

Государственный научный центр Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Тихоокеанский филиал Всероссийского научно-исследовательского
института рыбного хозяйства и океанографии»
(ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»))

На правах рукописи

Овсянникова
Светлана Леонидовна

МИНТАЙ ЮЖНО-КУРИЛЬСКОГО РАЙОНА
(ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА АРЕАЛА,
СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ, ПРОМЫСЕЛ).

1.5.13. Ихтиология

Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук

Научный руководитель:
доктор биологических наук
Долганов Владимир Николаевич

Владивосток – 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА.....	9
1.1 Методика проведения съемок и сбора данных.....	10
1.2 Методы оценки запасов по результатам съемок.....	16
1.3 Методы прогнозирования состояния запасов.....	21
ГЛАВА 2. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ.....	31
ГЛАВА 3. РАЗМНОЖЕНИЕ	53
3.1 Нерестилища минтая.....	54
3.2 Стратегии нереста минтая.....	107
ГЛАВА 4. ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ	135
4.1 Распределение в весенний период.....	136
4.2 Сезонные особенности распределения и условий обитания.....	142
4.3 Распределение и миграции в течение жизненного цикла.....	164
ГЛАВА 5. ПОПУЛЯЦИОННАЯ СТРУКТУРА	170
5.1 Функциональная структура ареала популяций.....	174
ГЛАВА 6. СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ И ПРОМЫСЕЛ	183
6.1 Промысел и оценка запасов в 1970–1980-е гг.	183
6.2 Динамика запасов в 1990-е – начале 2020-х гг.	187
6.3 Промысел и прогнозирование запасов в 1990-е – начале 2020-х гг.	196
6.4 Рекомендации по рациональному использованию запасов.....	203
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	206
ВЫВОДЫ.....	208
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	210

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Южно-Курильская рыбопромысловая зона является одним из значимых для российского рыболовства районов, уступая по стабильности высоких концентраций нектона только северной части Охотского и северо-западной части Берингова морей (Шунтов и др., 2007). В 1970 – 1980-е гг. прошлого столетия значительные объемы вылова биоресурсов в этом районе во многом обеспечивались высокой биомассой минтая (*Theragra chalcogramma* (Pallas, 1814) (Световидов, 1948; Шмидт, 1950; Андрияшев, 1954; Линдберг, Легеза, 1965; Парин и др., 2014; Nelson et al., 2016). На ограниченной акватории добывалось 9 – 26 % суммарного ежегодного вылова в рыболовной зоне России (Фадеев, Веспестад, 2001) и до 10 % общемирового улова этого вида (Зверькова, 2008). Максимум отечественного вылова был достигнут в 1978 г. – 426 тыс. т, а в 1989 г. – 528 тыс. т суммарно с Японией.

В 1990-е гг. наблюдалось резкое снижение биомассы и уловов минтая вплоть до закрытия специализированного промысла (Радченко и др., 1997; Иванов, 1998; Зверькова, 1999, 2003; Великанов, 2002; Фадеев, 2006; Шунтов, 2016). На низком уровне они оставались до середины 2000-х гг., за исключением непродолжительного подъема в конце 1990-х гг., в связи с чем промысел и мониторинг состояния запасов минтая были организованы вновь (Овсянникова, 2012а; Буслов и др., 2013). После 2010 г. интерес рыбной промышленности к освоению ресурсов минтая в Южно-Курильской зоне значительно вырос, а промысловая нагрузка увеличилась на порядок. По объемам ОДУ и вылову этот район занимает 4 место после северной части Охотского, северо-западной части Берингова морей и района северных Курильских островов и восточной Камчатки, а в последние годы – второе место по уровню освоения общего допустимого улова (ОДУ) (более 97 %).

Рациональный подход к использованию запасов минтая предполагает знание его популяционной структуры, особенностей распределения и смешиваемости популяций в различные сезоны. И если по наиболее крупным единицам его запасов в Беринговом и северной части Охотского морей она

достаточно хорошо изучена (Ivata, 1975; Серобаба, 1977; Пушников, 1982; Фадеев, 1986; Bakkala et al., 1986; Dawson, 1989, 1990; Nitta, Sasaki, 1990; Темных, 1991, 1994; Шунтов и др., 1993; Зверькова, 2003; Булатов, 2004; и др.), то по юго-западной части Охотского моря и прилегающим водам Тихого океана таких работ не много, а единого мнения о популяционной структуре минтая, обитающего у южных Курильских островов, нет (Шунтов и др., 1993; Зверькова, 2003; Фадеев, 2006; Hashimoto, Koyachi, 1977; Tsuji, 1989). Это и определило основное направление диссертационной работы.

Выбор объекта и предмета исследования. Объект исследования – минтай южно–курильского района (ЮКР). Предмет исследования – функциональная структура ареала, динамика запасов и промысел минтая.

Степень разработанности темы. На основании экспедиционных исследований, проведенных у южных Курильских островов в 1970 – начале 1990-х гг., ранее были выявлены основные нерестилища, особенности распределения икры, молоди и производителей, места и сезоны образования промысловых скоплений, а также выдвинуто несколько вариантов популяционной структуры минтая этого промыслового района (Темных, 1990; Шунтов и др., 1993; Зверькова, 2003; Фадеев, 2006).

Существуют разные мнения по многим из этих аспектов биологии минтая исследуемого района, к тому же возможности их подтверждения на основании регулярно проводимых съемок ранее не было. Прежде всего, в уточнении нуждается вопрос о количестве нерестилищ минтая у южных Курильских островов и степень их разобщенности, исходя из количества которых не только в этом районе, но и в смежных водах тихоокеанского побережья Японии, необходимо дополнить имеющиеся на данный момент представления о жизненных циклах минтая, его распределении и миграциях. Также с учетом сложной динамики вод и географического положения района в юго-западной части ареала вида необходимы уточнения условий нереста, развития икры и обитания минтая в разные сезоны. На основе всей совокупности полученных в ходе работы выводов итогом станет заключение о популяционной структуре минтая, обитающего у

южных Курильских островов, и возможных подходах к его рациональной эксплуатации. Данные ежегодных комплексных съемок и мониторинга промысла позволяют подойти к решению этой проблемы на базе массива данных, накопленных в ТИНРО за последние 25 лет.

Цель и задачи исследования. Цель работы – выявить популяционную структуру минтая у южных Курильских островов для рациональной эксплуатации его запасов. Цель исследования предопределила следующие задачи:

1. Определить центры нереста минтая в ЮКР и у тихоокеанского побережья Японии, дифференцировать их от второстепенных нерестилищ и выявить особенности размножения в каждом из них;
2. Описать пространственное распределение, миграции и условия обитания минтая в течение жизненного цикла;
3. Определить популяционный состав минтая в ЮКР и у тихоокеанского побережья Японии и охарактеризовать функциональную структуру ареала популяций;
4. Оценить современное состояние запасов, методы управления и прогнозирования ресурсов минтая в ЮКР и дать рекомендации по их рациональному использованию.

Положения, выносимые на защиту:

1. Две стратегии размножения минтая, сформировавшиеся в районе южных Курильских островов и тихоокеанской стороны о. Хоккайдо.
2. Внутривидовая структура минтая в ЮКР, состоящая из трех популяций: зал. Простор, Кунаширского пролива и Вулканического залива, названным по центрам их воспроизводства.
3. Необходимость определения общего допустимого улова с учетом состояния запасов и функциональной структуры ареала популяций, составляющих общий ресурс минтая Южно-Курильской зоны.

Научная новизна исследования. Выявлена локализация центров осенне-зимнего, зимнего и зимне-весеннего нереста и определены второстепенные нерестилища, функционирующие при средней и высокой

численности половозрелых рыб. Дана схема функциональной структуры ареала минтая и выявлена связь нерестовых и нагульных миграций с характерными для каждого из центров нереста течениями и водными массами. Обоснована популяционная структура минтая, включающая 2 популяции южного типа (Вулканического залива и Кунаширского пролива) и 1 северного типа (зал. Простор), соответствующие центрам их воспроизводства. Установлено наличие двух разных стратегий нереста южных и северных популяций, обусловленных различными гидрологическими условиями в пределах низкобореальной и высокобореальной подзон бореальной зоны. Показано, что состояние запасов минтая в Южно-Курильской зоне определяется таковыми трех популяций, и даны рекомендации по их мониторингу и прогнозированию с учетом популяционной структуры, а также меры регулирования промысла.

Теоретическая и практическая значимость. Выявлены различия механизмов формирования условий нереста минтая в районах влияния течений субтропического и субарктического происхождения. Показано, что для образования популяций минтая определяющими являются различия в сроках наступления оптимальных для размножения и вспышки цветения фитопланктона условий, что обусловлено характерными для центров нереста течениями и их сезонной изменчивостью. Это дает возможность к выявлению закономерностей формирования урожайности поколений и прогнозированию состояния запасов популяций южного и северного типов в связи с изменениями климато-океанологических условий.

Знание популяционной структуры минтая Южно-Курильской зоны является необходимой составляющей для рациональной эксплуатации с учетом состояния запасов и функциональной структуры ареала каждой из популяций.

Методология и методы диссертационного исследования. Сбор и первичную обработку данных осуществляли стандартными методами. При проведении ихтиопланктонных съемок сбор проб, определение стадий развития икры, расчет численности икры на полигоне съемки, а также

численности и биомассы минтая проводили общепринятыми методами (Расс, 1953; Горбунова, 1954; Расс, Казанова, 1966; Аксютин, 1968; Smith and Richardson, 1977; Фадеев, 1999). Методики проведения траловых съемок, обработки уловов и расчета запасов минтая отработаны в ТИНРО с 1980-х гг. и применяются при изучении nekтона дальневосточных морей (Аксютин, 1968; Волвенко, 1998; Мельников, 2006; Смирнов и др., 2006). Для обработки данных уловов использовалась программа “Access», при анализе промысла для доступа к отраслевой системе мониторинга «Рыболовство» применяли программу “FMS analyst” (Vasilets, 2018), картографическая обработка данных осуществлялась в программах Surfer и КартМастер.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность полученных результатов подтверждена многолетними исследованиями, охватывающими 25 лет, в ходе которых был собран огромный массив данных по биологии минтая, распределению икры и условиям их обитания в южно-курильском районе.

Основные результаты работы были представлены на отчетных сессиях ТИНРО в 2000 – 2008, 2011 – 2012 и 2016 – 2017 гг.; на российских (Научная конференция, посвященная 70-летию С.М. Коновалова «Современное состояние водных биоресурсов (Владивосток, ТИНРО, 2008); Всероссийская научная конференция, посвященная 80-летию юбилею ФГУП "КамчатНИРО" (Петропавловск-Камчатский, 2012); XI Всероссийская конференция по проблемам рыбопромыслового прогнозирования, посвященная 150-летию Н.М. Книповича (г. Мурманск, 2012)) и международных конференциях (Международная научно-практическая конференция «Проблемы изучения, сохранения и восстановления водных биологических ресурсов в XXI в. (Астрахань, КаспНИРХ, 2007); VIII Международная научно-техническая конференция «Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана» (Владивосток, Дальрыбвтуз, 2024 г.); PICES Annual Meeting (2003, 2005, 2009, 2018 - 2019)). Также ежегодно с 2001 г. основные материалы исследований представляются

на российско-японском симпозиуме, а с 2004 г. на российско-японском совещании ученых.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 19 печатных работ, из них 7 в изданиях ВАК и 12 в других журналах, сборниках тезисов и материалов всероссийских и международных конференций.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 6 глав, выводов, списка литературы. Общий объем диссертации 227 страниц: основной текст изложен на 202 страницах, диссертация включает 78 рисунков, 12 таблиц. Список использованной литературы включает 178 наименований, из них 54 иностранные публикации.

Личный вклад автора. Сбор и обработка первичных материалов в 10 комплексных экспедициях ТИНРО, включая обработку уловов и проб ихтиопланктона, массовые промеры и биологические анализы, расчеты по оценке численности и биомассы, а также распределению минтая. С 2000 г. автор является ответственным исполнителем прогноза состояния запасов с определением ОДУ для минтая Южно-Курильской зоны. Впервые для запасов минтая этого промыслового района были применены расчетные методы прогнозирования и определения ОДУ: на основании методов прямого учета по результатам комплексных съемок биостатистическим когортным методом; на основании данных промысла продукционными и когортной моделями. Биостатистический когортный метод, применяемый ранее для прогнозирования состояния запасов Охотского моря, был адаптирован для Южно-Курильской зоны с учетом особенностей промысла и структуры запасов минтая.

Благодарности. Автор выражает признательность и глубокое уважение научному руководителю Долганову В.Н. (ННЦМБ ДВО РАН) за ценные советы, консультации и замечания, благодарность за всестороннюю помощь и содействие сотрудникам ТИНРО Шунтову В.П., Фадееву Н.С., Буслову А.В., Иванову О.А., коллегам Авдееву Г.В., Овсянникову Е.Е., Бадаеву О.З., Новикову Ю.В., Фигуркину А.Л. за совместную работу, сотрудникам ТИНРО, принимавшим участие в сборе данных в экспедициях.

ГЛАВА 1. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалом для работы послужили данные, полученные при проведении научно-исследовательских и научно-промысловых работ по программам государственного мониторинга биологических ресурсов в Охотском море и прилегающих к южным Курильским островам тихоокеанских водах в период 1998–2023 гг.

Первые рекогносцировочные работы по изучению особенностей биологии и оценке запасов минтая в этом районе начали проводиться с 1983 г. по «Программе комплексных исследований минтая в северной части Тихого океана на 1981–1985 гг. (Программа..., 1980). Это были фрагментарные ихтиопланктонные и тралово-акустические съемки, которые не охватывали район полностью и проводились в разные сроки с целью выяснения оптимальных для учета запасов минтая. В январе-марте 1983–1991 гг. была выполнена серия ихтиопланктонных съемок для изучения распределения икры и личинок минтая, данные которых опубликованы (Фадеев, Самко, 2006). После ихтиопланктонной съемки в марте 1991 г. по организационным причинам, а также в связи с резким снижением запасов минтая, ТИНРО на несколько лет приостановил исследования у южных Курильских островов. Работы были возобновлены в декабре 1998 г. сначала в режиме ресурсных исследований, которые проводились до декабря 2003 г. включительно. При этом типе работ на промысловых судах собиралась промыслово-биологическая статистика, оценивалась биомасса и структура промысловых скоплений.

С 2000 г. в ЮКР ведется оценка запасов минтая методами прямого учета. В весенний период ежегодно в ЮКР проводятся исследования, которые являются первым этапом комплексной съемки в Охотском море и прилегающих водах Тихого океана. При этом типе работ проводятся тралово-акустическая и ихтиопланктонная съемки, которые сопровождаются фоновыми гидрологическими и гидробиологическими работами. В отличие от начального периода исследования минтая ЮКР, мониторинг состояния его запасов стал ежегодным и охватывает все основные места обитания и

большую часть акватории ЮКР. Научно-исследовательские съемки в течение 22 лет выполнялись на однотипных судах НИС «ТИНРО» (2000–2001, 2019 гг.) и НИС «Профессор Кагановский» (2002, 2004–2018, 2020–2022 гг.), единой оставалась методическая основа расчетов численности и биомассы, мало менялись сроки работ и расположение траловых станций. В 2003 г. съемка не была выполнена по организационным причинам, но оценка запасов была проведена на промысловых судах. Также коррективы в ходе выполнения съемок вносили особенности ледовой обстановки, так как зачастую в нерестовый период, к которому по срокам привязано выполнение всех видов съемок по учету запасов минтая, идет вынос льдов из Охотского моря через проливы южной части Курильской гряды, и охотоморская сторона ЮКР нередко закрыта тяжелыми льдами. Помимо весенних траловых съемок, в нагульный период (август–сентябрь) 2000 и 2009 гг. были выполнены донные траловые съемки на НИС «Профессор Леванидов», а также комплексная пелагическая траловая съемка на НИС «Профессор Кагановский» в июле 2016 г. (табл.1.1).

1.1 Методика проведения съемок и сбора данных

Для учета запасов минтая в южно–курильском районе применялись стандартные методы, принятые в ТИНРО при оценке численности и биомассы этого вида во всех дальневосточных морях. Это тралово-акустическая и ихтиопланктонная съемки, методика проведения которых в литературе достаточно хорошо освещена (Качина, Сергеева, 1978; Золотов и др., 1987; Фадеев, Смирнов, 1987; Мерзляков, Василенко, 2002; Смирнов и др., 2006; Авдеев и др., 2007), однако проведение этих работ в ЮКР имеет ряд особенностей.

Ихтиопланктонные съемки

Сбор материала с 2000 г. проводился по стандартной сетке станций (рис. 1.1.), но высокие концентрации икры, как правило, оконтуривались дополнительными обловами во избежание ошибок при интерполяции. Обловы ихтиопланктона осуществляли по стандартным общепринятым методикам (Расс, 1953; Расс, Казанова, 1966; Smith and Richardson, 1977).

Таблица 1.1.

Сроки, районы и объем использованных материалов

Год	Судно	Сроки работ	Вид работ	Подрайон			Объем работ			
				ТО	ЗП	КП	ихт. станций	тралений	МП	ПБА
1998/1999	БАТМ "Бородино"	8.12.98 - 13.01.99	оценка биомассы пром.скоплений	+	+	+		104	23249	570
2000	НИС "ТИНРО"	25.02 - 11.03.00	ихт. и трал. съемки	+	+		36	15	2999	500
	НИС "Пр.Леванидов"	10 - 25.09.00	донная съемка	+	+			36	2210	549
2000/2001	БАТМ "Бородино"	3.12.00 - 15.01.01	оценка биомассы пром.скоплений	+	+	+		123	23410	597
2001	НИС "ТИНРО"	31.03 - 4.04.01	ихт. и трал. съемки	+			40	17	2815	344
2001/2002 2002	БАТМ "Бородино"	22.12.01 - 9.01.02	оценка биомассы пром.скоплений		+	+	45	54	8678	400
	НИС "Пр. Кагановский"	8 - 13.03.02	ихт. и трал. съемки	+				19	1839	273
	БМРТ "Бухта Преображение"	19 - 28.08.02	промысел	+				19	1627	100
	НИС Пр.Кизеветтер"	3.10 - 7.10.02	промысел	+				10	800	-
	БАТМ "Бородино"	2 - 31.12.02	оценка биомассы пром.скоплений	+	+	+		101	11039	1111
2003	НИС "ТИНРО"	28.11 - 31.12.03	оценка биомассы пром.скоплений			+		85	3119	550
	БАТМ "Березина"	21 - 30.12.03	промысел		+	+		40	2141	403
2004	НИС "Пр.Кагановский"	18 - 30.03.04	ихт. и трал. съемки	+			50	21	3234	390
2005	НИС "Пр.Кагановский"	15 - 27.03.05	ихт. и трал. съемки	+			46	24	1922	873
	НИС "Пр.Леванидов"	13-14.08,15-18.12.05	промысел	+		+		13	1484	84
2006	НИС "Пр.Кагановский"	19.03 - 3.04.06	ихт. и трал. съемки	+	+	+	112	37	6224	907
2007	НИС "Пр.Кагановский"	10 - 27.03.07	ихт. и трал. съемки	+	+	+	142	45	12196	1473
2008	НИС "Пр.Кагановский"	27 - 30.03.08	ихт. и трал. съемки	+			37	20	4620	352
2009	НИС "Пр.Кагановский"	19 - 31.03.09	ихт. и трал. съемки	+	+	+	126	45	12294	919
	НИС "Пр.Леванидов"	19.04-9.05	донная и мезопелагич.съемки	+				33	3930	364
2010	НИС "Пр.Кагановский"	14 - 28.03.10	ихт. и трал. съемки	+	+		157	54	14319	919
2011	НИС "Пр.Кагановский"	18.03 - 1.04.11	ихт. и трал. съемки	+	+	+	175	63	14295	976
2012	НИС "Пр.Кизеветтер"	9.02 - 10.03.12	промысел	+				59	6787	745
	НИС "Пр.Кагановский"	23.03 - 8.04.12	ихт. и трал. съемки	+	+		148	66	13505	935
	НИС "Пр.Кизеветтер"	23.08 - 28.09.12	промысел	+				74	4664	350
2013	НИС "Пр.Кагановский"	19.03 - 1.04	ихт. и трал. съемки	+			99	55	9448	466
2014	НИС "Пр.Кагановский"	19.03 - 4.04	ихт. и трал. съемки	+	+		112	52	7518	662
2015	НИС "Пр.Кагановский"	21.03 - 3.04	ихт. и трал. съемки	+	+	+	153	74	11392	966
2016	НИС "Пр.Кагановский"	9 - 18.07	тралово-акулическая съемка	+	+	+		49	3206	519
2017	НИС "Пр.Кагановский"	27.03 - 6.04	ихт. и трал. съемки	+			86	43	6768	480
2018	НИС "Пр.Кагановский"	6 - 11.04	ихт. и трал. съемки	+			30	30	4333	418
2019	НИС "ТИНРО"	24.03 - 3.04	ихт. и трал. съемки	+			68	38	4849	472
	ст. "Океаническая"	15.03 - 8.04	анализ пром.уловов	+	+				3493	229
2020	НИС "Пр.Кагановский"	28.03 - 6.04	ихт. и трал. съемки	+	+		77	53	9202	583
	ст. "Океаническая"	17.02 - 4.04	анализ пром.уловов	+					5210	666
2021	НИС "Пр.Кагановский"	29.03 - 5.04	ихт. и трал. съемки	+	+		75	61	9993	699
	ст. "Океаническая"	10.01 - 30.12	анализ пром.уловов	+	+	+			20133	503
2022	НИС "Пр.Кагановский"	03.08.2004	ихт. и трал. съемки	+	+		101	61	6779	575
	ст. "Океаническая"	10.01 - 30.12	анализ пром.уловов	+	+	+			18390	635
Сумма							1 915	1 693	304 114	22 557

Примечания: ТО – Тихий океан, ЗП – зал.Простор, КП – Кунаширский пролив. МП – массовый промер со вскрытием, ихт.станций – ихтиопланктонных станций, ПБА – полный биоанализ.

Вертикальные обловы выполняли конической сетью ИКС-80, имеющей площадь входного отверстия 0,5 м², газ № 14, длину 2,6 м. При работе сетью использовали трос диаметром не менее 5 мм, масса груза составляла 15–20 кг. Лов икры и личинок минтая проводили в слое 200–0 м, либо от дна на меньших глубинах. В районах, где записи нерестующих производителей фиксировались ниже 200-метрового слоя (обычно в Кунаширском проливе и зал. Простор), обловы икры проводились с глубин 350–400 м. После достижения нужной глубины сеть выбирали со скоростью 0,8–1,0 м/сек. Стадии развития икры определяли по описаниям Н.Н. Горбуновой (1954), выполненными для минтая. При расчете количества выметанной на момент съемки икры использовали метод площадей (Аксютин, 1968).

