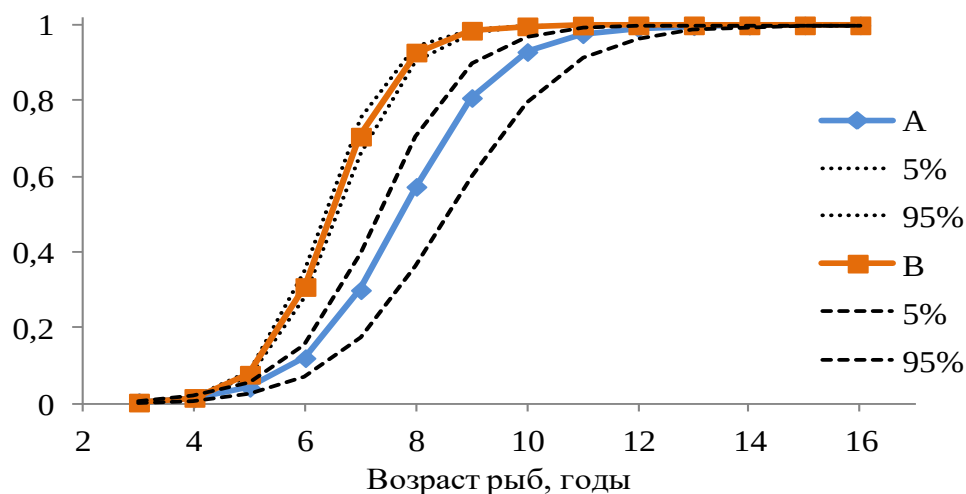


Рис. 2. Оценки возрастных коэффициентов селективности в период 1951–1957 гг. (А) и в период 1958–2025 гг. (В)

В качестве настроечных индексов для модели использовали данные об уловах на единицу промыслового усилия (CPUE) за 2005–2025 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 3 кривая имеет волнообразный вид, однако с 2022 г. прослеживается тенденция роста уловов данного типа судна. Стандартизация по модели GLM осуществлялась средствами статистического пакета R.

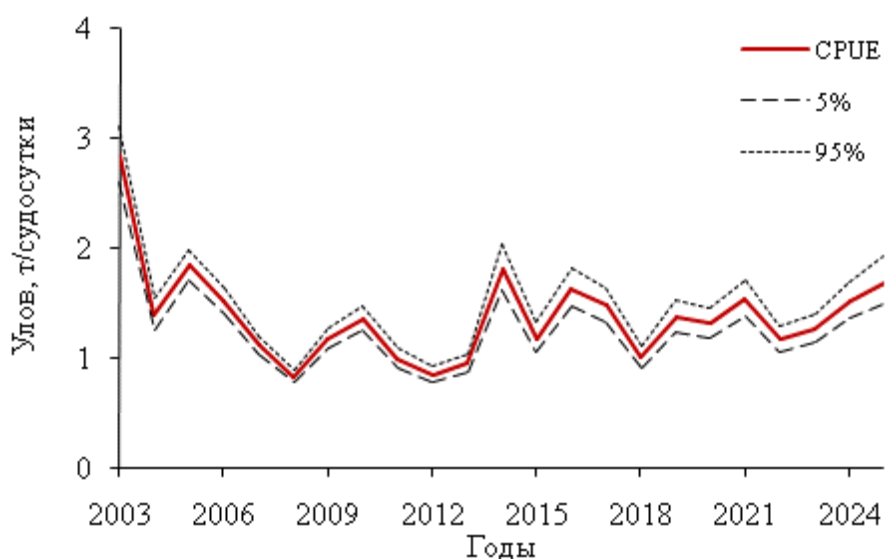


Рис. 3. Стандартизованные уловы на единицу промыслового усилия. Пунктиром обозначены границы 90% доверительных интервалов

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 прол. Литке. Южную часть Карагинского и частично центр Олюторского заливов обследовать не удалось. В 2025 г. учётные работы не выполняли.

Все донные траловые съемки, начиная с 2012 г., стандартизировали по полигону общей площадью 26,9 тыс. км² (рис. 4).

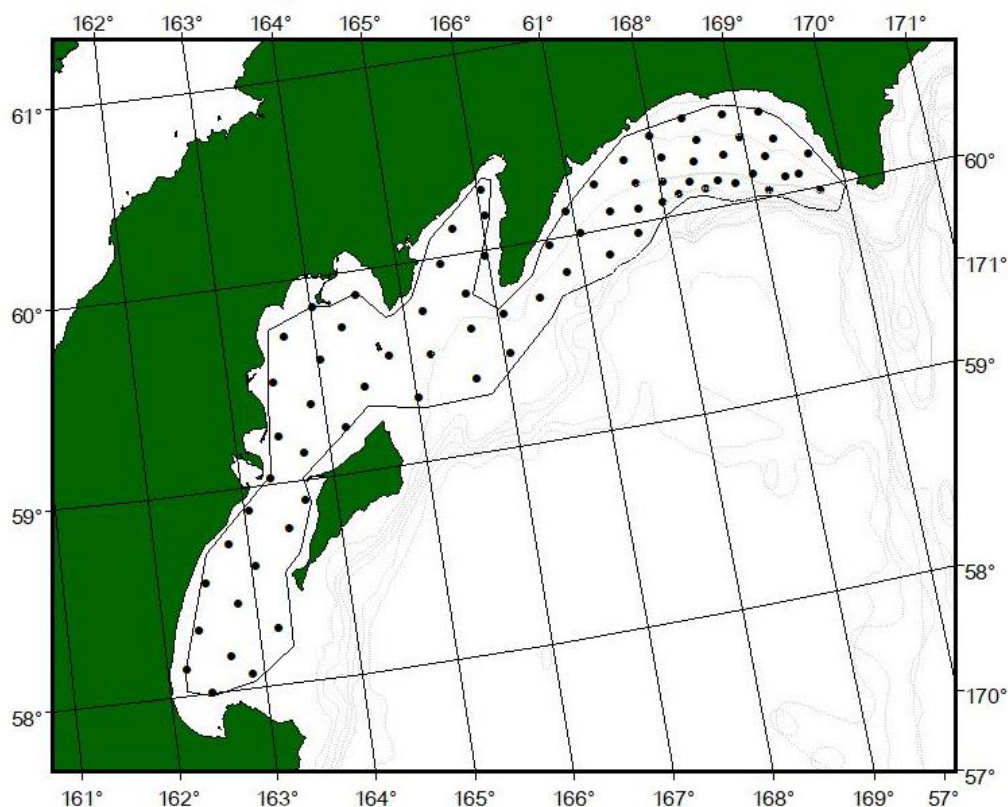


Рис. 4. Схема станций стандартной донной траловой съемки (линией обозначены границы стандартного полигона)

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 час траления достигали 150,0 кг. Высокие показатели (более 50 кг/час траления) были отмечены во всех обследованных заливах. Однако наибольшее обилие этого вида зафиксировано в Олюторском заливе (рис. 5).

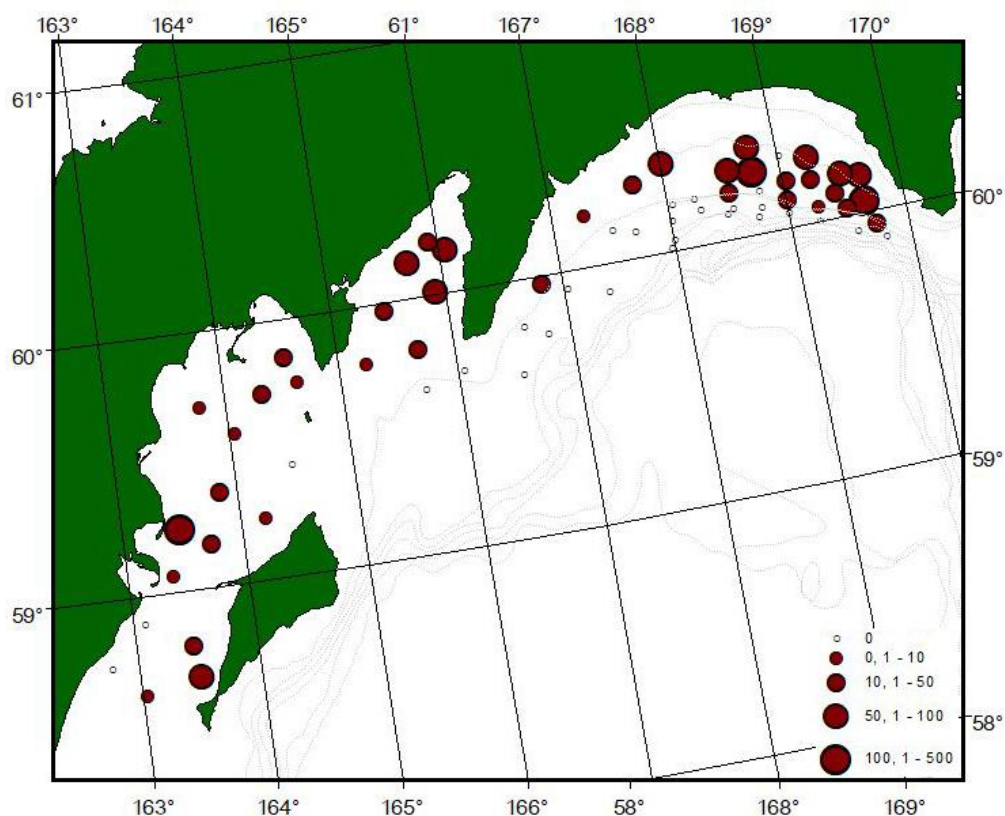


Рис. 5. Пространственное распределение уловов желтопёрой камбалы в Карагинской подзоне по результатам донной траловой съемки в августе–сентябре 2024 г., кг/час траления

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).

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
2025	—	—	—	—

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%.

По модельным расчетам, оценка общего запаса желтоперой камбалы Карагинской подзоны в возрасте 3–16 лет на начало 2025 г. составила 40,4 тыс. т (рис. 7), а нерестового — 30,2 тыс. т (рис. 8). Оценка биомассы нерестового запаса в терминальный год выше величины целевого ориентира. В результате корректировки оценок биомассы желтоперой камбалы выяснилось, что прогнозируемые нами величины оказались выше, рассчитанных ранее. В настоящее время ресурсы этого вида находятся на среднем стабильном уровне.

Данные о численности вступающих в промысел 3-годовиков представлены на рисунке 9. Согласно результатам моделирования, в последние годы поколения 2019–2020 гг. были высокоурожайными, численность генераций 2017–2018 гг. и 2021 г. оценивается примерно на среднемноголетнем уровне. Кроме того, модель показывает довольно низкую численность рекрутов в 2025 г.

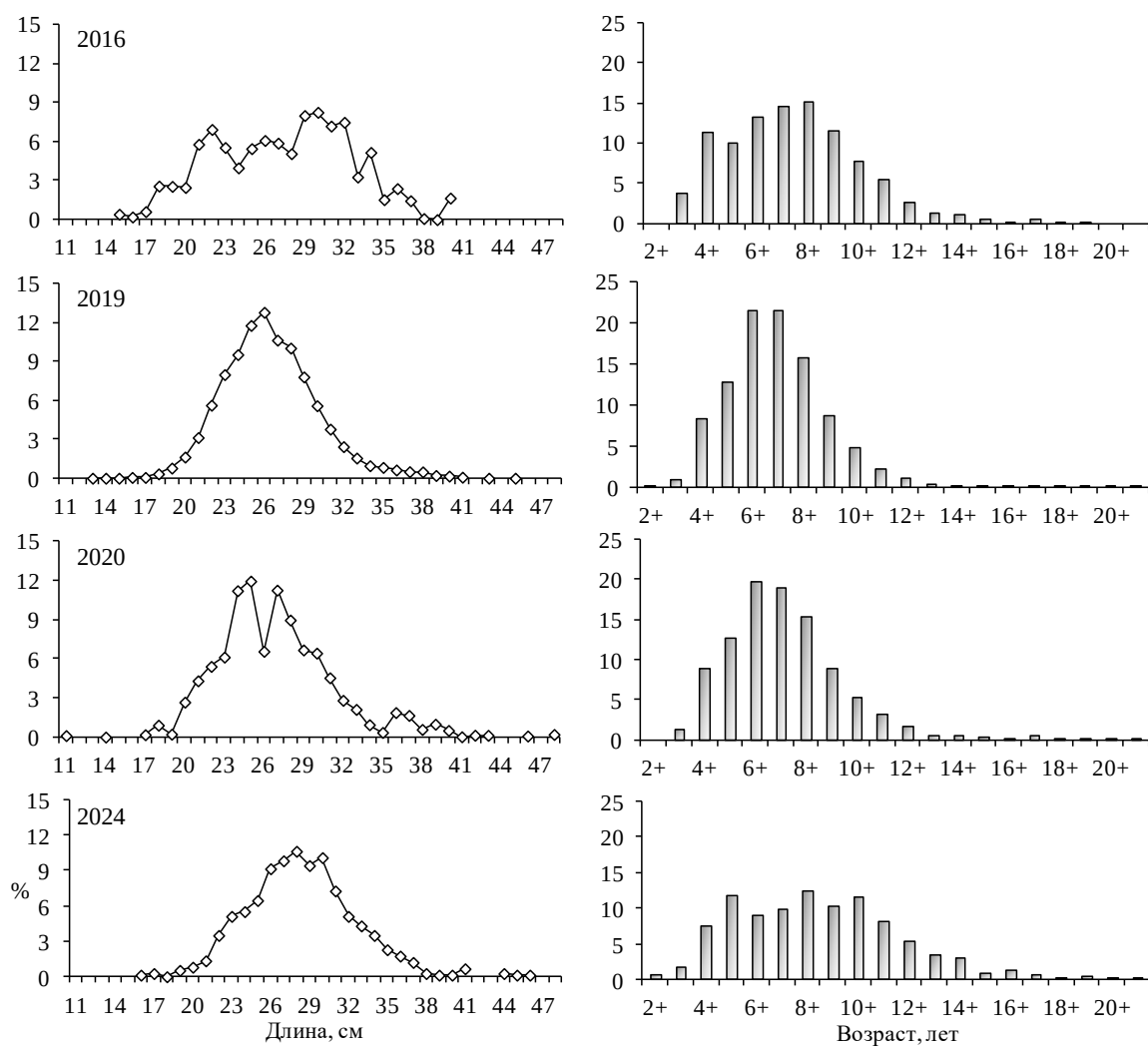


Рис. 6. Межгодовая динамика размерно-возрастного состава желтоперой камбалы на стандартном полигоне в Карагинской подзоне по результатам донных траловых съемок

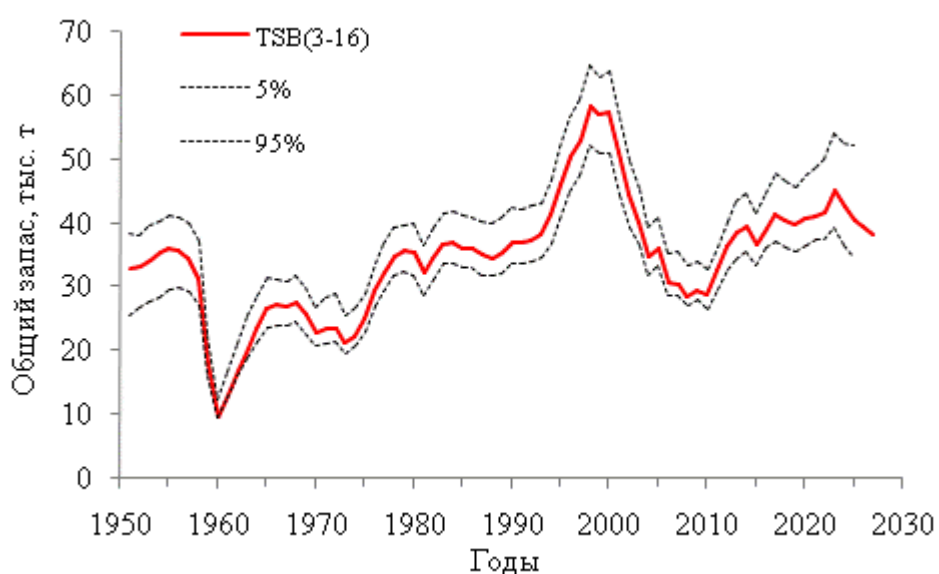


Рис. 7. Межгодовая динамика биомассы общего запаса желтоперой камбалы Карагинской подзоны и процентиля бутстреп-распределения ее оценок

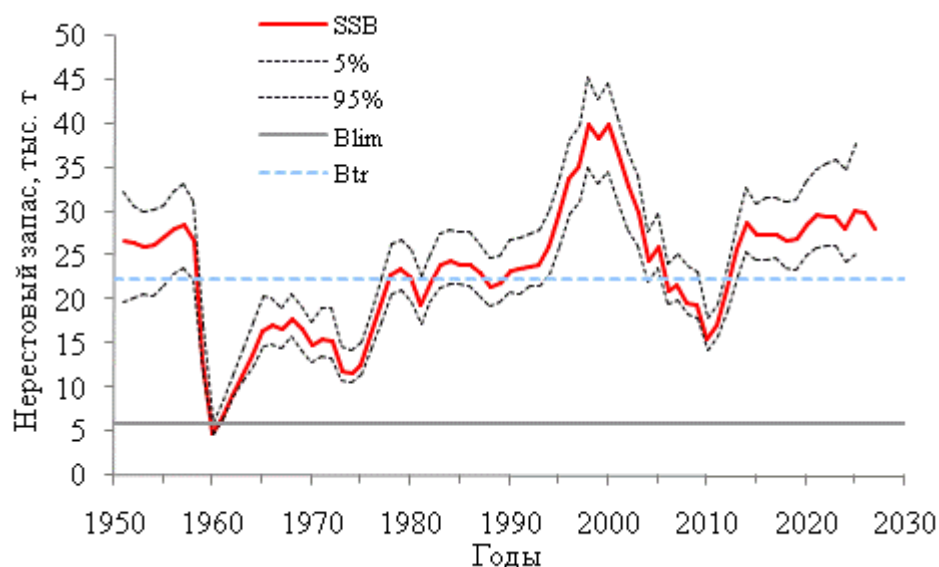


Рис. 8. Межгодовая динамика биомассы нерестового запаса желтоперой камбалы Карагинской подзоны и процентиля бутстреп-распределения ее оценок

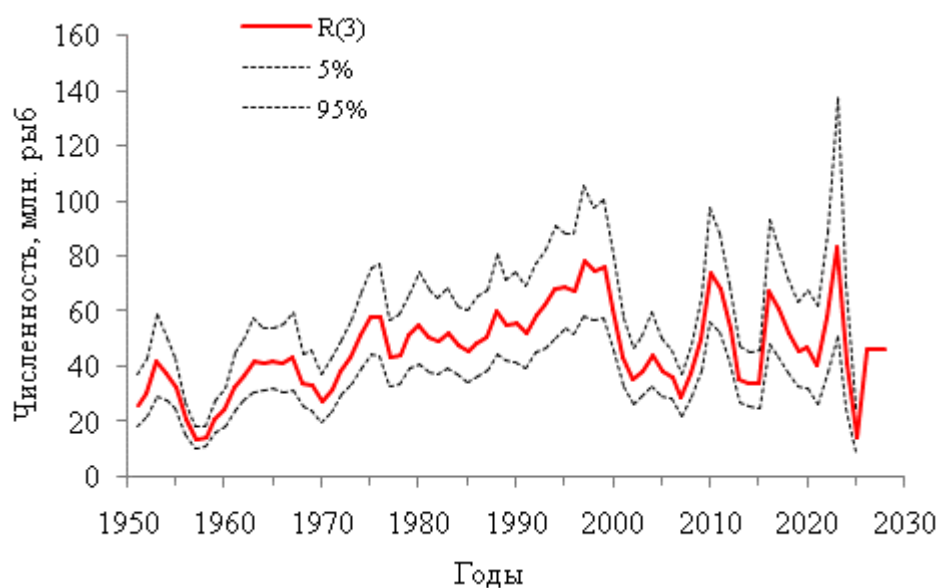


Рис. 9. Межгодовая динамика численности пополнения желтоперой камбалы (рыбы в возрасте 3 года) Карагинской подзоны и процентиля бутстреп-распределения ее оценок

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.

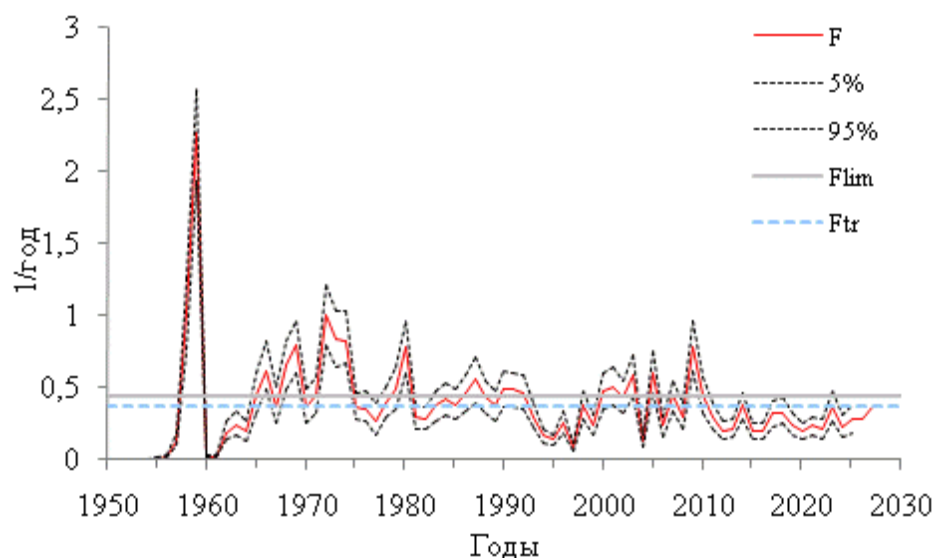


Рис. 10. Межгодовая динамика коэффициентов промысловой смертности желтоперой камбалы и процентиля бутстреп-распределения их оценок

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).

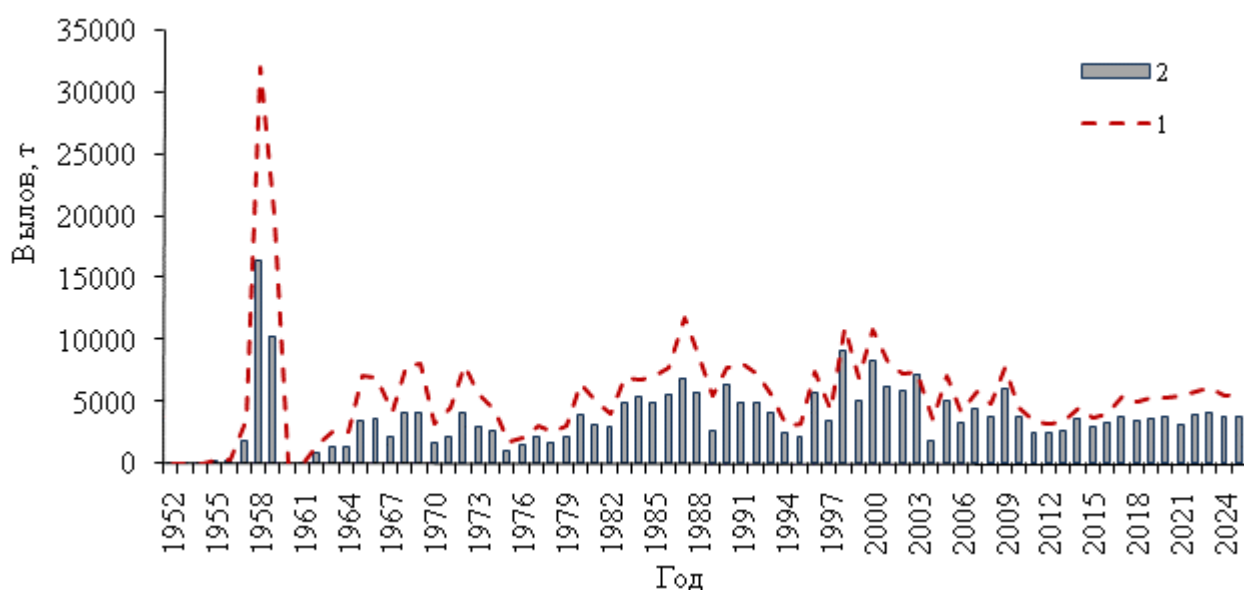


Рис. 11. Межгодовая динамика общего вылова камбал Карагинской подзоны (1), уловов основного промыслового вида — желтоперой камбалы (2)

С 2016 по 2025 гг. общий вылов камбал Карагинской подзоны изменялся от 4,4 (2016 г.) до 6,2 тыс. т (2023 г.) и в среднем составлял 5,5 тыс. т (табл. 2). ОДУ осваивали в среднем на 86,6%. В 2025 г. освоение ресурсов, в сравнении с прошлым годом, незначительно увеличилось и составило 83,7%.

Таблица 2

Межгодовая динамика ОДУ, вылова и освоения ОДУ камбал дальневосточных в Карагинской подзоне

Год	ОДУ, тыс. т	Вылов, тыс. т	Освоение, %
2016	6,9	4,403	63,8
2017	6,0	5,688	94,8
2018	5,7	5,097	89,4
2019	6,1	5,395	88,4
2020	6,1	5,797	95,0
2021	6,1	5,718	93,7
2022	6,8	5,806	85,4
2023	6,8	6,215	91,4
2024	6,8	5,623	82,7
2025	6,8	5,689	83,7
Среднее	6,4	5,543	86,6

Промысел камбал в Карагинской подзоне основан на эксплуатации доминирующей желтоперой лиманды, доля которой в снюрреводных уловах, по результатам за 2011–2021 гг. (данные за 2022–2025 гг. отсутствуют или нерепрезентативны), 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 2025 г. оценен в 3,7 тыс. т.

Таблица 3

Межгодовая динамика соотношения камбал дальневосточных 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.

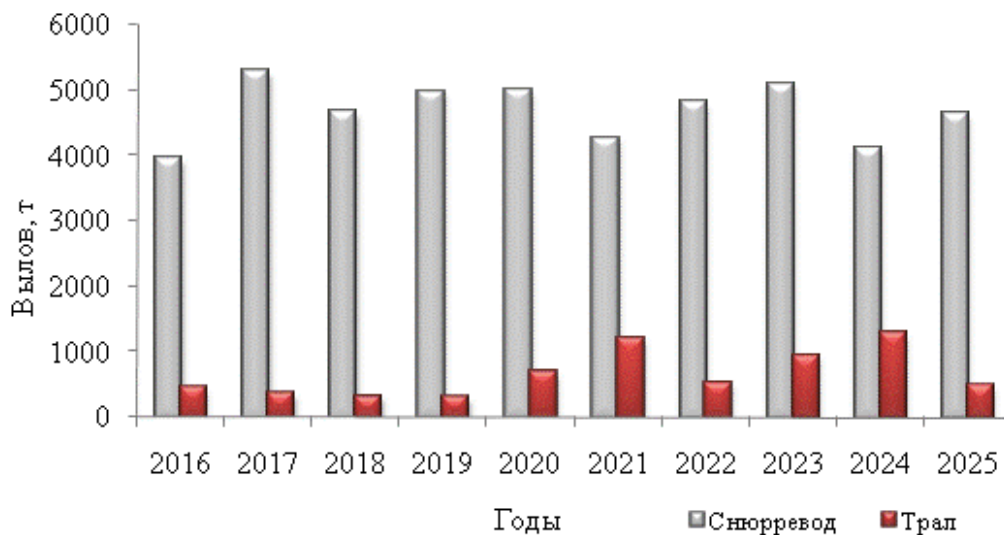


Рис. 12. Межгодовая динамика вылова камбал дальневосточных разными орудиями лова в Карагинской подзоне

Сезонная динамика промысла камбал подвержена значительным колебаниям, характер которых по годам несколько различается. Так, максимальный месячный вылов в 2016–2017 и 2022 гг. зарегистрирован в мае, в 2018–2021, 2023–2025 гг. - в апреле (рис. 13). В зимние месяцы интенсивность промысла значительно снижается. Минимальный вылов в летние месяцы, 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.

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

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 2024 г. 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 2025 г. размерный состав был представлен особями длиной 19–41 см, а средняя длина равна 28,4 см. Доминировали рыбы размером 28–30 см (33,7%).

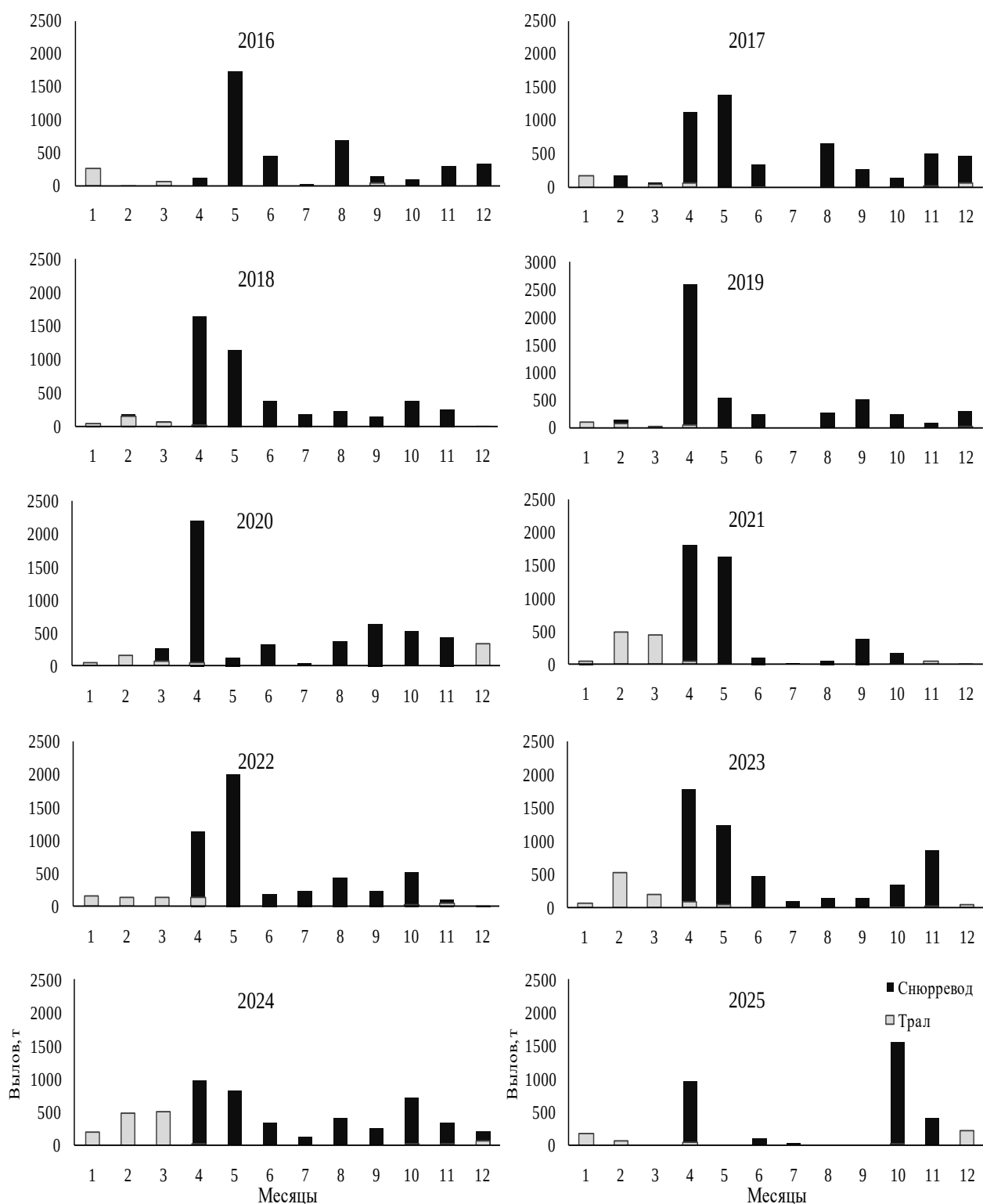


Рис. 13. Межгодовая динамика вылова камбал дальневосточных на разных видах промысла в Карагинской подзоне по месяцам

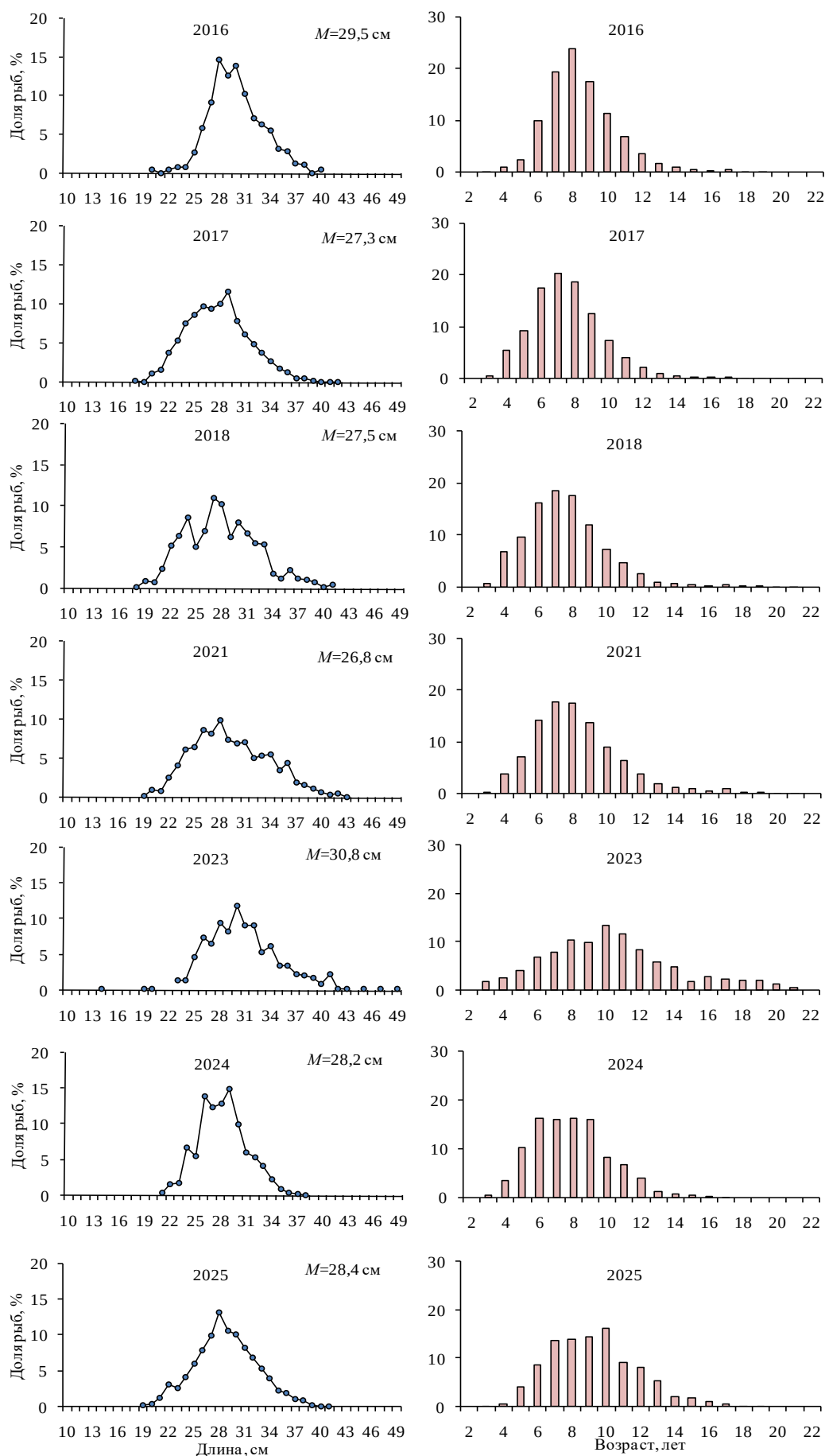


Рис. 14. Межгодовая динамика размерно-возрастного состава желтоперой камбалы в снюрреводных уловах в Карагинской подзоне

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 6–9 лет (64,5%). Доля 3–4-годовиков не превышала 4,0%, относительное количество старшевозрастных групп рыб также сократилось. В терминальном году в уловах доминировали 7–10-годовики (58,4%), а особи 3 и 4 лет составляли менее 1,0%.

Определение биологических ориентиров

Ориентиры управления были определены в 2020 г. по кривым равновесного улова и равновесной биомассы (рис. 15–16). В настоящем обосновании они не изменились. 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:

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

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

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

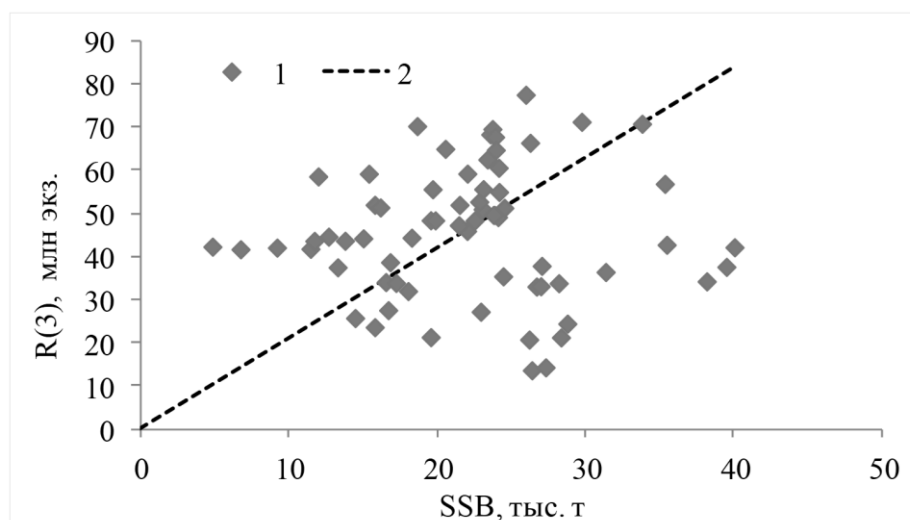


Рис. 15. Эмпирическая зависимость «запас-пополнение» желтоперой камбалы Карагинской подзоны (1) и прямая, по углу наклона которой определяется ориентир F_{med} (2)

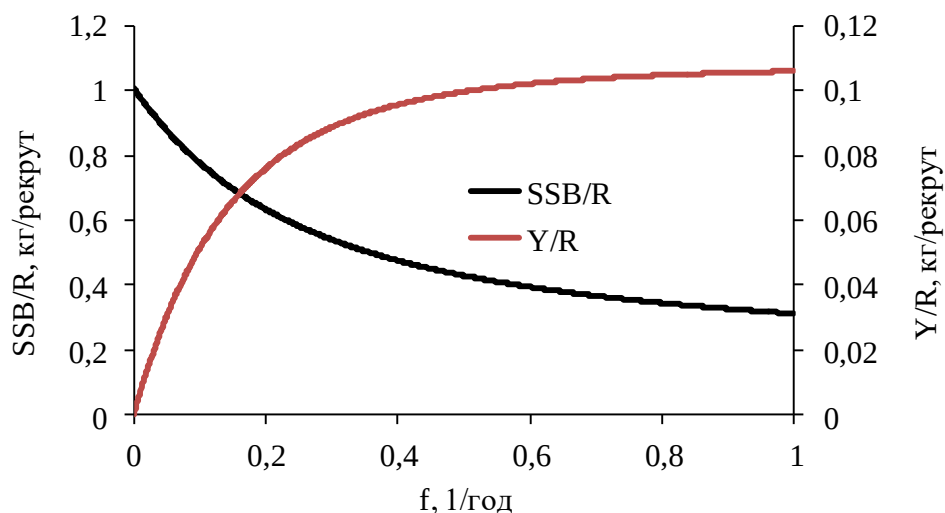


Рис. 16. Кривые равновесной биомассы и равновесного улова на рекрута желтоперой камбалы Карагинской подзоны

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.

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

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

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

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

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

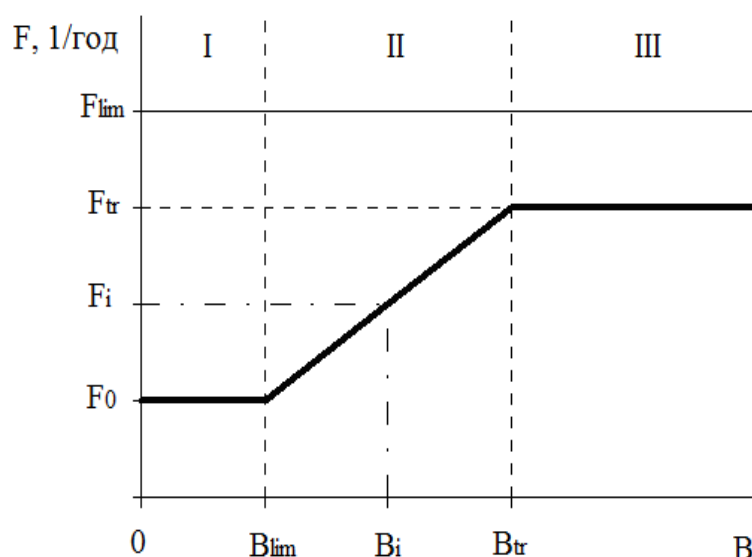


Рис. 17. Схема регулирования промысла желтоперой камбалы Карагинской подзоны

Прогнозирование состояния запаса

Для прогнозирования запаса на 1–2 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 2026–2027 гг. приняли среднегодовую численность 3-годовиков (46,15 млн экз.). Мгновенный коэффициент промысловой смертности в 2026 г. составит 0,276 (1/год), что соответствует вылову этого вида, равному 4,6 тыс. т.

С помощью обращенной вперед когортной процедуры оценили численность, биомассу общего и нерестового запасов в 2026–2027 гг. (табл. 4). По прогнозу, при среднегодовом пополнении, ресурсы желтоперой камбалы Карагинской подзоны в 2027 г., по сравнению с 2025 г., незначительно снизятся, что связано, в основном, с массовым вступлением в нерестовый запас немногочисленного поколения 2022 г. На начало 2027 г. общий запас составит порядка 38,3 тыс. т, а нерестовый — 28,1 тыс. т.

Обоснование рекомендованного объёма ОДУ

Величина нерестового запаса в 2027 г. соответствует области эксплуатации восстановленного запаса (режим III на рис. 17). Согласно ПРП, рекомендуемое значение коэффициента промысловой смертности составит 0,369 год⁻¹.

Таблица 4

Оценки численности и биомассы желтоперой камбалы Карагинской подзоны в возрасте 3 года и старше в 2025–2027 гг.

	Возраст, лет														Всего
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
2025															
Численность на начало года, млн экз.	14,62	32,38	52,79	29,50	15,76	12,46	7,59	5,45	3,97	2,72	0,81	0,45	0,26	0,21	178,97
Мгновенный коэффициент промысловой смертности, 1/год	0,001	0,004	0,022	0,087	0,197	0,261	0,278	0,281	0,282	0,282	0,282	0,282	0,282	0,282	
Годовой коэффициент выживания	0,778	0,809	0,806	0,755	0,674	0,626	0,608	0,596	0,584	0,572	0,558	0,542	0,526	0,526	
Средняя масса рыб, кг	0,09	0,132	0,178	0,227	0,279	0,333	0,39	0,449	0,51	0,573	0,638	0,705	0,773	0,842	
Биомасса на начало года, тыс. т	1,316	4,275	9,396	6,697	4,398	4,149	2,960	2,445	2,025	1,556	0,519	0,318	0,200	0,179	40,433
Биомасса нерестового запаса на начало года, тыс. т	0,000	1,000	5,468	5,545	4,046	3,974	2,904	2,426	2,019	1,556	0,519	0,318	0,200	0,179	30,154
2026															
Численность на начало года, млн экз.	46,15	11,38	26,21	42,53	22,28	10,62	7,80	4,61	3,25	2,32	1,55	0,45	0,24	0,14	179,53
Мгновенный коэффициент промысловой смертности, 1/год	0,001	0,004	0,022	0,085	0,193	0,255	0,272	0,275	0,276	0,276	0,276	0,276	0,276	0,276	
Годовой коэффициент выживания	0,778	0,809	0,806	0,757	0,677	0,629	0,612	0,600	0,588	0,575	0,561	0,546	0,529	0,529	
Средняя масса рыб, кг	0,09	0,132	0,178	0,227	0,279	0,333	0,39	0,449	0,51	0,573	0,638	0,705	0,773	0,842	
Биомасса на начало года, тыс. т	4,153	1,502	4,666	9,655	6,217	3,536	3,041	2,071	1,656	1,330	0,990	0,319	0,189	0,114	39,439
Биомасса нерестового запаса на начало года, тыс. т	0,000	0,351	2,715	7,994	5,720	3,387	2,983	2,055	1,651	1,330	0,990	0,319	0,189	0,114	29,798
2027															
Численность на начало года, млн экз.	46,15	35,91	9,21	21,13	32,19	15,08	6,68	4,77	2,77	1,91	1,33	0,87	0,25	0,13	178,38
Мгновенный коэффициент промысловой смертности, 1/год	0,001	0,006	0,029	0,113	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	0,736	0,634	0,578	0,558	0,547	0,536	0,524	0,511	0,497	0,482	0,482	
Средняя масса рыб, кг	0,09	0,132	0,178	0,227	0,279	0,333	0,39	0,449	0,51	0,573	0,638	0,705	0,773	0,842	
Биомасса на начало года, тыс. т	4,153	4,740	1,639	4,796	8,980	5,020	2,606	2,141	1,411	1,094	0,852	0,614	0,191	0,109	38,346
Биомасса нерестового запаса на начало года, тыс. т	0,000	1,109	0,954	3,971	8,262	4,809	2,557	2,124	1,407	1,094	0,852	0,614	0,191	0,109	28,053
ОДУ, тыс. т	0,004	0,025	0,042	0,467	1,859	1,317	0,717	0,591	0,387	0,297	0,229	0,163	0,050	0,028	6,176

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 2027 г. может составить 6,2 тыс. т, что выше, чем в 2025–2026 гг., несмотря на ожидаемое снижение запаса. Связано это с тем, что с учетом новых данных, полученных в терминальном году, оценки запаса в 2025–2026 гг. изменились в большую сторону. Так, если в 2024 г. прогнозировалось, что в 2025 г. биомасса нерестового запаса составит 24,1 тыс. т, то фактическая величина в 2025 г. была равна 30,2 тыс. т. Прогнозировалось, что в 2026 г. нерестовый запас будет равен 24,2 тыс. т, а с учетом новых данных — 29,8 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 2027 г.

Параметр	5%	25%	50%	75%	95%	Mean	SE
SSB, тыс. т	21,951	25,140	27,500	30,078	34,721	27,833	3,893
C, тыс. т	4,672	5,524	6,061	6,660	7,710	6,116	0,963

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.

При соблюдении ПРП, нерестовый запас желтоперой камбалы Карагинской подзоны после 2025 г. с 95% вероятностью не выйдет за безопасные границы и будет находиться вблизи целевого ориентира (рис. 18).

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 этого в рамках статистического имитационного моделирования методом Монте-Карло была оценена вероятность попадания запаса в опасную зону, как функция величины годового вылова в прогнозные годы: $P(SSB_{2028} < B_{lim} \mid ОДУ_{2026}, ОДУ_{2027})$ и $P(F_{2027} > F_{lim} \mid ОДУ_{2026}, ОДУ_{2027})$. Риск-анализ показал, что риски перелова по росту при рекомендуемой величине вылова желтоперой камбалы Карагинской подзоны в 6,2 тыс. т не превышает

рекомендованного уровня $\alpha=0,2$ [Бабаян, 2000] (рис. 19). Риск перелова по пополнению при этом равен нулю. На основании этих результатов считаем, что нет основания для пересмотра стратегии управления промыслом.

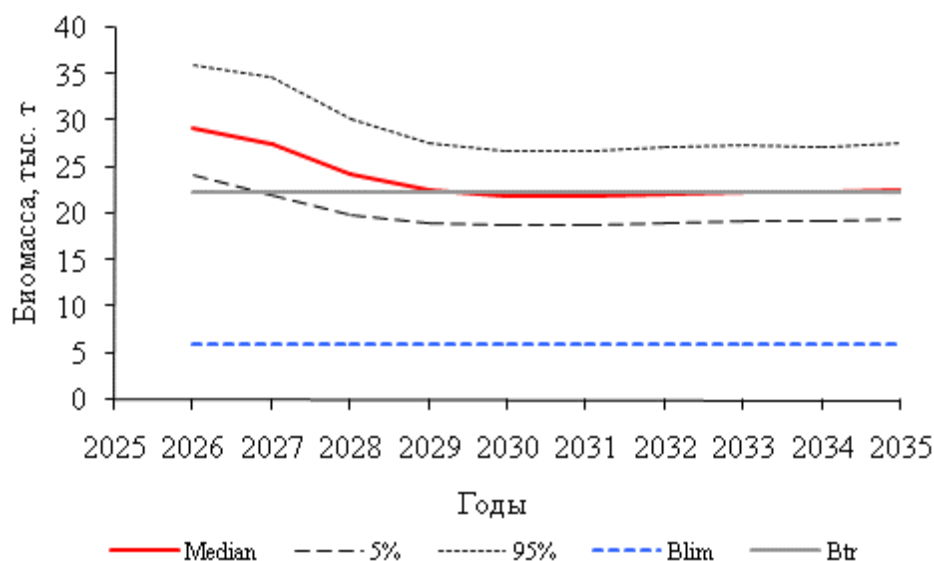


Рис. 18. Модельная динамика биомассы нерестового запаса желтоперой камбалы Карагинской подзоны при рекомендуемой согласно правилу регулирования промысла интенсивности изъятия

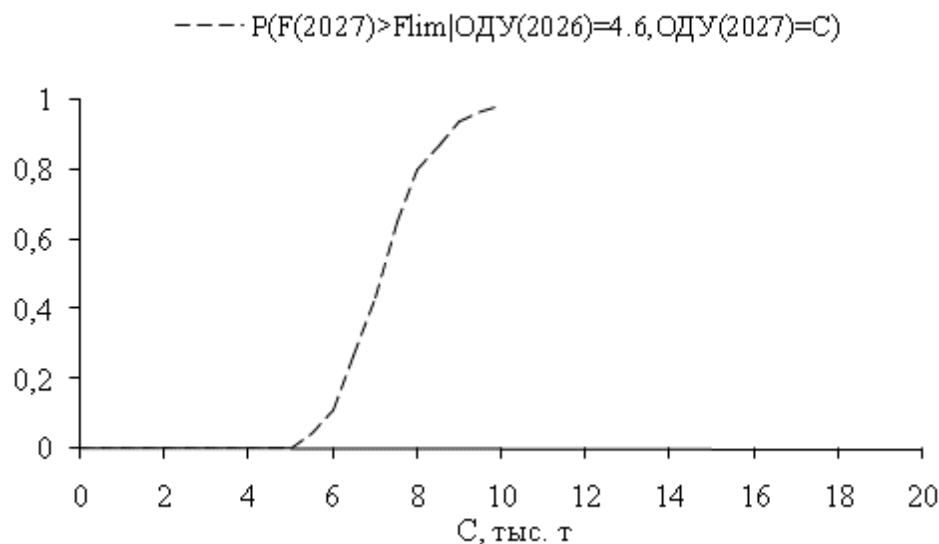


Рис. 19. Анализ вероятности (P) рисков наступления неблагоприятных последствий для запаса желтоперой камбалы Карагинской подзоны

Окончательный вид ПРП желтоперой камбалы Карагинской подзоны с указанной траекторией нерестового запаса в ретроспективе с 2011 по 2025 гг. и на ближайшую перспективу (5 лет) представлен на рисунке 20.

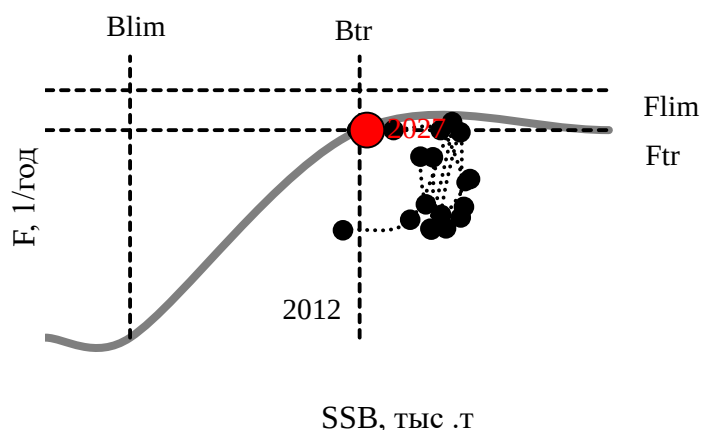


Рис. 20. Реализация правила регулирования промысла желтоперой камбалы Карагинской подзоны

С учетом среднемноголетней доли желтоперой камбалы в промысловых снюрреводных уловах, равной 65,6% (табл. 3), суммарный ОДУ камбал дальневосточных в Карагинской подзоне в 2027 г. может составить округленно 9,5 тыс. т.

Несмотря на положительные результаты диагностики, учитывая тренд на снижение ресурсов, отсутствие донной траловой съемки в 2025 г., что вносит дополнительную неопределенность в оценки запаса, снижение освоения ОДУ (менее 90%) в последние 2 года, неопределенности в оценках пополнения, считаем целесообразным ОДУ камбал в Карагинской подзоне в 2027 г. оставить на уровне 2026 г., т.е. 7,0 тыс. т.

Таким образом, **ОДУ камбал дальневосточных в Карагинской подзоне в 2027 г. составит 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, обоснования ОДУ камбал дальневосточных в Петропавловско-Командорской подзоне в 2027 г. послужили:

— сведения, собранные из снюрреводных уловов на рыбоперерабатывающих заводах ООО «Камчаттралфлот» в феврале–апреле 2025 г. и РК им. В.И. Ленина в декабре 2025 г., на СТР «Мыс Золотой» в марте 2025 г. (массовые промеры камбал (МП) — 2372 экз.);

— результаты донной траловой съемки, выполненной в июне-июле 2025 г. на НИС «МРТК-316» и НИС «Инженер Мартынов» (рис. 21) (количество тралений — 84, МП — 876 экз.);

— 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].

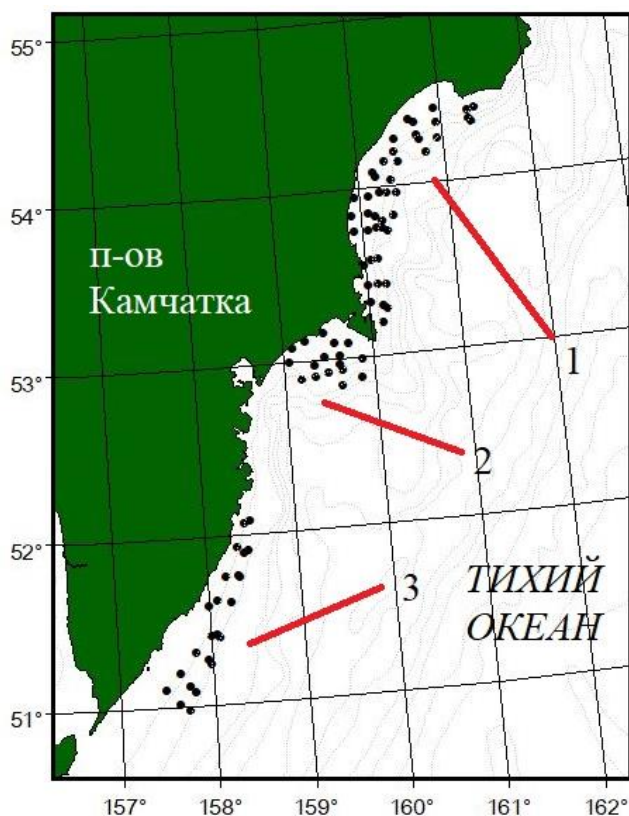


Рис. 21. Схема станций донной траловой съемки, выполненной в Петропавловско-Командорской подзоне в июне-июле 2025 г.: 1 — Кроноцкий залив, 2 — северная часть Авачинского залива, 3 — юго-восточная оконечность Камчатки

Сведения об общем вылове камбал в 2016–2024 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, 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

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

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).

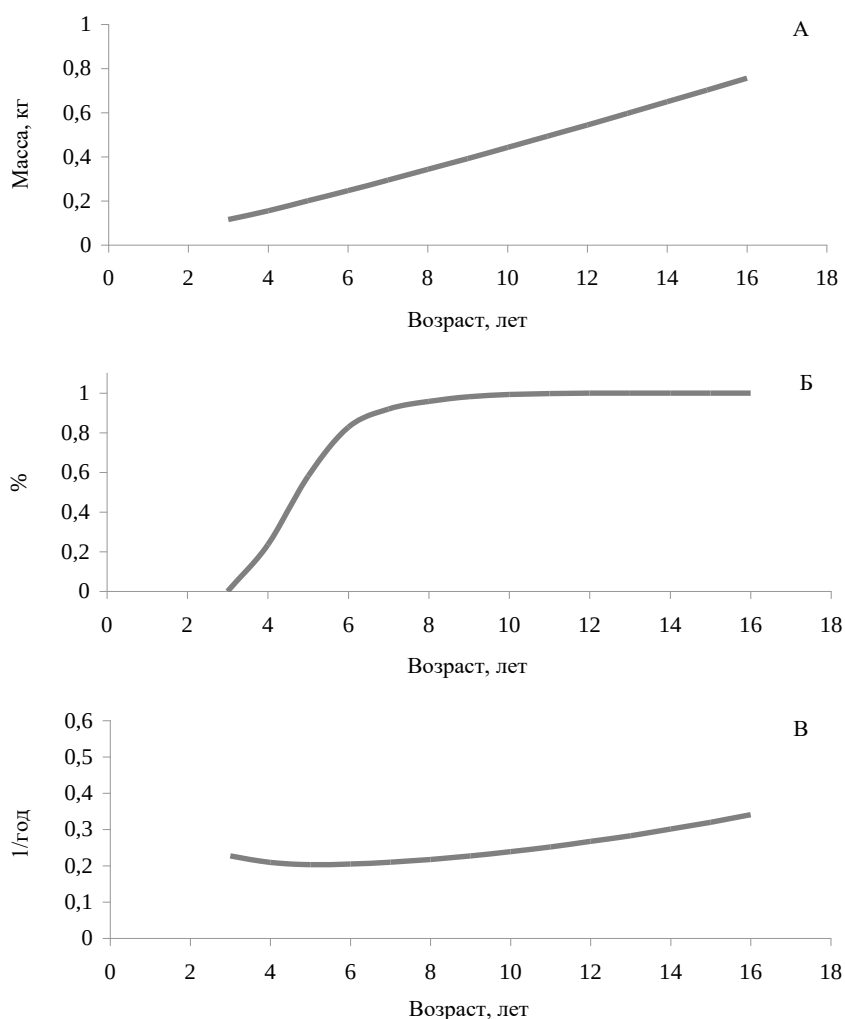


Рис. 22. Исходные данные для модельных расчетов: средняя масса (А), доля половозрелых рыб (Б) и мгновенные коэффициенты естественной смертности (В) двухлинейной камбалы по возрастным группам

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

- вылов (млн экз.) рыб по возрастам (3–16 лет) и годам (1950–2025 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.

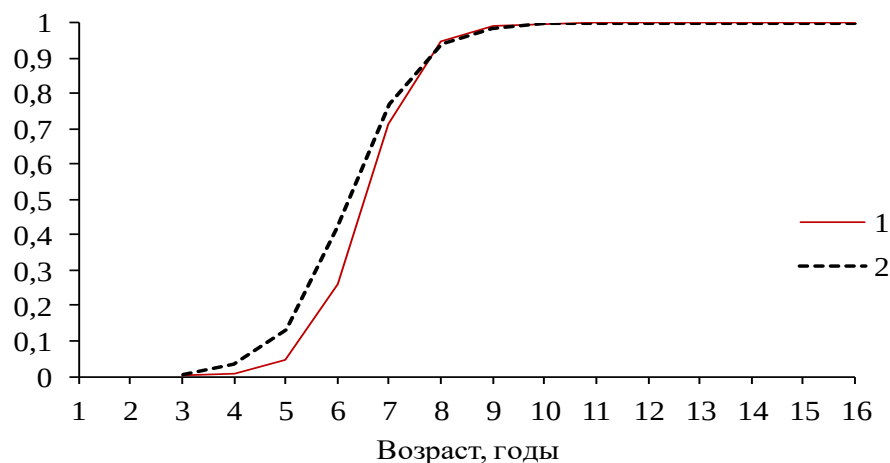


Рис. 23. Возрастные коэффициенты селективности промысла в 1950–1955 гг. (1) и в 1956–2025 гг. (2)

В качестве настроечных индексов для модели использовали уловы на единицу промыслового усилия (т/судосутки) в 2004–2025 гг., стандартизованные по модели GLM относительно судов типа РС-300, ведущих снюрреводный промысел в апреле (рис. 24).

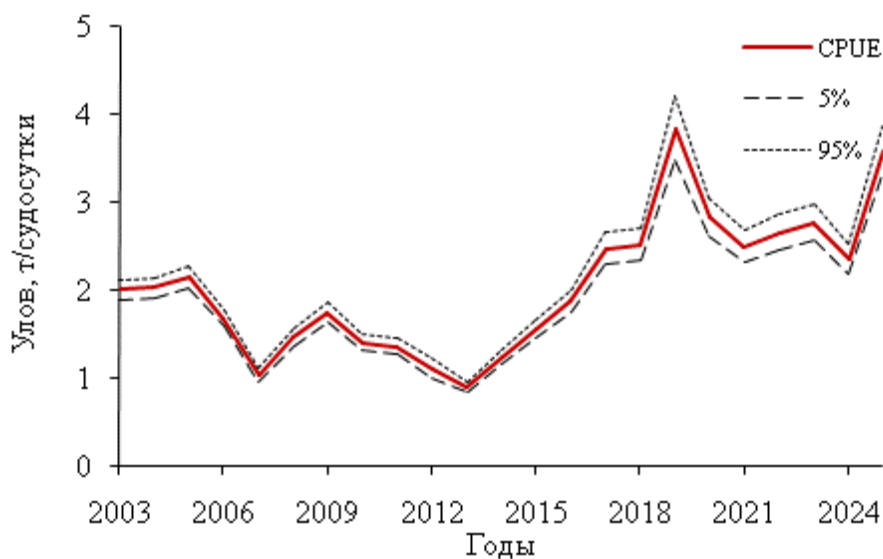


Рис. 24. Стандартизованные уловы на единицу промыслового усилия

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.

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 2025 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 достигали

1447,2 кг, составив в среднем 192,4 кг. Максимальное значение оказалось выше, чем в 2024 г. (1049 кг/ч траления).

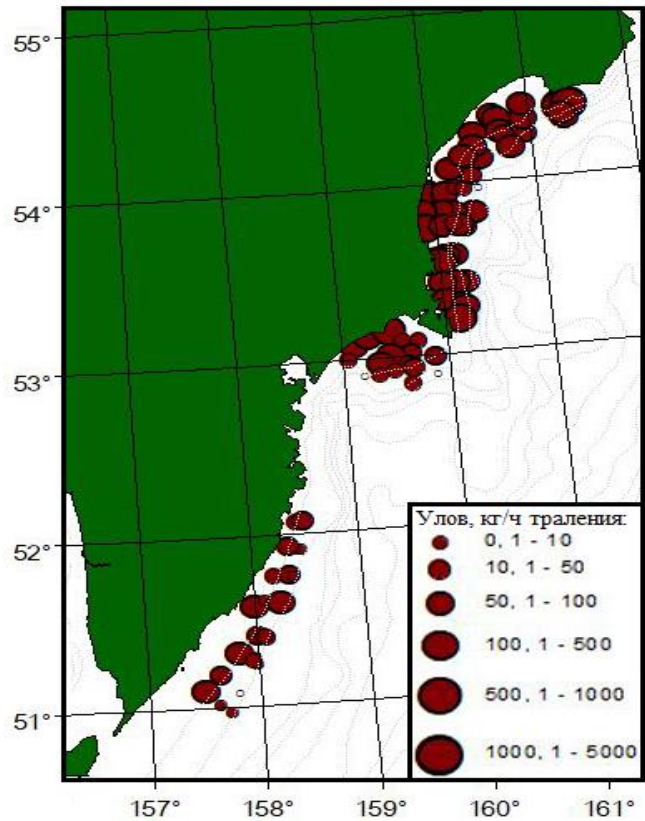


Рис. 25. Распределение уловов северной двухлинейной камбалы в Петропавловско-Командорской подзоне по результатам донной траловой съемки в 2025 г., кг/час траления

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	—
2025	17,443	4,451	2,849	3,536	0,981	1,015
Среднее	9,399	3,777	8,175	2,225	0,823	2,914

* — номера полигонов, как на рисунке 21

Всего в 2025 г. индекс общей численности северной двухлинейной камбалы на 3 реперных полигонах составил 96,779 млн экз., общей биомассы — 20,903 тыс. т, что существенно выше, чем в предыдущие 5 лет (табл. 7). В целом в терминальном году на всех полигонах показатели обилия существенно увеличились в сравнении с прошлыми годами. Как указывалось выше, из-за резких изменений индексов численности и биомассы в смежные годы, отсутствия выраженной динамики запаса, оценки биомассы по результатам донных траловых съёмок в модельных расчетах не используются.

Таблица 7

Межгодовая динамика индексов общей численности (N) и биомассы (B) северной двухлинейной камбалы (KY=1) по полигонам и годам в Петропавловско-Командорской подзоне по результатам донных траловых съёмок

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
2025	80,113	9,384	7,282	96,779	16,240	2,069	2,594	20,903

* — номера полигонов, как на рисунке 21

По результатам донной траловой съёмки 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.

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%).

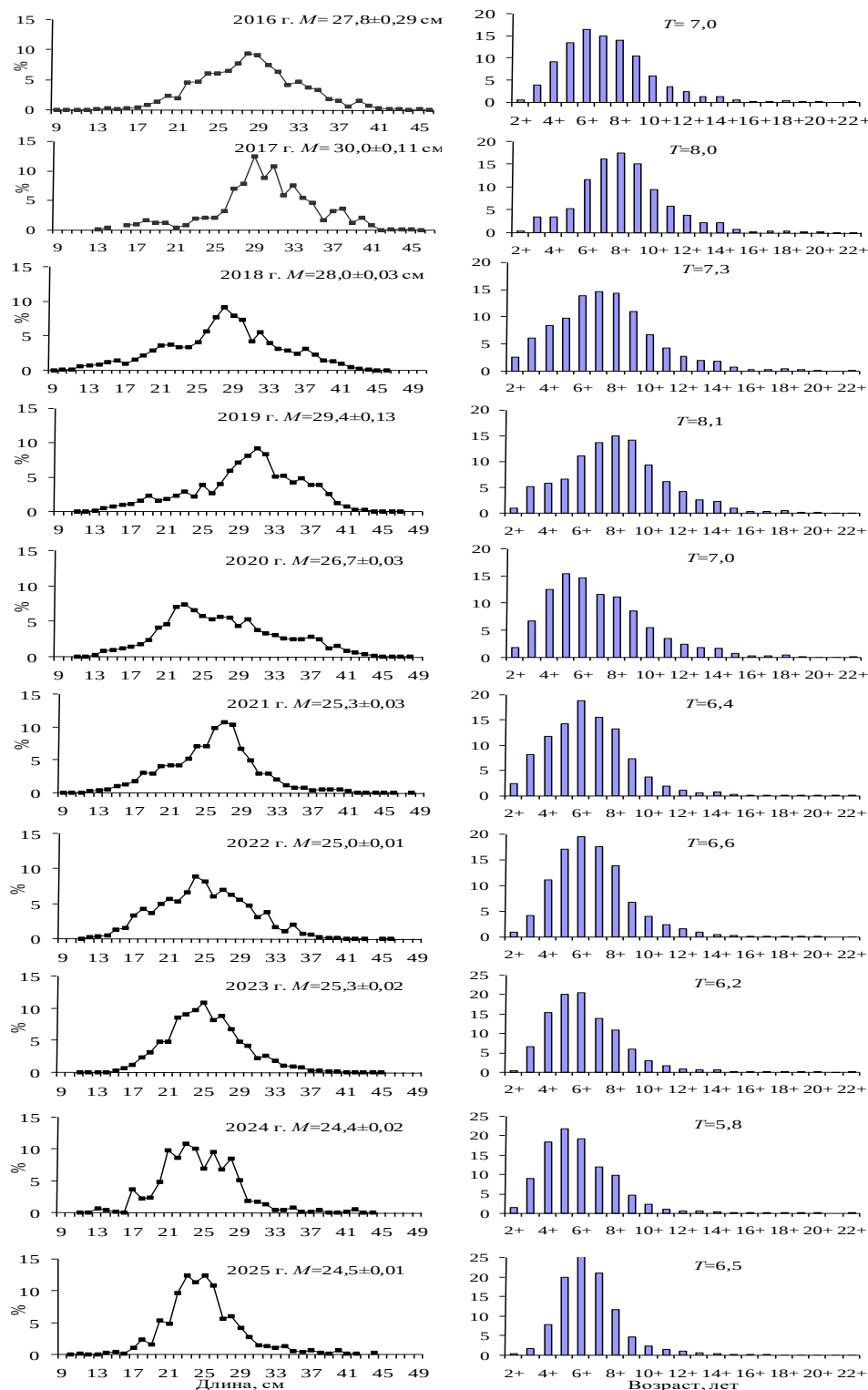


Рис. 26. Размерно-возрастной состав двухлинейной камбалы на стандартных полигонах в Петропавловско-Командорской подзоне в 2016–2025 гг. по данным донных траловых съемок

По результатам донной траловой съемки, выполненной в 2024 г., 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%).

В 2025 г. размерный состав был представлен рыбами длиной 10–44 см, (средняя длина — 24,5 см) Преобладали особи размером 23–28 см (46,8%). Относительная численность 3-годовиков не превышала 2%, что почти в 4,5 раза меньше в сравнении с прошлым годом (в 2024 г. — 8,8%). Таким образом, говорить об урожайности рыб поколения 2022 г. вряд ли возможно.

В результате модельных расчетов оценка общего запаса северной двухлинейной камбалы в подзоне в возрасте 3–16 лет на начало 2025 г. составила 81,9 тыс. т, а нерестового — 64,4 тыс. т (рис. 27–28).

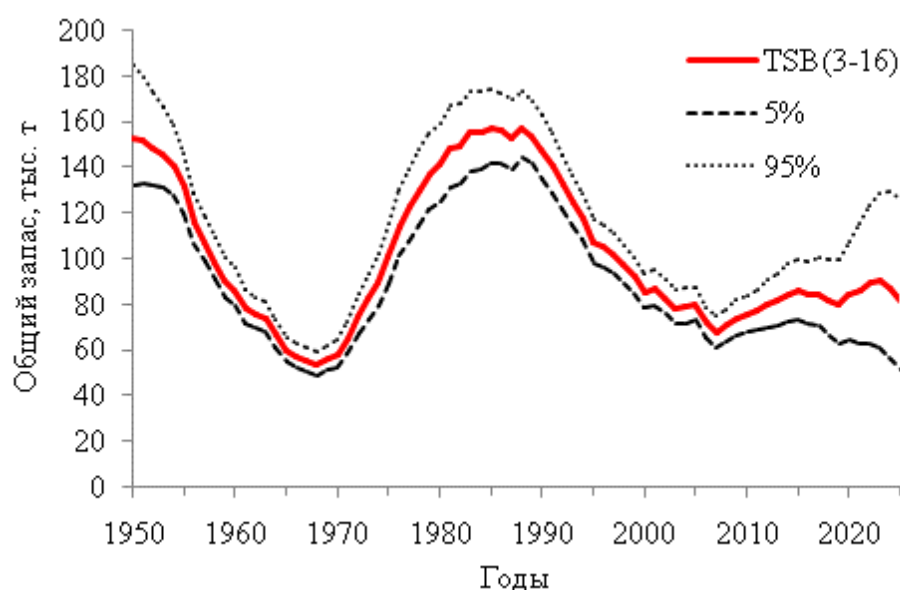


Рис. 27. Межгодовая динамика биомассы общего запаса (TSB) и процентили бутстреп-распределения ее оценок

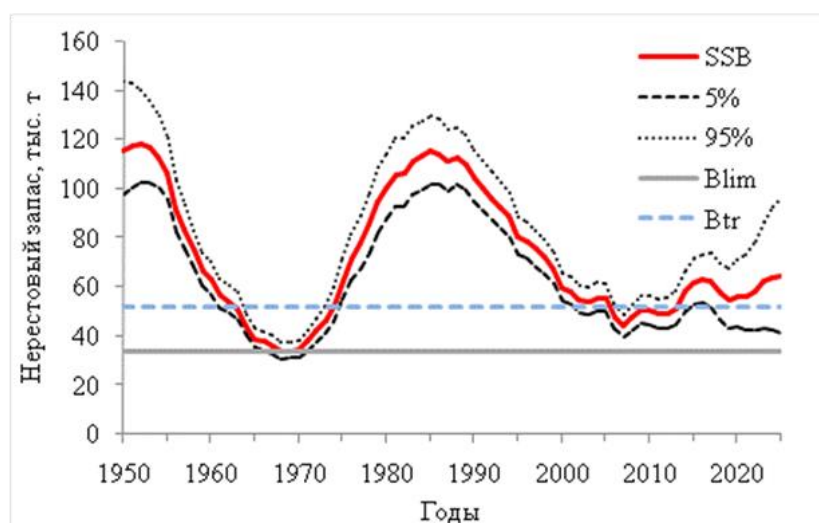


Рис. 28. Межгодовая динамика биомассы нерестового запаса (SSB) и процентили бутстреп-распределения ее оценок

Наметившийся после 2012 г. рост нерестового запаса, связанный, в первую очередь, с пополнением рыб урожайных поколений 2007–2009 гг., сменился снижением из-за появления ряда поколений 2011–2013 гг. численностью гораздо ниже среднегололетнего уровня (рис. 29). С учетом новых данных, численность поколений 2017–2019 гг. оценивается выше, чем ранее. С этими поколениями и связан рост нерестового запаса в последние годы. Однако генерации 2021 и 2022 гг. оцениваются, как малочисленные, что уже привело к смене тренда биомассы общего запаса с положительного на отрицательный (рис. 27). При этом отметим, что, по модельным оценкам, в настоящее время биомасса нерестового запаса выше целевого ориентира. Оценка вероятности того, что биомасса нерестового запаса на начало 2025 г. превышает значение целевого ориентира, составляет 80%.

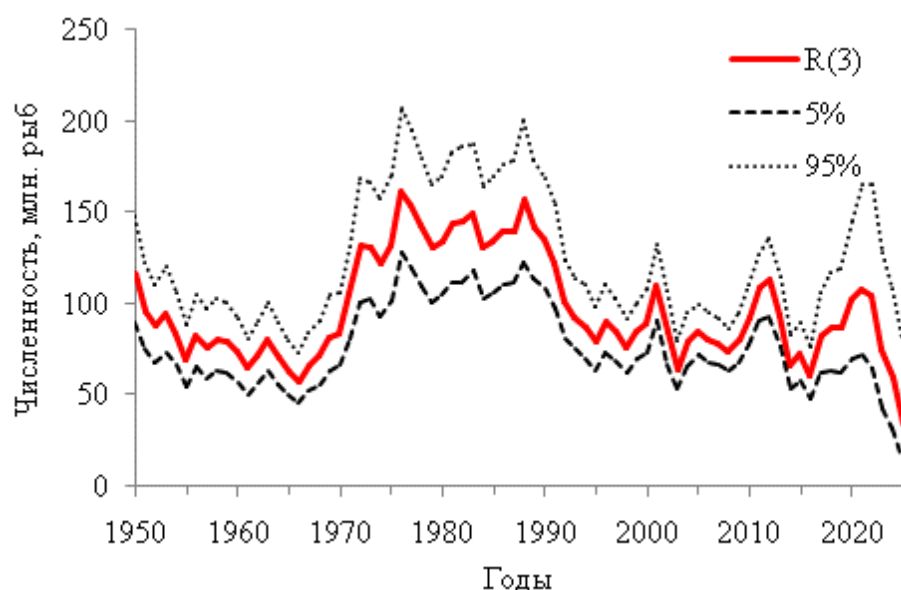


Рис. 29. Межгодовая динамика численности пополнения и процентили бутстреп-распределения ее оценок

Межгодовая динамика промыслового запаса представлена на рисунке 30.

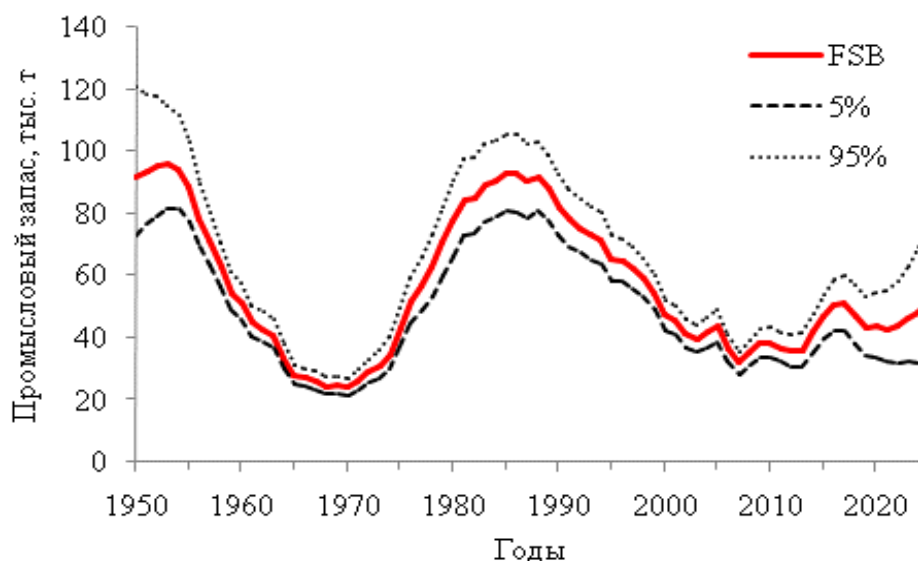


Рис. 30. Межгодовая динамика биомассы промыслового запаса (FSB) и процентили бутстреп-распределения ее оценок

Изменение оценок коэффициентов промысловой смертности представлено 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.

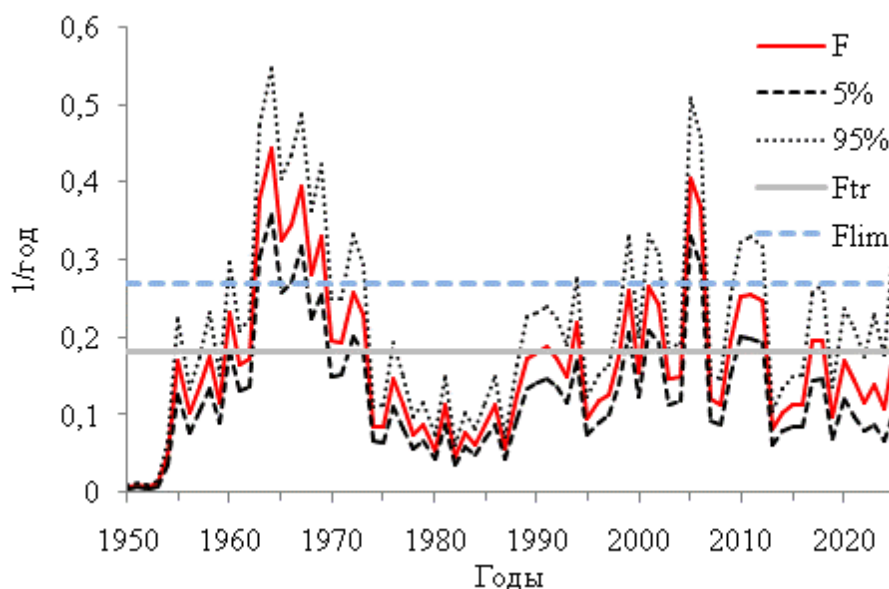


Рис. 31. Межгодовая динамика коэффициента промысловой смертности селективно полностью изымаемых рыб и процентили бутстреп-распределения

Вероятностные характеристики полученных оценок - средние, среднеквадратические отклонения и доверительные интервалы оценили с помощью процедуры условного параметрического бутстрепа. 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]. История промыслового освоения запасов камбал 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 2016 по 2025 гг. вылов камбал в Петропавловско-Командорской подзоне изменялся от 7,403 тыс. т до 11,301 тыс. т и в среднем составлял 9,938 тыс. т (табл. 8). В 2025 г. было добыто 10,0 тыс. т камбал (87,1% ОДУ).

Перелов ОДУ в 2020 г. вызван ростом изъятия камбал в виде «прилова». Согласно правилам рыболовства, промышленники имеют возможность добывать в качестве прилова ресурсы, не поименованные в разрешении 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 дальневосточных в Петропавловско-Командорской подзоне

Год	ОДУ, тыс. т	Вылов, тыс. т	Освоение, %
2016	10,1	9,255	91,6
2017	11,4	10,485	92,0
2018	11,0	10,129	92,1
2019	9,9	9,526	96,2
2020	11,0	11,248	102,3
2021	11,9	10,227	85,9
2022	11,3	9,790	86,6
2023	12,9	11,301	87,6
2024	8,5	7,403	87,1
2025	11,5	10,011	87,1
Среднее	11,0	9,938	90,3

В среднемноголетнем аспекте с января по апрель добывается более 60,0% камбал от общего вылова за год. К маю уловы снижаются до 4,9%, а с ноября — вновь возрастают (рис. 32).

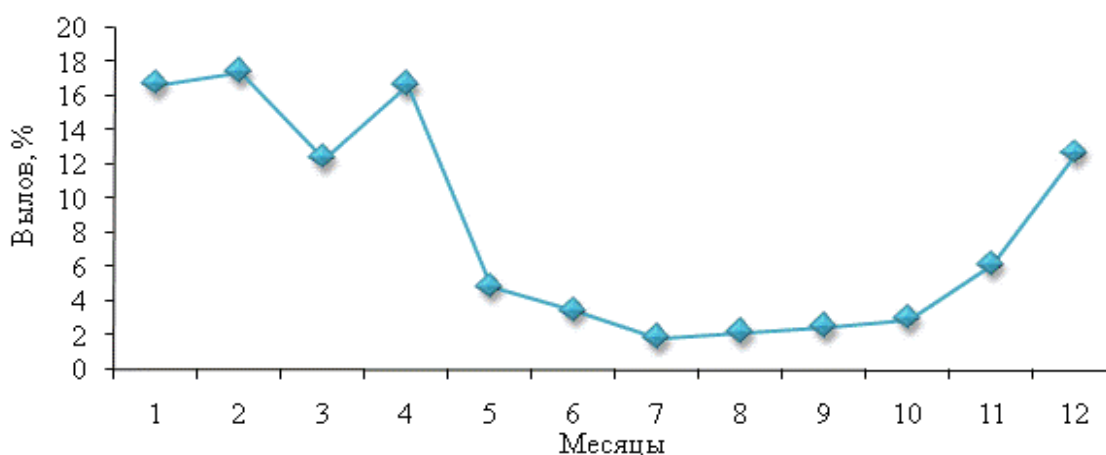


Рис. 32. Среднемноголетняя доля вылова камбал дальневосточных по месяцам от общегодового улова в Петропавловско-Командорской подзоне в 2016–2025 гг.

По данным из снюрреводных уловов НИС «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 2015–2025 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 среднегодовые значения, полученные в 2012–2014 гг.

Таблица 9

Соотношение промысловых видов камбал дальневосточных 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 2025 г. размерные составы двухлинейной камбалы в Петропавловско-Командорской подзоне в снюрреводных уловах в зимне-весенний период незначительно отличались (рис. 33).

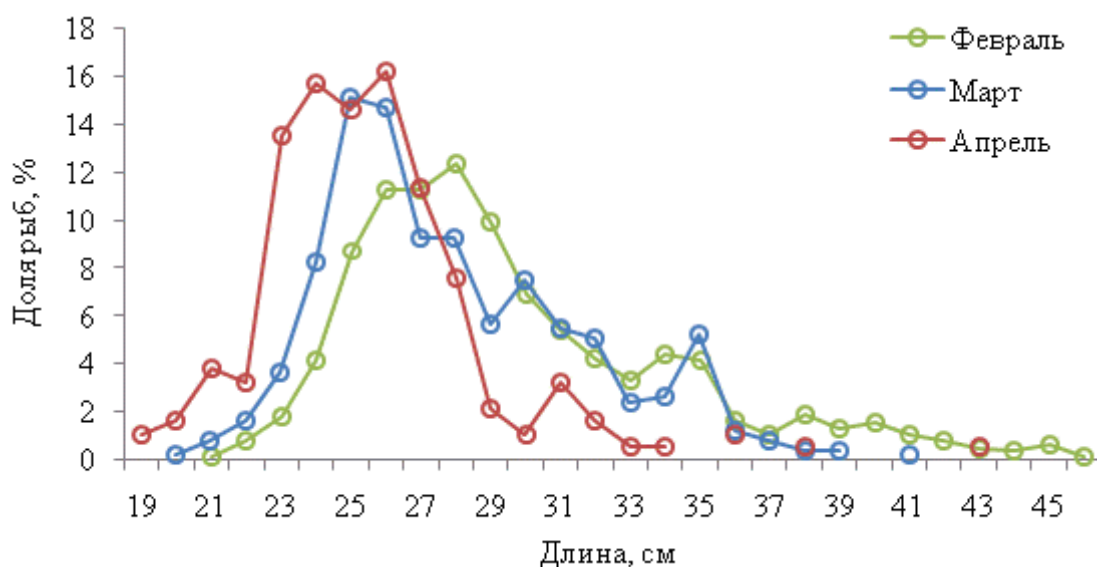


Рис. 33. Размерный состав двухлинейной камбалы из уловов снюрревода в Петропавловско-Командорской подзоне в феврале-апреле 2025 г. (февраль: $n = 846$ шт., $M = 29,2$ см; март: $n = 495$ шт., $M = 27,5$ см; апрель: $n = 185$ шт., $M = 25,2$ см)

В феврале длина рыб изменялась от 21 до 46 см. Основу уловов составляли особи размером 26–28 см (35,1%). В марте размерный состав двухлинейной камбалы был представлен более мелкими рыбами, длина которых варьировала от 20 до 41 см, а преобладали особи размером 25–28 см (48,5%). В апреле длина рыб изменялась от 19 до 43 см, а основную часть улова формировали особи размером 23–27 см, составляя более 70,0%.

Итоговый размерный состав двухлинейной камбалы в снюрреводных уловах рассчитывали с учетом количества изъятых промыслом рыб за каждый месяц в количественном выражении. Из-за недостаточного объема

данных сделан ряд допущений: размерный состав рыб в уловах в январе принят аналогичным февральскому, в мае–сентябре — апрельскому, в октябре–ноябре — декабрьскому.

По обобщенным данным, в 2025 г. в промысловых уловах длина двухлинейной камбалы изменялась от 19 до 47 см, составляя в среднем 26,8 см (рис. 34), а преобладали особи размерных групп 24–27 см (47,4%).

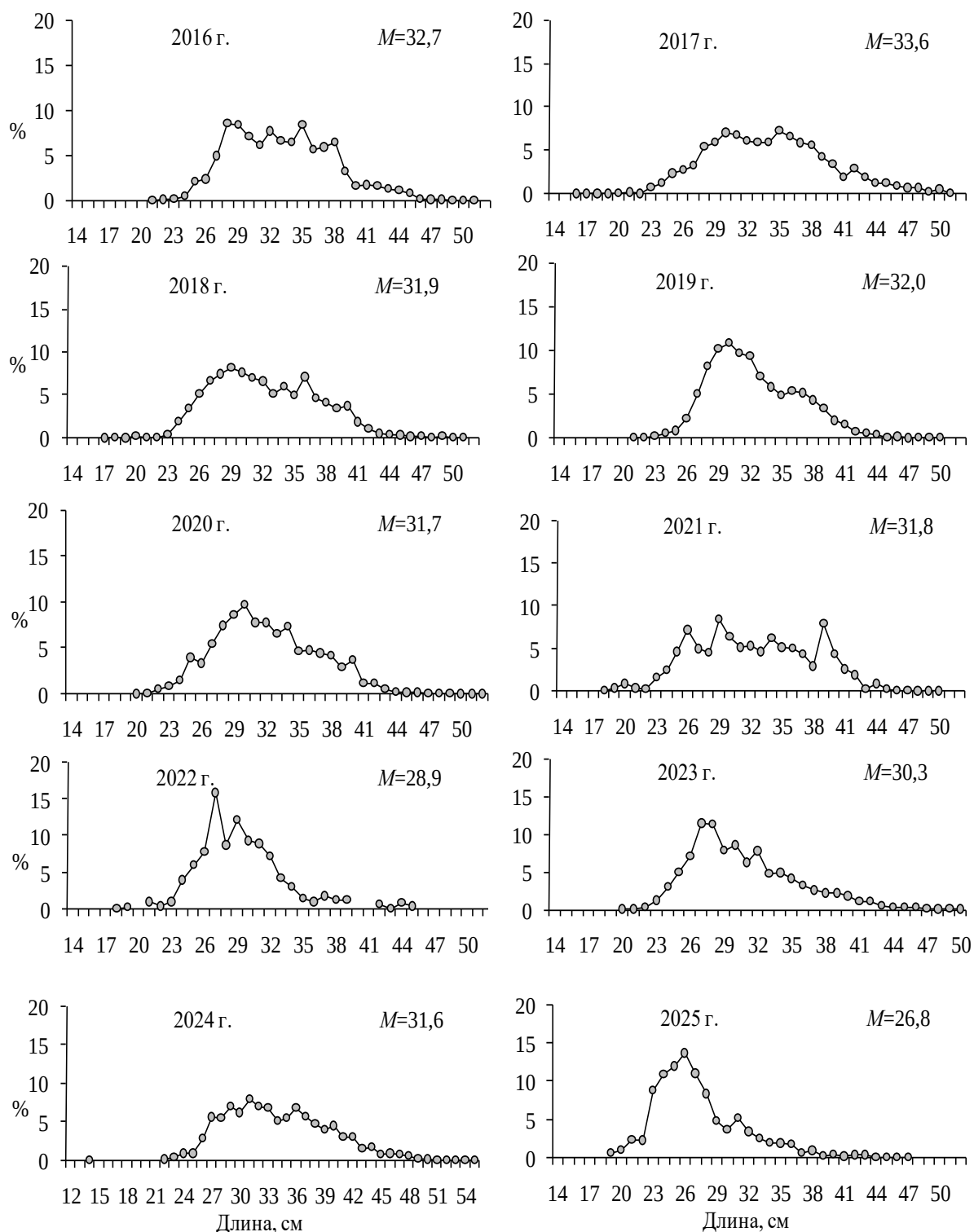


Рис. 34. Межгодовая динамика размерного состава двухлинейной камбалы в снюрреводных уловах в Петропавловско-Командорской подзоне

За последнее десятилетие наиболее мелкие особи облавливались в 2022 и 2025 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 2016 г. преобладали особи 7–9 лет (48,4%), а доля 3–4-годовалых рыб составляла менее 1,0% (рис. 35). С 2017 по 2024 гг. основу уловов (около 50,0%) составляли особи одних и тех же когорт — 6–9 лет.