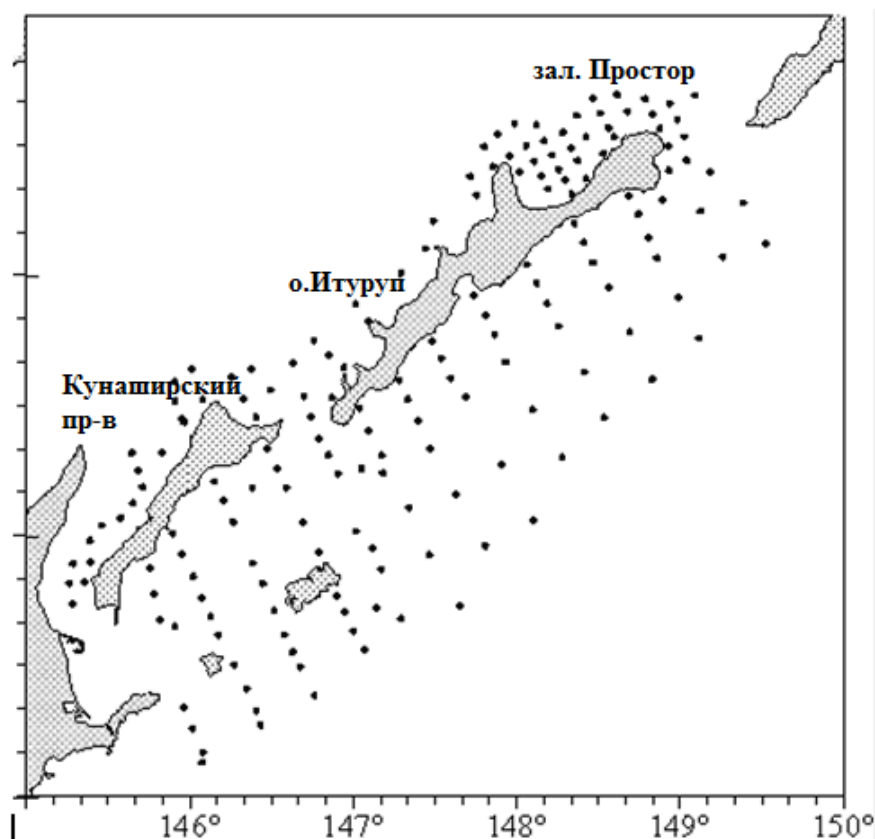


Рисунок 1.1. – Стандартная схема ихтиопланктонных станций в районе южных Курильских островов.

Что касается сроков проведения ихтиопланктонных съемок, Н.С. Фадеев (1999) подчеркивал, что они должны быть фиксированными и совпадать с нисходящей фазой нереста. Н.Н. Кузнецов (1997) замечает, что в начале нереста за счет небольшого времени пребывания во внешней среде

смертность икры минимальна, а оценки численности наиболее реалистичны. Но слишком ранние съемки при крайне низкой доле отнерестившихся рыб приводят к завышению запасов. Опытным путем мы пришли к мнению, что проведение съемки до пика нереста сводит к минимуму смертность икры, а в сочетании с исследованием нерестилищ, прилегающих к ним мест подхода и отхода производителей и районов обитания молоди, определяет точность оценок (Авдеев и др., 2007). В ЮКР ихтиопланктонные съемки проводились примерно в одни и те же сроки, но стандарта придерживаться не всегда удавалось как по организационным причинам, так и из-за ледовой обстановки. В основном съемки выполнялись в конце марта – начале апреля. В это время охотоморские воды ЮКР зачастую закрыты выносимыми из Охотского моря льдами, поэтому съемки неоднократно ограничивались тихоокеанскими водами. В зависимости от площади акватории съемки количество ихтиопланктонных станций в 2000–2022 гг. варьировало от 30 до 175.

Тралово-акустические съемки

Проведение траловых съемок в ЮКР на ежегодной основе также проводится с 2000 г. Использовались стандартные методики сбора и обработки материалов, применяемые в ТИНРО для учета запасов минтая как южной, так и северной частей Охотского моря и изложенные в публикациях (Мерзляков, Василенко, 2002; Смирнов и др., 2006) (рис. 1.2.) Важным моментом является методика выполнения самих тралений. Контрольные траления выполнялись разноглубинным тралом РТ/ТМ 57/360, а с 2015 г. – РТ/ТМ 80/396 с ячейей 30 мм и мелкаячейной 10 мм вставкой на последних 10 м кутца. Вертикальное и горизонтальное раскрытие трала определялось с помощью датчика прибора SIMRAD FS 20/25 и SIMRAD FS 70. Облавливаемый горизонт всегда соответствовал слою эхозаписей. При большом вертикальном развитии эхозаписи как однородной, так и различной плотности, облов производился по слоям, начиная с нижнего в течение одинаковых промежутков времени. Этот способ проведения тралений называется «ступенчатым», при этом 2–3 мин. подъема трала из нижнего

горизонта добавлялось ко времени траления в следующем вышележащем горизонте (Мельников, 2006). В процессе траления определялся коэффициент объемности, который рассчитывается как отношение высоты обловленного скопления к вертикальному раскрытию трала. В идеале траления равномерно располагаются на полигоне, но зачастую это условие не соблюдалось, что было связано с характером распределения минтая. При этом большие уловы оконтуривались дополнительными тралениями либо фиксировались координаты начала и окончания записи для последующих расчетов.

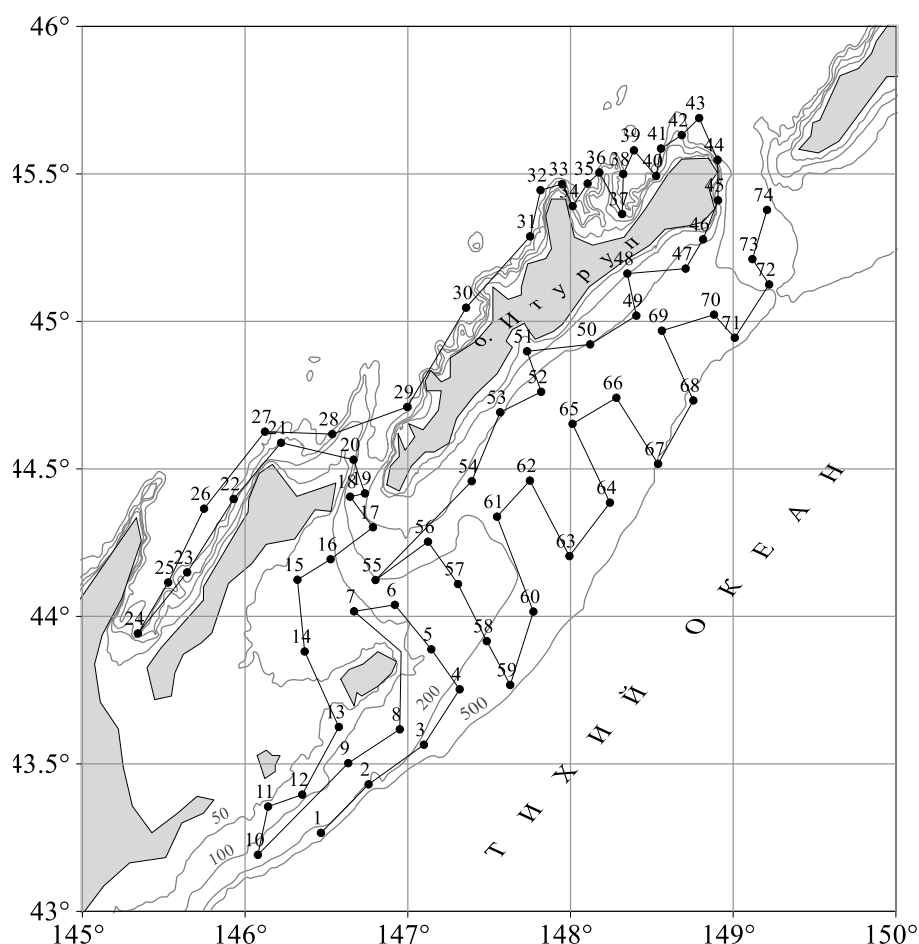


Рисунок 1.2. – Стандартная схема галсового маршрута и траловых станций у южных Курильских островов.

Все уловы оценивались в весовом и количественном выражениях, из каждого трала 300 экз. минтая подвергалось промерам со вскрытием для определения пола и стадий зрелости половых продуктов. Особое внимание уделялось идентификации неполовозрелых особей и отнерестившихся самок в связи с параллельным проведением траловой и ихтиопланктонной съемок.

К отнерестившимся относили всех особей на стадии VI, VI–II, а также 50% текущих особей и 25% самок на стадии VI–IV. В последнем случае, при тех же размерах желтковых ооцитов, что и на IV стадии, основными признаками отличия служат дряблые красноватые гонады, увеличенная овариальная полость, указывающая на частичный вымет (Алексеев, Алексеева, 1996). Долю выметанной икры определяли на фактическом материале путем взвешивания гонад одноразмерных самок на стадиях IV и VI–IV, которая в среднем составила 25 %. Для V стадии исходили из того, что в уловах встречаются самки, как на начальной, так и на завершающей стадии выбоя, а в среднем доля выметанной икры составляет 50 %.

Вся биологическая информация суммировалась по трем статистическим районам – Кунаширский пролив, зал. Простор и тихоокеанские воды ЮКР, где ежегодно наблюдались разнокачественные скопления минтая. Для этого параллельно в каждом из вышеназванных подрайонов проводился сбор биостатистических данных по групповому способу, т.е. полный биоанализ 10 и более особей минтая из каждого сантиметрового класса со взятием возрастрегистрирующих структур для последующей разбивки полученной информации по возрастным классам. Вся первичная информация заносилась в единую стандартную базу данных ТИНРО в программе Access.

Промысловые данные

С 1999 по 2003 г. в зимний период (декабрь-январь) данные собирались на промысловых судах с оценкой численности и биомассы промысловых скоплений минтая. Также в летне-осенний и зимне-весенний периоды 2012 г. были собраны промыслово-биологические данные на НИС «Профессор Кизеветтер», которое работало в промысловом режиме. Методика сбора данных была стандартной и приведена выше.

С 2018 г. промыслово-биологическая информация была собрана наблюдателями ТИНРО на научно-исследовательской станции «Океаническая» на о. Шикотан, где на базе рыбоперерабатывающего

комплекса «Крабозаводск» из уловов промысловых тралений проводятся массовые промеры минтая.

Анализ промысла выполнен по данным, представленным в Отраслевой системе мониторинга «Рыболовство» (ОСМ), для доступа к ОСМ применяли программу “FMS analyst” (Vasilets, 2018).

1.2 Методы оценки запасов по результатам съемок

Траловый метод

Расчеты запасов по результатам траловых съемок ведутся стандартными методами. Численность и биомасса минтая определяются методом площадей (Аксютин, 1968), однако в алгоритм вычислений внесены некоторые дополнительные параметры.

Каждый улов пересчитывался на часовое траление с учетом поправочного коэффициента, позволяющего учесть вертикальную составляющую пространственного распределения нектона (Волвенко, 1998). Этот коэффициент представляет собой отношение высоты обловленного скопления к вертикальному раскрытию трала и определяется в процессе траления по сопоставлению показателей эхолота и прибора, фиксирующего вертикальное раскрытие устья трала. Также его называют «коэффициентом объемности».

В дальнейшем уловы на часовое траление пересчитывались в единицы плотности (экз./км² и кг/км²) с учетом обловленной площади траления. Фактическая площадь облова определялась как произведение горизонтального раскрытия трала на пройденный путь в километрах, который в свою очередь определялся по координатам постановки и выборки тралов:

$$S_i = a \times V_i \times t_i \times 1.852, \text{ где}$$

S_i – площадь облова i -того траления, км²;

a – горизонтальное раскрытие трала, км;

V_i – скорость хода судна при выполнении i -того траления, уз.;

t_i – продолжительность i -того траления, часы;

1,852 – количество километров в одной морской миле.

Для учета различий скорости тралений и пройденного пути площадь облова каждого траления приводилась к одному часу, т.е. была отнесена к количеству часов траления:

$$S_i / \text{час траления} = a \times V_i \times 1.852$$

Плотность тогда определяется как отношение улова на час траления к площади часового облова: $N_{P.} = \frac{N_{\phi.}}{S_{обл.}} \times S_{p-на} = D_{N_{\phi.}} \times S_{p-на}$;

$$M_{P.} = \frac{M_{\phi.}}{S_{обл.}} \times S_{p-на} = D_{M_{\phi.}} \times S_{p-на}, \text{ где}$$

$N_{P.}$ и $M_{P.}$ – расчетные численность и биомасса для района исследований;

$N_{\phi.}$ и $M_{\phi.}$ – фактический улов в единицах численности (экз.) и биомассы (т);

$S_{p-на.}$ – площадь обследованного района;

$S_{обл.}$ – фактическая площадь облова тралом.

$D_{M_{p-на}}$ – фактическая плотность по численности,

$D_{M_{\phi.}}$ – фактическая плотность по биомассе.

Следующий этап – взвешивание доли каждой пробы через площадь, приходящуюся на каждое траление, так как траления на разрезах располагаются неравномерно в связи с неоднородностью распределения минтая. Для этого полигон разбивался на «микрорайоны» путем деления пополам расстояния между соседними тралениями. Также в расчетах применялся коэффициент уловистости, учитывающий, что только часть особей из зоны облова оказывается в улове, который выражается в долях единицы и вводится в знаменатель формул расчета численности и биомассы. Это стандартная величина и для минтая в возрасте от 2 лет принята равной 0,4, а для годовиков – 0,1 (Шунтов и др., 1993). Итоговые формулы расчетов обилия минтая методом площадей выглядят так:

$$N_{P.} = \sum_{i=1}^n \frac{N_{i,час} \times K_{oi} \times S_i}{S_{i,час} \times K_y}, \quad M_{P.} = \sum_{i=1}^n \frac{M_{i,час} \times K_{oi} \times S_i}{S_{i,час} \times K_y}, \text{ где}$$

$N_{P.}$ и $M_{P.}$ – расчетные численность и биомасса;

$N_{i,час}$ и $M_{i,час}$ – фактический улов i -того траления за 1 час (в экз. или кг);

S_i – обследованная площадь, принадлежащая i -тому тралению;
 $S_{i,час}$ – фактическая площадь облова i -тым тралением за 1 час;
 K_{oi} – коэффициент объемности i -того траления;
 K_y – коэффициент уловистости минтая.

Далее суммированием проб получали обобщенный размерный ряд, а по соотношению длина – масса рассчитывалось распределение численности и биомассы по размерному ряду. Поскольку в расчете численности для каждого “микрорайона” учитывается величина улова, площадь облова и площадь обследованного района, принадлежащая каждому тралению, то и каждый размерный ряд оказывается “взвешенным” по этим показателям (Мерзляков, Василенко, 2002). Коэффициенты регрессии рассчитывались через уравнение регрессии массы по длине общего вида:

$$P = a \times L^b, \quad \text{где}$$

a и b – коэффициенты регрессии, P – масса (г), L – длина (АС) особей в мм.

В итоге получается распределение численности и биомассы по размерному ряду. Эти данные позволяют перейти к возрастной структуре запасов через размерно-возрастные ключи. Таким образом, получали суммарные численность и биомассу минтая на акватории съемки, а также распределение этих величин по размерным и возрастным классам.

Ихтиопланктонный метод

До 1990 г. расчеты велись экспресс–методом, который позволяет получать запасы только половозрелых рыб по численности икры, доле отнерестившихся самок, средней абсолютной плодовитости самок и среднему весу производителей. Сбор материала под эту схему расчетов, помимо уловов выметанной икры, чаще всего ограничивался тралениями по основным концентрациям половозрелых рыб.

В настоящее время оценка численности и биомассы минтая в ЮКР осуществляется по методике Н.С.Фадеев (1999), разработанной в ТИНРО в 1988–1991 гг. Принципиальная блок-схема расчетов по ихтиопланктонной методике представлена на рисунке 1.3. Кратко ее суть заключается в том, что на первом этапе получаем обобщенные размерные ряды на полигоне

съемки: общий, отдельно для самок, самцов и отнерестившихся самок. Для этого улов пересчитывается на часовое траление с учетом коэффициента объемности в зависимости от вертикального развития эхозаписи минтая, а затем пересчитывается в единицы плотности численности и биомассы. Более подробно механизм пересчета улова в экз. под 1 кв. км описан выше в расчетах запасов минтая траловым методом. Взвешивание уловов через площадь и учет вертикального распределения минтая позволяет получать наиболее реальное соотношение рыб в размерных классах, что весьма важно для расчетов запасов ихтиопланктонным методом. Затем по учтенной численности икры, плодовитости самок каждой размерной группы и размерному ряду отнерестившихся самок в пересчете на усилие, получаем численность (млрд экз.) выметавших икру самок на полигоне съемки. Отношение численности отнерестившихся самок к сумме размерного ряда представляет собой переходной коэффициент от количества рыб в размерных рядах к их численности на полигоне съемки. В дальнейшем, используя этот коэффициент, линейно-массовые и размерно-возрастные характеристики, получали численность и биомассу половозрелых и неполовозрелых рыб, самцов и самок на полигоне съемки с распределением по размерным или возрастным классам. Данная схема расчетов отличается от других методов возможностью оценки не только нерестовой части запаса, но и неполовозрелых рыб по их доле в общем размерном ряду.

С 2000 г. ихтиопланктонные съемки в ЮКР проводились параллельно с траловыми и тралово-акустическими, что позволило использовать весь комплекс биологической информации, получаемой в ходе выполнения съемок разными методами. Плюсом совмещения траловой и ихтиопланктонной съемок явилось уплотнение сетки тралений и необходимость получения нулевых уловов, т.е. исследования ведутся на всем полигоне съемки, в том числе и на более глубоководных участках, где в большей степени обитают преднерестовые и отнерестившиеся особи. Это позволяет получать достоверную величину доли последних, являющуюся одним из ключевых параметров методики (Авдеев и др., 2007).

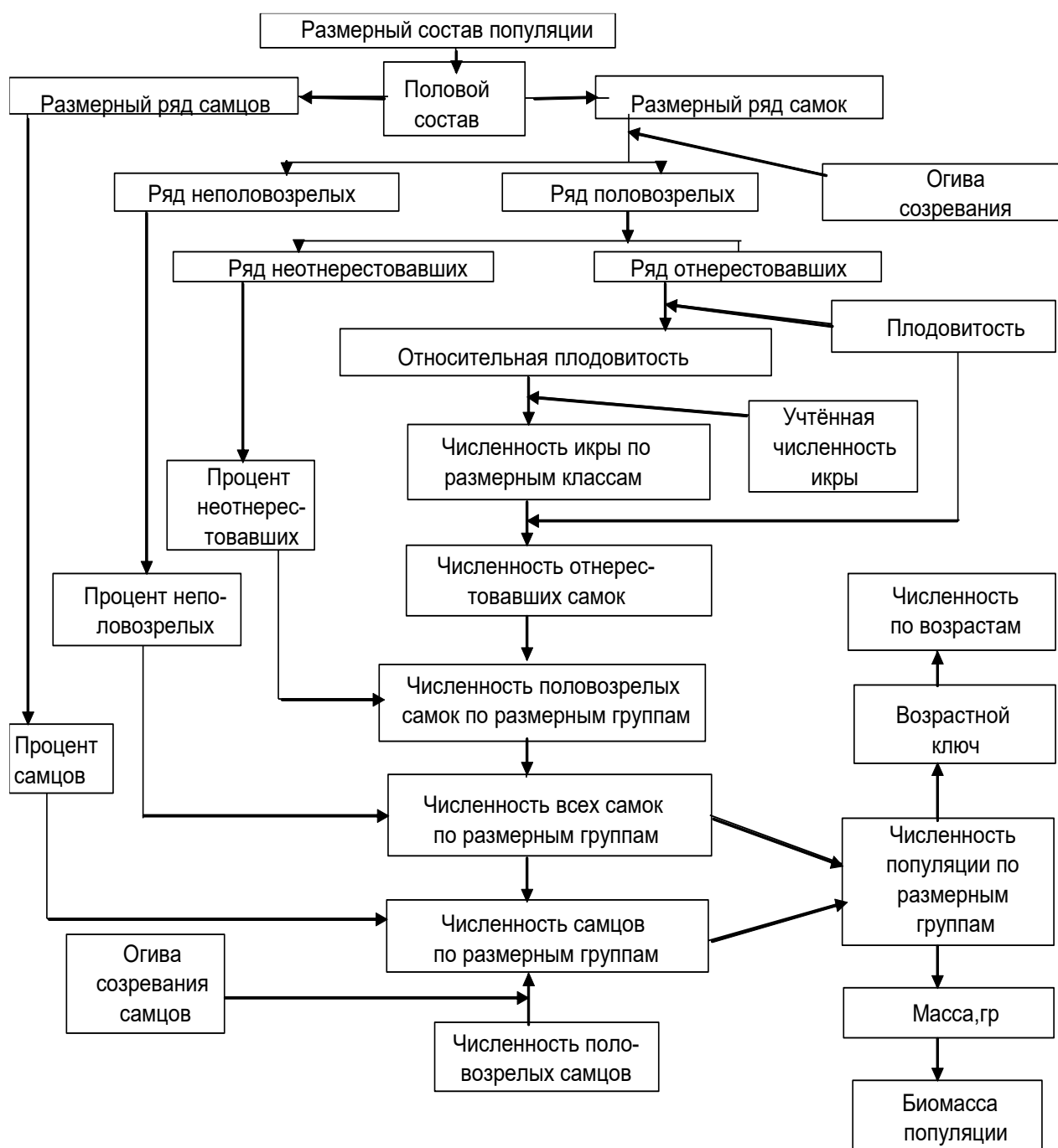


Рисунок 1.3. – Принципиальная схема расчетов для оценки численности и биомассы мятая по размерному ряду и численности учтенной икры (Фадеев, 1999).