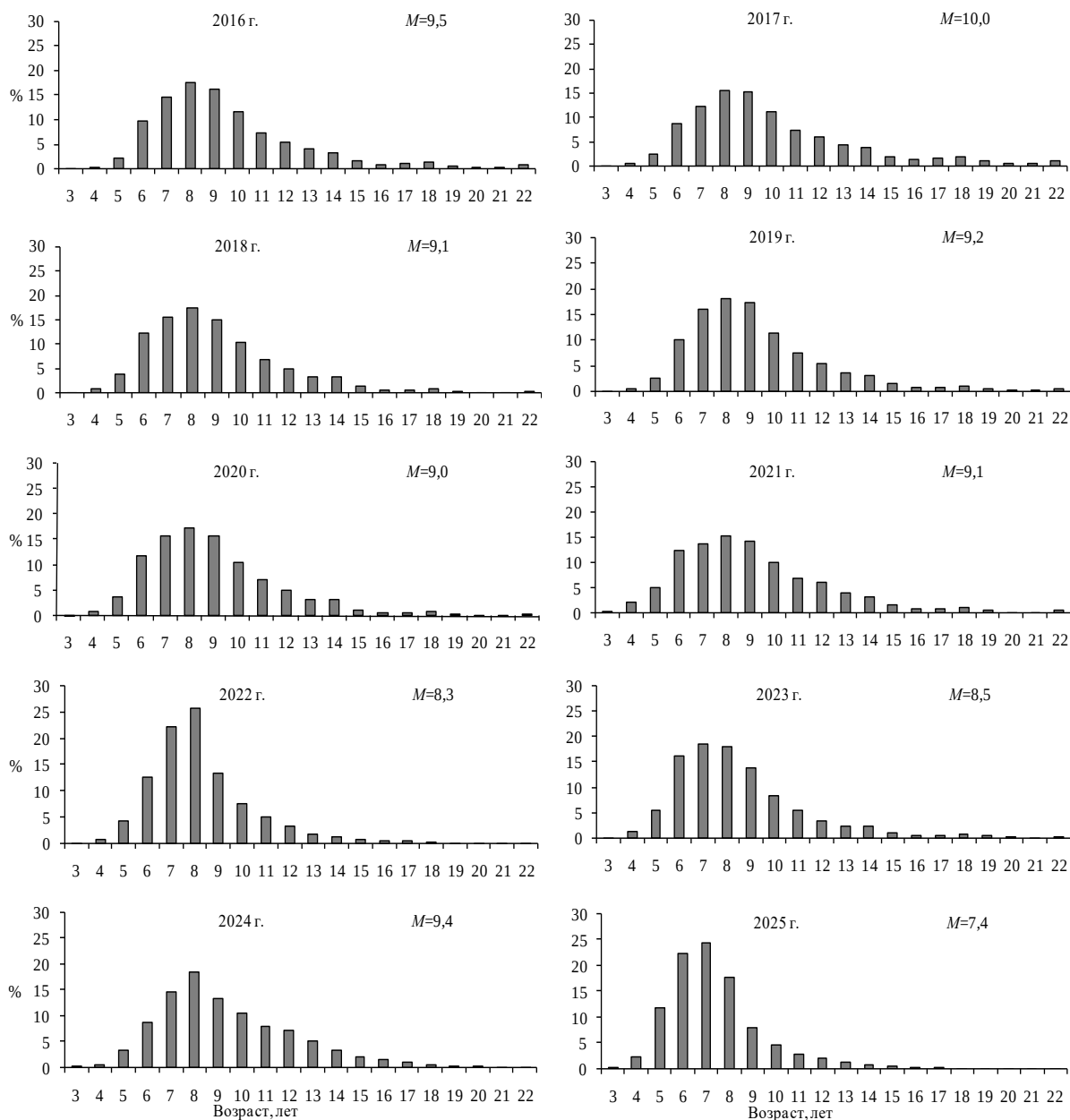


Рис. 35. Межгодовая динамика возрастного состава северной двухлинейной камбалы в снюрреводных уловах в Петропавловско-Командорской подзоне

В 2025 г. возрастной состав двухлинейной камбалы в основном представлен рыбами 6–8 лет (64,4%). Доля 3–5-годовалых рыб была существенной и составляла 14,4%.

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.

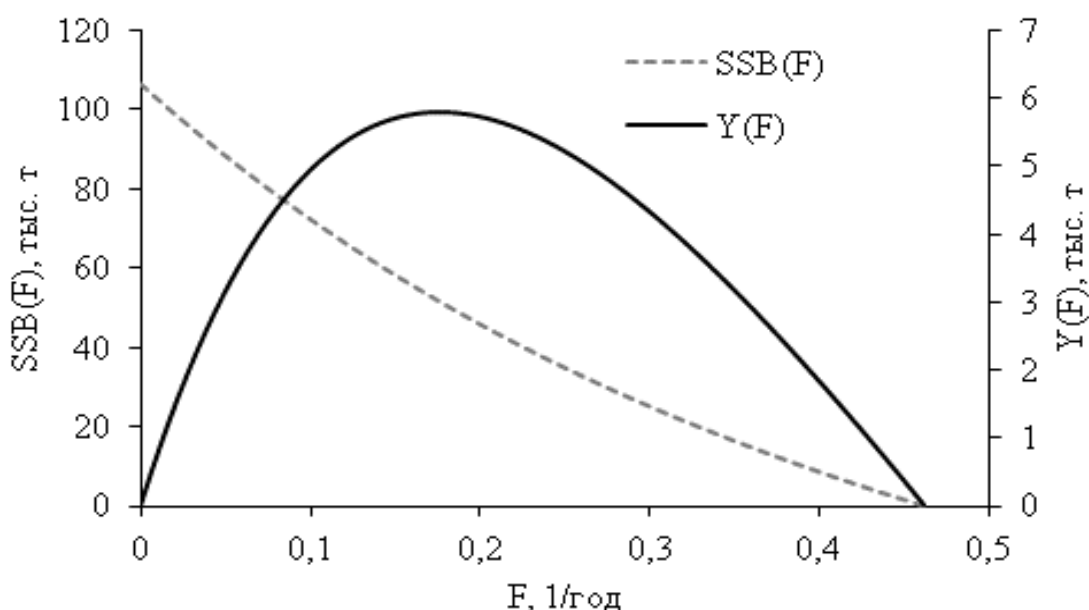


Рис. 36. Кривые равновесной биомассы и равновесного улова

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:

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

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

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

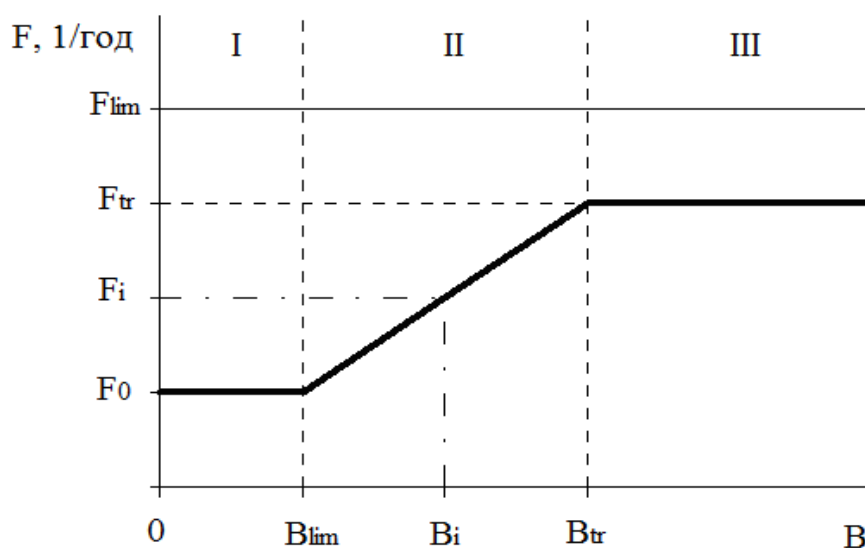


Рис. 37. Схема ПРП двухлинейной камбалы Петропавловско-Командорской подзоны

Прогнозирование состояния запаса

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.

В качестве пополнения запаса двухлинейной камбалы Петропавловско-Командорской подзоны на прогнозный период принимали среднюю за последние 10 лет численность 3-годовиков. По расчетам, в 2026–2027 гг. она составит 79,8 млн экз. Мгновенные коэффициенты промысловой смертности в 2026 г. для селективно полностью изымаемых возрастных групп ($0,1404 \text{ год}^{-1}$) соответствуют вылову северной двухлинейной камбалы Петропавловско-Командорской подзоны, равному 5,82 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 будут уменьшаться, главным образом, из-за низкой численности поколений 2020–2022 гг. В 2027 г. общий запас двухлинейной камбалы Петропавловско-Командорской подзоны в возрасте 3–16 лет составит 76,5 тыс. т, а нерестовый — 55,2 тыс. т. Оцененная вероятность того, что биомасса нерестового запаса на начало 2026 г. превысит значение целевого ориентира, составляет 70%, значение граничного ориентира — 100%.

Таблица 10

Оценки численности и биомассы северной двухлинейной камбалы Петропавловско-Командорской подзоны в возрасте 3 года и старше в 2025–2027 гг.

	Возраст, лет														Всего
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
2025															
Численность на начало года, млн экз.	34,21	47,59	47,99	53,96	43,41	30,24	18,32	12,82	8,30	4,11	3,22	1,88	1,69	1,30	309,04
Мгновенный коэффициент промысловой смертности, 1/год	0,001	0,005	0,024	0,077	0,143	0,173	0,181	0,183	0,183	0,183	0,183	0,183	0,183	0,183	
Годовой коэффициент выживания с учетом промыслового изъятия	0,796	0,807	0,797	0,754	0,703	0,677	0,665	0,656	0,647	0,638	0,627	0,616	0,605	0,605	
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	3,97	7,38	9,65	13,33	12,76	10,37	7,18	5,66	4,09	2,24	1,92	1,22	1,19	0,98	81,94
Биомасса нерестового запаса на начало года, тыс. т	0,00	1,73	5,61	11,04	11,74	9,94	7,04	5,62	4,08	2,24	1,92	1,22	1,19	0,98	64,35
2026															
Численность на начало года, млн экз.	79,82	27,23	38,41	38,26	40,71	30,50	20,47	12,18	8,41	5,37	2,62	2,02	1,16	1,02	308,182
Мгновенный коэффициент промысловой смертности, 1/год	0,001	0,004	0,018	0,059	0,109	0,133	0,139	0,140	0,140	0,140	0,140	0,140	0,140	0,140	
Годовой коэффициент выживания	0,796	0,808	0,802	0,768	0,727	0,705	0,694	0,685	0,675	0,665	0,655	0,643	0,631	0,631	
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	9,26	4,22	7,72	9,45	11,97	10,46	8,03	5,38	4,14	2,93	1,57	1,31	0,82	0,77	78,03
Биомасса нерестового запаса на начало года, тыс. т	0,00	0,99	4,49	7,82	11,01	10,02	7,87	5,34	4,13	2,93	1,57	1,31	0,82	0,77	59,07
2027															
Численность на начало года, млн экз.	79,82	63,55	22,01	30,79	29,38	29,58	21,50	14,20	8,34	5,68	3,57	1,72	1,30	0,73	312,17
Мгновенный коэффициент промысловой смертности, 1/год	0,001	0,005	0,023	0,076	0,141	0,171	0,179	0,181	0,181	0,181	0,181	0,181	0,181	0,181	
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	9,26	9,85	4,42	7,60	8,64	10,14	8,43	6,28	4,11	3,09	2,13	1,11	0,91	0,55	76,52
Биомасса нерестового запаса на начало года, тыс. т	0,00	2,31	2,57	6,30	7,95	9,72	8,27	6,23	4,10	3,09	2,13	1,11	0,91	0,55	55,24
ОДУ, тыс. т	0,01	0,05	0,09	0,50	1,03	1,44	1,24	0,93	0,60	0,45	0,31	0,16	0,13	0,08	7,02

Обоснование рекомендованного объёма ОДУ

Прогнозная оценка биомассы нерестового запаса на начало 2027 г. соответствует области эксплуатации восстановленного запаса (режим III на рис. 37). Согласно ПРП, рекомендованное значение промысловой смертности для селективно полностью изымаемых возрастных групп составляет 0,181 год⁻¹.

Величину вылова в 2027 г. 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 2027 г. составит 7,0 тыс. т, что выше, чем в 2025–2026 гг., несмотря на ожидаемое снижение запасов. В этой связи необходимо отметить, что в прогнозе на 2026 г. прогнозная оценка нерестового запаса на начало 2026 г. составляла 50,4 тыс. т. Этой величине соответствовала величина ОДУ камбал 9,100 тыс. т. С учетом новых сведений об урожайности поколений 2017–2019 гг., в настоящем обосновании оценка нерестового запаса северной двухлинейной камбалы на начало 2026 г. скорректирована до 59,1 тыс. т. Согласно ПРП, в 2026 г. при такой величине запаса вылов камбал составил бы 11,6 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 среднемноголетним. 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 2027 г. (табл. 11).

Таблица 11

Статистические характеристики прогнозных оценок биомассы нерестового запаса, коэффициентов промысловой смертности и ОДУ в 2027 г.

Параметр	5%	25%	50%	75%	95%	Mean	SE
SSB, тыс. т	44,97	50,61	54,74	59,86	67,21	55,44	6,99
F, 1/год	0,114	0,171	0,181	0,181	0,181	0,170	0,023
ОДУ, тыс. т	3,76	6,05	6,98	7,62	8,66	6,71	1,48

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: $P(SSB_{2028} < B_{lim} | ОДУ_{2026}, ОДУ_{2027})$ и $P(F_{2027} > F_{lim} | ОДУ_{2026}, ОДУ_{2027})$. Проведенный анализ показал, что риски перелова по пополнению и перелова по росту при рекомендуемой величине ОДУ двухлинейной камбалы Петропавловско-Командорской подзоны в 7,0 тыс. т не превышают рекомендованного уровня $\alpha = 0,1-0,2$ (рис. 38) [Бабаян, 2000].

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.

Окончательный вид ПРП с указанной траекторией запаса, включающей период времени с 2013 по 2025 гг. и ближайшую перспективу (5 лет), представлен на рисунке 40.

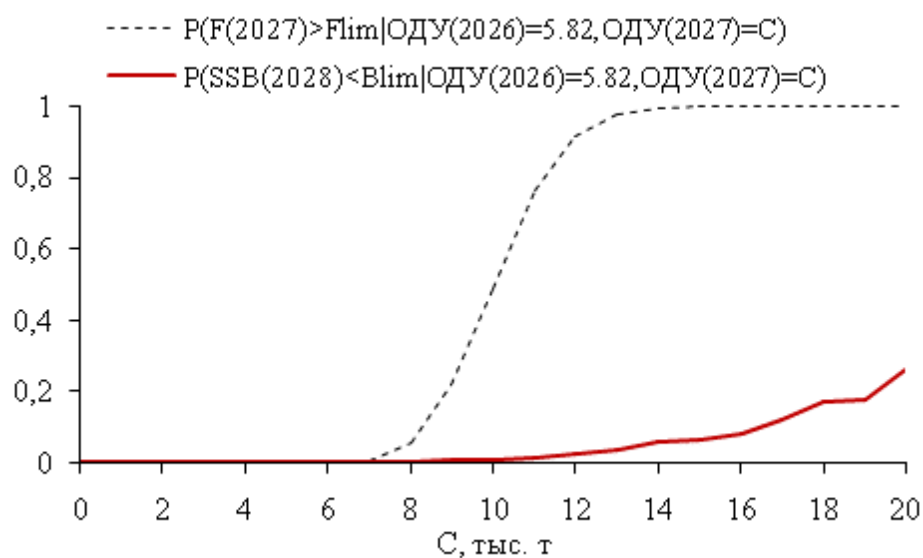


Рис. 38. Анализ рисков наступления неблагоприятных последствий для запаса двухлинейной камбалы Петропавловско-Командорской подзоны

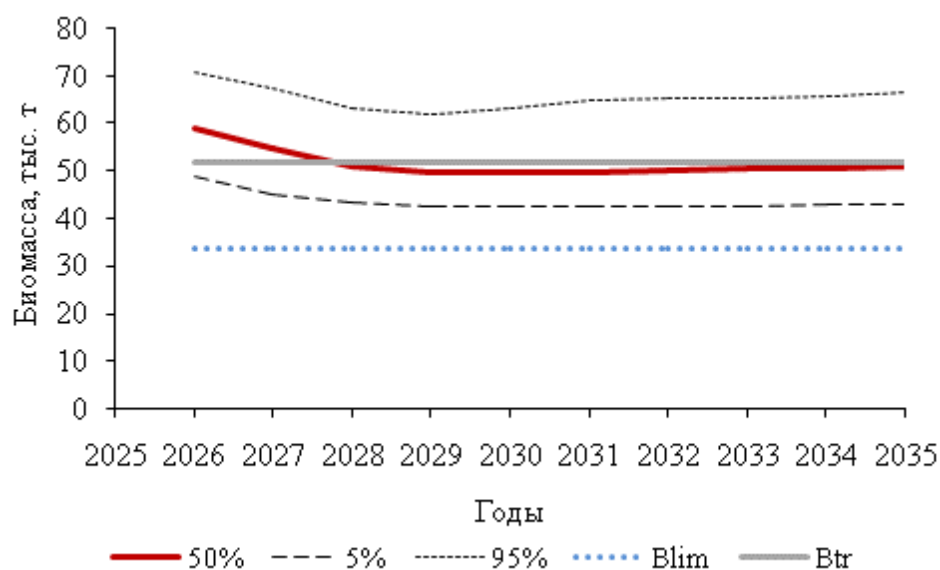


Рис. 39. Процентили распределения оценок биомассы нерестового запаса двухлинейной камбалы Петропавловско-Командорской подзоны в 2026–2035 гг. при рекомендованной согласно ПРП интенсивности изъятия

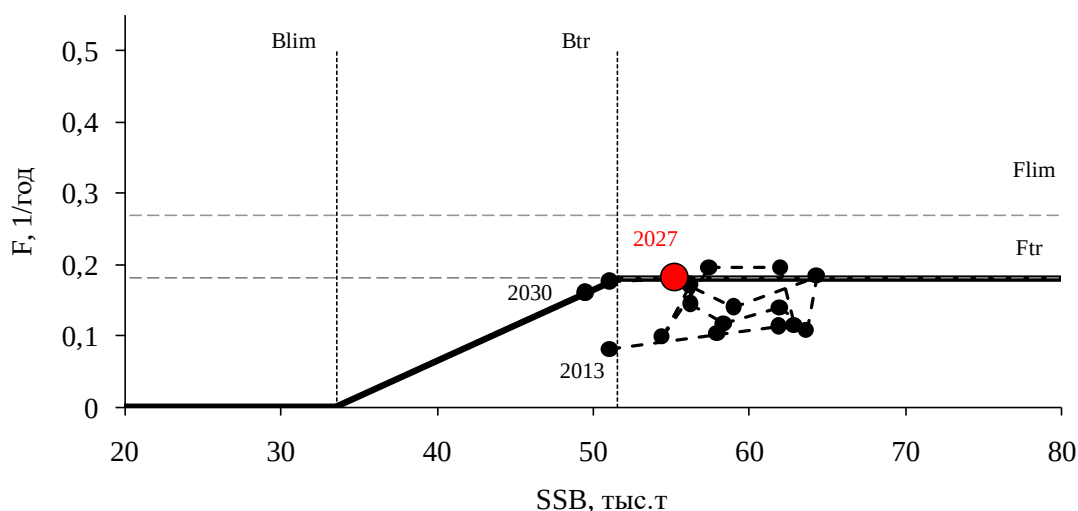


Рис. 40. Реализация правила регулирования промысла камбал дальневосточных Петропавловско-Командорской подзоны

С учетом среднемноголетней доли северной двухлинейной камбалы в снюрреводных уловах (63,8%), в 2027 г. ОДУ камбал дальневосточных в Петропавловско-Командорской подзоне составит округленно 11,0 тыс. т.

Несмотря на положительные результаты диагностики, учитывая тренд на снижение ресурсов, неопределенности в оценках пополнения, считаем целесообразным ОДУ камбал в Петропавловско-Командорской подзоне в 2027 г. оставить на уровне 2026 г., т.е. 9,1 тыс. т.

Таким образом, **ОДУ камбал дальневосточных в Петропавловско-Командорской подзоне в 2027 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 2025 гг. Сбор биостатистической промысловой информации последних лет позволили получить массовые промеры камбал в следующем количестве: в

2021 г. – 604 экз., в 2022 г. – 773 экз., в 2023 г. – 1658 экз., в 2024 г. – 1957 экз., в 2025 г. – 1681 экз. В мае 2021 г. была выполнена (последняя на данный момент) траловая научная съемка на НИС «Дм. Песков» в объеме 70 станций, где промерено и проанализировано 1968 и 50 экз. камбал, соответственно.

Информация по вылову и динамике уловов на усилие в 2003–2025 гг. в подзоне Северо-Курильской Тихоокеанской 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 информационному 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).

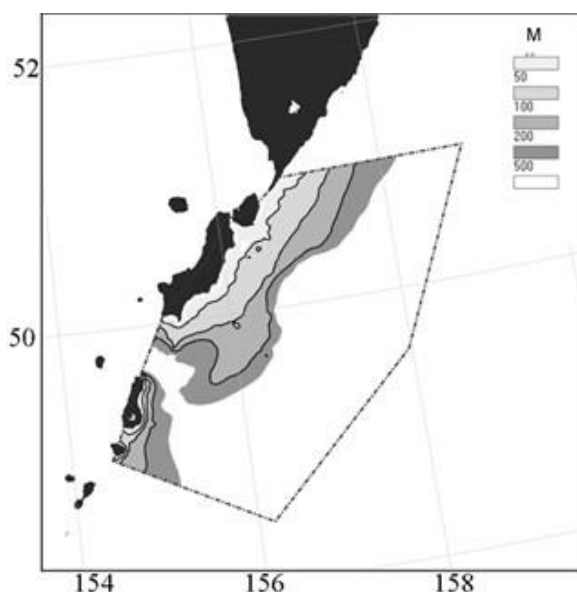


Рис. 41. Район проведения донных траловых съемок «СахНИРО» (выделен полигон, в пределах которого производилась оценка биомассы северной двухлинейной камбалы)

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 среднемноголетнего 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.

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.

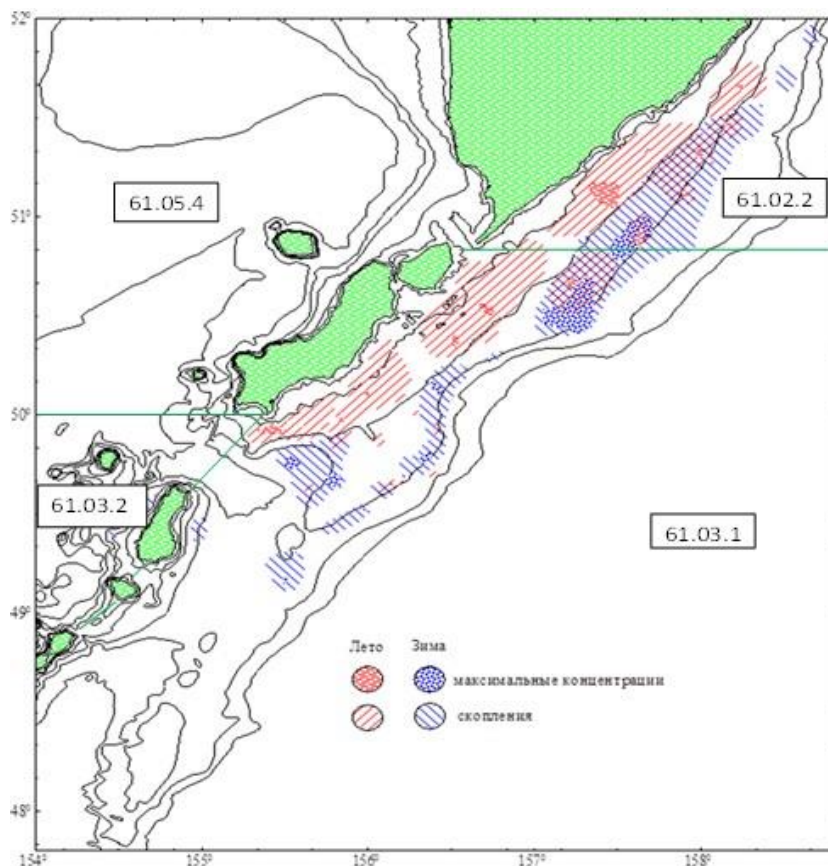


Рис. 42. Схема распределения скоплений северной двухлинейной камбалы у тихоокеанского побережья северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки; 61.02.2 – подзона Петропавловско-Командорская Восточно-Камчатской зоны, 61.03.2 – подзона Охотоморская Северо-Курильской зоны, 61.03.1 – подзона Тихоокеанская Северо-Курильской зоны, 61.05.4 – подзона Камчатско-Курильская зоны Охотское море

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 2023–2025 гг. вылов остался на том же уровне, достигнув 1,7–1,9 тыс. т (табл. 12).

Таблица 12

Освоение запаса камбал дальневосточных Северо-Курильской Тихоокеанской подзоны в 2003–2025 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	82	0,5
2024	2,10	1,7	81	0,1
2025	2,45	1,9	78	0,1
Среднее	3,95	2,9	73	1,3

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 2003-2025 гг. выловлено более 256 тыс. т камбал (в среднем – 11,2 тыс. т в год), из которых 67 тыс. т (26%) пришлось на Северо-Курильскую Тихоокеанскую подзону, а 190 тыс. т (74%) – на Петропавловско-Командорскую.

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 пять лет доля вылова камбал у Северных Курил снизилась до уровня 2003–2008 гг.

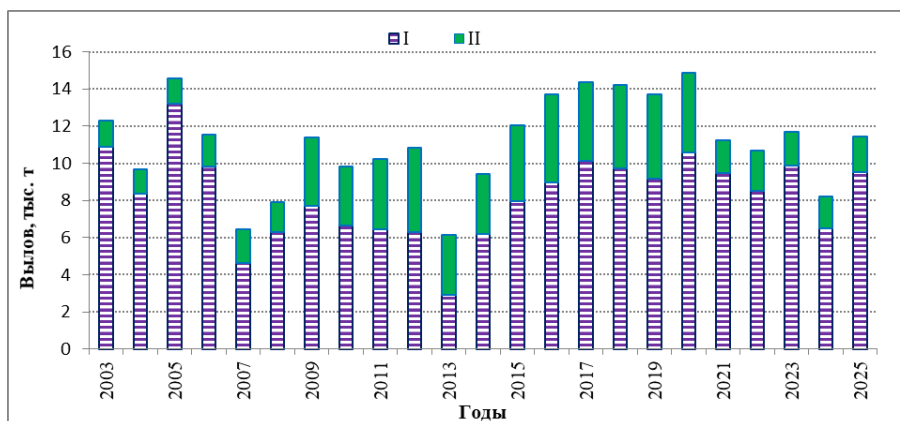


Рис. 43. Многолетняя динамика уловов камбал дальневосточных тихоокеанского шельфа Камчатки и Северных Курил. I – Петропавловско-Командорская подзона, II – Северо-Курильская Тихоокеанская подзона

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.

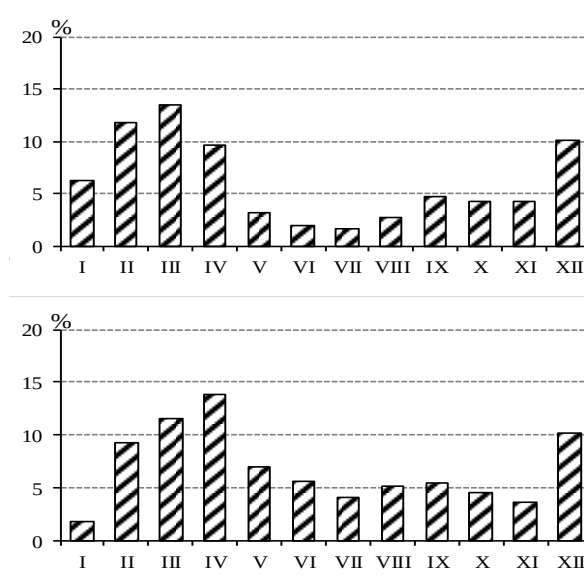


Рис. 44. Сезонная динамика вылова камбал дальневосточных у юго-восточной Камчатки (вверху) и Северных Курил (внизу)

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 среднегодовое значение 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 островов. В 2015-2020 гг. уловы на усилие у Северных Курил стабилизировались на уровне, который превышал среднегодовое значение, 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 подтверждало резкое сокращение запасов камбал этого района. В 2023-2024 гг. начала происходить некоторая стабилизация уловов на судосутки на близком к среднегодовому уровню в обоих районах, а в 2025 г. эти показатели даже выросли, превысив средние, что может указывать на правильность ранее принятых решений по кардинальному уменьшению ОДУ для стабилизации воспроизводства, восстановления и увеличения запаса камбал.

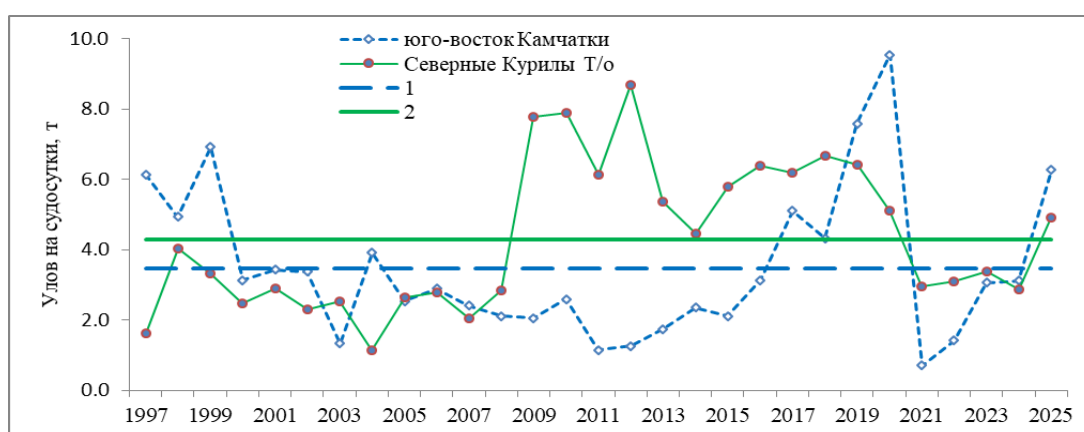


Рис. 45. Многолетняя динамика уловов на усилие при снюрреводном промысле судами «РС-300», 1 – среднегодовое значение для юго-востока Камчатки (3,5 т), 2 – для Северных Курил (4,3 т)

В целом, в 2003–2025 гг. среднегодовой вылов у Северных Курил составлял около 2,9 тыс. т (освоение ОДУ 73%), и 1,3 тыс. т вылавливали на участке от м. Лопатка до Авачинского залива (табл. 12).

В 2015-2020 гг. уловы камбал у Северных Курил значительно выросли (4,1–4,7 тыс. т), намного превысив среднегодовые значения, но в 2021-2025 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 2021-2025 гг. вылов камбал резко снизился до величины в 0,1-0,5 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 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). В 2022-2025 гг. на шельфе Северных Курил полноценных донных учетных траловых съемок, к сожалению, не выполнялось.

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 три года средние размеры и возраст камбалы постепенно выросли от 26,7 см и 7 лет до 30,3 см, превысив 8 лет.

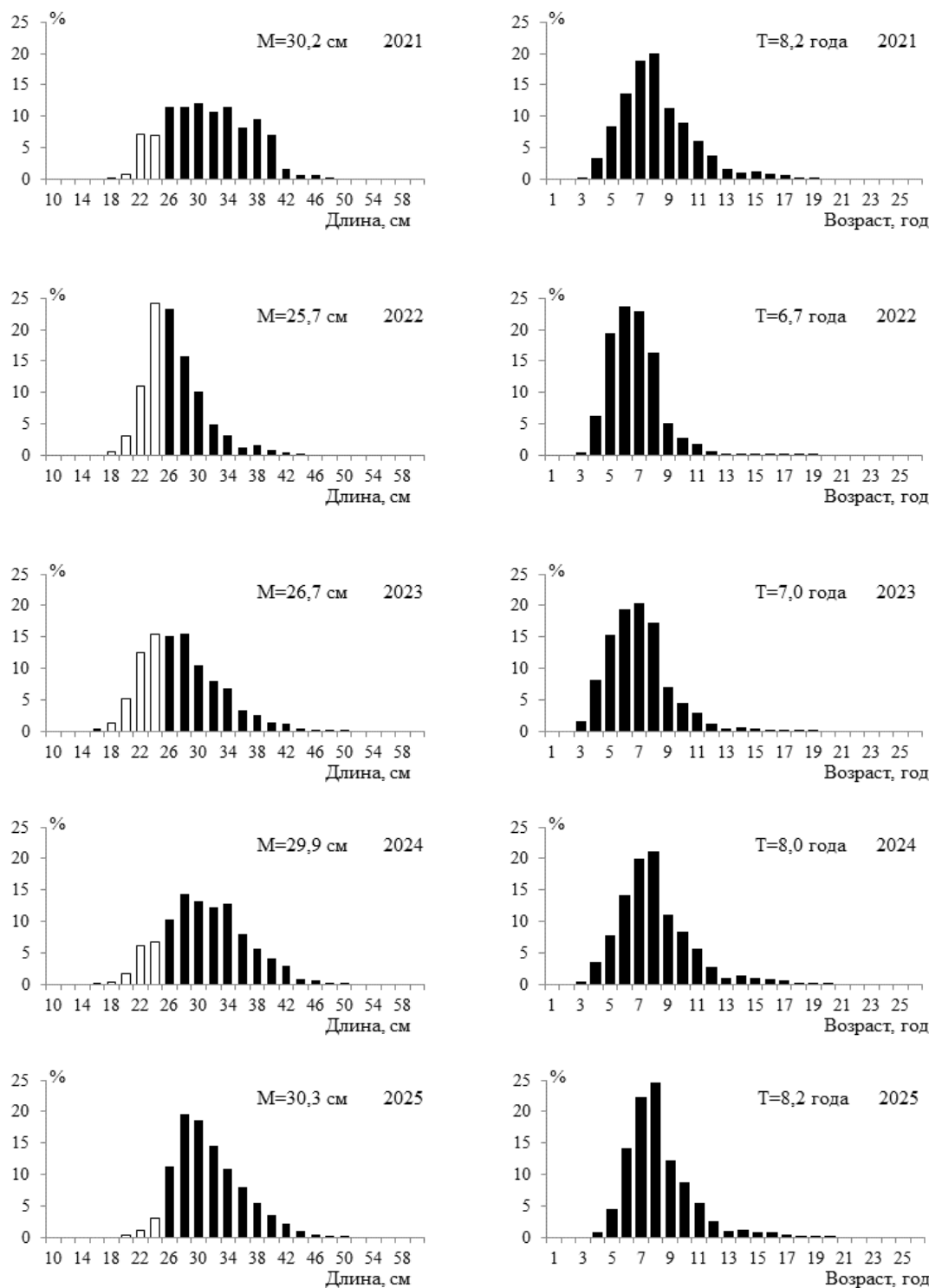


Рис. 46. Размерно-возрастной состав промысловых снюрреводных уловов северной двухлинейной камбалы Северных Курил в 2021–2025 гг. М – средняя длина, Т – средний возраст. Белым цветом на гистограмме выделены особи непромыслового размера

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».

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 2025 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.

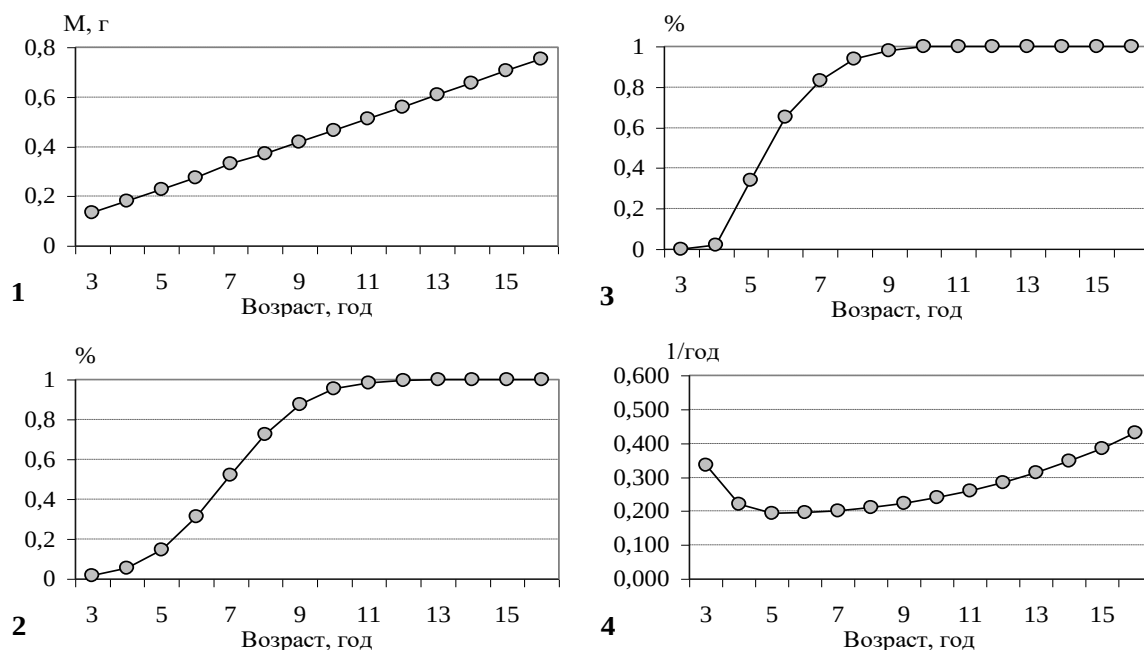


Рис. 47. Параметры, используемые при ретроспективной оценке биомассы северной двухлинейной камбалы Северных Курил и юго-восточной Камчатки. 1 – масса рыб по возрастным группам, 2 – доля половозрелых рыб, 3 – доля рыб, достигших промыслового размера (более 25 см по АС), 4 – мгновенные коэффициенты естественной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

В качестве настроечных индексов для модели использовали общее количество усилий, полученных через стандартизацию уловов на единицу промыслового усилия (т/судосутки) с помощью процедуры GLM (обобщенные линейные модели) в 2004–2025 гг. (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.

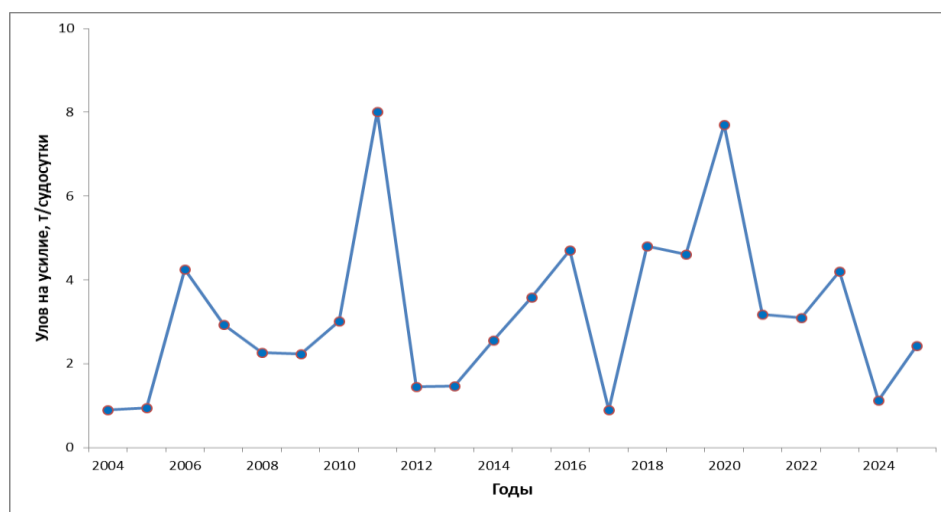


Рис. 48. Стандартизированные уловы на единицу промыслового усилия, т/судосутки

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.

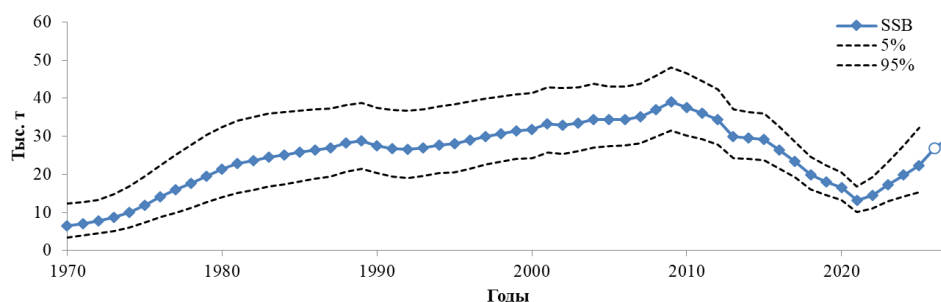


Рис. 49. Многолетняя динамика нерестовой биомассы северной двухлинейной камбалы Северных Курил и юго-востока Камчатки с доверительными интервалами. На 2026–2027 гг. указаны прогнозные значения

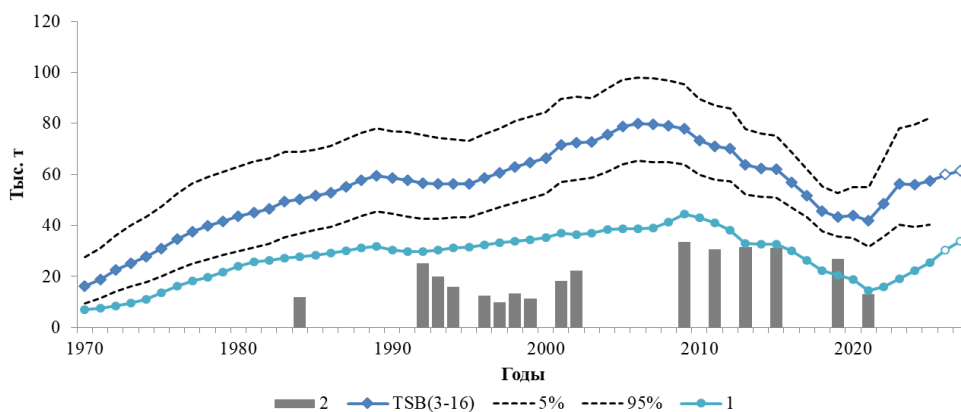


Рис. 50. Многолетняя динамика промысловой биомассы (1) северной двухлинейной камбалы Северных Курил и юго-востока Камчатки по результатам моделирования в сопоставлении с данными съемок (2), а также многолетняя динамика общей биомассы TSB (3-16 лет). На 2026–2027 гг. указаны прогнозные значения

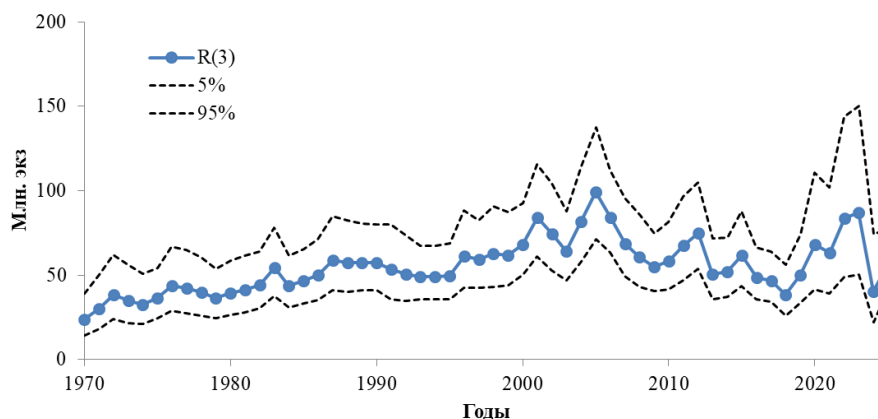


Рис. 51. Модельная динамика пополнения северной двухлинейной камбалы Северных Курил и юго-востока Камчатки с доверительными интервалами

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.

Таким образом, модельные оценки нерестовой и промысловой биомассы северной двухлинейной камбалы Северных Курил и юго-востока Камчатки на начало 2025 г., составили 22,3 и 25,5 тыс. т, соответственно. Эти величины используются при дальнейшем прогнозе состояния запаса и оценки ОДУ на 2027 г. Для этого определяются коэффициенты промысловой смертности по возрастам на 2026 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. 6,5 тыс. т. При снижении биомассы производителей ниже этого уровня, рекомендуется ограничить промысел до минимума.

Граничный ориентир по промысловой смертности $F_{lim}=0,331$ (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 $F_{0.1}$ и $F_{40\%}$, превысили граничный ориентир, составив 0,473 (1/год) и 0,395 (1/год), соответственно. Оценки F_{msy} и F_{med} составили 0,114 (1/год) и 0,183 (1/год), соответственно. Исходя из полученных результатов, целевой ориентир по промысловой смертности F_{tr} определили

на уровне параметра $F_{msy}=0,114$ (1/год). Отметим, что среднее значение коэффициента промысловой смертности за последние 10 лет составляет 0,107 (1/год).

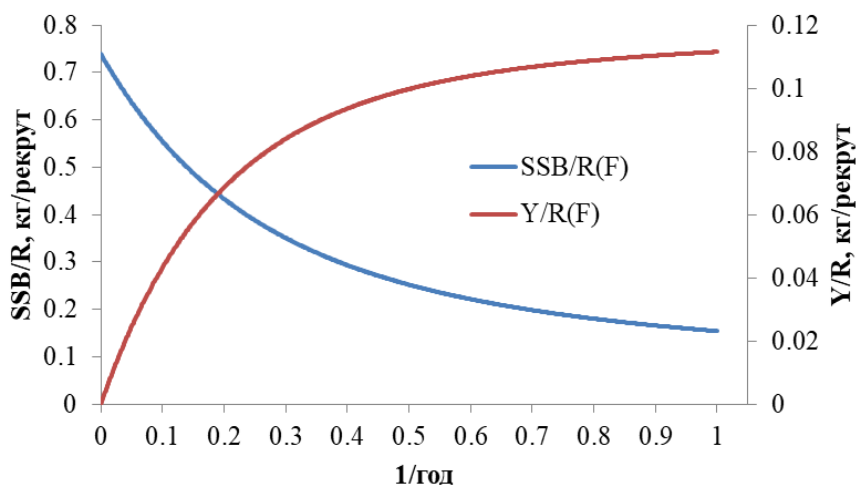


Рис. 52. Равновесные зависимости нерестовой биомассы северной двухлинейной камбалы на рекрута SSB/R_3 и улова на рекрута Y/R_3 от промысловой смертности F , кг/экз.

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 $R(3) = 58,2$ млн экз. Таким образом, $SSB_{tr} = 31$ тыс. т.

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:

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

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

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

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 2026 г. $F \approx 0,097$ (1/год) соответствует величине ОДУ, равной 2,13 тыс. т.

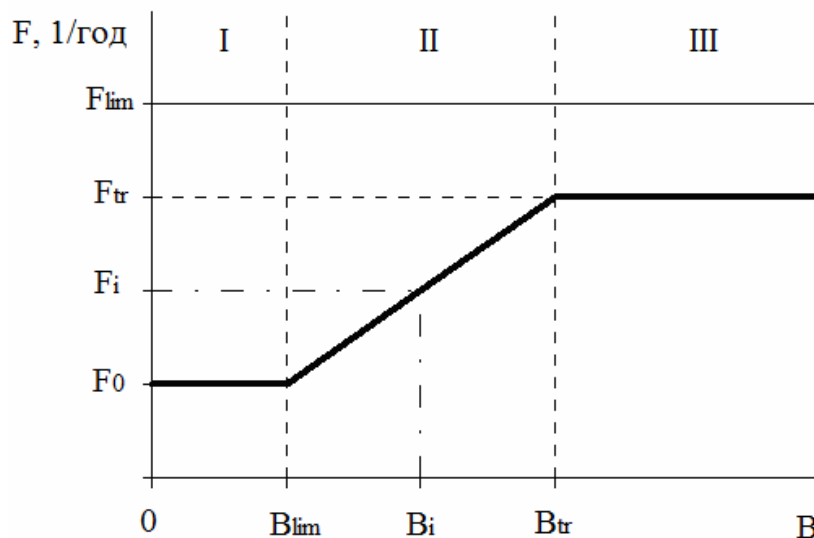


Рис. 53. Правило регулирования промысла северной двухлинейной камбалы Северных Курил и юго-востока Камчатки

В качестве пополнения запаса двухлинейной камбалы на прогнозный период принимали среднюю за последние 10 лет численность трехлетних рыб. По нашим прогнозам, в 2026–2027 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 2027 г. составляет 29,9 тыс. т, что соответствует области восстановления запаса (режим II на рис. 53). Согласно ПРП, рекомендуемое значение промысловой смертности равно 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 северной двухлинейной камбалы Северных Курил и юго-восточной Камчатки в 2027 г. составит $\approx 2,78$ тыс. т. С учетом ее среднемноголетней доли в промысловых снюрреводных уловах (79,5%), допустимый объем вылова всех камбал в этом районе составляет $2,78/0,795 \approx 3,5$ тыс. т.

Таблица 13

Результаты оценки численности и биомассы северной двухлинейной камбалы Северных Курил на 2025–2027 гг.

	Возраст, лет														Всего
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
2025															
Численность на начало года, млн экз.	56,51	28,78	49,47	38,70	22,37	16,89	8,30	4,15	2,97	1,56	1,02	0,48	0,27	0,23	231,70
Мгновенный коэффициент промысловой смертности F, 1/год	0,000	0,002	0,009	0,037	0,089	0,114	0,107	0,094	0,082	0,071	0,061	0,053	0,046	0,039	
Годовой коэффициент выживания с учетом промыслового изъятия	0,711	0,801	0,819	0,789	0,749	0,724	0,721	0,716	0,711	0,704	0,690	0,669	0,647	0,647	
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	7,63	5,24	11,28	10,64	7,43	6,25	3,46	1,93	1,52	0,87	0,62	0,31	0,19	0,18	57,55
Биомасса нерестового запаса, тыс. т	0,12	0,29	1,64	3,32	3,88	4,53	3,03	1,84	1,50	0,87	0,62	0,31	0,19	0,18	22,32
2026															
Численность на начало года, млн экз.	58,20	40,20	23,05	40,54	30,55	16,75	12,22	5,98	2,97	2,11	1,10	0,70	0,32	0,17	234,86
Мгновенный коэффициент промысловой смертности F, 1/год	0,000	0,002	0,008	0,031	0,076	0,097	0,097	0,097	0,097	0,097	0,097	0,097	0,097	0,097	
Годовой коэффициент выживания с учетом промыслового изъятия	0,712	0,801	0,821	0,794	0,759	0,736	0,728	0,714	0,700	0,686	0,666	0,640	0,614	0,614	
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	8,01	7,23	5,19	11,07	9,84	6,23	5,15	2,82	1,54	1,20	0,67	0,46	0,22	0,13	59,76
Биомасса нерестового запаса, тыс. т	0,14	0,36	0,70	3,44	5,59	4,94	4,73	2,74	1,53	1,19	0,67	0,46	0,22	0,13	26,84
2027															
Численность на начало года, млн экз.	58,20	41,41	32,21	18,92	32,17	23,19	12,33	8,90	4,27	2,08	1,45	0,73	0,45	0,20	236,51
Мгновенный коэффициент промысловой смертности F, 1/год	0,000	0,002	0,009	0,035	0,084	0,108	0,108	0,108	0,108	0,108	0,108	0,108	0,108	0,108	
Годовой коэффициент выживания с учетом промыслового изъятия	0,711	0,801	0,820	0,791	0,752	0,728	0,720	0,706	0,692	0,678	0,658	0,632	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	8,01	7,45	7,26	5,16	10,36	8,63	5,20	4,19	2,22	1,18	0,89	0,48	0,31	0,15	61,49
Биомасса нерестового запаса, тыс. т	0,14	0,38	0,97	1,60	5,88	6,84	4,77	4,07	2,20	1,17	0,89	0,48	0,31	0,15	29,85
Биомасса промыслового запаса, тыс. т	0,03	0,13	0,59	1,66	8,10	8,61	5,20	4,19	2,22	1,18	0,89	0,48	0,31	0,15	33,74
ОДУ, тыс. т	0,00	0,00	0,00	0,05	0,60	0,80	0,48	0,38	0,20	0,11	0,08	0,04	0,03	0,01	2,78

Исходя из практики промысла предыдущих лет, на участке от м. Лопатка до о. Онекотан (в Северо-Курильской тихоокеанской подзоне), в среднем, из общего годового вылова по всему району от о. Онекотан до м. Поворотный Авачинского залива добывают около 80%. Учитывая это, суммарный ОДУ камбал дальневосточных в Северо-Курильской зоне в 2027 г. составит 2,800 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 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 перелома по пополнению не превышает рекомендованного уровня $\alpha = 0,1-0,3$ [Бабаян, 2000].

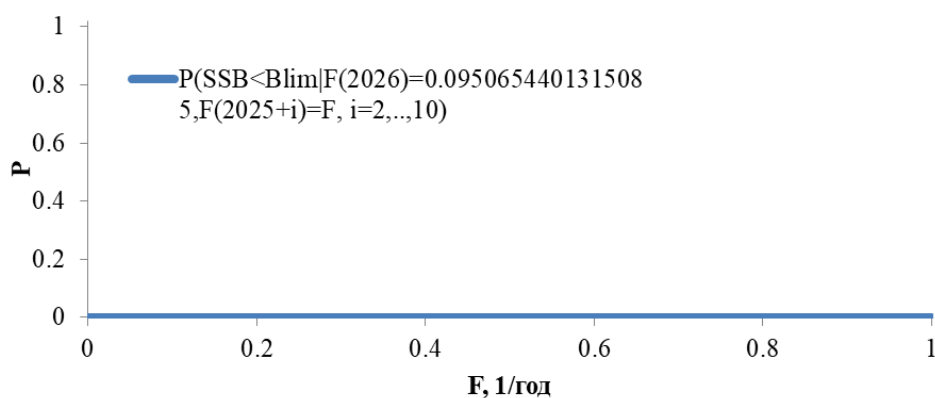


Рис. 54. Вероятность падения нерестовой биомассы ниже граничного ориентира

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.

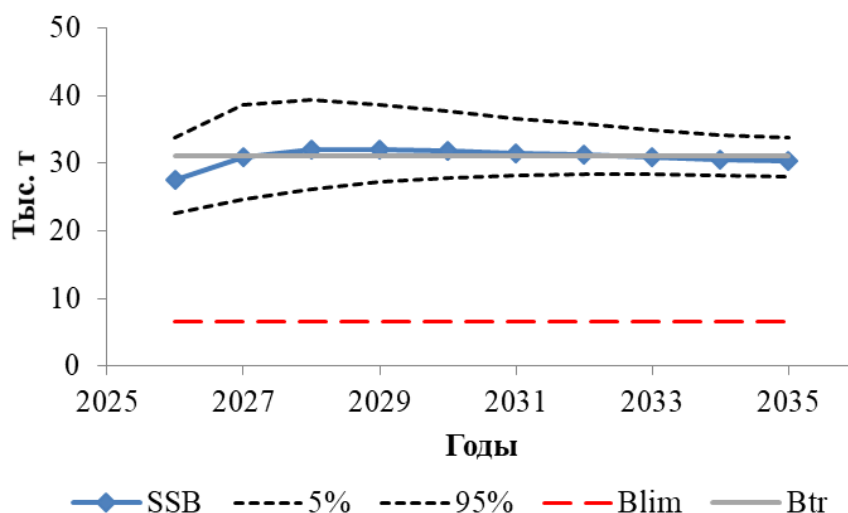


Рис. 55. Процентили распределения оценок биомассы нерестового запаса северной двухлинейной камбалы в 2026–2035 гг. при рекомендуемой, согласно ПРП, интенсивности изъятия

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: $P(SSB_{2027} < B_{lim} | ODU_{2026}, ODU_{2027})$ и $P(F_{2027} > F_{lim} | ODU_{2026}, ODU_{2027})$. 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 рекомендованной в 2027 г. величине ОДУ северной двухлинейной камбалы Северных Курил и юго-восточной Камчатки, равной 2,78 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].

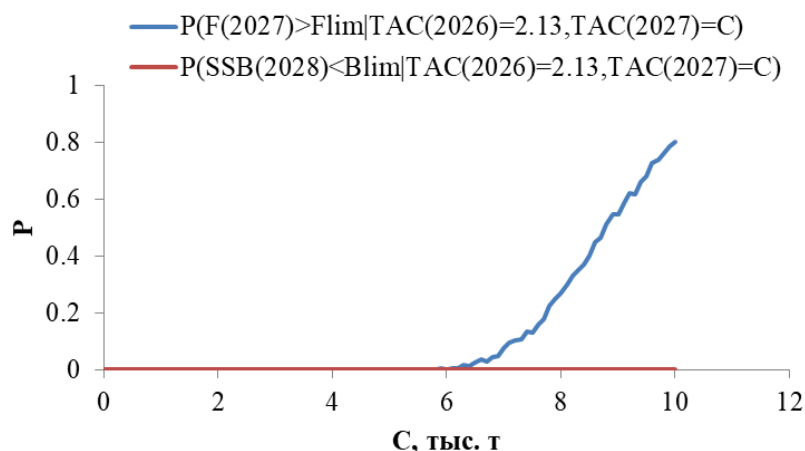


Рис. 56. Анализ рисков наступления неблагоприятных последствий для запаса северной двухлинейной камбалы в 2026–2027 гг.

Окончательный вид ПРП двухлинейной камбалы Северных Курил и юго-восточной Камчатки с указанной траекторией запаса, включающей период времени с 2017 по 2025 г. и ближайшую перспективу (до 2027 г.), представлен на рисунке 57.

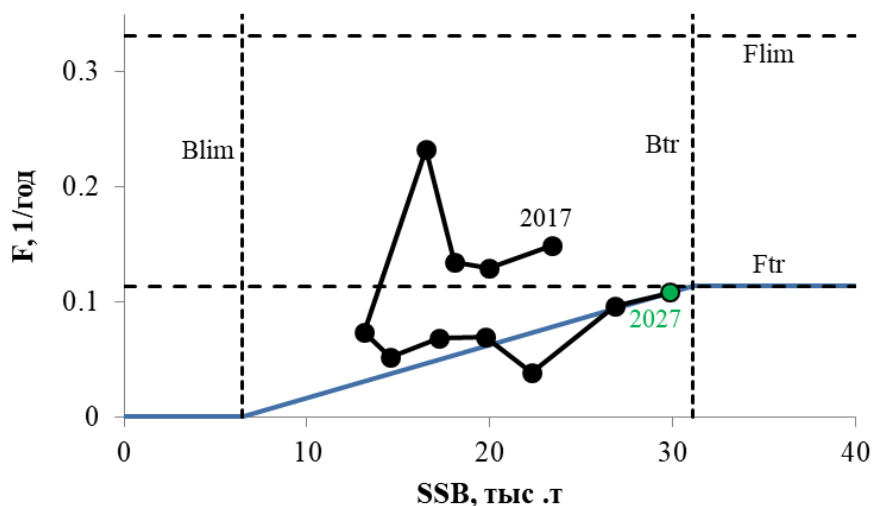


Рис. 57. Реализация правила регулирования промысла северной двухлинейной камбалы

Таким образом, **ОДУ камбал дальневосточных в Северо-Курильской зоне в 2027 г. составит 2,800 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 Курильских островов, 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 1977–2025 гг. За последние годы выполнена донная траловая съемка на НИС «Дмитрий Песков» в октябре-ноябре 2020 г. (46 станций) и в сентябре 2025 г. (96 станций). Ежегодные сборы биостатистической промысловой информации последних лет позволили получить массовые промеры камбал (в том числе белобрюхой) в следующем количестве: в 2021 г. – 931 (56) экз., в 2022 г. – 1003 (326) экз., в 2023 г. – 1656 (0) экз., в 2024 г. – 600 (0) экз., в 2025 г. – 2094 (56) экз.

Промысловая информация по вылову в 2003–2025 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 островов за период 1977–2020 гг. Коэффициент уловистости для камбал принят равным 0,5 [Борец, 1997].

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

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 Тюринна [Тюрин, 1972].

Оценку биомассы по данным съемок выполняли площадным методом с использованием ГИС «КартМастер» и программы «Surfer» [Бизиков и др., 2007; Тарасюк и др., 2000]. Так как 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 20–400 м (рис. 58).

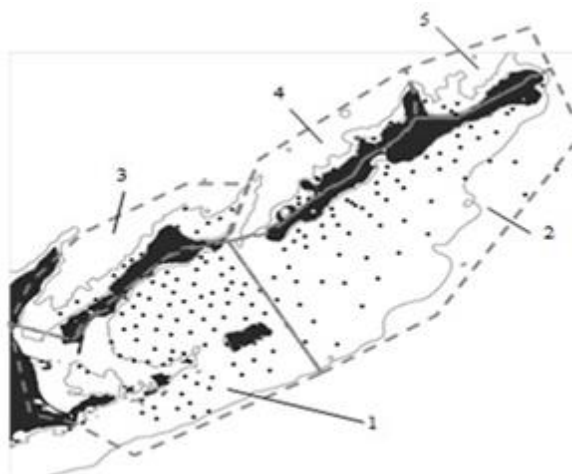


Рис. 58. Стандартная схема станций донной траловой съемки у Южных Курил и районов, в пределах которых проводится оценка биомассы камбал дальневосточных: 1 – Южно-Курильский пролив и прилегающий шельф, 2 – тихоокеанский шельф о-ва Итуруп, 3 – охотоморский шельф о-ва Кунашир, 4 – охотоморский шельф о-ва Итуруп, 5 – зал. Простор

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 среднегодовой 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 малоротца Стеллера *Glyptocephalus stelleri*.

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 вышеназванных 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).

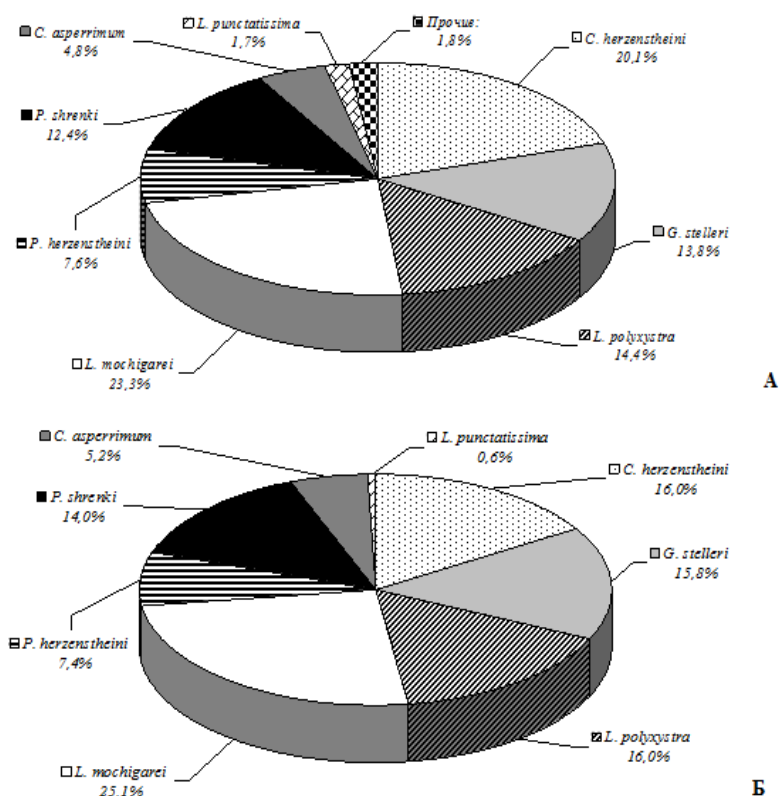


Рис. 59. Осредненная доля массовых видов камбал дальневосточных Южных Курил в общей (А) и промысловой (Б) биомассе, учтенной в ходе донных траловых съемок в 1977–2014 гг.

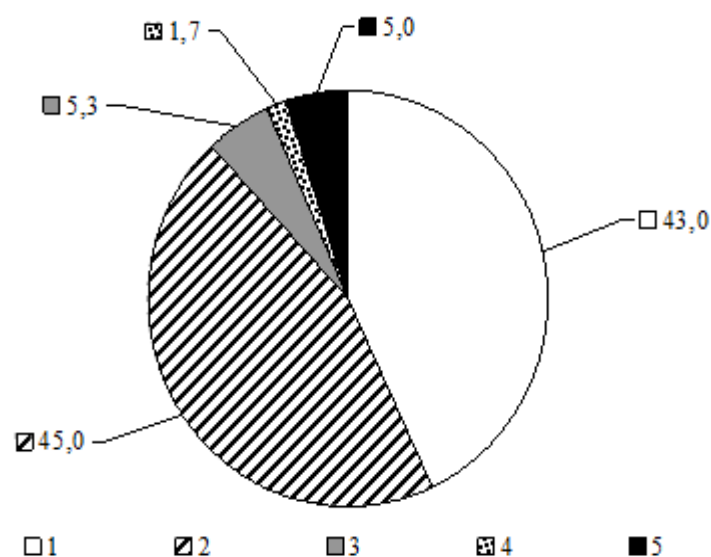


Рис. 60. Доля суммарной биомассы камбал дальневосточных, учитываемой на шельфе Южных Курил в ходе донных траловых съемок в 1977–2014 гг.: 1 – Южно-Курильский пролив, 2 – тихоокеанский шельф о-ва Итуруп; 3 – охотоморский шельф о-ва Кунашир; 4 – охотоморский шельф о-ва Итуруп; 5 – зал. Простор

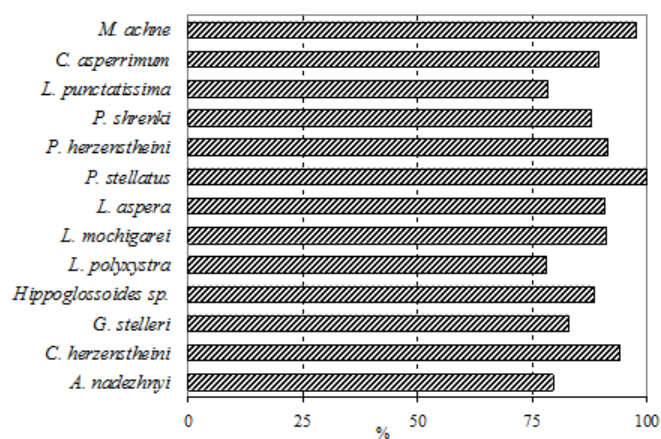


Рис. 61. Повидовая доля биомассы камбал дальневосточных, учитываемой суммарно на шельфе Южно-Курильского пролива и с тихоокеанской стороны о-ва Итуруп (участки 1 и 2, рис. 58) в 1977–2014 гг.

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 нами к промысловым, есть «мелкоразмерные», большинство особей которых не превышает промысловой длины, установленной для камбал данного района (25 см по АС) (длиннорылая и остроголовая).

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.

Среднемноголетний вклад 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 до 5–8 тыс. т в начале 1990-х гг. Период 2000-х гг. характеризуется увеличением промысловой биомассы. Если в 2000–2005 гг. среднемноголетняя биомасса составляла 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 35 тыс. т в 2020 г. Результаты учетной траловой съемки на НИС «Дмитрий Песков», проведенной в сентябре 2025 г. показывают, что запасы камбал вновь выросли и вероятный уровень их общей биомассы составил около 45 тыс. т.

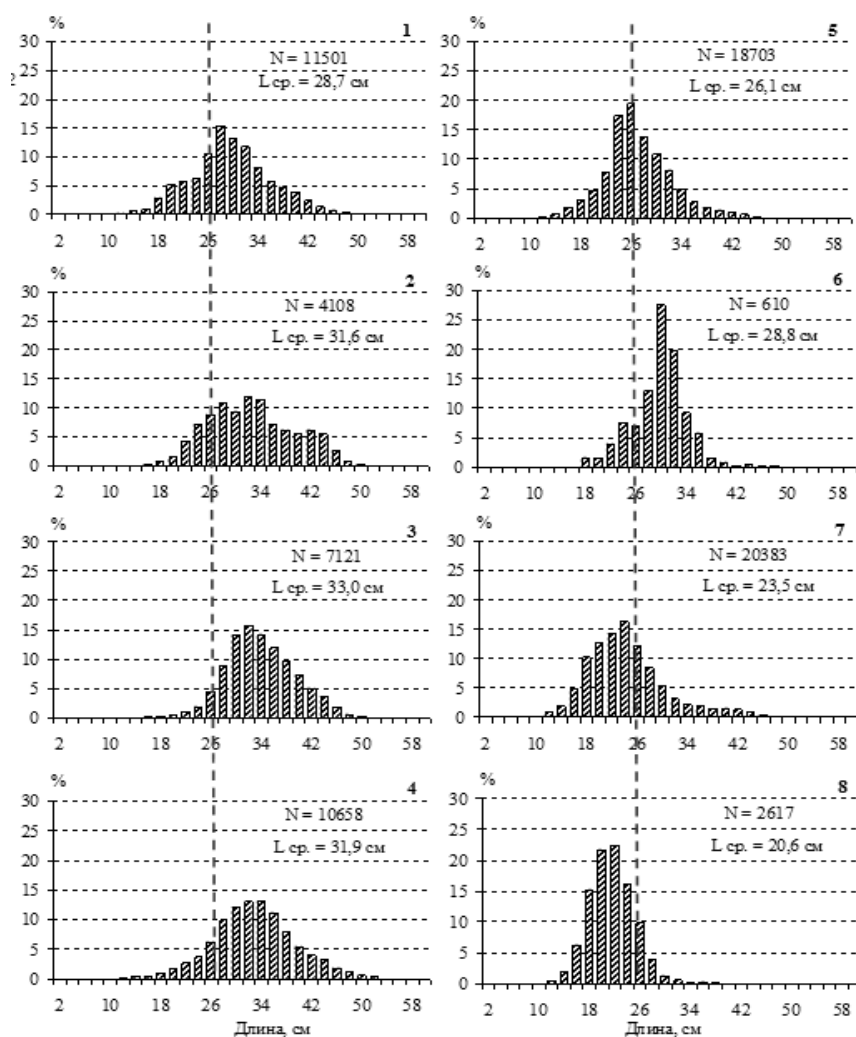


Рис. 62. Среднегодовалый размерный состав промысловых видов камбал дальневосточных Южных Курил в уловах донными травами в период съемок 1977-2014 гг. 1 – белобрюхая; 2 – северная двухлинейная; 3 – малорот Стеллера; 4 – Шренка, 5 – желтополосая; 6 – бородавчатая, 7 – остроголовая, 8 – длиннорылая. N – суммарный объем материала, L ср. – средняя длина в уловах

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. [Quinnand 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 2025 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).

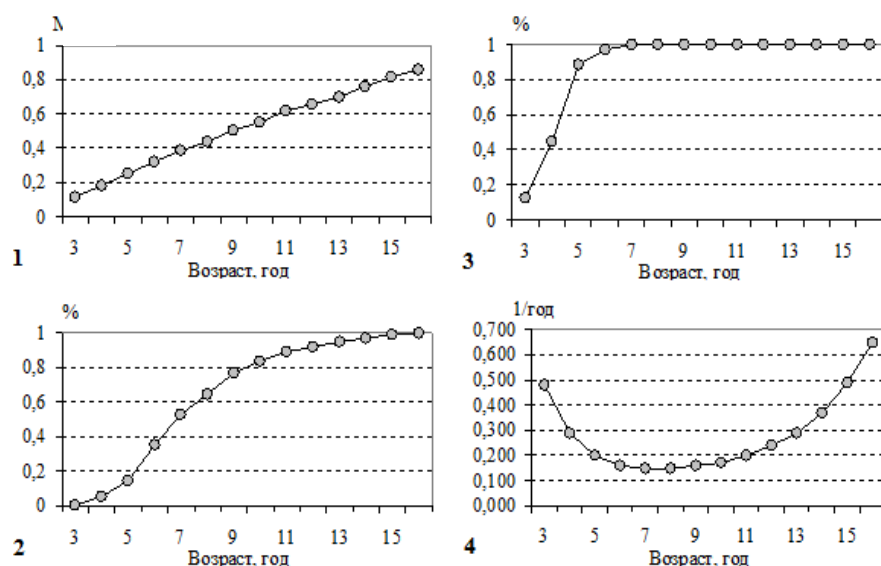


Рис. 63. Параметры, используемые при ретроспективной оценке биомассы белобрюхой камбалы южных Курил методом когортного анализа. 1 – масса рыб по возрастным группам, 2 – доля половозрелых рыб, 3 – доля рыб, достигших промыслового размера (более 25 см по АС), 4 – мгновенные коэффициенты естественной смертности

В качестве настроечных индексов для модели использовали стандартизированные уловы на единицу промыслового усилия (т/судосутки) с помощью процедуры GLM (обобщенные линейные модели) в 2004–2025 гг. (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. Как видно, в 2025 г. наблюдалось определенное увеличение промыслового усилия на промысле камбал.

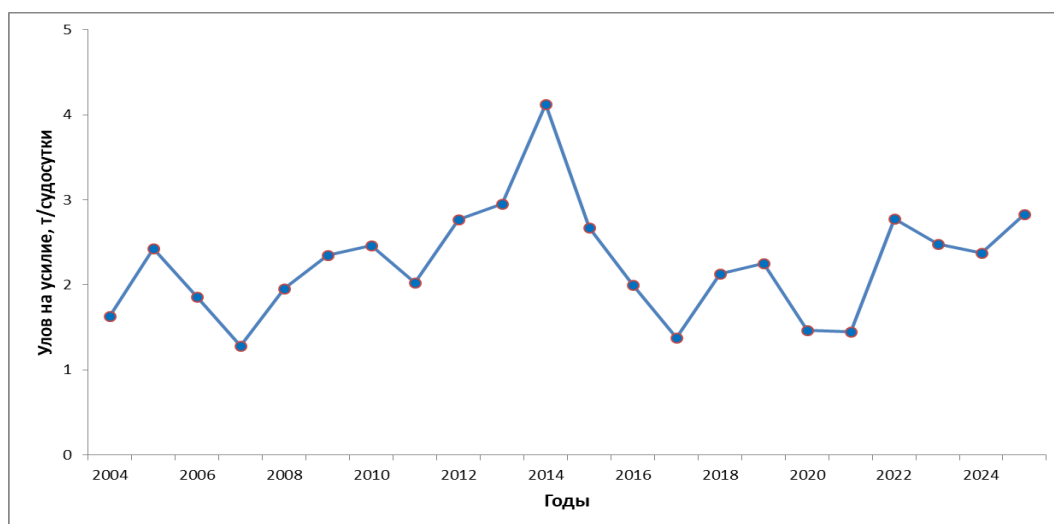


Рис. 64. Стандартизированные уловы камбал дальневосточных на единицу промыслового усилия, т/судосутки

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. Затем в последующие годы величины запасов находились на этапе постепенного снижения, и, вероятно, в настоящий момент вновь ожидается рост биомассы вида.

Модельные оценки нерестовой и промысловой биомассы белобрюхой камбалы Южных Курил на начало 2025 г., составили 3,9 и 5,4 тыс. т, соответственно. Эти величины используются при дальнейшем прогнозе состояния запаса и оценки ОДУ на 2027 г. Для этого определяются коэффициенты промысловой смертности по возрастам на 2026 г., исходя из предполагаемого на этот год общего вылова, равного величине ОДУ. В дальнейшем, на основе параметров, представленных на рисунке 63, определяются оценки промысловой и нерестовой биомассы на прогнозный

год. Расчет и обоснование ОДУ на базе этих величин представляются ниже в следующих разделах.

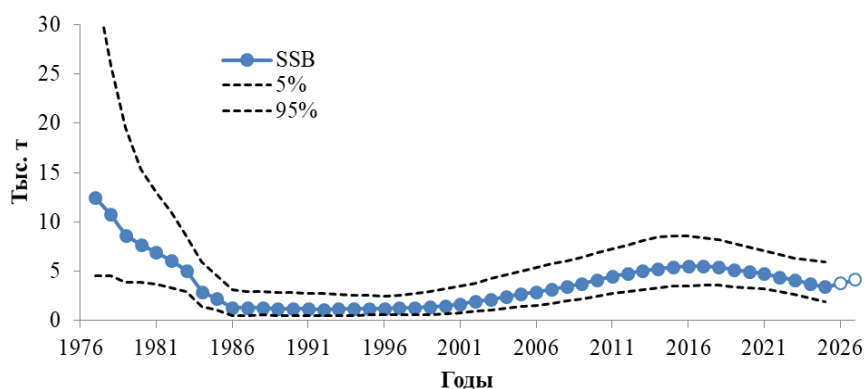


Рис. 65. Многолетняя динамика нерестовой биомассы белобрюхой камбалы Южных Курил с доверительными интервалами. На 2026–2027 гг. указаны прогнозные значения

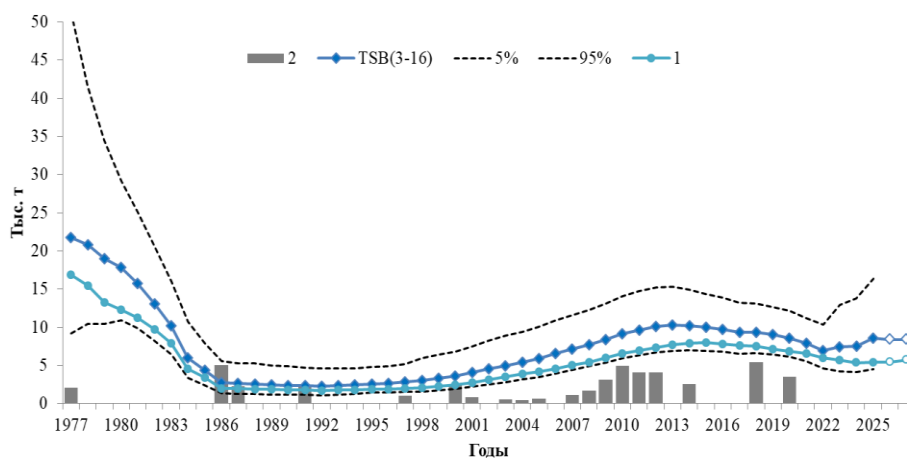


Рис. 66. Многолетняя динамика промысловой биомассы (1) белобрюхой камбалы Южных Курил по результатам моделирования в сопоставлении с данными съемок (2), а также многолетняя динамика общей биомассы TSB (3–16 лет). На 2026–2027 гг. указаны прогнозные значения

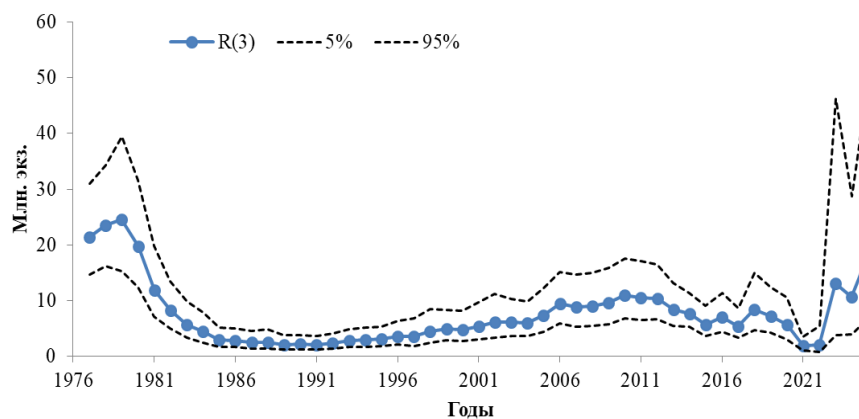


Рис. 67. Модельная динамика пополнения общего запаса белобрюхой камбалы Южных Курил с доверительными интервалами

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. в 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, а их прилов 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 2003–2025 гг. наблюдается постепенный рост уловов отечественных предприятий и их полное доминирование на фоне резкого сокращения вылова японских рыбаков.

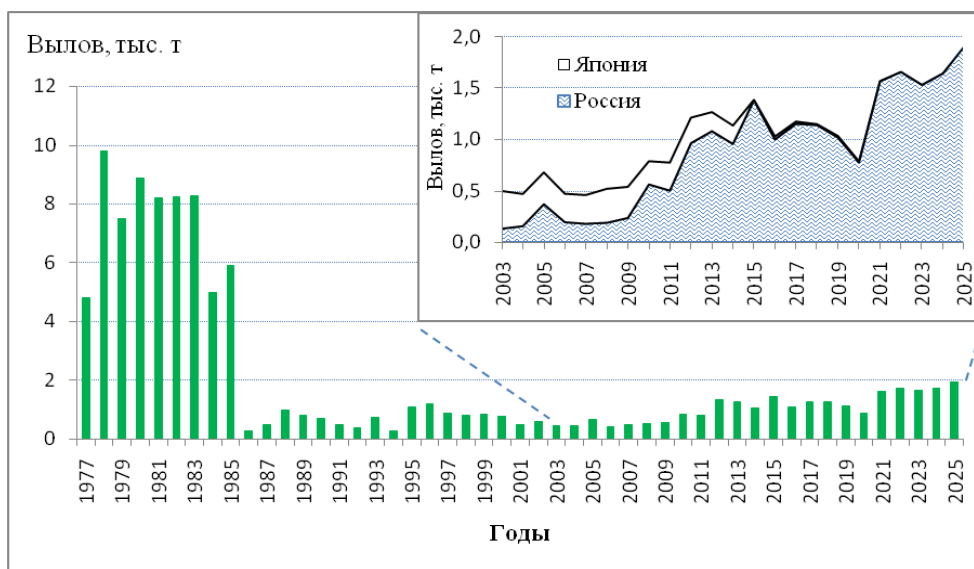


Рис. 68. Годовые уловы камбал дальневосточных Южно-Курильской зоны в 1977–2025 гг.

По данным, представленным в ОСМ Росрыболовства, в 2003–2025 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). За период 2021–2024 гг. годовой вылов достиг высокого уровня в 1,6–1,7 тыс. т. В 2025 г. зафиксирован максимальный официальный годовой улов за последние два десятилетия – до 2 тыс. т (109% от ОДУ), что заметно превысило величину ОДУ (1,79 тыс. т). Перелов был спровоцирован высокой величиной добычи камбал в режиме «прилова», которая достигла 1,1 тыс. т или 53%, опередив её специализированный промысел. Основной вклад в перелов внёс ООО Рыбокомбинат «Островной», добыв 0,98 тыс. т, из них в режиме «прилова» более 0,66 тыс. т или 68%. «Приловом» промыслили суда, специализирующиеся именно на промысле камбал. В 2021 г. уже наблюдалась подобная ситуация с переловом за счёт прилова, но она не была выражена так сильно как в 2025 г.

Освоение ОДУ камбал дальневосточных Южно-Курильской зоны в 2003–2025 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
2025	1,790	1,95	109
Среднее	1,523	1,08	71

* *Осредненный по ООП и ССД*

В целом, среднемноголетний вылов составил около 1,1 тыс. т, освоение ОДУ – 71%.

Рыболовные суда, осуществляющие лов камбал на шельфе южных Курил, имеют 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 с тихоокеанской стороны о-ва Итуруп. Основная часть уловов сдается на переработку береговым предприятиям, что дает основания предполагать, что данные по уловам на усилие (траление, судосутки промысла) довольно сильно «зашумлены». Кроме того, интенсивность промысла в течение года также неодинакова.

Для понимания объективной картины промысла и подготовки модельных расчетов 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%.

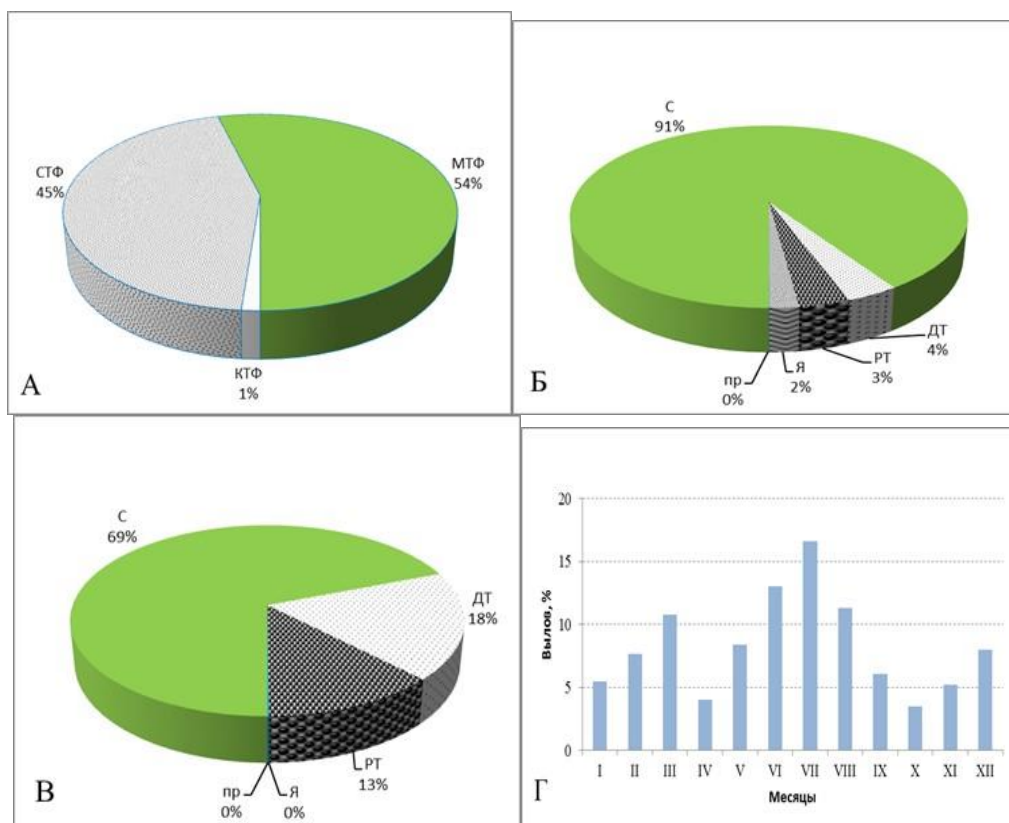


Рис. 69. Структура вылова камбал дальневосточных Южно-Курильской зоны по типам судов (А), орудиям лова (Б – МТФ, В – СТФ) и месяцам (Г) (МТФ – малотоннажный флот, СТФ – среднетоннажный флот, КТФ – крупнотоннажный флот, ДТ – донные тралы, РТ – разноглубинные тралы, С – снюрреводы, пр – прочие, Я – яруса)

Активный снюрреводный промысел на тихоокеанском шельфе 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 получил свое развитие 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.

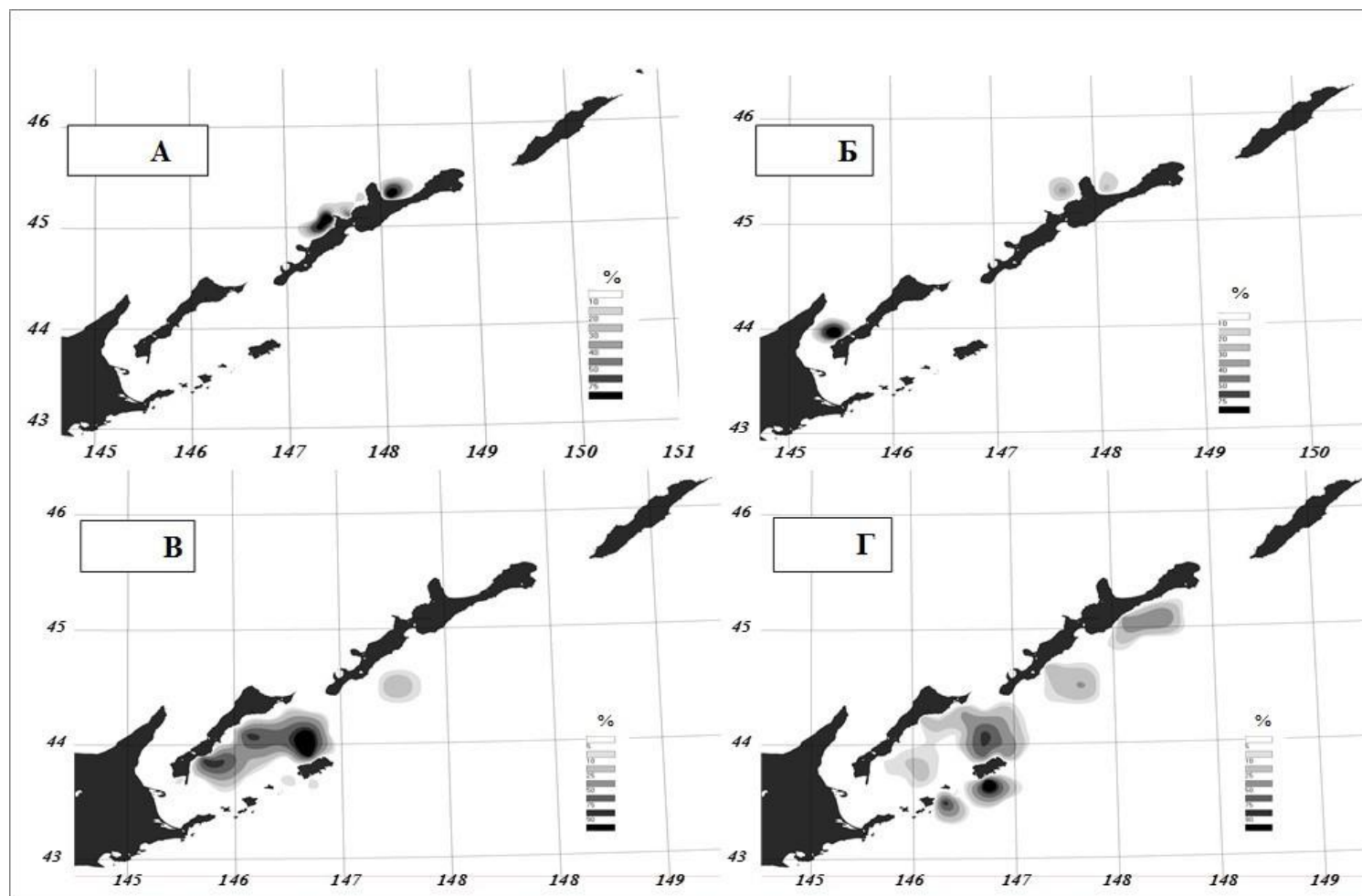


Рис. 70. Среднегодовое распределение снуреводных (А, В) и траловых (Б, Г) уловов камбал дальневосточных на охотоморском и тихоокеанском шельфе Южных Курил (в процентах от максимальной плотности)

Учитывая это, для формирования матрицы уловов по возрастам белобрюхой камбалы Южных Курил, необходимой для модельных оценок, использован состав донных траловых уловов 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 1,2 тыс. т. При снижении биомассы производителей ниже этого уровня, рекомендуется ограничить промысел до минимума.

Граничный ориентир по промысловой смертности $F_{lim}=0,26$ (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 0,27 (1/год) и 0,22 (1/год), соответственно. Оценки F_{msy} и F_{med} составили 0,136 (1/год) и 0,156 (1/год), соответственно. Исходя из полученных результатов, целевой ориентир по промысловой смертности F_{tr} определили на уровне параметра $F_{msy}=0,136$ (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 $R(3) \approx 7,9$ млн экз. Таким образом, $SSB_{tr} \approx 4,1$ 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 $B_{lim} < B_i < B_{tr}$,
 $F_{rec_i} = F_{tr} = \text{const}$, при $B_i > B_{tr}$.

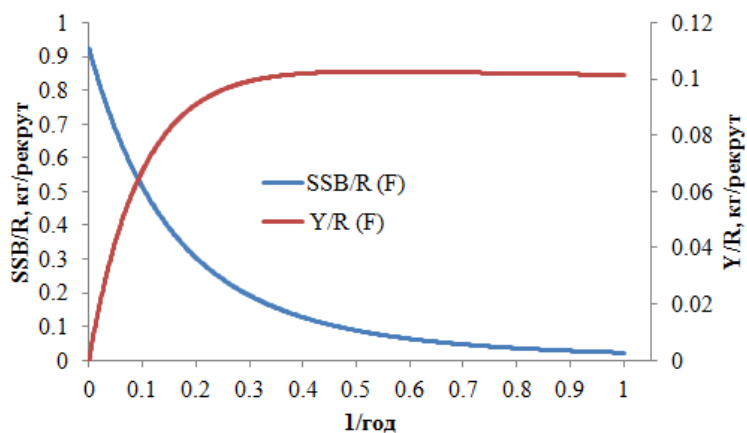


Рис. 71. Равновесные зависимости нерестовой биомассы белобрюхой камбалы Южных Курил на рекрута SSB/R_3 и улова на рекрута Y/R_3 от промысловой смертности F , кг/экз.