1.3 Методы прогнозирования состояния запасов

Прогнозирование запасов биостатистическим когортным методом по данным съемок. До 2000-х гг. регулярных оценок биомассы минтая методами прямого учета не проводилось, поэтому в 1990-е гг. состояние запасов с целью их прогнозирования определялось экспертно. В 2000-е гг. благодаря ежегодному проведению учетных съемок появилось необходимое информационное обеспечение для расчетов биостатистическим (когортным) методом. По материалам, накопленным за 1999-2003 гг., впервые на 2005 г. и последующие годы величина промыслового запаса рассчитывалась по этой методике, которая ранее применялась в ТИНРО также для северной части Охотского моря (Овсянникова, 2012а). Она включает такие показатели как учтенная численность и биомасса, средняя масса и доля рыб промысловой длины, промысловая убыль и естественная смертность по возрастным группам. Коэффициенты выживаемости для минтая ЮКР были взяты из работ Л.М. Зверьковой (1999, 2003), а промысловая убыль приравнивалась к величине вылова за соответствующий год. Пример расчетов по этой методике представлен в табл. 1.2. Прогнозирование состояния запасов биостатистическим методом по результатам учетных съемок осуществлялось на протяжении периода 2003–2016 гг. (Состояние промысловых ресурсов....., 2005-2018).

Прогнозирование запасов методами математического моделирования по данным промысла. Продукционные модели. Поскольку с 2017 г. съемки проводились только с тихоокеанской стороны района, численность и биомасса минтая существенно недооценивались, в 2018–2022 гг. прогноз состояния запасов минтая Южно-Курильской зоны на 2020 г. был выполнен с использованием продукционной модели, реализованной в программе «COMBI 4.0» (Состояние промысловых ресурсов....., 2020–2023). Программа рекомендуется к применению, когда информационное обеспечение обоснования прогноза ОДУ соответствует II уровню, который обеспечивает проведение ограниченного аналитического оценивания состояния запаса и ОДУ.

Таблица 1.2

Прогноз промыслового запаса и ОДУ минтая в Южно-Курильской зоне на 2019 г.

Возрастные группы в 2017 г.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	≥10	Всего
Год рождения		2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007		
Численность	млн экз.	2788,354	0,114	1547,870	516,511	51,902	10,557	3,378	1,637	0,662	0,315	0,143	4921,443
Средняя масса особи	г	25,98	99,99	201,74	342,85	525,85	702,89	903,93	1129,58	1410,32	1700,96	1886,56	
Биомасса	тыс.т	72,429	0,011	312,270	177,085	27,293	7,420	3,054	1,850	0,933	0,536	0,269	603,150
Доля рыб промысловой длины	%			18,78	73,95	97,98	99,85	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
Промысловый запас	млн экз.			290,727	381,958	50,851	10,541	3,378	1,637	0,662	0,315	0,143	740,212
	тыс.т			58,652	130,953	26,740	7,409	3,054	1,850	0,933	0,536	0,269	230,396
Вылов в 2017 г.	% по весу			25,46	56,84	11,61	3,22	1,33	0,80	0,41	0,23	0,12	100,000
	тыс.т			22,148	49,449	10,097	2,798	1,153	0,698	0,352	0,202	0,102	87,000
	млн экз.			109,781	144,231	19,202	3,980	1,276	0,618	0,250	0,119	0,054	279,512
Остаток после промысла	млн экз.	2788,354	0,114	1438,088	372,280	32,700	6,576	2,103	1,019	0,412	0,196	0,089	4641,931
	тыс.т	72,429	0,011	290,123	127,635	17,196	4,622	1,901	1,151	0,581	0,333	0,167	516,150
Выживаемость за год		0,39	0,39	0,70	0,70	0,70	0,70	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	
Возрастные группы в 2018 г.		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	≥11	Всего
Год рождения		2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007		
Ожидаемая численность	млн экз.	1087,458	0,045	1006,662	260,596	22,890	4,603	0,694	0,336	0,136	0,065	0,029	2383,514
Средняя масса особи	г	99,99	201,74	342,85	525,85	702,89	903,93	1129,58	1410,32	1700,96	1886,56	2276,60	
Ожидаемая биомасса	тыс.т	108,735	0,009	345,132	137,035	16,089	4,161	0,784	0,474	0,231	0,122	0,067	612,839
Доля рыб промысловой длины	%		18,78	73,95	97,98	99,85	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
Промысловый запас	млн экз.		0,008	744,422	255,319	22,856	4,603	0,694	0,336	0,136	0,065	0,029	1028,469
	тыс.т		0,002	255,224	134,260	16,065	4,161	0,784	0,474	0,231	0,122	0,067	411,390
Ожидаемый вылов в 2018 г.	% по весу		0,00	62,04	32,64	3,91	1,01	0,19	0,12	0,06	0,03	0,02	100,000
	тыс.т		0,000	51,493	27,088	3,241	0,840	0,158	0,096	0,047	0,025	0,013	83,000
	млн экз.		0,002	150,191	51,512	4,611	0,929	0,140	0,068	0,027	0,013	0,006	207,499
Остаток после промысла	млн экз.	1087,458	0,043	856,471	209,084	18,279	3,675	0,554	0,268	0,108	0,052	0,023	2176,015
	тыс.т	108,735	0,009	293,639	109,947	12,848	3,322	0,626	0,379	0,185	0,097	0,053	529,839
Выживаемость за год		0,39	0,70	0,70	0,70	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	-
Возрастные группы в 2019 г.		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	>12	Всего
Год рождения		2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2009		
Ожидаемая численность	млн экз.	424,109	0,030	599,530	146,359	6,032	1,213	0,183	0,089	0,036	0,017	0,008	1177,604
Средняя масса особи	г	201,74	342,85	525,85	702,89	903,93	1129,58	1410,32	1700,96	1886,56	2276,60	2875,92	
Ожидаемая биомасса	тыс.т	85,560	0,010	315,264	102,874	5,453	1,370	0,258	0,151	0,068	0,039	0,022	511,067
Доля рыб промысловой длины	%	18,78	73,95	97,98	99,85	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
Промысловый запас	млн экз.	79,658	0,022	587,390	146,142	6,032	1,213	0,183	0,089	0,036	0,017	0,008	820,788
	тыс.т	16,070	0,008	308,880	102,722	5,453	1,370	0,258	0,151	0,068	0,039	0,022	435,039
Общий допустимый улов		3,857	0,002	74,131	24,653	1,309	0,329	0,062	0,036	0,016	0,009	0,005	104,4

Минимальные требования к составу информации на данном уровне, согласно Приказу Федерального агентства по рыболовству № 104 от 6 февраля 2015 г.: исторические ряды уловов и уловов на единицу промыслового усилия. В прикладной программе «COMBI 4.0» реализована процедура обоснования и расчета общего допустимого улова (ОДУ) водных биологических ресурсов на основе использования динамических продукционных моделей. Алгоритмом программы предусмотрены все этапы обоснования величины ОДУ, включая оценку качества исходных данных, определение вида модели, используемой для анализа состояния и динамики исследуемой системы «запас–промысел», оценку ориентиров управления, обоснование правила регулирования промысла (ПРП), оценку эффективности принятой схемы управления и прогнозирование биомассы запаса и улова с заданной заблаговременностью. Блок-схема, иллюстрирующая последовательность операций расчетной процедуры COMBI, представлена на рисунке 1.4.

В программе COMBI предусмотрено использование трех продукционных моделей: модели Шефера (Schaefer, 1954), модели Фокса (Fox, 1970) и модели Пелла-Томлинсона (Pella, Tomlinson, 1969). Расчет прогнозного состояния запаса минтая и величины промыслового запаса с использованием программы «COMBI 4.0» рассчитывается по данным о динамике общего вылова минтая в Южно-Курильской зоне и количеству промысловых операций (усилий), выполненных среднетоннажным флотом в Тихоокеанской подзоне за год, за период с 2003 г. Тихоокеанская подзона выбрана как район, где промысел среднетоннажными судами ведется на протяжении всего года. Между уловами и усилиями найдена отрицательная корреляция, что позволяет проводить дальнейшие расчёты. При выборе модели оценивались параметры каждой, а чтобы убедиться в реалистичности параметров моделей, особое внимание обращалось на такие показатели, как скорость популяционного роста (r) и емкость среды (K).

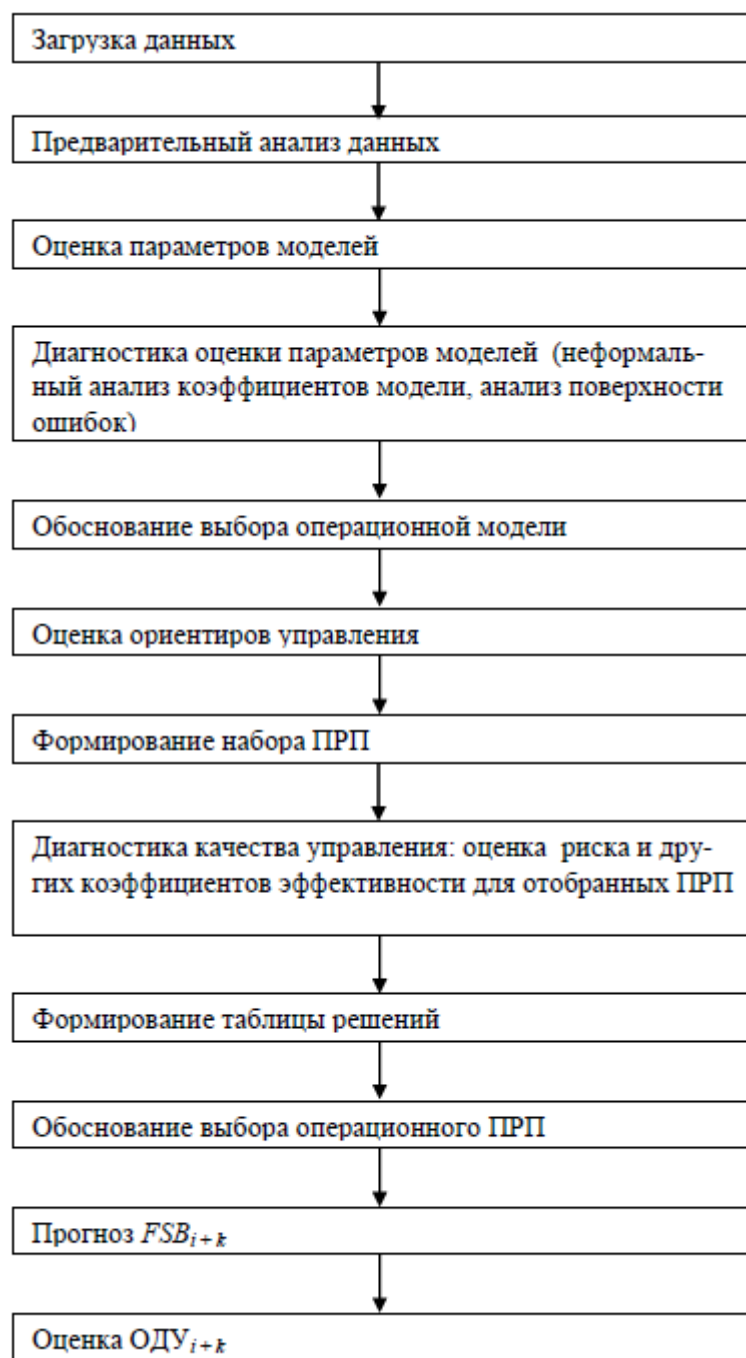


Рисунок 1.4. – Блок-схема процедуры COMBI.

После настройки выбранной модели определяются целевые ориентиры управления – максимальный улов или целевой ориентир управления по биомассе ($B_{tr} = B_{MSY}$), а также целевой ориентир управления по интенсивности промысла – (F_{tr}) (рис. 1.5). Согласно кривой устойчивого улова для минтая Южно-Курильской зоны в рамках программного комплекса «COMBI 4.0» определены следующие ориентиры управления:

Максимальный улов $MSY = E_{MSY} = 208,66$ тыс. т

Целевой ориентир по биомассе – $B_{tr} = B_{MSY} = 689,94$ тыс. т

Граничный ориентир по биомассе – $B_{lim} = 0,1 B_{MSY} = 68,99$ тыс. т

Граничный ориентир по интенсивности промысла – $F_{lim} = F_{max} = 0.319$

Целевой ориентир по интенсивности промысла – $F_{tr} = 0,3$ (рис. 1.6)

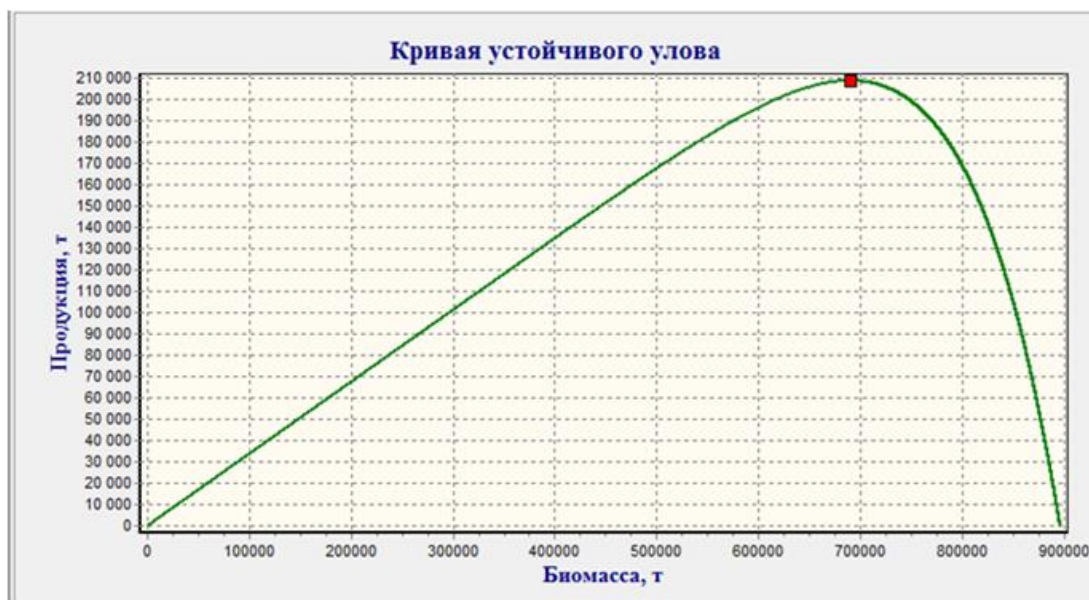


Рисунок 1.5. – Кривая устойчивого улова для минтая Южно-Курильской зоны по промысловым данным с 2003 г.

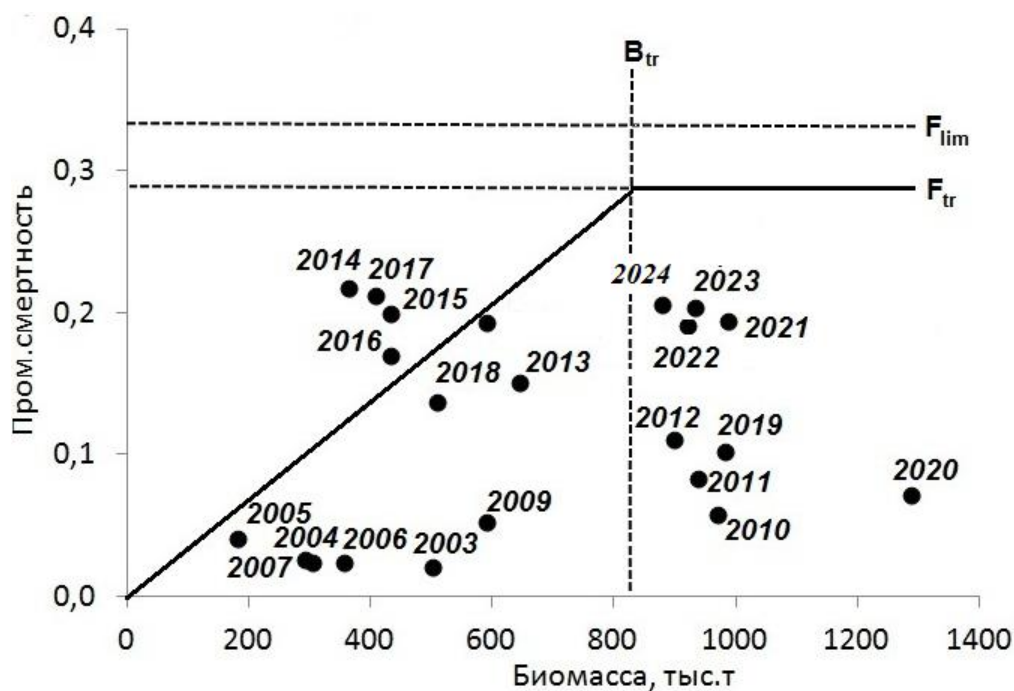


Рисунок 1.6. – Правило регулирования промысла минтая Южно-Курильской зоны.

В версии программы «COMBI 4» доступна настройка нескольких вариантов правил регулирования промысла (ПРП), используемого в дальнейшем для прогнозирования состояния запаса и величины ОДУ. Это дает возможность для корректировки целевого ориентира по промысловой смертности исходя из состояния прогнозируемого запаса (табл 1.3.). Например, если запас находится ниже целевого уровня (в зоне восстановления), то уровень изъятия также настраивается ниже целевого ориентира по интенсивности промысла. После оценки рисков, определяется то правило регулирования, применение которого позволяет получать величину ОДУ с шагом на 2 года вперед.

Таблица 1.3

Эффективность правила регулирования промысла для минтая Южно-Курильской зоны

Модель и метод аппроксимации	ПРП	Время восстановления	Средняя биомасса на прогнозе	Средний улов на прогнозе	Биомасса прогнозная к ретроспективной	Улов прогнозный к ретроспективе	Вероятность В прогнозная < Blim	Вероятность С прогнозный < C min
Пелла-Томлинсона Медианная	FMSY Линейно-Кусочное 0	0	881877,8	162491,2	1,3	2,6	0	0
Пелла-Томлинсона Медианная	F01 Линейно-Кусочное 0	0	892935,4	151608,3	1,3	2,5	0	0
Пелла-Томлинсона Медианная	Fsq Линейно-Кусочное 0	0	922139,1	121656,1	1,3	2,0	0	0
Пелла-Томлинсона Медианная	Fsq125 Линейно-Кусочное 0	0	898838,0	147686,5	1,3	2,4	0	0

Когортная модель «Синтез»

Когортные модели основаны на представлении популяции в виде совокупности отдельных поколений, численность каждого из которых убывает под воздействием промысла и от естественных причин. Минимально необходимые требования к информационному обеспечению модели в обязательном порядке включают в себя возрастной состав уловов, а также ряды уловов из промысловой статистики и навески, необходимые для формирования матрицы уловов.

Входными данными для модели являются:

1. уловы по возрастным группам и годам промысла,
2. средняя масса рыб по возрастам и годам промысла,
3. средняя доля половозрелых особей по возрастам и годам промысла,

4. мгновенные коэффициенты естественной смертности по возрастам.

Кроме этого, возможно использование в качестве дополнительной информации следующих данных:

количество промысловых усилий, данные по уловам на усилие и результаты экспедиционных исследований (ихтиопланктонных, траловых съемок).

Для расчета промыслового запаса на два ближайших года в качестве настроечных индексов в модели использованы данные тралово-акустических съемок ТИНРО с 1999 г., которые были стандартизированы по площади, так как не всегда в ЮКР их удается проводить с охватом всей акватории. В 2022 г. когортная модель «Синтез» параллельно с программой «СОМВИ 4.0» были применены для прогнозирования состояния запасов минтая на 2024 г. и определения ОДУ.

Также использованы среднемноголетние данные по темпу полового созревания и рассчитаны среднемноголетние мгновенные коэффициенты естественной смертности (МКЕС) и коэффициенты селективности по возрастным группам. Возрастные коэффициенты селективности оценивали для трех периодов: до 2001 г. включительно, для 2012–2018 гг. и с 2019 по 2022 г. Первые 2 периода были связаны с отсутствием селективной вставки и их введением, когда в соответствии с п. 17.3 «Правил рыболовства...» был введен запрет на использование при специализированном промысле минтая во всех районах его добычи разноглубинных тралов без селективной вставки с квадратным расположением ячеи между мотенной частью трала и траловым мешком (кутком). Третий период характеризует особенности промысла минтая в Южно-Курильской зоне в последние годы. С 2019 г., наряду с введением возможности сдачи уловов на береговые предприятия в живом, свежем и охлажденном виде на специализированном промысле появились современные СТФ с выловом до 400–450 т минтая, а часть судов переоснастили тралами типа «Атлантика».

Запас на два ближайших года рассчитывался с помощью обращенной когортной процедуры с учётом селективности облавливаемых возрастных групп в программе «ТАС».

В основе используемой когортной модели «Synthesis» лежит уравнение улова Баранова (Баранов, 1925):

$$C_{i,j} = \frac{F_{i,j} N_{i,j}}{F_{i,j} + M_j} \exp(-\alpha M_j) \times (1 - \exp(-\delta(F_{i,j} + M_j))),$$

где i — год промысла, j — возраст особей, $C_{i,j}$ — улов (т), $F_{i,j}$ — мгновенный коэффициент промысловой смертности особей j -ой возрастной группы в i -й год промысла, M_j — мгновенные коэффициенты естественной смертности рыб j -ой возрастной группы, $N_{i,j}$ — численность поколений.

Для прогнозирования запаса на 1–2 года вперед использовались те же оценки мгновенных коэффициентов естественной смертности, что и в ретроспективе. В качестве прогнозных значений массы и доли половозрелых рыб по возрастам принимались среднемноголетние оценки. Коэффициент промысловой смертности в предпрогнозный год соответствовал утвержденной величине ОДУ на этот год. В качестве пополнения запаса на прогнозный период принималась средняя за последние 5–10 лет оценка численности пополнения.

На следующем этапе, следуя методике среднесрочного прогнозирования в рамках предосторожного подхода к управлению промысловыми запасами рыб (Бабаян, 2000), определялось правило регулирования промысла (ПРП). Рекомендуемое значение ОДУ определяется согласно ПРП и зависит от положения нерестовой биомассы и промысловой смертности относительно ориентиров управления. С помощью обращенной вперед когортной процедуры оценивается биомасса запаса на 2 года вперед. Исходя из полученного значения нерестовой биомассы, согласно ПРП определяется рекомендуемое значение коэффициента промысловой смертности в прогнозный год.