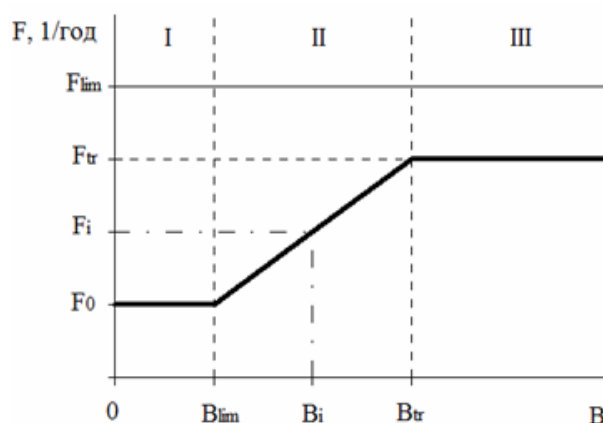


Рис. 72. Правило регулирования промысла белобрюхой камбалы Южно-Курильской зоны

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 2026 г. $F \approx 0,11$ (1/год) соответствует величине ОДУ, равной 0,41 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 2026–2027 гг. она составит около 7,9 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 2025–2027 гг.

	Возраст, лет														Всего
2025	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Численность на начало года, млн экз.	18,21	6,39	5,67	0,66	0,49	1,22	1,25	1,15	0,58	0,60	0,36	0,35	0,26	0,19	37,38
Мгновенный коэффициент промысловой смертности F, 1/год	0,025	0,043	0,065	0,090	0,110	0,121	0,123	0,120	0,115	0,108	0,101	0,095	0,088	0,082	
Годовой коэффициент выживания с учетом промыслового изъятия	0,600	0,715	0,767	0,776	0,771	0,763	0,750	0,747	0,730	0,704	0,674	0,629	0,563	0,563	
Средняя масса рыб, кг	0,122	0,182	0,247	0,315	0,382	0,448	0,511	0,570	0,624	0,673	0,718	0,758	0,794	0,826	
Биомасса на начало года, тыс. т	2,22	1,16	1,40	0,21	0,19	0,55	0,64	0,65	0,36	0,40	0,26	0,27	0,20	0,16	8,67
Биомасса нерестового запаса, тыс. т	0,01	0,03	0,19	0,10	0,15	0,53	0,64	0,65	0,36	0,40	0,26	0,27	0,20	0,16	3,95
2026															
Численность на начало года, млн экз.	7,90	10,92	4,57	4,35	0,51	0,38	0,93	0,94	0,86	0,43	0,42	0,24	0,22	0,14	32,81
Мгновенный коэффициент промысловой смертности F, 1/год	0,023	0,039	0,060	0,082	0,100	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	
Годовой коэффициент выживания с учетом промыслового изъятия	0,601	0,718	0,771	0,782	0,779	0,769	0,758	0,753	0,732	0,701	0,667	0,618	0,549	0,549	
Средняя масса рыб, кг	0,122	0,182	0,247	0,315	0,382	0,448	0,511	0,570	0,624	0,673	0,718	0,758	0,794	0,826	
Биомасса на начало года, тыс. т	0,96	1,98	1,13	1,37	0,20	0,17	0,48	0,54	0,53	0,29	0,30	0,18	0,18	0,12	8,43
Биомасса нерестового запаса, тыс. т	0,00	0,05	0,15	0,64	0,16	0,16	0,47	0,53	0,53	0,29	0,30	0,18	0,18	0,12	3,76
2027															
Численность на начало года, млн экз.	7,90	4,75	7,84	3,52	3,40	0,40	0,29	0,71	0,71	0,63	0,30	0,28	0,15	0,12	31,00
Мгновенный коэффициент промысловой смертности F, 1/год	0,028	0,047	0,072	0,099	0,121	0,136	0,136	0,136	0,136	0,136	0,136	0,136	0,136	0,136	
Годовой коэффициент выживания с учетом промыслового изъятия	0,601	0,718	0,771	0,782	0,779	0,769	0,758	0,753	0,732	0,701	0,667	0,618	0,549	0,549	
Средняя масса рыб, кг	0,122	0,182	0,247	0,315	0,382	0,448	0,511	0,570	0,624	0,673	0,718	0,758	0,794	0,826	
Биомасса на начало года, тыс. т	0,96	0,86	1,94	1,11	1,30	0,18	0,15	0,40	0,44	0,42	0,21	0,21	0,12	0,10	8,40
Биомасса нерестового запаса, тыс. т	0,00	0,02	0,26	0,52	1,08	0,17	0,15	0,40	0,44	0,42	0,21	0,21	0,12	0,10	4,11
Биомасса промыслового запаса, тыс. т	0,20	0,30	1,03	0,81	1,16	0,18	0,15	0,40	0,44	0,42	0,21	0,21	0,12	0,10	5,73
ОДУ, тыс. т	0,00	0,01	0,06	0,07	0,12	0,02	0,02	0,05	0,05	0,05	0,02	0,02	0,01	0,01	0,51

Обоснование рекомендованного объема ОДУ

Прогнозируемый уровень нерестовой биомассы белобрюхой камбалы Южных Курил на 2027 г. составляет 4,1 тыс. т, что соответствует области режима постоянной интенсивности промысла (режим III на рисунке 72). Согласно ПРП, рекомендуемое значение промысловой смертности $\approx 0,136$ (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_{reqi} – рекомендуемое значение интенсивности промысла в i -й прогнозный год.

Согласно ПРП, ОДУ белобрюхой камбалы в 2027 г. равняется $\approx 0,53$ тыс. т, что с учетом всего комплекса камбал в районе, **ОДУ камбал дальневосточных в Южно-Курильской зоне в 2027 г. составит 2,200 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].

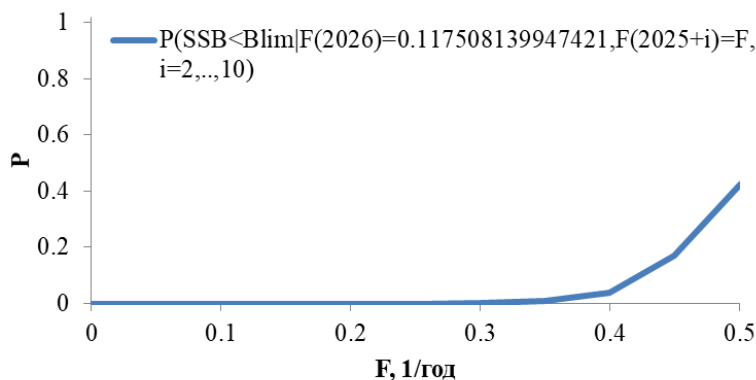


Рис. 73. Вероятность падения нерестовой биомассы ниже граничного ориентира

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.

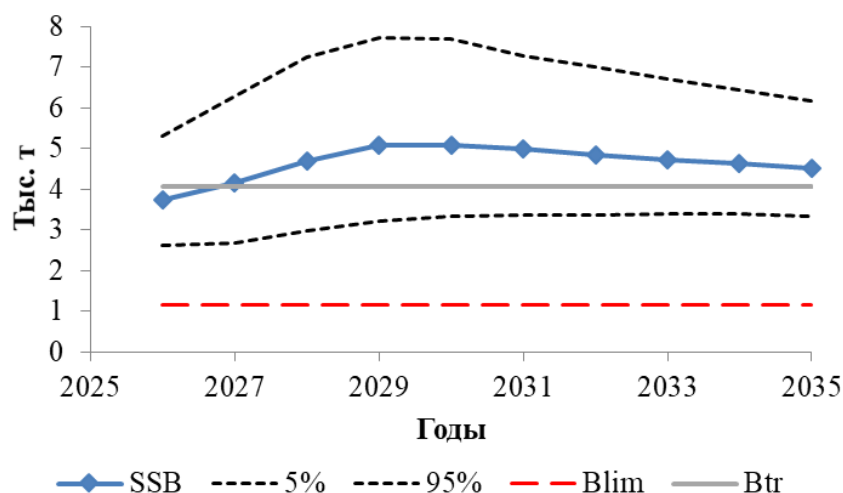


Рис. 74. Процентили распределения оценок биомассы нерестового запаса белобрюхой камбалы Южных Курил в 2026–2035 гг. при рекомендуемой, согласно ПРП, интенсивности изъятия

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: $P(SSB_{2027} < B_{lim} | ОДУ_{2026}, ОДУ_{2027})$ и $P(F_{2027} > F_{lim} | ОДУ_{2026}, ОДУ_{2027})$. Если эти вероятности меньше рекомендованного уровня $\alpha=0,1-0,3$ [Бабаян, 2000], то стратегию управления можно принять. Проведенный нами риск-анализ (рис. 75) показал, что при рекомендуемой на 2027 г. величине ОДУ, равной 0,53 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 2017 по 2025 г. и ближайшую перспективу (до 2027 г.), представлен на рисунке 76.

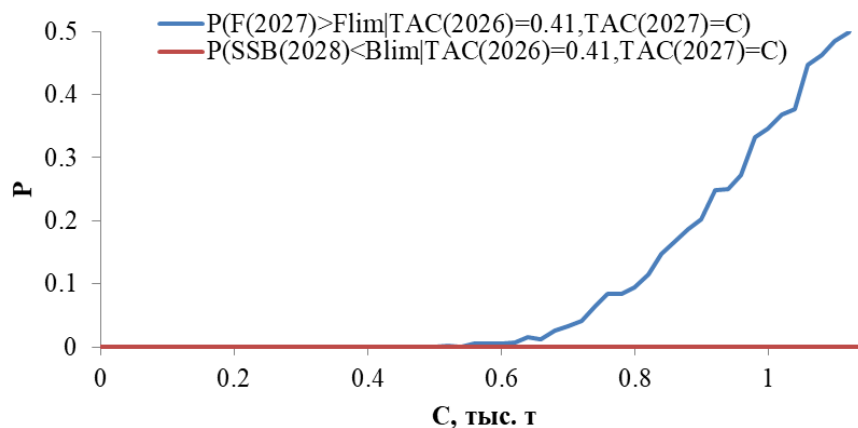


Рис. 75. Анализ рисков наступления неблагоприятных последствий для запаса белобрюхой камбалы Южных Курил в 2025–2026 гг.

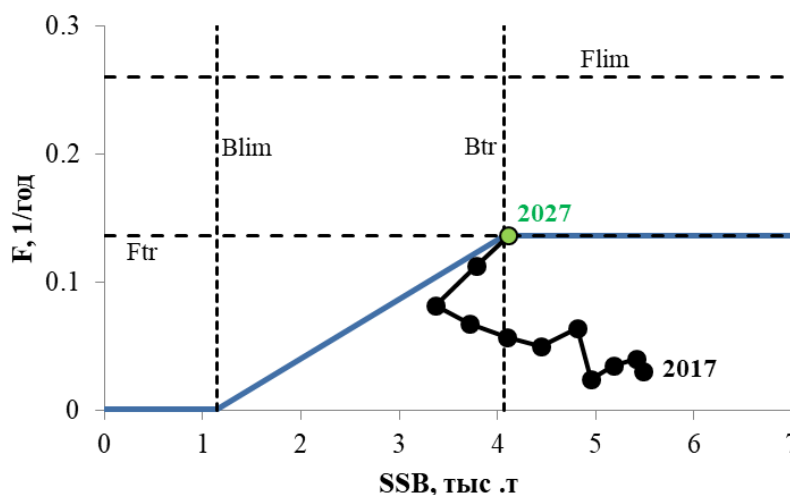


Рис. 76. Реализация правила регулирования промысла белобрюхой камбалы Южно-Курильской зоны

Таким образом, **ОДУ камбал дальневосточных в Южно-Курильской зоне в 2027 г. составит 2,200 тыс. т.**

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 2027 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 ячейей 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.

При оценке динамики запаса также привлечены данные съёмок 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-сентябре 2025 г. на глубинах от 14 до 50 м. Проанализировано 144 промысловых операции. Выполнен биоанализ 238 экз., на массовый промер взято 400 экз. Дополнительно собран материал при выполнении НИР собственными силами – 138 экз.

Также собран материал из любительских уловов, полученных во время проведения икорной водолазной съемки в Северо-Охотморской подзоне в мае-июне 2025 г. Выполнен биоанализ – 411 экз., массовый промер – 752 экз.

Анализ биологического состояния камбал дальневосточных Северо-Охотморской подзоны в 2025 г. проводился по данным уловов сетными и крючковыми орудиями лова. Всего проанализировано 2958 экз., в том числе 1019 экз. из исследовательских уловов в Притауйском районе Охотского моря и 1939 экз. из уловов в западной части подзоны (западнее 147° в. д.). Обработка материала велась по принятым в ихтиологии методикам [Правдин, 1966].

В период с 2020 по 2025 гг. проанализировано более 13000 экз. желтоперой камбалы из снюрреводных (2023-2025 гг.) и исследовательских уловов (2020-2025 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 дальневосточных в Северо-Охотморской подзоне на 2027 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, 2021-2025 гг. В основе расчётов биомассы камбал дальневосточных лежит динамика индексов запаса, полученных по переработанным и уточнённым данным о стандартизированных промысловых усилиях на усилие (судосутки) среднетоннажного флота при ведении промышленного лова в 2010-2019, 2021-2025 гг. основным типом орудий промысла – снюрревод типа 112/39,5 м пр. «Авача-Трал». Для расчётов выбрана медиана уловов на промысловое усилие (судосутки) судов, использующих основное орудие промысла и суммарные уловы флота за 2016-2025 гг.

Общий массив данных по статистике промысла был проанализирован тремя продукционными моделями, отличающимися законом роста эксплуатируемой популяции: моделью Шефера, моделью Фокса и обобщённой моделью Пелла-Томлинсона.

Расчёт биомассы камбал в Северо-Охотморской подзоне (западнее 147° в.д.) выполнен методом прямого учёта по данным учебной съемки, выполненной во время проведения икорной водолазной съемки в Северо-Охотморской подзоне вдоль побережья от Ейринейской губы до зал. Аян в июне 2025 г.

Как показали многочисленные исследования, эффективность учебного лова изменяется в зависимости от плотности скоплений, поэтому изменение относительных учебных уловов, наряду с данными о промышленных уловах, может служить как для характеристики динамики запаса, так и для его оценки. Для расчета плотности скоплений по результатам облова использовали формулу [Слободской, 1986], адаптированную для камбал сотрудниками «ХабаровскНИРО»:

$$\rho_i = 10^6 N_i / 0,5lv_ktk, \text{ где}$$

ρ_i – плотность камбалы на участке, N_i – количество учтенных особей (шт.); v_k – средняя скорость движения камбалы (м/с); l – ширина зоны учета (м); t – продолжительность учета (с); k – коэффициент уловистости, который принимался равным 1; 0,5 – вероятность попадания камбалы в зону учета или облова.

Учитывая малоподвижный образ жизни камбал, наблюдаемый с помощью телеуправляемого необитаемого подводного аппарата (ТНПА), средняя скорость движения камбалы принята равной 1 м/с.

Запас дальневосточных камбал в западной части подзоны определяли методом средней геометрической [Аксютин, 1968]. Общая численность определялась как произведение средней геометрической плотности распределения камбалы на площадь района. Общая биомасса – как произведение численности на среднюю массу камбалы.

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 Северо-Охотоморской подзоны. Эти данные 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 АД) 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. основой численности учтённых при съёмке рыб, как и в 2013 г., стали особи в возрасте 5-9 лет.

По данным биологических анализов из исследовательских (сетных) уловов, 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%. В уловах основу проанализированных рыб стали особи в возрасте 6-12 лет.

Длина тела желтоперой камбалы в 2021-2024 гг. по данным исследовательских уловов (сетных и удебных) 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 в исследовательских уловах не отмечались.

По данным биологических анализов в 2025 г., в северной части Северо-Охотоморской подзоны длина тела желтоперой камбалы в уловах, варьировала в пределах от 14,7 до 43,5 см в возрасте 3-17 лет (в среднем 32,2 см и 10,3 лет, соответственно); доминирующую группу (57,8%) формировали рыбы длиной 30-36 см. Доля рыб непромыслового размера (менее 21 см по длине тела AD) составила 8,8%. По сравнению с предшествующими данными, наблюдается увеличение доли рыб младших возрастных (3-5 лет) и старшевозрастных (10-12 лет) групп. В уловах 2025 г. доминировали особи в возрасте 9-13 лет (71,8%). Биологические характеристики за период с 2020 по 2025 гг. представлены в таблице 17 и на рисунках 77-78.

Таблица 17

Биологические показатели желтоперой камбалы из исследовательских уловов в северной части Северо-Охотоморской подзоны в 2020-2025 гг.

Год	Длина тела АВ, см	Масса тела, г	Возраст, лет	Доля самок, %
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
2024	32,1	395,1	10,6	67,4
Среднее многолетнее	32,5	417,5	10,5	64,8
2025	32,2	407,0	10,3	66,3

Снижение доли мелкоразмерных рыб в 2024 г. связано с тем, что сбор материала в данный период 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. Использование ставных сетей с меньшим размером ячеей на реперных точках в 2025 г. позволило облавливать более широкий размерный ряд, в том числе мелкоразмерных особей.

Доля рыб в возрасте от 10 лет и старше в предыдущие годы была на уровне 43,9% (2020 г.); 79,5% (2021 г.); 73,8% (2022 г.); 61,3% (2023 г.) и 66,5% (2024 г.). В 2025 г. доля рыб этой возрастной категории составила 66%.

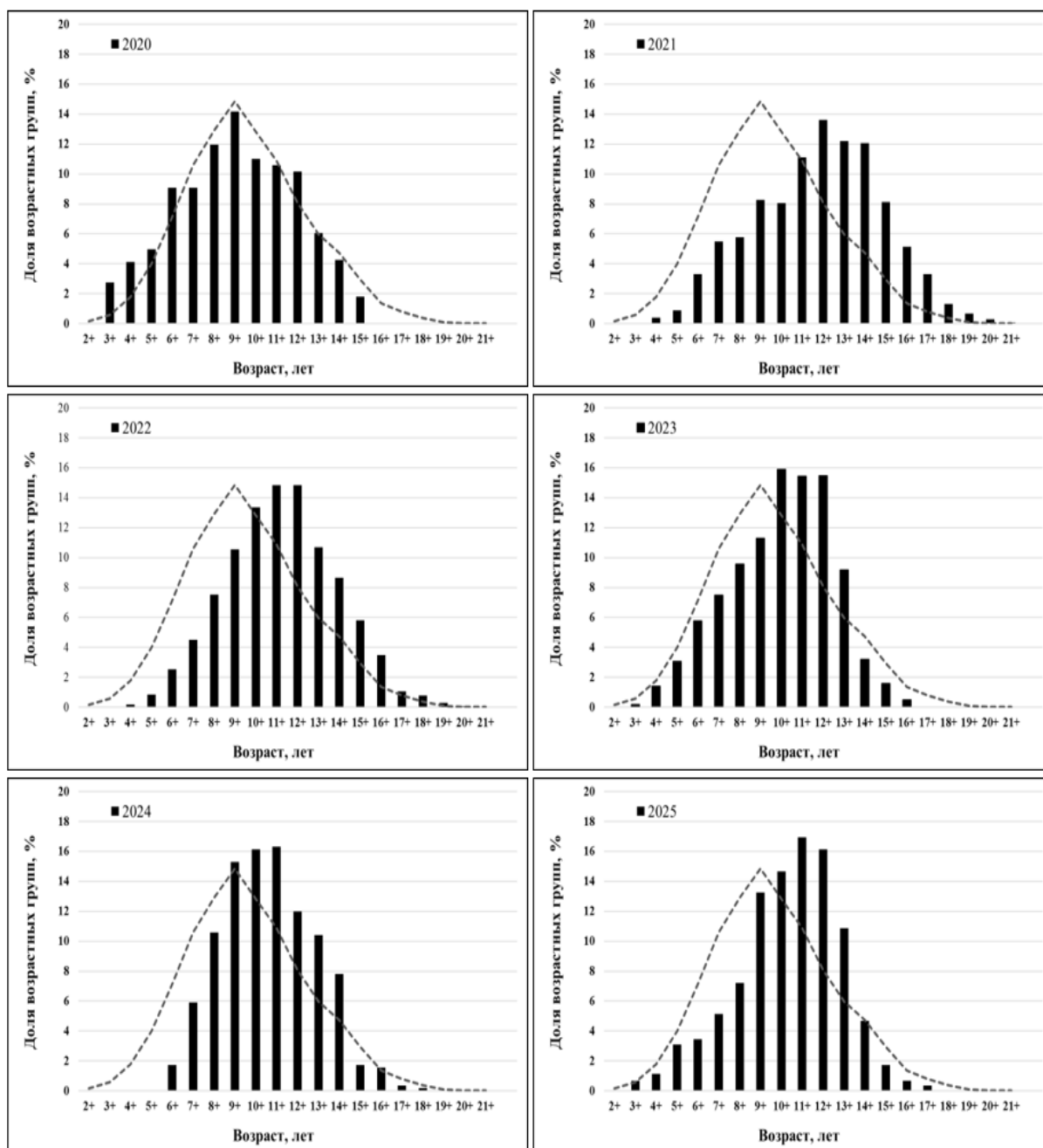


Рис. 77. Возрастной состав желтоперой камбалы из исследовательских уловов сетными и крючковыми орудиями лова в северной части Северо-Охотморской подзоны в 2020-2025 гг. в сравнении со среднегодовыми показателями (пунктирная линия), %

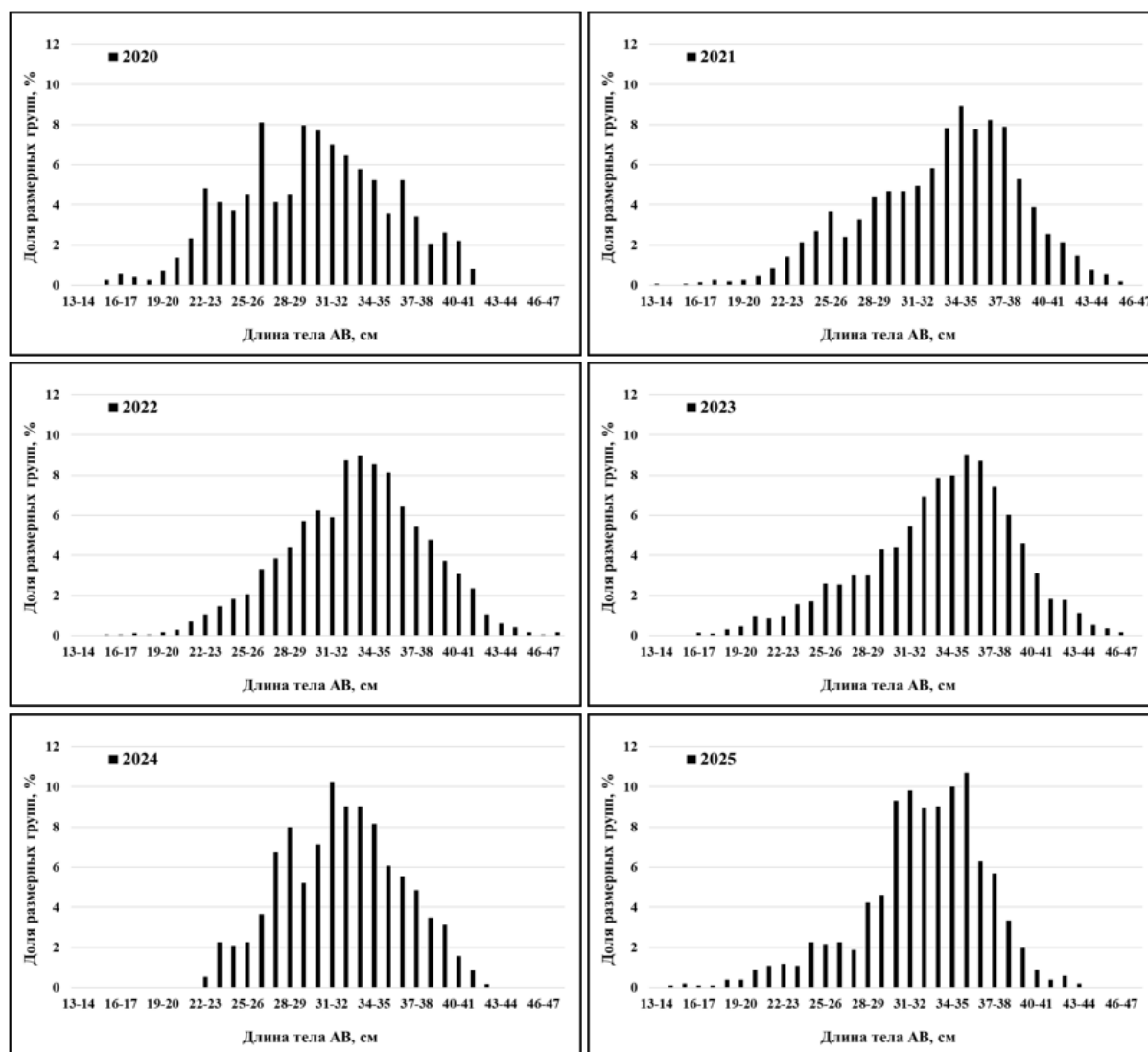


Рис. 78. Размерный состав желтоперой камбалы из исследовательских уловов сетными и крючковыми орудиями лова в северной части Северо-Охотоморской подзоны в 2020-2025 гг., %

Результаты исследований, выполненных в западной части Северо-Охотоморской подзоны (западнее 147° в.д.) в 2023-2025 гг., показали, что биологические показатели желтоперой камбалы были стабильными. Длина тела варьировала в пределах от 12,5 до 44,3 см, составляя в среднем 29,7 см (2023 г.), 29,3 см (2024 г.) и 29,7 см (2025 г.). В уловах доминировала среднеразмерная группа 26-33 см. Возрастные группы желтоперой камбалы за трехлетний период наблюдений были в диапазоне 2-20 полных лет, при этом средний возраст рыб не изменялся и составил 9,5; 9,8 и 9,6 лет, соответственно. При этом наблюдается постепенное увеличение доли молодых особей от 2,4% в 2023 г. до 5,5% в 2025 г., что свидетельствует о благоприятных условиях нереста желтоперой камбалы в данной акватории (рис. 79).

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 северной как удовлетворительное.

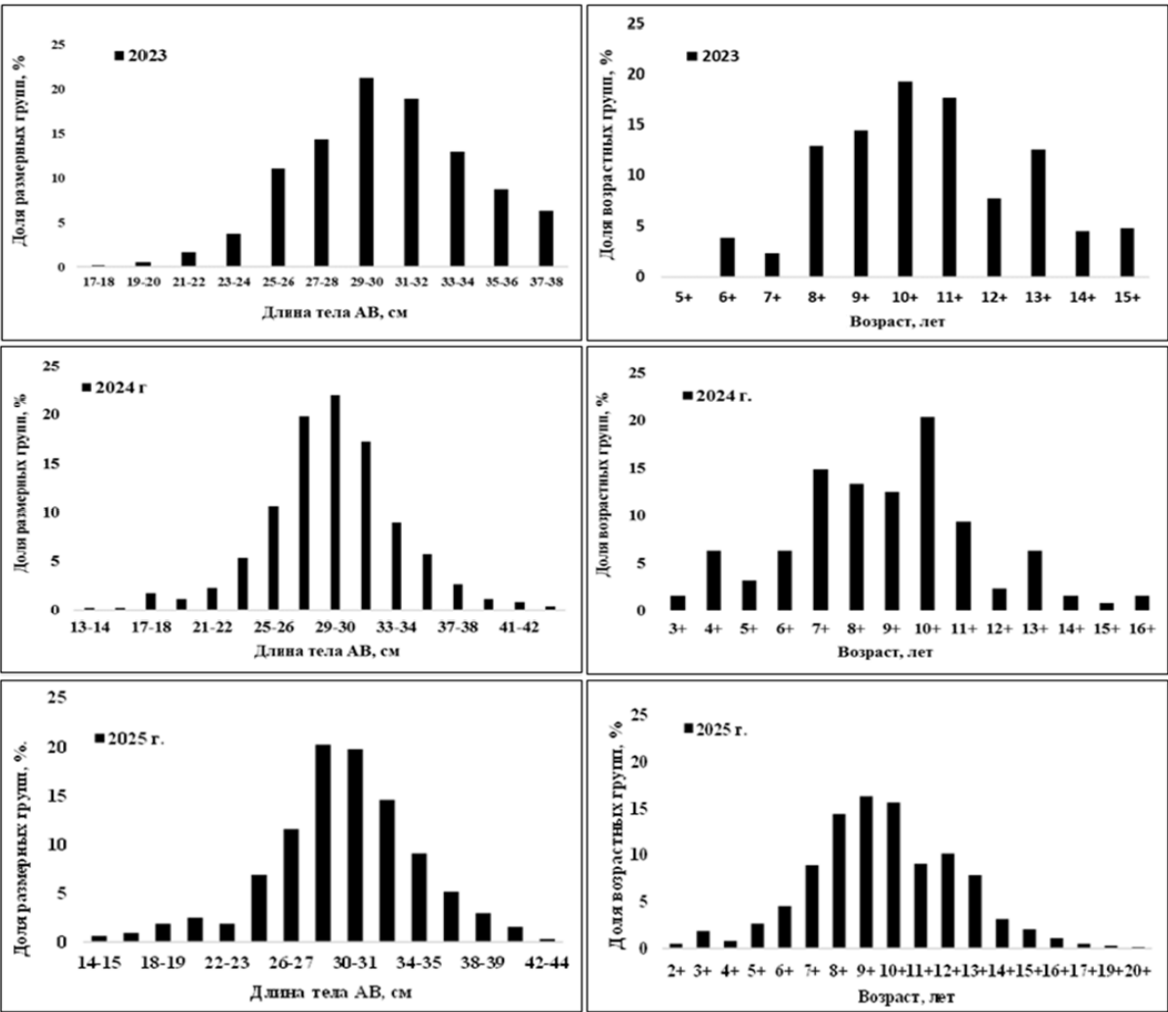


Рис. 79. Размерный и возрастной состав желтоперой камбалы из уловов снюрревода в западной части Северо-Охотморской подзоны в 2023-2025гг.

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

Таблица 18

Соотношение в уловах основных видов камбал дальневосточных при судовом промысле в Северо-Охотморской 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 2020-2025 гг. к вылову было рекомендовано от 1,469 тыс. т (2020 г.) до 6,328 тыс. т (2025 г.). Освоение составило от 0,107 тыс. т (7,3% от ОДУ) в 2020 г. до 5,335 тыс. т (84,3% от ОДУ) в 2025 г. На 2020 г. ОДУ был утвержден в объёме 1,4695 тыс. т, однако ввиду организационных причин вылов по итогам года составил 0,107 тыс. т (7,3%), из них 0,1 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 2025 г. составил 5,335 тыс. т, из которых судовым промыслом было освоено 5,055 тыс. т; береговыми орудиями лова – 0,28 тыс. т (табл. 19).

Таблица 19

Прогнозируемый и фактический вылов камбал дальневосточных в Северо-Охотоморской подзоне в 2020-2025 гг.

Год	ОДУ, тыс. т	Вылов, тыс. т			Освоение, %
		Западнее 147° в.д.	Восточнее 147° в.д.	Всего	
2020	1,4695	0,042	0,065	0,107	7,3
2021	6,165	0,540	3,828	4,368	70,9
2022	6,165	0,908	3,585	4,493	72,9
2023	6,200	0,607	4,441	5,048	81,4
2024	5,928	0,654	3,259	3,913	66,0
2025	6,328	0,479	4,856	5,335	84,3

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 2019-2025 гг. на промысле камбал стабильно участвовали 1-2 судна, вылов которых с 0,010 тыс. т (в 2019 г.) вырос до 0,908 тыс. т (в 2022 г.). В 2025 г. в прибрежной зоне на промысле работало 1 судно с июня по сентябрь, суммарный вылов которого ярусом составил 0,479 тыс. т (рис. 80).

Уловы на усилие (промоперацию) маломерного судна в Охотском районе варьировали в пределах от 1,3 до 6,8 т, в среднем – 3,9 т. Наибольшие суточные уловы отмечались в августе-сентябре и достигали 5-6,8 т. При береговом лове средний вылов камбалы ставной сетью составлял 11 кг/ч.

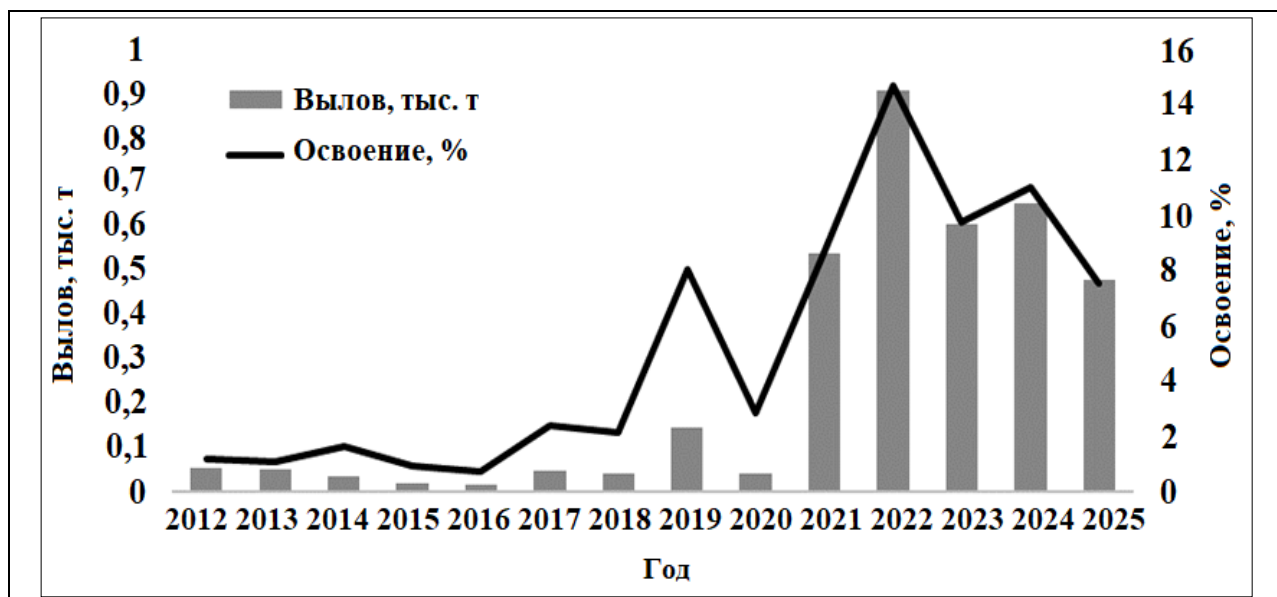


Рис. 80. Динамика вылова камбал дальневосточных в западной части Северо-Охотской подзоны (западнее 147° в.д.), данные 2012-2025 гг.

Следует отметить, что в связи со сложными задевисными грунтами в западной части подзоны, развитие крупномасштабного промысла камбал специализированными орудиями лова (снюрреводами) трудно осуществимо. Предельное освоение дальневосточных камбал в западной части подзоны за все годы ведения промысла составило не более 15,0% от ОДУ, максимальное изъятие – 0,908 тыс. т (рис. 80).

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).

В северной части Охотского моря (восточнее 147° в.д.) на специализированном промысле камбал в 2021-2025 гг. работало от 1 до 5 судов, которые осуществляли лов снюрреводами. Лов производился на изобатах 10-45 м, в редких случаях – до 75 м (в 2023 г. единичные выловы на изобатах до 270 м), в основном, с июня по начало сентября. Однако в последующие годы активный промысел продолжался до начала октября.

В разные периоды 2025 г. на промысле камбал одновременно работали от 1 до 4 судов, (в 2024 от 1 до 2), лов проводился в основном на изобатах 25-50 м, в единичных случаях – до 75 м. Активный период промысла длился с июля по октябрь.

Возможная причина смены доминанты периода промысла в последние годы не связывается нами 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 2021-2025 гг. представлена на рисунке 82.

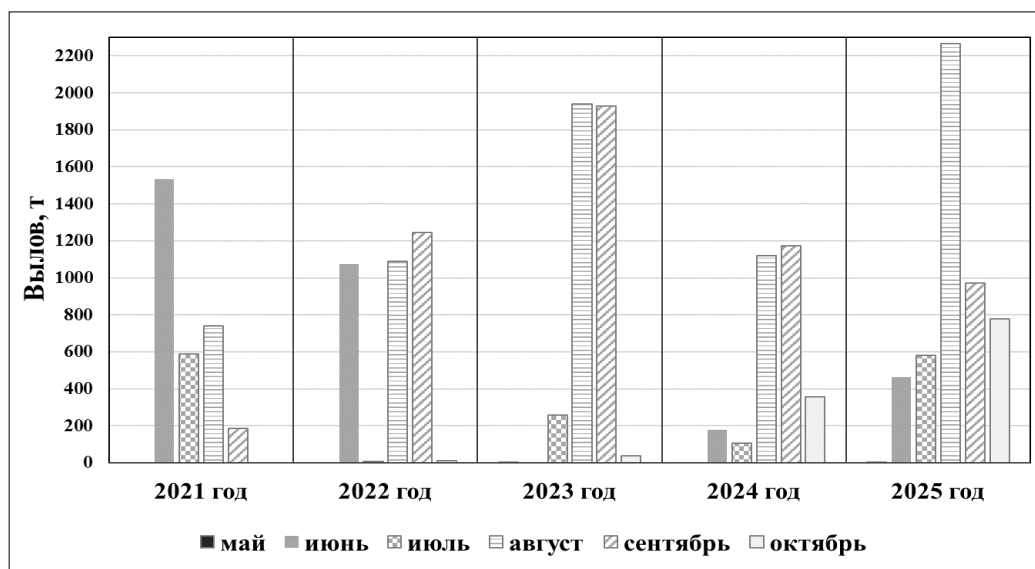


Рис. 82. Сезонная динамика судового промысла камбал дальневосточных в Северо-Охотоморской подзоне в 2021-2025 гг.

По данным ОСМ, максимальное количество одновременно задействованных судов на промысле камбал дальневосточных, использовавших снюрреводные орудия промысла, было отмечено в июне-июле 2021 г. (4 судна), в августе-сентябре 2023 г. (5 судов). В 2025 г. в аналогичные периоды было задействовано от 2 до 4 судов единовременно. Начиная с периода активного применения снюрреводов (2016 г.), основным орудием судового промысла в Северо-Охотоморской подзоне на протяжении длительного периода остаётся снюрревод типа 112/39,5 м пр. «Авача-Трал» – на долю общесудового вылова данным типом промвооружения за период 2016-2025 гг. приходится, в среднем, около 76% (рис. 83).

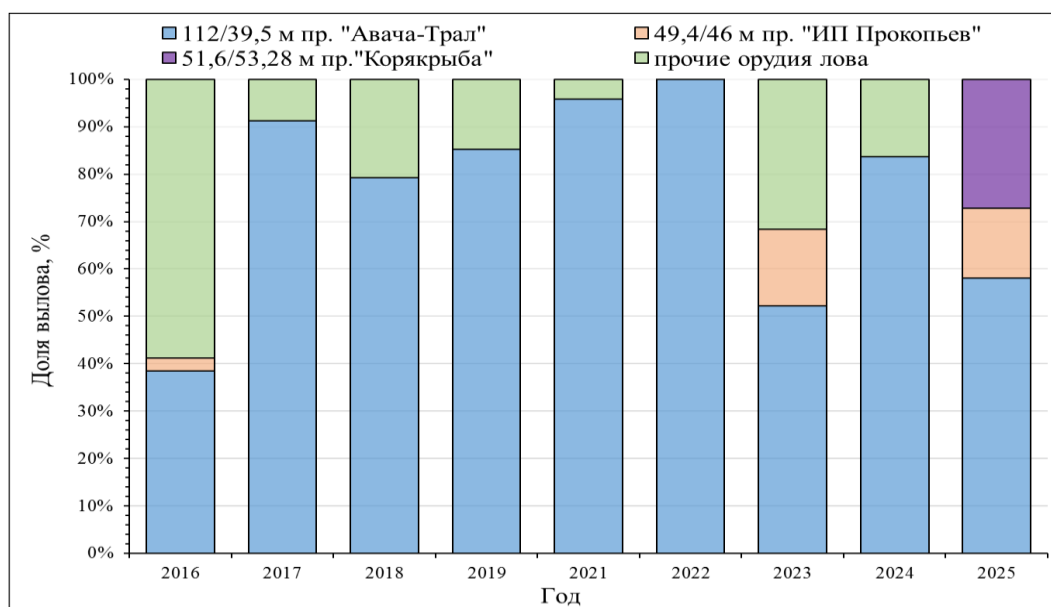


Рис. 83. Соотношение долей вклада в судовой вылов снюрреводов различных типов на промысле камбал дальневосточных в Северо-Охотоморской подзоне в 2016-2019 и 2021-2025 гг.

Количество судосуток затраченных флотом, оснащённых снюрреводами данного типа на промысле в 2025 г., было несколько выше, чем в 2024 г., и оставило 98 судосуток промысла (табл. 20). Количество произведённых промысловых операций (замётов) также было на высоком уровне – на уровне около максимума всего периода наблюдений, составляя 270 промоопераций.

Таблица 20

Показатели эффективности работы флота и судовой добычи камбал дальневосточных снюрреводными орудиями лова типа 112/39,5 м пр. «Авача-Трал» в Северо-Охотоморской подзоне (по данным ОСМ)

Год	Вылов, т	Кол-во судов за весь год	Кол-во судосуток на промысле	Количество промысловых операций (замёт)	Вылов на судосутки, т	Вылов на 1 промысловую операцию (замёт), т
2016	759,7	2	47	100	16,1	7,6
2017	1324,4	4	92	236	14,4	5,6
2018	1311,1	4	102	271	12,8	4,8
2019	1560,2	3	79	253	19,7	6,2
2021	2916,5	3	112	270	26,0	10,8
2022	3267	5	93	251	35,1	13,0
2023	2172,7	3	53	128	41,0	17,0
2024	2456,5	2	72	212	34,1	11,6
М	1971,0	3	81	215	24,9	9,6
2025	2925,8	2	98	270	29,8	10,8

Примечание: в 2020 г. специализированный лов не вёлся

Средняя величина улова на 1 промысловую операцию за период 2016-2024 гг. при использовании снюрревода типа 112/39,5 м пр. «Авача-Трал» на промысле дальневосточных камбал в Северо-Охотоморской подзоне был на уровне 9,6 т на замёт. В 2025 г. данный показатель промысла была выше среднемноголетних показателей, однако, несколько ниже предыдущего промыслового года – на уровне показателей 2021 г. (10,8 т). Средний вылов на судосутки промысла 2025 г. также был ниже предыдущего года, но выше среднемноголетних значений. Постепенный рост среднесуточных выловов и эффективности на 1 промысловую операцию с максимумом в 2023 г. и с последующим снижением связан, по нашему мнению, с рядом поколений высокой численности, вступивших в промысел с 2021 г. Поскольку биологическое состояние запаса в реперных точках, не претерпевало тенденции негативных изменений, то некоторое снижение показателей промысла 2024 и 2025 гг., носит характер естественного колебания численности камбал дальневосточных в северной части Охотского моря.

Как показал анализ прошлых лет, при снюрреводном промысле в целом имеется тенденция к его активному ведению 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 $K = 58841$ (в анализе чувствительности расчётов применялось 10% приращение к параметру ёмкости среды – K). Ориентиры управления распределены следующим образом (FSB – *Fishing Stock Biomass*): $FSB_{MSY} = FSB_{tr} 21,6$ тыс. т; величина FSB_{lim} 14,4 тыс. т). $MSY = 6,04$ тыс. т.

С 2017 г. судовой промысел камбал дальневосточных активно ведётся (за редким исключением) снюрреводами, а за период с 2016 по 2025 г. основным типом орудий лова, применяемым на промысле стал снюрревод типа 112/39,5 м (76% 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 многолетним данным

Индекс состояния запаса	Единица измерения	Значение индекса состояния			Ст. откл. σ	Ориентир управления	
		мин.	макс.	ср.± ошибка		граничный	целевой
M	г	127	1900	427±2,0	217,9	127	427
Y	год	6	24	11,0±0,02	2,9	6	11
X	коэфф.	0,01491	0,41964	0,16047±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. 84).

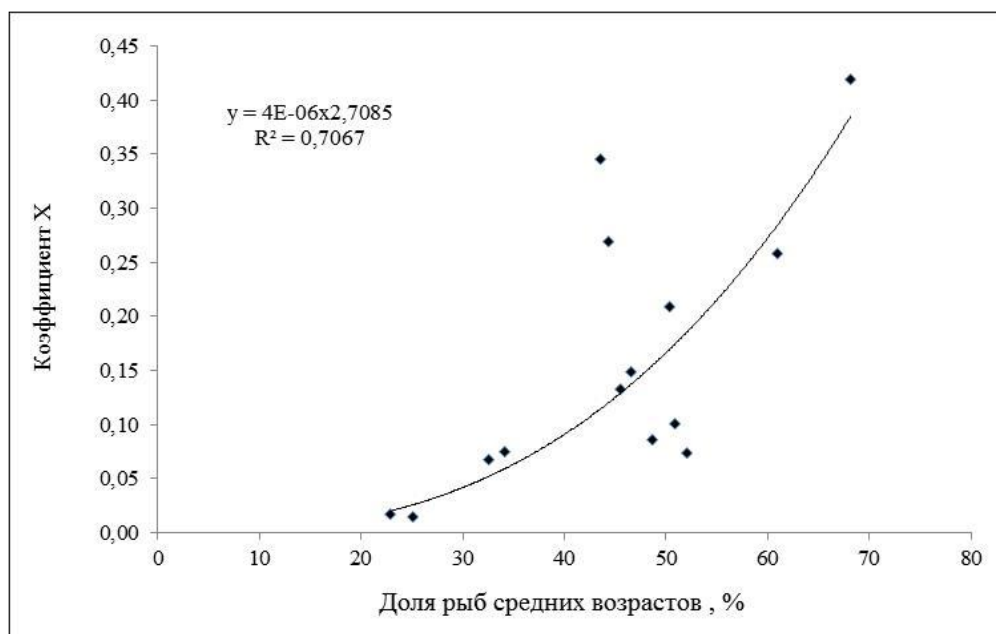


Рис. 84. Взаимосвязь коэффициента X и доли рыб средневозрастных рыб

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 с учетом снижения промысловых показателей (улов на судосутки и на промоперацию) основного орудия промысла – снюрревод типа 112/39,5 м пр. «Авача-Трал», принято решение установить целевой ориентир по промысловой смертности на уровне F_{sq} . Согласно выбранного F_{sq} линейно-кусочного ПРП, уровень изъятия определен 0,164. (рис. 85). При этом риск получить в перспективе улов и биомассу меньше наблюдаемого минимума равен 0%.

Прогнозирование состояния запаса

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. Средняя плотность желтоперой камбалы в районе исследований по данным учетной учебной съемки 2025 г. составила 20 тыс.

экз./км². Обследованная площадь с основными промысловыми концентрациями камбалы (по данным траловых съемок – до изобаты 50 м) – 9342 км². Исходя из средней массы особи – 436 г, запас в западной части подзоны (западнее 147° в.д.) в 2025 г. оценен в 82 тыс. т. Учитывая, что промышленный лов камбал практически не осуществляется в западной части подзоны, считаем, что запас в 2027 г. не претерпит значительных изменений.



Рис. 85. Правило регулирования промысла камбал дальневосточных Северо-Охотоморской подзоны

Поскольку информационное обеспечение соответствует II уровню, то прогноз величины биомассы запаса в Северо-Охотоморской подзоне на 2027 г. рассчитан в программной среде «COMBI 4.0» и основан на данных об эксплуатируемой промыслом части запаса камбал дальневосточных – динамике общего вылова камбал дальневосточных в Северо-Охотоморской подзоне, среднесуточном вылове основанного орудия промысла за период промысла и количеством промоопераций за период с 2016 г. Между уловами и промооперациями найдена отрицательная корреляция, что позволяет проводить дальнейшие расчёты (рис. 86).

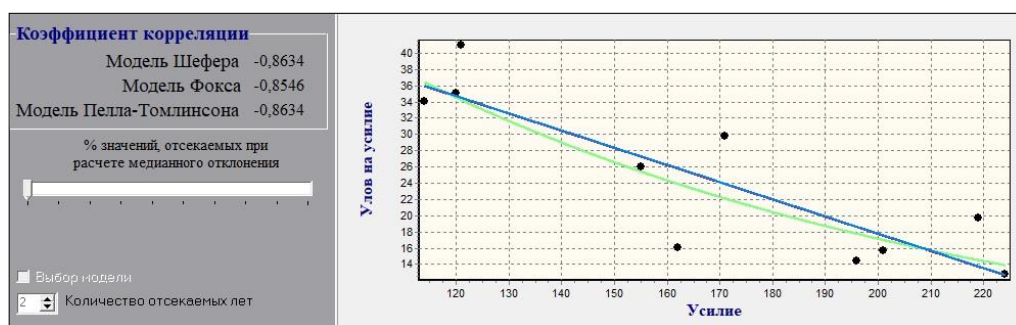


Рис. 86. Зависимость стандартизированных уловов на усилие (среднесуточный вылов) от количества усилий снюрреводными орудиями (снюрревод типа 112/39,5 м пр. «Авача-Трал») на промысле камбал дальневосточных в 2016-2025 гг.

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 Фокса, которая оптимально интерпретировала

имеющиеся данные. После выбора и настройки модели получаем прогноз состояния запаса камбал дальневосточных Северо-Охотоморской подзоны (табл. 22).

Таблица 22

**Биомасса промыслового запаса камбал дальневосточных в 2023-2030 гг.,
рассчитанная программой «COMBI 4.0», т**

Год	Биомасса запаса
2023	42453
2024	35309
2025	30857
2026	39849
2027	38069
2028	36693
2029	35898
2030	35211

Динамическая продукционная модель Фокса позволяет рассчитать многолетнюю динамику запаса, в том числе в рамках требуемого прогнозного горизонта. По результатам расчётов данной модели на 2027 г., биомасса промыслового запаса, уязвленного промыслом, камбал дальневосточных прогнозируется на уровне около 38,0 тыс. т (рис. 87).

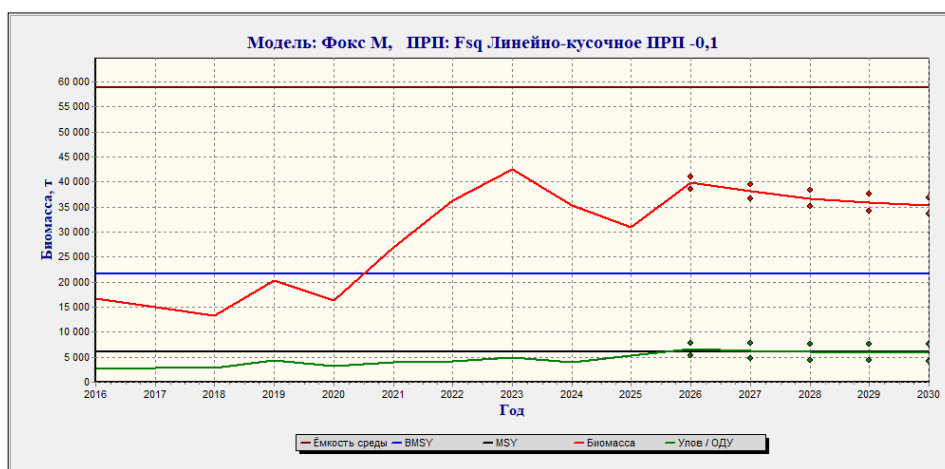


Рис. 87. Расчет уязвленного промыслом запаса и ОДУ камбал дальневосточных Северо-Охотоморской подзоны на прогнозный период 2026-2030 гг.

Таким образом, запас дальневосточных камбал в целом для Северо-Охотоморской подзоны оценивается на уровне 120 тыс. т. Однако учитывая, что сложные задевиные грунты не позволяют вести масштабный специализированный промысел в западной части подзоны, а основная добыча камбал ведется в Притауйском районе, обоснование ОДУ на 2027 г. будет производиться на основе расчётов модели Пелла-Томлинсона, с учетом запаса, уязвленного промыслом, камбал дальневосточных, на уровне около 38,0 тыс. т.

Обоснование рекомендованного объёма ОДУ

Расчёт биомассы запаса камбал дальневосточных на основе промысловых данных в программном комплексе «COMBI 4.0» указывает на её некоторое снижение после пика в 2023 г. Качественное состояние эксплуатируемой части запаса дальневосточных камбал в 2025 г. оказалось несколько выше таковых в предыдущем году, но всё же остаётся на уровне среднесрочных показателей (табл. 23).

Таблица 23

Состояние биологических ориентиров управления и статус запаса желтоперой камбалы в Северо-Охотоморской подзоне по данным 2025 г.

Индекс состояния запаса	Ориентир управления (многолетние данные)		Уровень индикатора в 2025 г.	Статус запаса
	Граничный	Целевой		
M	127	427	407	Стабильный
Y	6	11,0	10,3	
X	0,01491	0,1647	0,0955	Стабильный с тенденцией к повышению

Предполагается, что некоторое повышение численности половозрелых средневозрастных групп (11-12 лет) в исследовательских уловах, относительно других возрастных групп может находить отражение также в специфике применяемых орудий лова при сборе материалов в 2025 г., при этом использование сетных орудий с меньшей ячейкой способствовало более эффективному облову мелкоразмерных особей, в отличие от 2024 г.

По данным 2025 г., повышение коэффициента X, по сравнению с предыдущим годом (0,0750 в 2024 г.), свидетельствует об увеличении ближайшего пополнения, которое не могло быть затронуто промыслом в 2025 г.

Интервальная оценка модельных расчетов в программной среде «COMBI 4.0», на основе продукционной модели Фокса 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
2026	5,337 – 7,825
2027	4,790 – 7,784
2028	4,459 – 7,660
2029	4,273 – 7,581
2030	4,113 – 7,512

Поскольку в 2025 г. на промысле камбал дальневосточных Северо-Охотоморской подзоны одновременно было задействовано такое же

количество судов (2 судна), как и в 2024 г., использующих основное орудие промысла (снюрревод типа 112/39,5 м пр. «Авача-Трал»), однако при этом наблюдается увеличение количества затраченных судосутки промысла и количества промысловых операций (замёт) с одновременным некоторым снижением эффективности (уловы на судосутки и на 1 промысловую операцию), то, предполагается, что увеличение эффективности флота в предшествующий период было связано с рядом поколений высокой численности, вступивших в промысел с 2021 г.

Виду того, что основной промысловый вид в уловах (желтоперая камбала) является длительно созревающим видом – созревание 50% самок приходится на 7,9 лет [Юсупов, 2025], то в соответствии с «концепцией разнокачественности популяций» [Бабаян, 2000], согласно которой «скорость увеличения численности популяций рыб зависит в первую очередь от возраста их созревания и числа повторных генераций в течение жизни...», биологически допустимое изъятие из промыслового запаса в возрасте созревания 7 лет составляет 18,6%, а в возрасте 8 лет – 16,7%. С учётом двойственного состояния промысла и биологии (относительно стабильные биологические показатели, но, в тоже время, снижение эффективности флота) предлагается в целях предосторожного подхода установить допустимое изъятие в 2027 г. на уровне 16,7% от прогнозируемого промыслового запаса. Поскольку данная величина находится на уровне медианы прогнозных расчётов на 2027 г. в среде «COMBI 4.0» (табл. 24), считаем обоснованным установить **ОДУ камбал дальневосточных в Северо-Охотоморской подзоне в 2027 г. на уровне 6,357 тыс. т (38,069 тыс. т*16,7%)**.

Анализ и диагностика полученных результатов

В результате тестирования принятого ПРП (в пространстве решений продукционной модели Фокса) с применением параметрического бутстрепа оценены коэффициенты эффективности данного ПРП на прогнозный горизонт 5 лет. Средняя биомасса промыслового запаса в прогнозе — 35,9 тыс. т, средний улов — 6,498 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
1	2	3	4	5	6	7
F_{sq} , Линейно-Кусочное 0	0	36789,1	6073,4	1,3	1,6	0
F_{sq} , Линейно-Кусочное -0,1	0	36773,2	6070,5	1,3	1,6	0

1	2	3	4	5	6	7
Fsq , Логистическо $\alpha=2,2 \beta=0,92$	0	36917,7	6077,7	1,3	1,6	0
$Fsq1,25$ Линейно- Кусочное $-0,1$	0	34562,4	7125,1	1,2	1,9	0
$Fsq1,25$, Логистическо $\alpha=9,4 \beta=0,44$	0	34620,2	7146,5	1,2	1,9	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 2027 г. положены:

— данные, полученные в результате исследований качественного и количественного состава промысловых снюрреводных уловов с судов типа СТР в феврале 2025 г. на береговом заводе ООО «Камчаттралфлот» (г. Петропавловск-Камчатский), судов типа МРС в мае на береговом заводе ООО «Рыбхолкам» (п. Озерновский), промысловом судне СТР «Мыс Золотой» в январе–марте (массовые промеры разных видов камбал — 7040 экз., полные биологические анализы — 200 экз.);

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

— сведения о вылове по данным судовых суточных донесений (ССД) и оперативной отчетности предприятий (ООП) из отраслевой системы мониторинга водных биологических ресурсов, наблюдения и контроля за деятельностью промысловых судов (ОСМ) за 2025 г. 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 правилам рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна, утвержденных приказом Минсельхоза от 06.05.2022 г. № 285, не оснащены техническими средствами контроля (ТСК) и не подают ССД. 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.

Информацию об общем вылове камбал в 2012–2024 гг., полученную 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.

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 17 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 продукционные модели пока также не используются.

Входной информацией для использования DLM методов являются сведения о вылове и индексе запаса по годам. Наиболее достоверные данные о вылове по видам камбал у Западной Камчатки в нашем распоряжении есть с 2010 г., индексах запаса — с 2005 г. Следует отметить, что наравне с когортными и продукционными 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 polyxistra*, 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. Именно по этим видам и подготовлено настоящее обоснование. 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 вылова 4 основных видов камбал у Западной Камчатки используются, так называемый, «немодельный» метод Itarget1 (Incremental Index Target) [Geromont, Butterworth, 2015], реализованный в программном пакете DLMtool [Методические рекомендации..., 2018]. Зная их общую долю в уловах, нетрудно рассчитать ОДУ для всех видов камбал, включая прочие виды.

Схема управления в семействе методов Itarget 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:

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

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

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 наблюдений (
$$I^{recent} = \frac{1}{5} \sum_{y=4}^y I_y$$
);

I^{target} — целевое значение индекса обилия (в методе Itarget1 задается как $I^{target} = 1,5 I^{ave}$, Itarget2 — $I^{target} = 2 I^{ave}$, Itarget3 — $I^{target} = 2,5 I^{ave}$, Itarget4 — $I^{target} = 2,5 I^{ave}$);

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

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

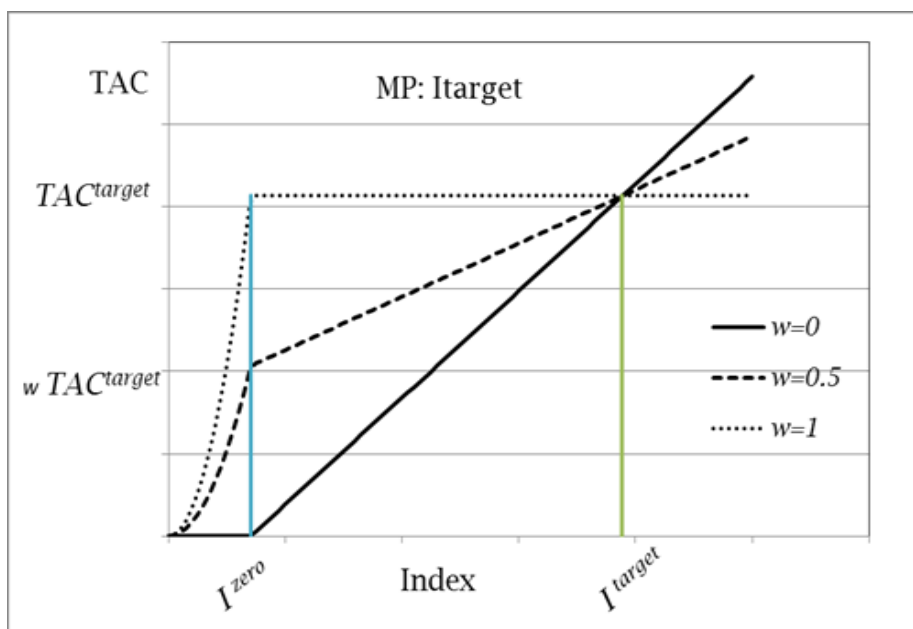


Рис. 88. Графическое представление схемы регулирования рыболовства, реализованной в методе Itarget

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
2008	—	130,663
2009	—	65,195 (126,997*)
2010	23,191	57,843 (126,997*)
2011	23,986	123,331
2012	28,278	— (124,235*)
2013	28,047	— (124,235*)
2014	36,111	125,138
2015	37,718	78,094
2016	35,313	51,291 (103,487*)
2017	34,790	131,982
2018	33,289	142,194
2019	35,615	165,670
2020	37,913	163,886
2021	28,980	56,521 (217,282*)
2022	29,651	270,677
2023	25,614	— (230,844*)
2024	19,066	191,011
2025	19,137	— (170,000**)

* — среднее значение за 2 смежных года, ** — экспертная оценка

Таблица 27

Входные данные для расчетов вылова четырехбугорчатой камбалы

Год	Вылов, тыс. т	Индекс общей биомассы на стандартном полигоне (КУ=1), тыс. т
2008	—	57,792
2009	—	23,421 (54,901*)
2010	3,580	25,194 (54,901*)
2011	3,757	52,009
2012	2,804	— (56,582*)
2013	2,966	— (56,582*)
2014	4,535	61,154
2015	6,046	42,689
2016	6,988	32,628
2017	4,231	50,397
2018	3,981	66,841
2019	2,343	76,094
2020	2,438	114,879
2021	1,741	44,825 (99,6*)
2022	1,739	84,372
2023	1,991	— (71,932*)
2024	1,993	59,492
2025	2,085	— (50,000**)

* — среднее значение за 2 смежных года, ** — экспертная оценка

Таблица 28

Входные данные для расчетов вылова для палтусовидной камбалы

Год	Вылов, тыс. т	Индекс общей биомассы на стандартном полигоне (КУ=1), тыс. т
2010	1,337	58,389
2011	1,508	80,136
2012	0,374	— (73,544*)
2013	0,204	— (73,544*)
2014	0,502	66,952
2015	0,410	47,239
2016	0,264	65,294
2017	0,252	68,863
2018	0,258	84,646
2019	0,205	102,782
2020	0,437	93,051
2021	0,331	54,276 (92,9*)
2022	0,514	92,678
2023	0,791	— (83,835*)
2024	0,166	74,992
2025	0,160	— (65,000**)

* — среднее значение за 2 смежных года, ** — экспертная оценка

Таблица 29

Входные данные для расчетов вылова северной двухлинейной камбалы

Год	Вылов, тыс. т	Индекс общей биомассы на стандартном полигоне (КУ=1), тыс. т
2010	4,037	20,745
2011	4,627	35,617
2012	6,383	— (36,037*)
2013	5,365	— (36,037*)
2014	0,136	36,457
2015	1,175	35,892
2016	2,148	29,475
2017	1,558	34,933
2018	1,364	28,351
2019	1,124	16,484
2020	2,359	21,098
2021	1,994	14,996 (21,3*)
2022	2,904	21,405
2023	2,281	— (25,304*)
2024	1,968	29,203
2025	2,174	— (35,000**)

* — среднее значение за 2 смежных года, ** — экспертная оценка

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. Учитывая, что в некоторые годы они проводились по разной сетке

станций, результаты съемок привели к одному стандартному полигону (рис. 89). Размеры его определены так, чтобы в него вошло максимальное количество станций. В 2023 и 2025 гг. съемки не проводились. В 2012–2013 гг. учетные работы выполнены только до глубин 100 м, поэтому данные за эти годы не использовали. Результаты съемки 2021 г. в отношении всех видов 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). В отношении желтоперой камбалы результаты съемок в 2010, 2016 гг., а в отношении четырехбугорчатой камбалы — 2010 г. также признаны недостоверными, т.к. величина индекса в эти годы по сравнению со смежными годами увеличилась или уменьшилась более чем в 2 раза, что представляется маловероятным. С учетом этого, вместо отсутствующих значений индекса приняли среднее значение между смежными годами. В 2025 г. индексы определили экспертно с учетом динамики запасов: для желтоперой камбалы — 170 тыс. т, четырехбугорчатой — 50 тыс. т, палтусовидной — 65 тыс. т, северной двухлинейной — 35 тыс. т.

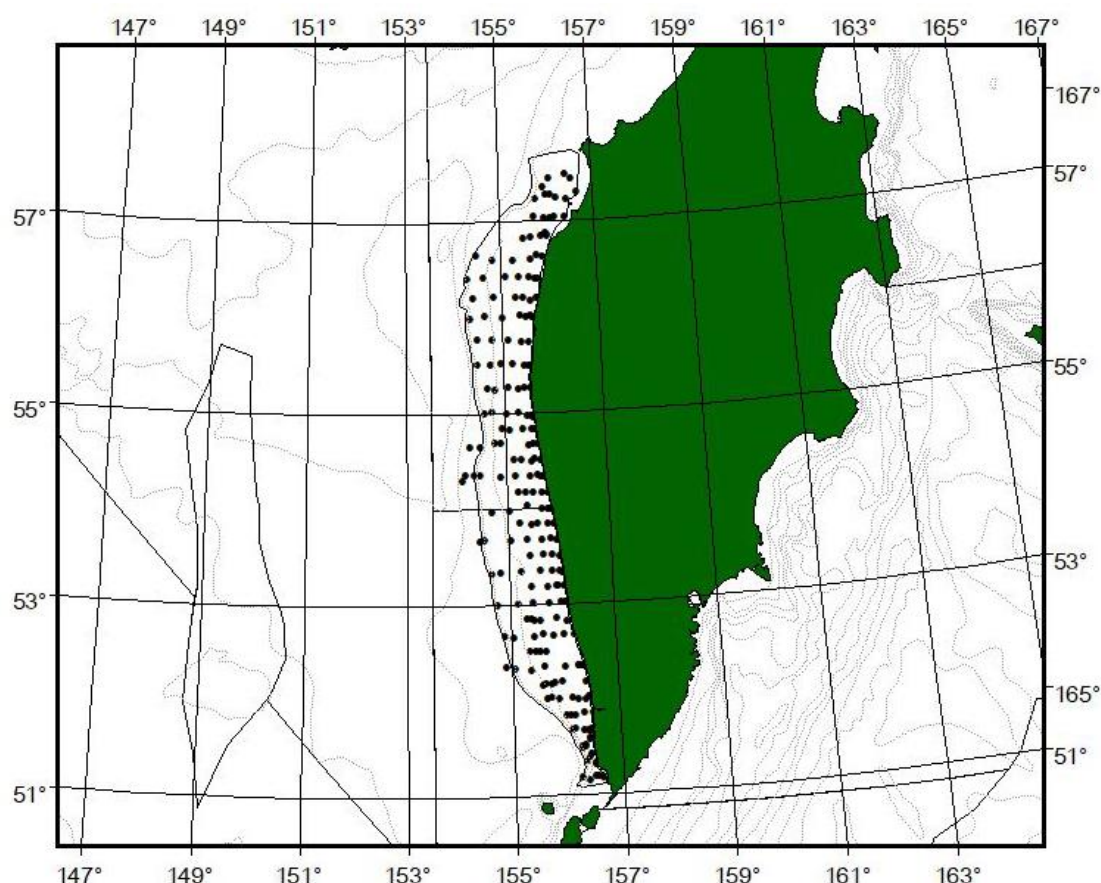


Рис. 89. Схема станций донной траловой съемки, выполненной у Западной Камчатки в июле–августе 2024 г. (обозначены границы стандартного полигона)

Плотность рыб и величину индекса общей биомассы камбал на полигоне оценивали 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 использовали 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 2021–2024 гг., для определения ОДУ камбал у Западной Камчатки на 2027 г. использовали метод Itarget.

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Состояние запаса. В настоящем обосновании предполагается, что на западнокамчатском шельфе обитают единые популяции основных промысловых видов камбал.

По результатам последней 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. 90).

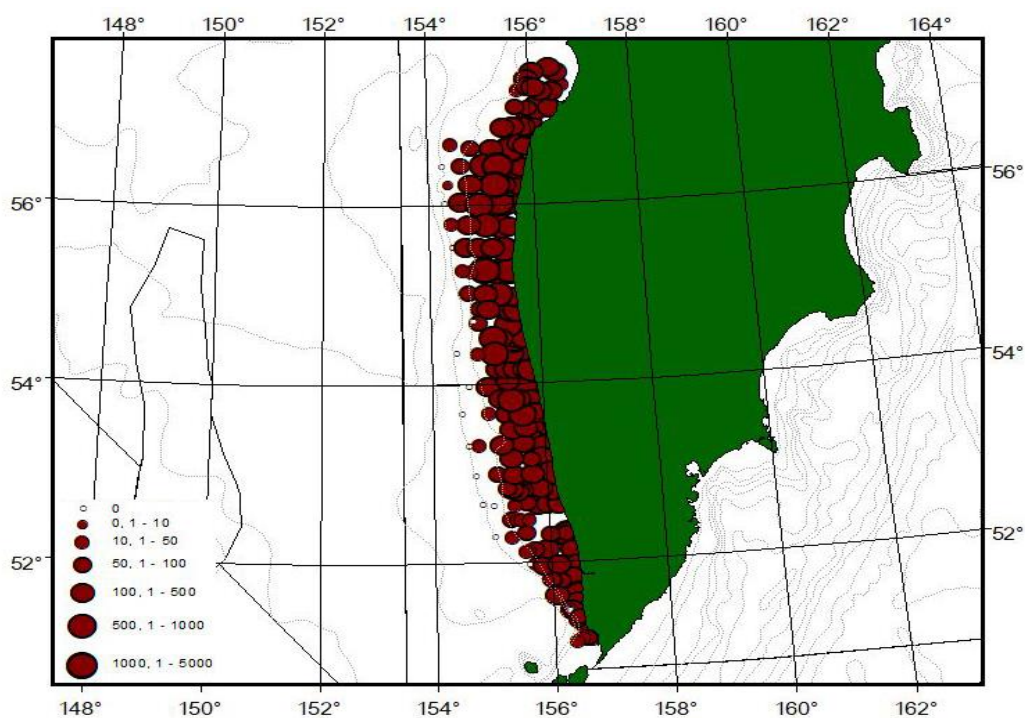


Рис. 90. Распределение уловов желтопёрой камбалы на единицу усилия у Западной Камчатки, по результатам донной траловой съемки летом 2024 г., кг/час траления

Уловы вида на 1 час траления достигали 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, чем в предшествующие годы (табл. 30).

Межгодовая динамика индекса общей биомассы (КУ=1) промысловых видов камбал дальневосточных у Западной Камчатки по результатам донных траловых съемок за последние 10 лет

Год	1	2	3	4	5	Всего
2016	103,487*	32,628	65,294	29,475	118,288	349,172
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	165,67	76,094	102,782	16,484	373,861	734,891
2020	163,886	114,879	93,051	21,098	218,194	611,108
2021	217,282*	99,600*	92,900*	21,300*	222,876*	653,958
2022	270,677	84,372	92,678	21,405	227,558	696,690
2023	230,844*	71,932*	83,835*	25,304*	174,434*	586,349
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; * — среднее значение за 2 смежных года

Четырехбугорчатая камбала во время съемки встречалась далеко не во всех контрольных тралениях (рис. 91), а наибольшие уловы традиционно наблюдались в самой южной, центральной и северной частях полигона исследований. Уловы вида на 1 час траления достигали 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%).

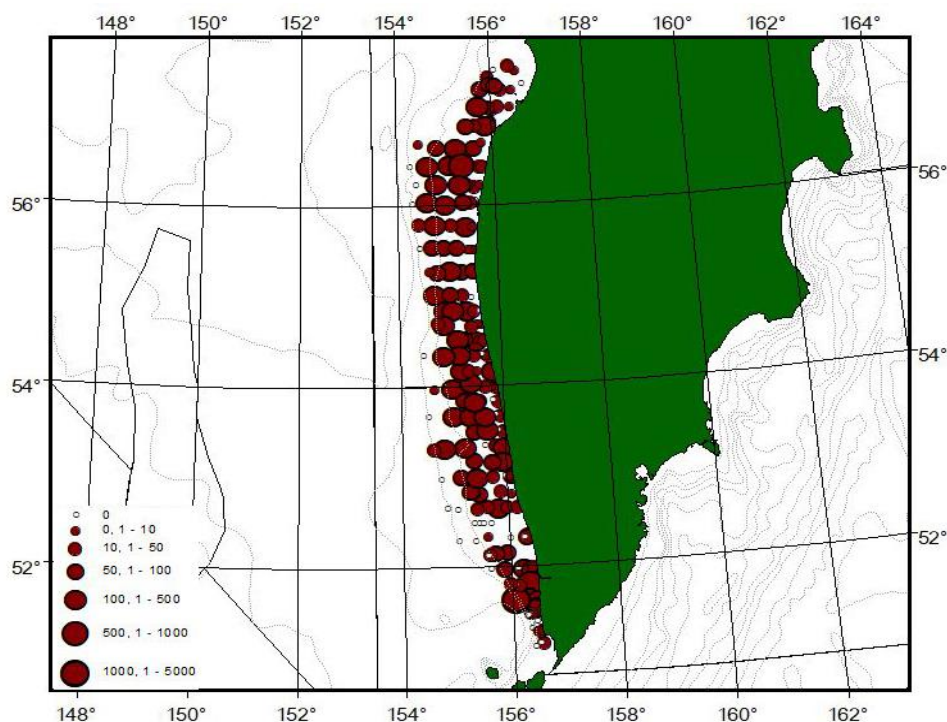


Рис. 91. Распределение уловов четырехбугорчатой камбалы на единицу усилия у Западной Камчатки, по результатам донной траловой съемки летом 2024 г., кг/час траления

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. 92), а наибольшие уловы наблюдались на самых глубоководных станциях. Уловы вида на 1 час траления достигали 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).

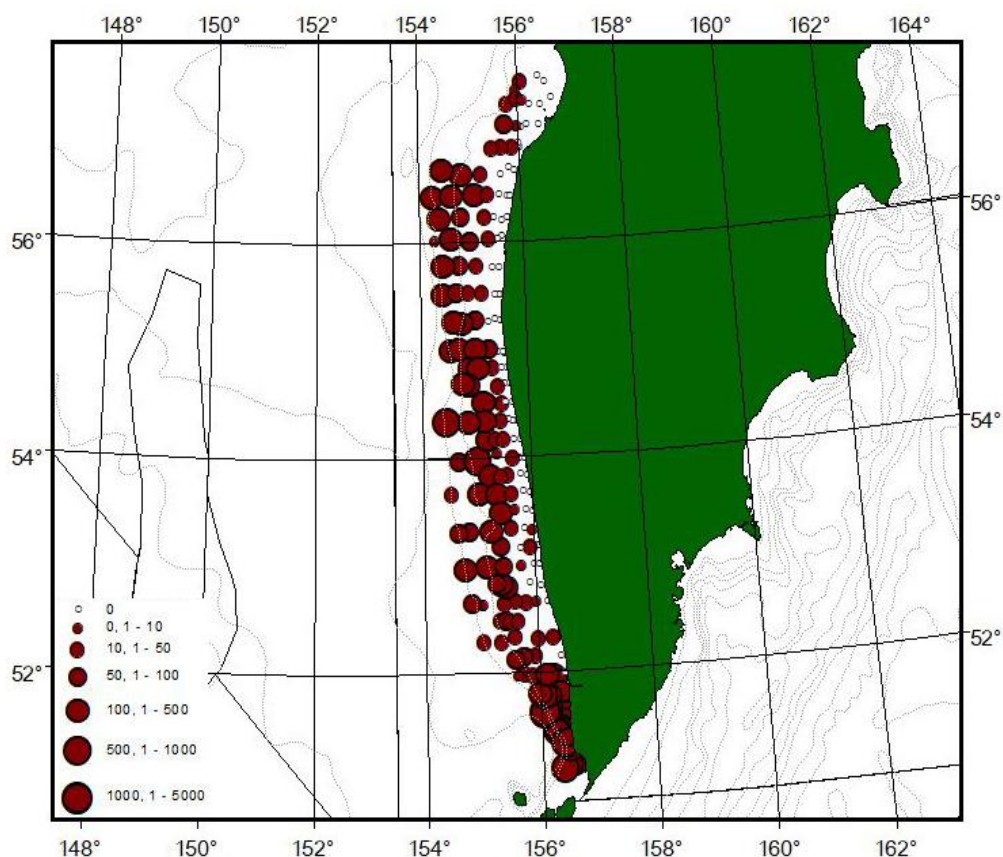


Рис. 92. Распределение уловов палтусовидной камбалы на единицу усилия у Западной Камчатки, по результатам донной траловой съемки летом 2024 г., кг/час траления

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. 93). 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%).

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.

По данным, представленным в таблице 30, видно, что суммарная биомасса 4 основных видов камбал (без прочих видов) к 2022 г. увеличивалась, достигнув максимального значения в 469 тыс. т, после чего началось ее снижение. Уменьшение ресурсов в 2023–2024 гг. связано, в первую очередь, со снижением биомассы желтоперой лиманды, четырехбугорчатой и палтусовидной камбал, при этом запасы северной двухлинейной камбалы по сравнению с 2022 г., напротив, возросли.

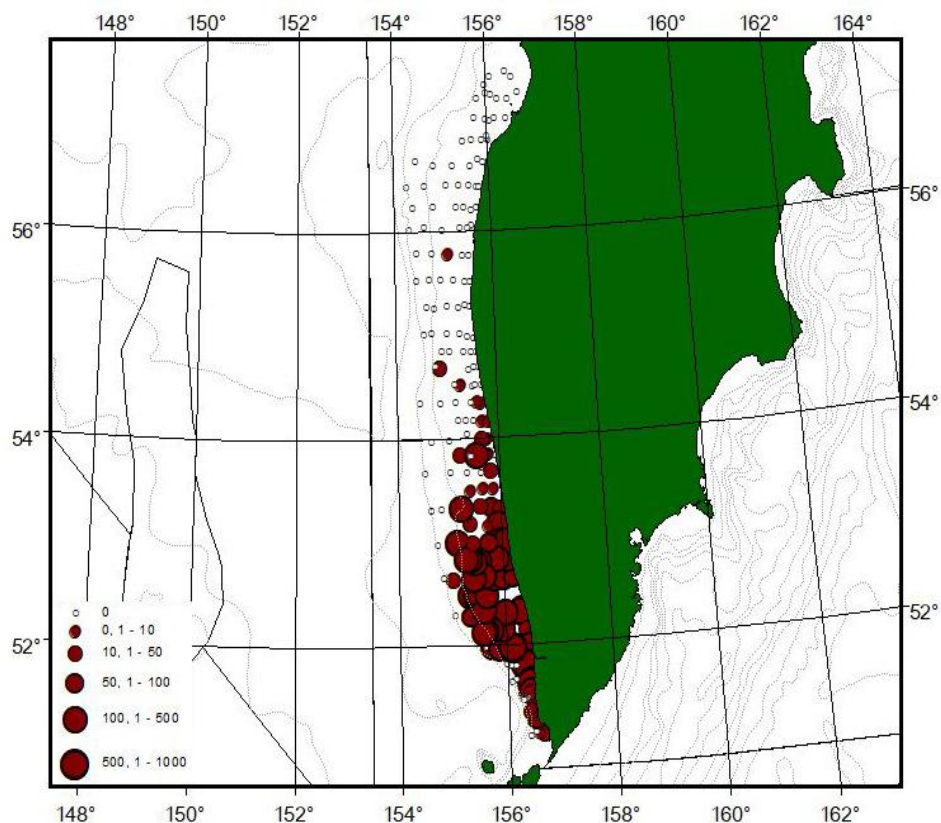


Рис. 93. Распределение уловов северной двухлинейной камбалы на единицу усилия у Западной Камчатки, по результатам донной траловой съемки летом 2024 г., кг/час траления

В последние 10 лет средний вклад желтоперой лиманды в общую биомассу всех камбал составлял 31,7%, четырехбугорчатой камбалы — 12,7%, палтусовидной — 15,1%, северной двухлинейной — 4,8%, прочих видов — 35,6% (табл. 30). Среди прочих видов камбал, наиболее значимой и по численности, и по биомассе является сахалинская лиманда. При этом из-за малых размеров, низкой пищевой ценности этот вид используется, в основном, только для производства муки.

Сведения о распределении прочих видов камбал по результатам донной траловой съемки 2024 г. представлены на рисунке 94.

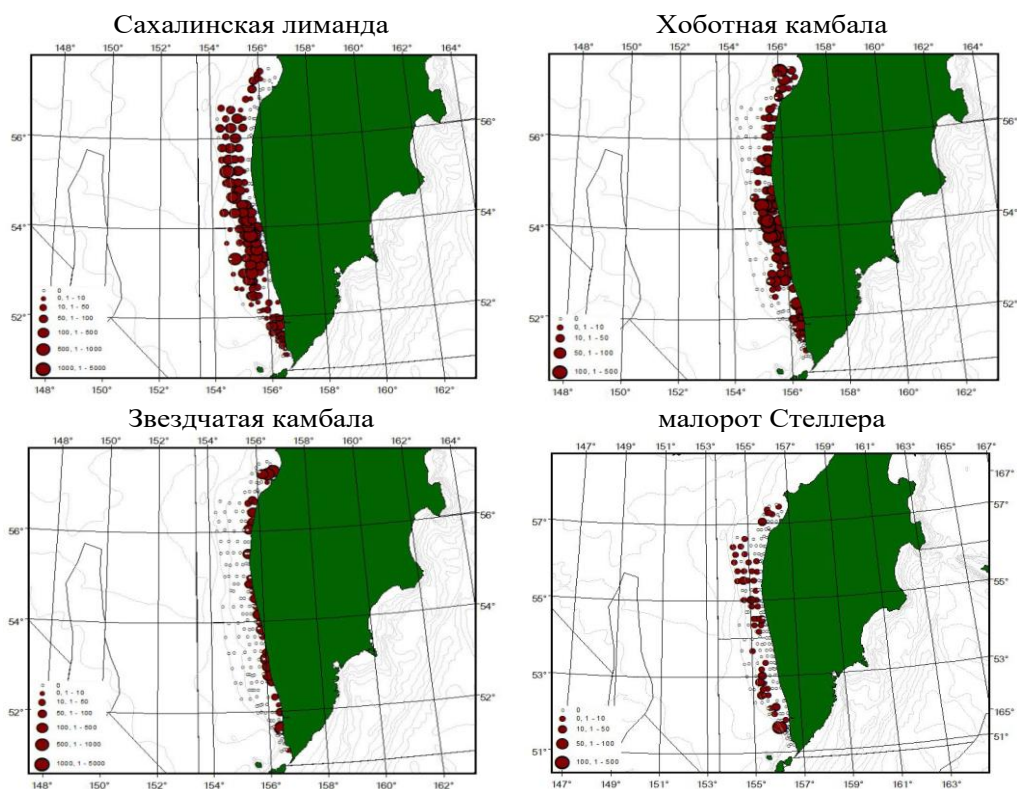


Рис. 94. Распределение уловов прочих видов камбал на единицу усилия у Западной Камчатки, по результатам донной траловой съемки летом 2024 г., кг/час траления

Наиболее полные сведения о размерно-возрастном составе по результатам донных траловых съемок в нашем распоряжении есть только для желтоперой лиманды (рис. 95–96).

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 желтопёрой 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.

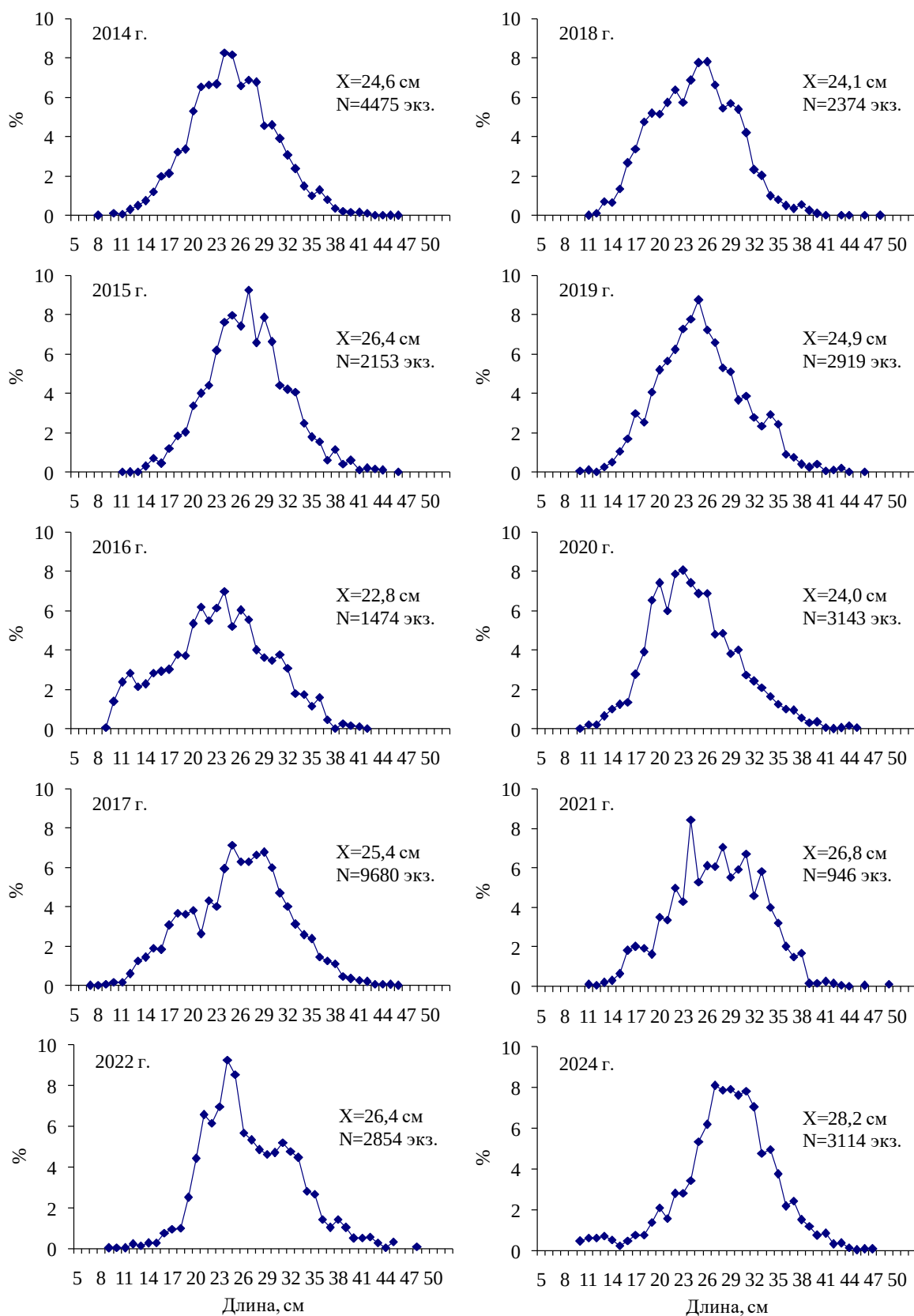


Рис. 95. Межгодовая динамика размерного состава желтопёрый камбалы по результатам донных траловых съемок у западного побережья Камчатки

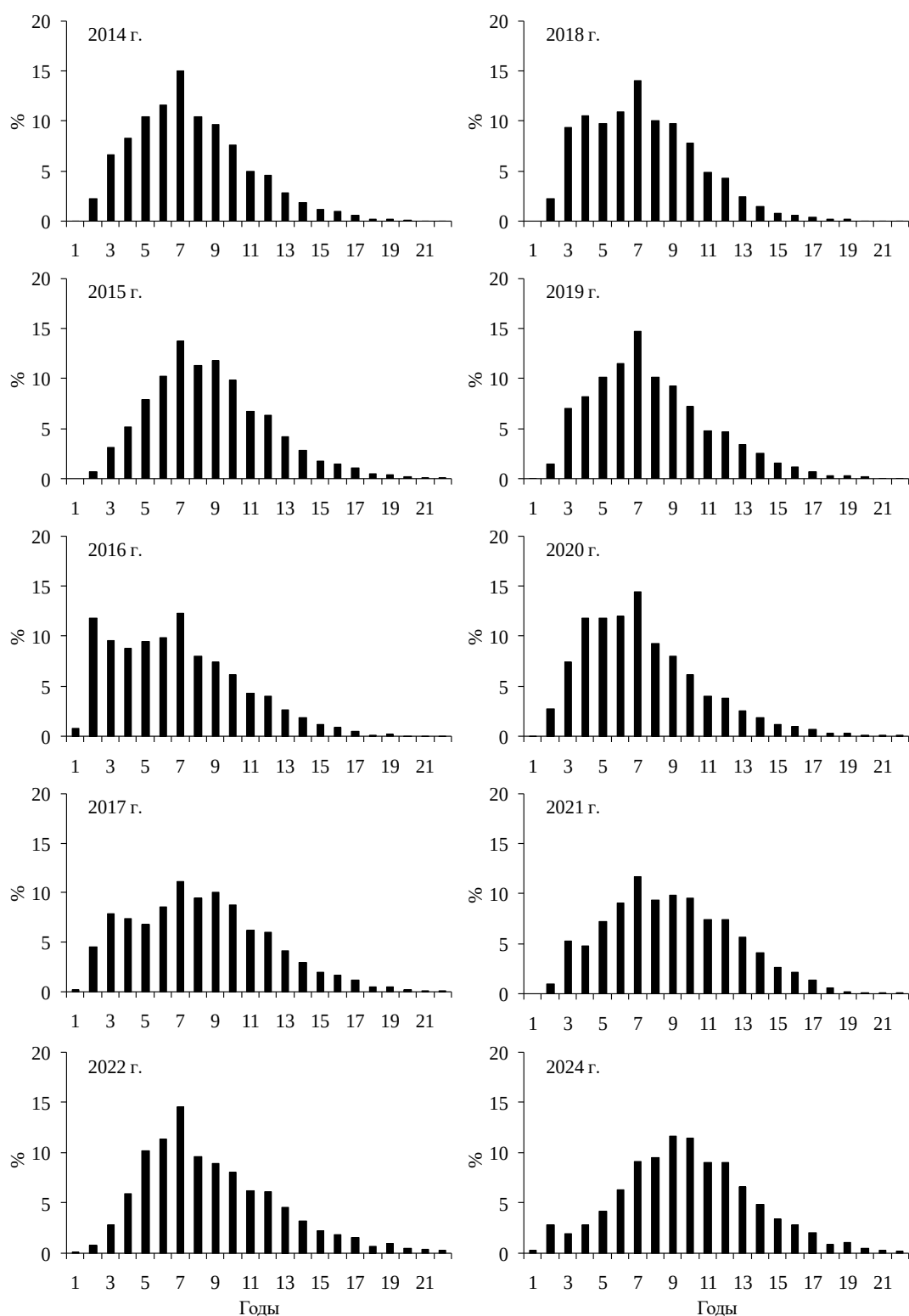


Рис. 96. Межгодовая динамика возрастного состав желтопёрой камбалы по результатам донных траловых съёмок у западного побережья Камчатки

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.

Сведения о межгодовой динамике размерного состава остальных промысловых видов камбал в учетных тралениях приведены на рисунках 97–99.

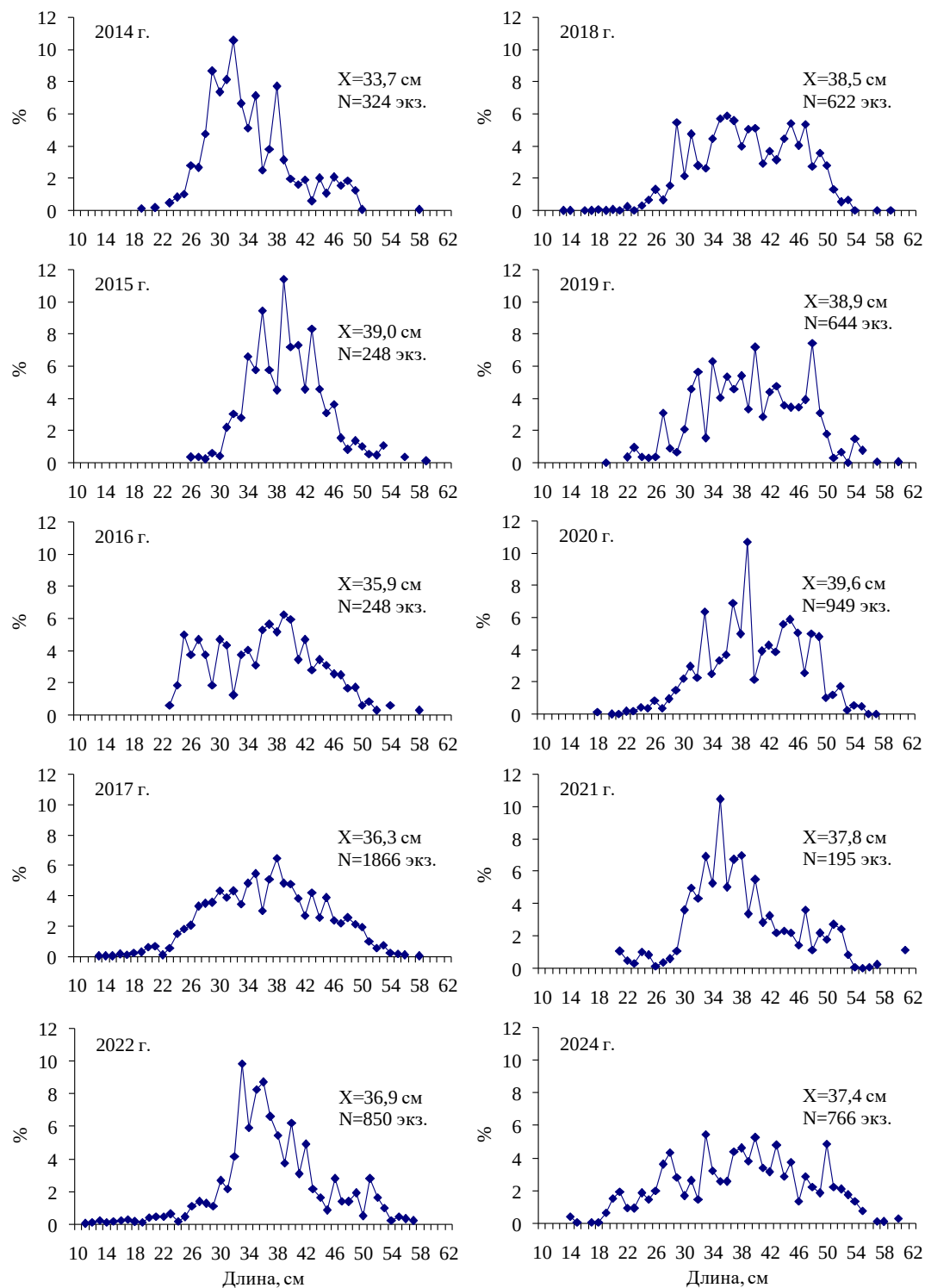


Рис. 97. Межгодовая динамика размерного состава четырехбугорчатой камбалы по результатам донных траловых съемок у западного побережья Камчатки

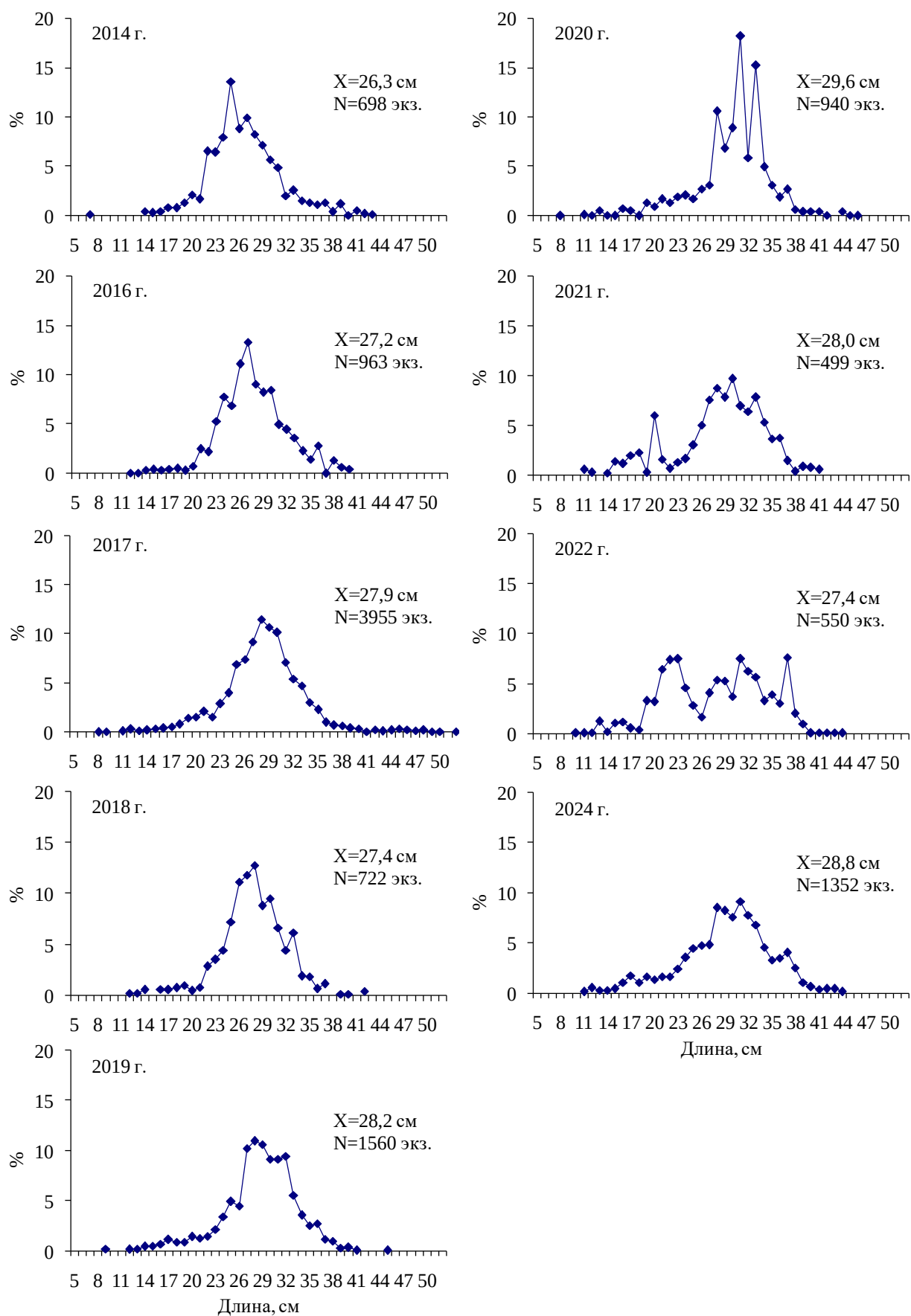


Рис. 98. Межгодовая динамика размерного состава палтусовидной камбалы по результатам донных траловых съемок у западного побережья Камчатки

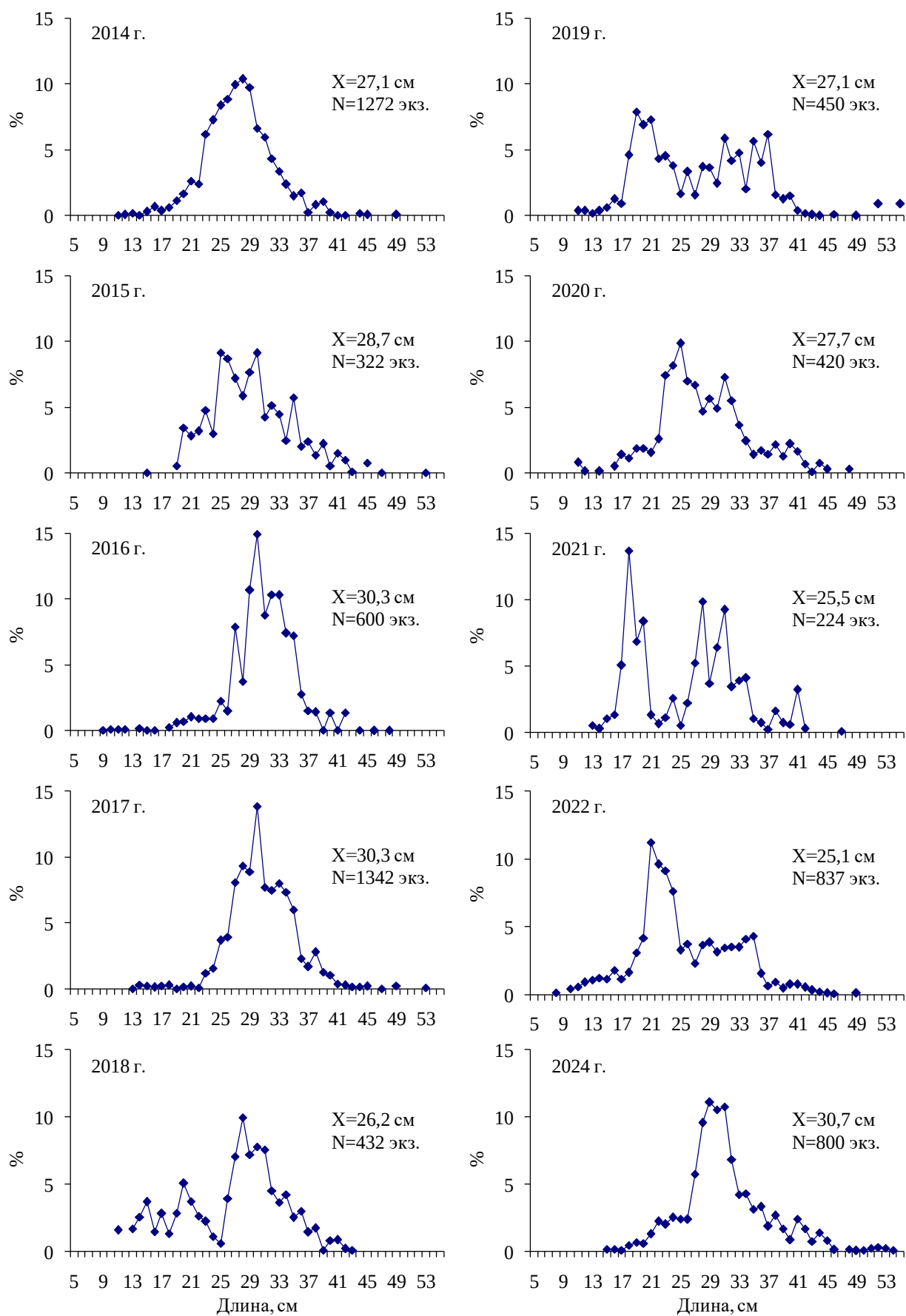


Рис. 99. Межгодовая динамика размерного состава северной двухлинейной камбалы по результатам донных траловых съемок у западного побережья Камчатки

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 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 суммарный вылов камбал в водах двух подзон Западной Камчатки варьировал от 28,4 тыс. т (2025 г.) до 48,4 тыс. т (2016 г.) (табл. 31). В связи со снижением запасов основных видов камбал, после 2022 г. ОДУ и вылов уменьшались. В 2025 г. в Западно-Камчатской подзоне добыто 5,8 тыс. т (48,6% ОДУ), а в Камчатско-Курильской — 22,6 тыс. т (144,8% ОДУ).

Таблица 31

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

Год	ОДУ, тыс. т	Вылов, тыс. т	Освоение, %
1	2	3	4
Западно-Камчатская подзона			
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
2023	18,400	17,405	94,6
2024	14,100	13,717	97,3
2025	12,000	5,835	48,6

1	2	3	4
Камчатско-Курильская подзона			
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
2025	15,600	22,581	144,8
Вся Западная Камчатка			
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
2025	27,200	28,416	103,0

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 2023–2025 гг. в указанной подзоне (табл. 31).

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. 100). Работает флот в это время обычно на глубинах более 100 м. В 2016–2025 гг. в Западно-Камчатской подзоне в указанный период в среднем осваивалось 20,2% общего годового вылова, а в Камчатско-Курильской — 14,7%.

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 66,3% общего годового вылова, а в Камчатско-Курильской — 77,5%.

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 13,5% общего годового вылова, а в Камчатско-Курильской подзоне — 7,8%.

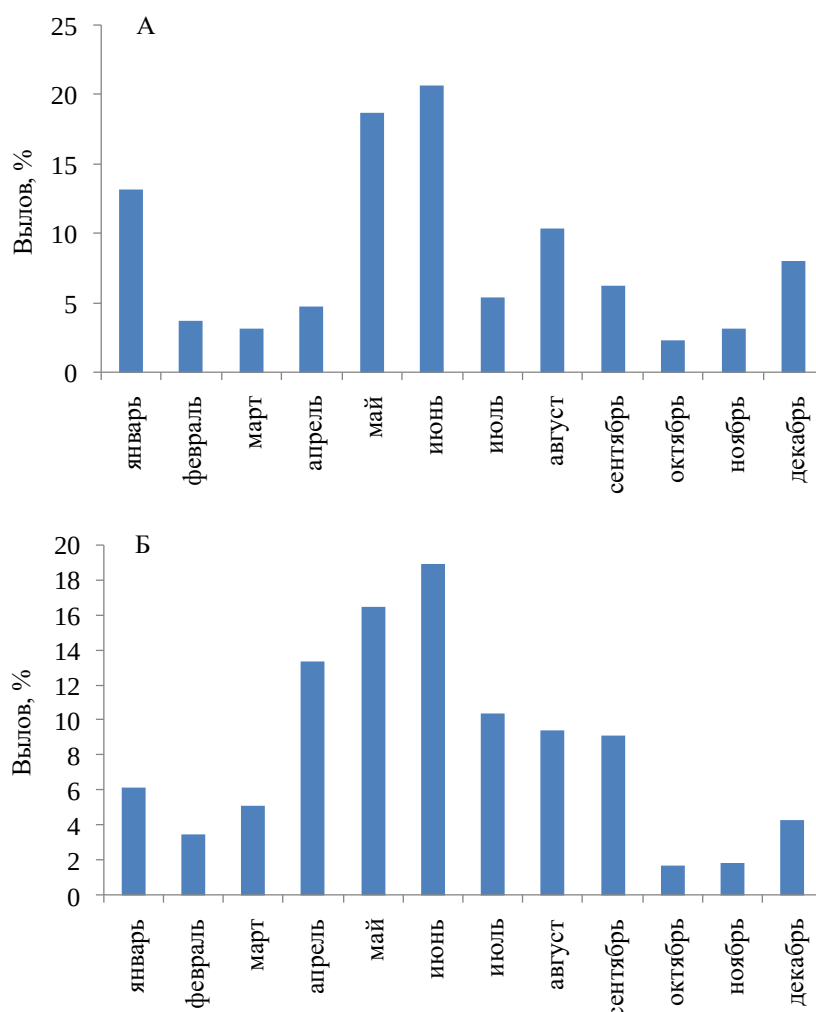


Рис. 100. Средняя за последние 10 лет динамика вылова камбал дальневосточных в Западно-Камчатской (А) и Камчатско-Курильской (Б) подзонах по месяцам

Учитывая вышеизложенное, сведения о соотношении камбал по видам в промысловых уловах снюрреводом в 2010–2025 гг. в период их максимального вылова — апреле–сентябре, полученные научными наблюдателями, осреднили отдельно для Западно-Камчатской и Камчатско-Курильской подзон. Вместо отсутствующих данных использовали средние за смежные годы значения.

Используя сведения о вылове всех камбал, а также натурные данные о соотношении видов камбал в уловах, определили фактический вылов каждого вида. Такие сведения за последние 10 лет приведены на рисунке 101. Судя по этим данным, в Западно-Камчатской подзоне наибольший вылов обеспечивала желтоперая камбала (в среднем — 72,6%). Среднемноголетний относительный вклад четырехбугорчатой камбалы составил 7,4%,

палтусовидной — 0,9%, северной двухлинейной — 0,4%, прочих видов - 18,7%. В Камчатско-Курильской подзоне эти показатели были равны 75,9, 7,3, 0,8, 7,9 и 8,1%, соответственно.

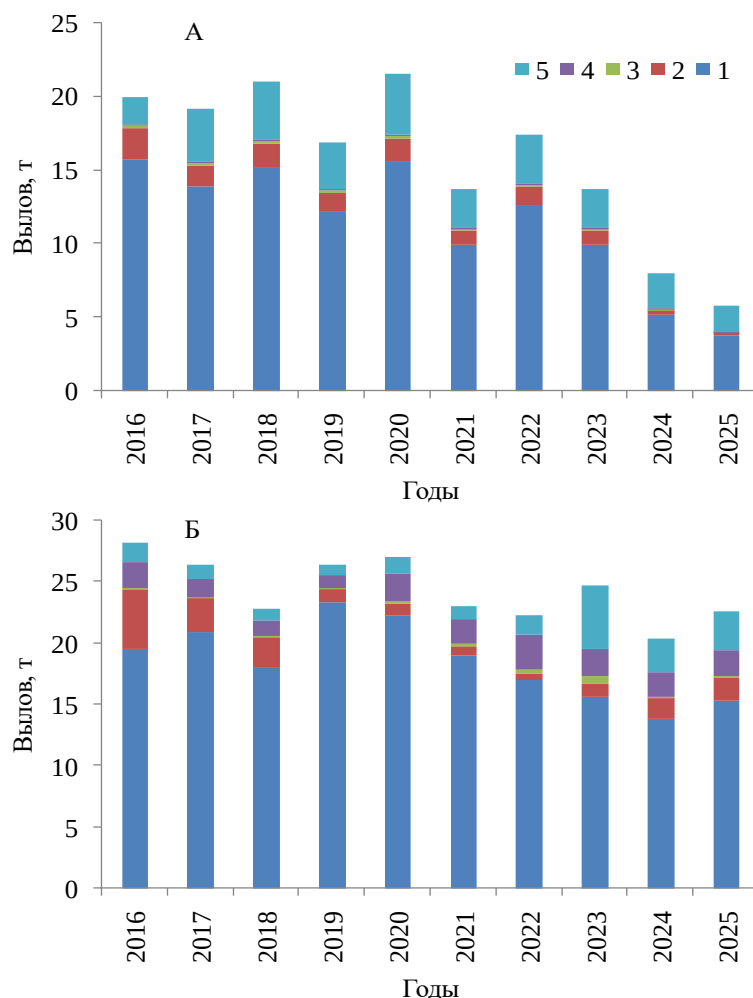


Рис. 101. Межгодовая динамика вылова камбал дальневосточных в Западно-Камчатской (А) и Камчатско-Курильской (Б) подзонах по видам (1 — желтоперая, 2 — четырехбугорчатая, 3 — палтусовидная, 4 — северная двухлинейная, 5 — прочие виды)

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. 32).

Таблица 32

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

Год	Средний улов на судосутки, т	Средний улов на замет, т
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
2025	24,9	14,0

В последние 6 лет отмечены максимальные показатели. Очевидно, что условия на промысле камбал в 2020–2025 гг. были относительно благоприятными.

Желтопёрый 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. 102) в возрасте от 1 до 22 лет (рис. 103). 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.

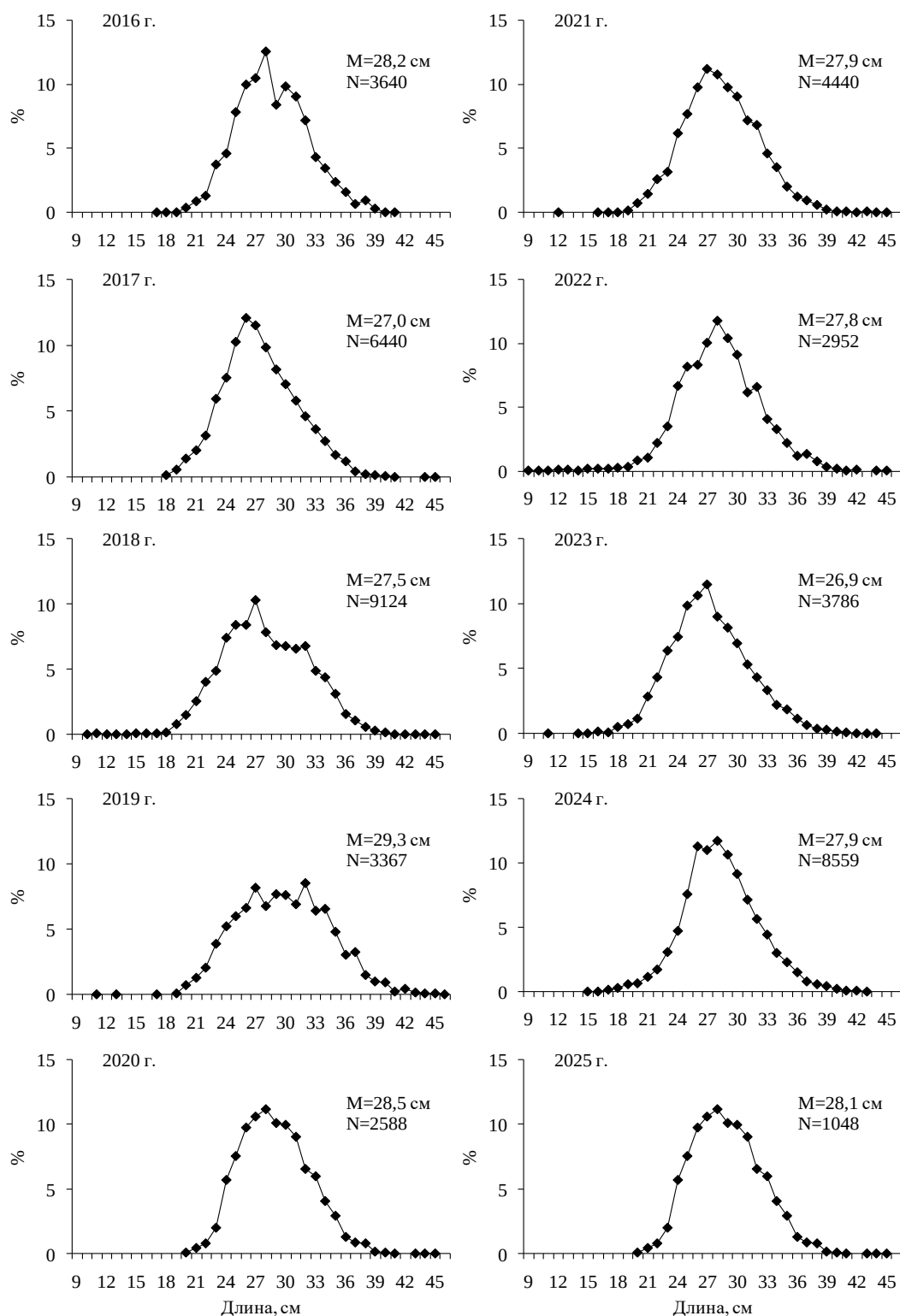


Рис. 102. Межгодовая динамика размерного состава желтопёрой камбалы в промысловых уловах снюрреводом

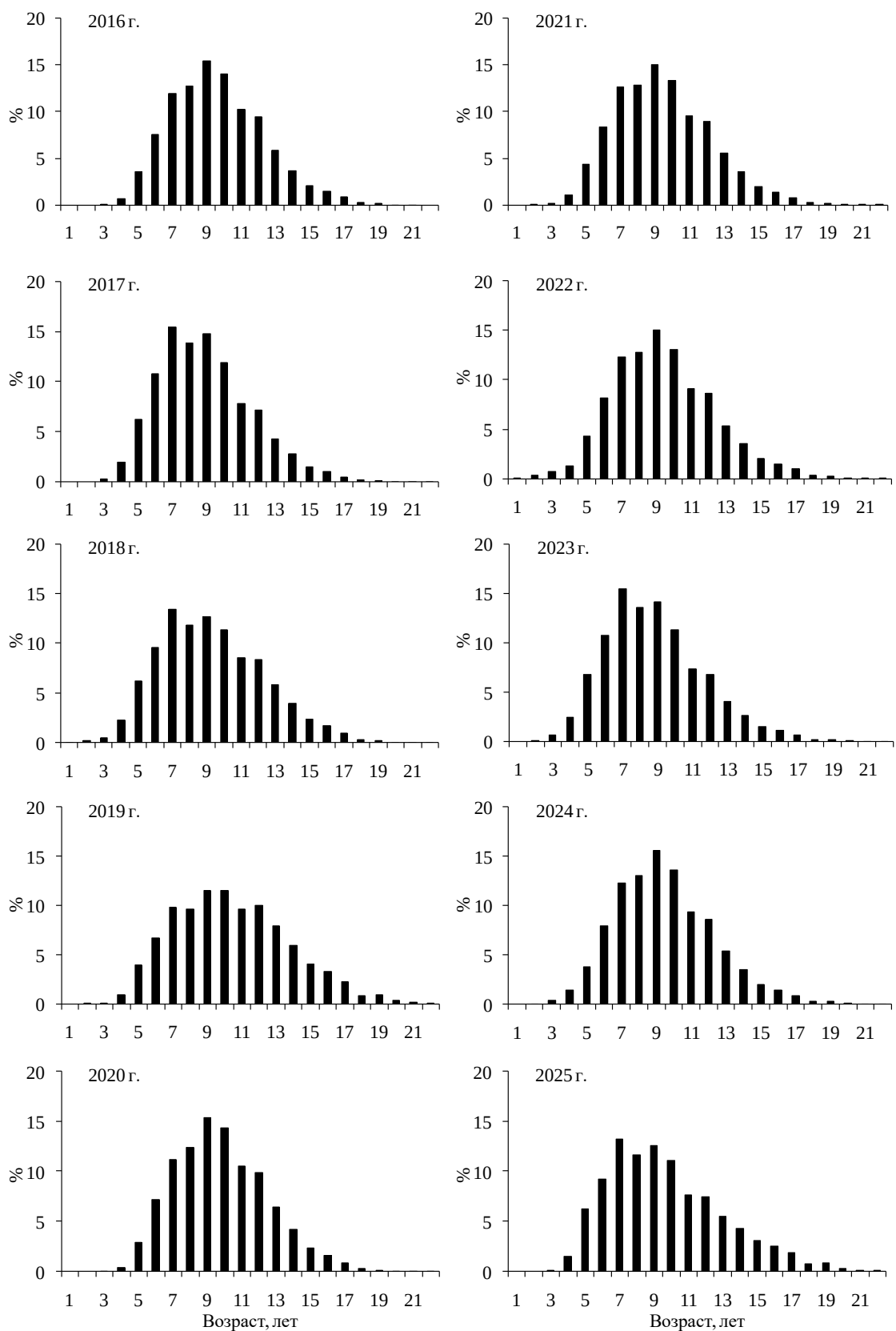


Рис. 103. Межгодовая динамика возрастного состава желтопёрой камбалы в промысловых уловах снюрреводом

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. 104). 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. В 2025 г. сведения о размерном составе четырехбугорчатой камбалы в промысловых уловах отсутствуют.

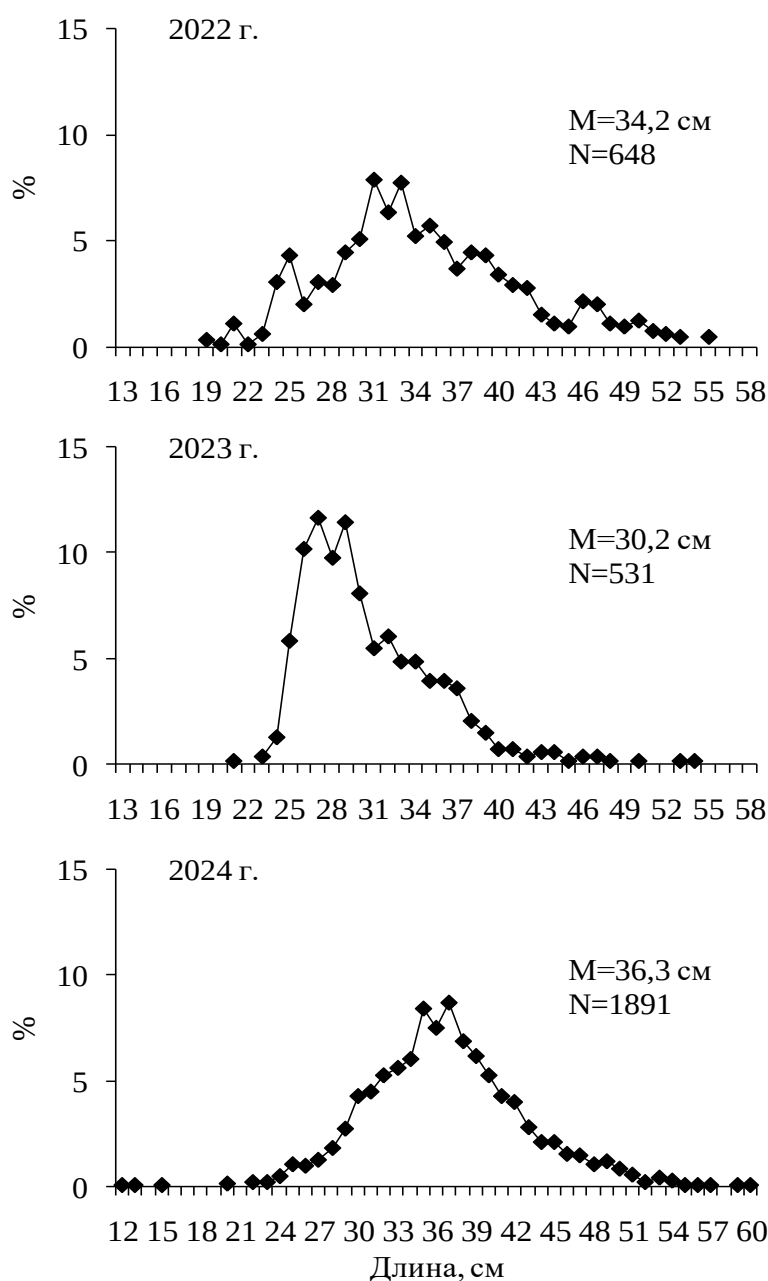


Рис. 104. Межгодовая динамика размерного состава четырехбугорчатой камбалы в промысловых уловах снюрреводом

Палтусовидная камбала характеризуется относительно большими размерами, может достигать длины 56–58 см и массы 1,8 кг. 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 2022–2025 гг. (рис. 105). В уловах встречались рыбы длиной от 15 до 49 см, а преобладали особи размерных групп 27–33 см.

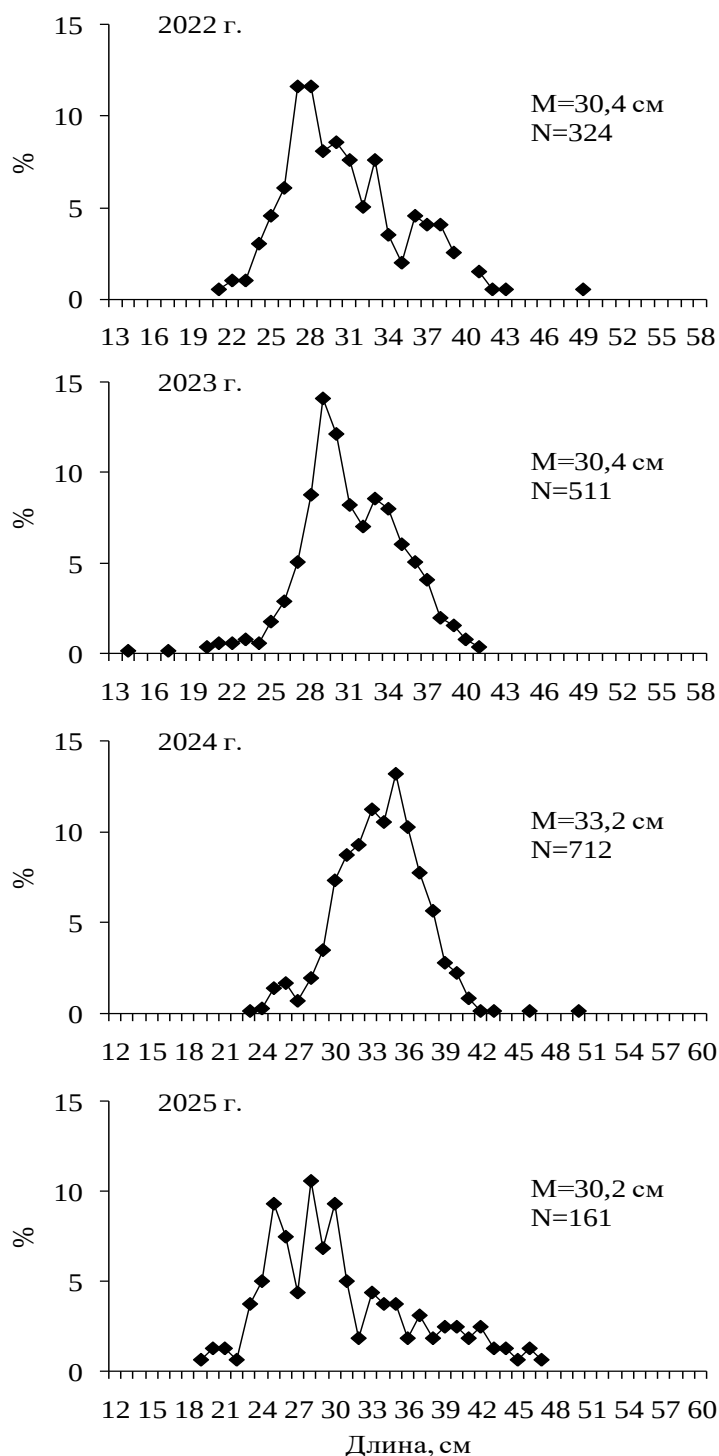


Рис. 105. Межгодовая динамика размерного состава палтусовидной камбалы в промысловых уловах снюрреводом

Северная двухлинейная камбала также может достигать значительных размеров – до 69 см и 2,8 кг, но 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 особи размерных групп 28–34 см, средняя длина варьировала от 27,1 до 35,3 см (рис. 106).

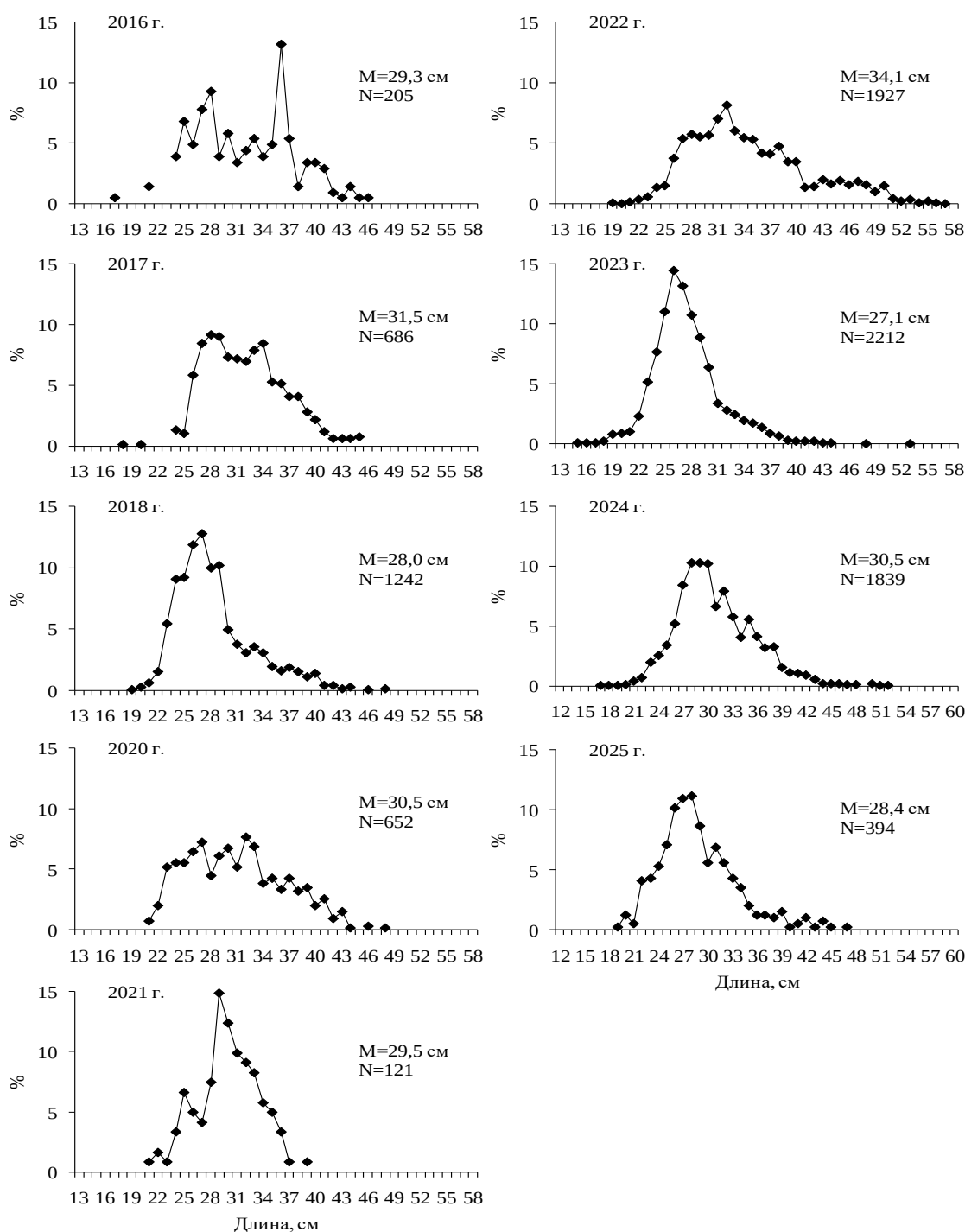


Рис. 106. Межгодовая динамика размерного состава северной двухлинейной камбалы в промысловых уловах снюрреводом

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 B_{lim} определяется, как $0,2B_{max}$, а B_{tr} — как B_{ave} (B_{max} и B_{ave} рассчитывали по результатам донных траловых съемок). Результаты сведены в таблице 33.

Таблица 33

Ориентиры управления по камбалам дальневосточным 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. На графике межгодовой динамики индекса общего запаса этого вида на стандартном полигоне у Западной Камчатки видно, что в 2016–2022 гг. ресурсы желтоперой лиманды увеличивались, после чего последовало их снижение (рис. 107). Считаем, что в 2026–2027 гг. снижение ресурсов продолжится, индекс биомассы в 2026 г. экспертно приняли на уровне 165 тыс. т.

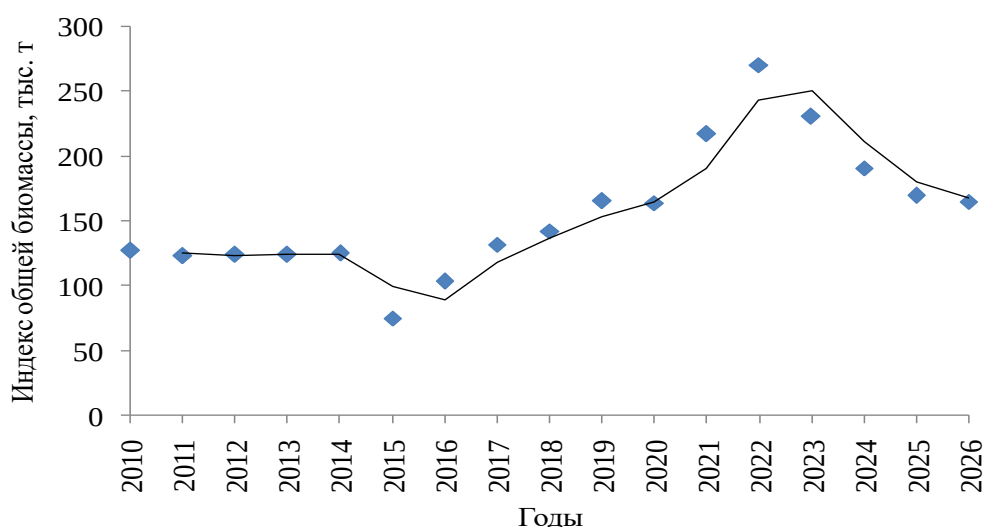


Рис. 107. Межгодовая динамика индекса общей биомассы желтоперой камбалы на стандартном полигоне у Западной Камчатки по результатам донных траловых съемок (ромбы — значения индекса биомассы общего запаса, линия — линейная фильтрация по 2 точкам)

Четырехбугорчатая камбала. Индекс общей биомассы четырехбугорчатой камбалы после минимума в 2016 г. возрос и в 2020 г. достиг максимального значения (рис. 108). В последние 5 лет наблюдается снижение ресурсов этого вида. Считаем, что в 2026–2027 гг. падение ресурсов продолжится, индекс биомассы в 2026 г. экспертно приняли на уровне 45 тыс. т.

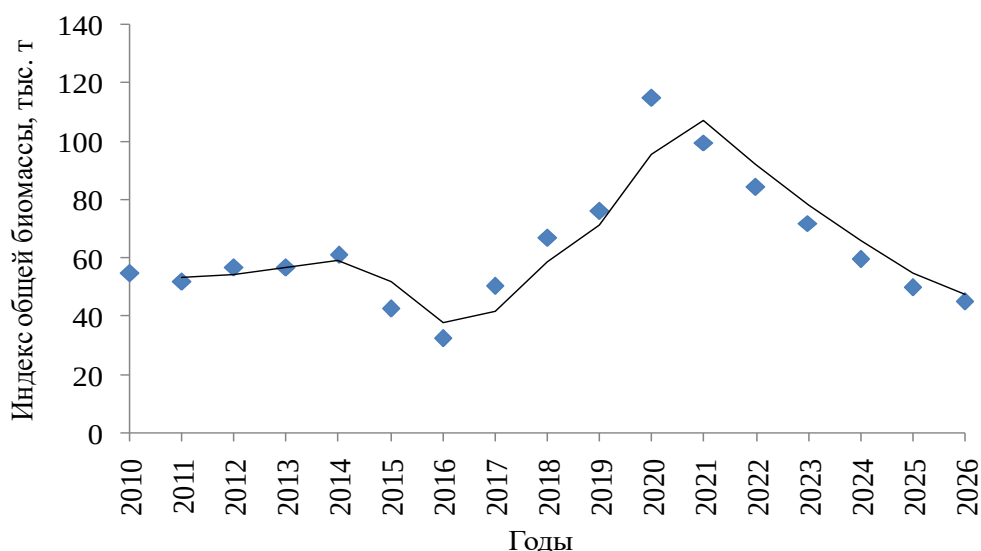


Рис. 108. Межгодовая динамика индекса общей биомассы четырехбугорчатой камбалы на стандартном полигоне у Западной Камчатки по результатам донных траловых съемок (ромбы — значения индекса биомассы общего запаса, линия — линейная фильтрация по 2 точкам)

Палтусовидная камбала. Индекс общей биомассы палтусовидной камбалы после минимума в 2015 г. возрос и в 2019 г. достиг максимального значения (рис. 109).

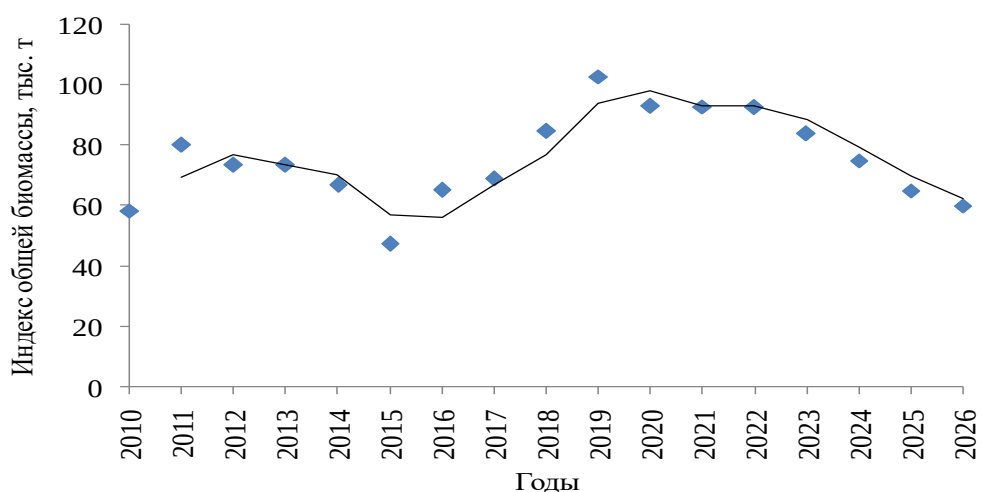


Рис. 109. Межгодовая динамика индекса общей биомассы палтусовидной камбалы на стандартном полигоне у Западной Камчатки по результатам донных траловых съемок (ромбы - значения индекса биомассы общего запаса, линия - линейная фильтрация по 2 точкам)

В последние 6 лет наблюдается снижение ресурсов этого вида. Считаем, что в 2026–2027 гг. падение ресурсов продолжится, индекс биомассы в 2026 г. экспертно приняли на уровне 60 тыс. т.

Северная двухлинейная камбала. Индекс общей биомассы северной двухлинейной камбалы после высокого уровня в 2011–2015 гг. к 2018 г. снизился до минимального значения, после чего отмечен его устойчивый рост (рис. 110). Считаем, что в 2026–2027 гг. увеличение ресурсов продолжится, индекс биомассы в 2026 г. экспертно приняли на уровне 40 тыс. т.

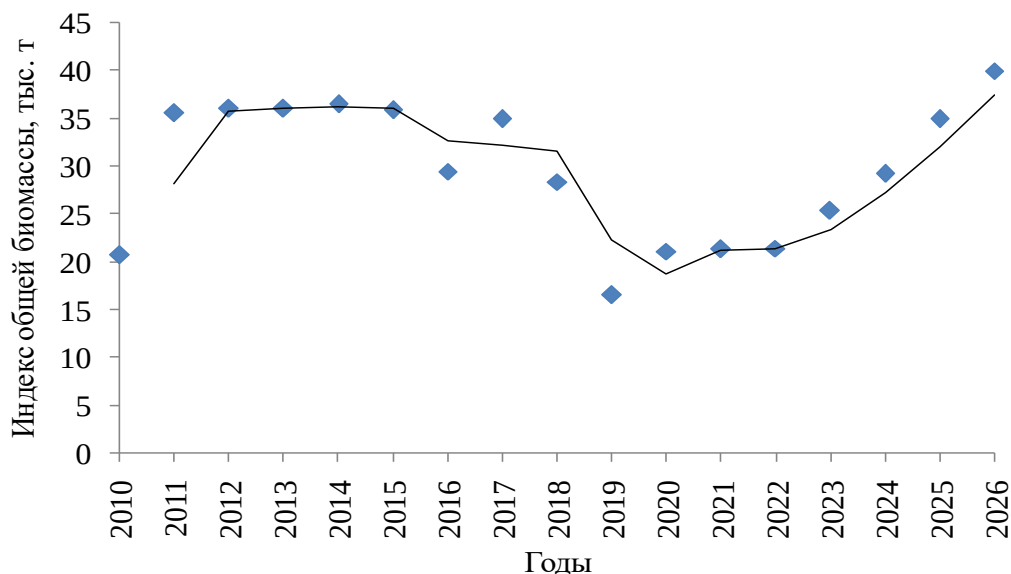


Рис. 110. Межгодовая динамика индекса общей биомассы северной двухлинейной камбалы на стандартном полигоне у Западной Камчатки по результатам донных траловых съемок (ромбы — значения индекса биомассы общего запаса, линия — линейная фильтрация по 2 точкам)

Обоснование рекомендованного объёма ОДУ

Посредством пакета DLMtool оценили вылов каждого вида камбал у Западной Камчатки методом Itarget1. При этом приняли, что их вылов в Западно-Камчатской и Камчатско-Курильской подзонах в 2026 г. будет соответствовать суммарному ОДУ, равному 26,2 тыс. т. Вылов по видам определяли, исходя из среднеегодовой (2010–2025 гг.) доли вылова, равной для желтоперой камбалы 73,8%, четырехбугорчатой — 8,2%, палтусовидной — 1,2%, северной двухлинейной — 6,4%, прочих видов — 10,4%.

Желтоперая лиманда. Вылов вида в 2026 г. принят равным 19,331 тыс. т, величина индекса биомассы — 165 тыс. т.

Полученная с помощью этого метода медианная оценка вылова желтоперой камбалы в 2027 г. равна 16,092 тыс. т или округленно 16,1 тыс. т (стандартное отклонение — 1,46). В графическом виде результаты расчетов представлены на рисунке 111.

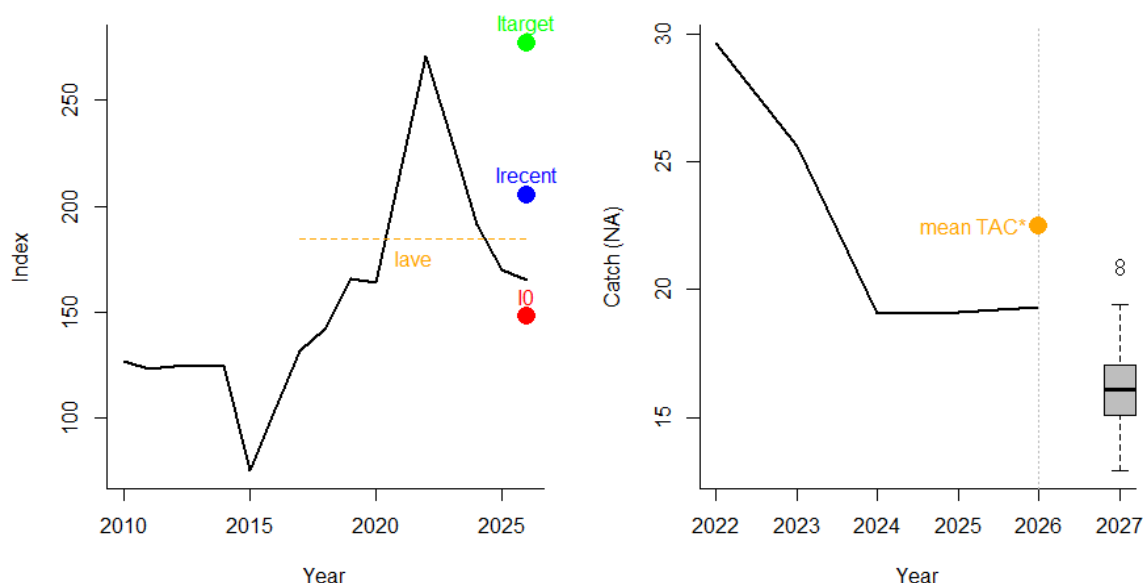


Рис. 111. Результаты определения вылова желтоперой камбалы у Западной Камчатки в 2027 г. методом Itarget1 (на рисунке слева — межгодовая динамика индекса общего запаса за ретроспективный период, на рисунке справа — межгодовая динамика вылова за последние 5 лет)

В левой части графика представлена динамика индекса (Index) за период 2006–2026 гг. и расчетные параметры управления по индексу, подробное описание которых представлено выше.

В правой части графика представлена динамика вылова (Catch) за 2022–2026 гг. и расчетное значение TAC^* (ОДУ).

Поскольку $I^{recent} \geq I^0$, вылов в 2027 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 желтоперой камбалы у Западной Камчатки в 2027 г. составит 16,1 тыс. т.

Четырехбугорчатая камбала. Вылов вида в 2026 г. принят равным 2,158 тыс. т, величина индекса — 45 тыс. т.

Полученная с помощью метода Itarget1 медианная оценка равна 1,075 тыс. т или округленно 1,1 тыс. т (стандартное отклонение — 0,10). В графическом виде результаты расчетов представлены на рисунке 112.

Поскольку $I^{recent} \geq I^0$, вылов в 2027 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 2027 г. составит 1,1 тыс. т.

Палтусовидная камбала. Вылов вида в 2026 г. принят равным 0,313 тыс. т, величина индекса — 60 тыс. т.

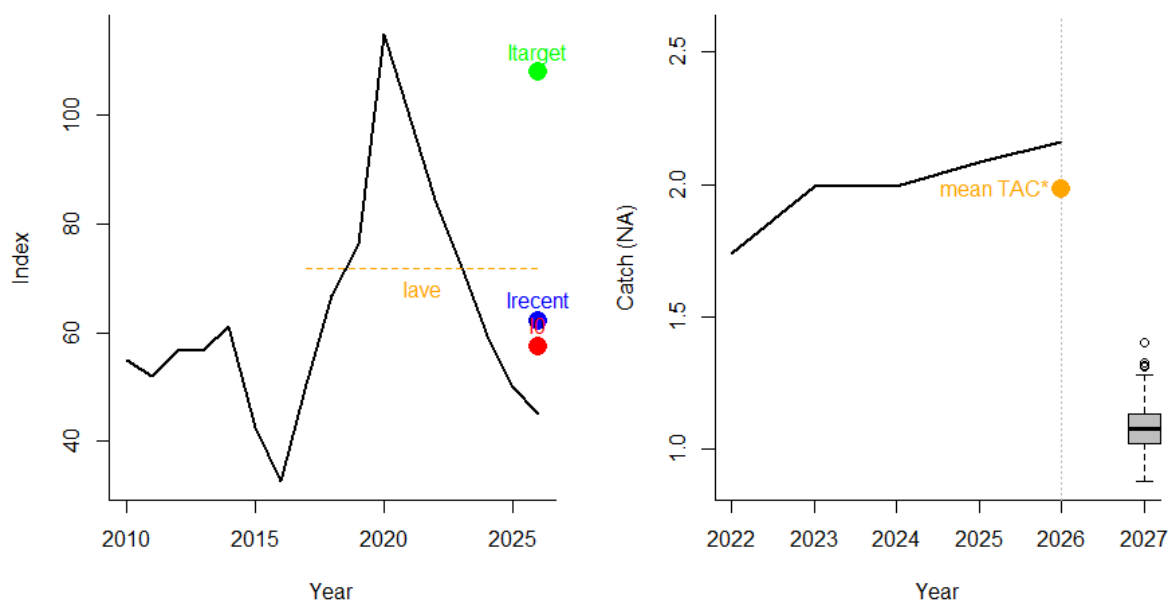


Рис. 112. Результаты расчета вылова четырехбугорчатой камбалы у Западной Камчатки в 2027 г. методом Itarget1 (на рисунке слева — межгодовая динамика индекса общего запаса за ретроспективный период, на рисунке справа — межгодовая динамика вылова за последние 5 лет)

Полученная с помощью метода Itarget1 медианная оценка равна 0,225 тыс. т или округленно 0,2 тыс. т (стандартное отклонение — 0,02). В графическом виде результаты расчетов представлены на рисунке 113.

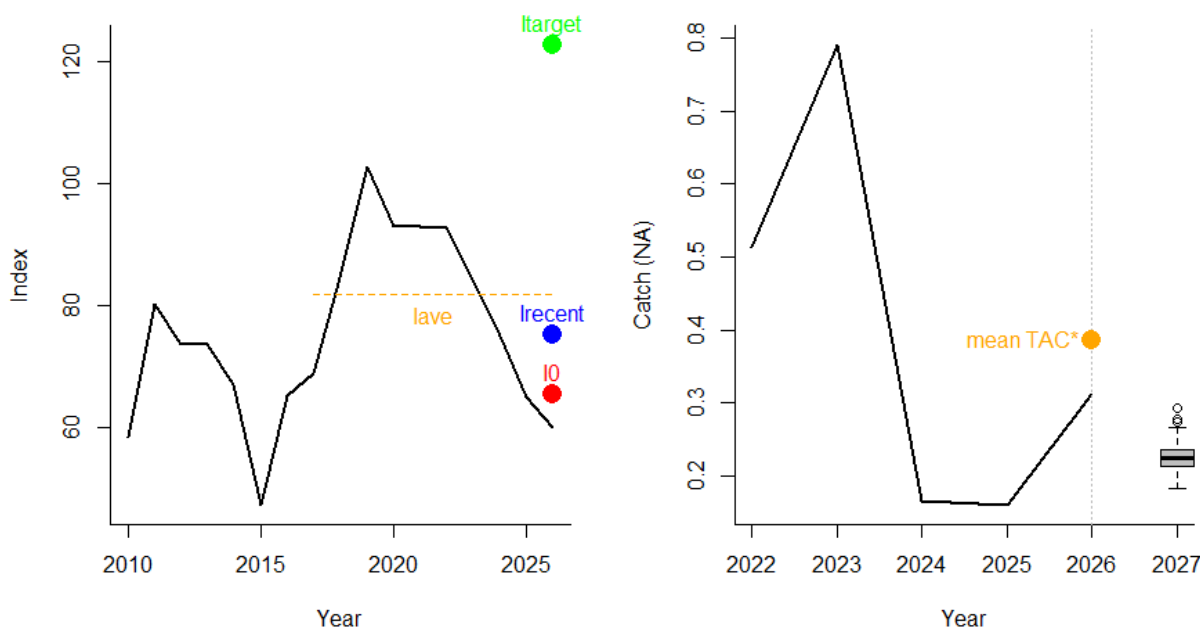


Рис. 113. Результаты расчета вылова палтусовидной камбалы у Западной Камчатки в 2027 г. методом Itarget1 (на рисунке слева — межгодовая динамика индекса общего запаса за ретроспективный период, на рисунке справа — межгодовая динамика вылова за последние 5 лет)

Поскольку $I^{recent} \geq I^0$, вылов в 2027 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 палтусовидной камбалы у Западной Камчатки в 2027 г. составит 0,2 тыс. т.

Северная двухлинейная камбала. Вылов вида в 2026 г. принят равным 2,711 тыс. т, величина индекса — 40 тыс. т.

Полученная с помощью метода $I_{target1}$ медианная оценка равна 1,706 тыс. т или округленно 1,7 тыс. т (стандартное отклонение — 0,15). В графическом виде результаты расчетов представлены на рисунке 114.

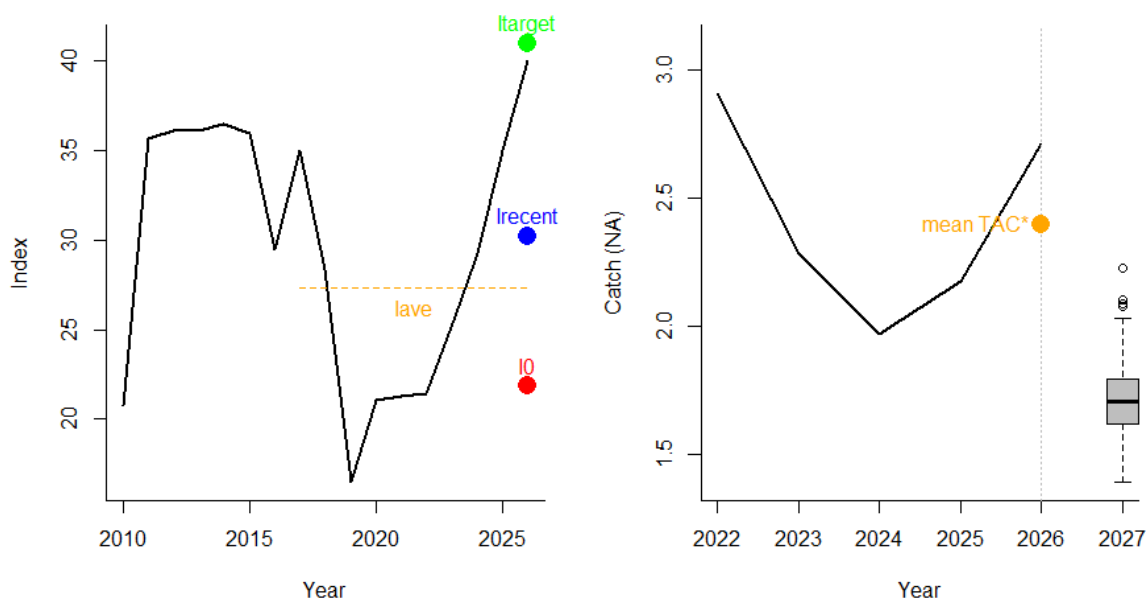


Рис. 114. Результаты расчета вылова северной двухлинейной камбалы у Западной Камчатки в 2027 г. методом $I_{target1}$ (на рисунке слева — межгодовая динамика индекса общего запаса за ретроспективный период, на рисунке справа — межгодовая динамика вылова за последние 5 лет)

Поскольку $I^{recent} \geq I^0$, вылов в 2027 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 2027 г. составит 1,7 тыс. т.

Итого, в 2027 г. вылов камбал указанных видов у Западной Камчатки составит 19,1 тыс. т, а с учетом вылова прочих видов, равного по осредненному за 2010–2025 гг. данным 10,3% от вылова основных промысловых видов, округленно 21,3 тыс. т.

По данным за последние 10 лет, в Камчатско-Курильской подзоне в среднем осваивалось 62,0% общего вылова камбал у всей Западной Камчатки. Следовательно, **ОДУ камбал дальневосточных в 2027 г. составит: в Западно-Камчатской подзоне 8,100 тыс. т, в Камчатско-Курильской — 13,200 тыс. т.**

Поскольку предполагается, что на западнокамчатском шельфе популяционный статус камбал единый, считаем, что в **2027 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»)

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 1995-2025 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 2003–2025 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 2011–2025 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, 2025 г. Исследования выполняли донными тралами 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 115.

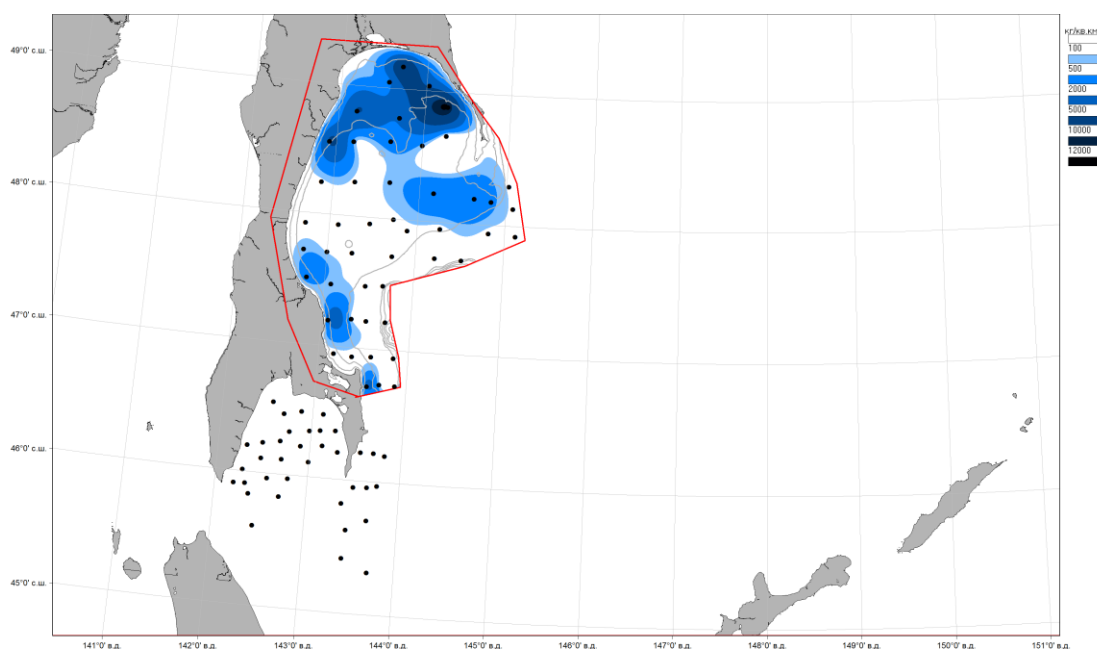


Рис.115. Схема станций донной траловой съемки в октябре-ноябре 2025 г. на НИС «Дмитрий Песков». Дополнительно приведено распределение биомассы желтоперой камбалы в зал. Терпения

Для подготовки обоснования также 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; Золотов, 2024], хотя к настоящему моменту широкого распространения эти исследования в Дальневосточном бассейне не имеют.

Причины, видимо, кроются в слабой теоретической обусловленности коэффициентов уловистости гидробионтов и значительной ограниченности снюрреводов при работе на сложных, задевиных грунтах. Кроме того, сбивка урезом, 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. 116). В целом было выполнено 17 станций снюрреводной съемки.

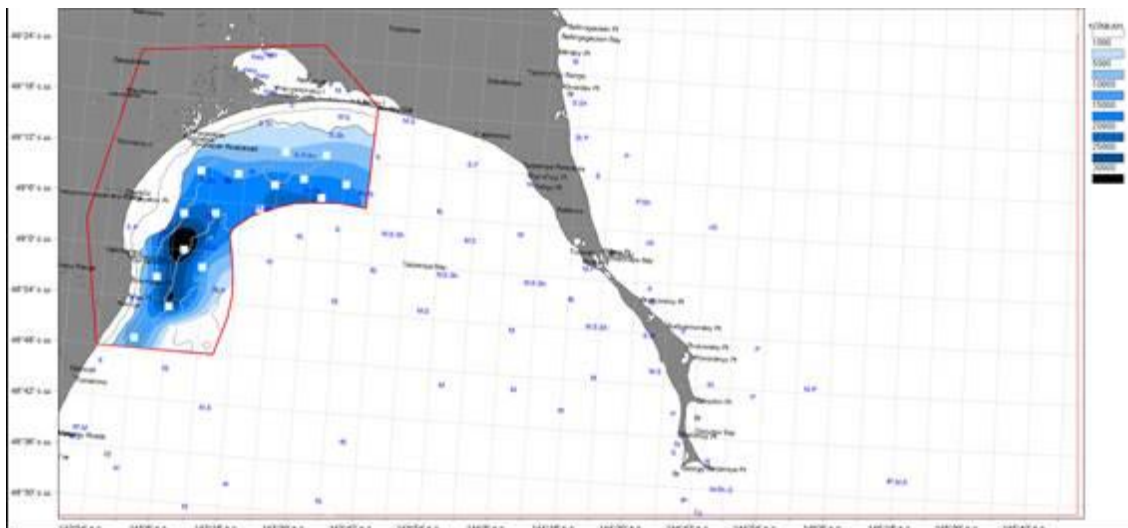


Рис. 116. Схема станций снюрреводной съемки в июле 2024 г. на МРС-225-380. Дополнительно приведено распределение биомассы желтоперой камбалы в зал. Терпения

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 нашем случае, при длине урезов по 1,1 км и сетной части 0,08 км, искомый участок дна оценивается величиной 0,414 км².

Обсуждение, используемых при оценке общего и промыслового запаса желтоперой камбалы, коэффициентов уловистости снюрревода представлено в разделе, посвященному анализу динамики запасов.

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 (ППП) 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. Наряду с другими известными моделями, в 2019 г. она была рекомендована для оценки запасов приоритетных видов водных биологических ресурсов отечественного рыболовства, к которым относится и треска [Методические рекомендации..., 2018].

Окончательная величина ОДУ камбал Восточно-Сахалинской подзоны на 2027 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 основного промыслового вида – 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, Acuna, 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 ее особи сконцентрированы в крупные преднерестовые и нерестовые скопления.

По результатам донных траловых съёмок в 2000-2025 гг., выполненных в зал. Терпения, можно заключить, что основные скопления желтоперой камбалы в летний период были приурочены к его северной части (рис. 117). 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.

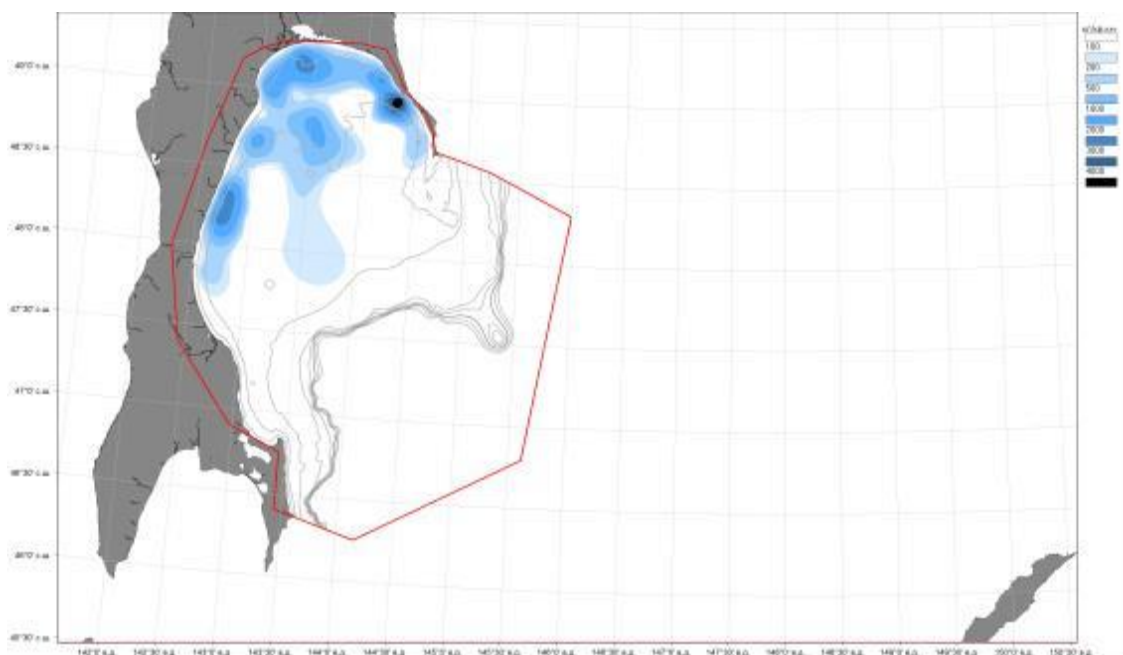


Рис. 117. Распределение биомассы желтоперой камбалы в зал. Терпения в июле 2015 г. по результатам донной траловой съёмки на НИС «Дмитрий Песков»

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 2015-2025 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. 118). Доминировали рыбы длиной от 28 до 36 см и возрастом от 6 до 11 полных лет, на долю которых в среднем приходилось от 65 до 70% уловов по численности. Доля рыб длиной меньше промысловой меры, учитываемая в 2015-2025 гг., заметно сократилась и варьировала от 6 до 18 % (в среднем — 12%). Данные изменения свидетельствуют о том, что в популяции стали преобладать старшевозрастные крупные рыбы, а относительное число молоди сократилось. Указанные факты являются косвенным подтверждением о росте запасов желтопёрой камбалы.

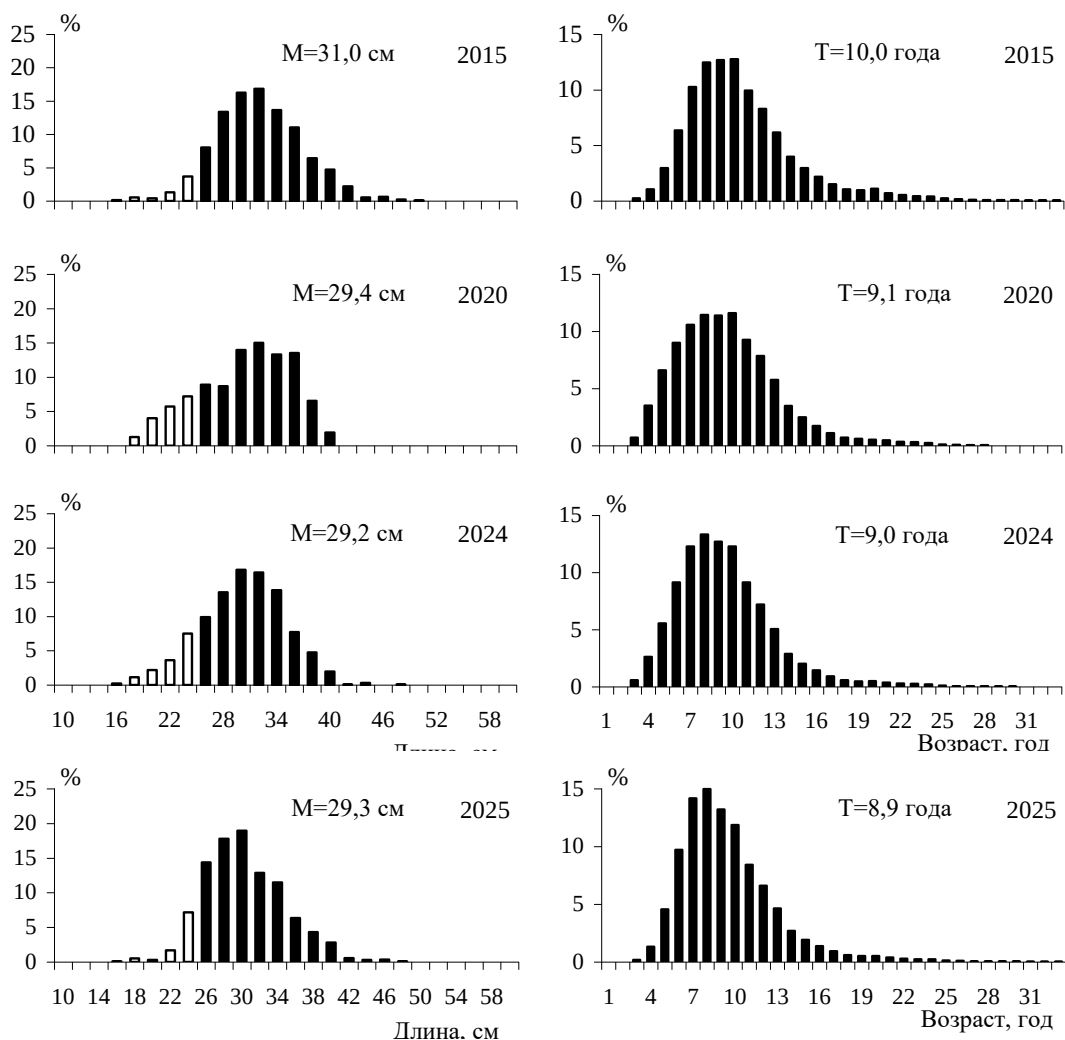


Рис. 118. Размерно-возрастной состав желтоперой камбалы зал. Терпения в период проведения учетных съёмок в 2015-2025 гг.

К сожалению, учетные донные траловые съёмки в зал. Терпения в 2000-2025 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.

Донная траловая съемка на НИС «Дмитрий Песков» в 2025 г. в зал. Терпения была выполнена в октябре-ноябре (рис. 115). В этот период основная часть желтоперой камбалы мигрирует от мест нереста и нагула к районам зимовки на свале глубин у восточного побережья Сахалина [Фадеев, 1963; Власова и др., 1971; Тарасюк, 1997]. В 2025 г. съемка, видимо, совпала с началом миграции, учтенная численность желтопёррой камбалы ($KU=0,5$) на площади 33,7 тыс. км² составила – 168,03 млн экз., общая биомасса – 56,7 тыс. т, промысловая биомасса – 54,5 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 повсеместно 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. Но в среднем, по району исследований, эта величина оценивалась на уровне 96,8% (рис. 116), что позволяет считать летний снюрреводный промысел желтоперой камбалы в зал. Терпения высокоспециализированным. По крайней мере, 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 119-120.

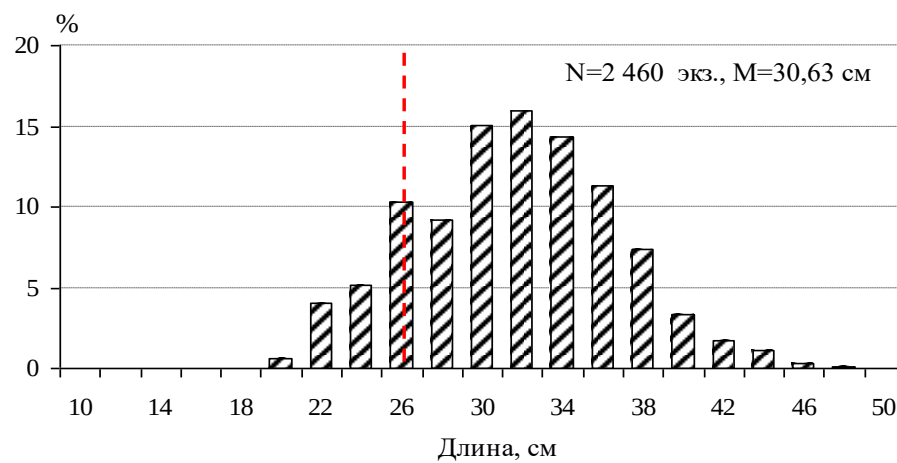


Рис. 119. Размерный состав желтоперой камбалы из снюрреводных уловов в период проведения съемки в июле 2024 г. в зал. Терпения. Указаны количество проанализированных рыб и средняя длина. Пунктиром обозначена промысловая мера для камбал (25 см по АС)

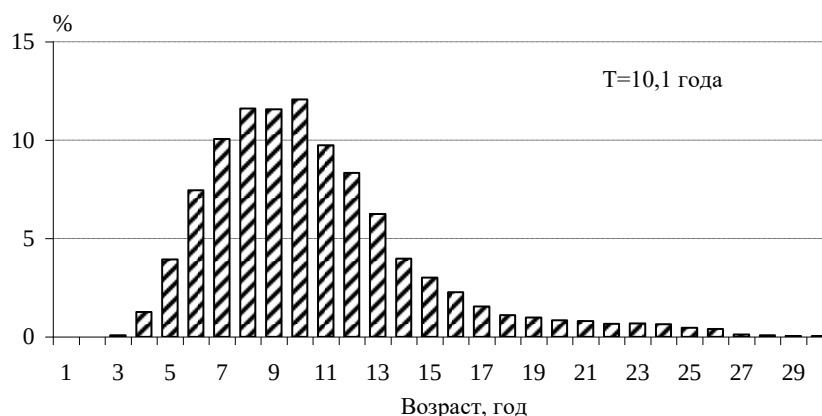


Рис. 120. Возрастной состав желтоперой камбалы из снюрреводных уловов в период проведения съемки в июле 2024 г. в зал. Терпения. Указан средний возраст рыб в уловах

Желтоперая камбала в снюрреводных уловах была представлен 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.

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. 116) составила 18,4 тыс. т, промысловой – 17,4 тыс. т, нерестовой – 17,0 тыс. т. Как уже было указано выше, коэффициенты уловистости снюрреводов для дальневосточных ВБР к настоящему моменту однозначно не определены. Но, в 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 – КУ=0,5 [Борец, 1997], можно оценить полученные нами в ходе исследований результаты снюрреводной съемки по «нижнему пределу», заявляя при этом, что учтенные нами биомассы камбал, никак не ниже расчетных величин. Применяя указанный КУ=0,5 к расчётам биомасс для желтоперой камбалы, получим следующие оценки: 36,8 тыс. т – общий запас, 34,8 тыс. т – промысловый, 34,0 – нерестовой.

Также приводим таблицу 34, 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 34

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

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	+
Сумма:	37562,62	100,001

Данное долевое соотношение впоследствии используется для оценки величины возможного изъятия камбал на 2027 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 2017–2025 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. 121) основу уловов составляли 5–9-и годовики (рис. 122) размером 22–30 см, чей вклад составлял около 70–80%. Средняя длина была в пределах 25,4–28,4 см.

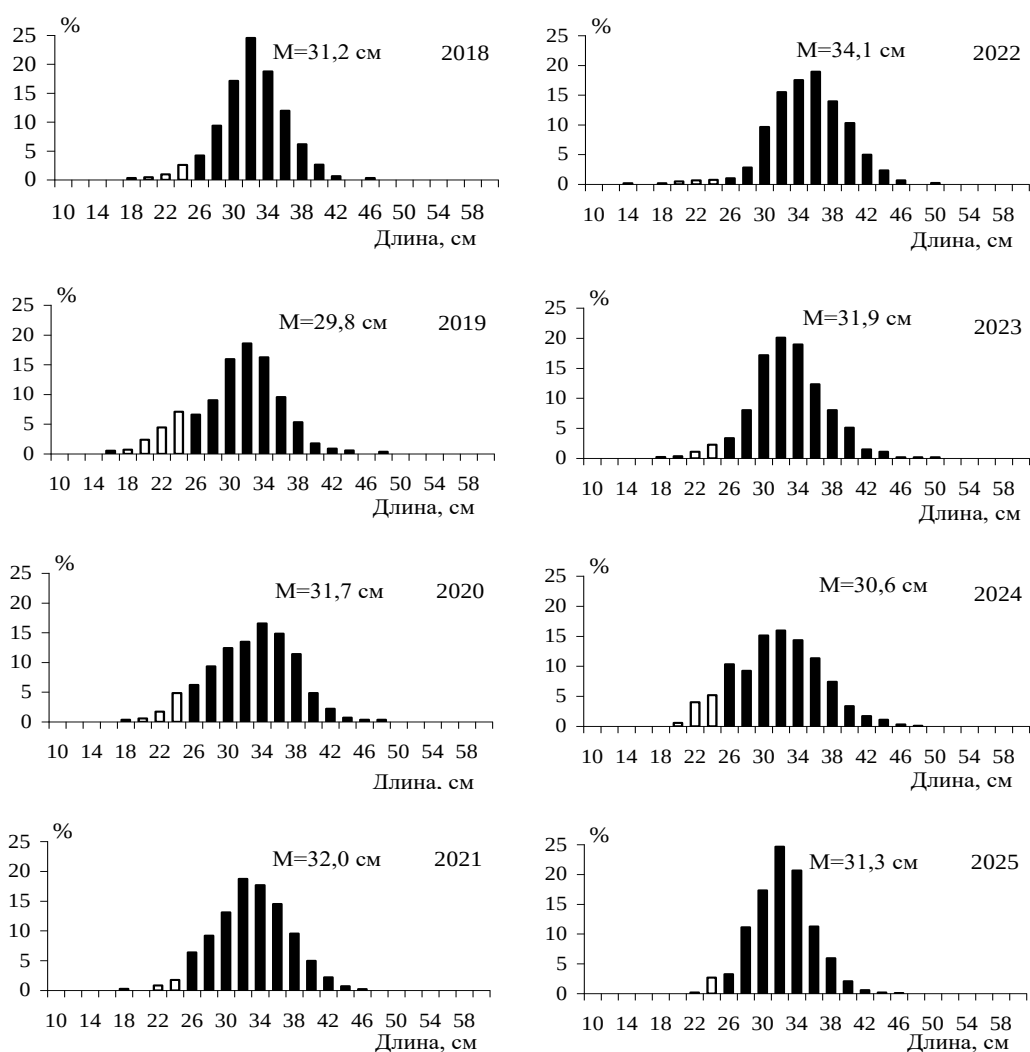


Рис. 121. Размерный состав промысловых снюрреводных уловов желтоперой камбалы зал. Терпения в 2018–2025 гг. Указана средняя длина рыб в уловах. Белым цветом на гистограмме выделены особи непромыслового размера

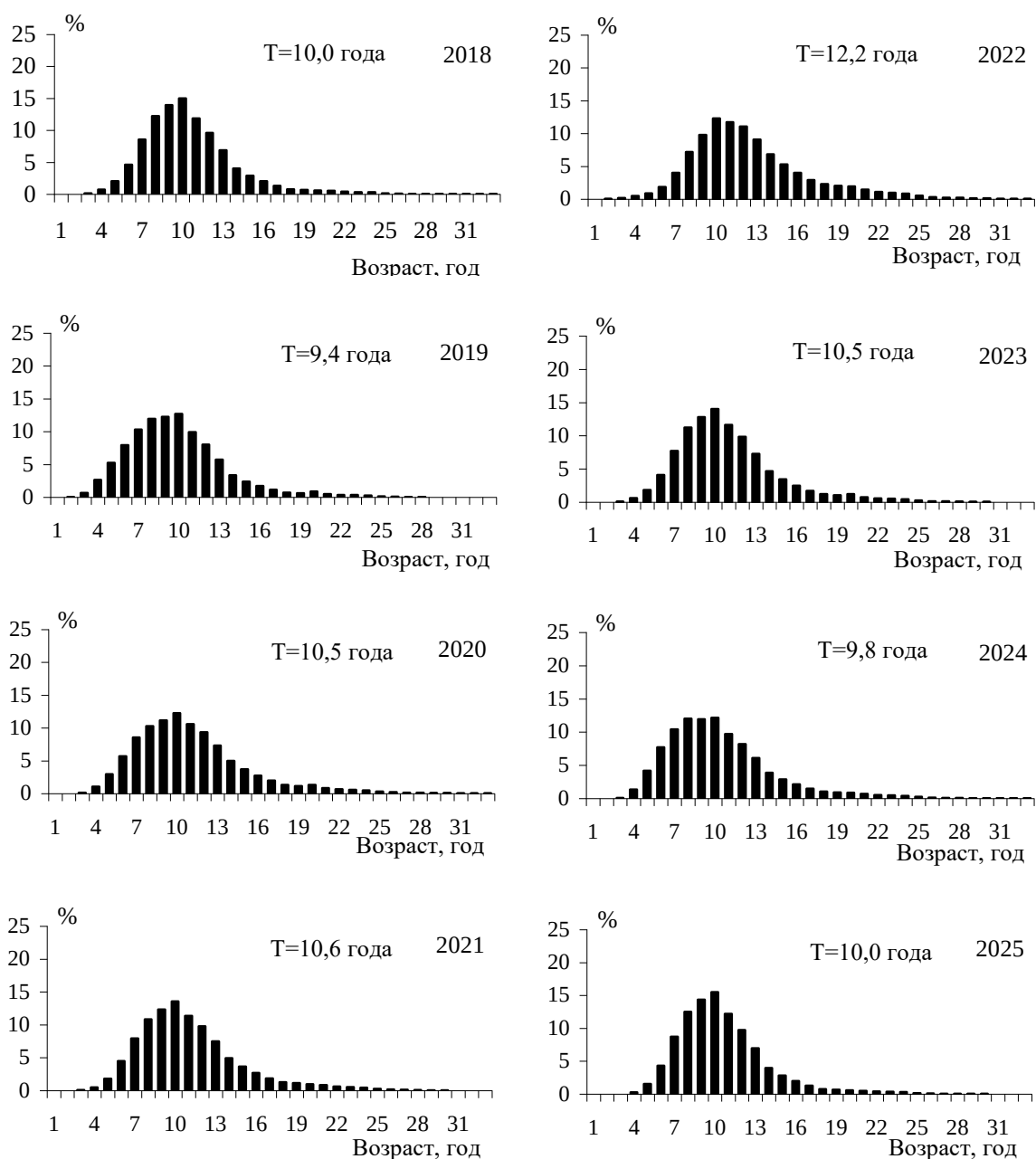


Рис. 122. Возрастной состав промысловых снюрреводных уловов желтоперой камбалы зал. Терпения в 2018–2025 гг. Указан средний возраст рыб в уловах

В 2018–2025 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. Средний вклад непромысловых рыб в уловы за эти годы не превысил 6,5%.

Анализ многолетних изменений среднего возраста (рис. 123) желтоперой камбалы в промысловых уловах [Золотов, 2024] показал, что в 2018–2024 гг. это показатель характеризовался самыми высокими значениями на всем историческом этапе наблюдений, что также косвенно свидетельствует о позитивных тенденциях в динамике запасов данной популяции.

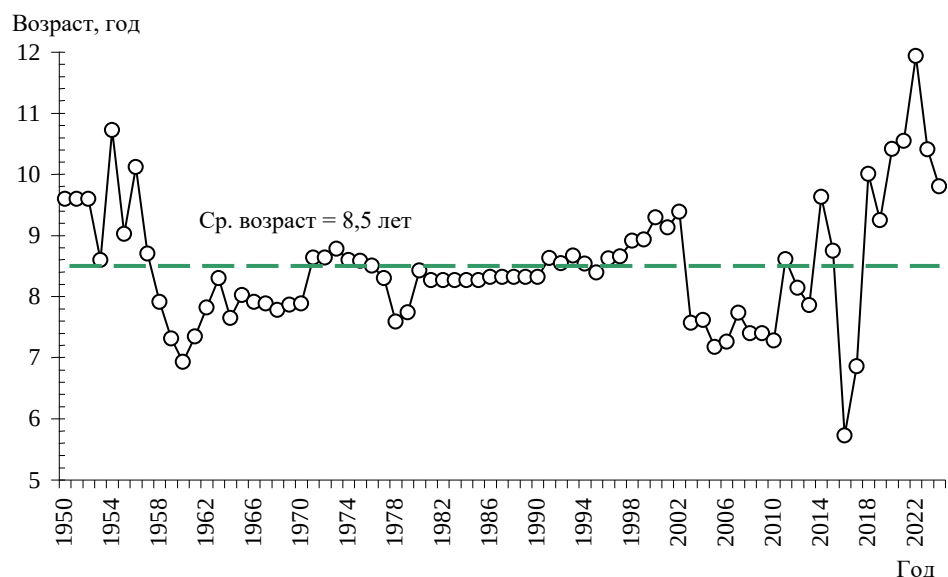


Рис. 123. Многолетняя динамика среднего возраста желтоперой камбалы зал. Терпения в промысловых уловах. Пунктирной линией показан средний возраст

Кроме этого, 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. 124). 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 приближённо в 1,5-1,8 раза выше оценок уловов на усилие в 2010-2015 гг.



Рис. 124. Многолетняя динамика уловов на усилие (улов на судосутки промысла одного судна класса МРС) в 1995-2025 гг.

В качестве основного метода ретроспективного анализа динамики численности желтоперой камбалы зал. Терпения 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 2025 г.);
- среднемноголетние значения массы (рис. 125), 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.