Величина ОДУ на прогнозный год рассчитывается следующим образом:

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

s_j — возрастные коэффициенты селективности,

w_j — масса особей (г),

M_j — мгновенные коэффициенты естественной смертности,

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

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

При прогнозировании величины ОДУ анализ эффективности выбранной схемы регулирования проводился с помощью процедуры риск-анализа. Важным этапом тестирования стратегии управления является оценка вероятности того, что в долгосрочной перспективе (10 лет вперед) биомасса нерестового запаса не опустится ниже граничного ориентира по биомассе B_{lim} при заданном постоянном темпе эксплуатации.

Более подробно методы математического моделирования продукционными моделями и когортной моделью «Синтез» изложены в Методических рекомендациях по оценке запасов приоритетных видов водных биологических ресурсов (Бабаян и др., 2018).

Таким образом, период сбора использованных при подготовке данной работы данных охватывает 25 лет ежегодного мониторинга состояния запасов и промысла. Общий объем использованных материалов насчитывает 1915 ихтиопланктонных станций, 1693 траловых улова, 304 114 массовых промеров, 22 557 полных биологических анализов (табл. 1.1). Оценка запасов включала применение двух методик — ихтиопланктонной и тралово-акустической съемок, что в совокупности давало взвешенную оценку численности и биомассы минтая. Дополнение этих методов ежегодными промысловыми данными также давало ориентиры для оценки состояния запасов. Наиболее оптимальным вариантом мониторинга запасов минтая у южных Курильских островов был сбор данных научными наблюдателями на промысловых судах в декабре-январе в период образования преднерестовых

скоплений минтая в Кунаширском проливе с оценкой численности и биомассы промысловых скоплений в сочетании с комплексными съемками, которые позволяли учесть запасы минтая в зал. Простор и оценить численность молоди у тихоокеанского побережья о. Итуруп (Овсянникова и др., 2024). При прогнозировании запасов минтая применялись три методики. Первая из них – биостатистический когортный метод, который был разработан Н.С. Фадеевым для северной части Охотского моря в 1980-е гг., и впервые был применен в 2003 г. после адаптации расчетной таблицы для запасов минтая Южно-Курильской зоны. Этот метод использовался как основа для расчетов ОДУ до 2017 г. включительно. Со второй половины 2010-х гг. состояние запасов прогнозируется методами математического моделирования на основе данных промысла. Как и применительно к оценке запасов, наиболее оптимальным вариантом является сочетание нескольких методов, а именно, основанного на данных прямого учета запасов биостатистического когортного метода и когортной модели «Синтез», информационную основу которой составляет возрастной состав уловов.

ГЛАВА 2. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ

ЮКР ограничен с севера прол. Буссоль и включает акваторию, прилегающую к островам Кунашир и Малой Курильской гряды на юго-западе и Черные Братья на северо-востоке. Район находится в пределах российской экономической зоны, но на границе с Японией Кунаширский пролив, ширина которого составляет 13-29 миль, разделен между соседними странами наполовину, а также часть проливов Измены и Южно-Курильского относятся к территориальным водам Японии у о. Хоккайдо (рис. 2.1).

Курильский архипелаг представляет надводную часть горной системы в виде волнообразной складки земной поверхности, образованной поднятием Курильской островной дуги и прогибом Курило-Камчатской впадины в результате тектонических разломов и надвигов на границах океанического ложа и материка (Удинцев, 1955, 1972; Медведев, 1967). Структурно Курильская гряда связана и является продолжением вулканического пояса Камчатки и входит в серию тектонических дуг, окаймляющих Азию с востока. Одними из характерных черт островных дуг является вулканизм, вызванный расколами и сдвигами земной коры, а также наличие внешней по отношению к материку дуги. Курильская гряда также состоит из двух подводных хребтов, ориентированных с юго-запада на северо-восток. Большая Курильская гряда простирается на 1176 км и состоит из почти непрерывной цепи вулканов (Корсунская, 1958; Леонов, 1960). Внешний хребет почти полностью погружен в воду и лишь в своей южной части возвышается над водой. Он носит имя «Витязь» и продолжается на северо-восток, где прерывается разломами в районе прол. Буссоль. Надводные вершины этого хребта являются островами Малой Курильской гряды, которая состоит из 6 островов, наиболее крупные из них – Шикотан и Зеленый.

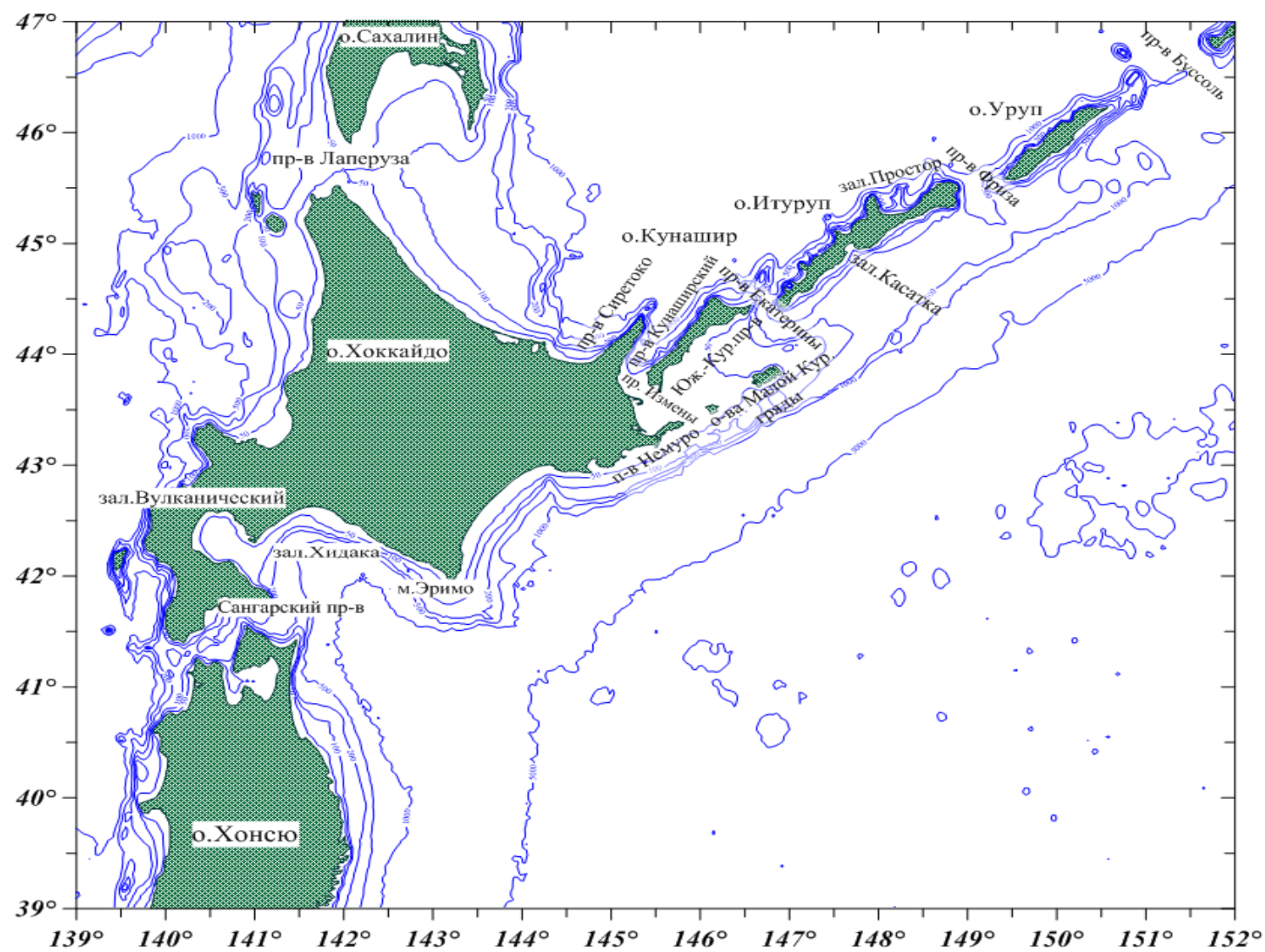


Рисунок 2.1. – Батиметрическая карта района исследований.

Со стороны Охотского моря к Курильским островам примыкает Курильская котловина, глубина которой у о. Кунашир достигает 3900 м. Большие глубины и резкий свал глубин являются отличительными чертами юго-западной части моря (Леонов, 1960). Таким образом, Курильская гряда представляет собой порог, разделяющий северо-западную котловину Тихого океана и южную глубоководную котловину Охотского моря. Над дном Охотского моря вершины хребта поднимаются на высоту 3400-5700 м, а над ложем Тихого океана и дном Курило-Камчатской впадины – до 11700 м. Максимальные превышения вершин Курильских островов над желобом впадины отмечены в южной части гряды – в районе о. Кунашир и прол. Фриза (Удинцев, 1955; Добровольский, Залогин, 1982).

Острова Курильской гряды разделены примерно 30 проливами, но прямой водообмен моря и океана осуществляется через 17 (Кусакин, Лукин, 1995). В сумме ширина Курильских проливов составляет около 500 км, а ширина отдельных варьирует от 15 до 67 км. Максимальная ширина и глубина (2318 м) отмечена у прол. Буссоль. Площадь поперечного сечения этого пролива составляет 43,3 % общей площади сечения всех Курильских проливов (Самко, 1992). Ему уступает только прол. Крузенштерна (1920 м). Два этих самых глубоких пролива соответствуют огромным поперечным разломам Курильской гряды и разделяют ее на 3 звена – южное, северное и среднее (Удинцев, 1955). В южной части гряды расположены все самые крупные острова большой Курильской дуги – Кунашир, Итуруп и Уруп (кроме о. Парамушир). Все проливы южного звена сбрасывают воды Охотского моря. Наиболее глубоководный из них прол. Фриза (1031 м), а глубина пролива Екатерины составляет более 300 м. Самый южный и мелководный – прол. Измены шириной 9 миль, пороговой глубиной 10 м и максимальной – 19 м (Истоки Ойясио, 1997).

Шельфовая зона вдоль всей Курильской гряды узкая, что особенно выражено в ее южной части со стороны Охотского моря. У о. Кунашир углы наклона дна достигают максимальных для Охотского моря значений

(Корсунская, 1958; Леонов, 1960). При этом в южной части Кунаширского пролива, который является продолжением прол. Измены, глубина составляет 17-30 м, а в северной – достигает 2400 м. В прол. Фриза у о. Итуруп изобата 100 м располагается в 1,5-2,0 мили от берега, 500-метровая изобата – в 3,0-5,0 мили. У о. Уруп дно пролива более пологое. Здесь 100-метровая изобата находится более чем в 5 милях, а 500-метровая – в 8-10 милях от берега (Истоки Ойясио, 1997). Вдоль охотоморского побережья о. Итуруп свал глубин не столь резкий, а береговая линия изрезана множеством заливов. Наиболее крупные из них – заливы Простор, Курильский, Куйбышевский, Львиная пасть, Одесский, рельеф которых включает как пологие пляжи, банки, рифы, так и резкие обрывы. С океанской стороны южной части Курильской гряды шельф более выражен, чем с охотоморской. Наиболее широкая шельфовая зона расположена между о. Кунашир и Малой Курильской грядой и представляет собой Южно-Курильский пролив. Его ширина составляет от 18,5 мили в самом узком месте до более 30 миль, глубины от юго-западной к северо-восточной части постепенно увеличиваются от 9-20 до 180 м. Проливы между островами Малой Курильской гряды также мелководны и загромождены банками, рифами и отмелями. Только прол. Шпанберга относительно глубже (28-70 м), а его ширина составляет 8-12 миль. Таким образом, Малая Курильская гряда, протянувшись примерно на 100 км, отделяет мелководный Южно-Курильский пролив от океана (Удинцев, 1955).

Курильские острова расположены в зоне умеренных широт. Кроме широтной зональности, климат этого региона формируют несколько ключевых факторов: значительная протяженность Курильской гряды с юго-запада на северо-восток и промежуточное положение относительно главных центров действия атмосферы, а также между материком и океаном (Леонов, 1960; Добровольский, Залогин, 1982; Шунтов, 2001). На климат у южных Курильских островов заметный отпечаток также накладывают контрастное влияние холодных и теплых течений и близость субтропиков. Одними из

определяющих климат факторов являются направление и интенсивность переноса воздушных масс и поверхностных течений, обусловленные расположением и мощностью атмосферных центров и фронтов. В течение всего года этот район находится в зоне полярного фронта, разграничивающего воздушные массы умеренных и субтропических широт, несмотря на его сезонное смещение с 30–50° с. ш. зимой к 40–60° с. ш. летом (Тихий океан, 1966). Полярный фронт является зоной циклогенеза, где встречаются морской тропический воздух, формирующийся в области тихоокеанского субтропического максимума, и умеренный морской воздух, который образуется у азиатского и американского материков. Вследствие разности их плотности в области полярного фронта происходит перенос воздушных масс на восток и северо-восток, что определяет климат большей части Дальнего Востока. Наиболее активная циклоническая деятельность развивается на западном участке полярного фронта в районе южных Курильских островов (Шунтов, 2001). Зимой над северной частью Охотского и Берингова морей располагается еще одна зона циклогенеза – Арктический фронт, разделяющий воздушные массы арктических и умеренных широт.

В общих чертах атмосферная циркуляция в районе Курильских островов выглядит следующим образом. В холодный период года над материком Азии скапливается плотный сухой воздух, формируя область высокого давления – Сибирский максимум давления. Проходя над поверхностью Охотского моря, холодные континентальные воздушные массы преобразуются в морской умеренный воздух и двигаются в сторону Тихого океана, обуславливая северо-западное направление ветров (зимний муссон). Также на климат Курильской гряды оказывает влияние другой атмосферный центр – Алеутский минимум давления, который зимой распространяется до северных Курильских островов и западнее. Это область более теплого и влажного воздуха, по западной границе которой развивается циклоническая деятельность. За счет выноса континентального умеренного и арктического воздуха на северо-западную часть Тихого океана температура

воды зимой выше, чем температура воздуха (Тихий океан, 1966). В летний период Алеутский минимум смещается восточнее и ослабевает. Основное влияние на климат региона начинает оказывать тихоокеанский субтропический (Гавайский) максимум, формирующий юго-восточный поток морского тропического воздуха (летний муссон) (Terada, Hanzawa, 1984; Шунтов, 2001). Взаимодействие этого потока и морского полярного воздуха, который образуется за счет охлаждения над поверхностью Охотского моря, приводит к частым осадкам и туманам в этот сезон года. Также и в зимний сезон тихоокеанский тропический воздух может проникать в район Курильской гряды, что проявляется в виде периодических оттепелей.

Муссонный характер атмосферной циркуляции воздуха обуславливает большие сезонные колебания температуры воздуха и поверхностных вод и определяет климат в районе Курильской гряды как типично морской, для которого характерны высокая влажность, сильные ветры и метели зимой, частые туманы и тайфуны летом и осенью, а также отсутствие резких морозов зимой и жары летом (Корсунская, 1958; Кусакин, Лукин, 1995). В то же время в климате южной и северной части Курильской гряды наблюдаются различия. Наиболее заметно это зимой и связано с тем, что южные Курильские острова находятся под постоянным воздействием северо-западных потоков со стороны Сибирского максимума давления. На северную часть Курильской гряды влияет более теплый морской воздух с Берингова моря, который поступает по западной границе Алеутского минимума. Вследствие этих процессов зимой широтная зональность приповерхностной температуры воздуха нарушается, поэтому изотермы ориентированы параллельно островной дуге (Шунтов, 2001). Средняя месячная температура зимой в районе северных Курильских островов в среднем на один градус выше, чем южных, поэтому решающего влияния на климат Курильской гряды географическая широта не имеет, что особенно очевидно для ее южной части (Корсунская, 1958).

Климат южной части Курильской гряды характеризуется как более континентальный, чем северной, с выраженными сезонными контрастами температуры и меньшей влажностью. Начало зимы на Курильских островах приходится на декабрь, но на юге она на один месяц короче. Лето в обоих климатических районах наступает одновременно, но на юге длится почти на месяц дольше при средних месячных температурах 12-19° С, тогда как на севере они составляют 10-13° С. Скорость ветра и облачность на южных островах несколько меньше, чем на северных, а осадков обычно больше – от 1000 до 1400 мм в год с максимумом летом (Корсунская, 1958). Летом разность давления между барическими полями ослабевает, широтная зональность в распределении температуры воздуха восстанавливается.

Климатические различия могут наблюдаться даже в пределах одного острова. Так на о. Итуруп это отражается на видовом составе как наземного растительного покрова, так и водных растений и животных. Состав фауны Курильского шельфа определяется преимущественно океанологическими условиями, что наиболее выражено в южной части гряды (Анцулевич, Бобков, 1992), где одним из основных факторов, определяющих климат, является теплое течение Соя. Его влияние можно считать главной причиной растительного разнообразия о. Кунашир и южной части о. Итуруп (Корсунская, 1958). По климатическому районированию самые южные острова Курильской и Малой Курильской гряд относятся к низкобореальной подзоне северной умеренной зоны, тогда как острова, расположенные к северо-востоку от Итурупа, – к высокобореальной подзоне. По результатам биогеографического анализа, авторы по-разному проводят границу между приазиатскими подобластями Тихоокеанской бореальной области. Так, по О.Г.Кусакину и В.И. Лукину (1995) граница климатических районов расположена неравномерно: с охотоморской стороны о. Итуруп она проходит по его северо-восточной оконечности, а именно по перешейку Ветровому, который отделяет п-ов Медвежий от центральной части о. Итуруп, а со стороны Тихого океана – у юго-западной оконечности острова (рис. 2.2).

Сходные результаты дало широтно-зональное районирование на основе ареалов nektona в районе южных Курильских островов, хотя граница между низкобореальной и высокобореальной подзонами подвержена сезонной и межгодовой изменчивости (Иванов, 2011, 2013). Скарлато (1981) считает, что юго-западная часть акватории с охотоморской стороны о. Итуруп относится к низкобореальной подобласти, а северо-западная – к высокобореальной. По А.Е. Анцулевичу (1987) к Маньчжурской подобласти относятся охотоморские воды о. Итуруп до п-ова Чирип, а акватория от зал. Простор и северо-восточнее – к Берингской подобласти. Однако все авторы сходятся во мнении о том, что граница между ними проходит в районе о.Итуруп, при этом вся или почти вся тихоокеанская сторона острова относится к высокобореальной подобласти. Причиной такого разделения является влияние с охотоморской стороны о. Итуруп теплого течения Соя, а с тихоокеанской – холодного течения Ойясио.

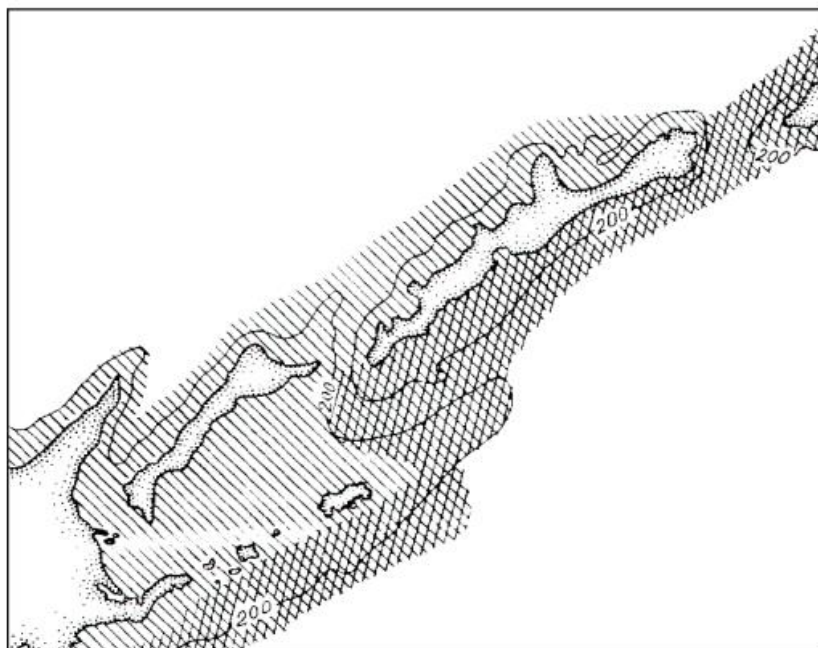


Рисунок 2.2. – Схема биогеографического деления донной фауны шельфа Курильских островов. Косо заштрихованы участки, относящиеся к Айнской (Северо-Японской) провинции Маньчжурской низкобореальной подобласти Тихоокеанской бореальной области. Клеткой заштрихованы участки, относящиеся к южной части Курильской провинции Берингской высокобореальной подобласти Тихоокеанской бореальной области. Сплошная линия –200-метровая изобата (Кусакин, Лукин, 1995).

Течения играют одну из ключевых ролей в формировании климатических условий в ЮКР и являются составной частью субарктического циклонического круговорота, включающего все пространство между Азией и Америкой к северу от 45° с.ш. (рис. 2.3) (Бурков, 1980; Okuda et al., 1991). Прикурильские воды в свою очередь представляют собой субарктическую систему второго порядка (Шунтов, 2001), которая по совокупности сочетания однотипных физико-географических и химических характеристик природной среды выделяется как Курильский естественный район (Муромцев, Гершанович, 1986).

В других классификациях по характерной вертикальной структуре вод в субарктической области Тихого океана выделяют западный субарктический круговорот, положение которого определяет главные черты циркуляции умеренных вод северо-западной части Тихого океана. У южной части Курильской гряды циркуляционная система представлена течениями охотоморского и западного субарктического крупномасштабных круговоротов второго порядка, на границе которых и находится этот район (Dodimead et al., 1963; Ohtani, 1991). В пределах Охотского моря выделяют юго-западную гидрологическую систему, составной частью которой являются воды с охотоморской стороны южных Курильских островов (Чернявский и др., 1996).

Основными звеньями циркуляционной системы района являются холодные течения Курильское и Ойясио и теплые Соя и Куроисио (Favorite et al., 1976; Самко, 1992; Истоки Ойясио, 1997; Самко и др., 1998), влияние которых распространяется на обширную область от глубоководной котловины Охотского моря до тихоокеанского побережья и открытых вод Тихого океана восточнее Японии. Курильское течение, являясь продолжением Восточно-Камчатского, представляет собой холодный поток, следующий вдоль Курильских островов со стороны океана (Dodimead et al., 1963; Favorite et al., 1976; Ohtani, 1991). Часть его дает ответвления в Охотское море через северокурильские проливы, за счет чего до прол.