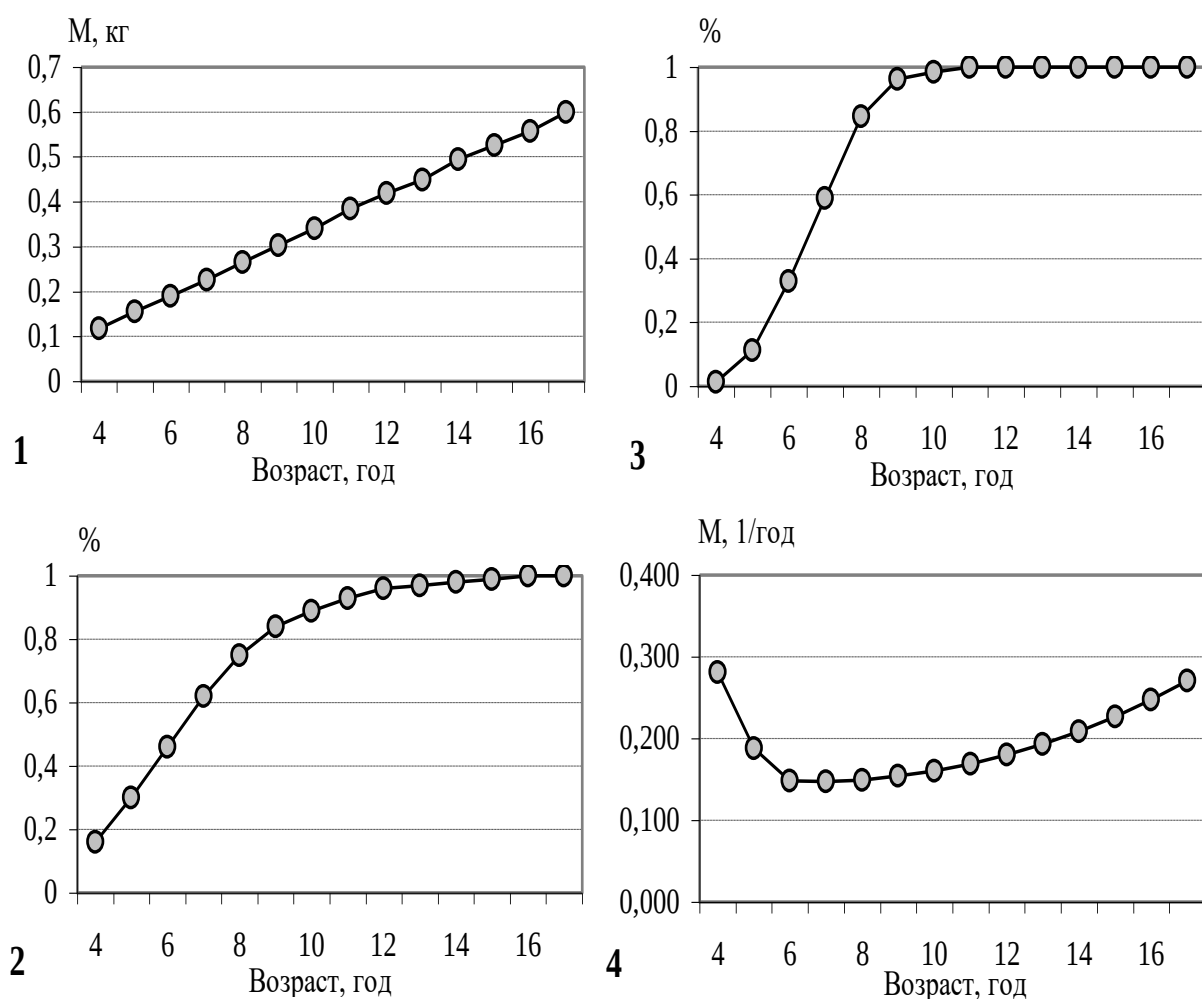


Рис. 125. Параметры, используемые при ретроспективной оценке биомассы желтоперой камбалы зал. Терпения методом ВПА. 1 – масса рыб по возрастным группам, 2 – доля половозрелых рыб, 3 – доля рыб, достигших промыслового размера (более 25 см по АС), 4 – мгновенные коэффициенты естественной смертности

Многолетняя ретроспективная динамика нерестовой (SSB) и промысловой (FSB) биомассы желтоперой камбалы зал. Терпения представлена на рисунках 126, 127.

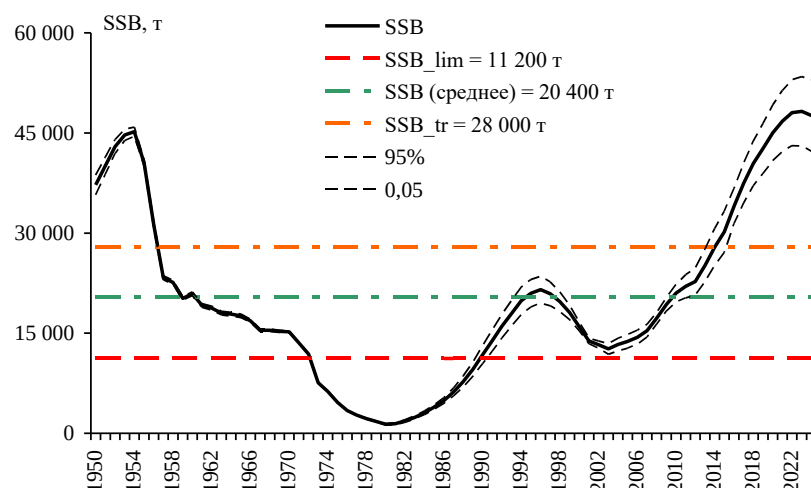


Рис. 126. Многолетняя динамика нерестовой биомассы желтоперой камбалы зал. Терпения по результатам когортного моделирования (ВПА). Дополнительно показаны граничный и целевой ориентиры по нерестовой биомассе

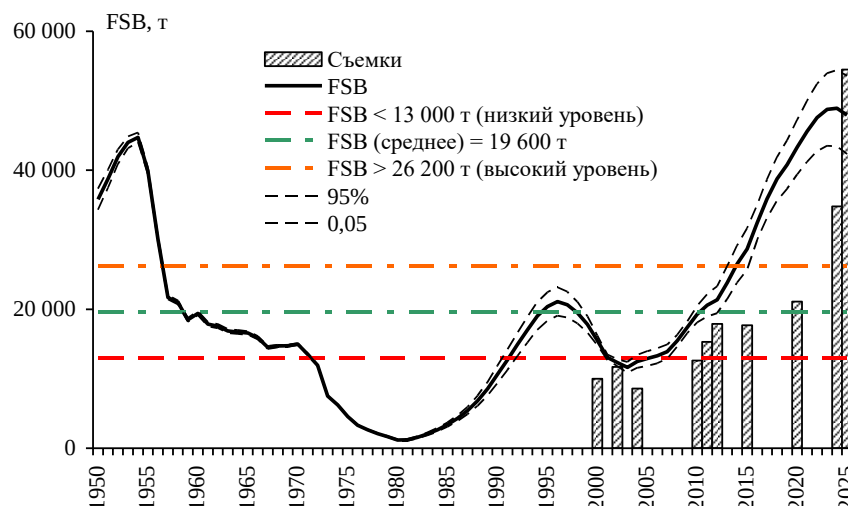


Рис. 127. Многолетняя динамика промысловой биомассы желтоперой камбалы зал. Терпения по результатам когортного моделирования (ВПА) в сопоставлении с данными донных траловых съемок. В 2024 г. приведены результаты снюрреводной съемки

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 1980г. был введен запрет промысла, который продлился десять лет.

Согласно модельным расчетам, в после 2006 г. численность поколений в возрасте 4 года (R4), вступающих в промысловую часть популяции, была выше среднемноголетнего уровня и постепенно увеличивалась (рис. 128). В результате, нерестовая и промысловая биомасса к началу 2022-х гг. возросла до 35–38 тыс. т, что сопоставимо с периодом высокого уровня запаса, который наблюдался в 1950-е гг.

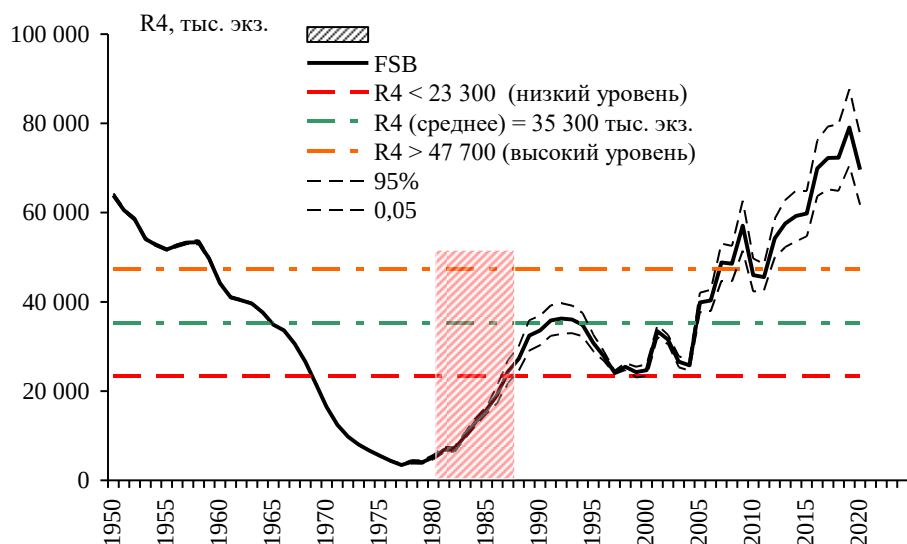


Рис. 128. Многолетняя динамика пополнения желтоперой камбалы зал. Терпения в возрасте 4 года (R_4), тыс. экз. Штриховкой выделен период запрета промысла

Оценки нерестовой и промысловой биомассы желтоперой камбалы зал. Терпения на 2025 г., полученные методом ВПА и используемые в дальнейших расчетах составили $46,1 \pm 5,4$ и $48,0 \pm 5,6$ тыс. т, соответственно.

В заключение данного раздела приведем результаты оценки запасов желтоперой камбалы зал. Терпения с использованием когортной модели «Синтез» (рис. 129). 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.

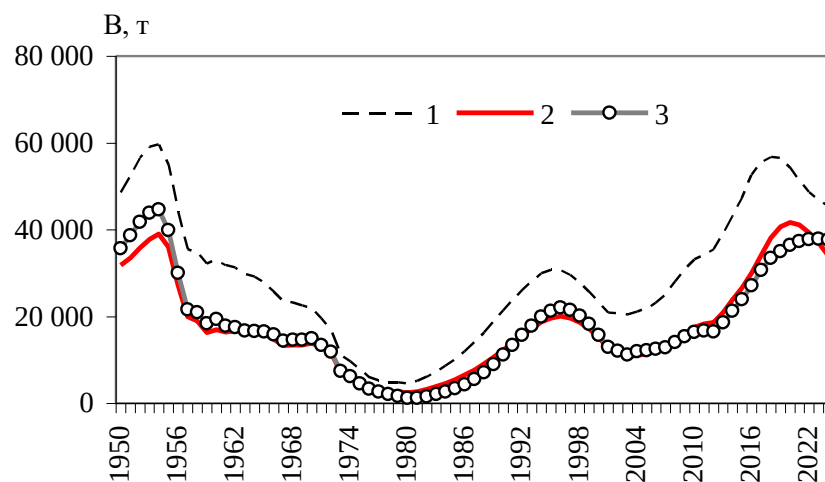


Рис. 129. Результаты оценки запасов желтоперой камбалы зал. Терпения по моделям ВПА и «Синтез». 1 – общая биомасса («Синтез»), 2 – промысловая биомасса («Синтез»), 3 – промысловая биомасса (ВПА)

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. 130). Максимальный вылов пришелся на 1955–1956 гг., когда было добыто 17,3 и 16,3 тыс. т, причем уловы основного промыслового вида – желтоперой камбалы составляли более 90% по биомассе [Золотов и др., 2014].

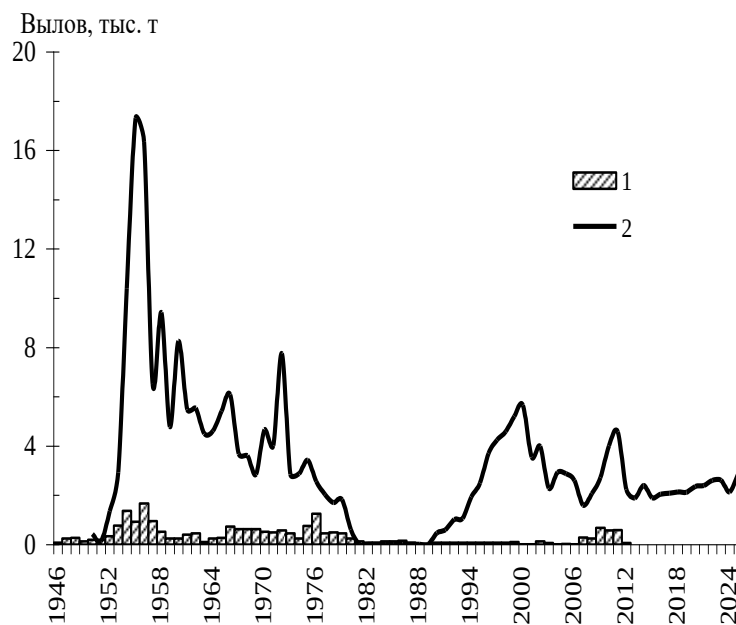


Рис. 130. Годовые уловы камбал дальневосточных Восточного Сахалина, 1 – зал. Анива, 2 – зал. Терпения

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. в промысловая и нерестовая биомасса желтоперой камбалы достигла критической отметки – менее 10 тыс. т, что послужило причиной десятилетнего запрета промысла камбал в заливе.

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, главным образом, было обусловлено ростом запасов желтоперой камбалы, который был характерен в этот период и для других крупных популяций данного вида в дальневосточных морях.

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 2,87 тыс. т – в 2025 г. и, в среднем, составил 2,32 тыс. т. Освоение допустимых уловов варьировало в пределах 62-98%, и в среднем было на очень высоком уровне – 87,% (табл. 35).

Прогнозирование состояния запаса

Оценка численности и биомассы желтоперой камбалы зал. Терпения на 2025-2027 гг. выполнена с помощью обращенной вперед когортной процедуры, с учетом данных, представленных выше на рисунке 125.

Таблица 35

ОДУ, вылов и % освоение камбал дальневосточных 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
2025	4,60	2,87	62,4
Среднее	2,66	2,32	87,2

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

Поэтому для оценки возможной величины пополнения желтоперой 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 36.

Таблица 36

Таблица вероятности для пополнения желтоперой камбалы зал. Терпения

Биомасса нерестового запаса SSB, тыс. т	Численность пополнения (R4)		
	Низкий уровень R4 ≤ 21,4	Средний уровень 21,4 < R4 ≤ 41,6	Высокий уровень 41,6 < R4
Низкий уровень SSB ≤ 11,2	58,8% (n=10) 9,0±3,5 млн рыб	41,2% (n=7) 33,7±3,5 млн рыб	-
Средний уровень 11,2 < SSB ≤ 21,6	20,0% (n=7) 9,0±3,1 млн рыб	57,1% (n=20) 31,5±2,4 млн рыб	22,9% (n=8) 53,8±3,4 млн рыб
Высокий уровень 21,6 < SSB	-	26,3% (n=5) 32,4±7,3 млн рыб	73,7% (n=14) 50,1±3,1 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 2015–2017 гг. величина нерестового запаса желтоперой камбалы зал. Терпения находилась на уровне выше 30 тыс. т, то, в соответствии с результатами, представленными в таблице 36, с вероятностью 67,0% в 2026–2027 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. Эта величина и заложена в прогноз.

Вылов камбал Восточно-Сахалинской подзоны в 2025 г. составил 2,87 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 2025 г. оценивается на уровне $2,87 \cdot 0,98 = 2,813$ тыс. т.

Окончательный расчет численности и биомассы желтоперой камбалы зал. Терпения, в рамках подготовки материалов, обосновывающих ОДУ камбал Восточно-Сахалинской подзоны на 2027 г., выполнен с помощью обращенной вперед когортной процедуры, с учетом предположений, описанных выше, и коэффициентов естественной смертности, представленных на рисунке 126. Как можно видеть (табл. 37), ожидается, что к 2027 г. промысловая биомасса составит 38,0 тыс. т, нерестовая – 37,9 тыс. т, что соответствует высокому уровню запаса.

Определение биологических ориентиров

Корректировка утверждённого на 2025 г. ОДУ камбал Восточно-Сахалинской подзоны 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.

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 гг., 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.

Таблица 37

Результаты оценки численности и биомассы желтоперой камбалы зал. Терпения на 2027 г.

	Возраст, лет														Вылов, т
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
2025															
Численность на начало года, ВПА, тыс. экз.	11619	15468	18509	23282	25110	24343	22717	16448	12825	9196	5331	3826	2695	1770	2807
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	0,003	0,010	0,024	0,038	0,051	0,061	0,071	0,077	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	
Годовой коэффициент выживания с учетом промысла	0,753	0,821	0,842	0,831	0,819	0,807	0,794	0,781	0,771	0,761	0,749	0,736	0,721	0,704	
2026															
Численность на начало года, ВПА, тыс. экз.	47000	8749	12692	15579	19351	20553	19642	18030	12852	9889	6998	3994	2815	1943	6050
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	0,006	0,023	0,054	0,087	0,117	0,139	0,162	0,178	0,183	0,184	0,184	0,184	0,184	0,184	
Годовой коэффициент выживания с учетом промысла	0,751	0,810	0,816	0,791	0,767	0,746	0,724	0,707	0,695	0,686	0,676	0,664	0,650	0,635	
2027															Сумма
Численность на начало года, ВПА, тыс. экз.	47000	35274	7086	10361	12330	14833	15332	14229	12746	8937	6785	4728	2650	1830	194121
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	620	444	1380	2771	4325	5138	5478	5341	4013	3359	2487	1476	1098	38003
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	1651	619	1452	2460	3775	4639	5095	5127	3893	3292	2462	1476	1098	37926

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. 131), или в терминах коэффициента эксплуатации $U = 32,2\% \approx 32\%$. Данный подход допустим [Бабаян, 2000].

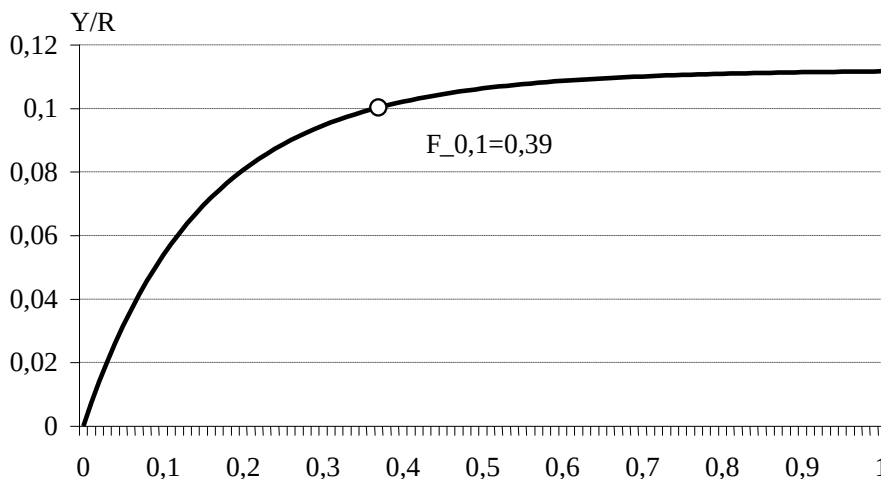


Рис. 131. Зависимость улова на рекрута Y/R для группировки желтоперой камбалы зал. Терпения от промысловой смертности F , кг/экз.

Целевые ориентиры по биомассе и промысловой смертности предлагаем определить 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 среднескользящую 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. 132) от промысловой смертности F [Бабаян, 2000]. Согласно расчетам, величина F_{med} для желтоперой камбалы зал. Терпения составила 0,183 или, в терминах коэффициента эксплуатации, $U = 16,7 \approx 17\%$.

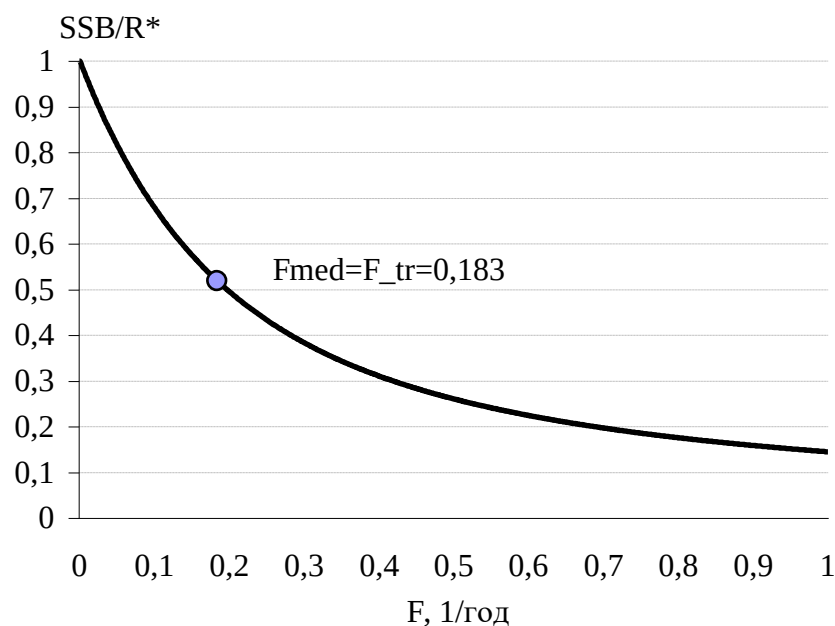


Рис. 132. Нормированная зависимость нерестовой биомассы на рекрута для группировки желтоперой камбалы зал. Терпения от промысловой смертности F

Согласно нашим расчетам, величина SSB/R , соответствующая F_{med} для северной желтоперой камбалы зал. Терпения составила 0,52, тогда оценка целевого ориентира по нерестовой биомассе составляет $SSB_{tr} = 0,52 * 53,4 = 27,768 \approx 28$ 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. 127), 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

С учетом приведенной выше информации, в аналитической форме правило регулирования промысла желтоперой камбалы Восточно-Сахалинской подзоны, может быть сформулировано следующим образом:

$$\left. \begin{aligned} u &= 2,0\%, \text{ при } SSB \leq 100 \text{ тыс. т} \\ u &= 0,833 SSB - 6,33 \text{ при } 100 \text{ тыс. т} < SSB \leq 280 \text{ тыс. т} \\ u &= 1,70\% \text{ при } SSB > 280 \text{ тыс. т} \end{aligned} \right\}$$

где SSB – общая биомасса, U – коэффициент эксплуатации.
В графической форме то же самое ПРП имеет вид (рис. 133).

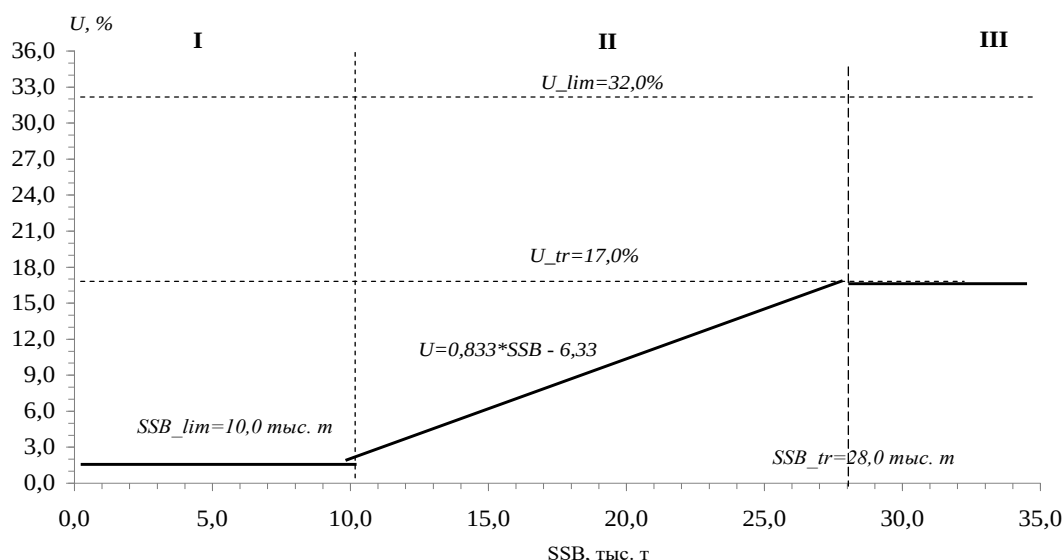


Рис. 133. ПРП желтоперой камбалы зал. Терпения

Обоснование рекомендованного объёма ОДУ

Величина нерестовой биомассы желтоперой камбалы зал. Терпения на 2027 г. будет соответствовать уровню 37,9 тыс. т. Эта оценка выше целевого ориентира по биомассе и соответствует области эксплуатации без ограничений. Рекомендованный уровень промыслового изъятия на 2027 г. составляет $U=17\%$ (рис. 132).

При оценке промысловой биомассы желтоперой камбалы на 2027 г. равной 38,0 тыс. т, объем ее допустимого изъятия может составить $38,0 \cdot 0,17 = 6,46$ тыс. т. Поскольку, с учетом сложившейся структуры промысла и современного видового состава камбал в уловах (табл. 34), 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 2027 г. предлагается увеличить $ОДУ = 6,46 / 0,98 = 6,56 \approx 6,600$ тыс. т.

Анализ и диагностика полученных результатов

Протестировав выбранную стратегию управления промыслом, целью которой является минимизация экологического вреда от эксплуатации и обеспечение максимально возможного изъятия при данном уровне воспроизводства, провели анализ использования выбранного ПРП на перспективу методами моделирования. При расчетах поведения запаса предположили, что до 2028 г. величина пополнения R4 будет соответствовать уровню 47,0 млн экз. Вылов определили исходя из сформулированного ПРП. Результаты представлены на рисунке 134.

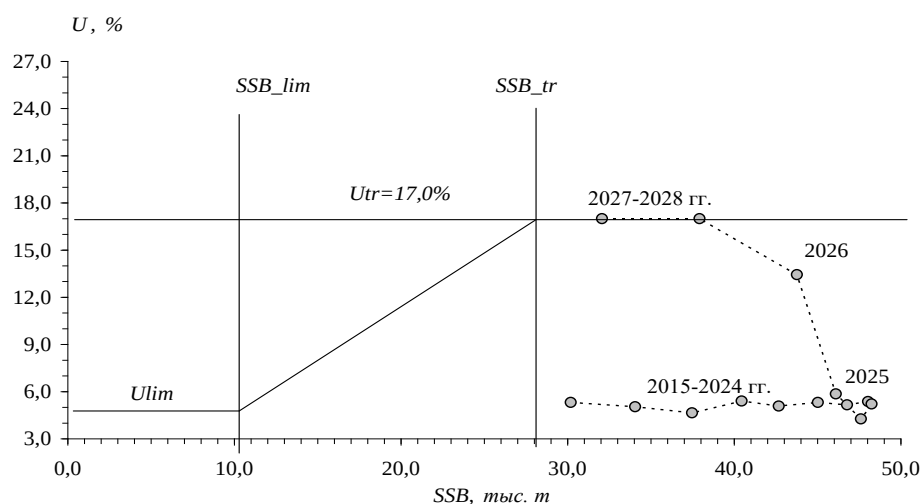


Рис. 134. Результаты тестирования ПРП желтоперой камбалы Восточно-Сахалинской подзоны в 2026–2028 гг., в предположении, что величина ОДУ будет определяться согласно принятому ПРП. Изъятие в 2026 г. – на уровне ОДУ (6,05 тыс. т)

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, проведен анализ рисков превышения параметром F граничного ориентира F_{lim} , что иногда ассоциируется с переломом по росту [Бабаян, 2000].

Для решения этой задачи использовали программное обеспечение «ТАС», 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 использовали метод Монте-Карло.

Согласно полученным результатам (рис. 135), вероятность превышения параметром F граничного ориентира F_{lim} на прогнозный 2027 г. не превышает рекомендованного уровня $\alpha=0,1$ [Бабаян, 2000].

При этом, риски превышения допустимого порогового значения вероятности $\alpha=0,1$ в 2027 г. наступают при вылове желтоперой камбалы свыше 9,5 тыс. т, что при нынешнем состоянии промысла маловероятно.

С учетом изложенного, предлагается установить **ОДУ камбал дальневосточных в Восточно-Сахалинской подзоне в 2027 г. на уровне 6,600 тыс. т.**

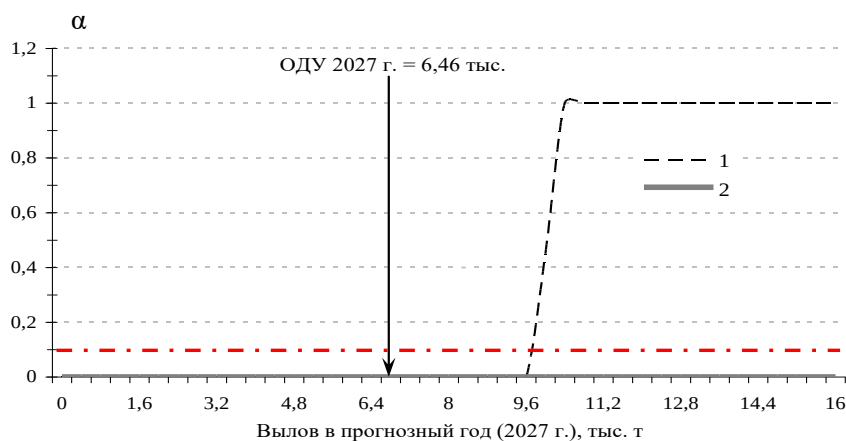


Рис. 135. Вероятность (α) превышения параметром F граничного ориентира F_{lim} (1) на прогнозный 2027 г. пополнение в прогнозные годы составляет 47,0 млн экз. Вылов в 2026 г. установлен на уровне откорректированного ОДУ (6,05 тыс. т)

61.06 - Зона Японское море

61.06.2 - Западно-Сахалинская подзона

Исполнитель: Ким Сен Ток («СахНИРО»)

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

Анализ доступного информационного обеспечения

Для оценки запасов желтоперой камбалы Татарского пролива использована база данных по размерно-возрастному составу промысловых уловов объекта с 1994 по 2025 гг.

Возраст желтоперой камбалы определяли по отолидам. Информация по вылову и динамике уловов на усилия в 2003–2025 гг. приведена, согласно данным судовых суточных донесений (ССД), оперативной отчетности предприятий (ООП) и промысловой статистики, представленной в Отраслевой системе мониторинга (ОСМ) Росрыболовства.

Оценка ОДУ основана на определении изъятия желтоперой камбалы *Limanda aspera*, как наиболее массового вида в районе, при этом допустимый прилов других видов камбаловых рыб определялся по их соотношению в промысловых снюреводных уловах.

Для оценки структуры запаса желтоперой камбалы привлечены материалы 19 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, 2025 гг.). Размерно-возрастной состав в промысловых уловах желтоперой камбалы был изучен в ходе ежегодных сборов на береговых рыбокомбинатах р/к «Дружба». В 2020-2025 гг. на массовый промер из промысловых уловов было собрано 12918 экз. рыб.

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 биомассы 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 (далее — Приказ № 104), информационная обеспеченность прогноза соответствует I информационному 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 является желтоперая лиманда. По данным траловых съемок её доля в общей биомассе здесь достигала 62% [Тарасюк, 1997]. У юго-западного Сахалина доля желтоперой камбалы в эти периоды была не столь весома – 6–19%. Для сравнения, относительная 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 камбаловых рыб от 2005 к 2013 гг. сократилась с 25,0 до 9,7% и, в среднем, соответствовала 15,4%. В 2020–2025 гг. она составила 9,0–11,4%.

Промысловая биомасса желтоперой камбалы в восточной части Татарского пролива по данным траловых съемок равнялась 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 равнялась 7,2, 7,6 и 3,8 тыс. т, соответственно. В сентябре-октябре 2024 г. промысловый запас вида был рассчитан в объеме 2,48 тыс. т. В мае-июне 2025 г. расчетная величина промыслового запаса вида у юго-западного Сахалина достигла 2,4 тыс. т, у северо-западного побережья – 4,0 тыс. т. В этом году были обнаружены пространственно разобщенные скопления рыб, приуроченные к Чехово-Ильинскому мелководью и Александровскому заливу.

Методы, основанные на промысловых данных. В настоящее время камбал, в основном, ловят снюрреводами у юго-западного Сахалина. 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, которая в траловых уловах всегда выше, чем в снюрреводных, возросла с 10,3% до 76%.

В связи с существенным снижением промысловой части стада камбал, ее вылов в подзоне был уменьшен более чем в 4 раза – с 2,24 до 0,53 тыс. т. Помимо этого, с 2015 г. освоение данного объекта вновь было переведено в режим ОДУ. Это принесло свои плоды: численность рыб возросла, их средняя длина увеличилась (рис. 136).

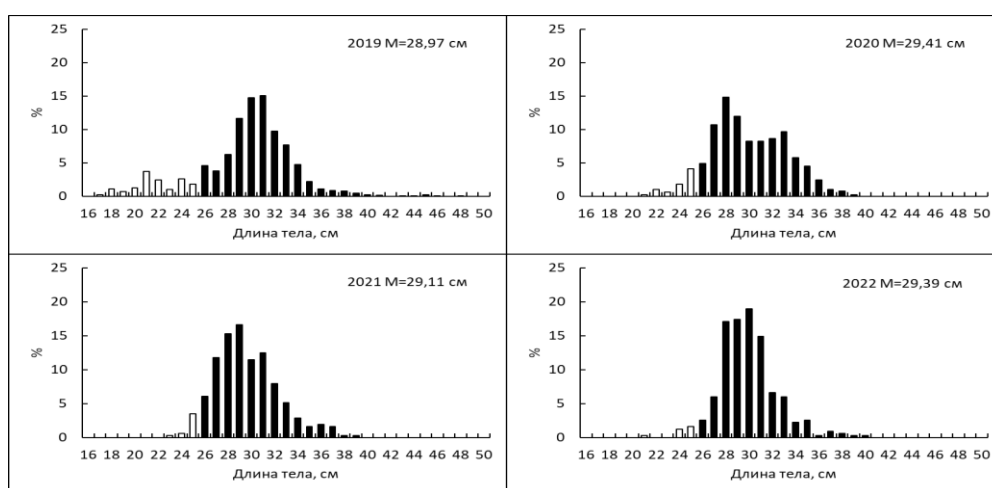


Рис. 136. Размерный состав промысловых снюрреводных уловов желтоперой камбалы у западного Сахалина в 2019–2022 гг. Особи непромыслового размера выделены на гистограмме белым цветом

В 2019–2022 гг. в уловах снюрревода преобладали рыбы в возрасте 6–9 и 12 лет длиной 28–36 см. Доля промысловых особей варьировалась от 1 до 13%. Средняя длина желтоперой камбалы составила 29,0–32,1 см, средний возраст 9–10 лет (рис. 136 и 137).

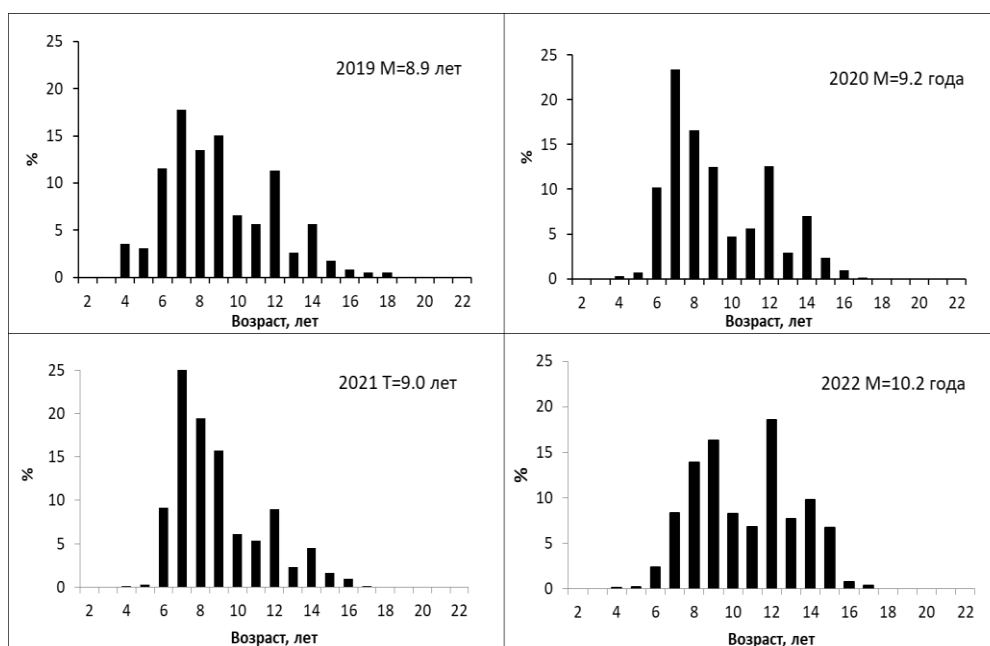


Рис. 137. Возрастной состав промысловых снюрреводных уловов желтоперой камбалы западного Сахалина в 2019–2022 гг.

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 10,8 года. В 2024 г. ее средняя длина составила 29,8 см, средний возраст — 11,3 лет (рис. 138 и 139). В 2025 г. средняя длина рыб равнялась 28,0 см, средний возраст – 10,1 лет.

Методы когортного анализа. Согласно Приказу № 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].

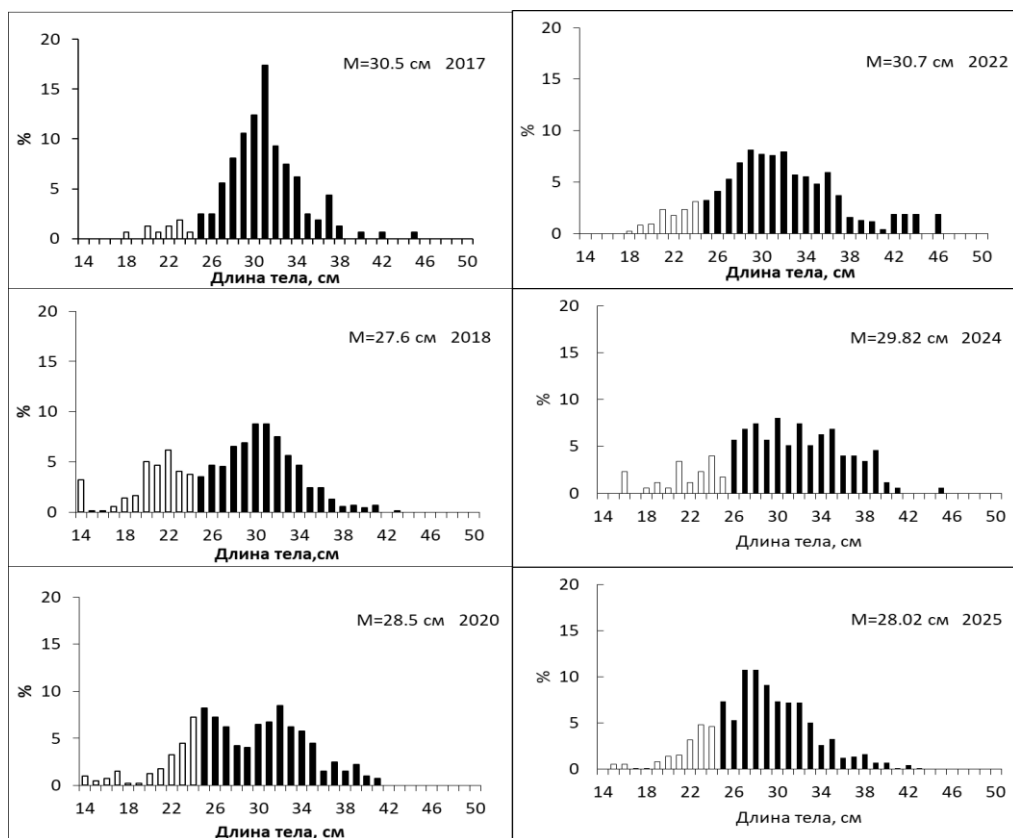


Рис. 138. Размерный состав желтоперой камбалы западного Сахалина из траловых уловов 2017-2025 гг. Особи непромыслового размера выделены на гистограмме белым цветом

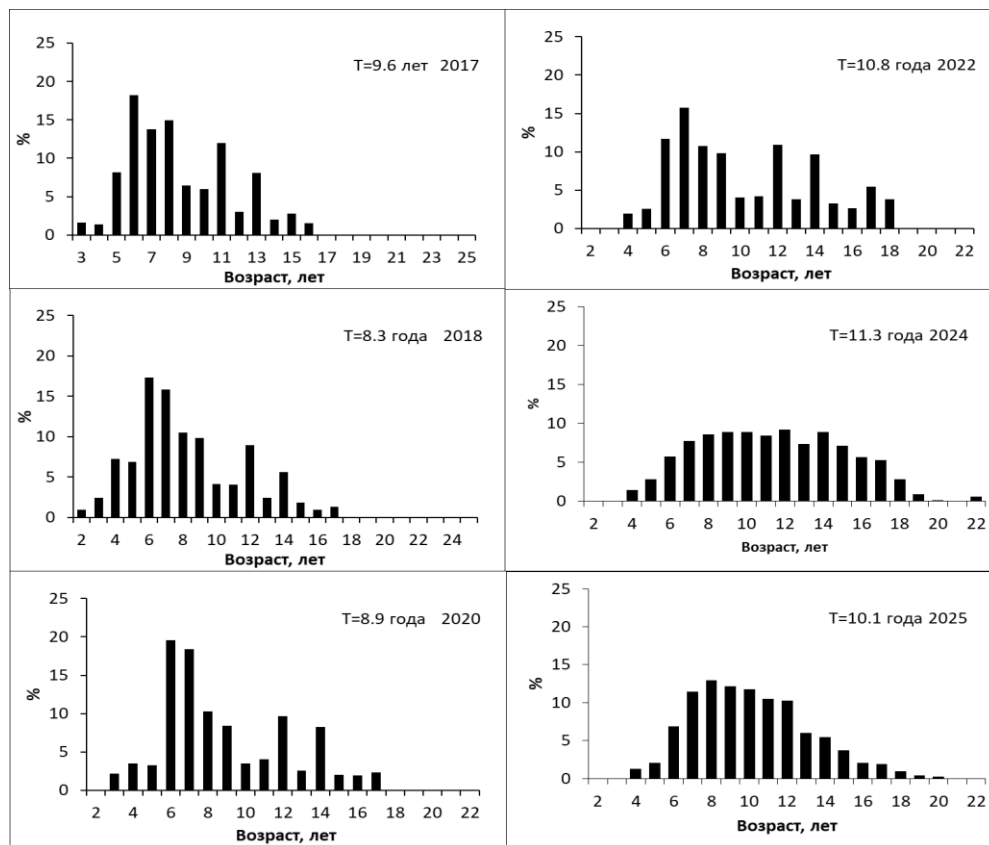


Рис. 139. Возрастной состав желтоперой камбалы западного Сахалина из траловых уловов в 2017-2025 гг.

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 2025 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 2003–2025 гг., а также – данные учетных траловых съемок о биомассе промыслового запаса 2007–2025 гг. (рис. 140).

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 141, 142, 143. Динамика биологических показателей желтоперой камбалы в 2010-х гг. показывает существенный рост ресурсов, а траловые съемки этого периода демонстрировали их увеличение. Годовые уловы в этот период характеризовались заметным увеличением, обусловленным ростом запаса и пополнения на фоне рекомендованного резкого снижения интенсивности промысла в предшествующий период. Как можно видеть, повышенный уровень запаса был отмечен в начале 90-х гг. прошлого столетия, а также в середине 2010-х гг. В настоящее время под влиянием естественных причин и промысла биомасса популяции снижается. Следует отметить, что с 2024 г. вновь стала возрастать доля молодежи в уловах, что возможно приведет к определенному росту пополнения в стаде в ближайшей перспективе.

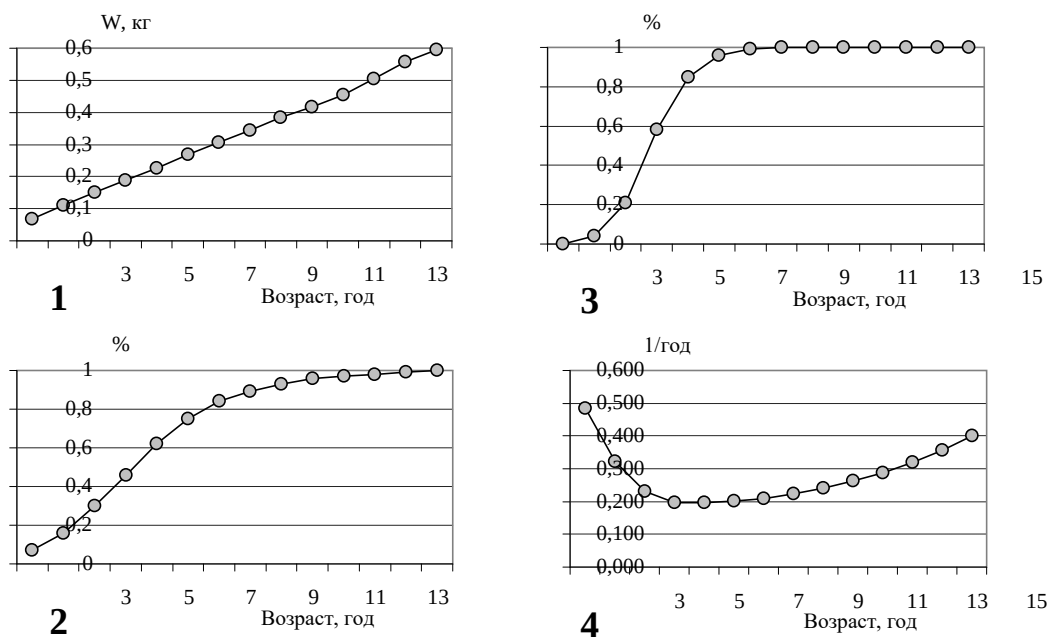


Рис. 140. Параметры, используемые при ретроспективной оценке биомассы желтоперой камбалы западного Сахалина при моделировании. 1 – масса рыб по возрастным группам, 2 – доля половозрелых рыб, 3 – доля рыб, достигших промыслового размера (более 25 см и более по АС), 4 – мгновенные коэффициенты естественной смертности

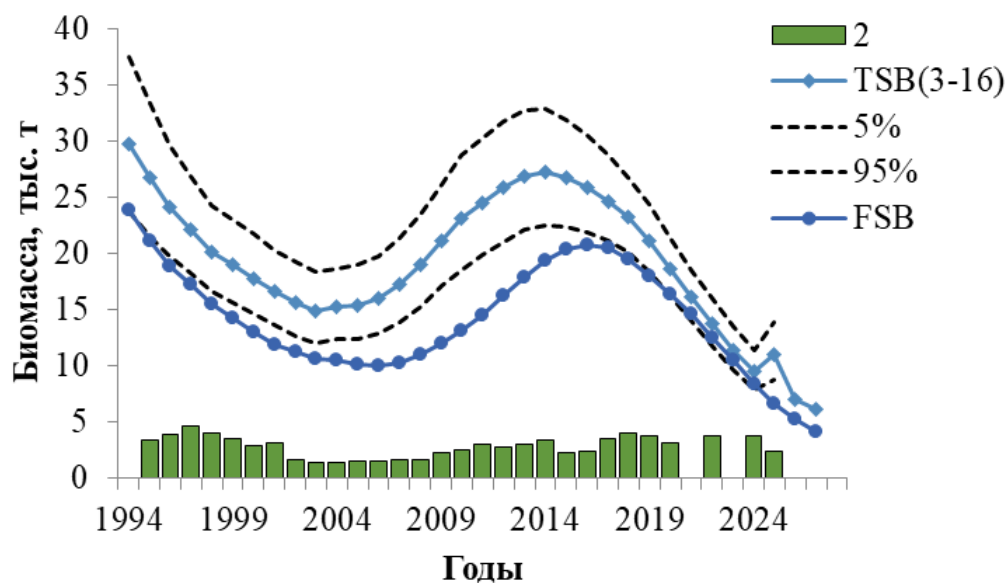


Рис. 141. Модельная динамика промысловой (FSB) и общей (TSB) биомассы желтоперой камбалы западного Сахалина с доверительными интервалами. На 2026–2027 гг. представлены прогнозные значения

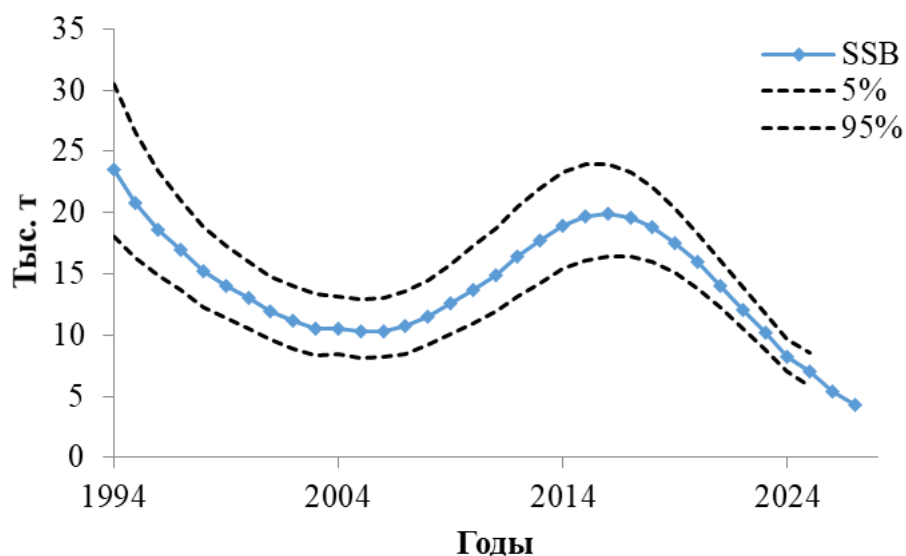


Рис. 142. Динамика нерестовой биомассы SSB желтоперой камбалы западного Сахалина с доверительными интервалами. На 2026–2027 гг. представлены прогнозные значения

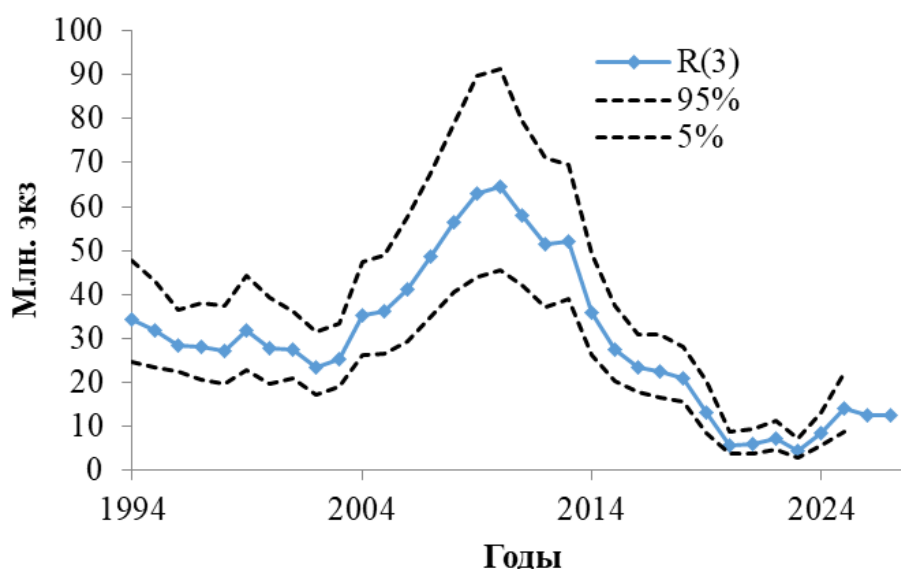


Рис. 143. Модельная динамика пополнения (R3) желтоперой камбалы западно-сахалинских вод с доверительными интервалами. На 2026–2027 гг. представлены прогнозные значения

Модельные оценки нерестовой, промысловой и общей биомассы желтоперой камбалы западно-сахалинских вод на начало 2025 г. составили 7,1, 6,7 и 11,0 тыс. т, соответственно. Данные величины были использованы при прогнозе состояния запаса и оценки ОДУ на 2027 г. Для этого определялись коэффициенты промысловой смертности по возрастам на 2026 г., исходя из предполагаемого на этот год общего вылова (равен величине ОДУ). Впоследствии, на основе параметров, представленных на рисунке 140, были получены значения общей и нерестовой биомассы на

прогнозный год. Расчет и обоснование ОДУ на базе этих величин представлены в разделах ниже.

Промысел. Масштабный промысел камбал у западного Сахалина был организован в середине 1940-х гг. Лов производили на двух участках, ставших традиционными – северном и южном. Основную промысловую нагрузку несла группировка желтоперой лиманды, которая составляла 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, составило 3,3% от вылова камбал у западного Сахалина. Основной промысел камбал осуществлялся на южном участке, где 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. 38). Если в 2003–2008 гг. уровень освоения составил от 32 до 66% от ОДУ, то после перехода промысла в режим РВ он варьировал 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.

После перевода эксплуатации камбал вновь в режим ОДУ (2015 г.) сначала отмечался недолов рекомендованной величины; в октябре 2020 и 2021 гг. на глубинах 70–80 м сейнеры обнаружили предзимовальные скопления желтоперой камбалы. Уловы были достаточно высокими, и общее освоение ОДУ составило 85,4 и 93,5% соответственно. В 2022 г. таких

скоплений найдено не было. При сопоставимым с прошлым годом промысловым усилием (230, 257 и 240 судосуток) освоение было значительно меньшим. В 2022 г. вылов составил 573 т при освоении 51,4%.

Таблица 38

**Освоение запасов камбал дальневосточных Западно-Сахалинской подзоны
в 2003–2025 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
2025	1000	943	94,3
Среднее	1528	1131	74,0

В 2023 г. суда были на промысле 234 судосуток, а общее изъятие камбал равнялось 903 т, что составило 78,3% от ОДУ (1153 т). В 2024 г. при 197 судосуток общий вылов достиг 974 т или 96,0% от ОДУ, равного 1015 т. В 2025 г. наблюдался почти такой же уровень освоения ОДУ 943 т (94,3%) величина которого равнялась 1000 т.

Среднесуточный улов желтоперой камбалы в последние 10 лет изменялся в пределах 2,4–4,9 т, при медианном значении 3,3 т (рис. 144). Данный показатель в 2025 г. составил 4,3 т. Стандартизированный улов на усилие в общих чертах показывал сходную динамику.

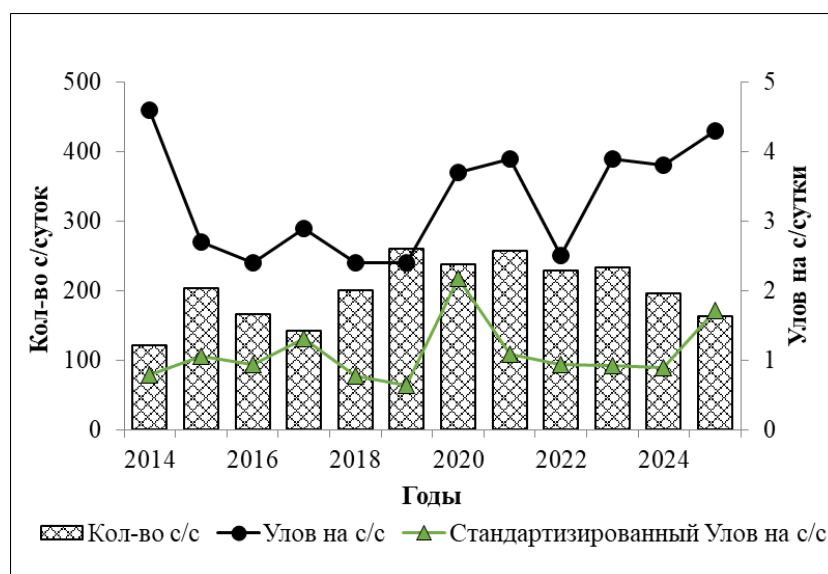


Рис. 144. Промысловые показатели желтоперой камбалы у западного Сахалина в 2014–2025 гг.

В 2019–2022 гг. наибольший вылов *L. aspera* пришелся на октябрь–ноябрь, в 2023 г. наиболее интенсивный промысел осуществлялся в мае–июле, в 2024–2025 гг. – в июле–сентябре (рис. 145).

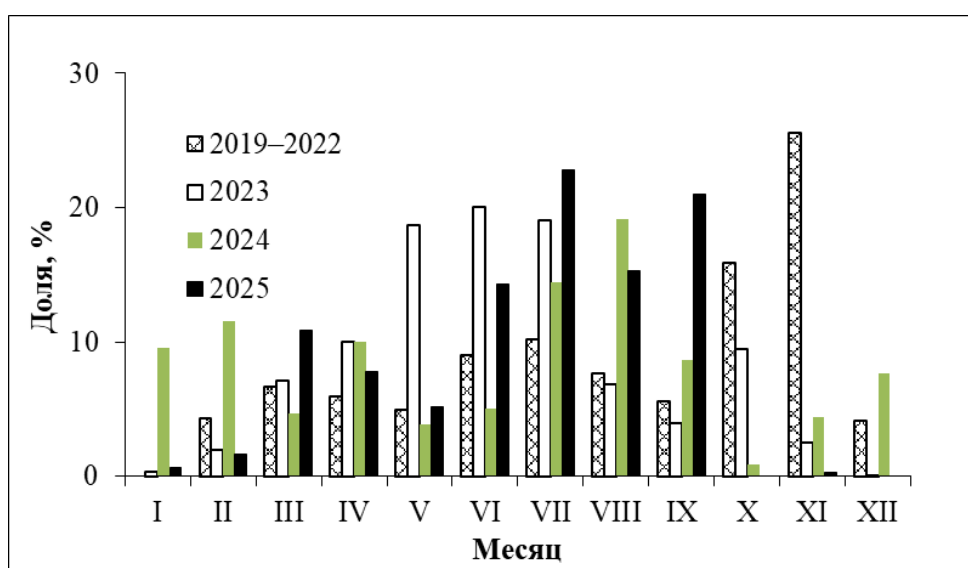


Рис. 145. Годовая динамика вылова камбал у западного Сахалина в 2019–2025 гг.

Определение биологических ориентиров. Обоснование правила регулирования промысла

Оценка ОДУ желтоперой камбалы Западно-Сахалинской подзоны 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, что позволяет

сделать заключение о текущем состоянии запаса и об оптимальном уровне его эксплуатации.

Ниже обосновывается выбор основных ориентиров управления промыслом желтоперой камбалы западно-сахалинских вод.

В качестве граничного ориентира по нерестовой биомассе – SSB_{lim} , принята ее минимальная оценка по траловым учетным съемкам за весь ретроспективный период. Эта величина составляет 1,36 тыс. т. При снижении биомассы производителей ниже этого уровня, рекомендуется ограничить промысел до минимума.

Граничный ориентир по промысловой смертности $F_{lim}=0,327(1/год)$, определяющий рубеж, за которым возрастает риск перелова по росту, определен по методу Кадди [Caddy, 1998].

Максимум кривой равновесного улова на единицу пополнения составляет 0,008, что значительно ниже величины граничного ориентира (рис. 146). Оценки ориентиров $F_{0.1}$ и $F_{40\%}$ составили 0,2155 и 0,3915(1/год). Значения F_{msy} и F_{med} соответствовали 0,014 и 0,14 (1/год). Целевой ориентир по промысловой смертности F_{tr} был установлен на уровне $F_{med} - 0,14(1/год)$.

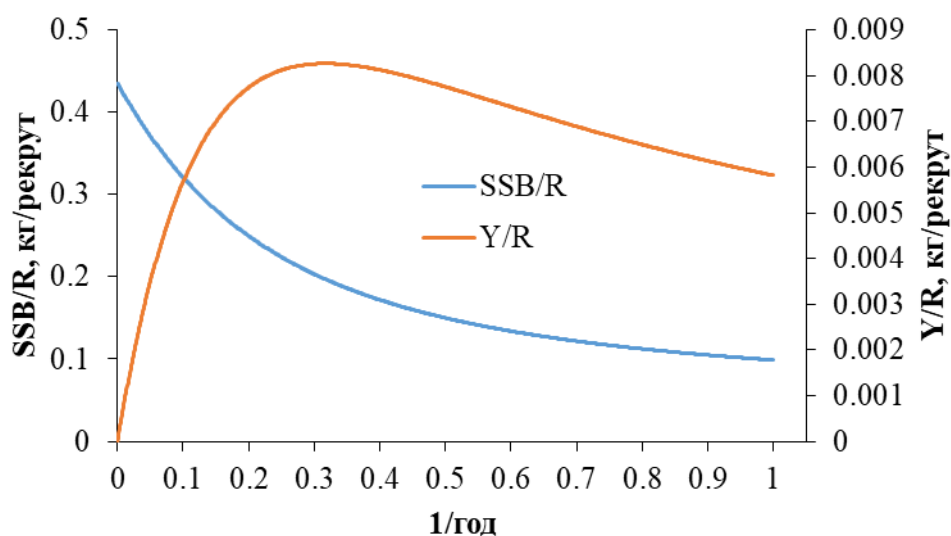


Рис. 146. Зависимость равновесного улова на рекрута Y/R и нерестовой биомассы на рекрута SSB/R от промысловой смертности F для желтоперой камбалы Западно-Сахалинской подзоны

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 (0,14), на среднюю величину численности трехлетних особей в первые 10 лет промысла (12,5 млн экз.). Соответственно этому, $SSB_{tr}=3,6$ тыс. т.

Согласно методике среднесрочного прогнозирования, в рамках предосторожного подхода к управлению промысловыми запасами рыб [Бабаян, 2000], было 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 147.

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 $F_{tr}=0,14$. 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].

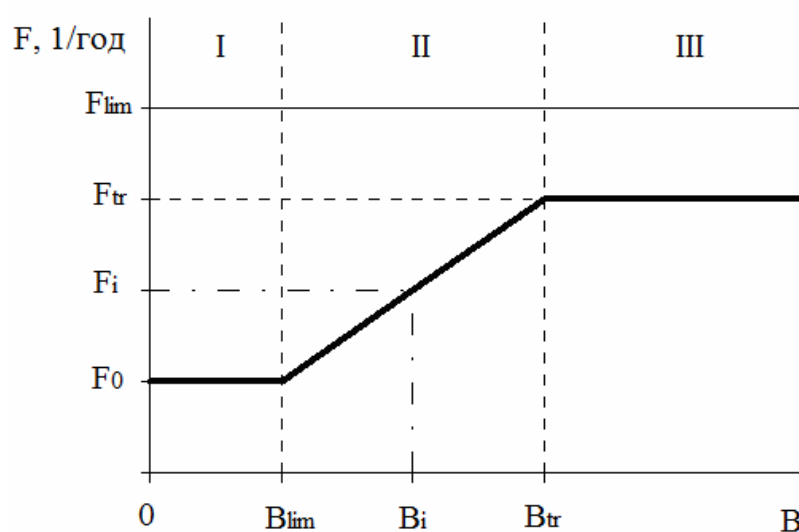


Рис. 147. Правило регулирования промысла желтоперой камбалы Западно-Сахалинской подзоны

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 2026 г. $F \approx 0,104$ (1/год) соответствует величине ОДУ по виду, равной 0,416 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 гг. она составит 12,5 млн. экз.

С помощью обращенной вперед когортной процедуры оценили биомассу запаса на два года вперед (табл. 39).

Таблица 39

Результаты оценки численности и биомассы желтоперой камбалы западного Сахалина на 2025–2027 гг.

	Возраст, лет														Всего
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
2025															
Численность на начало года, млн экз.	13,89	5,64	2,18	2,85	1,87	1,34	2,42	2,94	2,41	1,84	1,56	1,40	1,35	0,83	42,50
Мгновенный коэффициент промысловой смертности, 1/год	0,001	0,005	0,020	0,049	0,067	0,067	0,063	0,058	0,053	0,049	0,045	0,041	0,038	0,035	
Годовой коэффициент выживания с учетом промыслового изъятия	0,664	0,757	0,787	0,765	0,748	0,739	0,731	0,720	0,705	0,686	0,663	0,636	0,605	0,605	
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	3,686	0,474	0,250	0,421	0,341	0,294	0,627	0,882	0,826	0,711	0,673	0,673	0,710	0,481	11,05
Биомасса нерестового запаса на начало года, тыс. т	0,553	0,142	0,110	0,257	0,266	0,259	0,589	0,856	0,809	0,704	0,666	0,666	0,703	0,481	7,06
2026															
Численность на начало года, млн экз.	12,52	9,22	4,27	1,71	2,18	1,40	0,99	1,77	2,12	1,70	1,26	1,03	0,89	0,81	41,87
Мгновенный коэффициент промысловой смертности, 1/год	0,002	0,007	0,030	0,074	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104	
Годовой коэффициент выживания с учетом промыслового изъятия	0,663	0,755	0,779	0,746	0,720	0,712	0,702	0,687	0,670	0,649	0,625	0,598	0,566	0,566	
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	0,719	0,763	0,480	0,249	0,396	0,308	0,258	0,538	0,735	0,664	0,549	0,495	0,466	0,460	7,08
Биомасса нерестового запаса на начало года, тыс. т	0,112	0,213	0,215	0,157	0,309	0,272	0,243	0,522	0,724	0,659	0,547	0,494	0,465	0,460	5,39
2027															
Численность на начало года, млн экз.	12,52	8,31	6,96	3,33	1,28	1,57	0,99	0,69	1,22	1,42	1,10	0,79	0,62	0,50	41,29
Мгновенный коэффициент промысловой смертности, 1/год	0,002	0,010	0,040	0,100	0,140	0,140	0,140	0,140	0,140	0,140	0,140	0,140	0,140	0,140	
Годовой коэффициент выживания с учетом промыслового изъятия	0,663	0,753	0,771	0,727	0,695	0,687	0,677	0,663	0,647	0,626	0,603	0,576	0,546	0,546	
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	0,719	0,688	0,782	0,484	0,232	0,346	0,260	0,211	0,422	0,555	0,480	0,377	0,322	0,285	6,16
Биомасса нерестового запаса на начало года, тыс. т	0,112	0,192	0,350	0,305	0,181	0,305	0,244	0,204	0,416	0,551	0,478	0,377	0,322	0,285	4,32
ОДУ, тыс. т	0,000	0,000	0,008	0,030	0,027	0,040	0,030	0,024	0,048	0,062	0,053	0,041	0,034	0,029	0,43

Обоснование рекомендованного объёма ОДУ

Прогнозируемый уровень нерестовой биомассы желтоперой камбалы Западно-Сахалинской подзоны на 2027 г. составляет 4,3 тыс. т, рекомендованное значение промысловой смертности равно 0,14(1/год). Это соответствует области постоянной интенсивности промысла (режим III на рисунке 146). Исходя из принятого ПРП, при прогнозируемой величине промысловой биомассы камбал равной 4,1 тыс. т, объем изъятия будет равен 0,43 тыс. т (табл. 39). Согласно современным данным, доля желтоперой камбалы в промысловых снюрреводных уловах камбал составляет порядка 33,4%. Общий вылов представителей сем. *Pleuronectidae* в Западно-Сахалинской подзоне в 2027 г. оценивается $U=0,43/0,334=1,287$ 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. 148). 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].

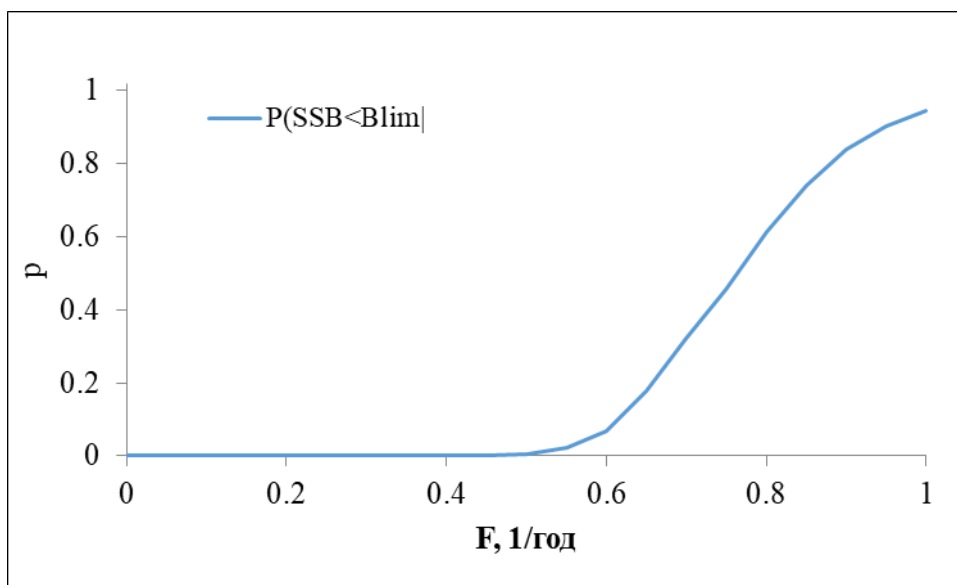


Рис. 148. Вероятность падения нерестовой биомассы ниже граничного ориентира для желтоперой камбалы Западно-Сахалинской подзоны

Еще одним аргументом в пользу избранной стратегии промысла могут служить результаты моделирования динамики запаса желтоперой камбалы в 2026–2035 г. при рекомендуемой ПРП интенсивности изъятия.

Как видно из рисунка 149, при соблюдении ПРП запас желтоперой камбалы находится вблизи уровня целевого ориентира. На основании результатов имитационного моделирования заключаем, что стратегия управления в целом является эффективной.

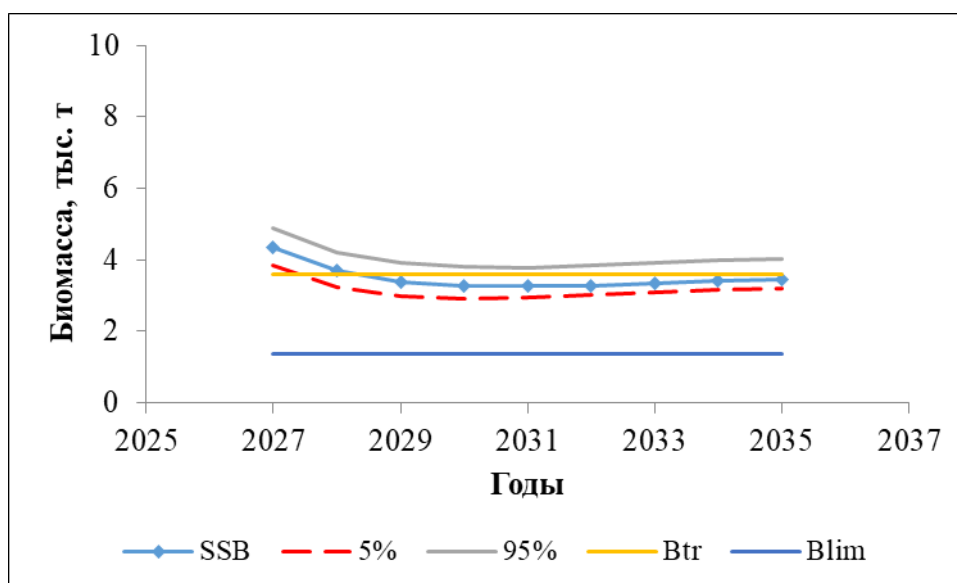


Рис. 149. Процентиля распределения оценок биомассы нерестового запаса желтоперой камбалы Западно-Сахалинской подзоны в 2027–2035 гг. при рекомендуемой интенсивности изъятия (согласно ПРП)

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: $P(SSB_{2027} < B_{lim}/ОДУ_{2025}, ОДУ_{2026})$ и $P(F_{2027} > F_{lim}/ОДУ_{2025}, ОДУ_{2026})$. Если эти вероятности меньше рекомендованного уровня $\alpha = 0,1–0,3$ [Бабаян, 2000], то стратегию управления можно принять. Проведенный нами риск-анализ (рис. 150) показал, что при рекомендованной в 2027 г. величине ОДУ, равной 0,43 тыс. т, риск перелова по пополнению и по росту не превышает уровень $\alpha = 0,3$. Следовательно, выбранную стратегию управления можно принять.

Окончательный вид ПРП желтоперой камбалы Западно-Сахалинской подзоны с указанной траекторией запаса, включающей период времени с 2022 по 2025 г. и ближайшую перспективу (2026–2027 гг.), представлен на рисунке 151.

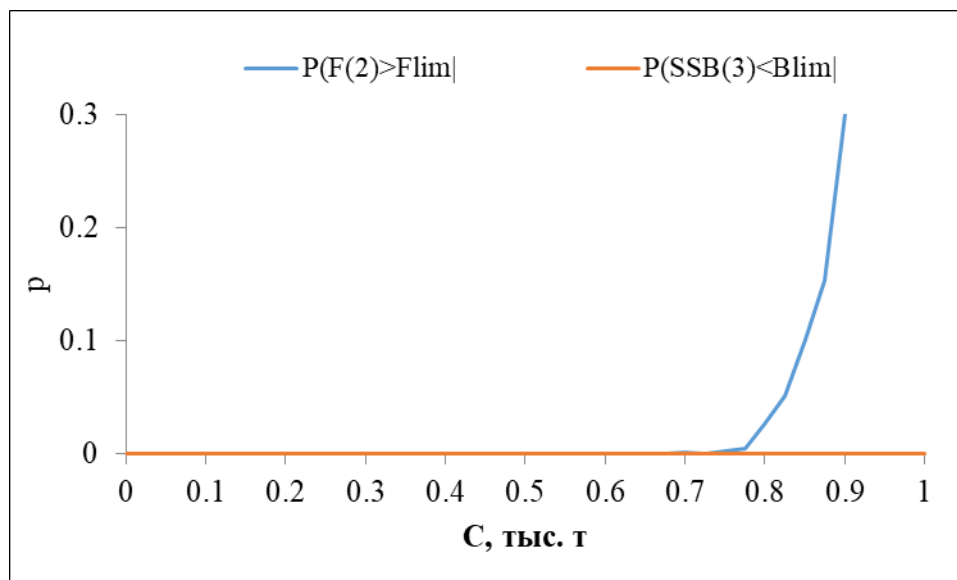


Рис. 150. Анализ рисков наступления неблагоприятных последствий для запаса желтоперой камбалы западного Сахалина в 2026–2027 гг.

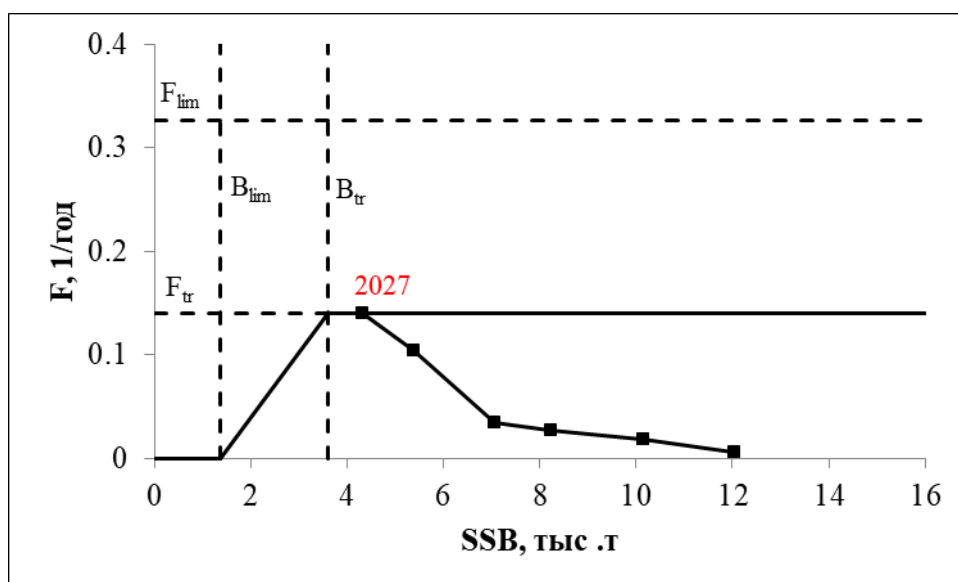


Рис. 151. Реализация правила регулирования промысла желтоперой камбалы Западно-Сахалинской подзоны

Таким образом, **ОДУ камбал дальневосточных в Западно-Сахалинской подзоне в 2027 г. составит 1,287 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 текущего и перспективного состояния запасов, обоснования ОДУ сельди тихоокеанской в Карагинской подзоне на 2027 г. положены:

— результаты авиаучетной и икорной съемки, выполненной с 30 апреля по 14 мая 2025 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 44 мин, количество проб обикренного субстрата — 20, количество массовых промеров (МП) сельди — 206 экз., полных биологических анализов (ПБА) — 50 экз.);

— результаты массовых промеров, выполненных во время контрольных тралений в Карагинской подзоне в мае 2025 г. на НИС «Дмитрий Песков» (рис. 1) (количество тралений — 5, МП — 197 экз.);

— многолетние биостатистические данные с 1970 г., результаты ихтиопланктонных и донных траловых съемок, выполненных в прежние годы;

— сведения, собранные сотрудниками «КамчатНИРО» при специализированном траловом промысле сельди на береговом рыбоперерабатывающем заводе РК им. В.И. Ленина в январе, ноябре–декабре 2025 г. (МП — 1857 экз.), на СРТМ «Виктория» в октябре–декабре 2025 г. (МП — 7889 экз., ПБА — 420 экз.), сотрудником «ТИНРО» при специализированном траловом промысле минтая на МРКТМ «Борис Трофименко» в июле–сентябре 2025 г. (МП — 202 экз., ПБА — 30 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 2012–2024 гг., полученные ранее по данным из ОСМ, уточняли по информации 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.

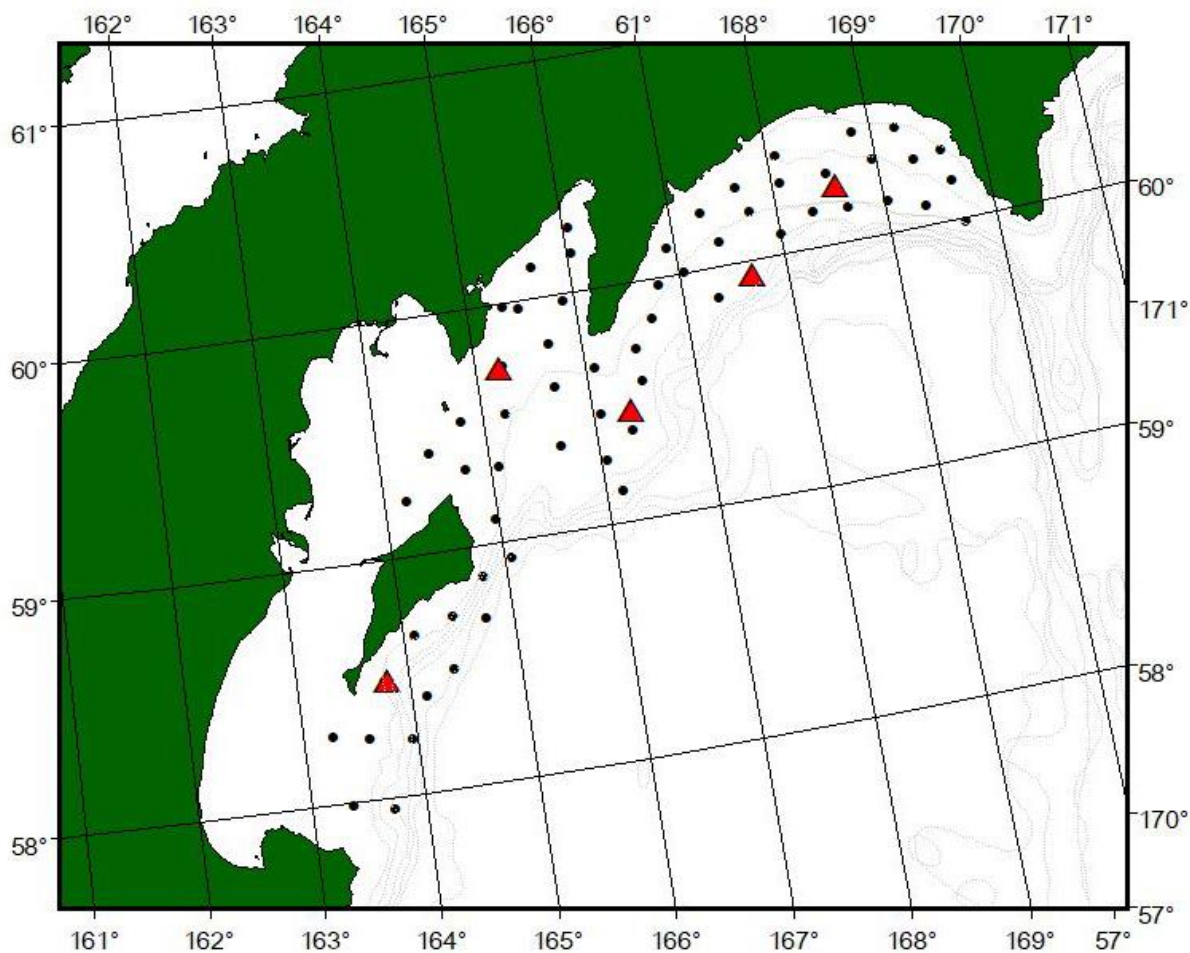


Рис. 1. Схема станций ихтиопланктонной съемки, сопровождавшейся контрольными тралениями, выполненной на НИС «Дмитрий Песков» в мае 2025 г. в Карагинской подзоне (черные круги — ихтиопланктонные станции, красные треугольники — контрольные траления)

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, 2024–2025 гг. по данным икорных и авиаучетных съемок.

Таким образом, структура и качество доступного информационного обеспечения прогноза по корфо-карагинской сельди 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), 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 (1980–2025 гг.); возрастной состав в указанные годы рассчитывали по среднемноголетнему (1980–2025 гг.) размерно-возрастному ключу;
- среднемноголетняя масса рыб (W) по возрастным группам (табл. 1);
- среднемноголетняя доля половозрелых рыб по возрастным группам (Mo), рассчитанная по результатам массовых промеров со вскрытием, выполненных в осенний период;
- среднемноголетние мгновенные коэффициенты естественной смертности (МКЕС) по возрастам.

Таблица 1

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
Mo , 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 2010–2025 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. 2). Предикторы — факторы года, месяца, типа промыслового судна, типа орудия лова и глубины. Стандартизация по модели GLM осуществлялась средствами статистического пакета R.

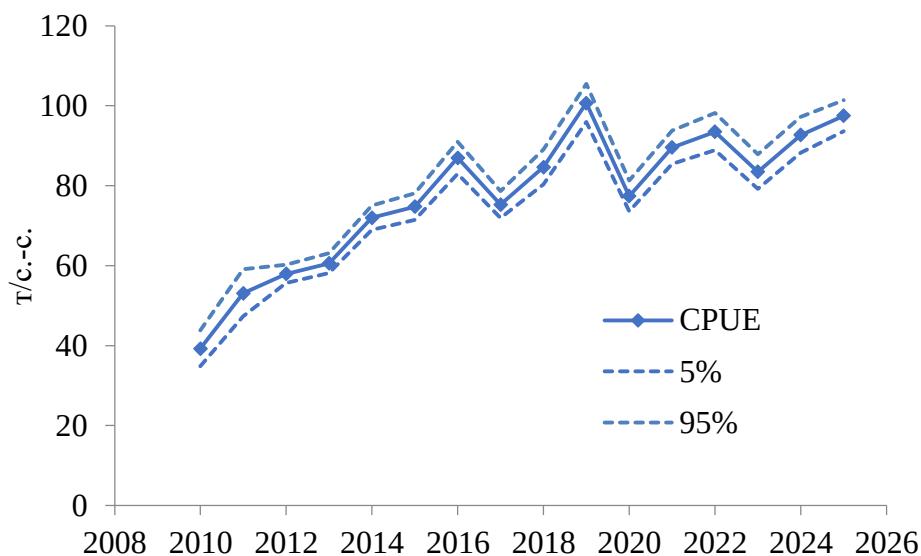


Рис. 2. Стандартизованные с помощью GLM уловы на единицу промыслового усилия

Дополнительно использовали оценки нерестового запаса сельди в Карагинской подзоне в 1980–2006, 2010–2015, 2017–2020, 2022, 2024–2025 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 апреле–мае 2025 г., первые подходы сельди, а также её нерест, начались 6-7 мая. «Пик» икрометания, вероятно, пришёлся на 10–11 мая. Наибольшие по площади нерестилища сельди зарегистрированы в заливе Анапка (табл. 2). Небольшие районы икрометания зарегистрированы также в зал. Корфа. Общая площадь нерестилищ в этом году оказалась почти в 2 раза ниже, чем в прошлом — 69,39 и 117,24 км², соответственно. 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 2025 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	4,83	0,3–0,5	2,25	390,163*	0,878
зал. Анапка	64,56	0,6	38,74	1633,125	63,261
Всего	69,39		40,99		64,139

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, 2024 гг., указанные показатели приняли равными среднепогодовым величинам за 2010–2018 гг.

В результате расчетов, нерестовый запас корфо-карагинской сельди в 2025 г. оценен в 729,485 тыс. т, что является максимальным показателем, начиная с 2010 г. К полученной величине следует относиться с известной долей критики, поскольку сделан ряд существенных допущений. Тем не менее, можно констатировать, что результаты проведенных в 2025 г. исследований подтвердили данные 2024 г. о высоком современном уровне запасов корфо-карагинской сельди.

Что касается межгодовой динамики нерестового запаса корфо-карагинской сельди, то после «пика» биомассы, который пришёлся 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. 3). 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 2024–2025 гг. отмечен очередной период роста ресурсов.

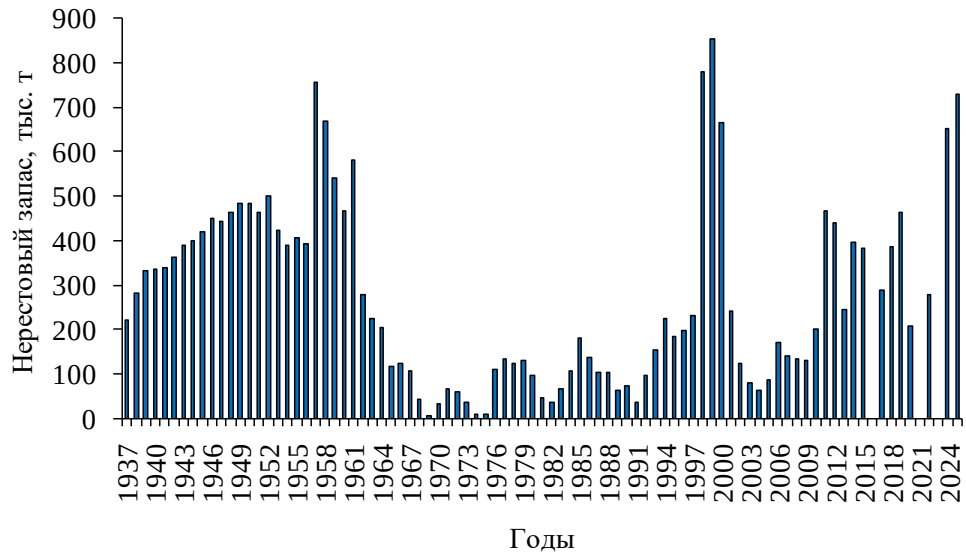


Рис. 3. Межгодовая динамика нерестового запаса корфо-карагинской сельди по результатам авиаучетных и икорных съёмов

Некоторые сведения о биологическом состоянии корфо-карагинской сельди на нерестилищах за последние 10 лет, полученные от погибших в результате заморов особей, представлены в таблице 3.

Таблица 3

Некоторые сведения о биологическом состоянии корфо-карагинской сельди на нерестилищах

Год	Длина, см*	Масса, г	Кол-во анализов
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
2025	33,0-36,0/33,7	—	206

* — мин.-макс./ср.

По результатам контрольных тралений, выполненных в Карагинской подзоне в апреле–мае 2020, 2023 и 2025 гг. во время ихтиопланктонных съёмов по оценке запасов минтая, в уловах встречалась, в основном, молодь сельди в возрасте 1–3 года (рис. 4). Обращает на себя внимание существенные различия в размерно-возрастных составах рыб в указанные годы.

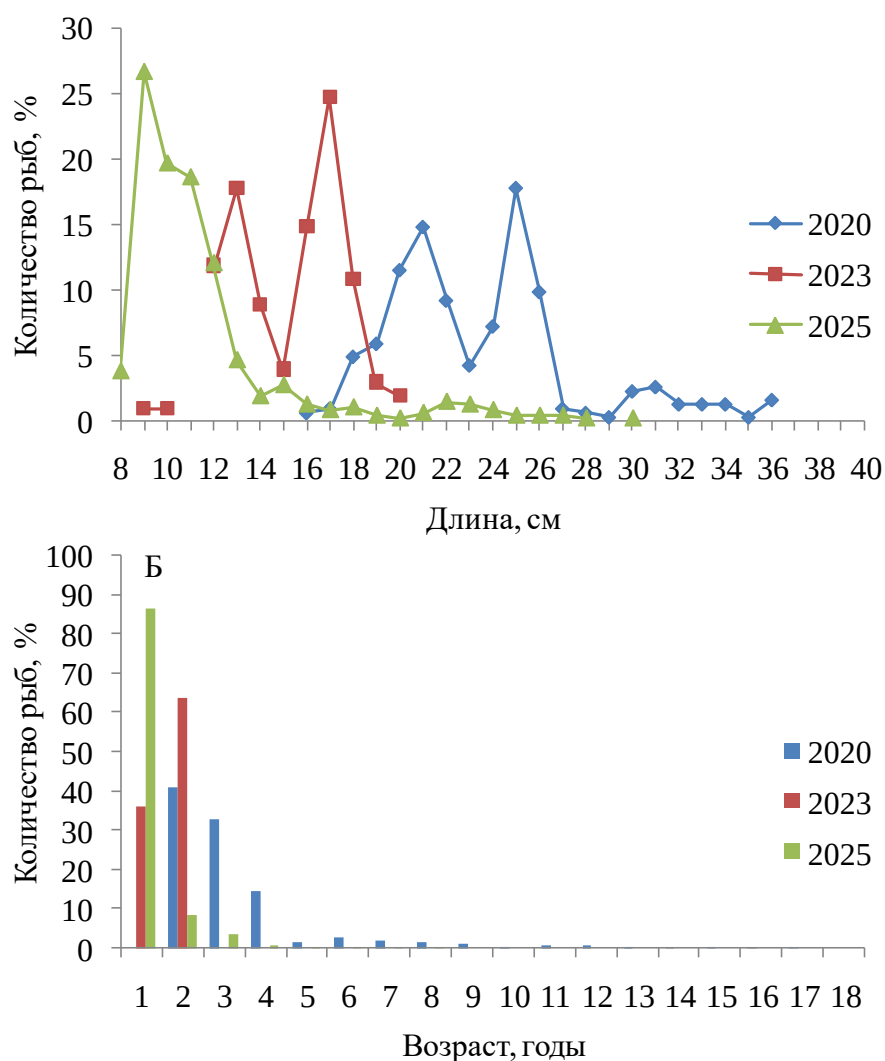


Рис. 4. Межгодовая динамика размерного (А) и возрастного (Б) состава корфо-карагинской сельди по результатам контрольных тралений, выполненных в Карагинской подзоне в апреле–мае во время ихтиопланктонных съемок по оценке запасов минтая

В 2023 г. в уловах доминировала сельдь поколения 2021 г., а в 2025 г. — 2024 г., что косвенно указывает на их повышенную урожайность.

По результатам модельных расчетов, общий запас корфо-карагинской сельди в возрасте 4–13 лет на начало 2025 г. составил 821,4 тыс. т, а нерестовый — 697,2 тыс. т (рис. 5). После снижения запасов в 2017-2020 гг., обусловленного отсутствием после урожайных поколений 2009-2010 гг. мощных годовых классов (рис. 6), а также естественной элиминацией рыб и воздействием промысла, в 2021-2022 гг. наметилась стабилизация запаса, а после 2023 г. - его рост. По имеющимся на 2025 г. данным, поколение 2016 г. оценивается как неурожайное, 2017-2018 гг. - ниже среднегодовалого, 2019, 2021 гг. - выше среднегодовалого уровня, 2020 г. - как урожайное. Неопределенность в оценке терминального пополнения достаточно высока. Таким образом, в настоящее время ресурсы корфо-карагинской сельди находятся на высоком уровне.

Сведения о межгодовой динамике коэффициентов промысловой смертности представлены на рисунке 7.

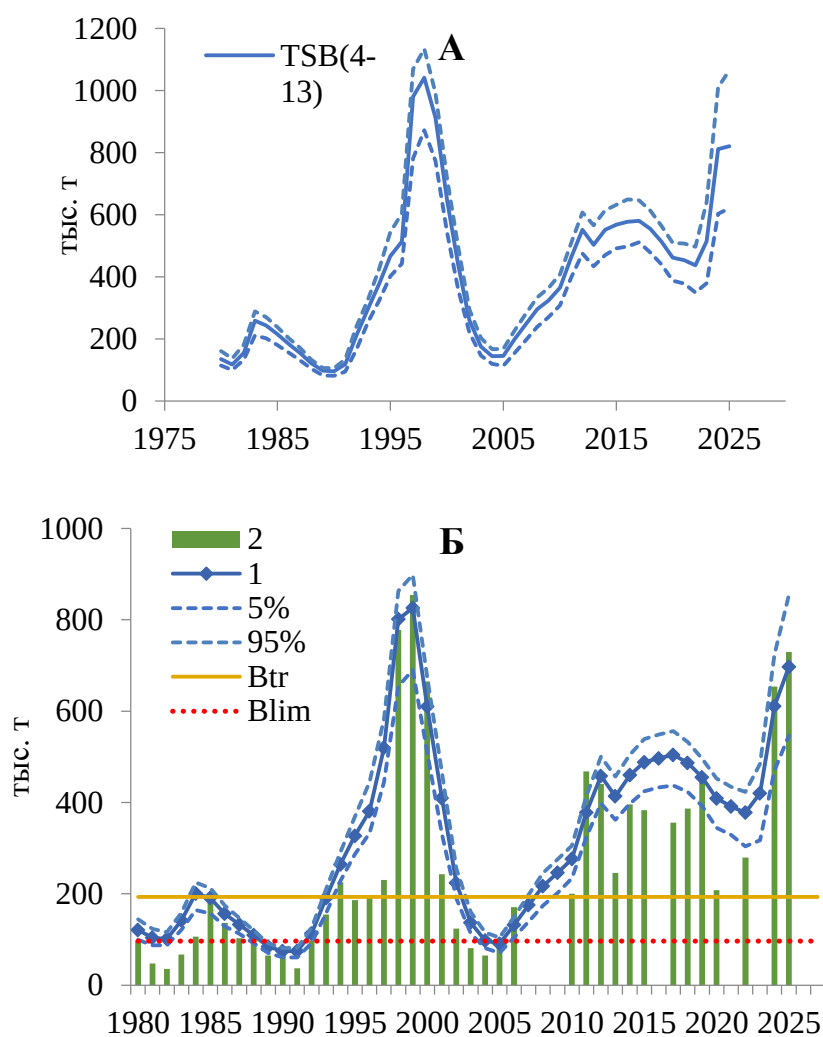


Рис. 5. Межгодовая динамика биомассы общего (А) и нерестового (Б) запаса корфокарагинской сельди (1 — модельные оценки, 2 — результаты авиаучетных, икорных съемок), проценты бутстреп-распределения оценок

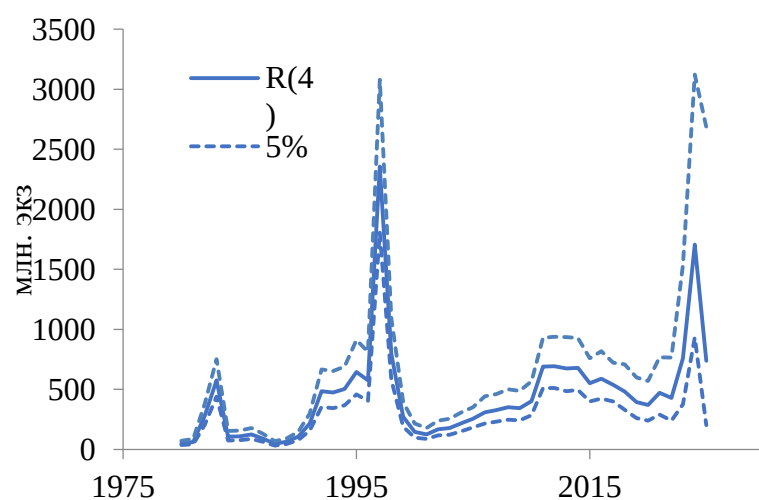


Рис. 6. Межгодовая динамика численности пополнения промыслового запаса корфокарагинской сельди и проценты бутстреп-распределения ее оценок

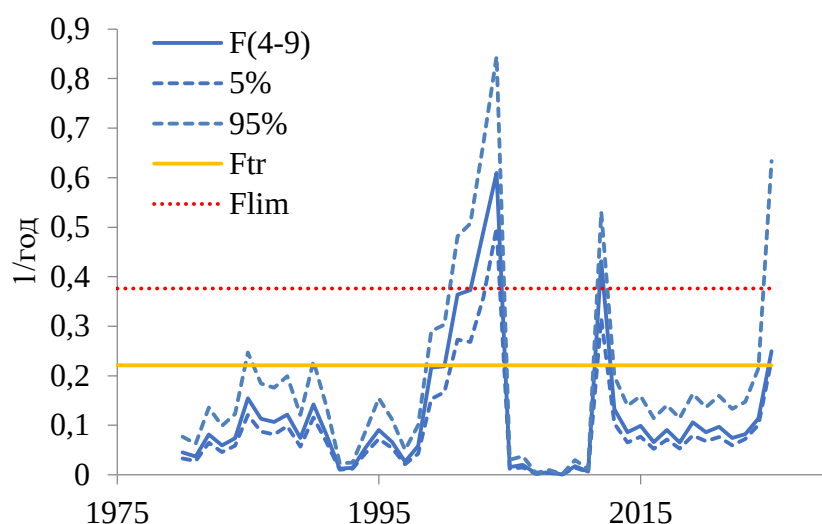


Рис. 7. Межгодовая динамика коэффициентов промысловой смертности ($\bar{F}$) наиболее представленных в уловах возрастных групп (4+–9+) корфо-карагинской сельди

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. 5-7) 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. 8).

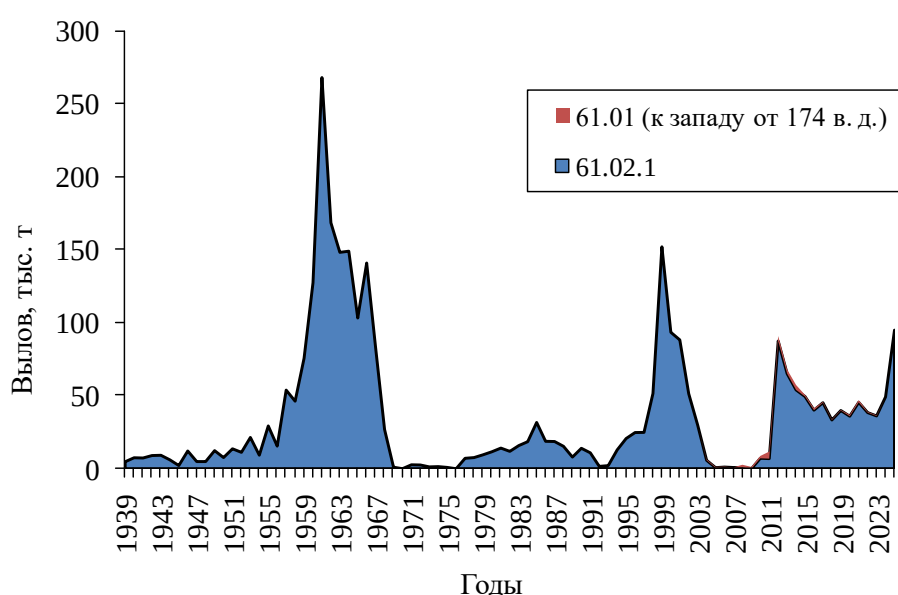


Рис. 8. Межгодовая динамика вылова корфо-карагинской сельди

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 2016–2024 гг. добывалось в среднем 41,1 тыс. т (рис. 8; табл. 4). По результатам исследований 2024 г. ОДУ сельди в 2025 г. был существенно скорректирован в большую сторону. По итогам года добыто 95,1 тыс. т (99,3% ОДУ).

Таблица 4

Межгодовая динамика ОДУ (тыс. т), вылова (тыс. т) и освоения ОДУ (РВ) (%) корфо-карагинской сельди

Год	Карагинская подзона			Западно-Беринговоморская зона (западнее 174° в.д.)			Всего		
	ОДУ	Вылов	Освоение	РВ	Вылов	Освоение	ОДУ+РВ	Вылов	Освоение
2016	53,9	40,227	74,6	1,0	0,562	56,2	54,9	40,789	74,3
2017	50,8	45,377	89,3	1,0	0,413	41,3	51,8	45,790	88,4
2018	48,1	33,501	69,6	1,0	0,383	38,3	49,1	33,884	69,0
2019	45,4	40,003	88,1	1,0	0,944	94,4	46,4	40,947	88,2
2020	45,4	36,085	79,5	1,2	1,523	126,9	46,6	37,608	80,7
2021	45,9	45,623	99,4	0,7	0,503	71,9	46,6	46,126	99,0
2022	39,5	38,570	97,6	0,8	0,454	56,8	40,3	39,024	96,8
2023	36,9	36,272	98,3	0,8	0	0,0	37,7	36,272	96,2
2024	50,1	49,327	98,5	0,8	0,00016	0,02	50,9	49,32716	96,9
2025	95,8	95,091	99,3	0	0,00028	0	95,8	95,09128	99,3

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 октября по 31 декабря (сезон «Б»). Основной вылов разноглубинными тралами традиционно приходится на сезон «Б». Так, в январе 2025 г. было добыто около 5,4 тыс. т (5,7% общегодового вылова) сельди, а в октябре–декабре — 89,6 тыс. т (94,3%) (табл. 5).

В Западно-Беринговоморской 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 2023–2025 гг. на акватории Западно-Беринговоморской зоны к западу от 179°00' в.д. промысел сельди был запрещен.

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»
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
2025	5,449	89,592	95,041	5,7	94,3

Что касается межгодовой динамики улова на единицу усилия, стандартизированного по GLM, то до 2019 г., включительно, он увеличивался, в 2020 г. — уменьшился, а в 2021–2025 гг. — был примерно на одном уровне (рис. 2).

В январе 2025 г. длина сельди в уловах изменялась от 23 до 38 см, а доминировали особи размерных групп 32–36 см (74,2%) (рис. 9). В соответствии с изменениями, внесенными в Правила рыболовства, в 2025 г. специализированный промысел этого вида в Карагинской подзоне был разрешен с 16 октября. К сожалению, собрать данные в этом месяце не представилось возможным. В ноябре длина рыб в траловых уловах варьировала от 18 до 38 см, а превалировали особи размерных групп 31–35 см (68,7%). В декабре размерный состав сельди в уловах несколько изменился. Встречались рыбы длиной 23–38 см, а основу составляли особи размерных групп 33–36 см (61,8%).

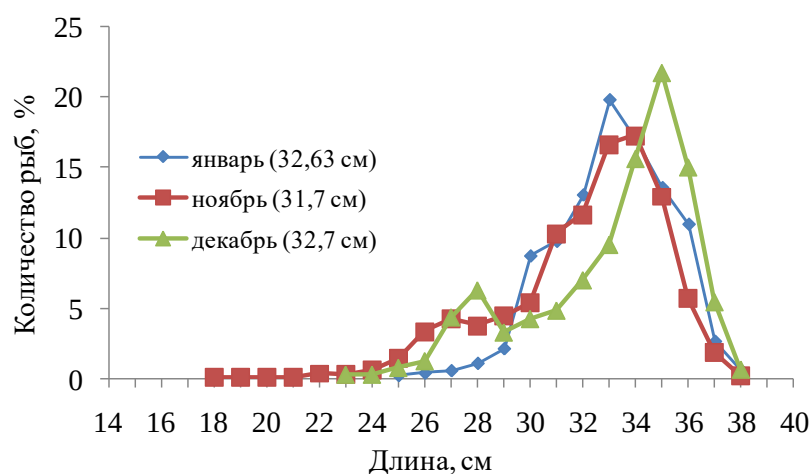


Рис. 9. Наблюдаемый размерный состав сельди тихоокеанской в траловых уловах в Карагинской подзоне в январе, ноябре–декабре 2025 г.

Итоговый размерный состав сельди рассчитывали с учетом вылова по месяцам, возрастной — по среднегодовому размерно-возрастному ключу. Размерный состав вида в октябре приняли таким же, как в ноябре.

Таким образом, в путину 2025 г. в промысловых траловых уловах встречались рыбы длиной 18–38 см в возрасте 2+–18+ лет, а доминировали особи размерных групп 31–36 см (74,6%), возрастных — 4+ (10,3%) и 6+–10+ (72,6%) (рис. 10). Модальная возрастная группа — 8+ (15,9%).

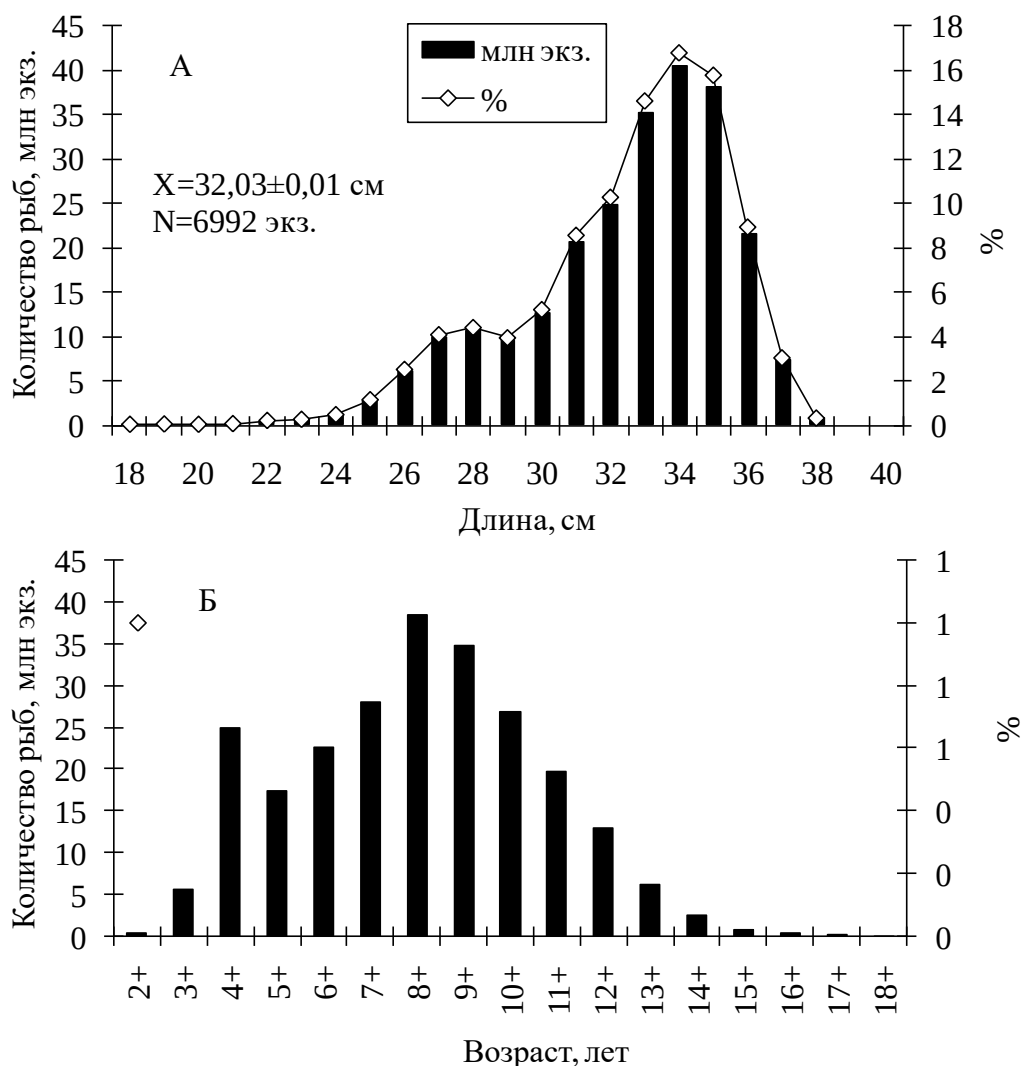


Рис. 10. Итоговый размерный (А) и возрастной состав (Б) корфо-карагинской сельди в промысловых уловах в 2025 г.

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. 11). В 2021–2023 гг. в уловах впервые отмечены маломерные особи. Закономерно уменьшилась и средняя длина рыб. В 2024–2025 гг. маломерные особи в уловах практически не встречались, а основу уловов составляли крупные рыбы размерных групп 33–36 см. Средняя длина вновь увеличилась.

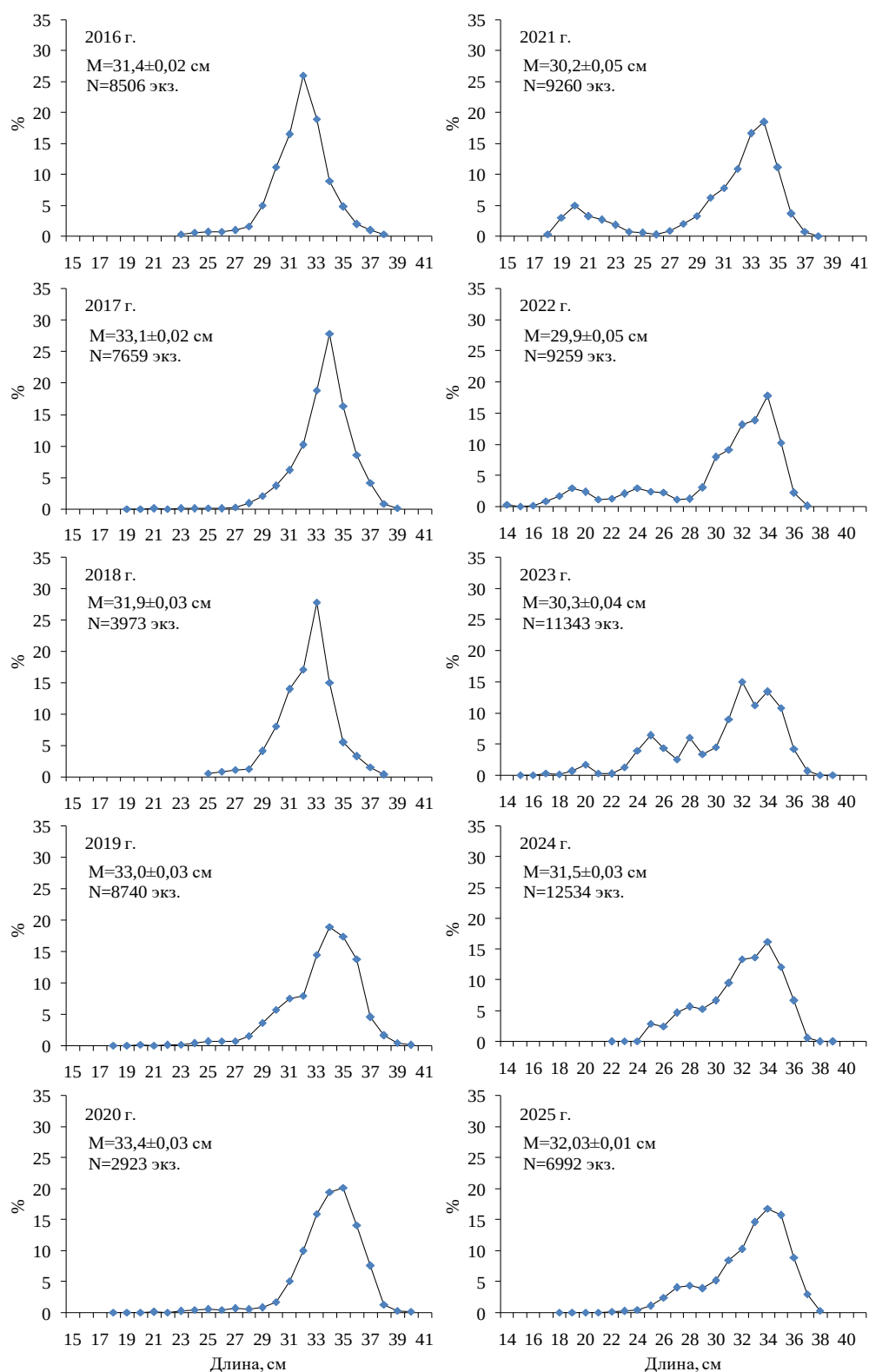


Рис. 11. Межгодовая динамика размерного состава корфо-карагинской сельди в промысловых уловах (указана средняя длина и количество экземпляров)

Говоря о межгодовой динамике возрастного состава сельди в 2016–2025 гг., отметим последовательное доминирование в уловах рыб двух смежных, очевидно, многочисленных поколений 2009–2010 гг. (рис. 12). 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. 4). О численности поколений 2022–2023 гг. пока судить рано, однако, судя по относительно невысокой доле рыб этих генераций в уловах в 2024–2025 гг. можно предположить, что они неурожайные.

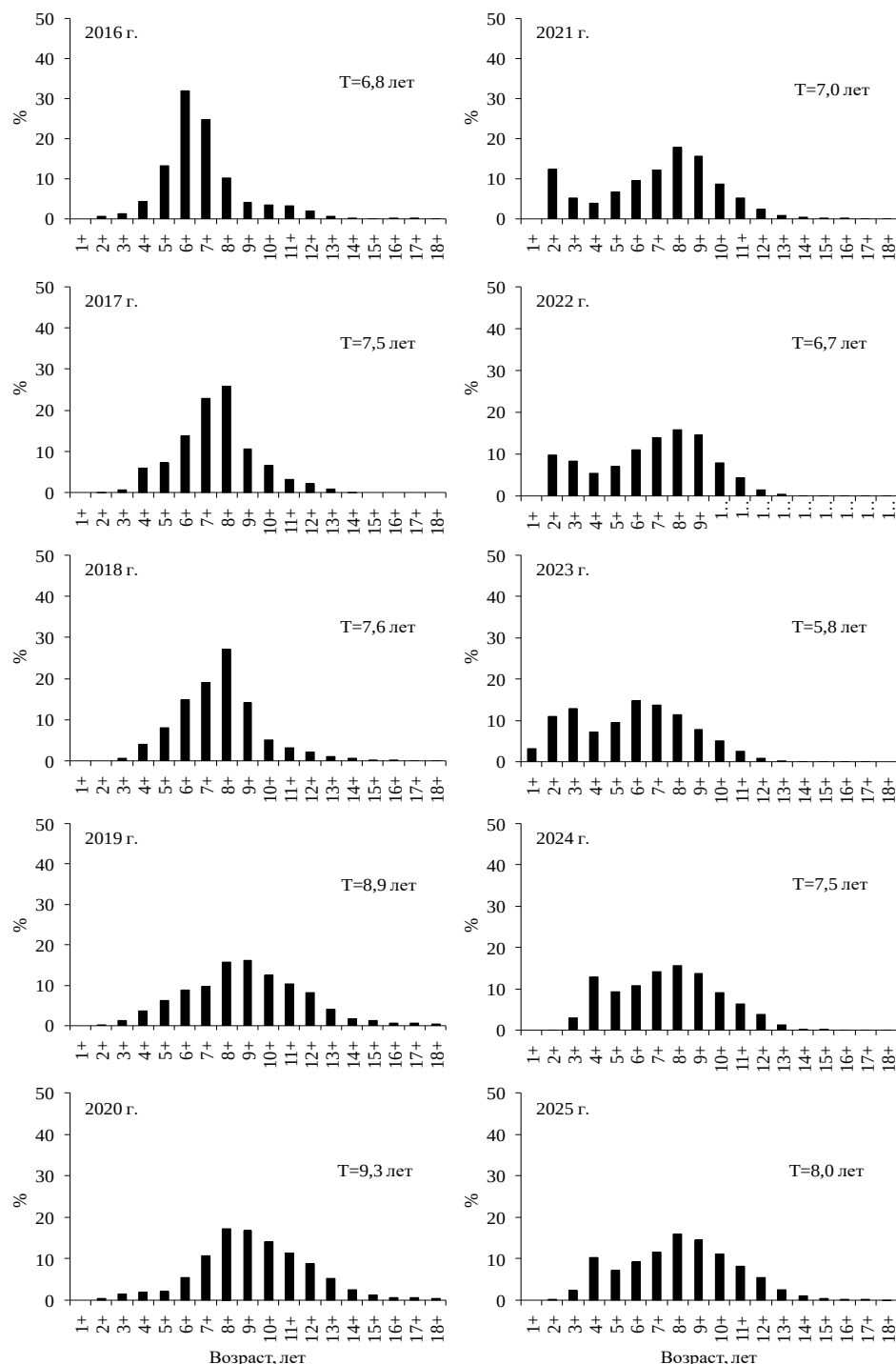


Рис. 12. Межгодовая динамика возрастного состава корфо-карагинской сельди в промысловых уловах (указан средний возраст рыб)

Подводя итог ретроспективного анализа состояния запасов и промысла корфо-карагинской сельди, отметим следующее:

1. В 2025 г. зарегистрировано максимальное после 2010 г. значение нерестового запаса по результатам авиаучетных исследований.

3. В 2025 г. отмечен рост общего и нерестового запаса по модельным оценкам, по сравнению с предыдущими годами, и в настоящее время ресурсы корфо-карагинской сельди находятся на высоком уровне.

4. В 2025 г. освоение ОДУ составило 99,3%.

5. Стандартизированный улов на единицу усилия в 2021–2025 гг. был примерно на одном высоком уровне.

6. Поколения 2019–2021 гг. оцениваются как урожайные, причем, генерация 2020 г. — как суперурожайная.

Определение биологических ориентиров

Биологические ориентиры для корфо-карагинской сельди 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. 13), в качестве целевого ориентира по промысловой смертности F_{tr} был определен биологический ориентир $F_{med} = 0,221$ 1/год [Бабаян, 2000].

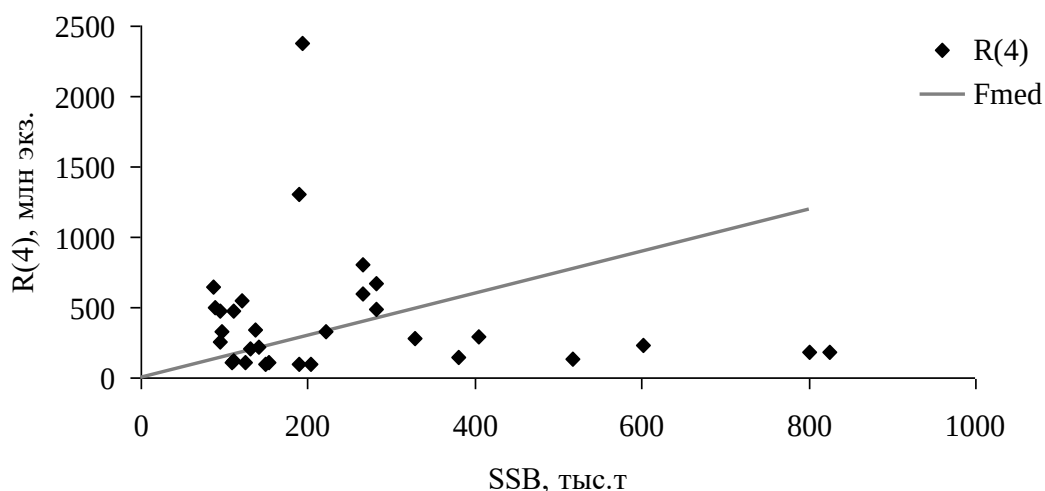


Рис. 13. Связь между модельными оценками нерестового запаса и пополнением корфо-карагинской сельди

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. 14), на прогнозируемую величину пополнения.

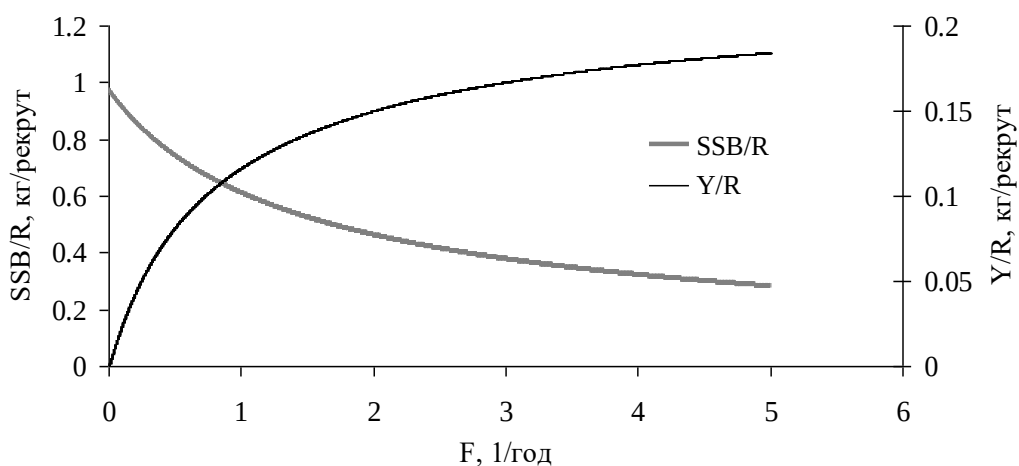


Рис. 14. Кривые равновесной биомассы и равновесного улова на рекрута

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 высоком уровне (рис. 15).

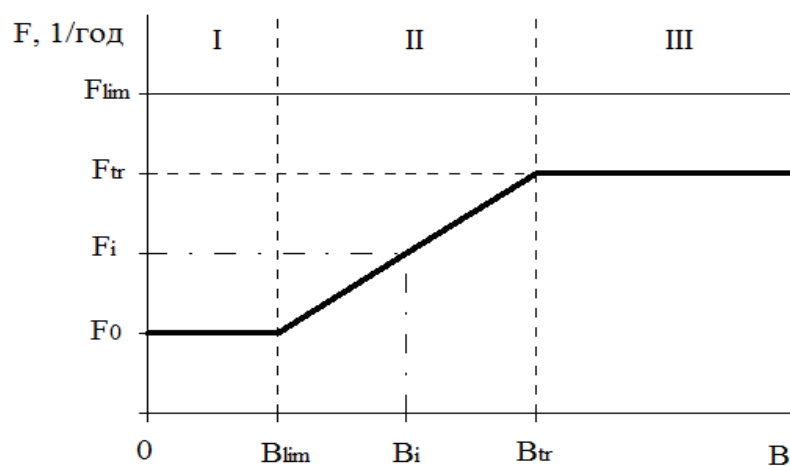


Рис. 15. Схема ПРП корфо-карагинской сельди

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 в 2026 г. $F = 0,2235 \text{ год}^{-1}$ соответствует ОДУ, равному 94,1 тыс. т.

В качестве пополнения запаса на прогнозный период принимали среднюю за 10 предпрогнозных лет 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 2026–2027 гг. пополнение составит 647,8 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 объёма ОДУ

На начало 2027 г. биомасса нерестового запаса составит 589,3 тыс. т, что соответствует режиму III (эксплуатация восстановленного запаса) выбранной схемы управления промыслом (рис. 15). Согласно ПРП, рекомендуемое значение промысловой смертности равно $0,221 \text{ год}^{-1}$.

Величину вылова в прогнозный год рассчитывали следующим образом:

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

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, общий допустимый улов корфо-карагинской сельди в 2027 г. составит 92,7 тыс. т.

Таблица 6

Численность и биомасса корфо-карагинской сельди в возрасте 4–13 лет в 2025–2027 гг.

	Возраст, лет										Всего
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
2025											
Численность на начало года, млн экз.	737,0	1178,5	356,9	133,3	95,3	45,2	27,9	18,9	10,4	4,8	2608,2
Мгновенный коэффициент промысловой смертности, 1/год	0,057	0,113	0,180	0,222	0,339	0,408	0,502	0,677	0,992	0,992	
Мгновенный коэффициент естественной смертности, 1/год	0,341	0,334	0,336	0,344	0,356	0,372	0,392	0,416	0,443	0,476	
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	179,8	363,0	128,5	53,9	42,1	21,5	14,1	10,0	5,8	2,8	821,5
Биомасса нерестового запаса на начало года, тыс. т	102,5	321,6	124,2	52,8	41,9	21,5	14,1	10,0	5,8	2,8	697,2
2026											
Численность на начало года, млн экз.	647,8	494,8	753,5	213,0	75,7	47,6	20,7	11,4	6,3	2,5	2273,3
Мгновенный коэффициент промысловой смертности, 1/год	0,055	0,109	0,173	0,214	0,327	0,393	0,483	0,652	0,956	0,956	
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	158,3	152,3	271,1	86,0	33,4	22,6	10,5	6,1	3,5	1,4	745,2
Биомасса нерестового запаса на начало года, тыс. т	90,2	135,0	262,2	84,3	33,2	22,6	10,5	6,1	3,5	1,4	649,0
ОДУ, тыс. т	7,2	13,4	36,9	14,1	7,9	6,2	3,4	2,4	1,8	0,7	94,0
2027											
Численность на начало года, млн экз.	647,8	435,9	317,7	452,7	121,9	38,2	22,1	8,6	3,9	1,6	2050,4
Мгновенный коэффициент промысловой смертности, 1/год	0,058	0,114	0,181	0,223	0,341	0,410	0,504	0,680	0,997	0,997	
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	158,3	134,2	114,3	182,7	53,8	18,2	11,2	4,6	2,2	0,9	680,4
Биомасса нерестового запаса на начало года, тыс. т	90,2	118,9	110,5	179,1	53,5	18,2	11,2	4,6	2,2	0,9	589,3
ОДУ, тыс. т	7,5	12,2	16,1	31,2	13,2	5,2	3,7	1,9	1,2	0,5	92,7

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 B_{lim} при заданном постоянном темпе эксплуатации. В рамках статистического имитационного моделирования методом Монте-Карло эта вероятность была оценена (рис. 16). При интенсивности промысла в течение 10 лет на уровне целевого ориентира F_{tr} риск перелома по пополнению не превышает рекомендованного уровня $\alpha=0,1-0,2$. 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.

Как видно на рисунке 17, 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.

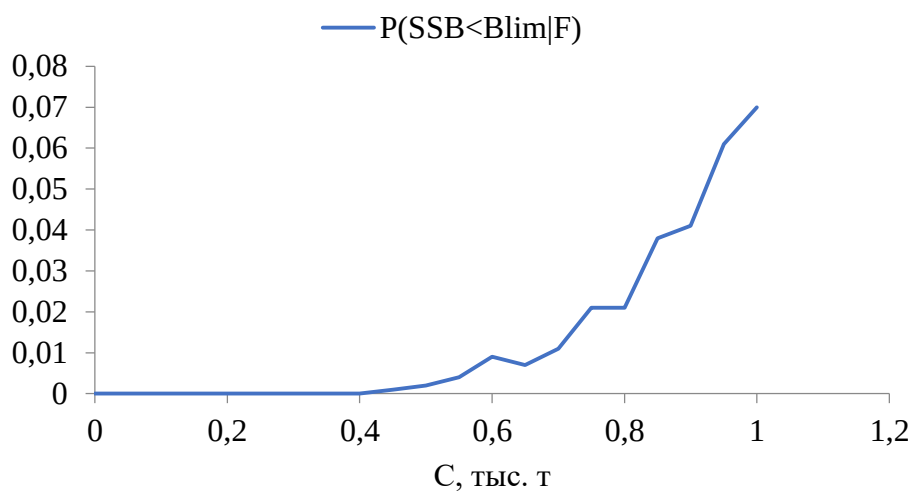


Рис. 16. Вероятность падения нерестовой биомассы ниже граничного ориентира

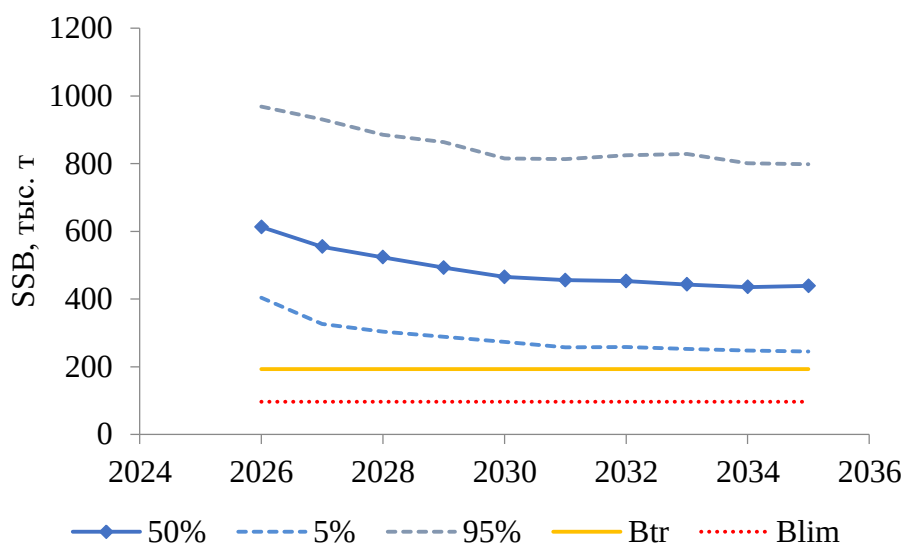


Рис. 17. Модельная динамика биомассы нерестового запаса корфо-карагинской сельди при рекомендованной согласно ПРП интенсивности изъятия

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: $P(SSB_{2028} < B_{lim} / ОДУ_{2026}, ОДУ_{2027})$ и $P(F_{2027} > F_{lim} / ОДУ_{2026}, ОДУ_{2027})$. Проведенный риск-анализ показал, что риск перелома по росту и по пополнению при рекомендуемой величине ОДУ корфо-карагинской сельди 92,7 тыс. т не превышает рекомендованного уровня $\alpha=0,2$ [Бабаян, 2000] (рис. 18).

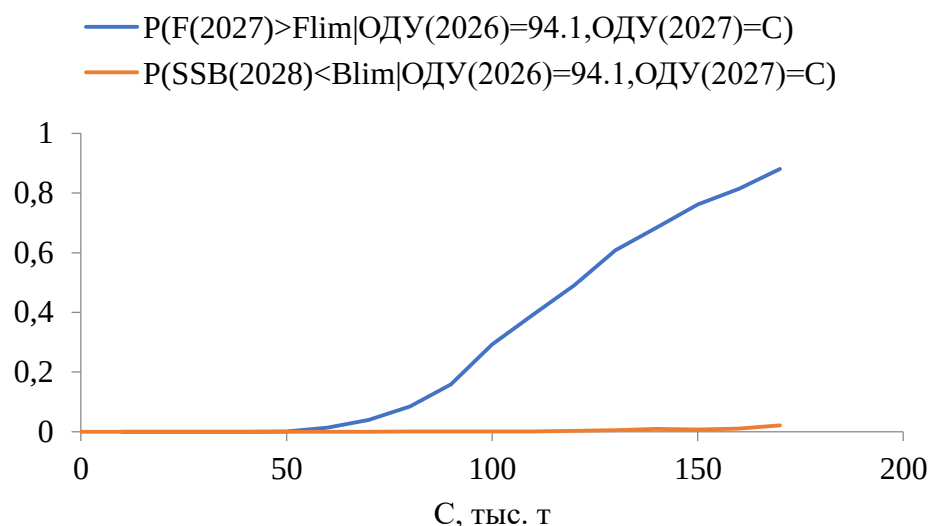


Рис. 18. Анализ рисков наступления неблагоприятных последствий для запаса корфо-карагинской сельди

Окончательный вид ПРП с указанной траекторией запаса, включающей период времени с 2011 по 2025 гг. и ближайшую перспективу (5 лет), представлен на рисунке 19.

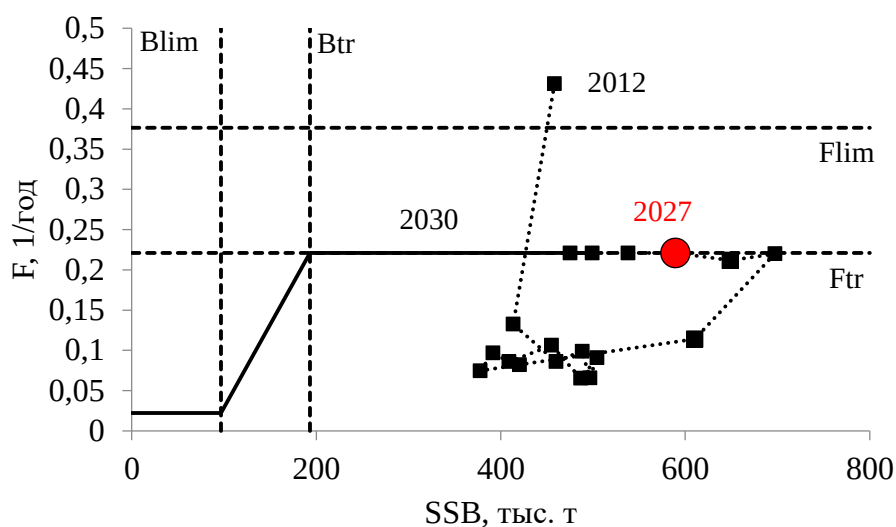


Рис. 19. Реализация правила регулирования промысла корфо-карагинской сельди

Предполагается, что в 2027 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 2027 г. составит 92,700 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. Также использованы материалы траловых съемок НИС «Дмитрий Песков», «Профессор Пробатов», «Бухоро», «Владимир Сафонов» и «Профессор Кагановский» за 2003–2025 гг., выполненных сотрудниками «СахНИРО» и «ТИНРО».

Данные по информационной обеспеченности прогноза в последние годы представлены в таблице 7.

Таблица 7

Данные по информационной обеспеченности прогноза сельди тихоокеанской 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	1 212	909	136		+	92	
2021	343		17*	33*	++	940*	
2022					++	242*	
2023					++	782*	
2024						1220*	
2025			+		++	480	

*Материалы «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 островов НИС «Дмитрий Песков», «Профессор Пробатов», «Бухоро», «Владимир Сафонов»,

«Профессор Кагановский» в 2003–2025, 2014, 2020 и 2025 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, 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 (в простейшем случае принимается $F_{MSY} = F_{lim} = M$) [Бабаян, 2000; Методические рекомендации..., 2018].

Информационную обеспеченность прогноза следует признать недостаточной, соответствующей III уровню, согласно приказу Росрыболовства от 06.02. 2015 г. № 104.

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. Минимальная длина половозрелых рыб, по имеющимся данным, составляла 17 см. В уловах преобладали, как правило, рыбы длиной 22–30 см в возрасте от трех- до шестигодовиков. В июне 2025 г. в уловах разноглубинных тралов отмечен типичный для июня размерный состав с преобладанием рыб длиной 26–29 см (85,2%), при варьировании от 24 до 34 см (рис. 20).

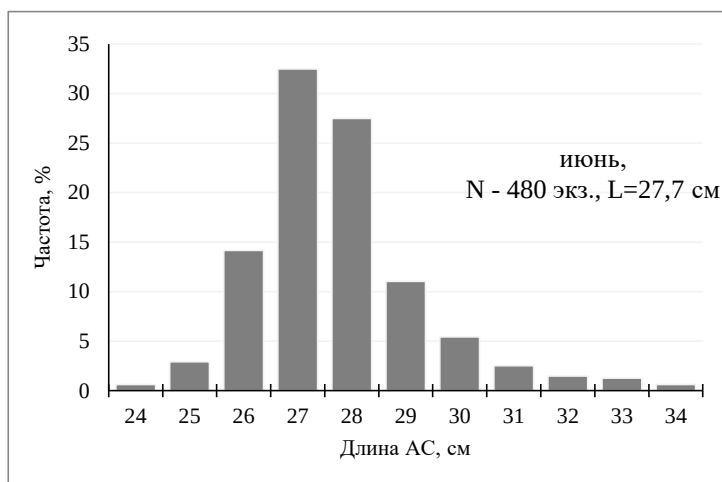


Рис. 20. Размерный состав сельди тихоокеанской у южных Курильских островов в июне 2025 г. (разноглубинный трал)

В уловах донных тралов (научные съемки) в августе–октябре сельдь встречается преимущественно в Южно-Курильском проливе. Длина рыб в

уловах тралов варьирует от 10–15 до 20–25 см, при этом, как правило, максимальная доля приходится на рыб с длиной тела менее 20 см.

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%). Так, 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%). 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 варьировала 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. 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 2024 г. 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. 21).

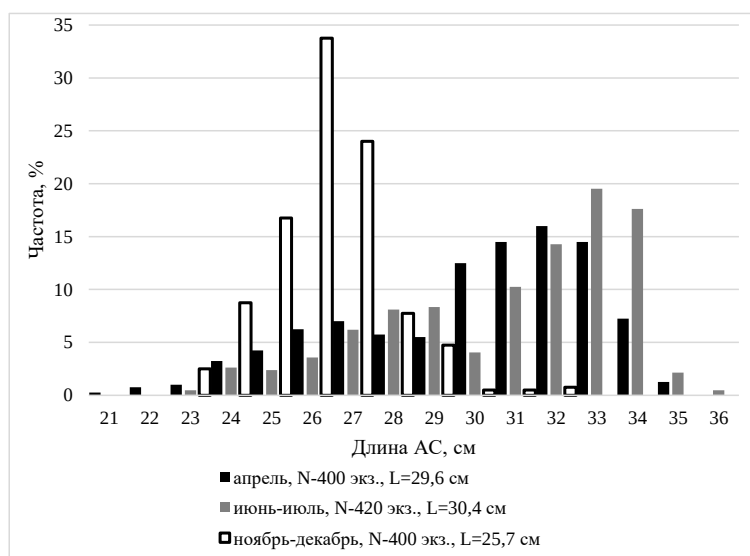


Рис. 21. Размерный состав сельди тихоокеанской у южных Курильских островов в апреле–декабре 2024 г. (разноглубинный трал, снюрревод)

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»

(материалы «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. В весенний период 2023 г., по результатам работы НИС «Профессор Кагановский» расчётный запас сельди не превысил 0,098 тыс. т. В сентябре–октябре 2025 г., по результатам работы НИС «Дмитрий Песков», уловы сельди были представлены в основном неполовозрелыми особями длиной менее 15 см с уловами, достигающими 708-3306 рыб за час траления (рис. 22, 23).

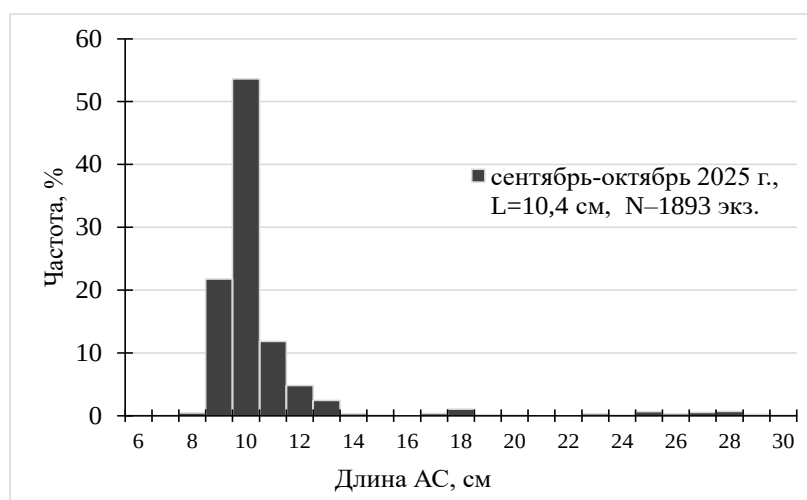


Рис. 22. Размерный состав уловов сельди тихоокеанской у южных Курильских островов по данным донной траловой съёмки на НИС «Дмитрий Песков» 10 сентября–05 октября 2025 г. (по материалам «ТИНРО»)

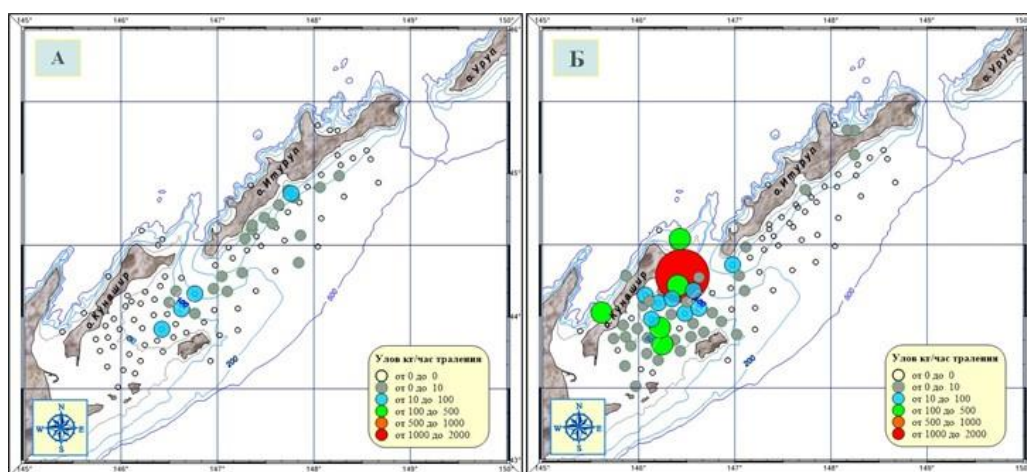


Рис. 23. Распределение уловов сельди тихоокеанской (А – длиной больше 15 см, Б – длиной меньше 15 см) у южных Курильских островов по данным донной траловой съёмки на НИС «Дмитрий Песков» 10 сентября–05 октября 2025 г. (по материалам «ТИНРО»)

По итогам указанной донной траловой съёмки, биомасса сельди длиной менее 15 см оценивается 49,518 тыс. т (численность 6973071,83 тыс. экз.), длиной более 15 см – 0,718 тыс. т (7849,31 тыс. экз.).

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 островов, как правило, относительно невысокая. Этот показатель в 2010–2025 гг. изменялся в пределах 6,8—24,0%. Биомасса запаса сельди, рассчитанная по результатам донных траловых съемок в эти годы, варьировалась от 0,0003 до 1,923 тыс. т (табл. 8).

Таблица 8

Расчетный запас сельди тихоокеанской в Южно-Курильской зоне по данным донных траловых съемок (КУ=0,4)

Год	Месяц	Судно/Тип и параметры трала	Число станций	Частота встречаемости, %	Учетный 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
2025	Сентябрь–октябрь	НИС «Дмитрий Песков» (ДТ 27,1/24,4)	96	24,0	0,718

* – материалы «ТИНРО»

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 островов.

Промысел. В Южно-Курильской зоне специализированный лов сельди не организуется, но в отдельных случаях она составляет 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 году 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 1,67 тыс. т, а доля освоения 84,9%, в 2025 г. 1,37 тыс. т и 69,8% соответственно (табл. 9).

Таблица 9

Вылов сельди тихоокеанской в Южно-Курильской зоне

Год	ОДУ, тыс. т	Освоение, %	Вылов, тыс. т		
			Судовой промысел (снюрревод, разноглубинный трал)	Прибрежный промысел (ставные невода)	Всего
2019	0,209	13,4	0,026	0,002	0,028
2020	0,370	80,8	0,224	0,075	0,299
2021	1,960	51,5	0,995	0,014	1,009
2022	1,960	60,9	1,171	0,022	1,193
2023	1,960	61,0	+	1,196	1,196
2024	1,960	85,4	1,674	+	1,674
2025	1,960	69,9	1,356	0,014	1,370

Вылов сельди осуществляется с разной интенсивностью в течении всего года, о чем свидетельствует динамика судовых суточных уловов (рис. 24).

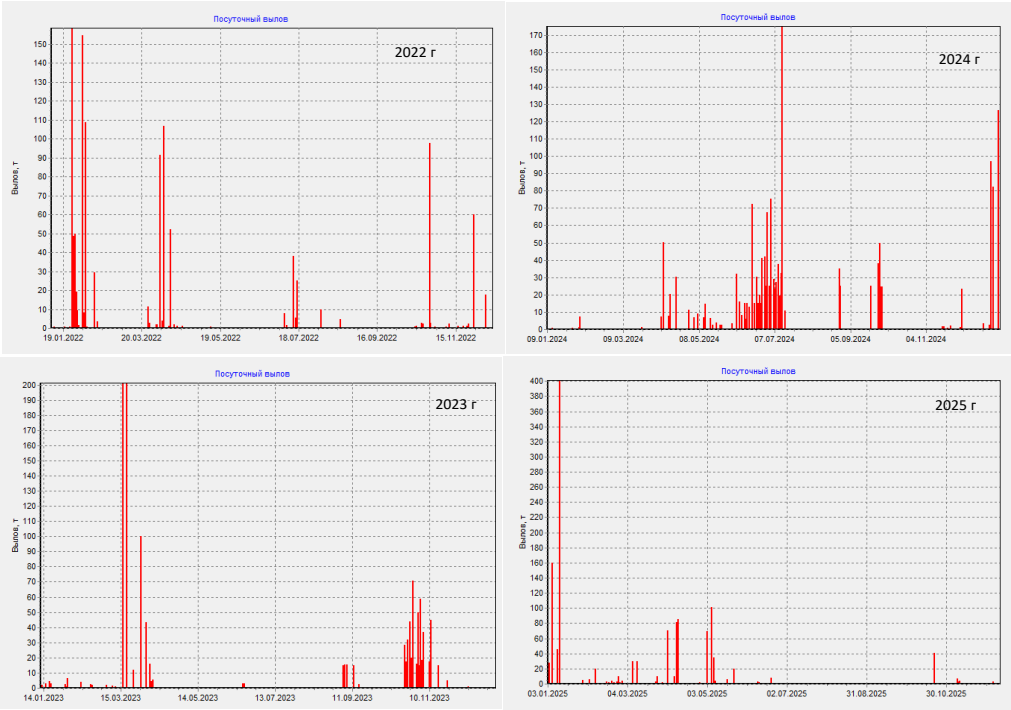


Рис. 24. Посуточный судовой вылов сельди тихоокеанской у южных Курильских островов в 2022–2025 гг., данные ОСМ Росрыболовства

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 островов, 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).

Таблица 10

Некоторые данные по судовому промыслу сельди тихоокеанской 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, т
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	1,674	15,53/0,05–175,0	81	12	138,65
2025	1,356	9,88/0,02-133,75	94	14	96,16

Сельдь до 2017 г. являлась обычным видом в уловах малых ставных неводов при промысле «разно рыбыцы» 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.

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 Берталанфи: 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 $F_{\text{lim}}=0,231$ 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 островов. Однако материалы, полученные в 2018–2025 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 г. учтенная биомасса сельди, по данным донных тралений оценена в 0,098–0,279 тыс. т, осенью 2025 г. – 0,718 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 варьируется 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 травами, 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, о том, что биомасса промыслового запаса сельди в 2027 г. может быть не менее 11 тыс. т.

Обоснование рекомендованного объёма ОДУ

Общий допустимый улов принимается по следующей формуле $ОДУ_{T+1} = F \cdot V_{T+1}$ [Бабаян, 2000; Методические рекомендации..., 2018]. Отсюда **ОДУ сельди тихоокеанской в Южно-Курильской зоне в 2027 г. рекомендуется в объеме 2,270 тыс. т (11,0 тыс. т * 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 тихоокеанской 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 (добычи) 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.

Согласно приказу Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104, анализ и диагностика полученных результатов предполагается для прогнозов, имеющих I и II уровень информационного обеспечения.

61.05 - Зона Охотское море

61.05.1 - Северо-Охотоморская подзона

Исполнители: А.М. Панфилов, О.В. Прикоки («МагаданНИРО»), А.А. Дуленин («ТИНРО»), В.В. Кулик («ТИНРО»)

Куратор: А.А. Смирнов (ФГБНУ «ВНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения

Основой для оценки текущего и перспективного состояния запаса и определения вылова охотской сельди в 2027 г. послужили следующие данные:

— сведения, собранные сотрудниками «МагаданНИРО» на судах БМРТ «Березина» и РТМК-С «Василий Калёнов» в весенний период, сведения, собранные в режиме мониторинга и НИР в период нереста в мае–июне 2025 г., сведения, собранные на СРТМ «Си Хантер» и МФТ «Морской волк» при специализированном траловом промысле сельди в сентябре–ноябре 2025 г. На полный биологический анализ и массовые промеры взято около 6100 экз. сельди. Возраст определен у 900 экз.;

— результаты икорной съемки, выполненной специалистами «ХабаровскНИРО», «ТИНРО» и «МагаданНИРО» в пределах основной части нерестового ареала охотской сельди (от м. Сулурчик до Ейринейской губы включительно) с 29 мая по 25 июня 2025 г. Общая протяженность обследованного района 780 км. Во время съемки было выполнено 434 комплексных станции (водолазных погружений с погружениями ТНПА);

— результаты береговых НИР в Охотском районе с 21 мая по 15 июня 2025 г., во время которых собраны данные, включающие 1100 биологических анализов и 2760 массовых промеров сельди;

— многолетние промыслово-биостатистические и архивные материалы и 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 1998 г. Значит более 1 когорты основных промысловых возрастов (до 13+ лет) уже полностью прошли в матрице численности уловов рыб. Следовательно, можно применить когортные модели, среди которых ФГБНУ «ВНИРО» рекомендует для оценки запаса и состояния сельди использовать модель ППП «Синтез» [Методические рекомендации..., 2018, Рекомендации по методикам, 2020]. Однако позднее автор ППП «Синтез» разработал более совершенную статистическую когортную 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 СКМ с UKS оценивается ещё и мгновенный коэффициент естественной смертности – МКЕС или М.

Таким образом, предпочли СКМ с UKS вместо более сложной (по числу параметров) СКМ «Синтез» в связи с меньшим числом требуемых допущений М и селективности при доказанной более высокой точности оценивания состояния запаса в СКМ с UKS в синтетических испытаниях [Ильин, 2022].

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Состояние запаса. В преднерестовой период 2025 г. в промысловых траловых уловах из Северо-Восточной подзоны встречалась сельдь длиной тела по АС от 18,3 до 35,5 см и полной массой тела от 55 до 435 г (рис. 25, 26). Основу уловов составили особи длиной 30-33 см (59,7%) и массой тела 250-330 г (54,2%).

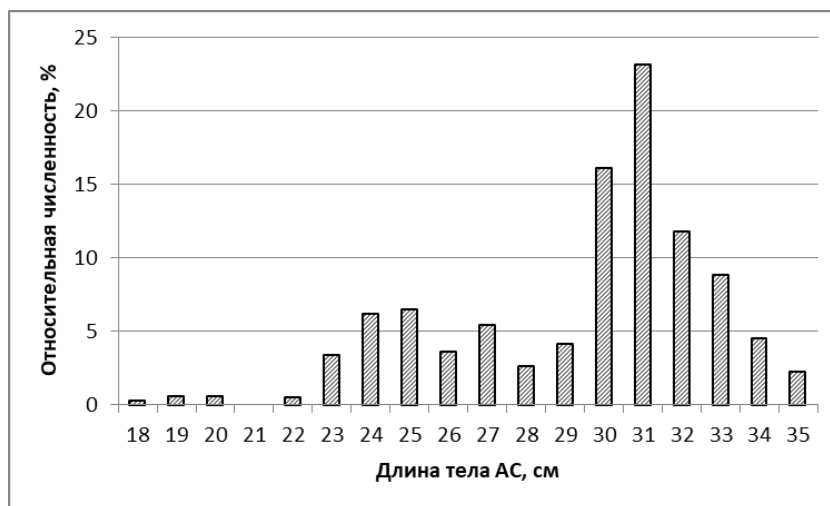


Рис. 25. Размерный состав траловых уловов преднерестовой охотской сельди в Северо-Охотоморской подзоне в апреле 2025 г.



Рис. 26. Размерный состав траловых уловов преднерестовой охотской сельди в Северо-Охотоморской подзоне в апреле 2025 г.

Средняя длина сельди в уловах составила 29,6 см, средняя масса – 250,0 г. При этом с 1 по 14 апреля доля производителей (особи на 3,5-4 стадиях зрелости половых продуктов) в уловах росла, а их средние длина и масса увеличились от 30,2 см до 31,1 см и от 260,7 г до 284,7 г, соответственно. Доля самок в уловах в целом составила 55,2%, тогда как среди группы производителей – 56,2%.

Возрастной состав охотской сельди в преднерестовый период 2025 г. был сформирован производителями в возрасте 3-12 полных лет 2013-2022 гг. рождения. Сельдь в возрасте 3 полных лет представлена единичными экземплярами (неурожайное поколение 2022 г. рождения). Относительно небольшая доля производителей в возрасте 4 полных лет, вероятно, связана с пониженным темпом созревания поколений 2021 г. рождения. Наблюдается наличие большой доли (19%) представителей 5-летней возрастной когорты (рис. 27).

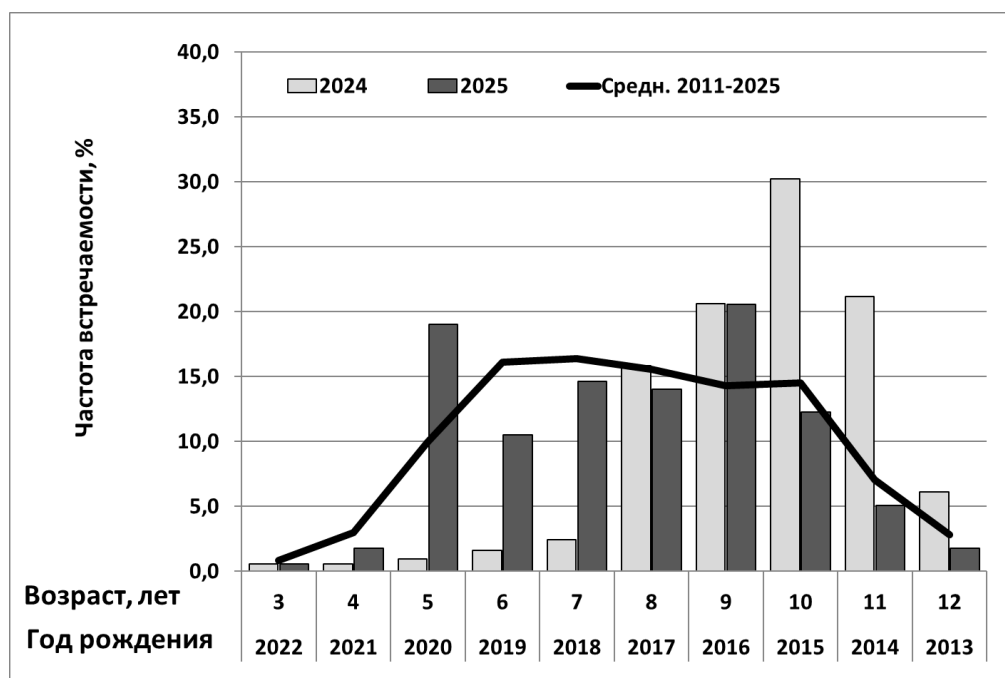


Рис. 27. Возрастной состав траловых уловов преднерестовой охотской сельди в Северо-Охотоморской подзоне в апреле 2025 г. (в сравнении с возрастным составом в предыдущие годы)

В нерестовый период 2025 г. длина тела производителей охотской сельди колебалась от 22,4 до 34,5 см (рис. 28). В уловах присутствовали две модальные группы: 25-26 см (31,7%) и 29-30 см (26,7%). Отмечена наименьшая за последние 10 лет средняя длина – 28,0 см, что связано с вступлением в запас урожайного поколения 2020 г. Соответственно, средняя масса производителей была минимальной по сравнению с предыдущим десятилетием – 224 г.

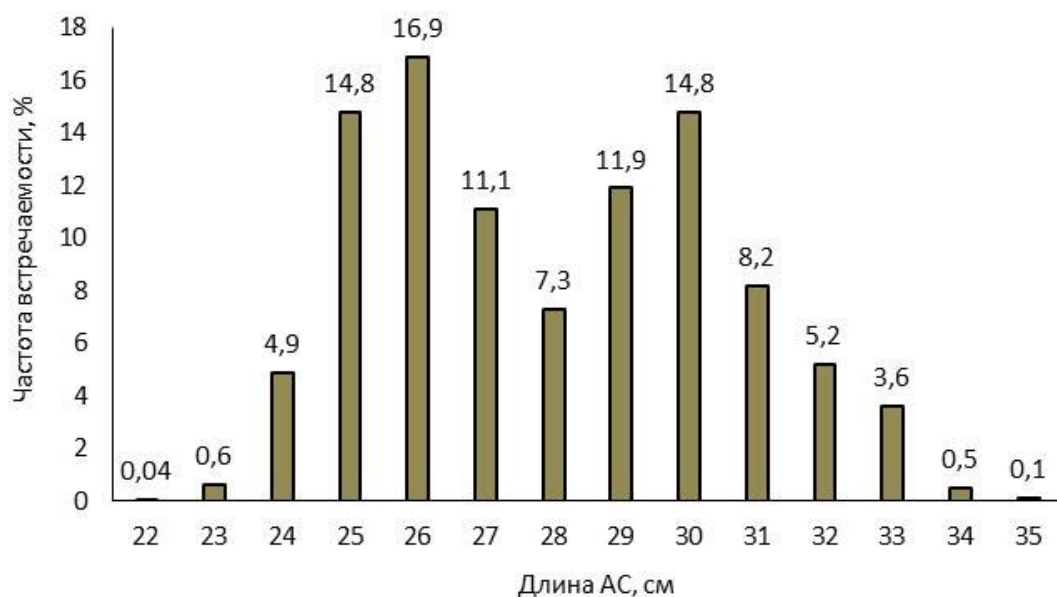


Рис. 28. Размерный состав нерестовой сельди из уловов ставных неводов в Северо-Охотоморской подзоне в мае–июне 2025 г.

Возрастной состав охотской сельди в нерестовый период 2025 г. был сформирован производителями в возрасте от 3 до 14 полных лет 2011–2022 гг. рождения, с преобладанием особей в возрасте 5 и 9 полных лет (20,3% и 17,5%, соответственно) (рис. 29). Наблюдаемое увеличение доли производителей 5 полных лет связано с массовым созреванием рыб урожайного поколения 2020 г. рождения. Указанный год был рекордным по численности нерестового запаса за всю историю наблюдений – 9 млрд рыб. Следует ожидать, что это поколение будет составлять основу уловов в ближайшие годы.

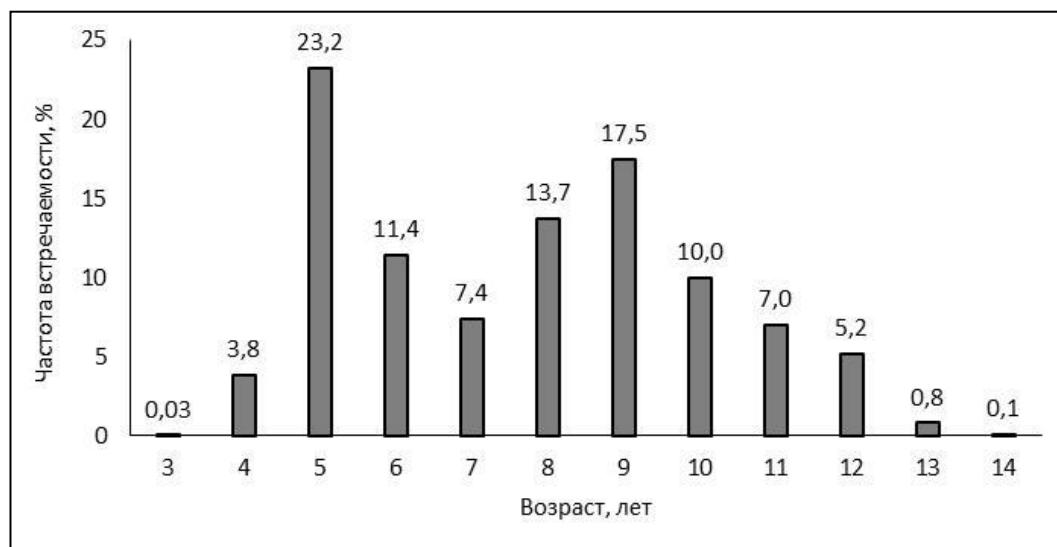


Рис. 29. Возрастной состав нерестовой сельди из уловов ставных неводов в Северо-Охотоморской подзоне в 2025 г.

Вторую по численности возрастную когорту (9 лет, 17,5%) составили рыбы урожайного поколения 2015 г.

Сельдь в возрасте 3 полных лет была представлена единичными экземплярами. Небольшая, как и в прошлые годы, доля производителей в возрасте 3-4 полных лет (в сумме 3,83%) обусловлена тем, что массовое созревание сельди происходит в возрасте 5 лет, а доля рыб, созревших и впервые подошедших на нерест в возрасте 3-4 года обычно невелика. Основу уловов составили рыбы в возрасте 5-6 и 8-9 полных лет (34,6% и 31,2%, соответственно).

Средний возраст производителей охотской сельди в 2025 г. резко уменьшился по сравнению с предыдущими годами и составил 7,0 лет, что также естественно для появления в запасе урожайного поколения. Интересно, что в уловах нерестовой сельди уже 11 лет подряд отмечается присутствие производителей в возрасте 13 полных лет. Не исключено, что это связано с увеличением выживаемости охотской сельди.

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 48,7%. В нерестовом стаде 2025 г. доля самок составила 49,5% (табл. 11).

Таблица 11

Многолетняя динамика биологических показателей нерестовой охотской сельди

Год	Длина АС, см	Масса, г	Возраст, лет	Доля самок, %	АИП, тыс. икр.
2015	28,8	268,6	7,8	45,9	46,36
2016	29,6	270,5	8,6	50,4	48,60
2017	29,7	274,4	8,7	50,0	48,57
2018	28,9	242,8	7,9	49,8	43,91
2019	28,9	272,8	7,8	45,1	48,47
2020	28,9	252,1	7,9	47,5	45,80
2021	29,2	275,5	8,2	49,6	47,71
2022	31,1	280,0	8,7	47,8	51,25
2023	29,3	239,1	7,3	50,1	50,76
2024	29,9	287,4	8,7	50,0	55,39
2025	28,0	224,0	7,0	49,5	43,31
Среднее	29,3	262,5	8,1	48,7	48,19

Урожайность поколений сельди тихоокеанской в значительной степени определяется природными условиями в период нереста. В 2025 г. условия нереста сельди в Северо-Охотморской подзоне были благоприятными, хотя процесс освобождения нерестового ареала ото льда, по сравнению с рекордно теплым 2024 г., был более длительным. Нерестовый ареал по I типу в классификации Б.В. Тюрнина [1973] был сформирован во II-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 42,0% (в 2024 г. – 41,6%). Таким образом, есть основание полагать, что поколение охотской сельди 2025 г. рождения будет урожайным.

Нерест сельди в 2025 г. имел ряд особенностей. Массовый нерест начался при низких температурах воды ($\leq 2^{\circ}\text{C}$, до $-0,4^{\circ}\text{C}$). Однако развитие эмбрионов при неблагоприятных температурах (в среднем $3,04^{\circ}\text{C}$) не привело к увеличению их элиминации (6,2%). Потенциальный нерестовый ареал сформировался по I, продуктивному типу, однако 2/3 задействованных нерестилищ располагались на северо-востоке ареала. Плотности обкрения, вопреки ранее выявленным закономерностям, распределялись неравномерно: в среднем 1,83 млн икр./м² на юго-западе нерестового ареала популяции и 4,23 млн икр./м² на северо-востоке.

Однако суммарная учтенная площадь нерестилищ была близка к максимальной (50,37 км²).

Популяционная плодовитость (173 трлн икр.) в 2025 г. была близка к максимальной. Выше она была только в 2020 г. (194,22 трлн икр.) и в 2022 г. (182,47 трлн икр.) При этом биомасса нерестового запаса снизилась с 2271 тыс. т в 2020 г. до 1789 тыс. т в 2025 г. (рис. 30).

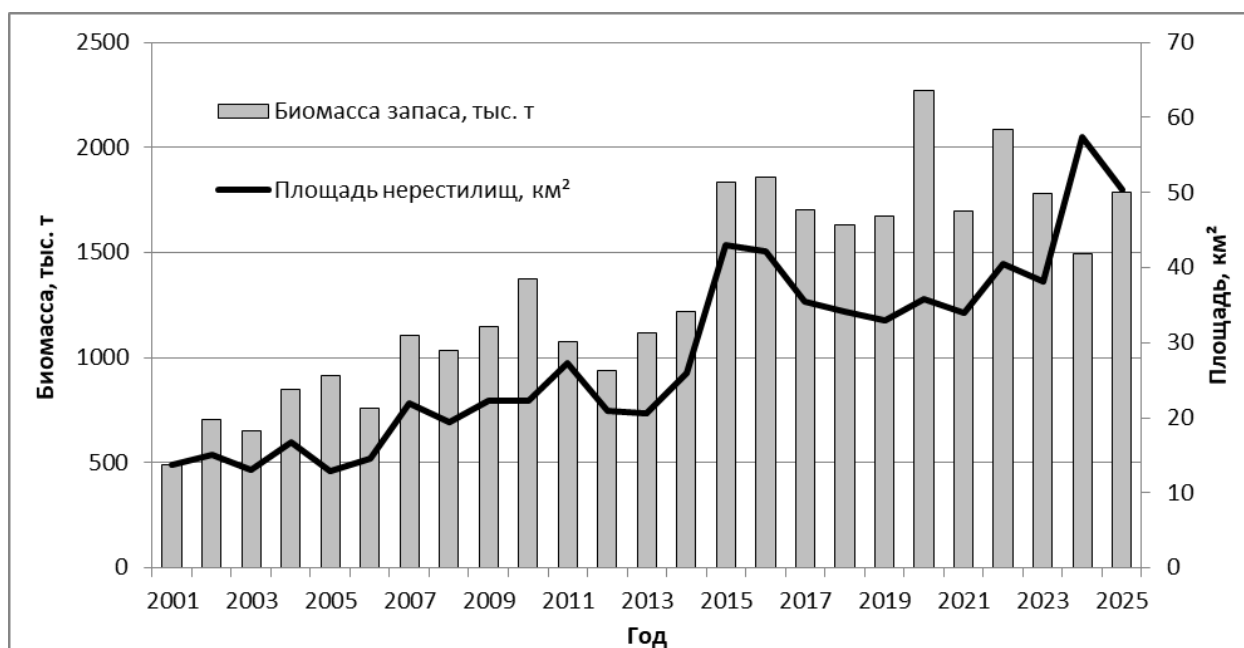


Рис. 30. Нерестовый запас охотской сельди и площади нерестилищ по данным икорных водолазных съемок

Наличие высокоурожайного поколения в нерестовом запасе вкупе с благоприятными условиями воспроизводства позволяет предположить, что поколение 2025 г. рождения будет урожайным.

Однако, серьезным лимитирующим фактором роста запаса, на наш взгляд, является деградация нерестилищ сельди в последние годы. На ряде участков, где нерестилища располагались в течение многих десятилетий (например, кутовая часть зал. Алдома, северо-восточная часть зал. Феодота,

бух. Эгильская и др.), отмечено полное отсутствие пригодной для нереста растительности. Следует указать, что в 2022 г. после сильного шторма, уничтожившего значительную часть водорослевого покрова, было выявлено серьезное снижение обилия макрофитов вдоль побережья в целом. Несмотря на значительное восстановление растительного покрова к 2024 г., вплоть до настоящего времени отмечается существенное снижение показателей обилия макрофитов по сравнению со среднемноголетними значениями.

Весьма вероятно, что исчезновение растительности на некоторых нерестилищах, исчезновение отдельных нерестовых площадей, нерестовых субстратов, как и общее снижение обилия растительности, в настоящее время выступают лимитирующими экологическими факторами, в некоторой степени обуславливающими уменьшение биомассы нерестового запаса сельди в последние годы. Эти индикаторы указывают на целесообразность умеренно-консервативного подхода к управлению промыслом охотской сельди в ближайшие годы.

В нагульный период 2025 г. скопления в Северо-Охотморской подзоне были сформированы рыбами длиной тела АС от 23,6 см до 35,2 см (рис. 31). Средняя длина сельди в уловах составила 28,8 см, что меньше, чем осенью 2024 г. (29,9 см в среднем при колебаниях 19,0-25,3 см). Масса тела сельди в траловых уловах колебалась от 120 г до 550 г, составив в среднем 264,3 г (в 2024 г. – 279,0 г при колебаниях 55-550 г) (рис. 32). Доля молоди длиной менее 24,0 см по АД в траловых уловах составила 4,9%. Доля самок по сравнению с нагульным периодом 2024 г. увеличилась от 52,0% до 55,2%.

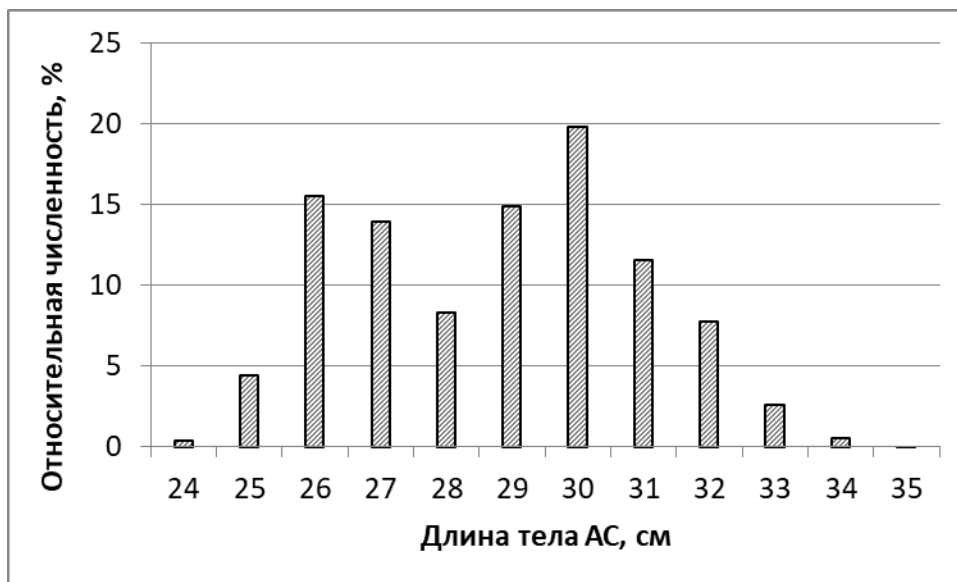


Рис. 31. Размерный состав траловых уловов нагульной охотской сельди в Северо-Охотморской подзоне в октябре–ноябре 2025 г.

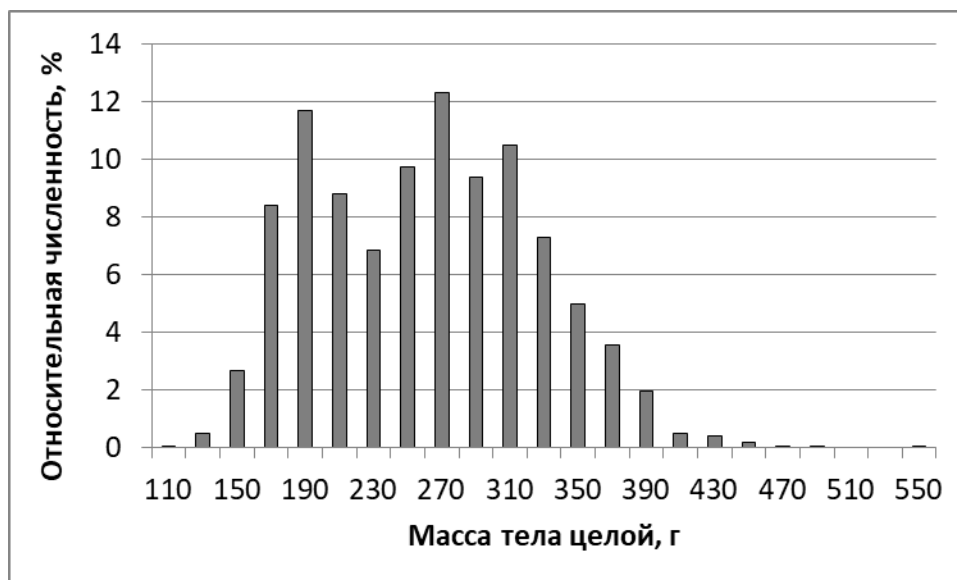


Рис. 32. Весовой состав траловых уловов нагульной охотской сельди в Северо-Охотоморской подзоне в октябре–ноябре 2025 г.

Возрастной состав охотской сельди в нагульный период 2025 г. был сформирован производителями в возрасте 3-12 полных лет 2013-2022 гг. рождения. Сельдь в возрасте 3 полных лет представлена единичными экземплярами (неурожайное поколение 2022 г. рождения). Относительно небольшая доля производителей в возрасте 4 полных лет, вероятно, связана с пониженным темпом созревания поколений 2021 г. рождения, однако обращает на себя внимание высокая доля представителей 5-летней возрастной когорты (рис. 33).

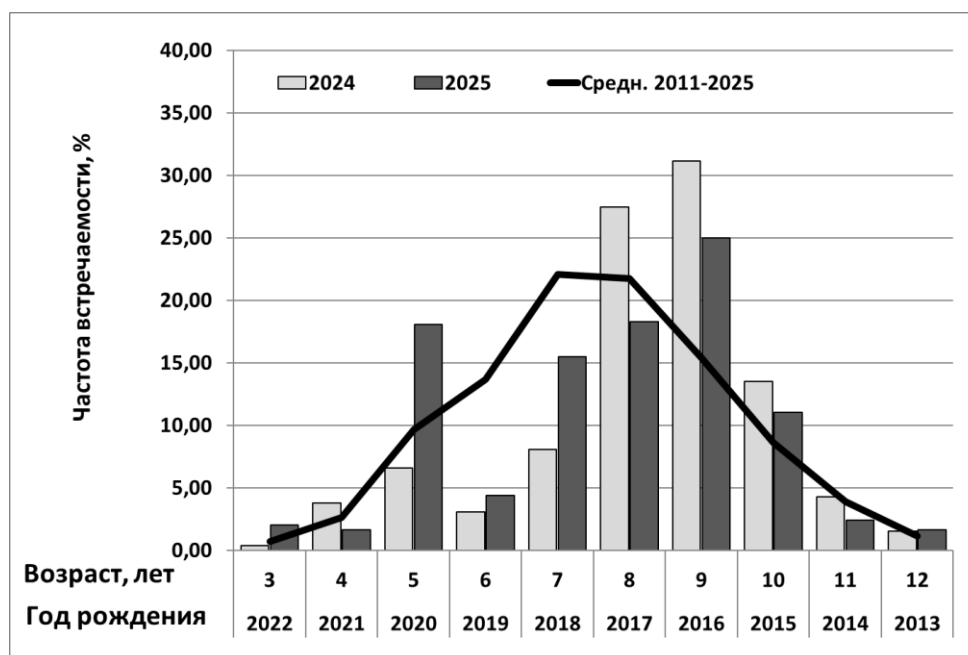


Рис. 33. Возрастной состав траловых уловов нагульной охотской сельди в Северо-Охотоморской подзоне в октябре–ноябре 2025 г. (в сравнении с возрастным составом в предыдущие годы)

Таким образом, в последние 14 лет промысел базировался на рыбах трех, очевидно, урожайных генераций 2011 и 2015-2016 гг., из которых первая к 2025 г. практически вышла из промысла. Поколения 2019-2021 гг., по предварительным данным, оцениваются выше среднего уровня по численности.

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 отмечены попытки применения кошельков на промысле нерестовой сельди.

Исторического максимума вылов охотской сельди достиг в 1969 г., когда на всех видах промысла было выловлено 471,8 тыс. т [Панфилов, 2007]. 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 средний годовой вылов за период с 2011 г. по 2025 г. до 260,0 тыс. т (табл. 12), при этом годовой вылов в 2025 г. составил 321,7 тыс. т (максимальная величина в текущем столетии).

Таблица 12

Вылов и ОДУ сельди тихоокеанской в Северо-Охотоморской подзоне в 2010-2025 гг.

Год	Вылов, тыс. т				ОДУ, тыс. т	Освоение, %
	Зимовальной и преднерестовой	Нерестовой	Нагульной	Всего		
1	2	3	4	5	6	7
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

1	2	3	4	5	6	7
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	215,9	6,2	99,6	321,7	330,0*	97,5
2026	-	-	-	-	384,5	-
М ₂₀₁₁₋₂₀₂₅	111,4	10,9	137,6	259,9	277,9	93,5
М ₂₀₂₁₋₂₀₂₅	181	7,2	107,1	295,3	302	97,8

Примечание: * – ОДУ сельди тихоокеанско в Северо-Охотоморской подзоне в 2025 г. увеличен на 20 тыс. т и составил 330 тыс. т

В настоящее время промысел зимовальной и преднерестовой сельди в Северо-Охотоморской подзоне производится с 1 января по 14 апреля. В действующих «Правилах рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна» (приказ Минсельхоза от 06.05.2022 г. № 285) период запрета тралового промысла сельди определён с 15 апреля по 31 августа.

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 демонстрирует распределение годового вылова в 2020-2025 гг. (табл. 13). Морской траловый вылов зимовальной и преднерестовой сельди в 2025 г. достиг исторического максимума и составил 215,9 тыс. т (табл. 13). Ход тралового промысла сельди в январе текущего года показывает, что этот рекордный показатель может быть превышен.

Таблица 13

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	215,9
Освоение, %	29,2	42,7	54,8	65,8	68,7	65,4
ОДУ, тыс. т	265,0	270,0	310,0	290,0	310,0	330,0

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.

Вылов нерестовой сельди. 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 ее 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. В настоящее время объемы добычи нерестовой сельди невелики: в среднем, за 2011-2025 гг. – 10,9 тыс. т в год. Вылов 2025 г. – 6,2 тыс. т был ниже среднемноголетнего. В целом, объемы вылова крайне нестабильны и отличаются на порядок (табл. 12). Такая нестабильность связана с множеством факторов: продолжительностью нерестовых подходов, ледовой обстановкой, количеством штормов, сосредоточением береговых добывающих мощностей на небольшом локальном участке – в районе пос. Охотск. В общем случае, уловы максимальны при длительных нерестовых подходах, спокойной погоде и отсутствии льдов, и минимальны при частых штормах, в тяжелой ледовой обстановке и при кратковременных нерестовых подходах.

В настоящее время рекомендованные прогнозами ОДУ объемы вылова нерестовой сельди (25,0 тыс. т) не осваиваются – в 2021-2025 гг. в среднем вылавливалось 7,2 тыс. т за нерестовую путину.

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 действующими «Правилами рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна».

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 численности 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% (табл. 12). Неполное освоение объясняется резким ухудшением метеобстановки в Северо-Охотоморской подзоне в декабре 2019 г.: фактически, половину промыслового периода добывающий флот не работал.

В сентябре 2020-2021 гг. в 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. 12).

Одновременно с увеличением в последние годы объемов вылова зимовальной и преднерестовой сельди, происходит интенсивное снижение вылова нагульной сельди в сентябре–декабре (рис. 34).



Рис. 34. Динамика вылова сельди тихоокеанской в Северо-Охотоморской подзоне по сезонам

С 2020 г. по 2024 г. на промысле нагульной сельди количество отработанных траловым флотом судосудок 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. 12). При этом годовой ОДУ в 2023 г. был освоен на 100% – впервые с 2008 г. Вылов нагульной сельди в 2023-2024 гг. уменьшился до уровня 2003 г. (88,2 тыс. т). В 2025 г. вылов нагульной сельди несколько увеличился – до 99,6 тыс. т, что, вероятно, связано с общим увеличением годового ОДУ до 330 тыс. т (табл. 12). При этом следует отметить появившуюся в последние годы тенденцию к снижению вылова нагульной сельди во второй половине нагульной путины, в ноябре–декабре (рис. 35). Так, вылов нагульной сельди в декабре 2025 г. составил лишь 10,7 тыс. т, что является наименьшим показателем с 1999 г. Одновременно вылов сельди в сентябре 2025 г. вырос в

6 раз относительно среднегодового показателя за 2001-2024 гг. и достиг 30,2 тыс. т – максимальная величина с 1999 г.

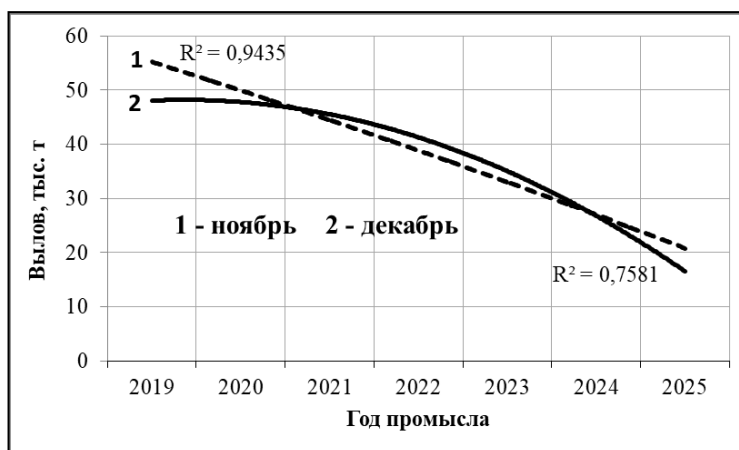


Рис. 35. Динамика (тренды) вылова нагульной сельди тихоокеанской в Северо-Охотоморской подзоне в ноябре–декабре 2019-2025 гг.

Таким образом, в Северо-Охотоморской подзоне продолжается фактическая перестройка процесса промысла тихоокеанской сельди, начатая в 2020 г.

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. 36). Исключением является вторая часть нагульной путины 2025 г. (ноябрь–декабрь), когда средние уловы на судосутки значительно уменьшились. Вероятно, причиной послужило изменение соотношения судов крупнотоннажного и среднетоннажного флота на лову, когда относительная доля судов СТФ увеличилась (особенно в декабре). Кроме того, в начале I декады и в середине декабря на акватории Северо-Охотоморской подзоны обстановка была штормовой, вследствие чего судам не удавалось выполнить полноценные траления.

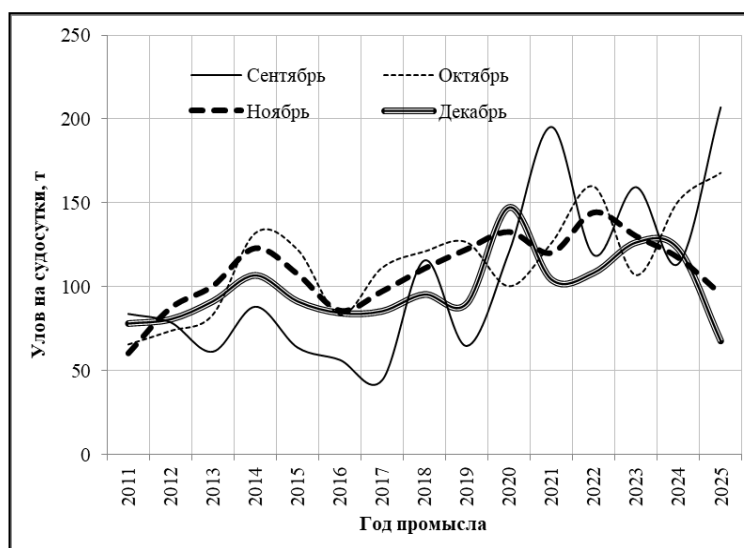


Рис. 36. Уловы на судосутки у судов тралового флота на промысле нагульной сельди тихоокеанской в Северо-Охотоморской подзоне в сентябре–декабре 2011-2025 гг.

Следует отметить, что состояние добывающего флота и величина запаса сельди в Северо-Охотоморской подзоне позволяли в 2021-2025 гг. осваивать годовой ОДУ почти 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. 12). 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).

Характер промысла сельди тихоокеанской в 2020-2024 гг., объемы вылова и сохранившиеся 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 укорачивая ряды наблюдений до 5 лет в прошлое и оценивая показатель Боба Мона (ρ) [Mohn, 1999]. Таким образом, ретроспективный анализ состояния запаса здесь проводился согласно требованиям приказа Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104 и монографии «ВНИРО» «Методические рекомендации...» [Методические рекомендации..., 2018]. Значимые отклонения в динамике биомассы и её эксплуатации, требующие упреждающей коррекции, в этом году не обнаружены (табл. 14, рис. 37-38). Коррекция не требуется, но ориентиры всё равно уточнены из-за существенных изменений входных данных.