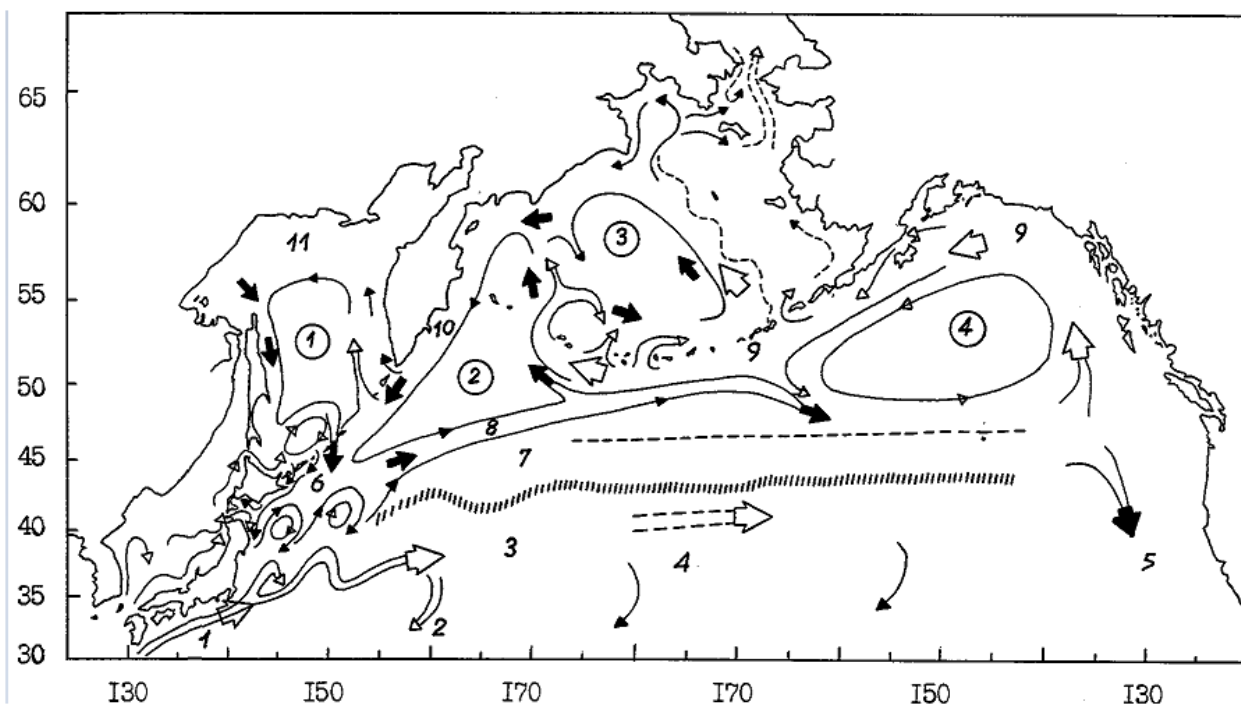


Рисунок 2.3. – Генерализованная схема течений в субарктической Пацифике (Ohtani, 1991). Цифры в кружочках – круговороты: 1 – охотоморский, 2 – западный субарктический, 3 – берингоморский, 4 – аляскинский. Течения: 1 – Кuroсио, 2 – Противотечение Кuroсио, 3 – продолжение Кuroсио, 4 – Северо-Тихоокеанское, 5 – Калифорнийское, 6 – Ойясио, 7 – Западный ветровой дрейф, 8 – Субарктическое, 9 – Аляскинское, 10 – Восточно-Камчатское. Линия со штриховкой – Субарктическая граница, пунктирная – промежуточный фронт. (Шунтов, 2001).

Буссоль течение имеет малые скорости. Другая часть потока следует на юго-запад, где у о. Уруп в него вливаются трансформированные охотоморские воды. Трансформация происходит в проливах, где в результате сильного турбулентного перемешивания и приливов слоистая структура охотоморской водной массы разрушается, а также при соединении охотоморской ветви Курильского и Восточно-Сахалинского течений. За счет их слияния с Курильским течением в прол. Буссоль расход потока возрастает в 3 раза по сравнению с таковым у северных Курильских островов (Горбанев, Добровольский, 1972; Истоки Ойясио, 1997).

Пролив Буссоль считают началом течения Ойясио. От Курильского течения оно отличается тем, что в холодном промежуточном слое воды Ойясио более теплые и соленые, а в теплом промежуточном – наоборот (Истоки Ойясио, 1997). Также заметна роль в формировании потока Ойясио и

прол. Фриза, хотя по площади поперечного сечения он уступает прол. Буссоль в 5 раз (Самко, 1992). Ойясио, двигаясь на юго-запад вдоль южной части Курильской гряды, представляет собой поток шириной от 100 до 300 миль, но его стрежень составляет 10-20 миль вертикальной мощностью не более 1500 м со скоростями 15-45 см/с. Продолжение Ойясио вдоль берегов Японии считают Первой (Прибрежной) ветвью Ойясио, вторая отклоняется от основного потока южнее Малой Курильской гряды или юго-восточной части о. Итуруп, а третья – на траверзе прол. Фриза (Мичурин, Фукс, 1988; Истоки Ойясио, 1997) (рис. 2.4). Более устойчивы первая и вторая ветви Ойясио, а третья усиливается в зависимости от стока через прол. Фриза (Самко, 1992). Отклоняясь в океан, ветви Ойясио, несущие субарктические воды, взаимодействуют с мощным встречным потоком субтропического течения Куроисио, в результате чего образуется Субарктическая (полярная) фронтальная зона (рис. 2.3). В своей западной части фронт имеет наиболее сложную структуру, где происходит активное вихреобразование (Булатов, Лобанов, 1983; Булатов, 1994). У восточного побережья Японии воды первой ветви Ойясио включаются в субарктическую циркуляцию, образуя вихри и меандрируя, смешиваются с водами Куроисио, пересекают зону смешения и за счет более низкой температуры и высокой плотности опускаются ниже потока Куроисио и оказывают охлаждающее влияние по разным данным чаще всего до 39–39,5° с.ш., а при аномальных южных вторжениях до 35–36° с.ш. (Истоки Ойясио, 1997; Sekine, 1988). Степень этого влияния зависит от многих факторов, в том числе сезонной изменчивости стока охотоморских вод и Курильского течения, а также колебаний в системе Куроисио. Наиболее интенсивно охотоморские воды сбрасываются через южно–курильские проливы в холодную половину года (Жуков, 1954). Зимой Курильское течение и Ойясио усиливаются, достигая 30-40 см/сек, а летом ветровые течения направлены против этих потоков, ослабляя их до 6 см/сек в августе (Истоки Ойясио, 1997).

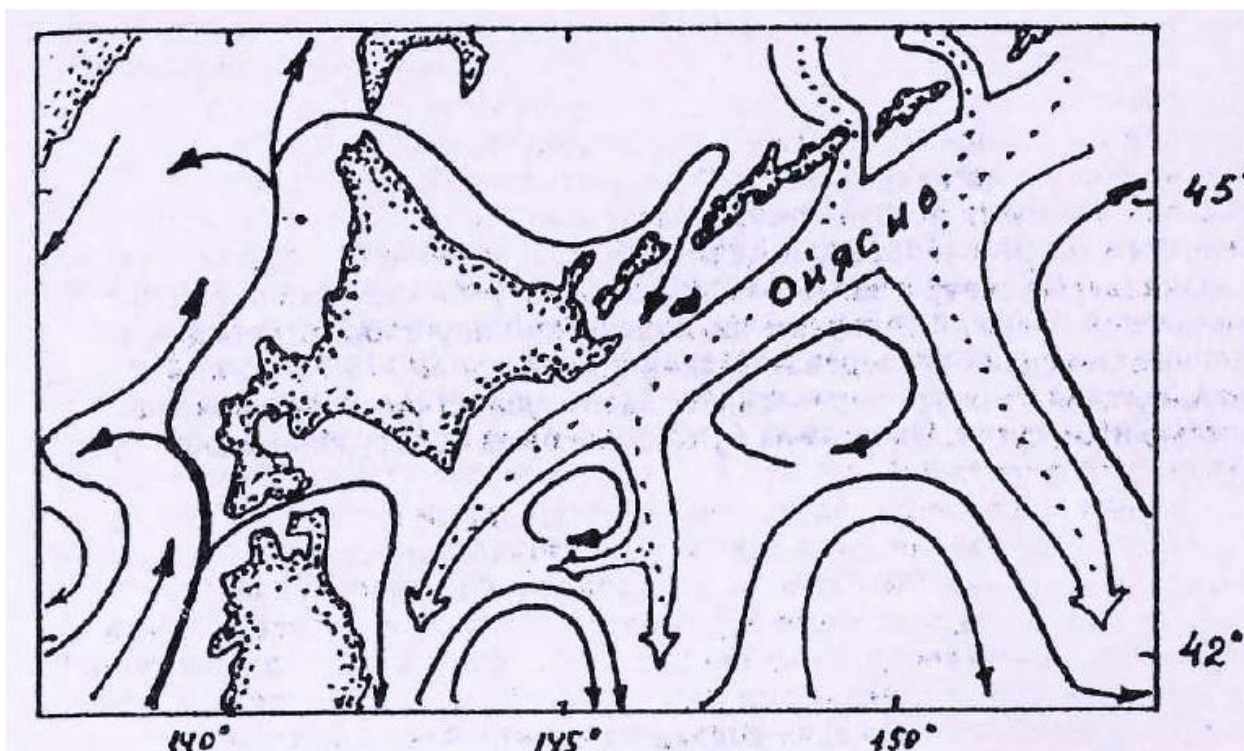


Рисунок 2.4. – Схема течений в системе Ойясио–Курисио (Истоки Ойясио, 1987).

Течение Соя является охотоморской ветвью теплого Цусимского течения, которое несет трансформированные субтропические воды из Японского моря в южную часть Охотского, составляя юго-восточную периферию охотоморского циклонического круговорота, и оказывает существенное влияние на гидрологический режим ЮКР (Леонов, 1960; Морошкин, 1966; Бобков, 1990). Основной вдольбереговой поток Соя с температурой 14-17 °С и соленостью 33,5-33,9 ‰ прослеживается у о. Хоккайдо от прол. Лаперуза до мыса Сиретоко, где его ширина составляет около 35 миль. В районе п-ова Сиретоко течение делится на 4-5 ветвей, которые могут проявляться в виде различных комбинаций (рис. 2.5) (Бобков, 1989). После п-ова Сиретоко за счет разветвления скорость течения Соя заметно снижается и образуется первая область трансформации течения Соя. Одной из ветвей через прол. Измены оно заходит и Южно-Курильский пролив и, не распространяясь восточнее порога между мысом Весло (о. Кунашир) и о. Танфильева, выходит преимущественно через Советский пролив. Вторая ветвь через Кунаширский пролив проходит в прол.

Екатерины и далее в Южно-Курильский пролив, заполняя его северную половину и выливаясь в океан в основном через прол. Шпанберга (Бобков, 1992). В отдельных случаях возможны ситуации, при которых течение Соя доминирует на всей акватории Южно-Курильского пролива, но чаще в его восточную часть заходят воды Ойясио, формируя до глубин 30 м воды смешения с температурой 6-13°C и соленостью 33,25-33,35 ‰, а начиная с 50 м более холодные поверхностные воды Ойясио заполняют его до дна (Анцулевич, Бобков, 1992).

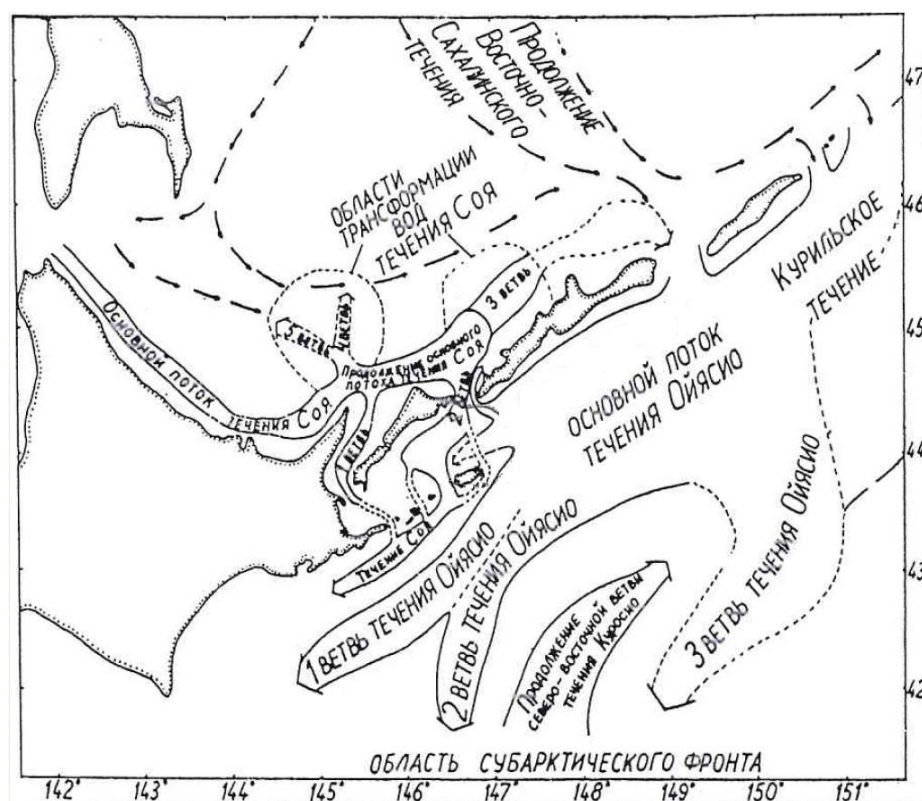


Рисунок 2.5. – Схема циркуляции водных масс в районе южных Курильских островов (Бобков, 1992).

Соя сбрасывает воды в Тихий океан преимущественно через проливы Кунаширский и Екатерины, поэтому продолжение потока, направленное к о. Итуруп, ослабляет свое влияние у его северо-восточной оконечности Курильской гряды и южной части о. Итуруп. О сбросе вод через прол. Фриза единого мнения нет. Согласно разным авторам, поток Соя прослеживается до прол. Фриза (Леонов, 1960; Маркина, Чернявский, 1984; Самко, 1992) и даже

прол. Буссоль (Жуков, 1954; Морошкин, 1966), а также сбрасывает воды через пролив Фриза только в периоды максимальной интенсивности или при определенных синоптических ситуациях (Истоки Ойясио, 1997).

Наиболее согласуется с результатами биогеографических исследований и особенностями климата о. Итуруп схема циркуляции вод ЮКР, где третья ветвь Соя, следующая вдоль его охотоморского побережья, не имеет значительного распространения на северо-восток и ограничивается п-вом Чирип (Uda, 1934; Takizawa, 1982; Мичурин, Фукс, 1988; Бобков, 1992). Этот полуостров выдается в море на 22 км и препятствует проникновению в зал. Простор, при этом к северо-востоку от него образуется еще одна область трансформации вод Соя (рис. 2.5). На участке от прол. Екатерины до п-ова Чирип воды Соя трансформируются за счет проникновения в Охотское море тихоокеанских вод и холодных глубинных вод вследствие интенсивного приливного перемешивания, а также взаимодействия с охотоморскими. В результате от п-ова Чирип до прол. Фриза наблюдаются модификация вод Соя, к тому же и далее подвергающаяся приливной трансформации в самом прол. Фриза (Бобков, 1992). Поток трансформированных вод Соя движется с охотоморской стороны ЮКР на некотором удалении от берега за счет того, что вокруг о. Итуруп наблюдается антициклоническая циркуляция, образованная прибрежным типом смешанных вод (Мичурин, Фукс, 1988; Самко, 1992). Формируясь вследствие интенсивного приливного перемешивания в прибрежных зонах и проливах, эти воды, трансформируясь также и в проливе Фриза, распространяются вдоль тихоокеанского побережья острова Итуруп и характеризуются средними значениями температуры и солености между водами Соя и Ойясио (Жигалов и др., 2002).

Со стороны океана в ЮКР доминируют воды Ойясио. Океанический фронт отделяет Ойясио от вод открытого океана и Куроисио, а прибрежный – от смешанных вод антициклонической циркуляции с океанской стороны островов и течения Соя в районе южной части о. Итуруп и Малой Курильской гряды (Старицын, Фукс, 1986; Истоки Ойясио, 1997). Именно на

участке взаимодействия вод Ойясио и Соя этот фронт наиболее устойчив (64 %) (Самко, 1992). Минуя район Малой Курильской гряды, течения Соя и Ойясио распространяются далее на юго-запад в район к востоку от мыса Эримо и определяют гидрологические условия в теплый период года в шельфовой и более глубоководной зонах этого района. Воды Соя по мере движения к побережью Японии трансформируются и выделяются по температуре выше 7 °С, но главным образом по солености 33,0-33,7 ‰ (Oguma et al., 2008). Появление вод Соя к востоку от мыса Эримо наблюдается в июле и августе и определяется по значительному повышению температуры и солености, а в период с августа по октябрь здесь отмечаются сильные прибрежные юго-западные течения на шельфе. Воды основного потока Ойясио определяются по температуре ниже 7°С, а воды Сангарского течения в теплый период года не фиксируются в районе к востоку от мыса Эримо (Kusaka et al., 2013).

Сангарское течение является ветвью Цусимского и несет субтропические воды из Японского моря к тихоокеанскому побережью Японии через Сангарский пролив (рис. 2.4). В весенне-летний сезон этот поток максимально развит на восток до района у мыса Эримо, не доходя до которого он разделяется, и ветвь течения по циклонической траектории входит в зал. Хидака (западнее мыса Эримо) (рис. 2.6). Воды Сангарского течения характеризуются более высокой, чем у вод течения Соя соленостью – 33,7-34,2 ‰ при температуре выше 5 °С и. (Rosa L. et al., 2007).

В циркуляционной системе ЮКР и тихоокеанских вод Японии наблюдается сезонная изменчивость положения и степени развития течений, а также интенсивности поступления водных масс различного происхождения, связанная главным образом с муссонным характером климата. Описанная выше схема течений и характеристики водных масс наблюдаются в теплый период года. В осенне-зимний период с тихоокеанской стороны южных Курильских островов также располагаются

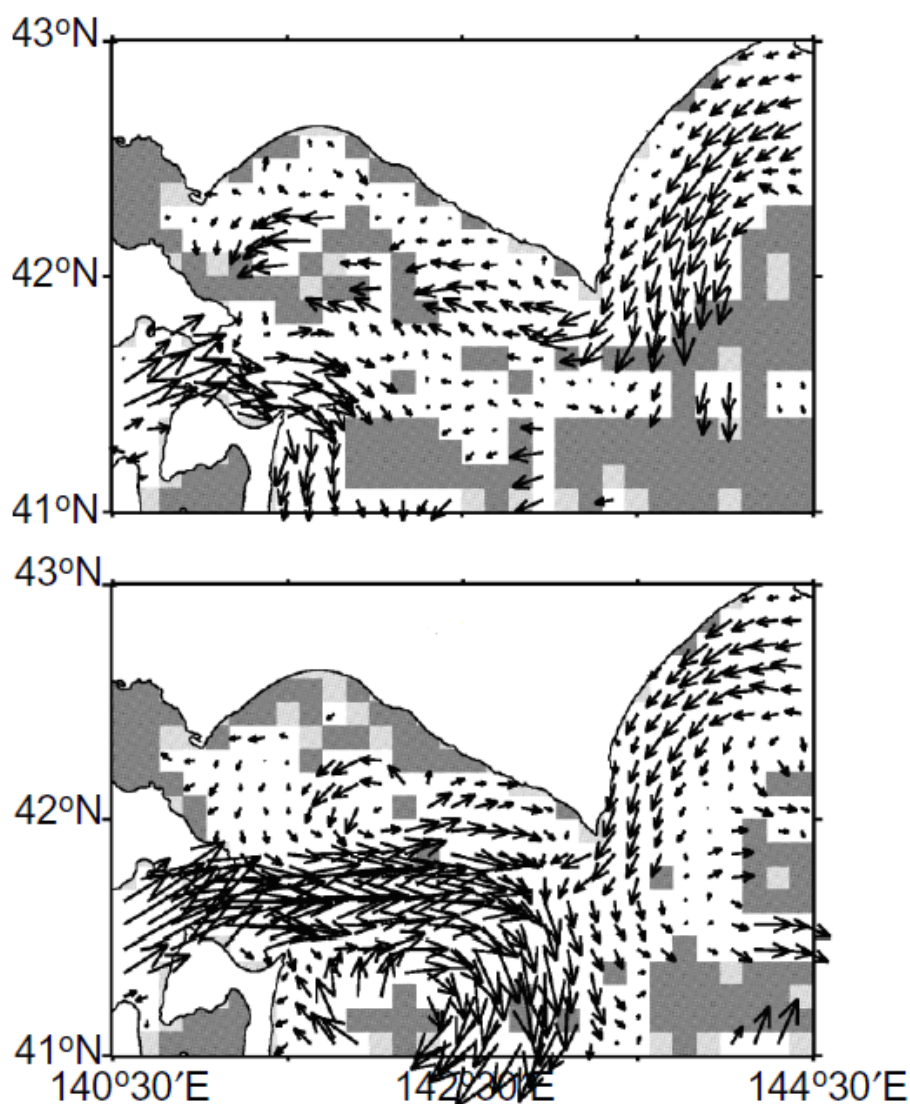


Рисунок 2.6. – Схема течений у тихоокеанского побережья Японии в холодный (вверху) и теплый (внизу) периоды года (Rosa L. et al., 2007)

воды основного юго-западного потока Ойясио. Обычно он прослеживается мористее 400-500-метровой изобаты, но в районе сужения шельфа у северо-восточной части о. Итуруп, а также на его юго-восточном участке наиболее близко подходит к берегу, образуя две циклонические излучины. Между ними, от зал. Касатка до прол. Екатерины, где ширина шельфа максимальна, стрежень потока удаляется от берега, а на шельфе формируется антициклоническая циркуляция. С охотоморской стороны южной части Курильской гряды отмечаются устойчивые в межгодовом плане вихри. Это антициклоническая циркуляция в Кунаширском проливе, которая наблюдается как в кутовой, так и в его глубоководной части. С охотоморской

стороны о.Итуруп на участке 147-148° в.д. и в зал. Простор поперечные гряды и подводные хребты также способствуют формированию антициклонических вихрей. Антициклонический вихрь в зал. Простор был наиболее устойчивым элементом динамического поля в межгодовом плане, в то время как в Кунаширском проливе наблюдались завихренности различного знака и разнонаправленные потоки вод. Эти мезомасштабные детали были изучены при проведении комплексных съемок в весенний период и повторялись ежегодно (Жигалов, 2010; Фигуркин, Жигалов, 2010).