Таблица 14

Показатели Мона в ретроспективном анализе UKS

Модель	ρ SSB	ρ EB	ρ F	Год оценки
СКМ с UKS	-0,338	-0,131	0,151	2025
СКМ с UKS	-0,003	0,021	-0,014	2026

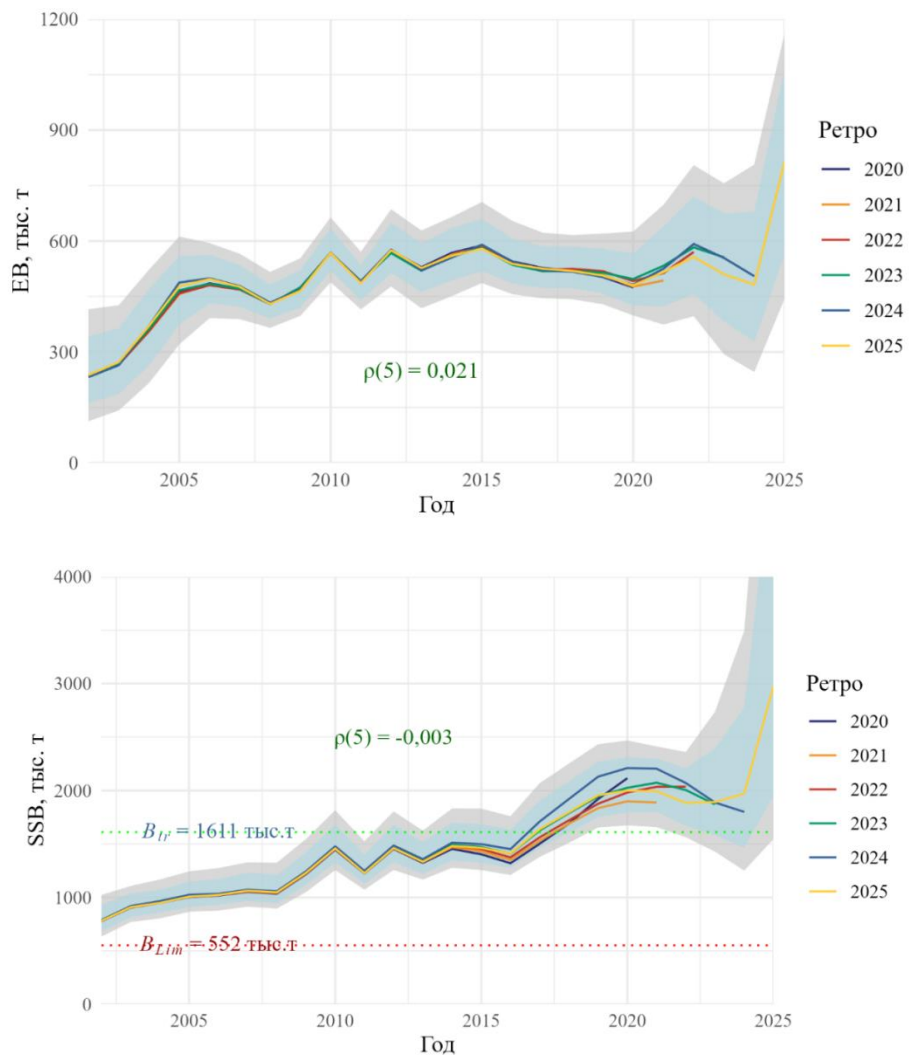


Рис. 37. Ретроспективный анализ SSB и эксплуатируемой биомассы (EB) в СКМ с UKS, серой заливкой показан 95% доверительный интервал (C.I.), а голубой – 80% C.I.

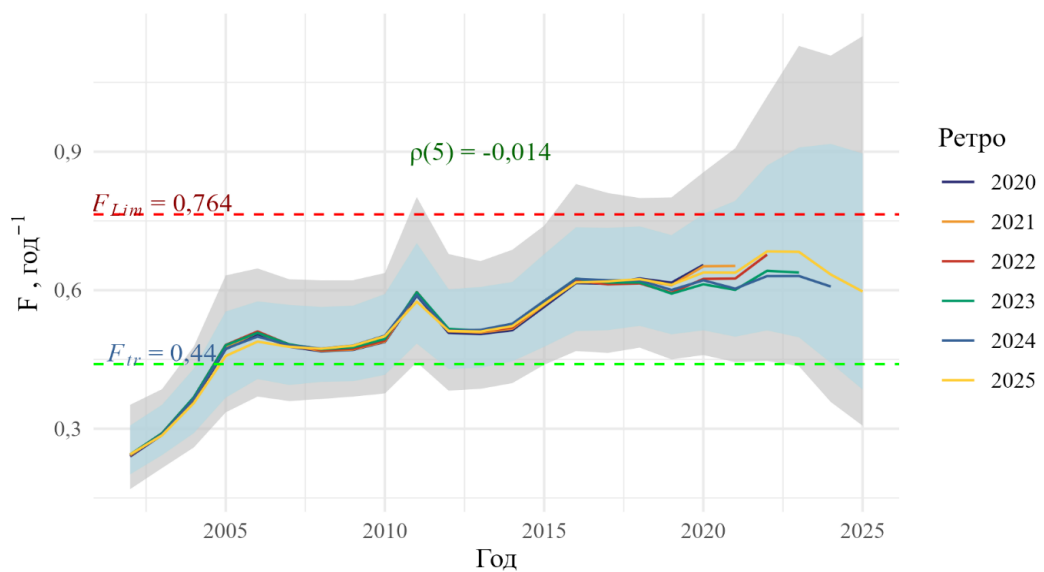


Рис. 38. Ретроспективный анализ F в СКМ с UKS, серой заливкой показан 95% C.I., а голубой – 80% C.I.

В текущей настройке ретроспективный анализ прошёл успешнее (показатели Мона ближе к 0), но весь масштаб биомасс снизился, а у промысловой смертности, наоборот, вырос. Это произошло из-за принудительной привязки масштаба нерестовой биомассы в модели к SSB по съёмкам, а также более информативного априорного распределения M (около 0,2 при $SD = 0,2$), так же как в соседней Западно-Камчатской подзоне. Следовательно, все ориентиры изменились, но модель настроилась гораздо лучше, судя по следам ковариационных матриц (рис. 39). 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].

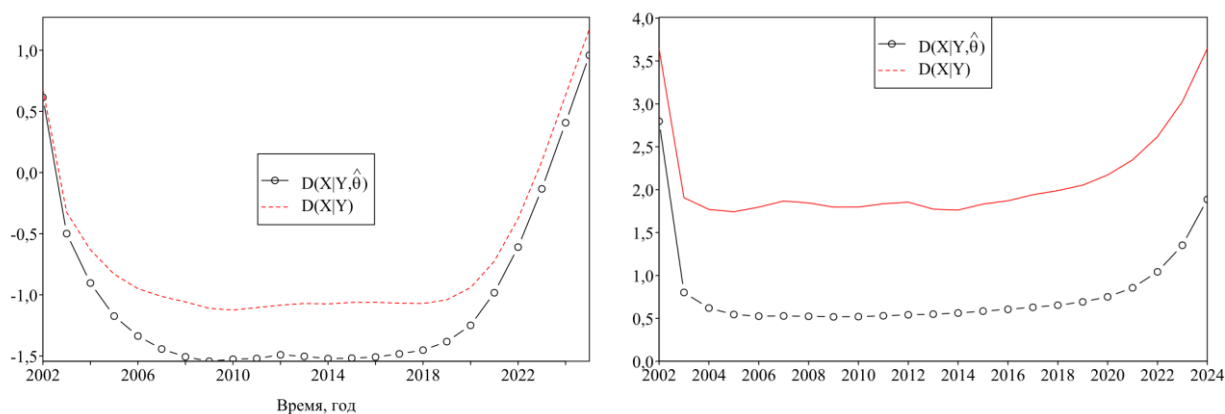


Рис. 39. Следы ковариационных матриц в текущей настройке по обновлённым данным до 2025 г. (слева) и в предыдущей по данным до 2024 г. (справа)

Из-за новой настройки и слабой ретроспективной устойчивости СКМ с UKS (со значительными отклонениями по SSB), которые были в предыдущей оценке, целевые ориентиры требуется обновить. Таким образом, целевые ориентиры выбраны заново из статистики многомерных нормальных вероятных распределений в 1000 испытаниях Монте-Карло с усреднением параметров за последние 20 лет, но пополнение с 2023 по 2025 гг. не учитывалось, т.к. оно ещё имеет высокую неопределённость (табл. 15).

Используя предосторожный подход, определены граничные ориентиры:

по F по минимуму $F_{lim, B25bvir} = F_{Lim} \approx 0,764$ год-1;

по минимуму $B_{loss} = B_{Lim} \approx 552$ тыс. т.

Целевые или триггерные (tr) ориентиры выбирали из тех, что имели стандартную ошибку (SE) ниже 0,15:

по F выбрали по медиане $F_{0,1} = F_{tr} \approx 0,44$ год-1;

по SSB, соответствующий F_{tr} по кривым равновесных уловов при медиане пополнения с 2006 по 2022 гг. (3970,7 млн рыб) $B_{tr} \approx 1611$ тыс. т (рис. 40).

Таблица 15

Статистические характеристики биологических ориентиров

ПРП	Параметр	Мин.	2,50%	5%	25%	50%	Среднее	SE
	$F_{LimCaddy}$	0,184	0,25	0,27	0,33	0,38	0,385	0,079
	$F_{msy,R}$	0,274	0,37	0,40	0,67	1,25	1,289	0,627
	$F_{msy,BH}$	0,209	0,28	0,30	0,58	2,00	1,390	0,707
	F_{45}	0,197	0,35	0,39	0,62	0,88	0,995	0,482
	F_{40}	0,259	0,47	0,54	0,88	1,29	1,326	0,517
	F_{35}	0,352	0,68	0,78	1,32	1,95	1,647	0,446
F_{tr}	$F_{0.1}$	0,189	0,27	0,29	0,37	0,44	0,461	0,139
	F_{med}	0,687	0,82	0,92	1,17	1,36	1,376	0,289
F_{Lim}	$F_{lim.B25bvir}$	0,764	1,63	1,93	2,00	2,00	1,977	0,115
B_{Lim}	B_{loss}	552	634	658	742	797	803	94
	$B_{20,Bvir}$	749	884	915	1028	1105	1115	132
	$B_{25,Bvir}$	749	898	928	1036	1108	1120	128
	$B_{msy,Ricker}$	371	979	1033	1243	1541	3806	15610
	$B_{msy,BivHolt}$	804	906	946	1076	1252	4026	38264
	B_{med}	904	1014	1045	1169	1250	1264	143

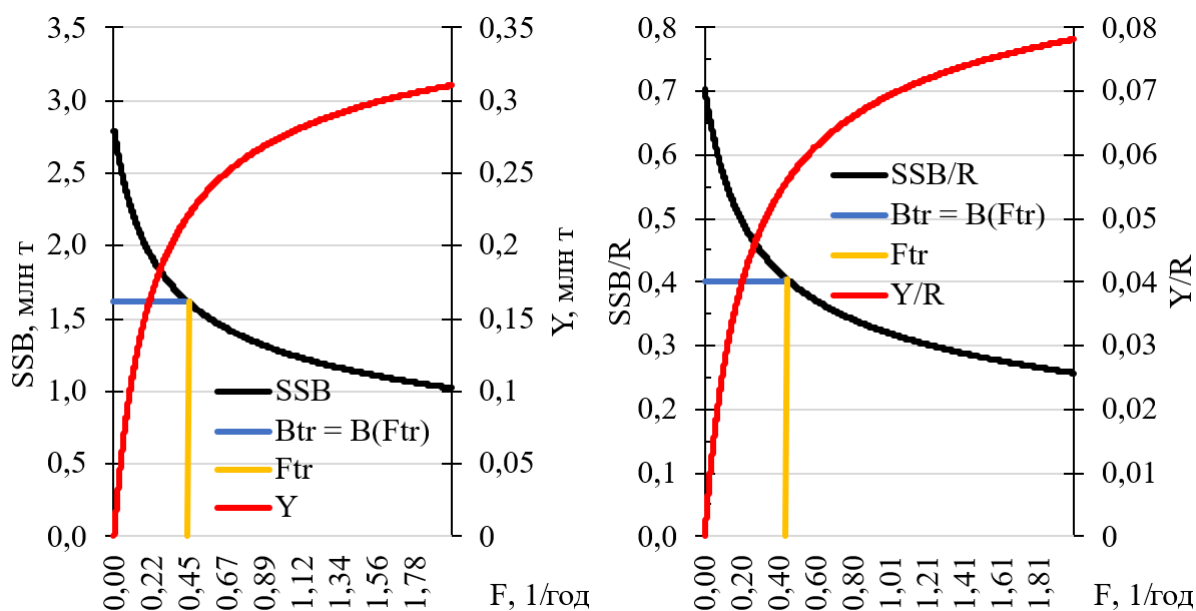


Рис. 40. Кривые равновесной SSB и равновесного улова Y , в т.ч. на рекрута R при медиане пополнения с 2006 по 2022 гг. (3970,7 млн рыб)

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 – $F_i = 0,05 \text{ год}^{-1}$, 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 исследований равна $0,05 \text{ год}^{-1}$; 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 2025 г. в данном ПРП и точечный прогноз на 10 лет вперёд показаны ниже (рис. 41). Согласно точечным оценкам, запас останется в безопасной зоне его состояния или в зоне постоянной интенсивности промысла, но в 2025 г. неопределённость состояния запаса и его эксплуатации огромны.

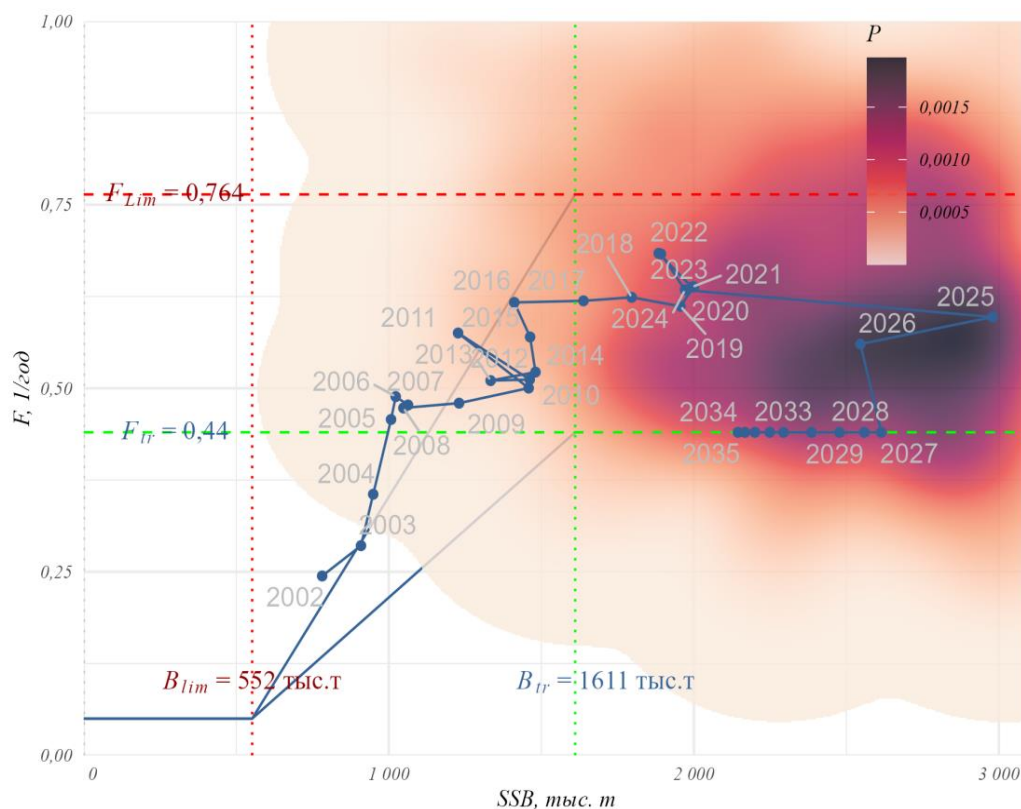


Рис. 41. Вероятное состояние запаса в 2025 г., показанное плотностью (P), и точечный прогноз SSB при вылове сельди тихоокеанской в 2026 г. 384,5 тыс. и дальнейшем следовании ПРП

Прогнозирование состояния запаса

Средние биологические параметры за последние 20 лет (рис. 42-43), вылов в объеме 384,5 тыс. т в 2026 г. и последующее применение ПРП приводят к следующей вероятной динамике SSB на 10 лет вперед (рис. 44).

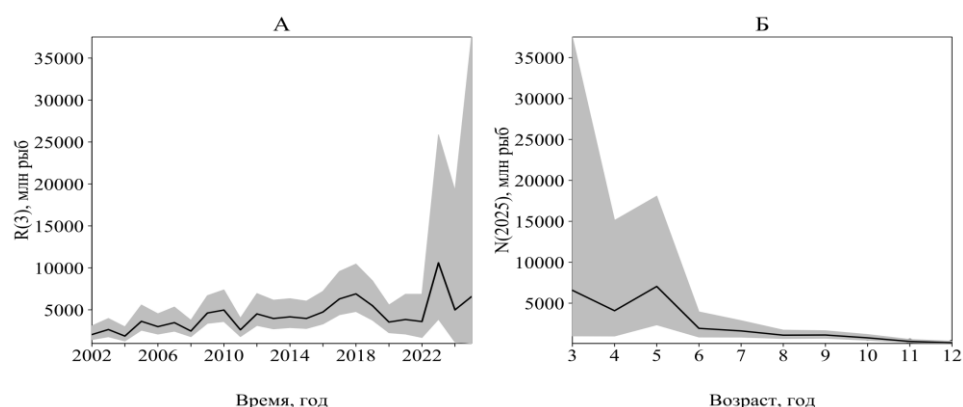


Рис. 42. Распределение (А) динамики пополнения в возрасте 3 года $R(3)$ с 90% доверительными интервалами, показанными здесь и далее серой заливкой, и численности $N(2025)$ рыб по возрастам в 2025 г. (Б), млн рыб

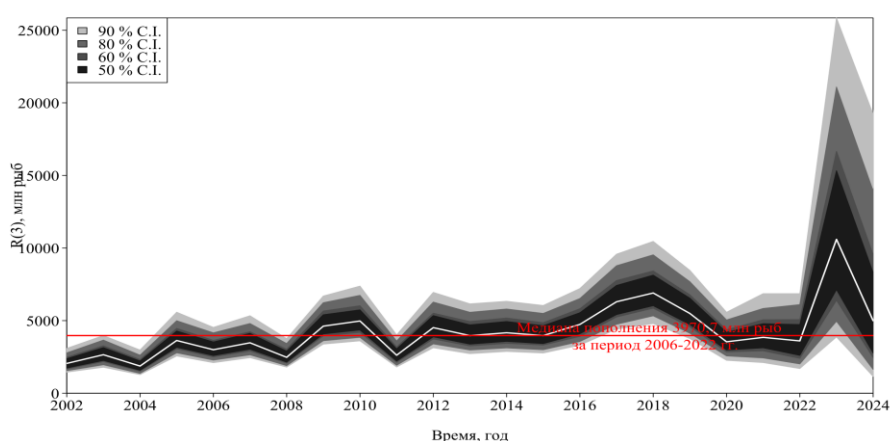


Рис. 43. Распределение динамики пополнения по процентиям С.И. по годам, по которым особи достаточно проявились в промысле (в 2025 г. большая ошибка)

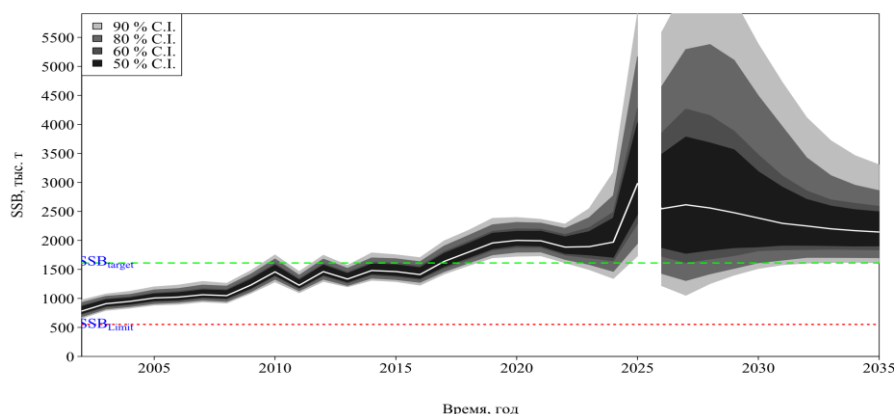


Рис. 44. Вероятное распределение SSB при вылове в 2026 г. 384,5 тыс. т сельди тихоокеанской в Северо-Охотоморской подзоне и последующей реализации ПРП при средних параметрах за последние 20 лет

Согласно данному прогнозу, большая часть вероятной динамики SSB пройдет выше целевого ориентира, что достаточно предосторожно. Более детально эти вероятности показаны ниже (рис. 45).

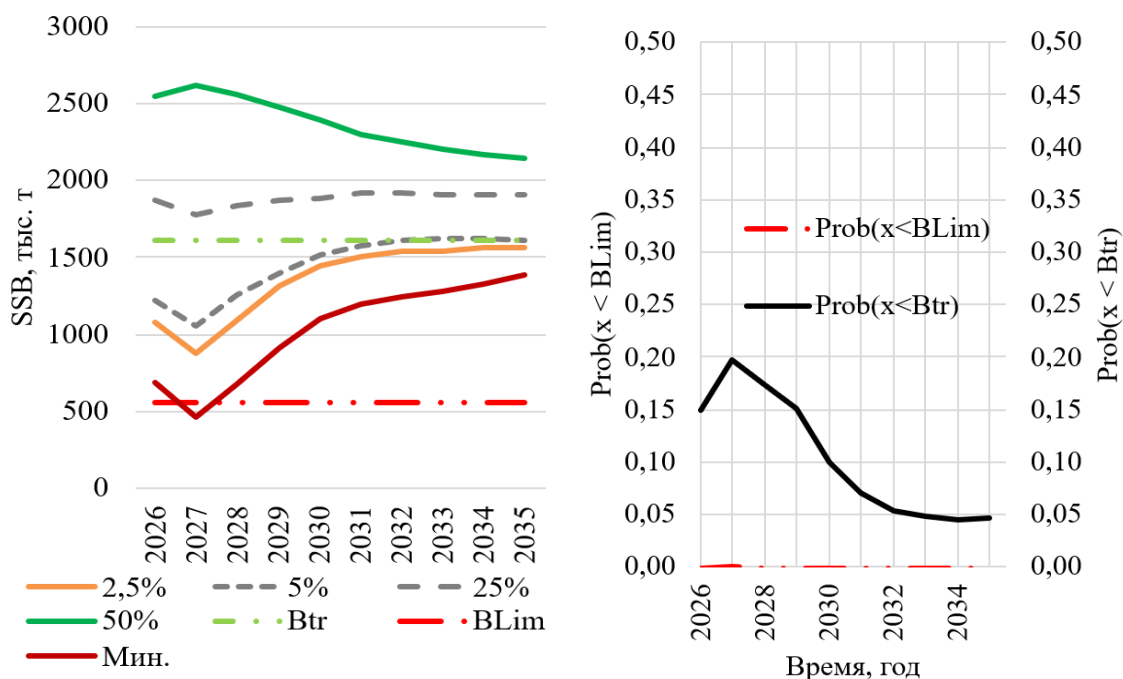


Рис. 45. Вероятные состояния SSB сельди тихоокеанской в Северо-Охотоморской подзоне при вылове около 384,5 тыс. т в 2026 г. и последующей реализации ПРП при средних параметрах за последние 20 лет

Таким образом, в СКМ с UKS прогнозируется сохранение благоприятного состояния запаса для постоянного режима эксплуатации на целевом уровне с риском перелова по пополнению около 0 и с тенденцией снижения риска перелова по росту, вероятность которого через 10 лет будет ниже 5%. Однако при росте средней SSB медиана в 2027 г. снизится. В числовом выражении прогноз SSB показан ниже (табл. 16).

Таблица 16
Статистические характеристики прогноза SSB в Северо-Охотоморской подзоне при вылове около 384,5 тыс. т в 2026 г. и последующей реализации ПРП при средних параметрах за последние 20 лет, тыс. т

Год	2,5%	5%	25%	50%	Среднее	SE
2026	1083	1219	1875	2546	2905	1602
2027	876	1053	1777	2615	3106	2140
2028	1087	1255	1832	2559	3107	2177
2029	1310	1402	1873	2477	3044	2119
2030	1443	1515	1887	2386	2833	1758
2031	1502	1579	1915	2294	2643	1400
2032	1536	1607	1914	2249	2479	1055
2033	1541	1617	1909	2200	2372	837
2034	1559	1622	1902	2168	2309	707
2035	1558	1614	1904	2145	2267	628

Обоснование рекомендованного объема ОДУ

Согласно ПРП, прогноз ОДУ представлен в таблице 17. Медиана рекомендуемого улова в 2027 г. по ПРП находится на уровне 326,2 тыс. т, а средняя около 363,9 тыс. т, но ошибка средней высока ($SE = 223,1$ тыс. т).

Таблица 17

Прогноз ОДУ сельди тихоокеанской в Северо-Охотоморской подзоне по ПРП

Год	2,5%	5%	25%	50%	75%	95%	97,5%	Среднее	SE
2026	384,5	384,5	384,5	384,5	384,5	384,5	384,5	384,5	0,0
2027	42,4	70,1	217,8	326,2	455,9	755,3	868,2	363,9	223,1
2028	75,4	98,6	239,5	359,2	528,4	921,0	1053,6	423,3	290,7
2029	105,0	134,4	244,0	371,3	572,6	1023,9	1263,3	461,4	358,3
2030	146,1	160,1	247,5	360,2	560,4	1024,8	1315,7	460,5	376,7
2031	170,1	185,8	253,5	341,9	500,6	911,4	1183,5	430,3	330,3
2032	184,4	203,1	257,8	325,3	439,1	753,6	968,0	391,1	252,1
2033	191,4	208,3	259,4	315,9	397,4	642,2	791,4	360,0	188,4
2034	193,1	209,8	258,9	310,8	377,7	559,4	655,8	340,4	146,6
2035	191,8	208,4	258,7	305,7	364,6	517,5	589,2	328,0	119,6

Итак, ОДУ сельди в Северо-Охотоморской подзоне на 2027 г. возможно установить в объеме 363,9 тыс. т. Учитывая высокую неопределённость параметров модели, смену настройки на более точное соответствие историческим рядам оценок SSB по результатам научных съёмок, а также высокую ошибку прогнозов ОДУ, и принимая во внимание стабильное состояние биологических показателей сельди в Северо-Охотоморской подзоне, высокий уровень её запаса, а также то, что промысловые показатели (за судосутки промысла и за траление) в январе-феврале 2026 г. выше, чем в аналогичный период 2025 г., предлагаем установить **ОДУ сельди тихоокеанской в Северо-Охотоморской подзоне в 2027 г. на уровне 2026 г., т.е. 384,500 тыс. т.**

Анализ и диагностика полученных результатов

Выбранный целевой уровень эксплуатации ($F_{tr} = 0,44$ год⁻¹) имеет низкие нулевой риск подрыва запаса, а риск перелова по росту ниже 0,1 (рис. 46).

Причина – это ошибки (изначально крайне высокая неопределённость) численности возрастных групп до 7 лет в 2025 г.

Предлагаемый ОДУ в 2027 г. (384,5 тыс. т) также не имеет высоких рисков наступления неблагоприятных последствий через год и в год промысла (рис. 47). Максимальный риск – это перелов по росту (30%) вызван неопределённостью терминальной численности младших возрастных групп.

Индекс нерестового запаса (SSBsc) не везде укладывается в моделируемую динамику SSB. Индекс эксплуатируемой биомассы или CPUE был значительно выше, чем ожидалось в СКМ с UKS в начале наблюдений с 2002 по 2005 гг., а в остальные годы значительных отклонений нет (рис. 48).

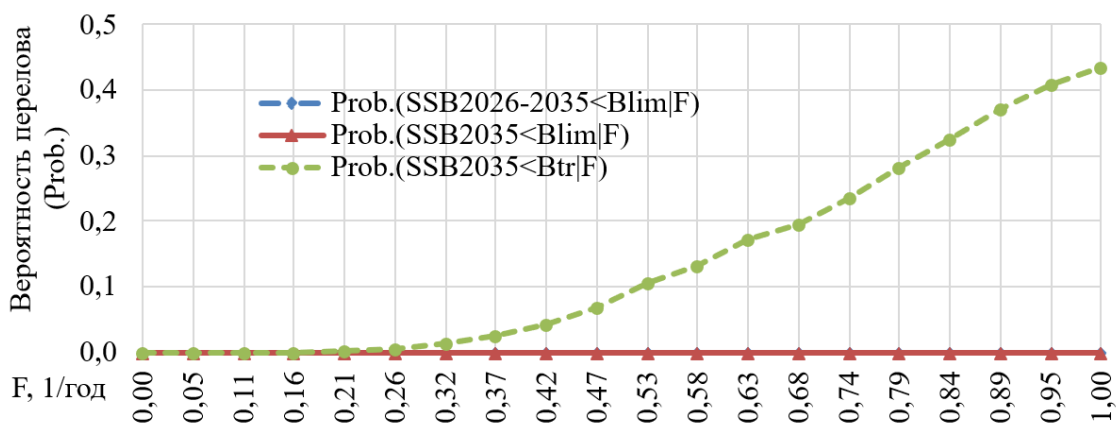


Рис. 46. Вероятности переловов за 10 лет применения ПРП

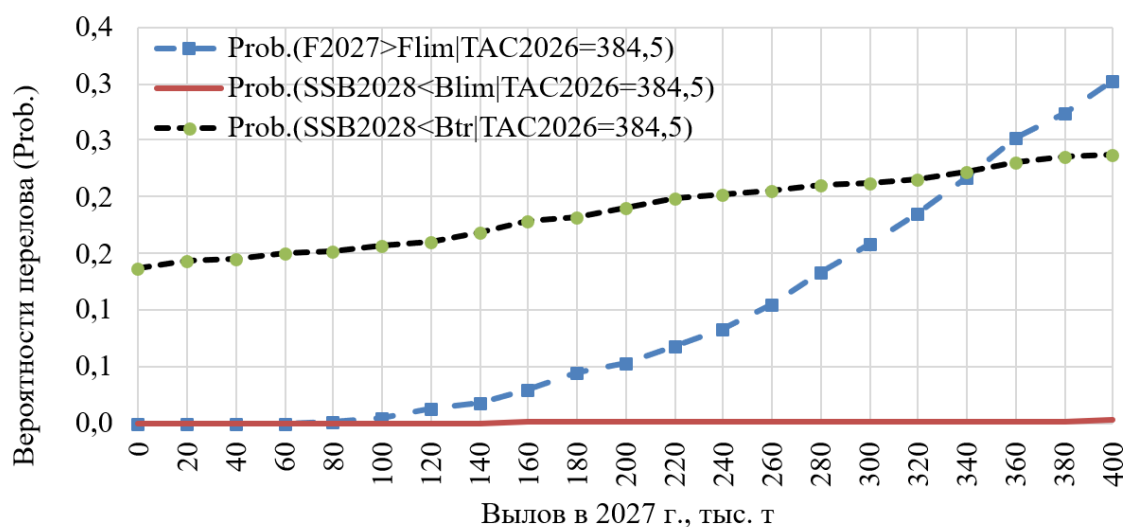


Рис. 47. Вероятности переловов в 2028 г. и превышения граничного ориентира F_{lim} в 2027 г. при различном ОДУ в 2027 г. после вылова в 2026 г. 384,5 тыс. т

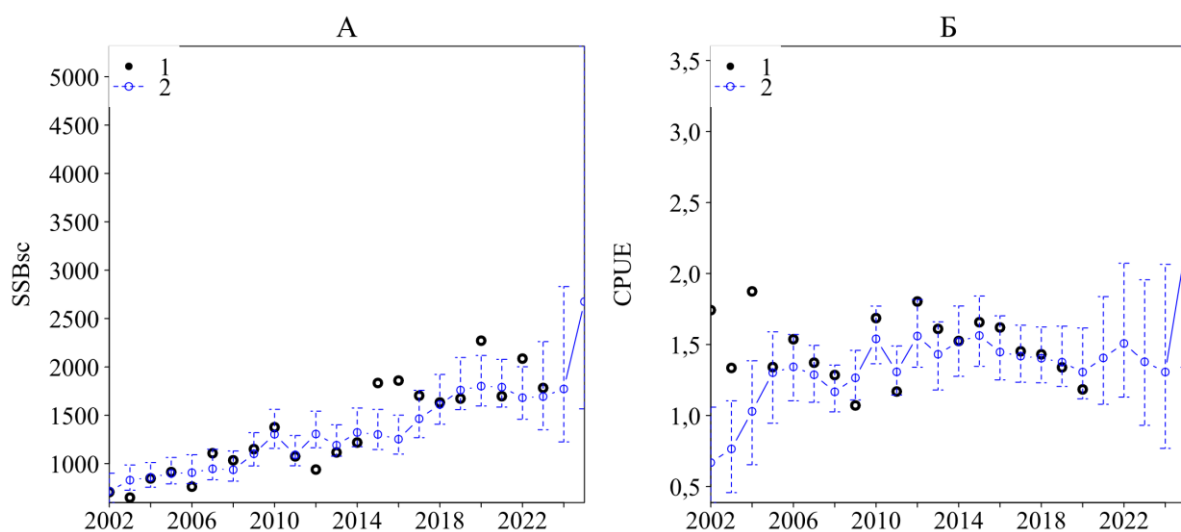


Рис. 48. Динамика запасов в масштабе их индексов: А – SSB по научным съёмкам, Б – CPUE (улов сельди тихоокеанской на 1 ставной невод тыс. т), 1 – значения индексов, 2 – их модельные распределения с 90% доверительными интервалами, показанными усами

По возрастному составу уловов такой ярко выраженной тенденции в ошибках нет, хотя сами ошибки достигают весьма внушительных величин (рис. 49-50).

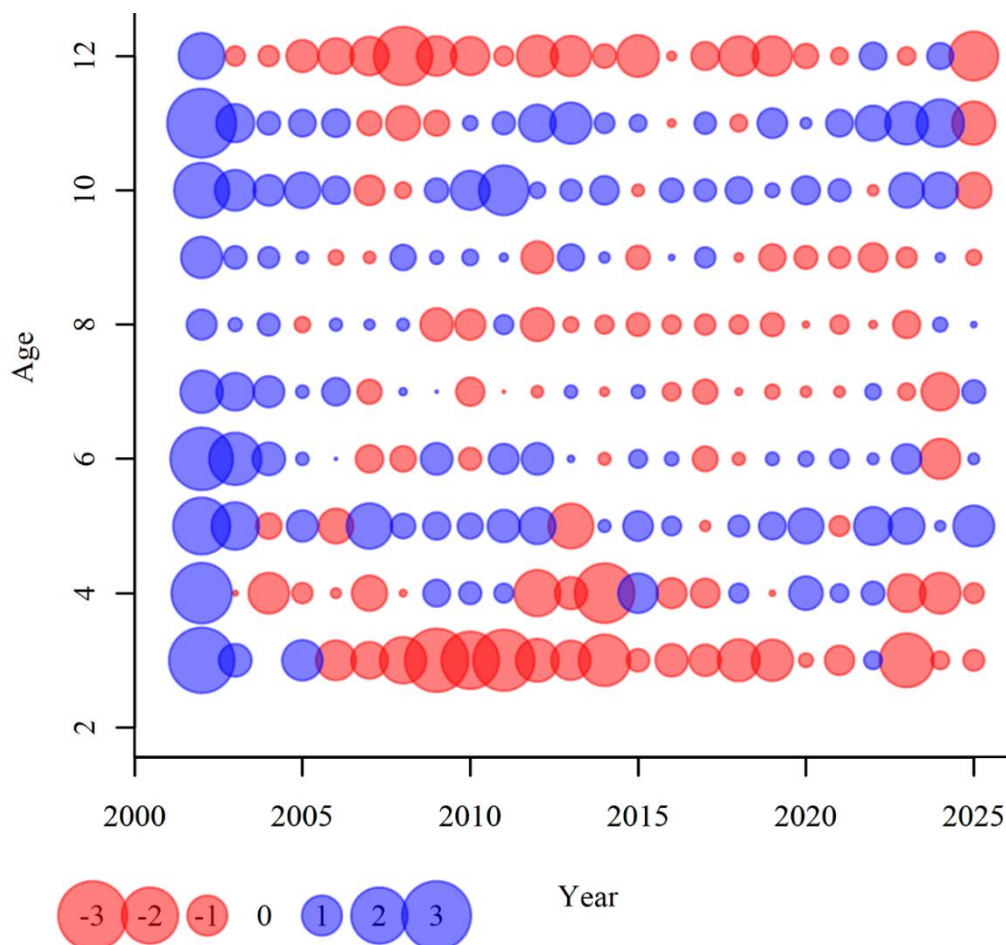


Рис. 49. Отклонения в лог масштабе численности рыб в уловах от модельных значений по годам (Year) и возрастам (Age)

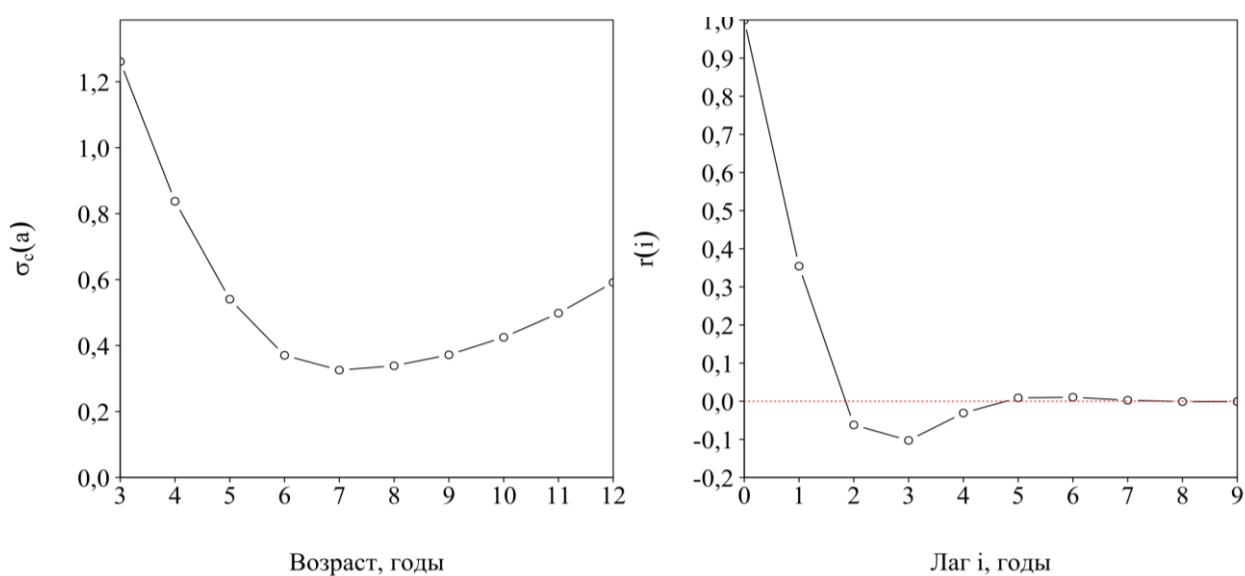


Рис. 50. Изменение стандартного отклонения ошибки наблюдения в уловах в зависимости от возраста рыб (слева) и корреляционная структура AR2 (справа)

Одной из причин является выбранная логистическая селективность (рис. 51). 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.

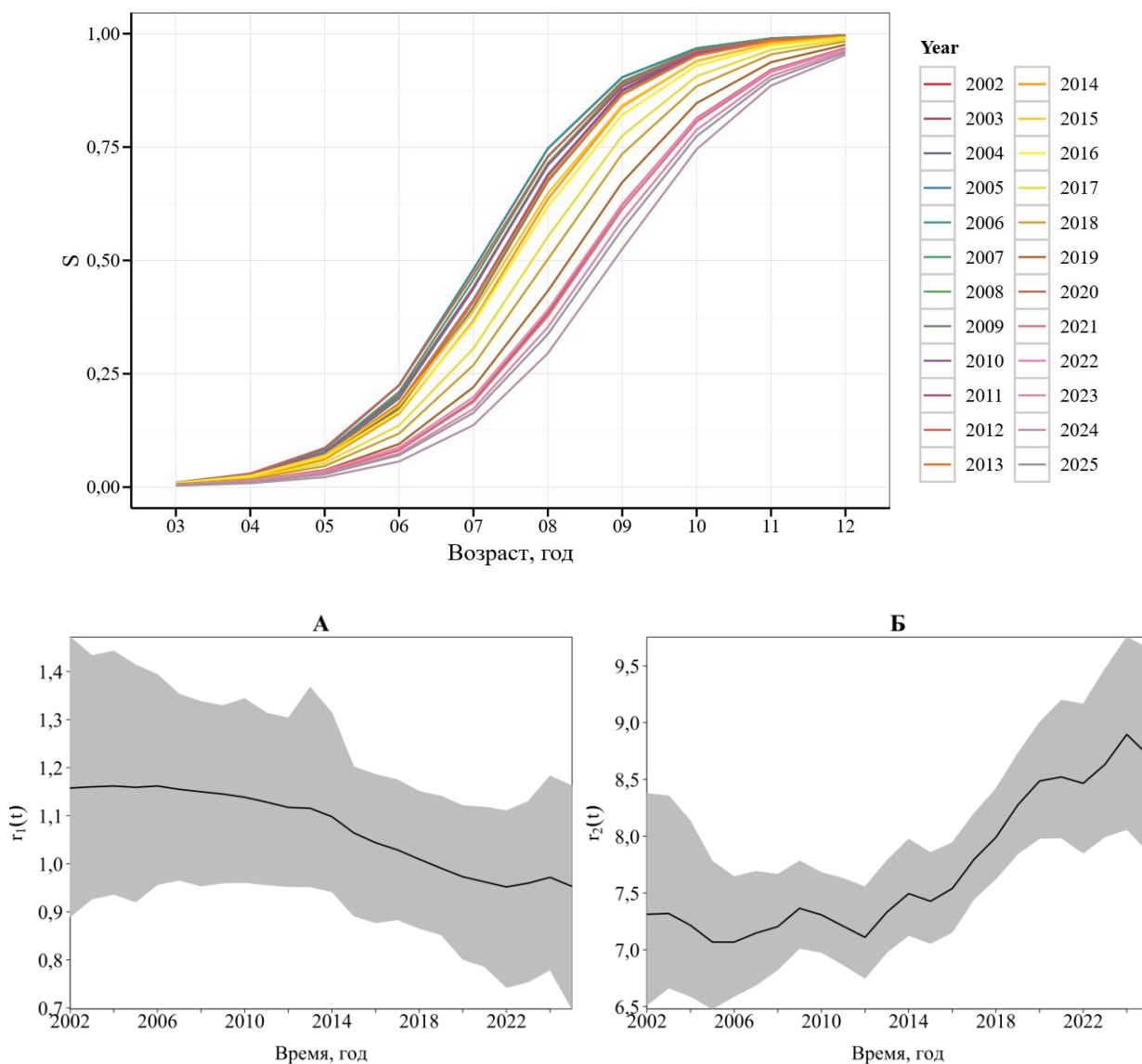


Рис. 51. Оценки логистической селективности до 2025 г. и изменения её параметров r_1 и r_2 по годам (t)

Оценка M , равная в среднем 0,2 (рис. 52) значительно не отличалась от априорного распределения, что вызвано его информативностью ($SD = 0,2$).

В целом, текущая настройка СКМ с UKS имеет более нормальные отклонения в прогнозах на 1 шаг вперёд (OSA), чем предыдущая, а также снизилось количество когорт со значимой автокорреляцией в ошибках (рис. 53).

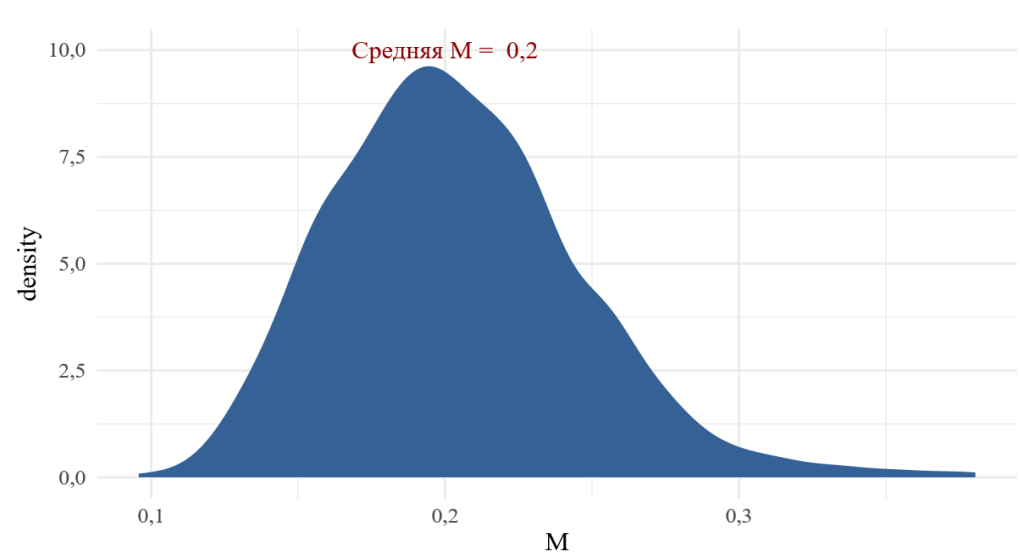


Рис. 52. Оценка M в текущей настройке СКМ с UKS по данным до 2025 г.

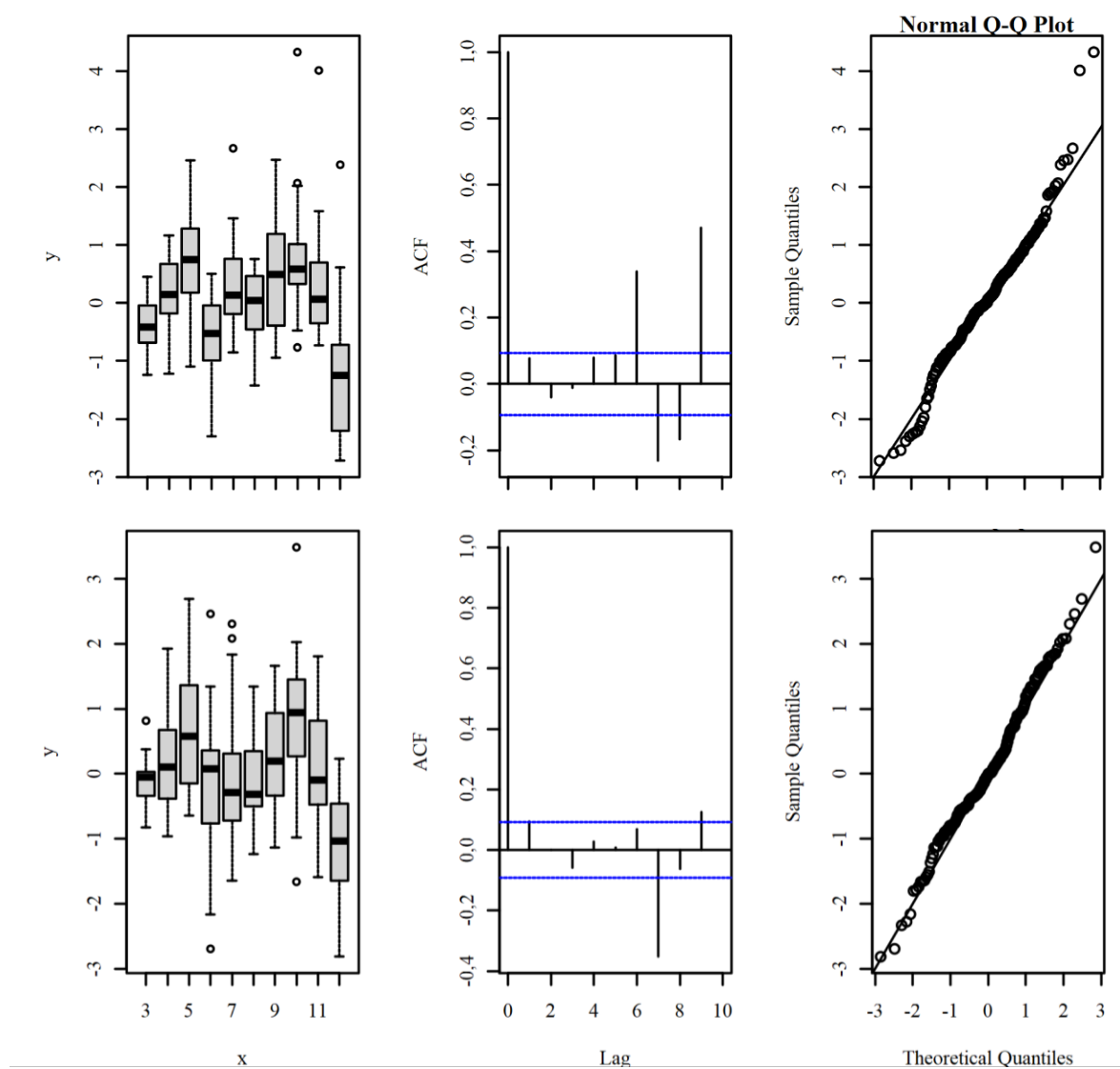


Рис. 53. Характеристики ошибок OSA в настройке СКМ с UKS по данным до 2024 г. (вверху) и по данным до 2025 г. (внизу)

61.05.2 - Западно-Камчатская подзона

Исполнитель: О.В. Прикоки («МагаданНИРО»)

Куратор: А.А. Смирнов (ФГБНУ «ВНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения

С 10 по 30 апреля 2025 г. проводились исследования траловых уловов сельди в ходе мониторинга ВБР. Для оценки биологического состояния запаса привлечены данные съёмки на НИС «Профессор Кагановский» в 2025 г.

Также привлечены данные по биологии сельди, полученные в ходе мониторинга промышленного лова сотрудниками «МагаданНИРО», «КамчатНИРО», «ТИНРО», архивные материалы исследований предыдущих лет.

Всего в 2025 г. проанализировано около 2600 экз. сельди тихоокеанской, из них определение возраста выполнено у 600 экз.

Промысловая статистика получена из данных ССД и на сайте Северо-Восточного ТУ Росрыболовства.

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 нам с 1998 г. Значит, более 1 когорты основных промысловых возрастов (до 16+ лет) уже полностью прошли в матрице численности уловов рыб. Следовательно, мы обязаны применить когортные модели, среди которых ФГБНУ «ВНИРО» рекомендует для оценки запаса и состояния сельди использовать модель ППП «Синтез» [Методические рекомендации..., 2018; Рекомендации по методикам, 2020]. Однако с тех пор автор ППП «Синтез» разработал более совершенную статистическую когортную 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.

Таким образом, предпочли 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. Исследованная выборка из преднерестовой части популяции сельди в 2025 г. состояла из поколений в возрасте от 3 до 13 лет. Наибольший вклад в возрастной состав внесли группы рыб в возрасте от 8 до 10 лет (52,7%). Доля пополнения, т.е. зрелых рыб в возрасте 3-4 лет (2021-2023 гг. рождения), была равна 17,3%. В 2025 г. была выражена группировка в возрасте 3 лет, на её долю пришлось 11,6%. Это может свидетельствовать о появлении относительно урожайного поколения 2022 г. рождения. Однако в целом возрастная структура сельди в 2025 г. свидетельствует о выходе из запаса урожайных поколений прошлых лет (табл. 18, рис. 54).

Таблица 18

Возрастной состав гижигинско-камчатской сельди по обобщенным данным в апреле 2011-2025 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	
2025	11,6	5,7	6,7	6,0	8,2	15,1	22,9	14,7	5,8	2,6	0,7	–	–	–	2600	7,6	

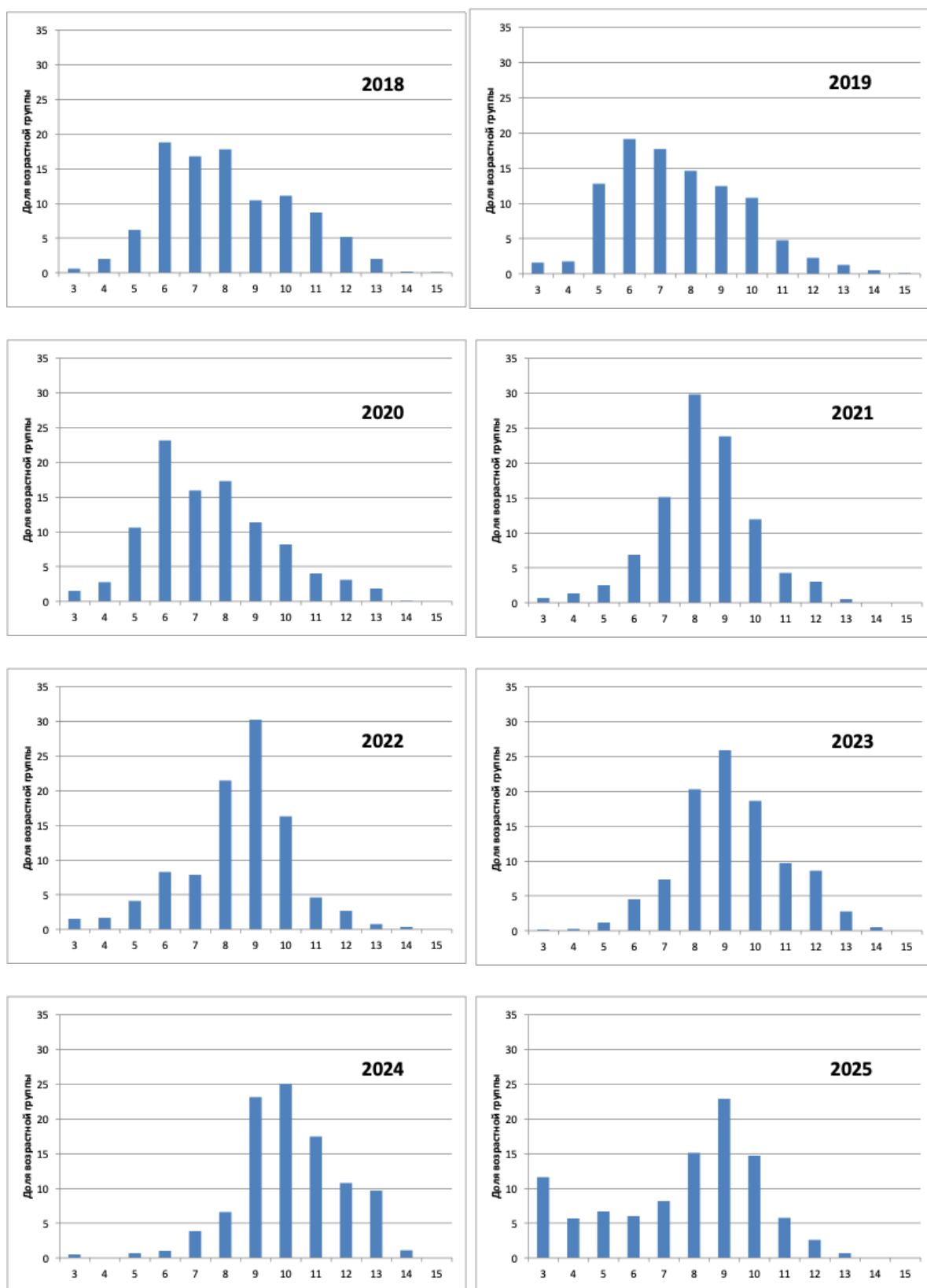


Рис. 54. Возрастной состав уловов преднерестовой гижигинско-камчатской сельди в апреле 2020-2025 гг.

Длина тела сельди (по Смитту) в траловых уловах в 2025 г. варьировала в пределах 16,3-35,6 см (в среднем 29,7 см), масса тела – 30-470 г (в среднем 247 г). Доля самок составила 50,0%.

В таблицах 19-20 представлены данные по биологии сельди из траловых уловов за 2011-2025 гг.

Таблица 19

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
2025	23,3	23,8	26,9	28,4	30,2	31,2	31,5	31,7	32,2	32,6	34,1		29,7

Таблица 20

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
2025	97	106	166	207	251	279	285	291	303	311	365		247

Таким образом, состояние запаса оценивается как относительно стабильное, однако указывает на выход из промысла урожайных поколений предыдущих лет. На графиках возрастного состава в динамике (рис. 54) видно, как возрастала доля старшевозрастных групп при отсутствии пополнения младшевозрастными. В то же время в 2023 и 2024 гг. промыслом осваивалось чуть больше 30 тыс. т, а в 2025 г. выловлено 38 тыс. т. После этого резко увеличилась доля младшевозрастных групп. Это произошло одновременно с падением промысловых характеристик при благоприятной ледовой обстановке. При этом в предыдущие годы предпосылок для образования серьезного пополнения не было. В данном случае имеет место

резкое выбывание старшевозрастных групп вследствие чрезмерного пресса промысла. Это совпало с появлением предположительно урожайного поколения, однако в целом состояние запаса, имеет негативную тенденцию. Возможно, в дальнейшем поколение, в 2025 г. представленное трёхгодовиками, проявится как высокоурожайное, устойчиво войдёт в промысел и позволит говорить о значительном пополнении, однако в данный момент динамика возрастной структуры вкупе с заметным ухудшением промысловых показателей заставляет относиться к определению ОДУ с повышенной осторожностью.

Состояние промысла. 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 69% в 2015 г. до 108,4% 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 40,1 тыс. т, что составило 91,2% от ОДУ. При этом в апреле 2020 г. были достигнуты высокие уловы на судосутки и на траление, значительно превышающие среднегодовое показатели.

В 2021 г. было выловлено 30,8 тыс. т, что составило 93,3% от ОДУ. При этом в 2021 г. (второй год) были показаны высокие уловы на судосутки и на траление, значительно превышающие среднегодовое показатели.

В 2022 г. было добыто 40,0 тыс. т сельди (93,0% от ОДУ).

В 2023 г. выловлено 31,1 тыс. т сельди (96,3% от ОДУ). Уловы на судосутки и траление оказались рекордными за последние годы.

В 2024 г. Выловлено 32,3 тыс. т (99,4% от ОДУ). Средний улов на судосутки составлял 179,2 т, на траление – 65,2 т.

В 2025 г. флот приступил к промыслу сельди в Западно-Камчатской подзоне на 5 дней раньше, чем в предыдущие годы – с 10 апреля, вместо 15 апреля. За период до 30 апреля было выловлено 25,8 тыс. т сельди (65,5% ОДУ). Средний улов на судосутки составлял 122,3 т, на траление – 50,6 т. Впервые за многолетний период существенная часть сельди в Западно-

Камчатской подзоне осваивалась в осенне-зимний период. Всего за 2025 г. было добыто 37,9 тыс. т сельди (96,2% от ОДУ).

Данные по вылову гижигинско-камчатской сельди в 2010-2025 гг. представлены в таблице 21.

Таблица 21

ОДУ/РВ, вылов и уровень освоения гижигинско-камчатской сельди в 2011-2025 гг.

Год	ОДУ (*РВ), тыс. т	Вылов, тыс. т				Освоение, %
		Преднерестовой ¹	Нерестовой	Нагульной	Всего	
2011	96	1,37	0,0003	4,83	6,2003	6,5
2012	50*	21,78	0,00006	0,76	22,54006	45,1
2013	70*	79,08	0,00007	-	79,08007	113,0
2014	68*	69,44	0,00027	-	69,44027	102,1
2015	47*	30,99	0,00029	1,46	32,45029	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	56,650302	88,5
2019	46*	49,88	0,00036	0,0	49,88036	108,4
2020	44	38,40	0,000097	1,73	40,130097	91,2
2021	33	29,56	0,000131	1,24	30,800031	93,3
2022	43	40,00	0,00023	0,0	40,00023	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
2025	39,4	25,8	0,0	12,1	37,9	96,2

Примечание: ¹ - в ходе специализированного промысла и как прилов при промысле минтая

Рост относительной эффективности промысла, который наблюдался с момента перевода сельди Западно-Камчатской подзоне в перечень объектов, на которые устанавливается ОДУ, до 2022 г., был связан, в основном, с изменением стратегии промысла. Рыбопромышленные компании, наделённые долями квот, сосредоточили усилия на оптимизации промысловых мощностей под имеющиеся лимиты. Оснащение судов современными высокоэффективными травами 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%. С 2024 г. среднетоннажные суда в промысле не участвовали. Несмотря на это в 2024-2025 гг. улов на усилие снизился. Вылов на судосутки также показал снижение.

Основные показатели вылова сельди в Западно-Камчатской подзоне в многолетней ретроспективе приведены в таблице 22.

Характеристики тралового промысла сельди тихоокеанской в Западно-Камчатской подзоне в апреле 2011-2025 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
2025	50,6	122,3	15

Таким образом, состояние промысла в 2024-2025 гг. показывает падение абсолютных и относительных величин вылова.

В то же время, по данным съёмки НИС «Профессор Кагановский», плотность сельди в Западной Камчатке находится на невысоком, по сравнению со среднемноголетними показателями, уровне. График плотности сельди и её вылова в 2015-2025 гг. представлен на рисунке 55.

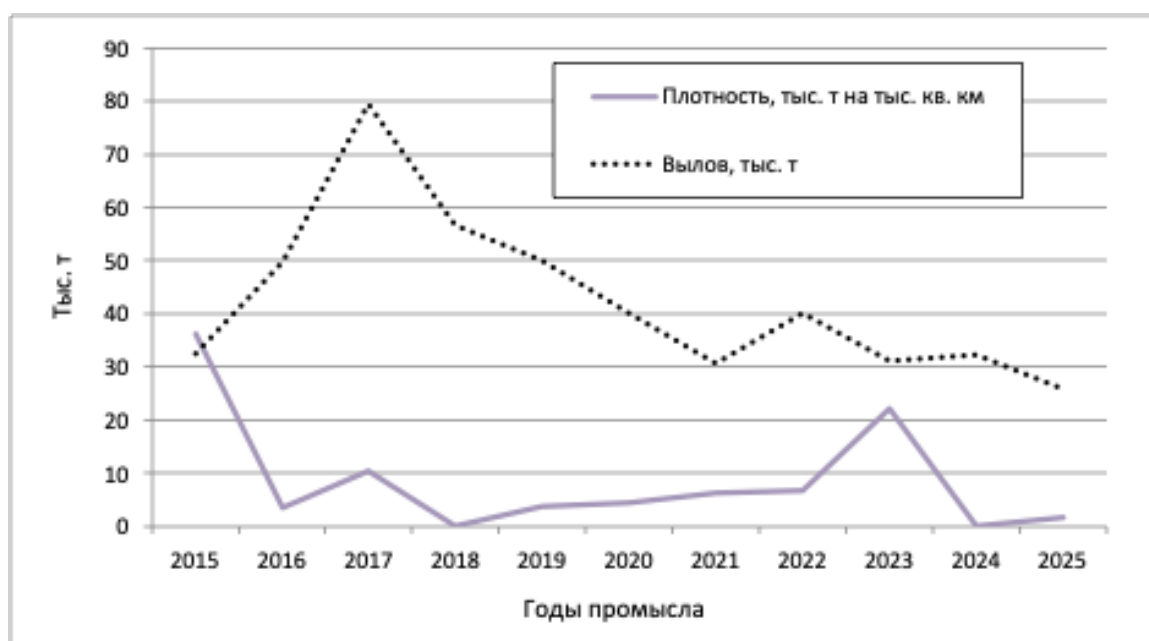


Рис. 55. Плотность распределения сельди тихоокеанской по данным съёмки НИС «Профессор Кагановский» и вылов по данным промысловой отчётности в преднерестовый период в Западно-Камчатской подзоне в 2015-2025 гг.

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. Цитируя «Методические рекомендации по оценке запасов приоритетных видов водных биологических ресурсов» [Методические рекомендации..., 2018]: «Ретроспективный анализ – это серия расчётов с последовательным исключением последнего года из исходных данных».

Последовательно укорачивали ряды наблюдений до 5 лет в прошлое и оценивали показатель Боба Мона (ρ) [Mohn, 1999]. Таким образом, ретроспективный анализ состояния запаса здесь проводился согласно требованиям приказа Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104 и монографии «ВНИРО» «Методические рекомендации...» [Методические рекомендации..., 2018]. Обнаружены значимые отклонения в динамике биомассы и её эксплуатации, не требующие упреждающей коррекции (рис. 56, 57, табл. 23). Коррекция не требуется из-за того, что биомасса систематически занижается, а промысловая смертность, наоборот, завышается.

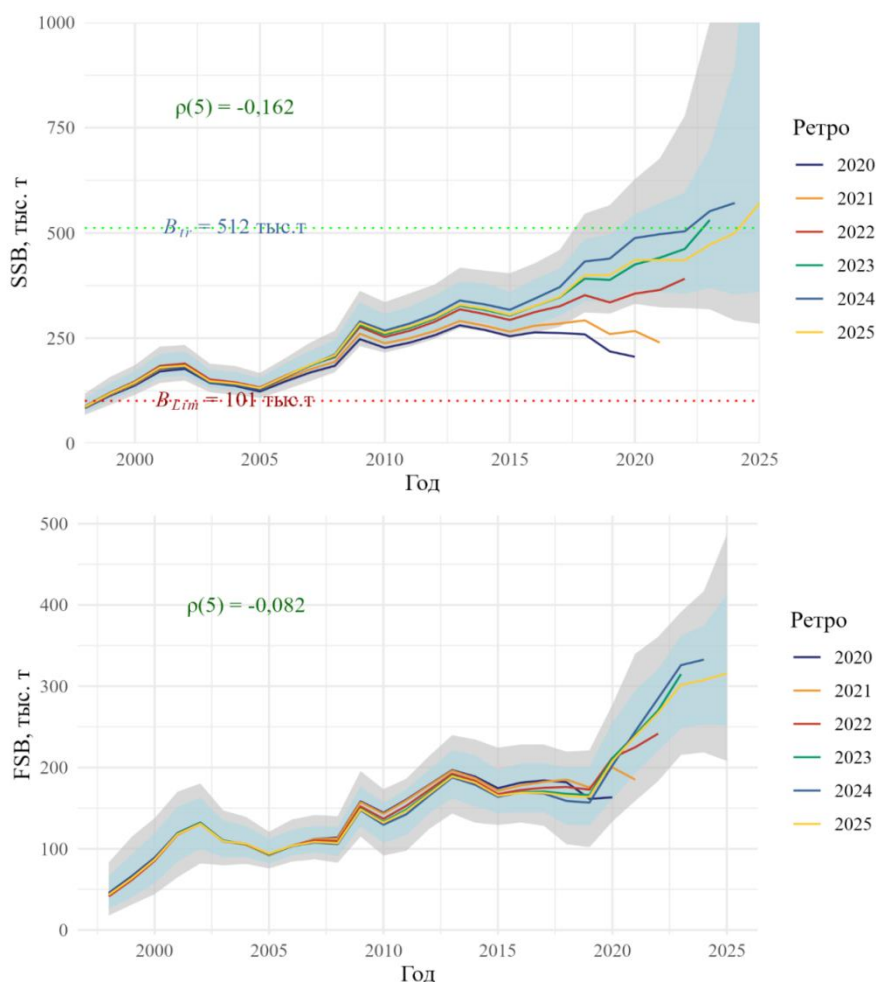


Рис. 56. Ретроспективный анализ SSB и эксплуатируемой биомассы (FSB) в СКМ с UKS

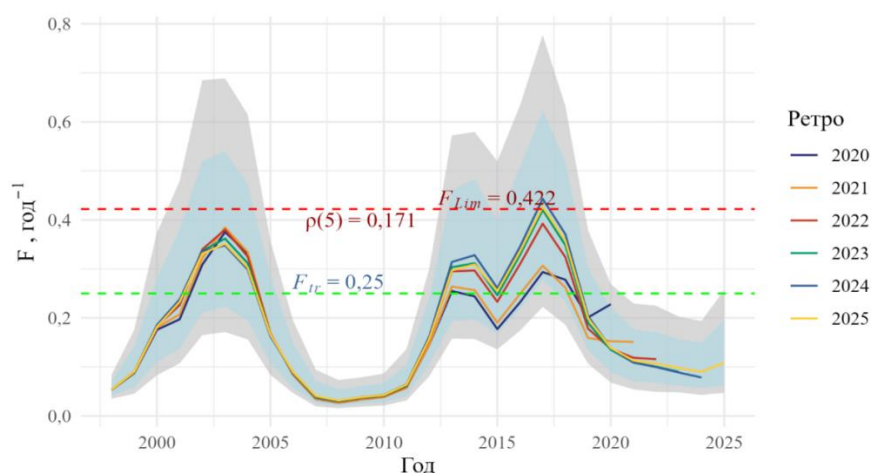


Рис. 57. Ретроспективный анализ F в СКМ с UKS

Таблица 23

Показатели Мона в ретроспективном анализе UKS

Модель	ρ SSB	ρ FSB	ρ F	Год оценки
СКМ с UKS	-0,354	-0,208	0,728	2025
СКМ с UKS	-0,162	-0,082	0,171	2026

В текущей настройке ретроспективный анализ прошёл успешнее (показатели Мона ближе к 0), но весь масштаб биомасс снизился, а у промысловой смертности, наоборот, вырос. Это произошло из-за принудительной привязки масштаба нерестовой биомассы в модели к SSB по авиаучётным съёмкам, а также более информативного априорного распределения M (около 0,2 при $SD = 0,2$). Следовательно, все ориентиры изменились, но модель настроилась гораздо лучше, судя по следам ковариационных матриц (рис. 58). 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].

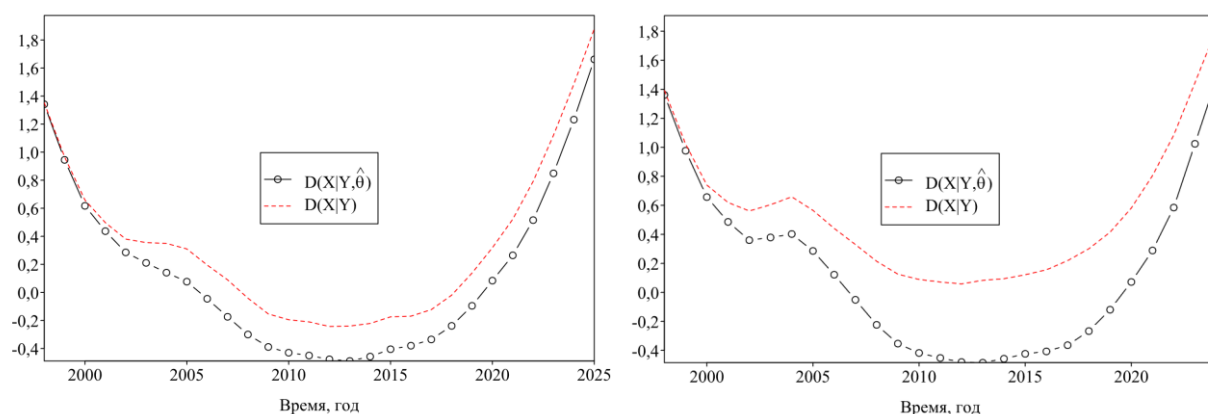


Рис. 58. Следы ковариационных матриц в текущей настройке по обновлённым данным до 2025 г. (слева) и в предыдущей по данным до 2024 г.

Определение биологических ориентиров

Из-за новой настройки и слабой ретроспективной устойчивости СКМ с UKS (со значительными отклонениями по SSB) целевые ориентиры требуется обновить. Таким образом, здесь целевые ориентиры выбраны заново из статистики многомерных нормальных вероятных распределений в 1000 испытаниях Монте-Карло (табл. 24).

Таблица 24

Статистические характеристики биологических ориентиров

ПРП	Параметр	Мин.	2,50%	5%	25%	50%	Среднее	SE
F_{tr}	F _{LimCaddy}	0,215	0,249	0,258	0,287	0,309	0,315	0,040
	F _{msy.R}	0,122	0,157	0,167	0,235	0,532	1,112	0,875
	F _{msy.BH}	0,087	0,108	0,114	0,163	0,265	0,828	0,837
	F ₄₅	0,175	0,264	0,280	0,346	0,402	0,430	0,124
	F ₄₀	0,213	0,343	0,365	0,457	0,538	0,580	0,181
	F ₃₅	0,263	0,452	0,489	0,620	0,740	0,802	0,265
F_{tr}	F _{0.1}	0,206	0,235	0,246	0,279	0,306	0,313	0,049
	F _{med}	0,121	0,271	0,296	0,398	0,485	0,535	0,220
	F _{lim.B_{loss}}	0,804	2,000	2,000	2,000	2,000	1,995	0,068
	F _{lim.B_{20bvir}}	0,559	1,329	1,479	2,000	2,000	1,917	0,196
F_{Lim}	F _{lim.B_{25bvir}}	0,422	0,871	0,967	1,284	1,569	1,570	0,364
	B _{loss}	59	68	70	81	88	89	12
	B _{20.Bvir}	81	138	156	220	302	487	922
B_{Lim}	B _{25.Bvir}	101	167	180	255	338	536	1016
	B _{msy.Ricker}	117	235	269	441	709	4032	36020
	B _{msy.BivHolt}	35	105	122	277	546	1889	11762
	B _{med}	231	295	317	415	539	841	1568

Используя предосторожный подход, определены граничные ориентиры:

по F по минимуму $F_{lim.B25bvir} = F_{Lim} \approx 0,422 \text{ год}^{-1}$;

по минимуму $B_{25.Bvir} = B_{Lim} \approx 101 \text{ тыс. т.}$

Целевые или триггерные (tr) ориентиры выбирали из тех, что имели стандартную ошибку (SE) ниже 0,05:

по F выбрали по нижним границам доверительных интервалов $F_{0.1}$ и $F_{LimCaddy}$ (Бивертон-Холт). $F_{tr} \approx 0,25 \text{ год}^{-1}$;

по SSB, соответствующий F_{tr} по кривым равновесных уловов (рис. 57) при среднем за последние 10 лет пополнении (898 млн рыб) $B_{tr} \approx 512 \text{ тыс. т.}$

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 (рис. 59).

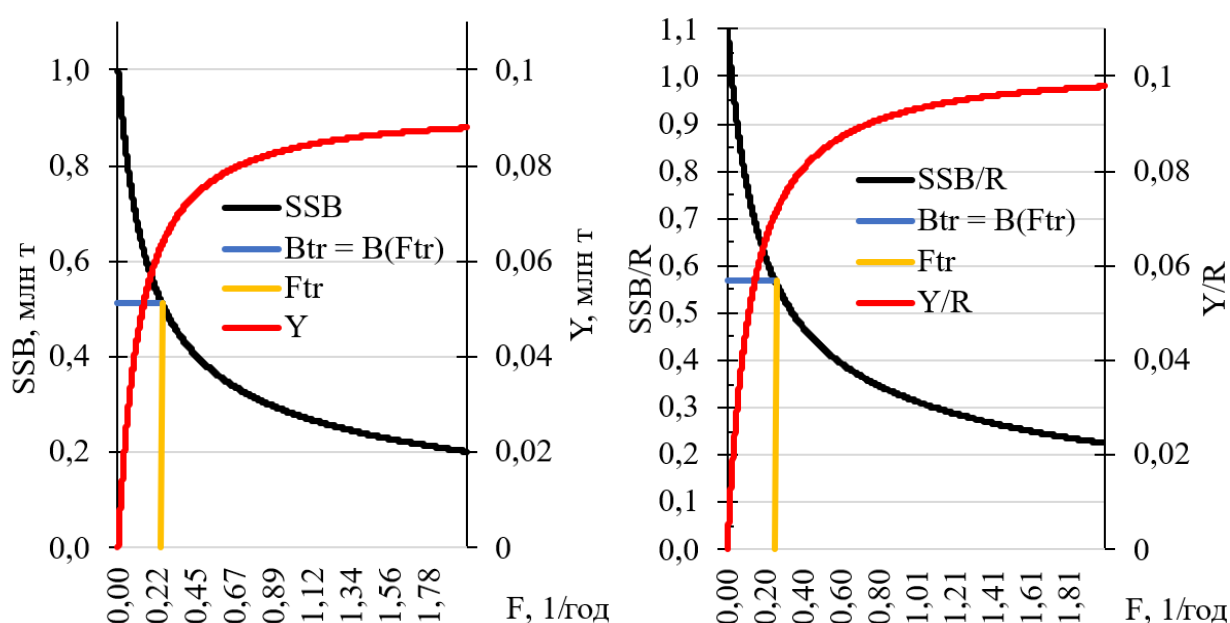


Рис. 59. Кривые равновесной SSB и равновесного улова Y , в т.ч. на рекрута R при среднем за последние 10 лет пополнении (898 млн рыб)

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 2025 г. в данном ПРП и точечный прогноз на 10 лет вперёд показаны ниже (рис. 60). Согласно точечным оценкам, запас останется в безопасной зоне его состояния или в зоне постоянной интенсивности промысла, но в 2025 г. неопределённость состояния запаса и его эксплуатации огромны.

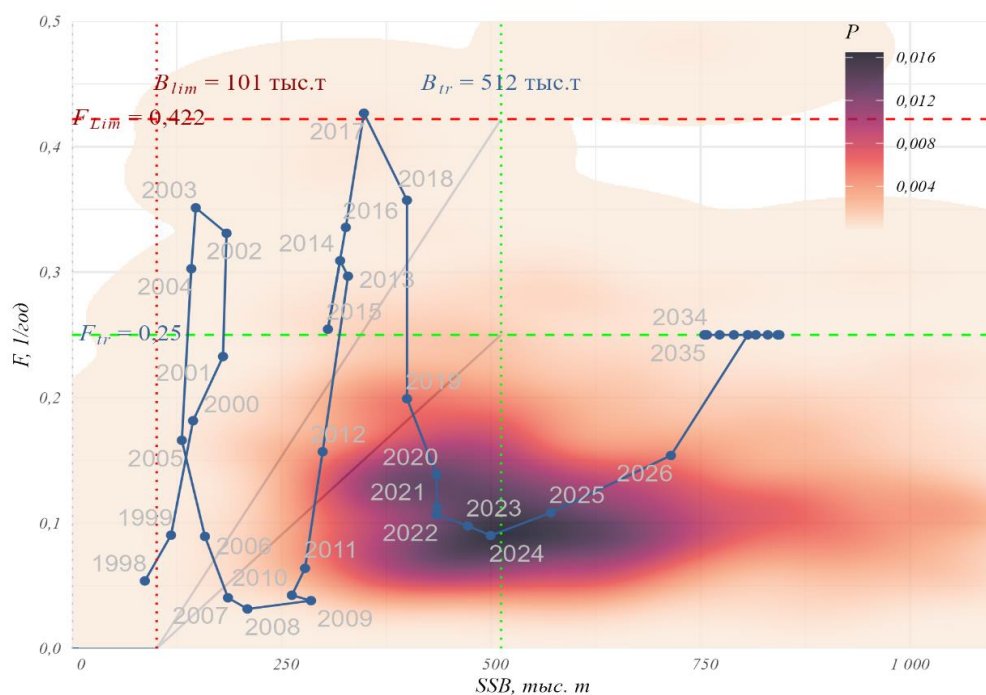


Рис. 60. Вероятное состояние запаса в 2025 г., показанное плотностью (P), и точечный прогноз SSB при вылове сельди тихоокеанской в 2026 г. 47,6 тыс. т и дальнейшем следовании ПРП

Прогнозирование состояния запаса

Статистические распределения биологических параметров за последние 10 лет (рис. 61, 62), вылова 47,6 тыс. т в 2026 г. и последующее применение ПРП приводит к следующей вероятной динамике SSB на 10 лет вперед (рис. 63).

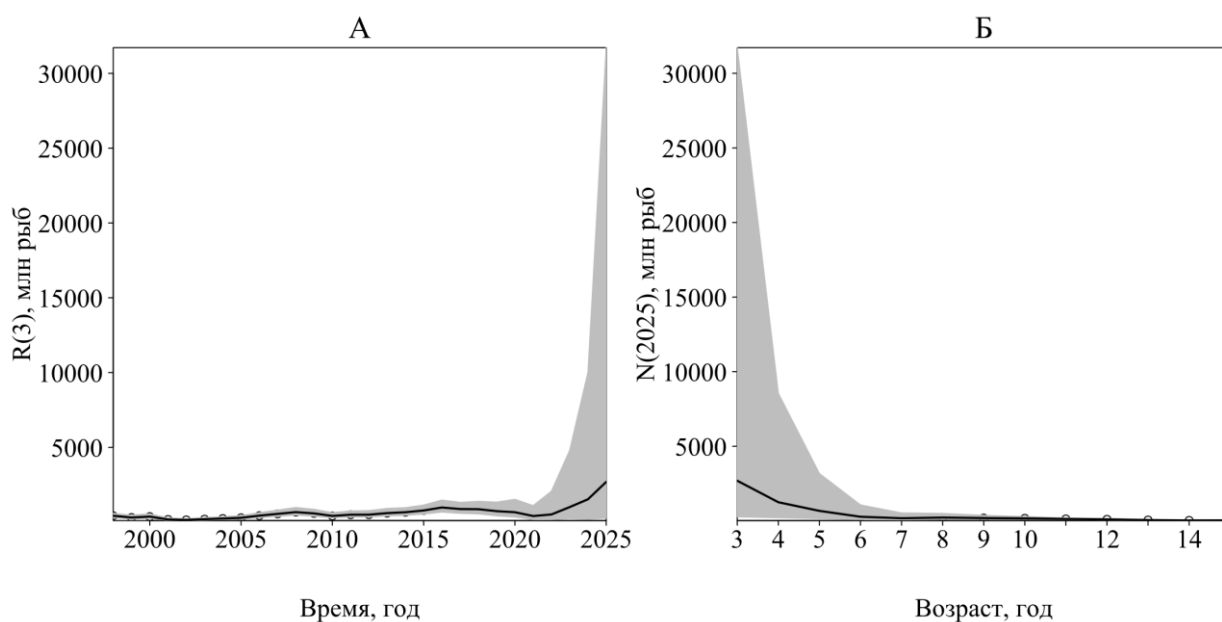


Рис. 61. Распределение (А) динамики пополнения в возрасте 3 года $R(3)$ с 90% доверительными интервалами, показанными здесь и далее серой заливкой, и численности $N(2025)$ рыб по возрастам в 2025 г. (Б), млн рыб

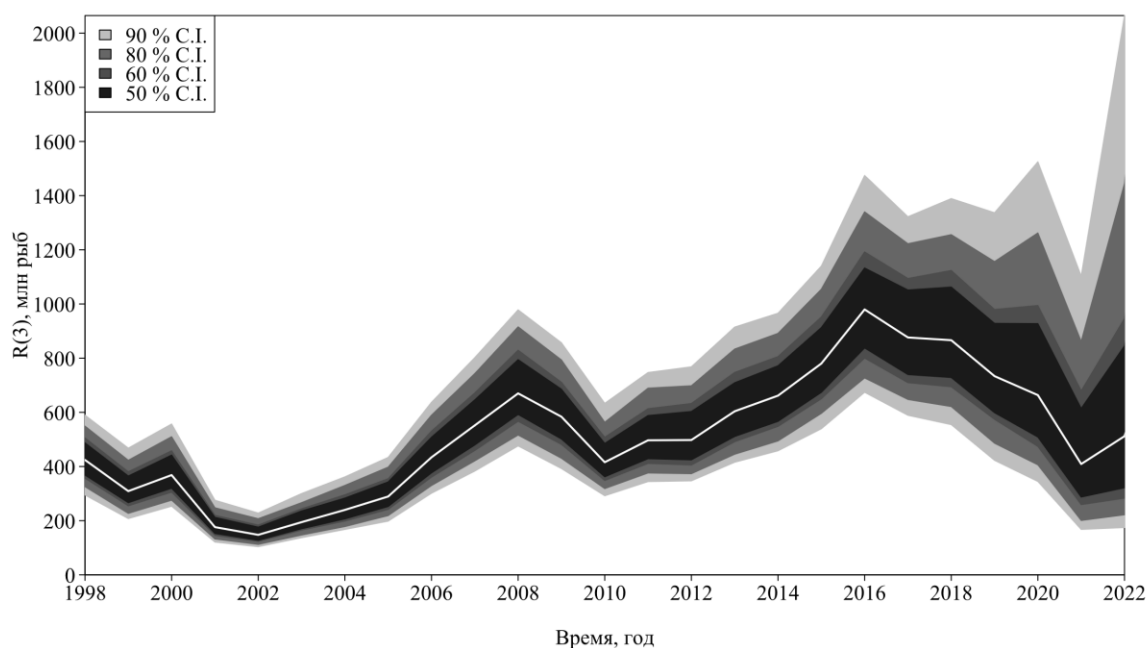


Рис. 62. Распределение динамики пополнения по меньшей разнице процентилей С.И. по годам, по которым особи достаточно проявились в промысле (в 2023-2025 гг. большая ошибка)

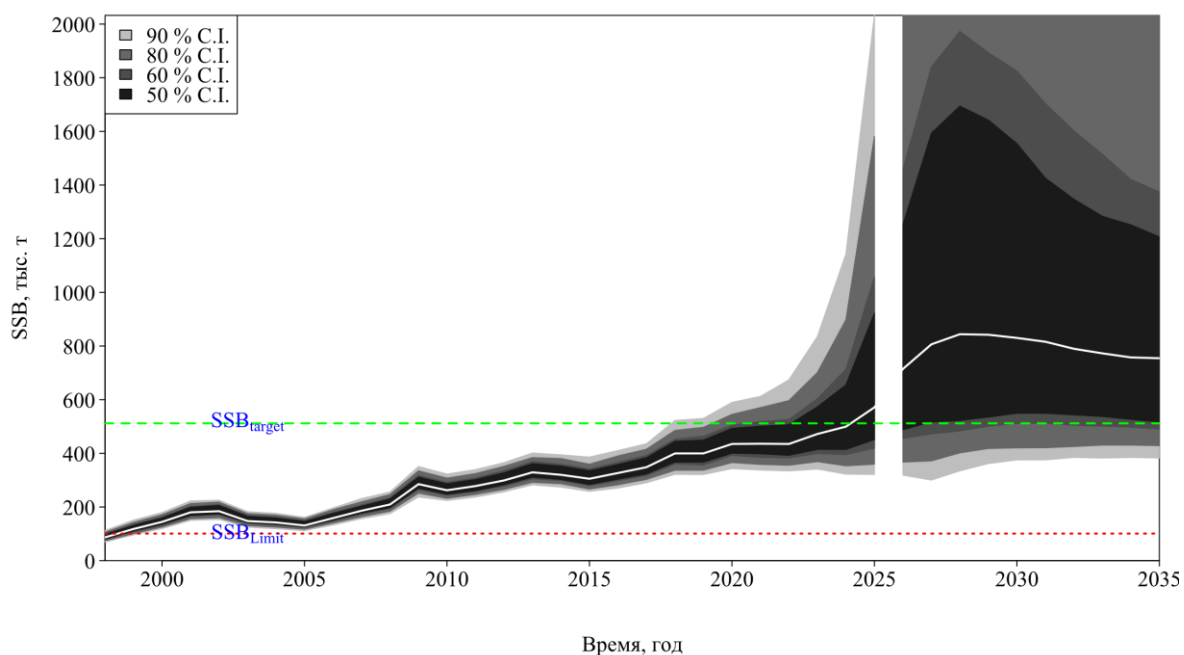


Рис. 63. Вероятное распределение SSB при вылове в 2026 г. 47,6 тыс. т сельди тихоокеанской в Западно-Камчатской подзоне и последующей реализации ПРП

Согласно данному прогнозу, большая часть вероятной динамики SSB пройдет выше целевого ориентира, что достаточно предосторожно. Более детально эти вероятности показаны ниже (рис. 64).

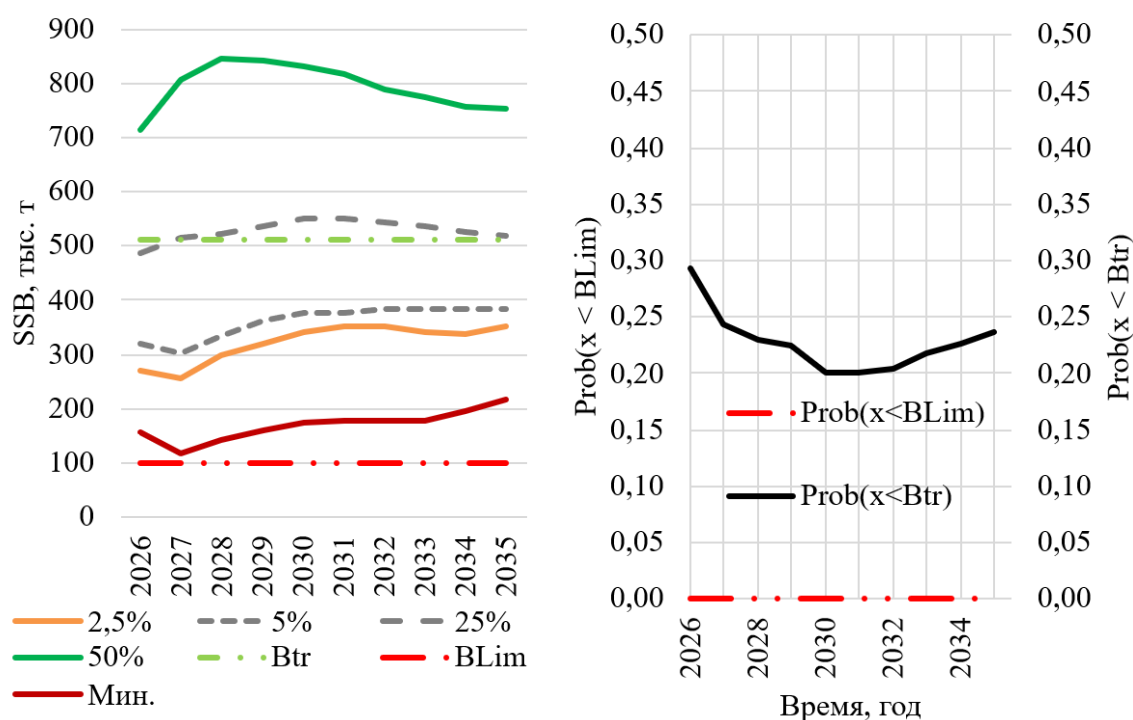


Рис. 64. Вероятные состояния SSB сельди тихоокеанской в Западно-Камчатской подзоне при вылове около 47,6 тыс. т в 2026 г. и последующей реализации ПРП

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, вероятность которого через 10 лет будет ниже 25%.

В числовом выражении прогноз SSB показан ниже (табл. 25).

Таблица 25

Статистические характеристики прогноза SSB, тыс. т

Год	Мин.	2,5%	5%	25%	50%	75%	95%	97,5%	Макс.	Среднее	SE
2026	158	271	319	488	715	1252	3199,94	4612,15	40455,1	1288	2642
2027	119	255	301	517	806	1593,1	4665,19	6831,92	68291,5	1682	4097
2028	141	299	335	523	844	1694,3	5106,64	8037,91	80042,5	1817	4647
2029	159	319	362	535	842	1642	4874,13	8098,26	81434,1	1790	4598
2030	174	340	376	550	830	1554,5	4520,45	7377,45	77823,1	1689	4279
2031	177	352	376	549	816	1425,7	4207,3	6554,86	74239,8	1568	3913
2032	177	351	385	543	790	1347,1	3763,93	5683,42	69938,3	1461	3600
2033	177	341	383	538	773	1283,5	3449,96	5024,19	67672,8	1380	3378
2034	195	339	385	527	758	1251,6	3203,91	4570,78	66039,9	1320	3218
2035	219	351	383	517	755	1206,8	3188,57	4359,83	65352,5	1276	3074

Обоснование рекомендованного объёма ОДУ

Согласно ПРП, прогноз ОДУ представлен в таблице 26. Медиана рекомендованного улова в 2027 г. по ПРП находится на уровне 82,3 тыс. т, но

ошибка средней ($SE = 215,2$ тыс. т) выше более чем в 2 раза, следовательно, прогноз крайне неопределён.

Таблица 26

Прогноз ОДУ сельди тихоокеанской в Западно-Камчатской подзоне по ПРП

Год	10%	11%	12%	13%	14%	15%	25%	50%	75%	Среднее	SE
2026	47,6	47,6	47,6	47,6	47,6	47,6	47,6	47,6	47,6	47,6	
2027	31,9	33,8	36,1	37,9	40,4	42,3	56,8	82,3	134,8	125,0	215,2
2028	34,7	38,1	40,0	41,9	43,3	44,7	57,8	88,9	161,8	157,5	330,3
2029	39,6	41,5	42,7	44,3	45,8	46,8	60,2	93,3	183,5	185,0	431,7
2030	41,1	42,6	44,7	46,2	47,2	49,4	61,4	96,5	188,4	198,2	490,8
2031	42,3	43,7	45,0	47,2	48,7	49,8	63,7	95,7	183,3	194,9	491,5
2032	43,6	44,9	46,6	48,1	49,8	50,7	62,8	92,1	168,1	182,3	454,9
2033	44,1	45,4	46,6	48,2	49,6	51,0	62,3	90,9	159,7	169,4	416,6
2034	43,1	45,3	46,8	48,9	50,2	51,8	62,4	88,2	148,0	157,9	383,3
2035	43,9	45,2	46,9	47,8	49,5	50,8	61,8	87,6	142,6	149,6	360,4

Учитывая высокую неопределённость параметров модели, смену настройки на более точное соответствие историческим рядам оценок SSB по результатам авиаучётных работ, а также высокую ошибку прогнозов ОДУ, предлагаем установить **ОДУ сельди тихоокеанской в Западно-Камчатской подзоне в 2027 г. равным 42,300 тыс. т.** На этом уровне наблюдается достаточно низкий уровень статистической ошибки. Из-за высокой ошибки терминальной численности большая часть состояний завышают прогноз, поэтому взят ОДУ по нижней границе 70% доверительного интервала. На уровне, соответствующем 15% перцентилю, наблюдаются минимальные статистические риски. Эта величина объёма ОДУ ниже, чем утверждённый на 2026 г. объём (47,6 тыс. т), однако учитывая состояние промысла и биологическую структуру, а также гораздо более низкую ошибку, чем ошибка средней, полагаем, что данная величина объёма ОДУ представляется обоснованной.

Анализ и диагностика полученных результатов

Выбранный целевой уровень эксплуатации ($F_{cr} = 0,25 \text{ год}^{-1}$) имеет низкие (<20%) риски подрыва запаса, а риск перелова по росту ниже 0,3 (рис. 65).

Причина – это ошибки (изначально крайне высокая неопределённость) численности возрастных групп до 7 лет в 2025 г. (рис. 59).

Предлагаемый ОДУ в 2027 г. (42,300 тыс. т) также не имеет высоких рисков наступления неблагоприятных последствий через год и в год промысла (рис. 66). Максимальный риск – это перелов по росту, который ниже 30%, вызван огромной неопределённостью терминальной численности младших возрастных групп сельди.

Индекс нерестового запаса (SSBsc) не укладывается в моделируемую динамику SSB в начале и в последние годы наблюдений (2018-2019 гг.).

Индекс эксплуатируемой биомассы или CPUE оказывается рос сильнее, а затем снижался сильнее, чем ожидалось в СКМ с UKS (рис. 67).

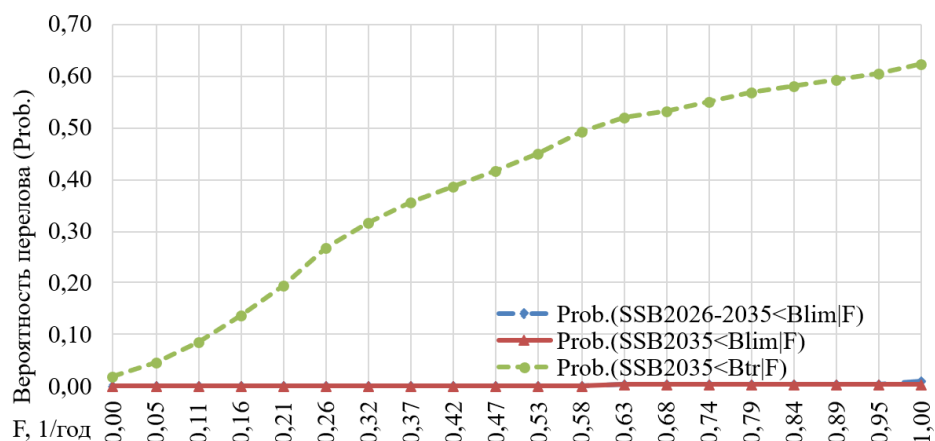


Рис. 65. Вероятности переловов за 10 лет применения ПРП

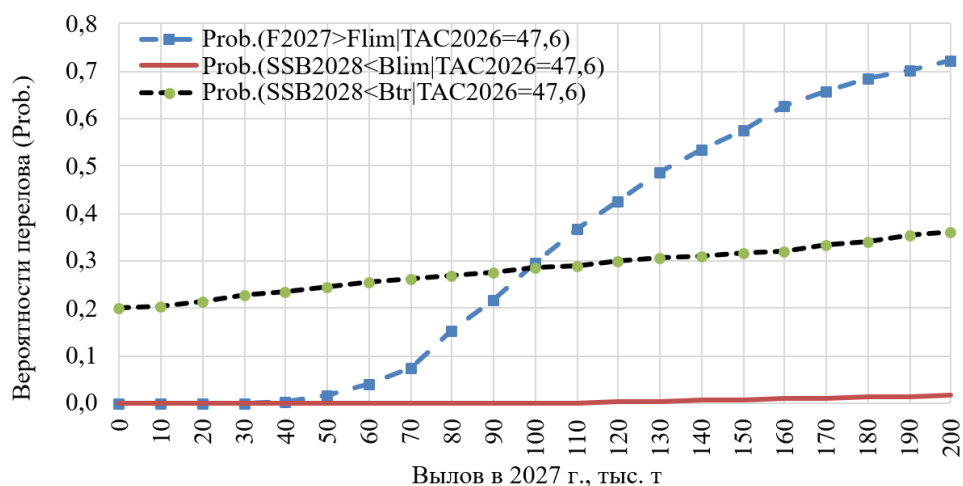


Рис. 66. Вероятности переловов в 2028 г. и превышения граничного ориентира F_{lim} в 2027 г. после вылова в 2026 г. 47,6 тыс. т

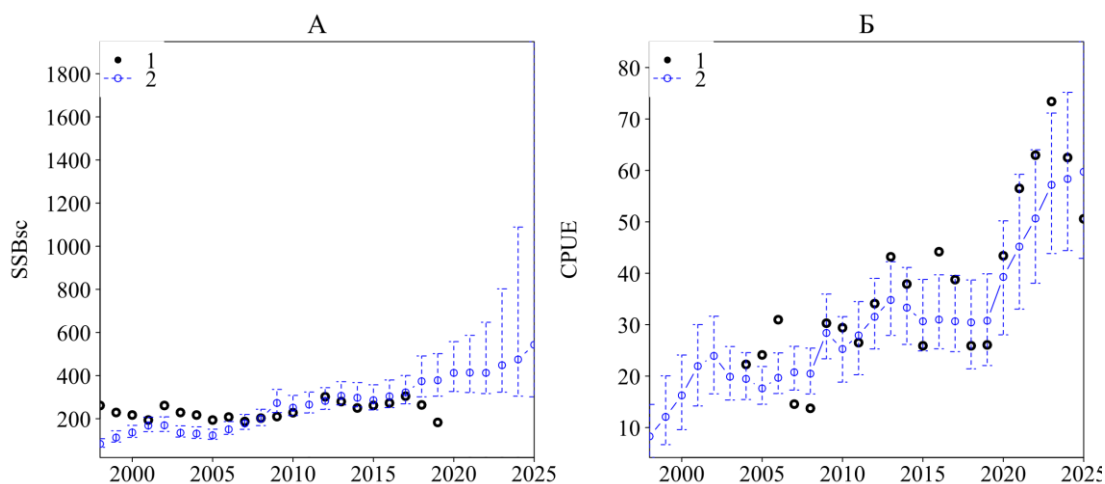


Рис. 67. Динамика запасов в масштабе их индексов: А – SSB по авиаучётам, Б – CPUE, 1 – значения индексов, 2 – их модельные распределения с 90% доверительными интервалами, показанными усами

Таким образом, зависимость от промысла информация (CPUE) даёт снижение уязвимой биомассы сильнее, чем ожидается в СКМ с UKS, особенно в 2025 г. 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. 68, 69).

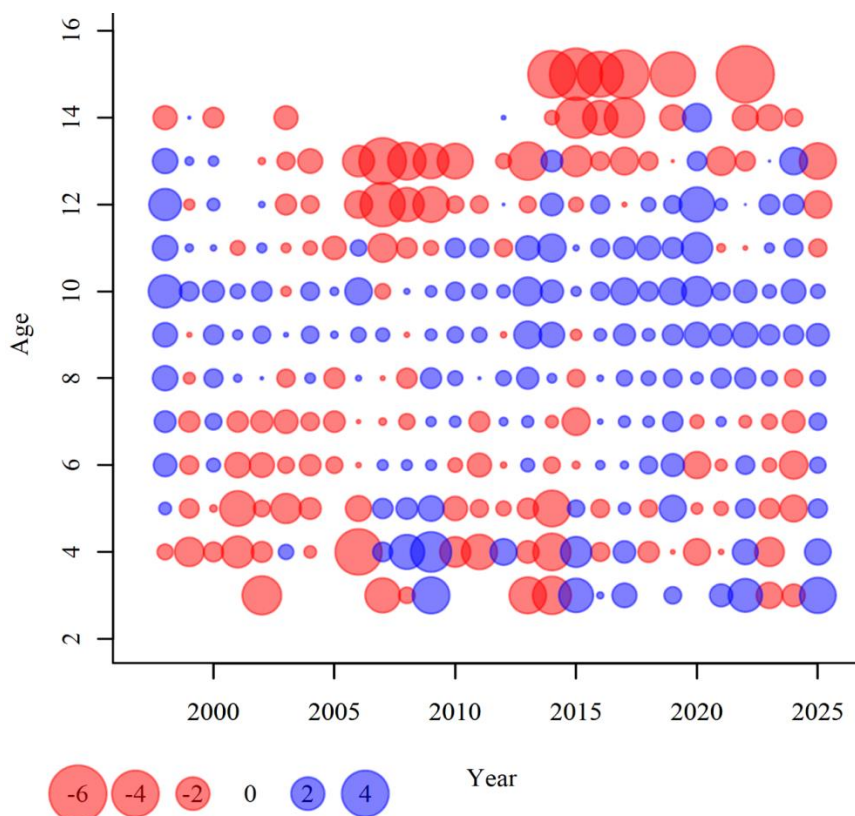


Рис. 68. Отклонения в лог масштабе численности рыб в уловах от модельных значений по годам (Year) и возрастам (Age)

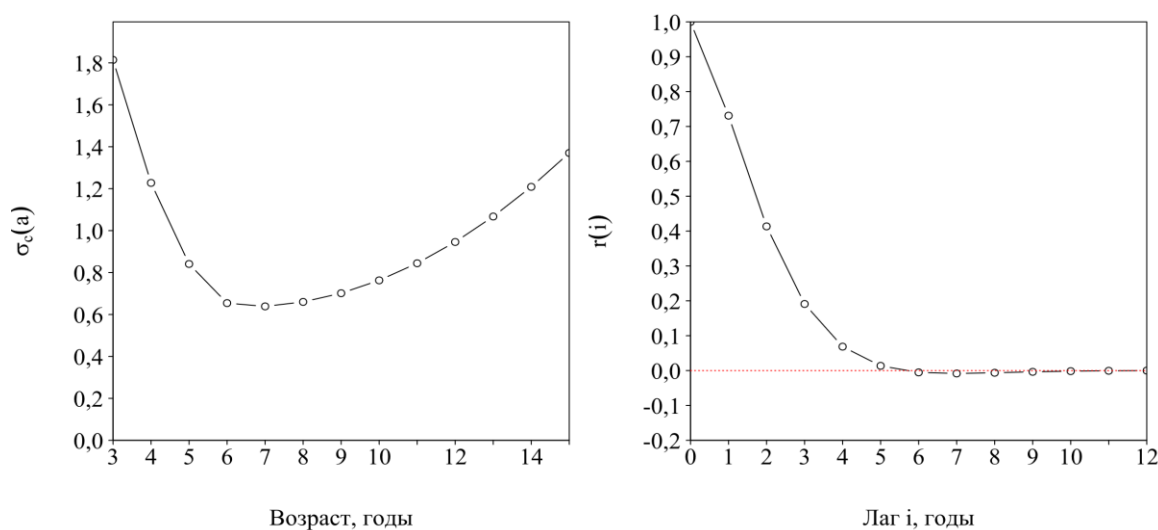


Рис. 69. Изменение стандартного отклонения ошибки наблюдения в уловах в зависимости от возраста рыб (слева) и корреляционная структура AR2 (справа)

Одной из причин является выбранная логистическая селективность (рис. 70). 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.

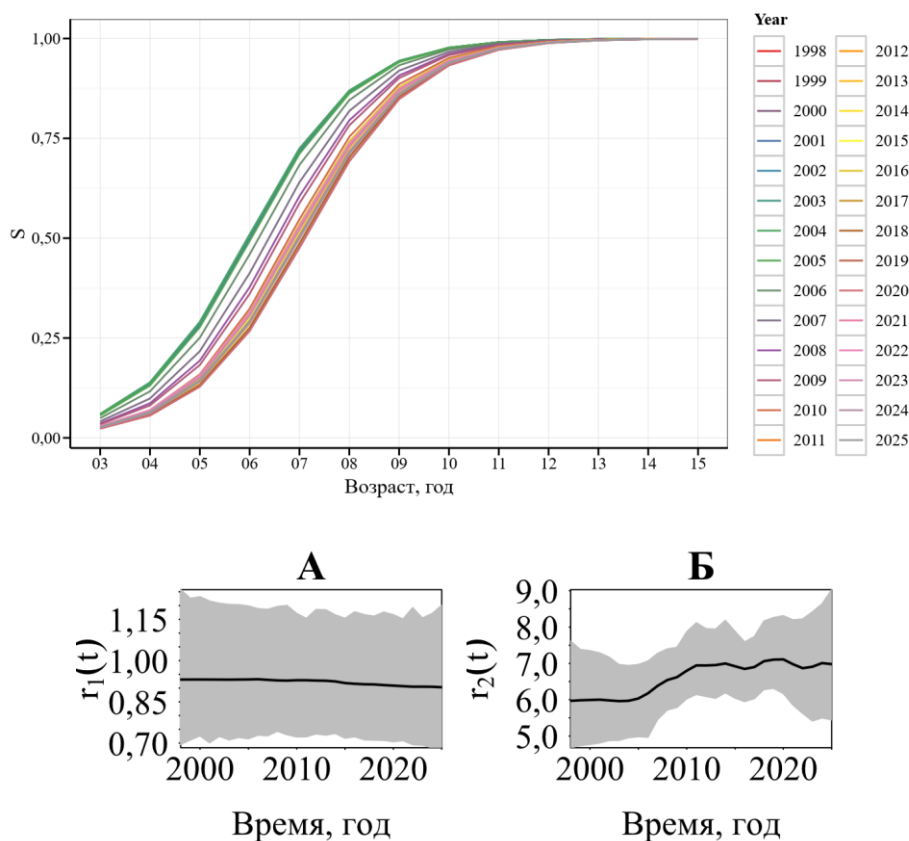


Рис. 70. Оценки логистической селективности до 2025 г. и изменения её параметров r_1 и r_2 по годам (t)

Оценка M , равная в среднем 0,2 (рис. 71), значительно не отличалась от априорного распределения, что вызвано его информативностью ($SD = 0,1$).

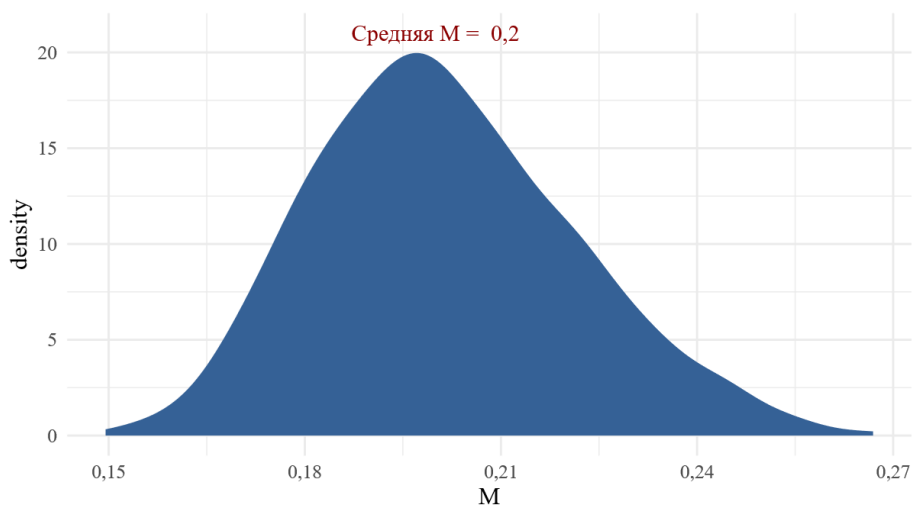


Рис. 71. Оценка M в текущей настройке СКМ с UKS по данным до 2025 г.

61.06 - Зона Японское море

61.06.1 - подзона Приморье

Исполнитель: Л.А. Черноиванова («ТИНРО»)

Куратор: А.А. Смирнов (ФГБНУ «ВНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения

Информационной основой для оценки запаса и ОДУ сельди тихоокеанской (*Clupea pallasii*) в подзоне Приморье послужили материалы учётных съёмок (табл. 27).

Таблица 27

Сроки проведения учетных донных траловых съёмок в подзоне Приморье в 2015-2025 гг.

Год	Район исследований*	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
2025	СП	«В. Сафонов»	Апрель-май	113
	Т. п.		Май	69
	ЗПВ		Июнь	28

* - ЗПВ – зал. Петра Великого, СП – воды северного Приморья, Т.п. – западная часть Татарского пролива

В 2025 г. в южной части подзоны Приморье выполнялись сборы биологических материалов по сельди из уловов ставных орудий лова и добывающих судов береговых предприятий. Промерено 764 экз., биологические анализы проведены по 250 экз., возраст определен у 100 экз.

В период с 10 апреля по 16 июня 2025 г. в северо-западной части Японского моря на НИС «Владимир Сафонов» состоялась донная траловая съёмка. Учетные траловые работы проводились в диапазоне глубин 20-500 м по разреженной сетке станций (рис. 72). В подзоне Приморье выполнено 210 тралений; в ходе работ промерено 3122 экз., промерено с определением пола и стадий зрелости 155 экз., на биологический анализ собрано 50 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).

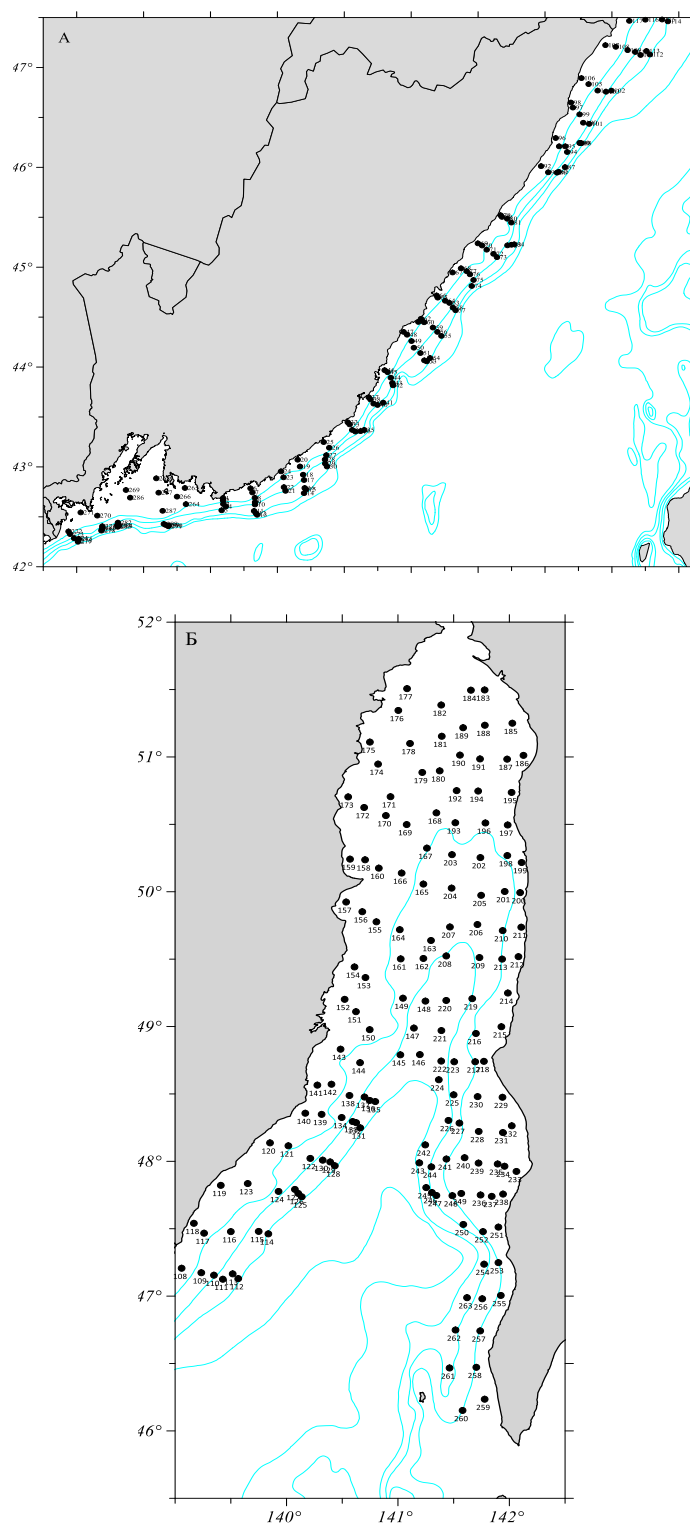


Рис. 72. Схема траловых станций НИС «Владимир Сафонов» в период донной траловой съемки в северо-западной части Японского моря в апреле-июне 2025 г.
(А – южнее м. Золотой; Б – севернее м. Золотой)

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 съёмок, выполненных в 2000–2016, 2018–2020, 2022, 2025 гг. (в 2017 г., 2021 г., 2023–2024 гг. традиционной донной траловой съёмки в подзоне Приморье не было, в 2018–2020 и 2022 гг. исследовалась только часть акватории). При этом оценка запасов тихоокеанской сельди, как неритопелагического вида, не может быть полной. Тем не менее, исходные данные, полученные в ходе донных съёмок 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 съёмок 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 съёмок), позволяющие судить о его динамике (в терминах промысловой смертности, пополнения, биомассы)».

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Состояние запаса. В северо-западной части Японского моря в начале XXI века донные траловые съёмки осуществлялись практически ежегодно, но в последние десятилетия их регулярность сведена к периодичности раз в два-три года. Кроме того, исследования планируются по разреженной сетке станций и сокращенной площади обследованного полигона. Тем не менее, исследования текущего года в сокращенном варианте были выполнены, и могут использоваться для оценки состояния водных гидробионтов, в том числе тихоокеанской сельди [Глебов и др., 2025].

В 2015–2025 гг. донные траловые съёмки в водах подзоны Приморье проводились в основном в весенне–летние сезоны. Северо-западная часть Японского моря имеет большую меридиональную протяженность, и у тихоокеанской сельди, как весенненерестующего вида, в период исследований на юге района нерест уже завершается или завершен, а на севере только начинается. Соответственно, ее преднерестовые, нерестовые

или начальные нагульные скопления в период учетных работ формируются с юга на север по разным батиметрическим диапазонам.

В зал. Петра Великого в нерестовый период с марта по май 2025 г. в прибрежье присутствовала сельдь в возрасте от одного до семи лет, основу, на 76,5%, представляли поколения 2020–2022 гг. рождения. Длина тела сельди варьировала от 15,0 до 34,0 см; средняя длина рыб составила 26,4 см (табл. 28, рис. 73А, 73Б). Масса тела рыб изменялась от 50 до 346 г, среднее значение – 196 г.

Таблица 28

Возрастной состав нерестовой сельди в зал. Петра Великого в 2015-2025 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
2025	3,8	14,1	33,7	32,7	10,1	4,3	1,3	—	—	3,5

Примечание: М – средний возраст; в возрасте 1 год особи сельди неполовозрелые

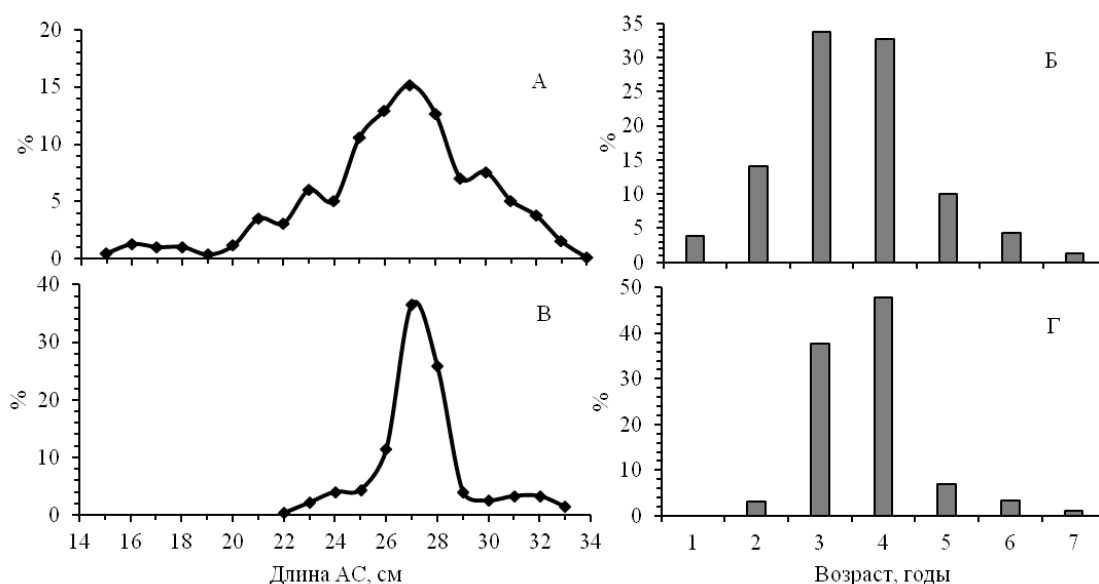


Рис. 73. Размерный и возрастной состав сельди тихоокеанской в зал. Петра Великого 2025 г. в марте-апреле в районах нереста (А, Б) и в июне в диапазоне глубин 50–100 м (В, Г)

В 2025 г. в первой декаде июня съёмка южнее м. Поворотный (зал. Петра Великого) выполнялась по остаточному принципу, при этом часть

района, традиционно, была закрыта для военных целей, что привело к недоучету гидробионтов, т.к. траления проводились в диапазоне 50–100 м [Глебов и др., 2025].

Сельдь в этом районе в начале своего нагульного периода в уловах была представлена половозрелой рыбой с длиной тела АС от 22 до 33 см (АС ср. – 27,7 см) в возрасте от двух до семи лет (рис. 73В, 73Г).

В диапазоне глубин 50–100 м было учтено 3,672 тыс. т сельди с численностью 15,369 млн экз. Съёмками 2009, 2010, 2012, 2014–2016 и 2019 гг. было выяснено, что в начале нагульного периода в диапазоне глубин 50–100 м присутствует в среднем 56,1% биомассы и 48,6% численности сельди, остальная часть особей после нереста локализуется в диапазоне 20–50 м. Поэтому предполагается, что на глубинах 20–50 м в первой декаде июня 2025 г. может находиться 2,873 тыс. т с численностью 16,254 млн экз. Таким образом, на основании учётной съёмки 2025 г. и материалов рейсов 2009–2019 гг. в зал. Петра Великого определено, что в начальный нагульный период 2025 г. в диапазоне глубин 20–100 м содержится 6,5 тыс. т сельди с численностью 31,6 млн экз.

На 2026 г. прогнозируемый уровень запасов сельди в зал. Петра Великого составил 6,0 тыс. т с численностью порядка 51 млн экз. В 2015–2025 гг. биомасса сельди в зал. Петра Великого при небольших колебаниях была близка к среднемуголетней величине, при этом, в 2024–2025 гг. и, по прогнозу на 2026 г., биомасса сельди находится ниже среднемуголетнего уровня (рис. 74).

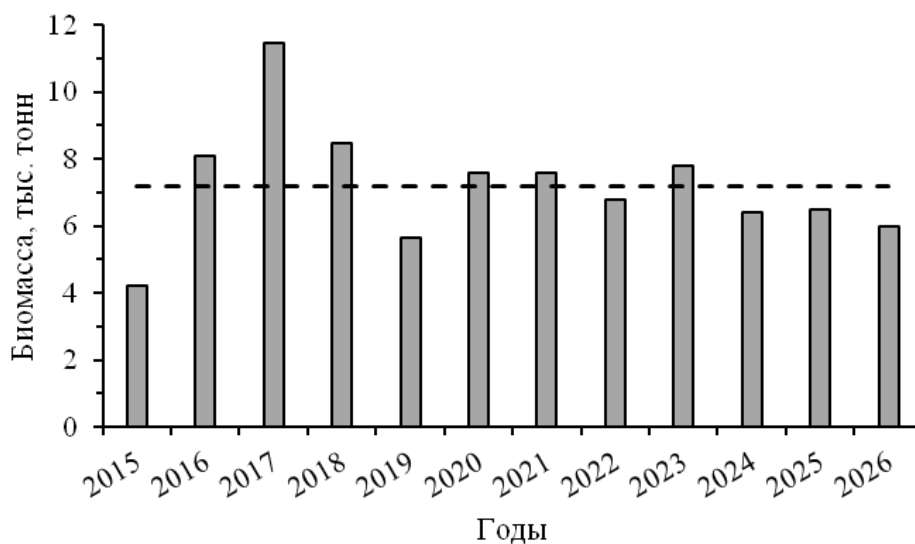


Рис. 74. Биомасса сельди тихоокеанской зал. Петра Великого, полученная в учётных съёмках 2015–2016, 2019, 2025 гг. и расчетные данные для 2017–2018, 2020–2024, 2026 гг. (пунктиром обозначена средняя многолетняя величина), тыс. т

В 2027 г. основу запаса сельди зал. Петра Великого будут представлять поколения 2022–2025 гг. рождения, генерации 2022 и 2021 гг., составляющие в 2025 г. 66,4% нерестового запаса и 85,5% учётной биомассы в нагульный

период, в 2027 г. смогут суммарно занимать не более 20% численности. Урожайность поколений 2023–2025 гг. пока неизвестна. Ожидается, что при среднем уровне пополнения запас сельди в 2027 г. для зал. Петра Великого может сохраниться на уровне 2026 г. и составить 6,0 тыс. т с численностью 50 млн экз.

От м. Поворотный до м. Золотой в весенне–летний период 2025 г. сельдь была представлена половозрелой рыбой и молодь; в возрастном составе преобладали годовики и особи в возрасте три года поколения 2022 г. Длина АС у рыб варьировала от 10 до 29 см, среднее значение – 20,2 см (рис. 75). В этом районе было учтено 1,14 тыс. т с численностью 4,3 млн экз. (табл. 29).

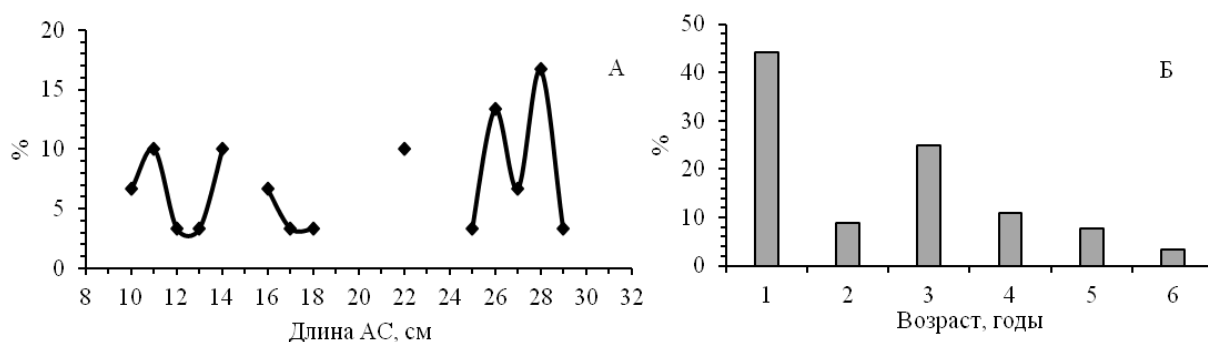


Рис. 75. Размерный (А) и возрастной (Б) состав сельди тихоокеанской в водах Приморья от м. Поворотный до м. Золотой в апреле–мае 2025 г.

Таблица 29

Возрастной состав и учетная биомасса сельди тихоокеанской 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
2025	44,2	8,8	25,0	11,0	7,7	3,3	–	1,14
Среднее значение биомассы за период 2015–2016, 2018–2019, 2022, 2025 гг.								1,7

В период рейса в южной части подзоны Приморье в апреле–мае сельдь была отмечена мозаично (3–32 экз./час) или (в районе пос. Каменка – Терней) распределялась разреженно (87–1080 экз./км²) без формирования скоплений. В начале июня нагульная сельдь облавливались в зал. Петра Великого (21–594 экз./час, 0,6–19,3 экз./км²), где она локализовалась виде небольших косячков на глубинах до 100 м (средняя 2,3 тыс. экз./км² и 0,6 т/км²) (рис. 76).

Район от м. Поворотный до м. Золотой, в котором наблюдается заметная межгодовая вариабельность запаса, является как местообитанием малочисленной в настоящее время пластуно–нельминской популяции, так и

транзитной зоной мигрирующих рыб соседних популяций сельди. Принимая во внимание данное обстоятельство, предполагается, что в 2027 г. биомасса сельди в водах от м. Поворотный до м. Золотой может находиться на среднемноголетнем уровне 1,7 тыс. т с численностью порядка 12,0 млн экз. (табл. 29).

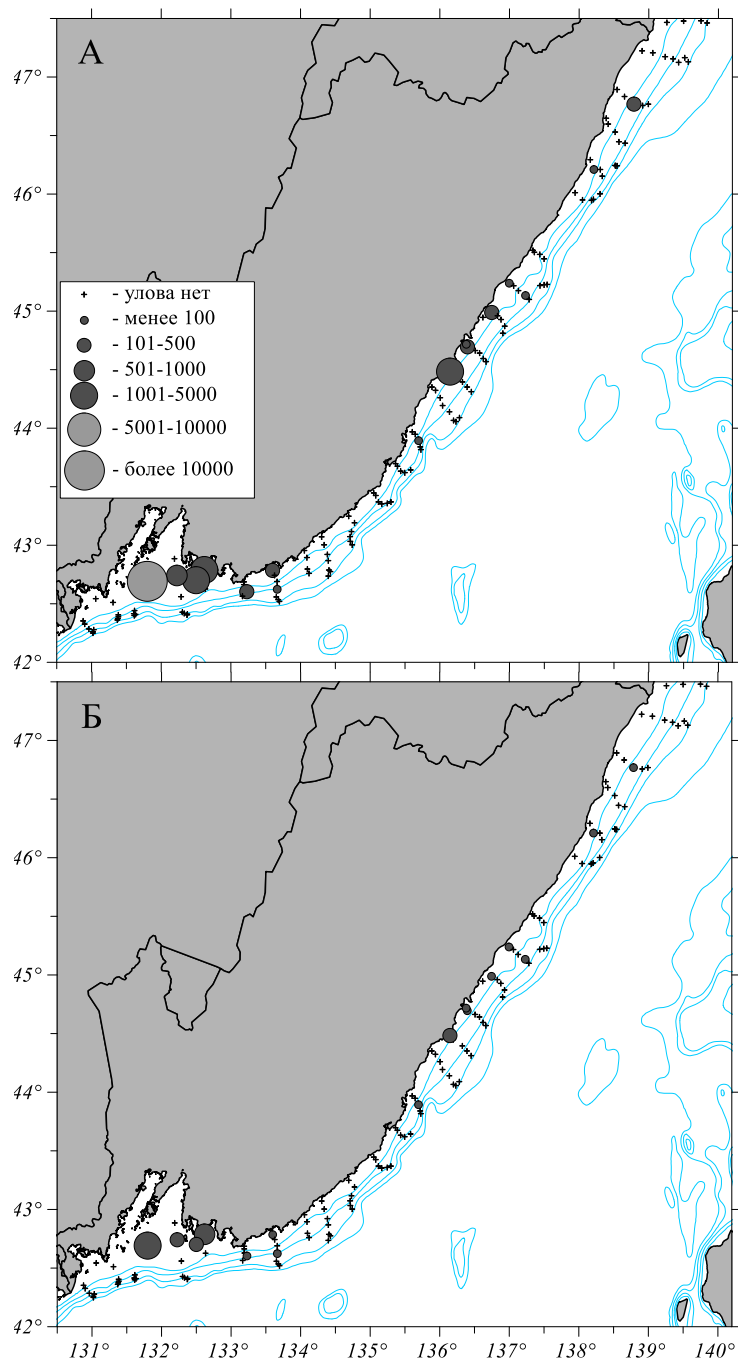


Рис. 76. Распределение численности (А, экз./км²) и биомассы (Б, кг/км²) сельди тихоокеанской в подзоне Приморье (южнее м. Золотой) в апреле–мае 2025 г.

Севернее м. Золотой, сельдь распределялась разреженно, и только выше м. Сюркум отмечено большое по площади скопление декастринской популяции сельди (3–1134 экз./час, 81–31891 экз./км²), которое занимало всю северную часть Татарского пролива, располагаясь в обеих подзонах –

Приморье и Западно-Сахалинской. В его пределах преобладала нерестовая сельдь, формирующая концентрации на глубинах менее 50 м (средняя 5,9 тыс. экз./км² и 0,7 т/км²) (рис. 77).

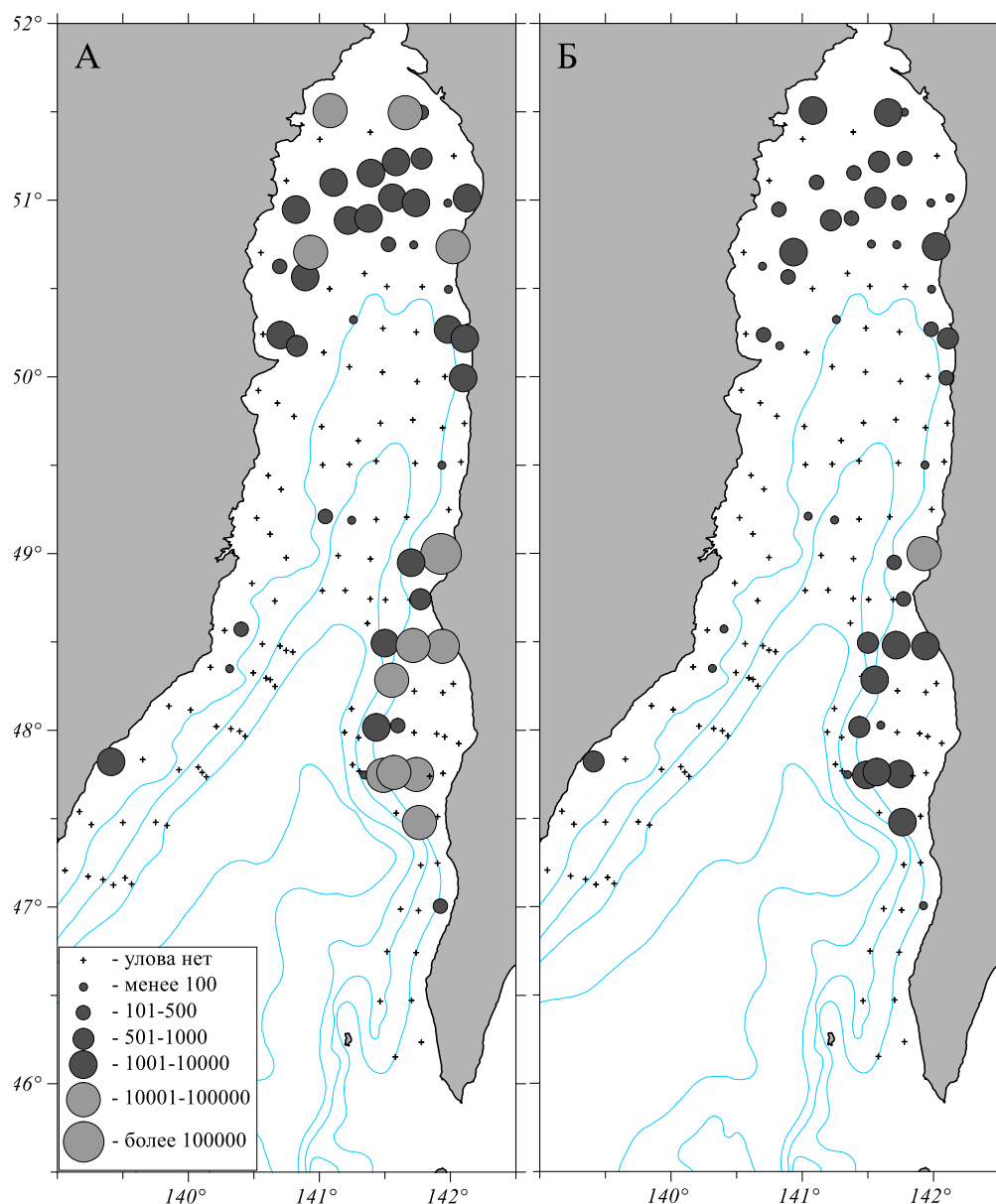


Рис. 77. Распределение численности (А, экз./км²) и биомассы (Б, кг/км²) сельди тихоокеанской в подзонах Приморье (севернее м. Золотой) в мае и Западно-Сахалинская в мае–июне 2025 г.

В северо-западной части Татарского пролива (подзона Приморье) в уловах присутствовала сельдь с длиной тела АС от 10 до 30 см, среднее значение составило 21,8 см, доминировали рыбы с размерами 16–18 см и 21–27 см – представители поколений 2023–2021 гг. рождения (рис. 78); учтённая численность сельди в этом районе в 2025 г. составила 51,5 млн экз., биомасса 5,4 тыс. т (табл. 30). В 2027 г. популяцию сельди в данном районе будут представлять поколения 2020–2025 гг., основу могут составить генерации

2022–2024 гг., из которых генерации 2021 и 2023 гг. по результатам съёмки 2022 и 2025 гг. могут оцениваться как относительно многочисленные.

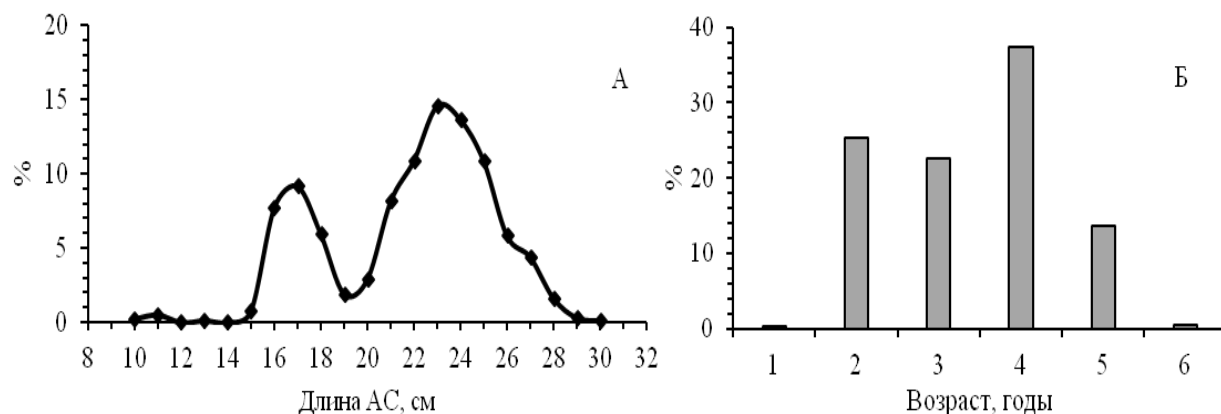


Рис. 78. Размерный (А) и возрастной (Б) состав сельди тихоокеанской в водах северо–западной части Татарского пролива в апреле–мае 2025 г.

Таблица 30

Возрастной состав и биомасса сельди тихоокеанской в водах западной части Татарского пролива по данным учетных съёмки

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
2025	весна	—	0,4	25,4	22,6	37,4	13,7	0,5	—	5,4
Среднее значение учетной биомассы за период 2015–2016, 2018, 2020, 2022, 2025 гг.										7,1

В Татарском проливе 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. Констатируя вышеизложенное, для прогноза запаса в северо-западной части Татарского пролива, относящейся к биостатистическому району Приморье, на 2027 г. предлагается среднемноголетняя оценка в объёме 7,1 тыс. т с численностью порядка 60,0 млн экз. (табл. 30).

Всего в подзоне Приморье в результате проведения НИР в 2025 г. учтено 13,04 тыс. т сельди (рис. 79) с численностью 87,4 млн экз. — южнее м. Золотой содержится 7,64 тыс. т с численностью 35,9 млн экз. сельди; севернее м. Золотой — 5,4 тыс. т и 51,5 млн экз.

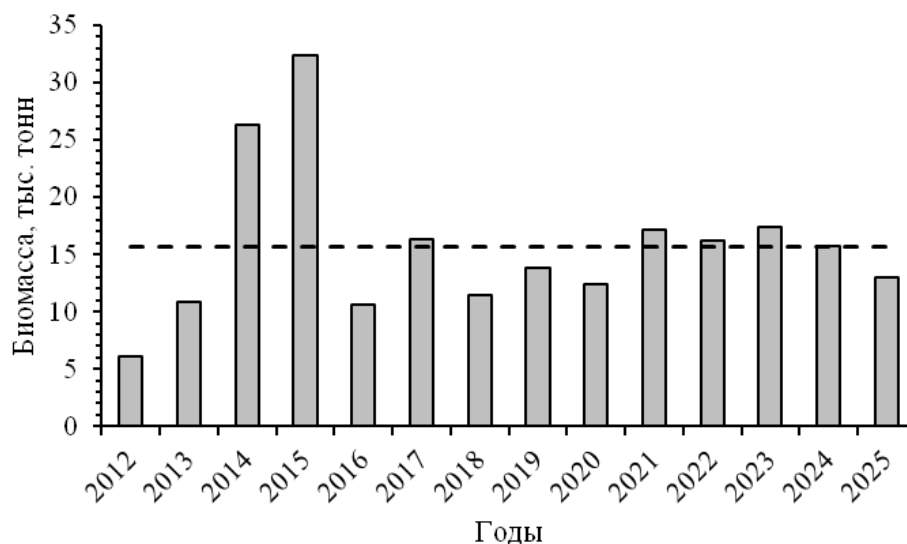


Рис. 79. Биомасса сельди тихоокеанской в подзоне Приморье в 2012–2025 гг. Пунктирной линией обозначена среднемноголетняя величина

Состояние промысла. В подзоне Приморье до начала 2020–х гг. вылов тихоокеанской сельди осуществлялся только с научно-исследовательскими целями. В 2011–2015 гг. данные учётных съёмок показали тенденцию роста численности и биомассы сельди в подзоне Приморье, наиболее заметную в Татарском проливе и в зал. Петра Великого, в связи с чем, с 2017 г. 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 выполнялся только в рамках НИР. В промысловом режиме в небольших объёмах сельдь добывали в 2021–2025 гг. (табл. 31).

Таблица 31

Вылов сельди тихоокеанской в подзоне Приморье в 2021–2025 гг.

Вылов	Год				
	2021	2022	2023	2024	2025
НИР, т	0,041	1,354	0,718	–	0,253
Промысел, т	108,676	207,209	223,03	330,751	45,76

В подзоне Приморье на 2025 г. ОДУ сельди составил 300 т, согласно промысловой статистики на 31 декабря было добыто 46,013 т, что соответствует 15,3% ОДУ (табл. 31). Вылов сельди был зарегистрирован в весенний период, до 15 мая, в качестве прилова на судах ООО «Приморский минтай». В летние и осенние месяцы информации по вылову сельди не поступало.

Определение биологических ориентиров. Обоснование правила регулирования промысла

Информация, полученная при проведении НИР в подзоне Приморье (III 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 три 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}) был выбран допустимый годовой процент изъятия из запаса согласно «концепции репродуктивной разнокачественности популяций» [Бабаян, 2000].

Материалы съемок 2012–2016, 2018–2020, 2022 и 2025 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 был установлен как 25% от соответствующего табличного значения. Величина допустимого изъятия сельди в подзоне Приморье в соответствии с прогнозом состояния запаса на 2027 г. представлена в таблице 32.

Таблица 32

Допустимая доля изъятия сельди тихоокеанской в подзоне Приморье в 2027 г., тыс. т

Район	U_{F1}	U_{F2}
Зал. Петра Великого	1,9	0,5
Северное Приморье	0,5	0,13
Западная часть Татарского пролива	1,7	0,4
Всего	4,1	1,03

ОДУ для 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

Состояние запаса сельди на 2027 г. определялось на основании материалов учетных съемок 2015–2016, 2018–2020, 2025 гг. и, частично, 2022 г. В 2027 г. основу запаса сельди в подзоне Приморье будут

представлять поколения 2020–2025 гг. рождения. Урожайные генерации 2022 и 2021 гг., составляющие в 2025 г. основу учётной биомассы, в 2027 г. смогут суммарно занимать небольшую долю запаса. В южной части подзоны относительно урожайным предполагается поколение 2024 г., в северной – поколение 2023 г. В зал. Петра Великого в последние три года запас находится немного ниже среднепоколенного значения и предполагается, что в 2027 г. может сохраниться на уровне 2026 г. и составить 6,0 тыс. т с численностью 50 млн экз. Межгодовая вариабельность запаса в районе от м. Поворотный до м. Золотой и в северо–западной части Татарского пролива связана не только с урожайностью поколений, но и с высокой миграционной активностью сельди в этих районах. Предполагается, что в 2027 г. её биомасса в этих водах может находиться на среднепоколенном уровне: 1,7 тыс. т с численностью порядка 12,0 млн экз. в районе от м. Поворотный до м. Золотой и в объёме 7,1 тыс. т с численностью порядка 60,0 млн экз. в северной части материкового побережья Татарского пролива. Суммарная биомасса сельди для подзоны Приморье на 2027 г. ожидается в объёме 14,8 тыс. т (табл. 33) с численностью 122,0 млн экз. Для уточнения состояния запаса необходимо проведение учётных съёмок в подзоне Приморье.

Таблица 33

Запас сельди тихоокеанской для подзоны Приморье

Район	Биомасса, тыс. т	
	Текущий запас 2025 г.	Прогноз запаса на 2027 г.
Южная часть до м. Золотой	7,64	7,7
Северная часть, севернее м. Золотой	5,4	7,1
Всего – подзона Приморье	13,04	14,8

Обоснование рекомендованного объёма ОДУ

Оценка биомассы общего запаса тихоокеанской сельди в подзоне Приморье на начало 2027 г. близка к области восстановления запаса.

Для сельди, как виду рыб с резко флюктуирующей численностью отдельных поколений, особенно важно проведение траловых съёмок 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.

Биомасса тихоокеанской сельди в подзоне Приморье в 2000–2010 гг. находилась на низком уровне, в 2011–2016 гг. данные учётных съёмок показали тенденцию роста ее численности и биомассы (в основном, в южной части района), в связи с чем, на 2017 г. был установлен ОДУ не только для научно–исследовательских целей, но и промышленного освоения.

Результаты учётных съёмок 2020, 2022 и 2025 гг. подтверждают обозначенную с 2018 г. тенденцию роста запаса в Татарском проливе декастринской сельди, ареал которой располагается и в подзонах Приморье и Западно–Сахалинской. Так, в пределах побережья Западного Сахалина 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 2025 г. – 26,7 тыс. т. В водах северного Приморья (от м. Золотой до м. Поворотный) учётные 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 на основании учетных научно-исследовательских работ и по расчетным данным на предстоящие два года предполагается относительно стабильное состояние запаса сельди, но на уровне, несколько ниже среднемноголетнего значения, в зоне восстановления запаса. Полученные результаты позволяют в подзоне Приморье рекомендовать величину ОДУ на 2027 г. в объёме 0,3 тыс. т, что составляет около 30% от уровня нижнего граничного ориентира (табл. 34).

Таблица 34

Рекомендованный объем вылова сельди тихоокеанской в подзоне Приморье в 2027 г.

Допустимая доля изъятия, тыс. т		Рекомендованный ОДУ, тыс. т
u_{F1}	u_{F2}	
4,06	1,03	0,3

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.

Рекомендованная величина ОДУ предполагает предосторожный подход к эксплуатации запаса и сохранение благоприятного воспроизводства сельди в подзоне Приморье.

Таким образом, **ОДУ сельди тихоокеанской в подзоне Приморье в 2027 г. составит 0,300 тыс. т.**

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 съёмок 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 2021–2025 гг. сельдь в небольших объёмах добывалась в промысловом режиме.

Если в Татарском проливе результаты съёмок 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 2027 г. меньше уровня нижнего граничного ориентира, что позволяет сохранять запас в пределах биологически безопасных границ.

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 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 2018–2025 гг. данные получены из уловов рыбаков-любителей на нерестовых скоплениях.

Расчет запасов сельди выполнен по результатам данных траловых съемок НИС «Дмитрий Песков», «Профессор Пробатов», «Бухоро» и «Владимир Сафонов» в 2001–2025 гг.

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 водолазных станций, обработано 57 проб макрофитов с икрой сельди.

Данные по информационной обеспеченности прогноза в последнее десятилетие представлены в таблице 35.

Таблица 35

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)
2025		46	1326		134 (сачок, ставная сеть)

* 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. 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 был 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 [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. 36). В последние годы наблюдений, величина учтенного запаса сельди в южной части Татарского пролива у сахалинского побережья составляла 1,80 тыс. т осенью 2024 г. и 31,19 тыс. т весной 2025 г. (рис. 80, табл. 36).

Таблица 36

**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	—
2019	—	—	—	—	—	—	—	—
2020	Май-июнь	НИС «Вл. Сафонов»	27,1/24,4 м	54	1,03	0,6	0,2	35,488 (р. Ловецкая – м. Старомаячный***)
2022	Май	НИС «Вл. Сафонов»	27,1/24,4 м	54	0,20	—	—	+
2024	Сентябрь– октябрь*	НИС «Вл. Сафонов»	27,1/24,4 м	41	1,80	—	—	—
2025	Май-июнь*	НИС «Вл. Сафонов»	27,1/24,4 м	46	31,19	—	—	—

*материалы «ТИНРО»; **южнее 49° с. ш.; *** нерест наблюдался в указанном районе

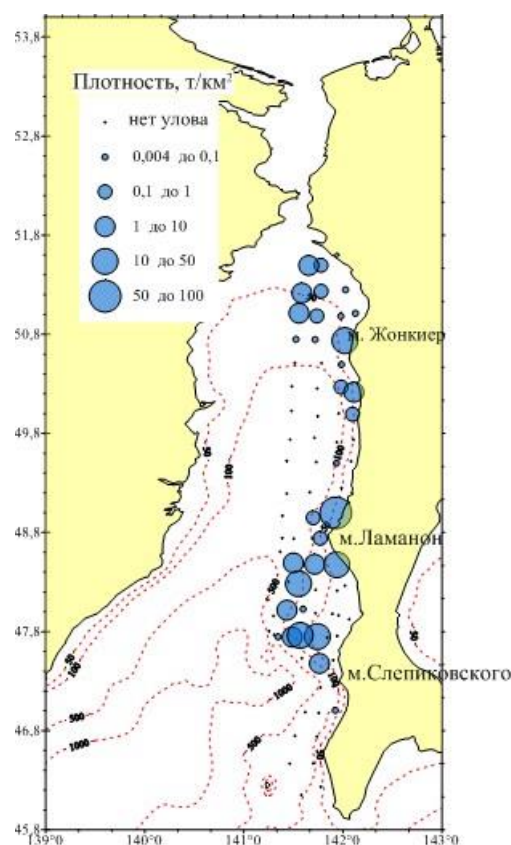


Рис. 80. Пространственное распределение сельди тихоокеанской (биомасса) у западного побережья Сахалина по результатам донной траловой съемки на НИС «Владимир Сафонов» в мае-июне 2025 г. (материалы «ТИНРО»)

В конце мая – начале июня 2025 г. сельдь к югу от 49° с.ш. облавливалась от 37 до 215 м, с частотой встречаемости 33,3% в диапазоне глубин 22–469 м (среднее 152 м) (рис. 80). Плотность скоплений на положительных станциях составляла $11,305 \text{ т/км}^2$, запас сельди в южной части подзоны оценен в 31,19 тыс. т.

Низкие величина учтенной биомассы сельди у юго-западного Сахалина, зачастую обусловлены, 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: протяженность участка видимого нереста сельди оценивалась около 2 км. В 2020 г. этот показатель составлял уже порядка 45 км. По результатам икорной водолазной съемки 2020 г., площадь нерестилищ оценена в $1091,7 \text{ тыс. м}^2$, средняя плотность кладок икры – $10,991 \text{ тыс. икр/м}^2$, численность нерестового запаса – 177,438 млн экз. рыб, биомасса – 35,488 тыс. т (табл. 37).

Результаты расчета нерестового запаса сельди тихоокеанской 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 2022–2025 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.

Вместе с тем, по результатам последних лет наблюдений биомасса запаса половозрелой части популяции по данным учетных съемок стабилизировалась на уровне 30–35 тыс. т: в 2020 г. икорная водолазная съемка показала запас в 35,5 тыс. т, а донная траловая съемка в 2025 г. – 31,2 тыс. т (табл. 36, 37).

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. варьировались 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. 81).

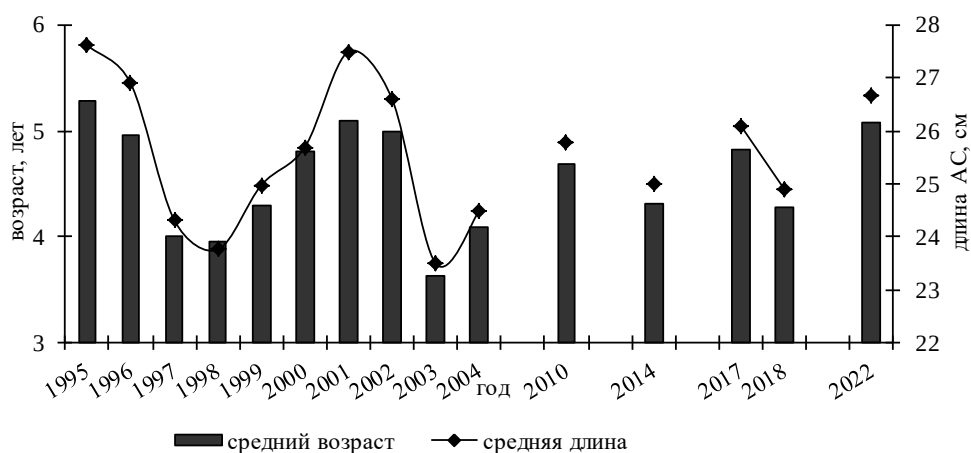


Рис. 81. Средний возраст и средняя длина сельди сахалино-хоккайдской популяции в нагульный период по данным промысловых уловов, 1995–2004, 2010, 2014 гг. (кошельковый невод) и 2017, 2018, 2022 гг. (снюрревод)

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%).

В траловых уловах в мае–июне отмечаются рыбы длиной 18–34 см, средняя длина рыб находятся в пределах 25–27 см. Основу уловов формируют рыбы длиной 23–28 см в возрасте 4-х–6-ти годовиков. В 2020 г. основу уловов формировали пятигодовики поколения 2017 г. рождения (46,5%), в 2022 г. – 2017 г. рождения (52,8%). В 2025 г. в уловах преобладали особи поколения 2018 (28,6%) и 2019 гг. рождения (46,9%) (рис. 82).

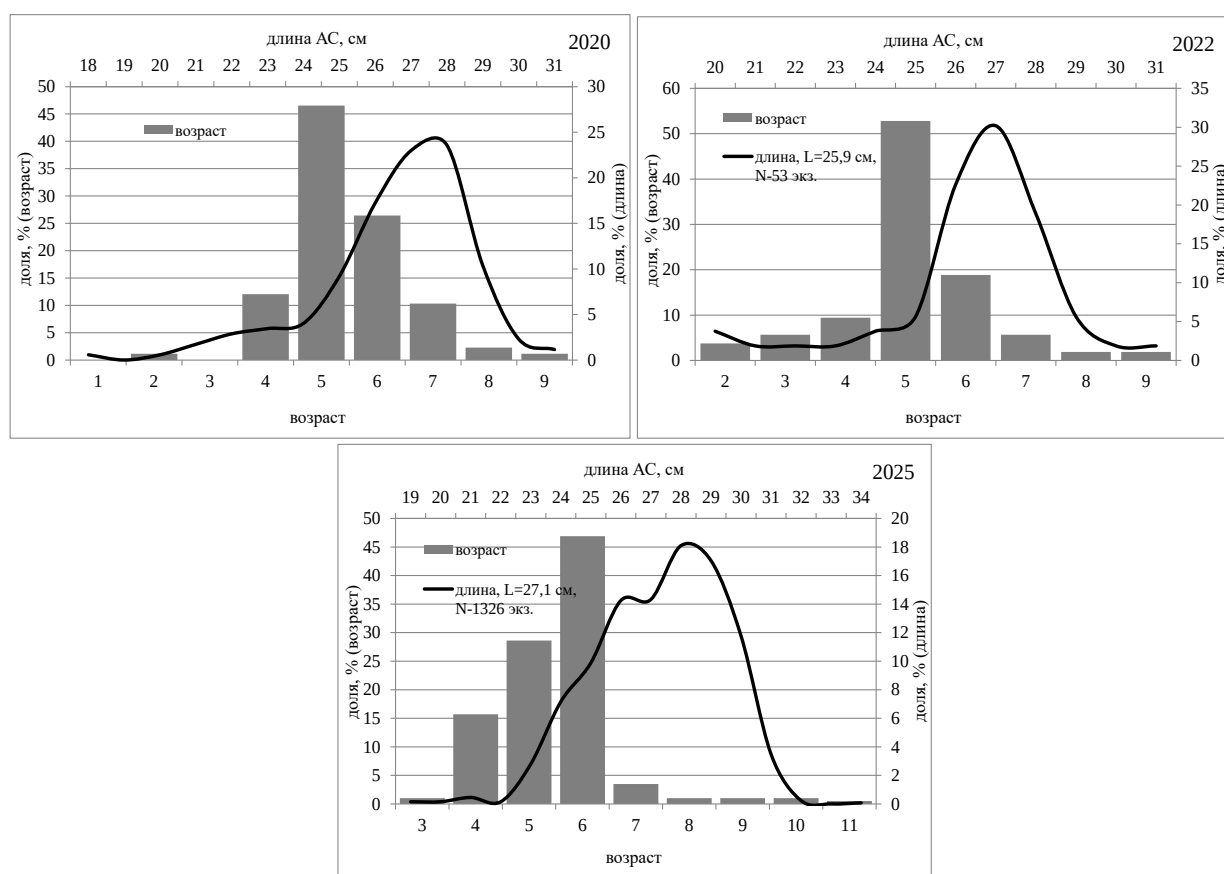


Рис. 82. Размерный и возрастной состав сельди сахалино-хоккайдской популяции в мае–июне 2020, 2022 и 2025 гг., донный трал

В апреле в нерестовый период отмечаются рыбы длиной 19–34 см. Основу уловов формируют рыбы в возрасте 5–10 лет длиной 27–33 см. 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%). В 2025 г. среди

134 экз. рыб, отловленных ставными сетями и сачком, выделялись 8-ми годовики (38,1%). В уловах отмечались рыбы длиной 27–34 см (среднее 30,6 см) в возрасте 5–11 лет (рис. 83).

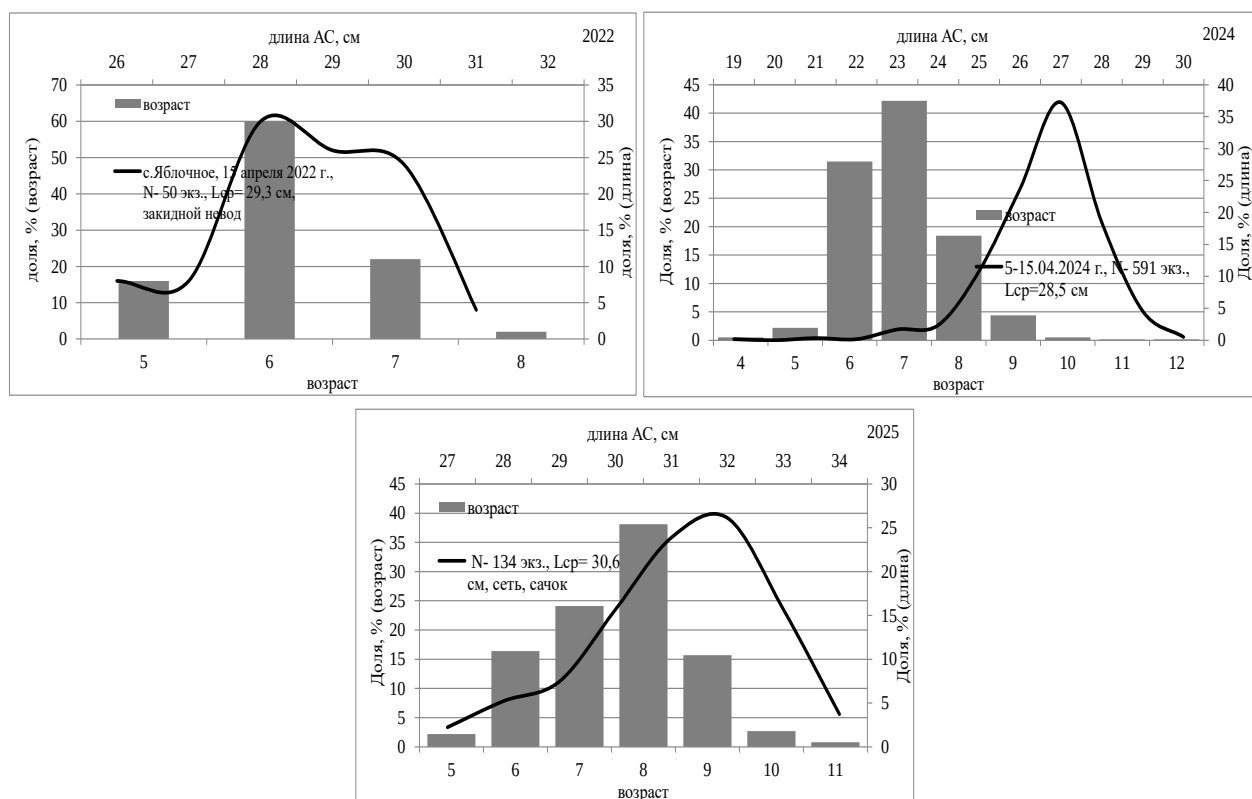


Рис. 83. Размерный и возрастной состав сельди сахалино-хоккайдской популяции в нерестовый период в апреле 2022, 2024 и 2025 гг. у юго-западного побережья о-ва Сахалин

Основу нерестовых скоплений в 2018–2019 гг. и основу нагульных скоплений у юго-западного побережья Сахалина составляли особи поколений 2013–2015 гг. 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. В 2025 г. при сохранении значения генерации 2017 г., проявило себя поколение 2018 г. рождения.

Промысел. Сахалино-хоккайдская сельдь имеет длительный период промысловой эксплуатации, который насчитывает несколько веков. Максимальные уловы наблюдались в конце 19 века – начале 20 века, когда сахалино-хоккайдская сельдь у южного Сахалина 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 2022–2024 гг. вылов варьировал от 0,617 тыс. т до 0,879 тыс. т при доле освоения не более 15%. Осуществлялся лов сельди в мае с использованием ставных неводов, снюрреводов и разноглубинных тралов в другие месяцы (табл. 38). В 2025 г. выловлено 2,868 тыс. т.

Освоение предлагаемых ОДУ для этой популяции сельди (табл. 38) 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 1985–2025 гг. Максимальную величину промыслового запаса сельди за рассматриваемый период наблюдений приняли как оцененную в 2020 г., т.е. $V_{\max}=35,488$ тыс. т (табл. 37, рис. 84). Исходя из этого:

$V_{\lim} = 0,2 \cdot V_{\max} = 0,2 \cdot 35,488$ тыс. т = 7,1 тыс. т (20% от максимальной учтенной биомассы), $V_{\text{tr}} = 0,5 \cdot V_{\max} = 0,5 \cdot 35,488$ тыс. т = 17,7 тыс. т. (50% от максимальной учтенной биомассы).

Таблица 38

ОДУ и вылов сельди тихоокеанской в Западно-Сахалинской подзоне

Год	ОДУ в целом по ЗС подзоне, тыс. т	Сахалино-хоккайдская сельдь					Декастринская сельдь			В целом по ЗС подзоне	
		ОДУ, тыс. т	Вылов, тыс. т			Освоение, %	ОДУ, тыс. т	Вылов, тыс. т	Освоение, %	Вылов, тыс. т	Освоение, %
			Нагульная (июнь-ноябрь)	Преднерестовая/ нерестовая (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	0,050	0,0067	13,4	0,060	23,9
2018	0,250	0,200	0,013	—	0,013	6,5	0,050	0	0	0,013	5,2
2019	0,250	0,200	0,0251	0,01745	0,043	21,3	0,050	0	0	0,043	17,0
2020	0,550	0,500	0,19317	0,009483	0,203	40,5	0,050	0,0007	1,4	0,203	37,0
2021	2,860	1,500	0,766	0,4613	1,227	81,8	1,360	0	0	1,227	42,9
2022	9,400	6,040	0,176	0,618	0,794	13,1	3,360	0	0	0,794	8,4
2023	9,400	6,040	0,003	0,614	0,617	10,2	3,360	0	0	0,617	6,6
2024	6,140	6,040	0,259	0,620	0,879	14,6	0,100	0	0	0,879	14,3
2025	6,140	6,040	1,007	1,861	2,868	47,5	0,100	0	0	2,868	46,7

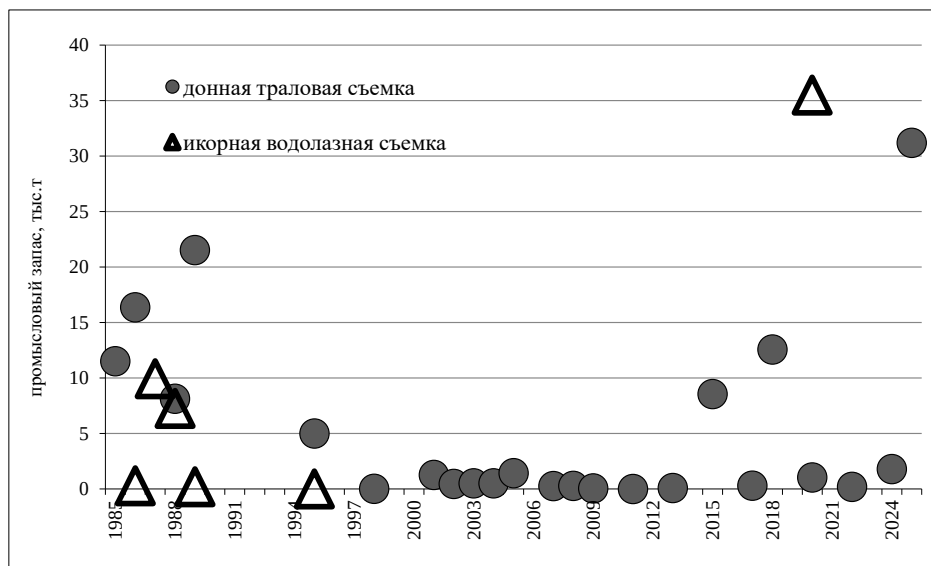


Рис. 84. Промысловый запас сельди тихоокеанской юго-западного Сахалина по данным учетных съемок 1985-2025 гг.

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} (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 85.

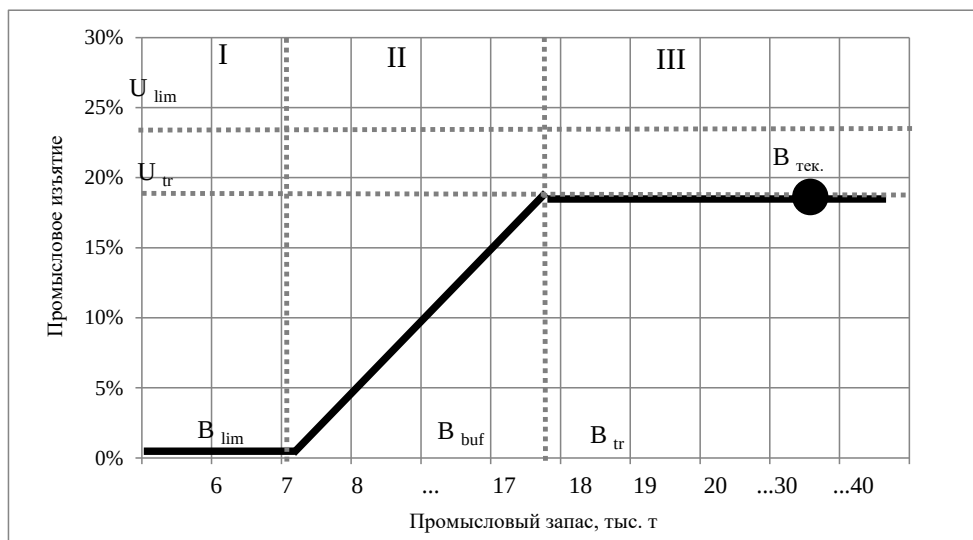


Рис. 85. Правило регулирования промысла сахалино-хоккайдской сельди I – зона «подорванного» запаса, максимальное ограничение промысла, II – зона восстановления запаса, III – зона максимальной интенсивности промысла

Прогнозирование состояния запаса

Ожидаемая величина промысловой биомассы рассчитывается как $B_{T+1} = B_T$, где T – год предшествующий промыслу [Бабаян, 2000].

По результатам последних лет наблюдений биомасса запаса половозрелой части популяции по данным учетных съемок находится на относительно стабильном уровне: 35,5 тыс. т в 2020 г. (икорная водолазная съемка) и 31,2 тыс. т (донная траловая съемка) (табл. 36, рис. 84).

По результатам последней икорной водолазной съемки (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 прогнозируемый год, ожидаемая на уровне не менее таковой в предыдущие годы, т.е. $B_{T+1} = 35,5$ 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].

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 2027 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, 2025 гг. и нагульный в 2009–2018, 2024 гг.) (табл. 36). 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 2024–2025 гг. – 0,88–2,89 тыс. т. Имеющиеся на текущий момент данные позволяют выполнить лишь оценку текущего количества запаса и оценить общие тенденции в динамике численности популяции, и не позволяет в полной мере использовать эти материалы для продукционных моделей.

Информационную обеспеченность прогноза следует признать соответствующей III уровню. Согласно приказу Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104 анализ и диагностика полученных результатов предполагается для прогнозов, имеющих I и II уровень информационного обеспечения.

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 водолажных 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., мае 2025 г. Данные по информационной обеспеченности прогноза вылова сельди декастринской популяции в пределах Западно-Сахалинской подзоны в последние годы представлены в таблице 39.

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
2025		34	668

*м. Белкина – м. Уанди, сахалинское побережье Татарского пролива; ** севернее 49° с. ш.

Данные промысловой статистики предоставлены Сахалино-Курильским территориальным управлением 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

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 [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 в 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 есть информация по уловам донных тралов. В нагульный период в уловах 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 22,7 см) в возрасте от 1+ до 11+ (среднее 5,1). Модальная группа (78,3%) была представлена особями длиной 22–27 см. Доминировали 5-пятигодовики 2013 г. рождения (35,2%). В мае 2020 г. в 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 6-годовики 2014 г. рождения (33,3%), рыбы поколения 2013 г. рождения составляли 8,6%. В мае 2022 г. отмечался сходный с предыдущими годами размерный состав сельди обловленных скоплений – особи 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%). Доминировали 5- и 6-годовики (51,7%) 2016 и 2017 гг. рождения (рис. 86).

Отмечено значительное сокращение площади нерестилищ сельди по результатам учетных икорных водолазных съемок, выполненных у сахалинского и материкового побережий Татарского пролива в 1982–2012 гг.

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. 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. 87). 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.).

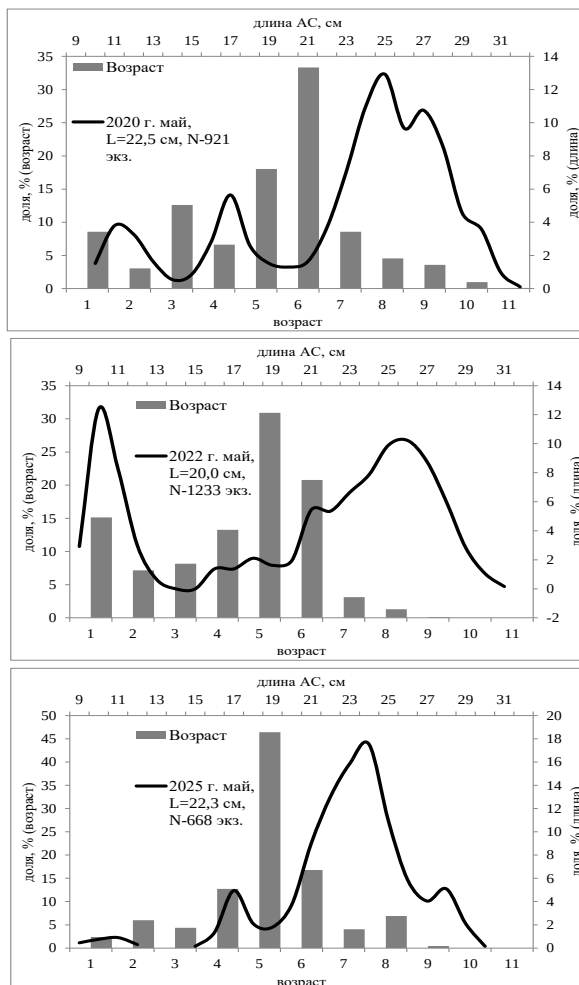


Рис. 86. Размерный и возрастной состав декастринской сельди по данным траловых уловов НИС в весенний период

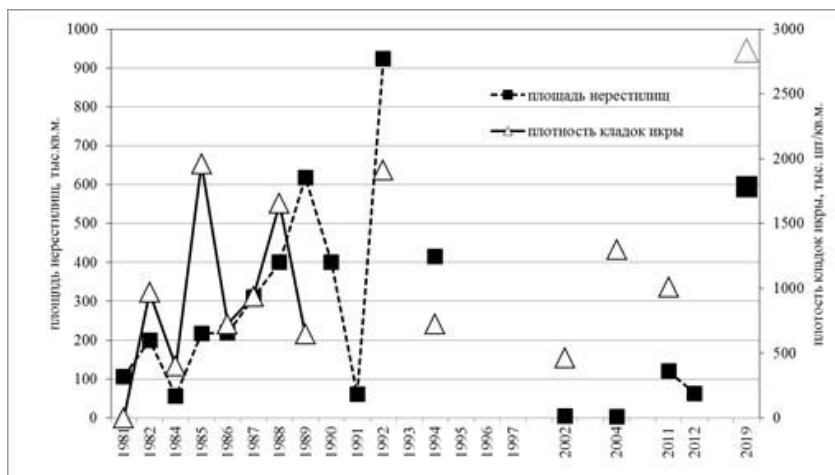


Рис. 87. Площадь нерестилищ и плотность кладок икры декастринской сельди по данным учтенных икорных водолазных съемок, сахалинское побережье Татарского пролива (Японское море)

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 учетной 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. 88).

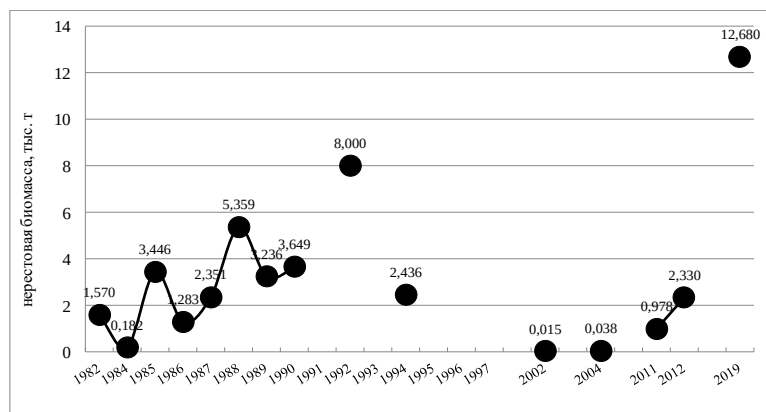


Рис. 88. Нерестовая биомасса декастринской сельди у сахалинского побережья Татарского пролива по данным учетных икорных водолазных съемок

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. 40).

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 10,65 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. 80). 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), учетная биомасса оценена в 21,30 тыс. т. В мае 2022 г. 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 2,50 тыс. т, с минимальной долей (0,9% биомассы) молоди в уловах. В мае 2025 г. запас оценен в 5,42 тыс. т. Сельдь попадалась в 50,0% тралений на глубинах 15–101 м, средняя плотность скоплений на положительных станциях составляла 1,28 т/км² (рис. 80, табл. 40).

Таблица 40

**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	НИС	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	«Дм. Песков»	19	3,60	0	0	0,978
2012							2,330
2013	Октябрь	«Профессор Пробатов»	34	0,32	н. д.	н. д.	
2015	Июнь– июль	«Бухоро»	61	14,20	5,8	1,3	
2017	Август– сентябрь	«Дм. Песков»	22	0,13	0,0	0,0	
2018	Июнь– июль	«Бухоро»	35	10,65	14,2	3,0	
2019							12,678
2020	Май	«Вл. Сафонов»	38	21,30	14,4	1,9	
2022	Май	«Вл. Сафонов»	28	21,35 (включая 3,8 тыс. т неполовозрелой)	18,6	2,5	
2024	Сентябрь– октябрь**	«Вл. Сафонов»	26	2,50	5,6	0,9	
2025	Май	«Вл. Сафонов»	36	5,42	3,9	0,6	

* севернее 49° с.ш., ** -материалы «ТИНРО»

Итак, в 2000-х и 2010-х гг. низкая численность сельди подтверждалась данными донных траловых съемок (преднерестовый, нагульный период) и икорных водолазных съемок (нерестовый период). В 2015-2022 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. 39).

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, рекомендовался только в научно-исследовательских целях. В 2024–2025 гг. к вылову рекомендовалось всего 0,10 тыс. т. По неофициальным данным, прилов нерестовой сельди при промысле разнорыбицы 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 данного вида был незначительным. В 2005–2013 гг. вылов сельди, по неофициальным данным, не превышал 3–10 т и осуществлялся рыбаками-любителями, а также в качестве прилова и при промысле разнорыбицы предприятиями различной формы собственности в Александровском заливе и прилегающей акватории. В 2015–2017 гг. по данным официальной статистики вылов варьировался в пределах 5,4–6,7 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 2021–2025 гг. вылова не было (табл. 38).

Определение биологических ориентиров

Для дальнейших расчетов взяли за основу данные учетных съемок (донные траловые, икорные водолазные) 1985–2025 гг. (рис. 89).

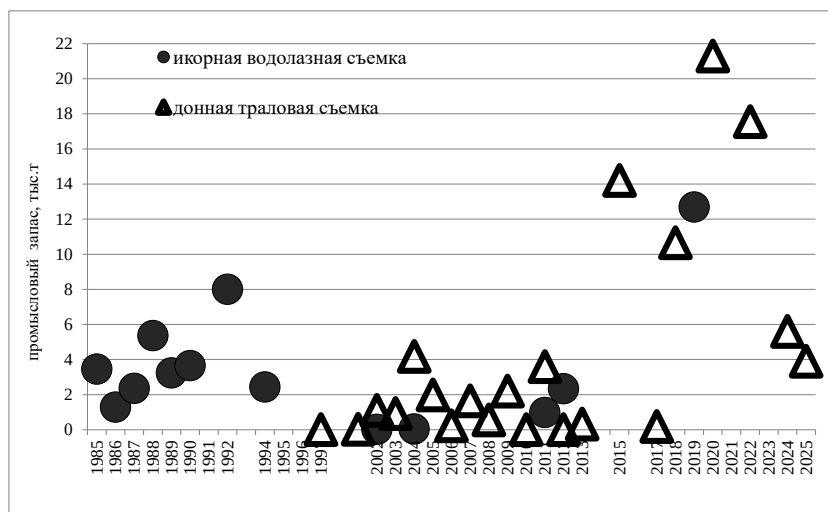


Рис. 89. Промысловый запас декастринской сельди в пределах Западно-Сахалинской подзоны по данным учетных съемок

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 $V_{\lim}=0,2 \cdot V_{\max}=21,296 \cdot 0,2=4,26$ тыс. т и $V_{tr}=0,5 \cdot V_{\max} = 21,296 \cdot 0,5 = 10,65$ тыс. т.

Ориентир по промысловой смертности F_0 определили, 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).

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 $F_{\lim}$, отсюда F_{tr} может варьировать 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 $0 < B_i \leq V_{\lim}$ (в нашем случае $V_{\lim}=4,26$ тыс. т). Если прогнозируемая величина запаса меньше или равна $V_{\lim}$, 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 90.

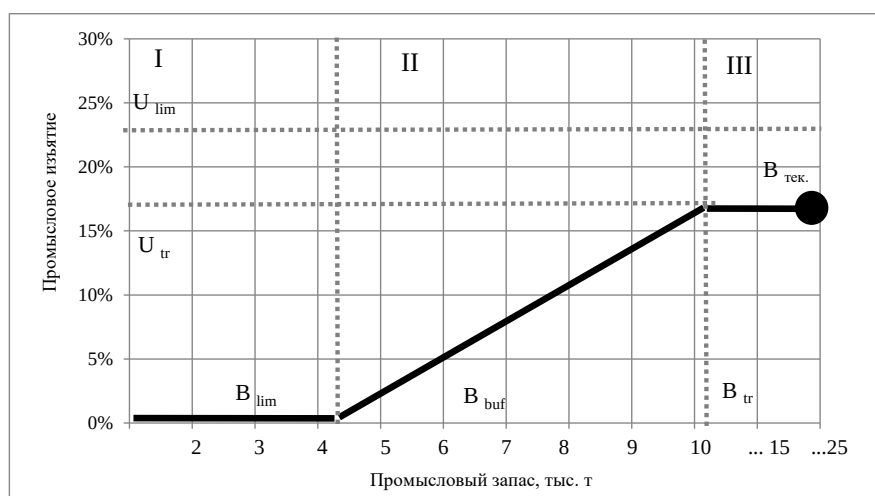


Рис. 90. Правило регулирования промысла сельди декастринской популяции (сахалинское побережье) I – зона «подорванного» запаса, максимальное ограничение промысла, II – зона восстановления запаса, III – зона максимальной интенсивности промысла

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. 39, рис. 89).

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 в 17,55 тыс. т.

Однако, учитывая ограниченный ареал декастринской сельди и обычное перемещение и перераспределение части данного вида вдоль материкового и сахалинского побережий, принимаем запас сельди в пределах Западно-Сахалинской подзоны на уровне 2020 г. – 20,89 тыс. т (B_T). Исходя из этого, с учетом двухлетнего шага прогнозирования, величина промысловой биомассы декастринской сельди в пределах Западно-

Сахалинской подзоны ожидается в ближайшей перспективе на уровне не менее таковой в 2020 и 2022 гг., т.е. $V_{T+1} \approx 21,0$ тыс. т.

Обоснование рекомендованного объёма ОДУ

Общий допустимый улов принимается по следующей формуле:

$$\text{ОДУ}_{T+1} = F_{\text{т}} * V_{T+1} \text{ [Бабаян, 2000; Методические рекомендации..., 2018],}$$

отсюда для декастринской сельди у западного Сахалина

$$\text{ОДУ}_{T+1} = 0,16 * 21,0 \text{ тыс. т} = 3,36 \text{ тыс. т.}$$

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 2021–2025 гг. не осуществлялся (табл. 38). С учетом крайне малой заселенности, 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 2027 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, 2025 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. 39). 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 2027 г. составит 6,140 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.: Издательство ВНИРО. 190 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 polyxistra*) 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 корфо-карагинской 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.

Глебов И.И., Корнейчук И.А., Власенко Р.Н., Дробязин Е.Н., Басюк Е.О. 2025. Отчет о научно–исследовательской работе по результатам донной траловой съемки в подзонах Приморье и Западно–Сахалинской на РС «Владимир Сафонов» с 10 апреля по 16 июня 2025 года. – Владивосток. – Архив Тф ВНИРО (ТИНРО). – 188 с.

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. – С. 1003-1017.

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. Изв. ТИНРО. – Т. 202. – Вып. 3. – С. 601-622. <https://doi.org/10.26428/1606-9919-2022-202-601-622>.

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. - 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. 2007. Охотская сельдь: биология, промысел и состояние запасов (по результатам исследований 2001-2007 гг.) // Состояние рыбохозяйственных исследований в бассейне северной части Охотского моря. Сборник научных трудов. Магадан: МагаданНИРО. - Вып. 6. - С. 5-20.

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.

Панфилов А.М. 2017. К вопросу об освоении общего допустимого улова охотской сельди *Clupea pallasii* Cuvier et Valenciennes, 1847 в 2001-

2016 гг. / А. М. Панфилов // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. - Вып. 45. - С. 54-67.

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.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. 1966. // 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-хоккейской 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.

Слободской Е.В. 1986. Методы определения плотности скоплений пелагических кальмаров. – М.: ВНИРО. - С. 85-93.

Смирнов А.А. 2013. Первые итоги возобновления масштабного промысла гижигинско-камчатской сельди в Западно-Камчатской подзоне // Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции «Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование». Петропавловск-Камчатский. КГТУ. - С. 212-214.

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 снюрреводных 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. Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатНИРО. – Вып.18. – С. 82-94.

Тюрин П.В. 1972. «Нормальные» кривые переживания и темпов роста естественной смертности рыб как теоретическая основа регулирования рыболовства // Изв. ГосНИОРХ. Т. 71. – С. 71–127.

Тюрнин Б.В. 1973. Нерестовый ареал охотской сельди // Изв. 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. – 366 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.

Юсупов Р.Р. 2025. Камбалы и палтусы (Pleuronectidae) северной части Охотского моря (популяционная биология и развитие) // Москва: Товарищество научных изданий КМК. – 224 с.

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 . – P. 379.

Darby C.D., Flatman S. 1994. Virtual Population Analysis. Version 3.1 (WINDOWS/DOS): User Guide. – Lowestoft. – 85 p.

Deriso R.B., P.R.Neal, and T.J. Quinn II. 1985. Catch-age analysis with auxiliary information // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 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: - Pp. 913-918.

Stock assessment and evaluation for herring (fiscal year 2023). 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/hyouka/datatable/> (дата обращения 25.12.2025)

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/Norio Shirafuji, Toru Nakagawa, Naoto Murakami, Sayaka Ito, Toshihiro Onitsuka, Taizo Morioka & Yoshiro Watanabe. 2018. / 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.