Также на гидрологический режим с охотоморской стороны южных Курильских островов заметное влияние оказывает Восточно-Сахалинское течение, наиболее выраженное в осенне-зимний период. Как сплошной поток от 56° с.ш. оно прослеживается в период гидрологической осени (октябрь-декабрь), разветвляясь около 45° и следуя одной ветвью вдоль островов до проливов Фриза и Буссоль (Северо-Восточное течение), а другой – в зал. Анива (Самко, Новиков, 2003; Жигалов, 2010). Помимо основных течений, вокруг островов наблюдаются антициклонические циркуляции, что обуславливает двухстороннее движение поверхностных вод в проливах и дополняет сложную картину распределения водных масс различного происхождения, что отмечается как в зимне-весенний, так и в летне-осенний периоды (рис. 2.4) (Мичурин, Фукс, 1988; Самко, 1992; Истоки Ойясио, 1997). Однако по данным весенних съемок, с охотоморской стороны о-вов Кунашир и Итуруп такая картина течений наблюдалась не всегда, нарушаясь в некоторые годы юго-западным движением вод на отдельных участках, что было обусловлено наличием антициклонических вихрей, описанных выше (Фигуркин, Жигалов, 2010).

Сток поверхностных холодных и распресненных таянием льда охотоморских вод в этот период в основном происходит через прол. Екатерины, а также прол. Фриза, и хорошо определяется по термохалинным характеристикам. Так, по многолетним наблюдениям, полученным в период максимального охлаждения, воды Южно-Курильского мелководья,

сформированные выносом охотоморских вод через проливы Екатерины и Кунаширский были самыми холодными (до $-1,6^{\circ}\text{C}$ и $32,2\text{‰}$) и имели гомогенную структуру до дна (Фигуркин, Жигалов, 2010; Кровнин и др., 2022). Близкими значениями характеризовались вынесенные из Охотского моря воды верхнего 100-метрового слоя южнее прол. Фриза, но, как правило, они имели большую соленость, а на изобатах глубже 75-100 м их структура становилась двухслойной. Ареал и объем распространения холодных распресненных охотоморских вод с океанской стороны ЮКР прослеживается по характеристикам вод менее 2°C и ниже $33,0\text{‰}$. Это шельфовые воды океанской стороны о. Итуруп. Между ними и водами основного потока Ойясио образуется прибрежная периферия Ойясио, являющаяся фронтальной зоной между двумя вышеприведенными и средней по своим характеристикам.

Сток охотоморских вод в прол. Екатерины на поверхности в ряде случаев наблюдался со стороны о. Кунашир, но чаще шел через всю ширину пролива. Выйдя из прол. Екатерины, охотоморские воды следуют в Южно-Курильский пролив, где под действием преобладающих ветров формируются потоки южного и юго-западного направления с выходом в океан преимущественно через прол. Шпанберга. Другая часть охотоморских вод, подчиняясь рельефу, огибает Южно-Курильское мелководье с востока и также поворачивает на юго-запад. Встречное движение поверхностных вод в прол. Екатерины отмечалось при проведении исследований в весенний период только в нескольких случаях, при этом перед проливом наблюдался подъем вод и образовывался циклонический вихрь, обеспечивая заток со стороны о. Итуруп и разграничивая воды Южно-Курильского мелководья и шельфовые о. Итуруп. Однако у дна по данным всех съемок в проливе и ложбине, которая является его продолжением, со стороны о. Итуруп наблюдался заток вод прибрежной периферии Ойясио, которые проникали на охотоморскую сторону прол. Екатерины. Между этими более теплыми и солеными и холодными, распресненными водами Южно-Курильского

мелководья от охотоморской стороны прол. Екатерины до о. Шикотан и далее вдоль Малой Курильской гряды проходил фронтальный раздел (Фигуркин, Жигалов, 2010).

По данным японских ученых, в холодную половину года поток вод, который формируется под влиянием стока из Охотского моря прослеживается и далее на континентальном шельфе о. Хоккайдо от п-ова Немуро до мыса Эримо и западнее (Murakami, 1984; Kono et al., 2004; Kuroda et al., 2006). Это течение, именуемое Прибрежное Ойясио, характеризуется более низкой соленостью и температурой (менее 2 °С и ниже 33,0 ‰) по сравнению с Ойясио. Восточно-Сахалинское течение зимой (с января по март) выражено в виде сплошного потока только на южном участке, так как воды к востоку от о. Сахалин в это время закрыты льдами (Самко, Новиков, 2003). Этот поток несет наиболее холодные и распресненные воды, которые как описано выше, в этот период наблюдаются в районе о. Кунашир и Южно-Курильского пролива и распространяются через проливы Екатерины и Южно-Курильский, а также через проливы Малой Курильской гряды. Прибрежное Ойясио наблюдается на континентальном шельфе о. Хоккайдо с января по май и формируется водами Восточно-Сахалинского течения (рис. 2.6.) (Kusaka et al., 2009, 2013). В холодную половину года это течение распространяется вдоль побережья о. Хоккайдо и в период максимального охлаждения вторгается западнее мыса Эримо в заливы Хидака и Вулканический, заменяя воды Сангарского течения (Rosa L. et al., 2007).

Кроме выделенных для теплого и холодного сезонов типов вод с тихоокеанской стороны о. Уруп и до средних Курильских островов в течение всего года выделяют прикурильские водные массы, отличающиеся от вод Ойясио меньшей температурой и большей соленостью, а их формирование обусловлено взаимодействием вод различного происхождения и интенсивным водообменом в проливах Буссоль и Фриза (Жигалов и др., 2002). Также помимо вышеописанных механизмов трансформации вод, в течение суток в проливах под воздействием приливов и отливов происходит

вертикальная и горизонтальная перестройка океанологических характеристик. В их западной части приливная волна, направленная из океана, уменьшает мощность стока вод, а в восточной части проливов происходит более интенсивное приливное перемешивание вод. Скорости приливных течений в проливах достигают 4-5 уз, а за счет волн, приходящих с разных направлений в период смены фазы прилива, наблюдается сулои – поступательно-стоячие волны (Корсунская, 1958; Истокия Ойясио, 1997).

Таким образом, сезонная динамика течений в пределах рассмотренного региона определяется усилением или сокращением (отсутствием) потоков субарктического или субтропического происхождения. У южных Курильских островов в холодное полугодие наблюдаются модификации только субарктических водных масс – охотоморской и Ойясио (Фигуркин, Жигалов, 2010). При этом в район Южно-Курильского пролива и прол. Екатерины (юго-западная часть ЮКР) поступают воды Восточно-Сахалинского течения, а к северо-восточному побережью о. Итуруп и прол. Фриза (северо-восточная часть ЮКР) подходят воды его ветви – Серединного течения (табл. 2.1). Летом в юго-западной части района происходит замена холодных субарктических вод на субтропические воды Соя, а в северо-восточной доминируют те же течения и водные массы. Фронт, идущий от прол. Екатерины к Малой Курильской гряде до вод Японией, во все сезоны разграничивает воды, расположенные на Южно-Курильском мелководье, и воды Ойясио. Эти же потоки, разделенные фронтом, а именно летом Ойясио и Соя, а зимой Ойясио и Прибрежное Ойясио (которое является производным Восточно-Сахалинского течения), прослеживаются и далее вдоль побережья Японии до мыса Эримо. То есть в юго-западной части ЮКР и у побережья о. Хоккайдо до мыса Эримо происходит замена течений субарктического происхождения на субтропическое, при том, что сама схема движения вод не меняется. Доминирующие течения в этих районах либо одни и те же в теплую половину года (Ойясио и Соя), либо связаны по происхождению (Восточно-Сахалинское и Прибрежное Ойясио).

Таблица 2.1.

Распределение течений у тихоокеанского побережья Японии и у южных Курильских островов в разные сезоны года.

Район	ЮОКР		м.Эримо		ЮОКР		м.Эримо	
	с-в	ю-з	восточнее	западнее	с-в	ю-з	восточнее	западнее
Течение (вод.масса)/сезон	осенне-зимний				весенне-летний			
Ойясио	+	+	+	+	+	+	+	+
Прикурильские воды	+				+			
Восточно-Сахалинское		+						
Серединное	+				+			
Прибрежное Ойясио			+	+				
Соя						+	+	
Сангарское								+

Западнее мыса Эримо в теплый сезон воды Соя не распространяются, так как в этой части региона доминирует Сангарское течение, несущее свои воды не только вдоль восточного побережья о. Хонсю, но и в зал. Хидака. В холодный период при ослаблении Сангарского течения воды Прибрежного Ойясио проходят западнее мыса Эримо – в заливы Хидака и далее в Вулканический (табл. 2.1). Основной поток Ойясио как летом, так и зимой проходит на юг мористее Сангарского течения. Таким образом, западнее мыса Эримо и у тихоокеанского побережья о. Хонсю сезонная динамика течений также связана со сменой доминирующих субтропических или субарктических водных масс.

В северо-восточной части ЮОКР во все сезоны доминируют водные массы субарктического происхождения - охотоморские и Ойясио, а также прикурильские у о. Уруп и севернее (табл. 2.1). Трансформированные воды Соя подходят к северо-восточной части о. Итуруп на удалении от берега, а пров Чирип отбивает этот поток еще мористее.

Таким образом, только воды основного потока Ойясио наблюдаются во все сезоны во всем регионе от прол. Буссоль до восточного побережья о. Хонсю. Несмотря на связанность основных течений между собой, можно выделить относительно обособленные циркуляционные системы, в пределах

которых сезонная динамика условий определяется своим «набором» течений. Первая система – от восточного побережья о. Хонсю до мыса Эримо; вторая – район к востоку от мыса Эримо до юго-восточной оконечности о. Итуруп с тихоокеанской стороны и от Кунаширского пролива до п-ова Чирип с охотоморской; третья – район к северо-востоку от второго района до прол. Буссоль.

В целом циркуляционная система ЮКР и восточного побережья Японии является результатом взаимодействия субарктических и субтропических водных масс и их модификаций. Основные течения несут сюда трансформированные воды из всех трех дальневосточных морей, чего не наблюдается ни в одном другом регионе северо-западной части Тихого океана, что во многом и определяет уникальность его условий. Межгодовая и сезонная изменчивость положения и интенсивности течений определяет мозаичность распределения океанологических характеристик, изменчивость положения ветвей, течений и фронтов, а также в целом влияет на климат и условия обитания гидробионтов (Шунтов, 2001).

ГЛАВА 3. РАЗМНОЖЕНИЕ

Первые краткие данные о распределении икры и сроках нереста минтая у южных Курильских островов приводятся в публикации Н.Н. Горбуновой (1954). Относительно регулярно нерест минтая этого района стал изучаться в 1970-е гг., когда здесь были проведены первые ихтиопланктонные съемки, а с 1983 по 1991 г. специалисты ТИНРО стали проводить их ежегодно. По этим данным были описаны распределение икры и места ее концентраций, определены нерестилища и также сроки нереста минтая. Согласно данным разных авторов, выделялись нерестилища как с охотоморской стороны района – в Кунаширском проливе и зал. Простор, так и с океанской – у о. Итуруп, в Южно-Курильском проливе и у Малой Курильской гряды, с объединением или разделением двух последних (Зверькова, Пушкинов, 1980; Фадеев, 1981; Смирнов, 1987). Позже Н.С. Фадеев обобщил результаты ихтиопланктонных съемок, проведенных ТИНРО, и пришел к выводу, что в Южно-Курильском проливе масштабный нерест отсутствует, а наличие самостоятельного нерестилища у Малой Курильской гряды еще нуждается в уточнении (Фадеев, Самко, 2006). На относительно небольшой акватории у южных Курильских островов исследователи выделяли от 3 до 5 нерестилищ минтая, обращая при этом внимание на то, что сроки нереста растянуты и смещаются на более поздние с продвижением на север или имеют 2 пика (Фадеев, 1981, 2006; Смирнов, 1987; Шунтов и др., 1993; Зверькова, 1999, 2003).

Ихтиопланктонные съемки в тот период исследований выполнялись преимущественно на промысловых судах, что сводило к минимуму контрольные траления и практически не давало возможности проводить их за пределами промысловых скоплений, а также сопровождать съемки гидрологическими работами. Поэтому в основном нерестилища определялись по наличию в уловах планктонной сети икры на I стадии развития без учета распределения производителей. Исходя из имеющихся на тот момент данных, не всегда была возможность сопоставлять уловы икры и

производителей, а также с динамикой вод в конкретные годы. При этом течения в таком динамичном районе определяют особенности распределения икры, а также направления и масштабы ее дрейфа в процессе развития. Данные по межгодовой изменчивости гидрологических условий в период нереста минтая единичны и относятся преимущественно уже к новому этапу его изучения в ЮКР (Жигалов, 2010; Фигуркин, Жигалов, 2010).

Вопрос о количестве нерестилищ минтая у южных Курильских островов до сих пор остается открытым. К настоящему времени накоплен многолетний массив информации по распределению икры и гидрологическим условиям в период нереста минтая, что дает возможность показать характерную картину ее распределения, межгодовые особенности и роль течений в их формировании, а в совокупности с распределением производителей – дифференцировать центры нереста и второстепенные нерестилища.

3.1 Нерестилища минтая

Распределение икры Для выявления типичной картины распределения икры минтая сначала были проанализированы данные ихтиопланктонных съемок, проведенных с охватом всей акватории ЮКР. Таких съемок в период с 2001 по 2022 г. было всего 5 – в 2006-2007, 2009, 2011 и 2015 гг. Из них результаты ихтиопланктонных съемок 2007 и 2015 гг., имеющих свои особенности, будут рассмотрены позже.

В 2006 г. максимальные уловы икры всех стадий развития отмечались с охотоморской стороны ЮКР – Кунаширском проливе и зал. Простор (рис.3.1). С океанской стороны икра образовывала три зоны уловов: у северо-восточного побережья о. Итуруп, в Южно-Курильском проливе и с океанской стороны островов Малой Курильской гряды, между которыми восточнее прол. Екатерины икра отсутствовала. В 2009 г. с охотоморской стороны ЮКР максимальные концентрации икры отмечались в зал. Простор, также скопление с уловами до 100 экз./облов наблюдалось на небольшом

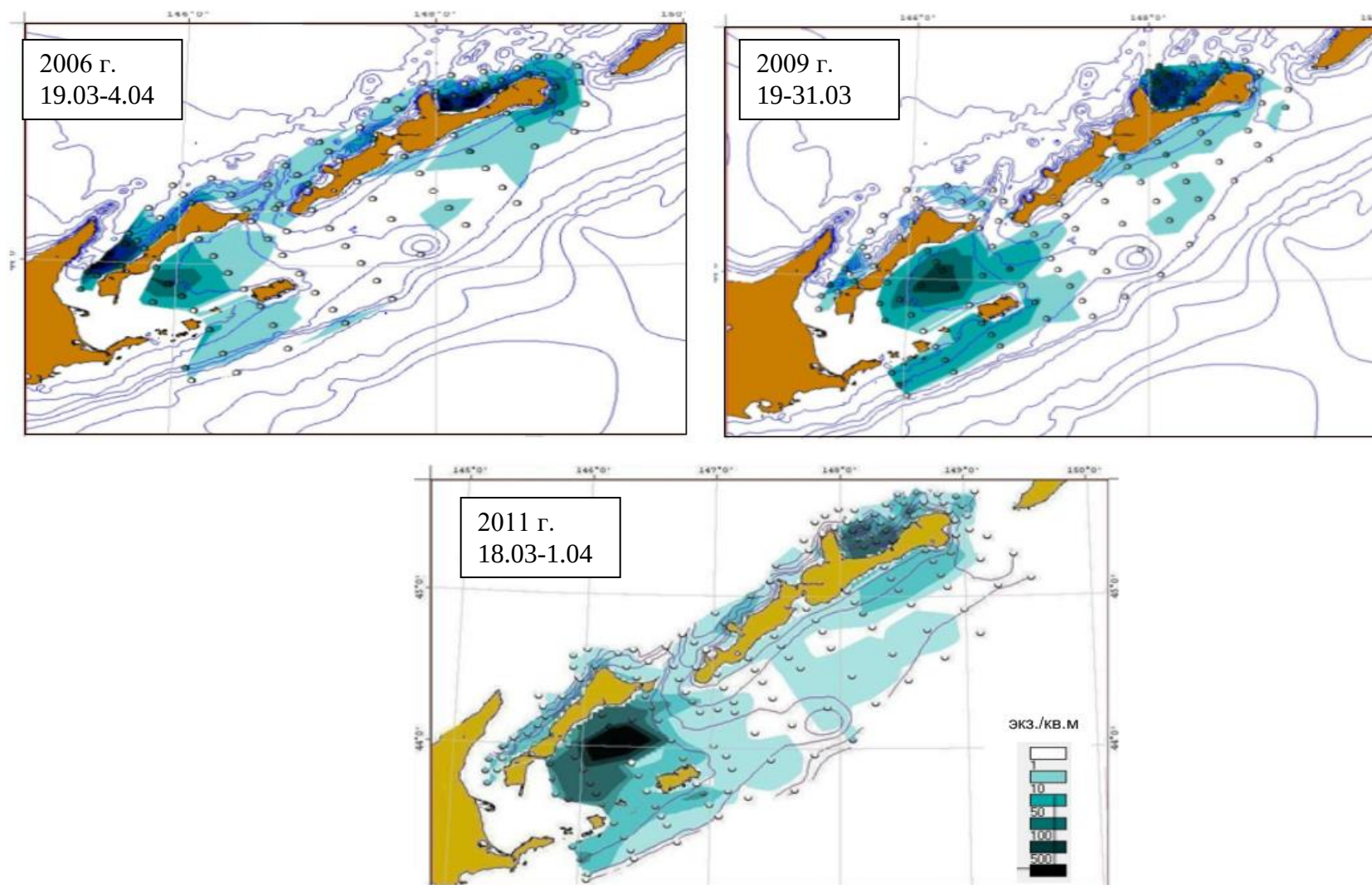


Рисунок 3.1. – Распределение икры минтая I-IV стадий развития во второй половине марта – начале апреля 2006, 2009 и 2011 гг. у южных Курильских островов.

участке Кунаширского пролива. В океанских водах наиболее обширное по площади и плотности единое скопление икры располагалось в районе Южно-Курильского пролива и у островов Малой Курильской гряды, и небольшая зона уловов менее 10 экз./облов – у северо-восточного побережья о. Итуруп. В 2011 г. максимальные уловы икры были получены в Южно-Курильском проливе и в зал. Простор, и составляли соответственно 1428 и 117 экз./облов. В Южно-Курильском проливе распределялось обширное пятно плотностью до 1000 и более экз./облов. Менее плотное скопление с уловами до 500 экз./облов икра образовывала в зал. Простор, а также зоны уловов, не превышающие 50 экз./облов, отмечались у океанского побережья о. Итуруп и в Кунаширском проливе (рис. 3.1.).

По данным трех полных съемок во второй половине марта – начале апреля наибольшие концентрации икры всех стадий развития (I–IV) наблюдались в зал. Простор и Южно-Курильском проливе, а также в 2006 г. в Кунаширском проливе. С тихоокеанской стороны о. Итуруп уловы в основном были в пределах до 10 экз./облов, а максимальные единичные – не превышали 100 экз./облов. У юго-восточного побережья о. Итуруп и с тихоокеанской стороны прол. Екатерины уловов икры не было, а с охотоморской – икра либо отсутствовала, либо встречалась в уловах штучно. У Малой Курильской гряды в 2006 г. была отдельная зона с уловами икры до 10 экз./облов, тогда как в 2009 и 2011 гг. наблюдалось единое распределение икры в Южно-Курильском проливе и вдоль Малой Курильской гряды.

В большинстве случаев съемки проводились в период, когда дрейфующие от побережья о. Сахалин к южным Курильским островам льды частично закрывали район исследований. Так, в 2010 и 2012 гг. практически весь полигон был свободен ото льда, но Кунаширский пролив был закрыт. Распределение развивающейся икры минтая в эти годы было сходным с вышеприведенными. Икра образовывала наиболее плотные концентрации в зал. Простор и Южно-Курильском проливе (рис. 3.2). С тихоокеанской стороны о. Итуруп на большей части акватории плотность распределения

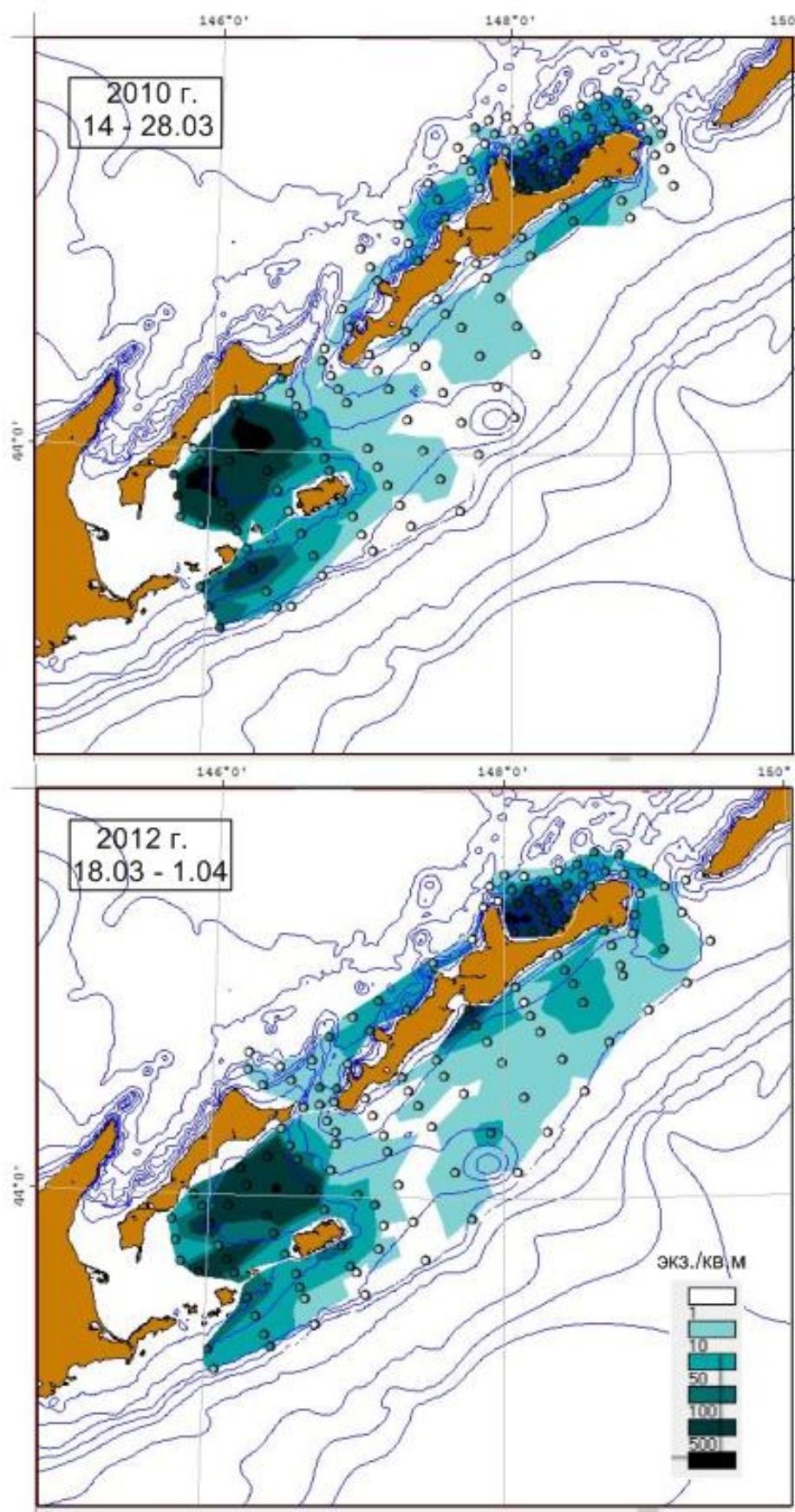


Рисунок 3.2. – Распределение икры минтая I-IV стадий развития во второй половине марта – начале апреля 2010 и 2012 гг. у южных Курильских островов.

икры была в пределах первой градации (1-10 экз./облов) и только на единичных станциях была больше. С охотоморской стороны о. Итуруп юго-западнее зал. Простор наблюдались уловы икры до 50 экз./облов. Как и по данным полных съемок, в 2010 и 2012 гг. уловов икры на участке юго-восточного шельфа о. Итуруп не было, а с охотоморской стороны прол. Екатерины уловы не превышали 10 экз./облов.

Также был ряд лет, когда льды закрывали не только Кунаширский пролив, но и охотоморскую сторону о. Итуруп до зал. Простор, который был доступен для исследований. По этим данным наиболее плотные скопления икры минтая также отмечались в зал. Простор и Южно-Курильском проливе (рис. 3.3). Подавляющая часть ихтиопланктонных съемок была проведена только с тихоокеанской стороны ЮК, из них 5 – за пределами 12-мильной зоны территориальных вод России, а следовательно, в Южно-Курильском проливе работы были ограничены, и по распределению икры минтая съемки 2001-2002, 2005, 2008 и 2018 гг. не информативны. По съемкам, которые были проведены с тихоокеанской стороны ЮКР, включая 12-мильную зону, наибольшие уловы икры всегда наблюдались в Южно-Курильском проливе, образуя в ряде случаев единое скопление, распространяющееся и на океанические воды островов Малой Курильской гряды, а в некоторых случаях они были разделены, как в 2019 г. (рис. 3.3). С океанской стороны о. Итуруп также наблюдалась область уловов икры, обширная по площади, но плотность в ней была намного меньше. Таким образом, данные съемок, проведенных на части акватории ЮКР, подтверждают основные черты распределения икры минтая, приведенные выше по съемкам, охватившим весь район.

Однако 5 съемок демонстрируют иную картину распределения икры (рис. 3.4.), при том, что они также были проведены во второй половине марта – начале апреля 2007, 2015, 2017, 2021-2022 гг. Из них только в 2007 и 2015 гг. отсутствие льда на полигоне съемки позволило провести их в полном объеме. В 2017 г. съемки были сделаны только с тихоокеанской стороны, а в

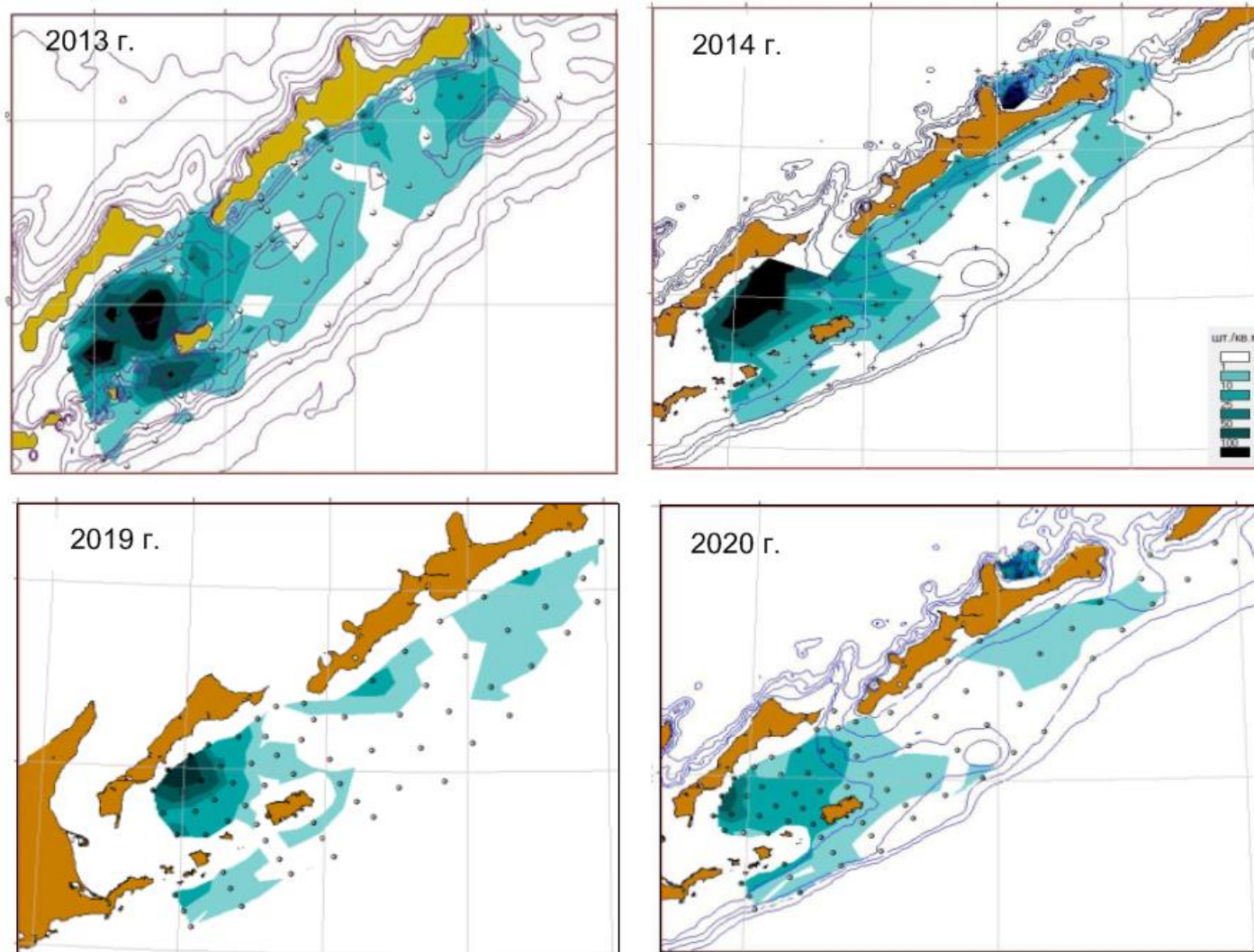


Рисунок 3.3. – Распределение икры минтая всех стадий развития у южных Курильских островов в марте-апреле 2013-2014 и 2019-2020 гг.

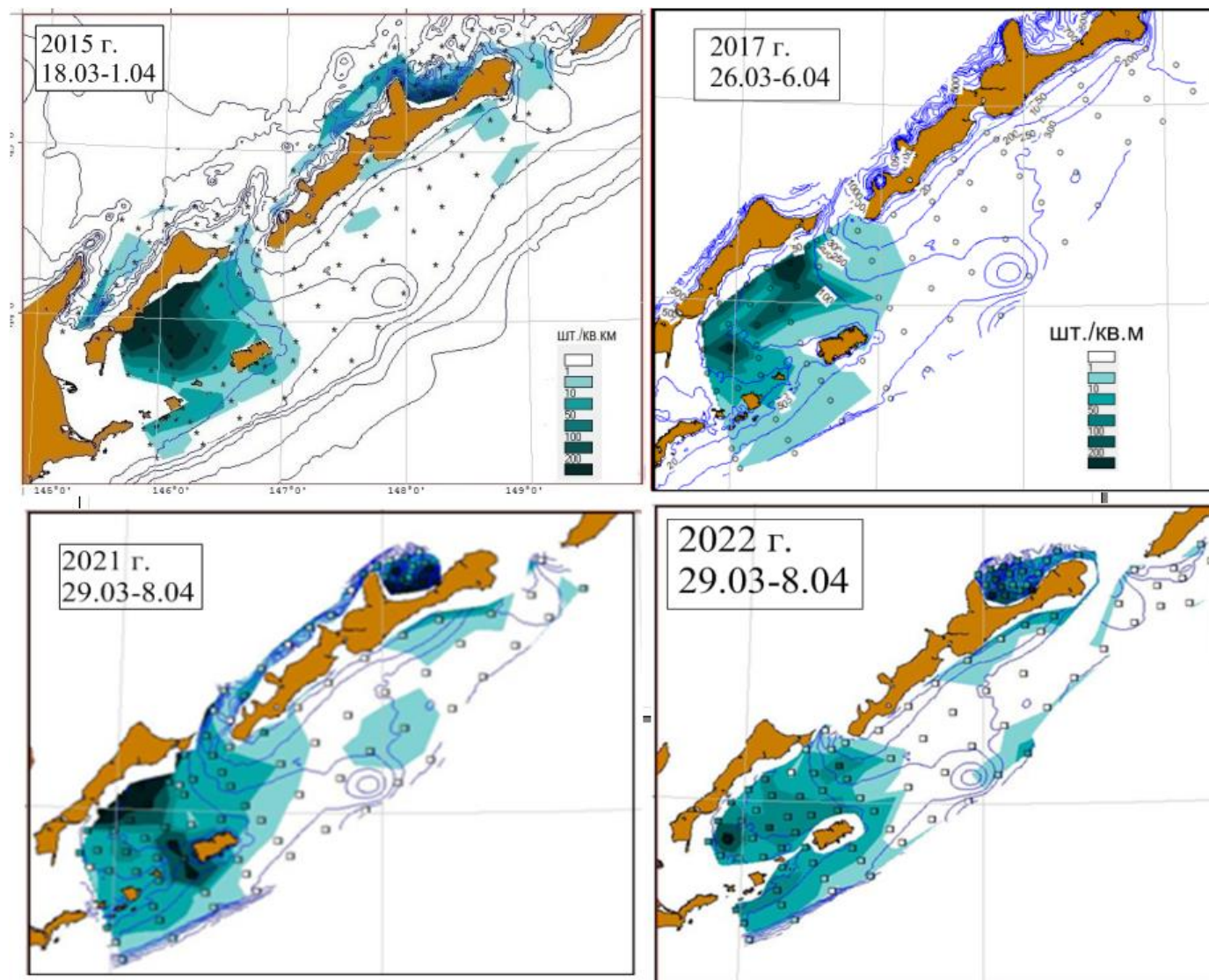


Рисунок 3.4. – Распределение икры минтая I-IV стадий развития у южных Курильских островов в марте-апреле.

остальные годы – охотоморской стороны района. В отличие от выше приведенных лет, в эти 5 лет скопление икры с тихоокеанской стороны ЮКР наблюдалось только в Южно-Курильском проливе и у островов Малой Курильской гряды, но скопления или области распределения икры у тихоокеанского побережья о. Итуруп не было. Впервые полное отсутствие икры у северо-восточного побережья о. Итуруп было зафиксировано в 2007 г. (Овсянникова и др., 2010), о чем будет сказано ниже. Повторно такая же картина наблюдалась в 2017 г., а в 2015 и 2021-2022 гг. икра была поймана штучно на отдельных станциях, не образуя единой области встречаемости или скопления (рис. 3.4). Второе скопление икры в 2015 и 2021-2022 гг. с уловами до 200 экз./облов находилось в зал. Простор.

Исходя из анализа 15 ихтиопланктонных съемок можно вычислить повторяемость определенных черт распределения икры в весенний период, которая приведена из расчета количества съемок в каждом из выделенных подрайонов (табл. 3.1). Например, в Кунаширском проливе было проведено 5 съемок и икра облавливалась во все годы, т.е. в 100 % случаев. За скопление принимали акваторию с уловами икры > 50 экз./облов, а за зону (область) распространения или встречаемости икры – < 50 экз./облов.

Таким образом, к типичным можно отнести следующие черты распределения икры минтая в ЮКР: наличие скоплений или областей встречаемости икры с охотоморской стороны островов в зал. Простор и Кунаширском проливе, с тихоокеанской стороны – у побережья о. Итуруп, в Южно-Курильском проливе и в районе островов Малой Курильской гряды. Однако чаще всего наблюдается единое скопление у Малой Курильской гряды и в Южно-Курильском проливе (67 %). Также практически ежегодно (87 % случаев) отмечается разрыв в распределении икры с тихоокеанской стороны и уменьшение ее уловов до штучных с охотоморской между о-вами Кунашир и Итуруп в районе прол. Екатерины или юго-восточного побережья о. Итуруп.

Таблица 3.1

Повторяемость вариантов распределения икры минтая у южных Курильских островов по данным
ихтиопланктонных съемок 2000 – 2022 гг.

Район уловов икры	Скопление > 50 экз./облов	Зона встречаемости < 50 экз./облов	Наличие/отсутствие икры, %	Кол-во съемок в районе
Кунаширский пролив	2	3	100/-	5
Залив Простор	10	1	100/-	11
о.Итуруп (тих.сторона)		10	67/33	15
Южно-Курильский пролив + Мал.Кур.гряда	12	1		
Малая Кур.гряда (отдельно)		2	100/-	15
юго-западнее зал. Простор		4	67/33	6
Нет уловов или штучные в районе пр-ва Екатерины и ю-в шельфа о.Итуруп			13/87	15

По данным ихтиопланктонных съемок, проведенных в 1980 –1990-е гг., были выявлены такие же особенности распределения икры для марта – начала апреля (Зверькова, Пушников, 1980; Смирнов, 1987; Зверькова, 1999, 2003; Фадеев, Самко, 2006). При проведении исследований в более поздние сроки (в 1-2-й декадах апреля) икра распространялась более широко при сохранении указанных черт распределения, при этом авторы подчеркивали, что вблизи прол. Екатерины разрыв в распределении икры сохранялся. Также в апреле икра единично облавливалась с тихоокеанской и охотоморской сторон о. Уруп. Примерно в половине съемок икры здесь не было, а в годы с результативными уловами они составляли в среднем 0,2-3,3 экз./облов сети ИКС-80 (Фадеев, Самко, 2006). В мае площадь распространения и уловы икры сокращались, что особенно заметно было в Южно-Курильском проливе, а также по отсутствию уловов у о. Уруп (Смирнов, 1987).

Нужно отметить, что ранее только 2 съемки были выполнены с охватом всей акватории ЮКР – в 1987 и 1991 гг. (Фадеев, Самко, 2006). Из них съемка в 1991 г. была наиболее репрезентативной как по охваченной акватории, так и по объему собранных биологических материалов по минтаю. Впервые после 1991 г. исследования с охватом всего полигона удалось выполнить в 2006 г. Рассмотрим по стадиям развития распределение икры в 2006 г., а также для сравнения с предыдущим периодом, тем более что съемки сравнимы и по срокам проведения. В 2006 г. наблюдались 4 стандартных скопления икры и 1 зона уловов у Малой Курильской гряды (рис. 3.6). Наибольшие концентрации икры на I стадии развития были в Кунаширском проливе и зал. Простор. Максимальные уловы икры на II стадии отмечались в Кунаширском и Южно-Курильском проливах, а также только здесь облавливалась икра на III стадии развития. IV стадия встречалась в уловах единично. В 1991 г. с охотоморской стороны островов съемка была проведена до о. Уруп, однако уловы икры севернее прол. Фриза были нулевыми или штучными (рис. 3.6). Распределение икры в 1991 г. как общее, так и по стадиям развития, было аналогичным таковому

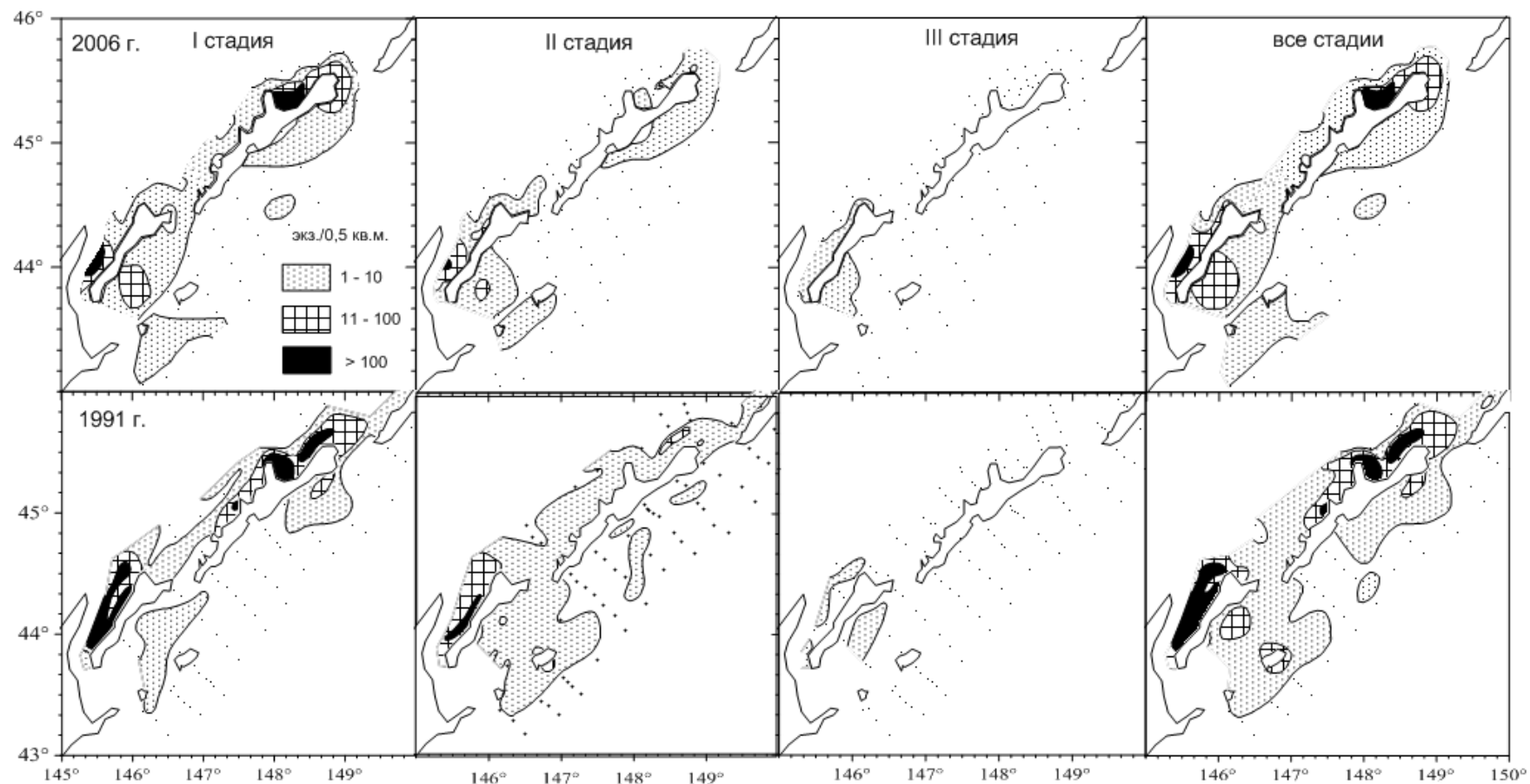


Рисунок 3.6. — Распределение икры минтая в водах южных Курильских островов 19.03–4.04.2006г. и 10.03–1.04.1991г. (Овсянникова и др., 2008)

в 2006 г., за исключением того, что скопление в Южно-Курильском проливе и у Малой Курильской гряды было единым. Также в 1991 г. юго-западнее зал. Простор заметна зона повышенных уловов икры. Максимальные уловы с охотоморской стороны в 2006 г. составили 496 экз./облов в Кунаширском проливе и 469 экз./облов в зал. Простор и были значительно ниже, чем в 1991 г. - соответственно 655 и 960 экз./облов. Площадь повышенных концентраций икры в охотоморских водах в 2006 г. также была заметно меньше, чем в 1991 г. В целом в 2006 г. и 1991 гг. распределение скоплений икры было стандартным для марта – начала апреля.

В 2009 г. распределение икры также было типичным и в основном определялось таковым икры на I стадии развития (рис.3.7). Икра на II стадии в меньших количествах, но также присутствовала в уловах сети во всех скоплениях и в зонах с меньшей плотностью распределения икры, а уловы икры на III стадии встречались в Южно-Курильском проливе и штучно в зал. Простор. В 2011 г. распределение икры по стадиям развития было схожим с вышеприведенными съемками (рис. 3.8). Наиболее широкое распространение и максимальные уловы наблюдалось у икры I и II стадий развития, плотные концентрации которых отмечались в Южно-Курильском проливе и зал. Простор. Икра на III стадии развития встречалась в скоплении плотностью от 100 до 500 экз./облов только в первом из этих районов, а также в Кунаширском проливе, где ее уловы были невелики. Икра на IV стадии развития была выловлена только на двух прибрежных станциях на траверзе г. Южно-Курильск, поэтому карта не приводится.

В нетипичные годы распределение икры по стадиям развития отличалось от вышеприведенных лет только отсутствием ее скопления или зоны распределения у тихоокеанского побережья о. Итуруп. Так в 2007 г. с охотоморской стороны икра распределялась вдоль о-вов Кунашир и Итуруп, прерываясь в районе прол. Екатерины, с океанской – единым скоплением в Южно-Курильском проливе и у островов Малой Курильской

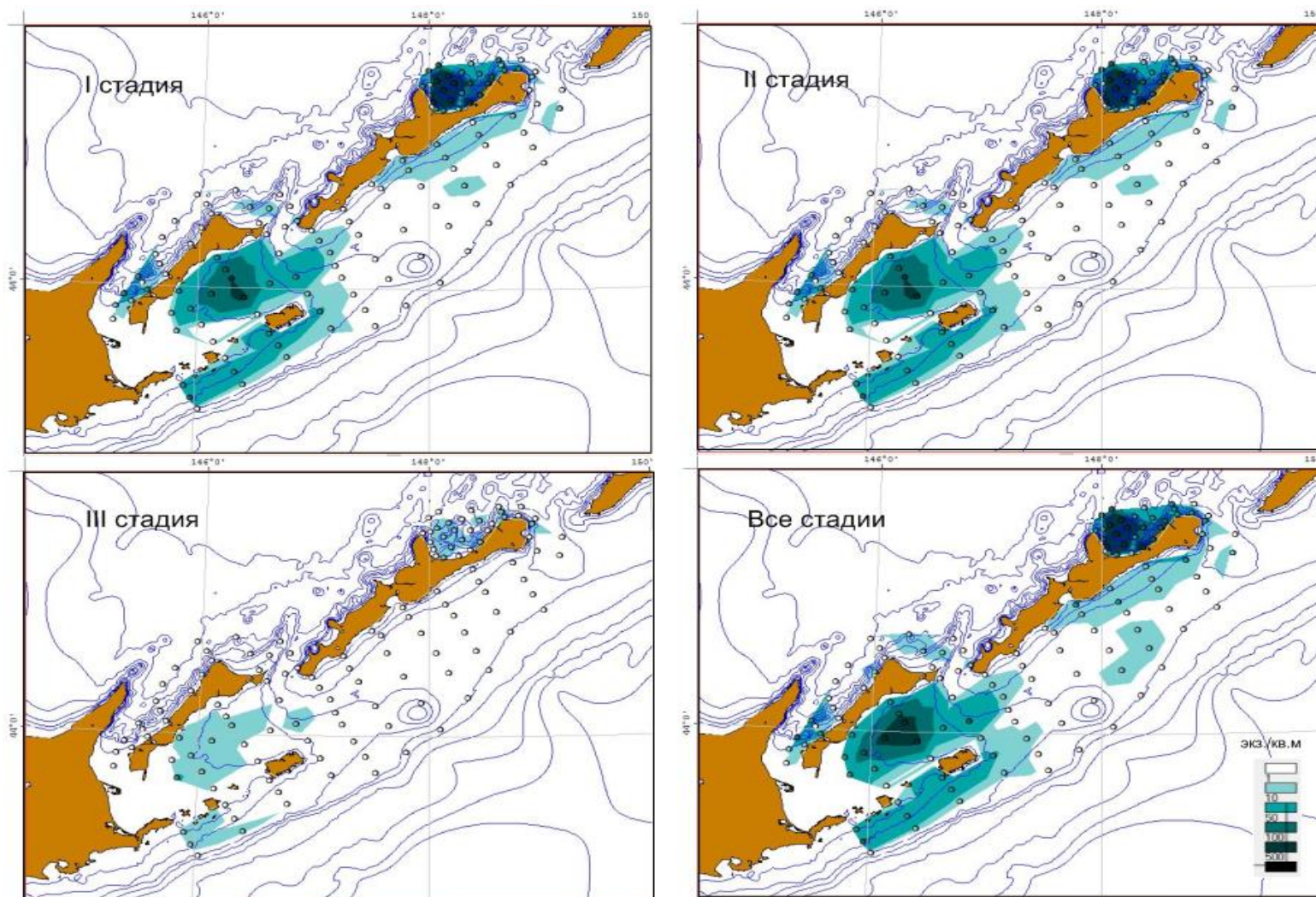


Рисунок 3.7. – Распределение икры минтая в районе южных Курильских островов 18 – 31 марта 2009 г.

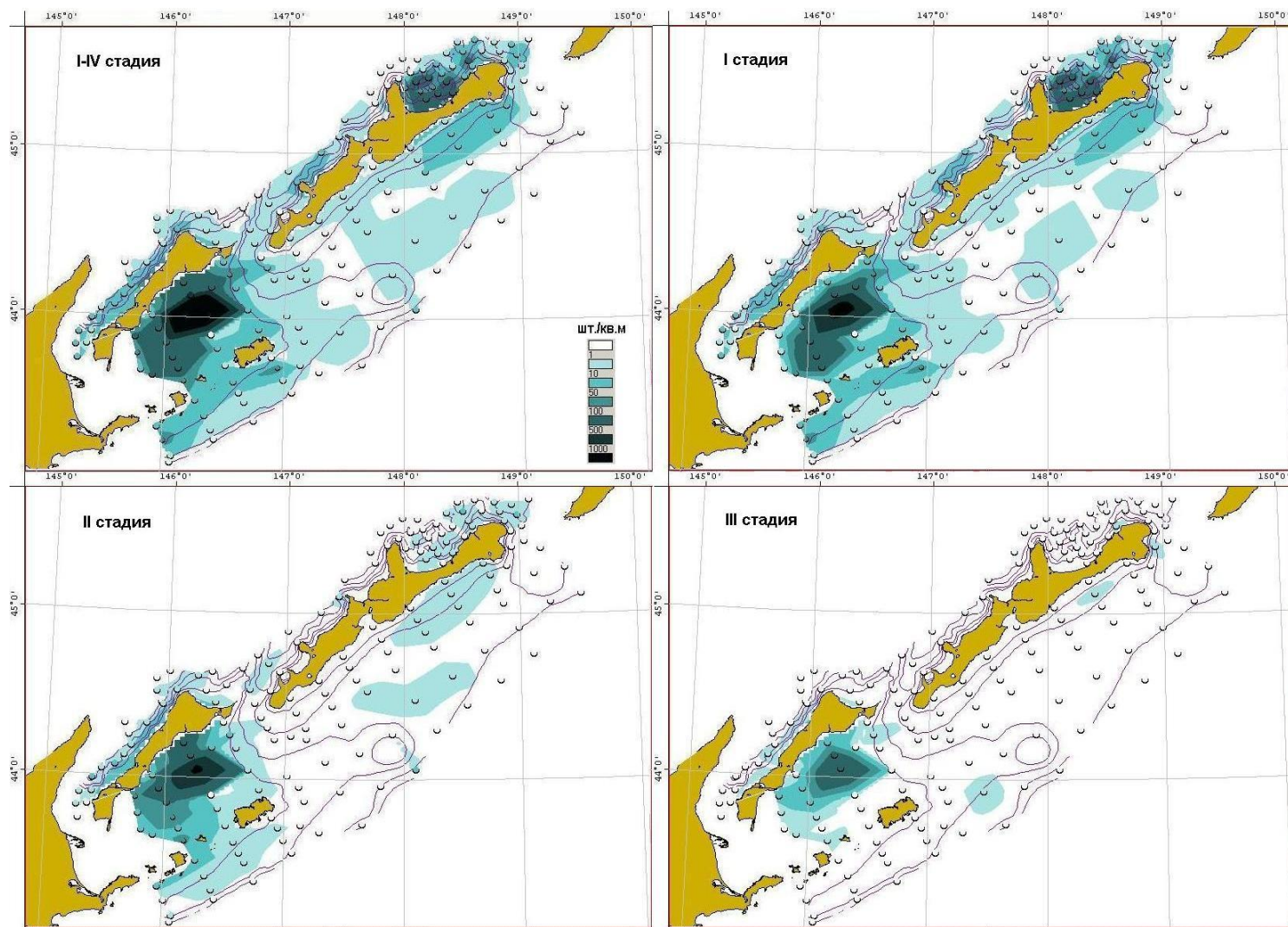


Рисунок 3.8. – Распределение икры минтая в районе южных Курильских островов 18 марта – 1 апреля 2011 г.

гряды (рис. 3.9). В уловах планктонной сети доминировала икра на I стадии развития. Наибольшие ее концентрации наблюдались в зал. Простор, менее плотные - в Кунаширском и Южно-Курильском проливах. Скопления икры на II стадии отмечались в тех же скоплениях, а икра на III стадии развития облавливалась только с охотоморской стороны о. Кунашир и в Южно-Курильском проливе.

Также необходимо подробно рассмотреть распределение икры по стадиям развития по результатам съемки, проведенной в 2015 г. с охватом всей акватории ЮОКР (рис. 3.10). По распределению икры на I стадии видно, что она распространялась из зал. Простор до прол. Фриза, а с океанской стороны о. Итуруп была поймана штучно (до 10 экз./облов) в шести уловах планктонной сети. Икра на II стадии развития облавливалась там же, но на меньшей акватории, не встречаясь юго-западнее прол. Фриза, а уловы икры на III стадии образовывали скопление только в Южно-Курильском проливе.

По распределению икры на разных стадиях развития по 5 съемкам, проведенным с охватом всего полигона, видно, что по мере развития икры от I к III стадии развития площадь ее распространения сокращается, а области с нулевыми уловами становятся шире, разделяя скопления. Икра на поздних стадиях развития (III и IV) образует скопления или области встречаемости только в Кунаширском и Южно-Курильском проливах, тогда как в зал. Простор и с тихоокеанской стороны о. Итуруп уловы состоят из икры I и II стадий развития и редко, штучно и не во все годы отмечалась икра на III стадии.

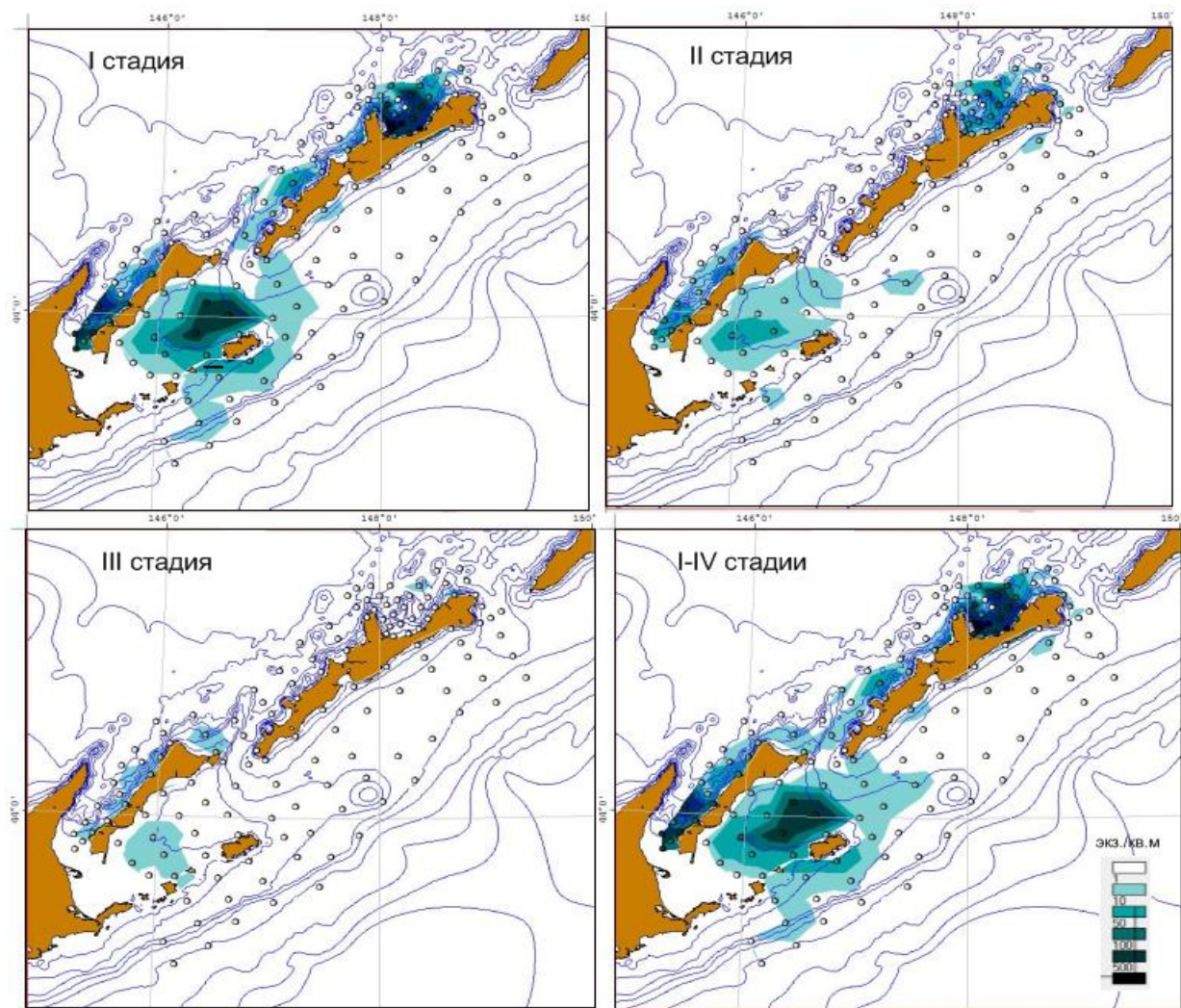


Рисунок 3.9. – Распределение икры минтая в районе южных Курильских островов 10 – 27 марта 2007 г.

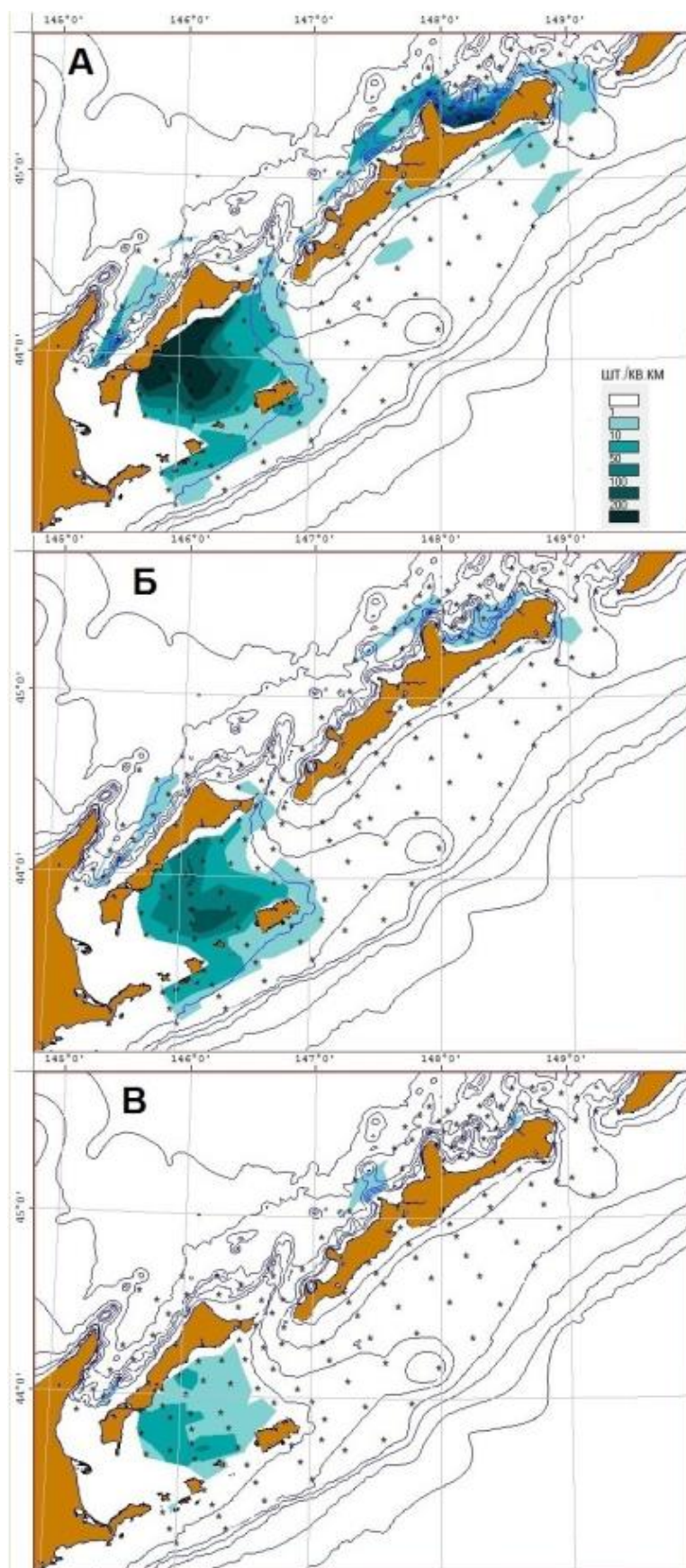


Рисунок 3.10. – Распределение икры минтая I-III (А-В) стадий развития в районе южных Курильских островов 18 марта – 1 апреля 2015 г.

Как в целом, так и по стадиям развития новые данные подтвердили результаты исследований, проведенных ранее, однако по материалам за период от 2000-9 до начала 2020-х гг. были выявлены особенности распределения, которые наблюдаются в ЮКР довольно редко и являются не типичными. Установлено, что в 33 % съемок с тихоокеанской стороны о. Итуруп в уловах икры минтая нет или она ловится штучно на отдельных станциях, не образуя зону встречаемости или скопление. Также выявлено, что в Кунаширском проливе в конце марта – начале апреля скопление икры наблюдается не каждый год, а в 40 % случаев в этот период здесь находится зона встречаемости икры с уловами, не превышающими 50 экз./облов. В ряде случаев еще одно скопление с охотоморской стороны ЮКР наблюдается юго-западнее зал. Простор. Н.С. Фадеев отдельно его не выделял в своем обобщении, но на рисунке 3.11 видно, что после минимальных уловов икры в районе прол. Екатерины они увеличиваются в северо-восточном направлении с пиком в зал. Простор (Фадеев, Самко, 2006).

Итого в ЮКР в нерестовый период может наблюдаться от 3 до 6 скоплений и областей встречаемости икры минтая, отделенных друг от друга нулевыми или единичными уловами. Из них ежегодно наблюдаются только 3 - в зал. Простор и Южно-Курильском проливе, а также одна область встречаемости или скопление в Кунаширском проливе. Чаще всего наблюдается скопление или зона уловов с тихоокеанской стороны о. Итуруп, но его может и не быть. Редко отмечается отдельное скопление или область встречаемости у островов Малой Курильской гряды и скопление с охотоморской стороны о. Итуруп юго-западнее зал. Простор. Скопления икры в северо-восточной части ЮКР практически всегда (87 %) отделены от таковых в юго-западной части района зоной низких или нулевых уловов в районе прол. Екатерины и прилегающей к нему акватории у юго-западной оконечности о. Итуруп. В северо-восточной части ЮКР уловы представлены икрой на I и II стадиях развития, а в юго-западной – на всех стадиях развития до IV включительно.

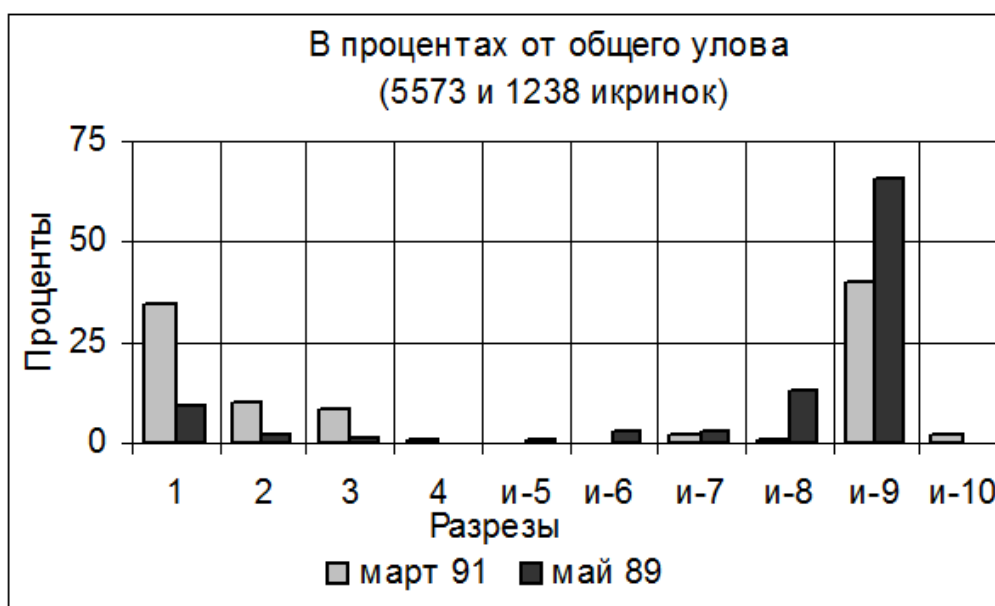


Рисунок 3.11. – Уловы икры в охотоморских водах о-вов Кунашир и Итуруп.

1 – и-10 – разрезы от Кунаширского пролива до северной оконечности о. Итуруп (по: Фадеев, Самко, 2006).

Распределение производителей

В первую очередь распределение икры зависит от распределения половозрелых самок, поэтому далее рассмотрим его в те годы, когда съемки были проведены с охватом всей акватории ЮКР. Нужно заметить, что по литературным данным распределение производителей на разных стадиях зрелости гонад не приводится в первую очередь из-за отсутствия регулярных траловых съемок до 2000 г. Чаще всего исследователям приходилось делать выводы по косвенным данным, а для подтверждения факта нереста в каком-либо подрайоне ЮКР приводился размерный состав уловов, и присутствие в нем особей обоих полов длиной более 40 см в совокупности со скоплением икры на начальных стадиях развития считалось доказательством наличия нерестилища. Более подробно сопоставление распределения икры и половозрелого минтая рассматривал Г.В. Авдеев с соавторами для северной части Охотского моря (Авдеев др., 2008а), а для ЮКР данные по распределению производителей на разных стадиях зрелости гонад ограничены (Фадеев, Самко, 2006).

Для анализа распределения производителей были выбраны годы с типичным (2006) и нетипичным (2007) распределением икры. На основе данных промеров производителей за эти годы самки были разделены по стадиям зрелости гонад на преднерестовые (стадии III–IV–V), нерестящиеся (стадия V) и отнерестившиеся особи (стадии VI–VI-II). Наибольшая плотность уловов половозрелых самок была отмечена в районе от океанической стороны островов Малой Курильской гряды и далее в проливах Екатерины и Кунаширском, а также в районе зал. Простор и у северо-восточной оконечности о. Итуруп (рис. 3.12). С океанической стороны о. Итуруп уловы самок на всех этапах созревания были либо минимальными, либо нулевыми. Текущие самки в оба года были пойманы только в Кунаширском проливе и зал. Простор.

В 2009 и 2011 гг. распределение икры было стандартным (рис. 3.1).

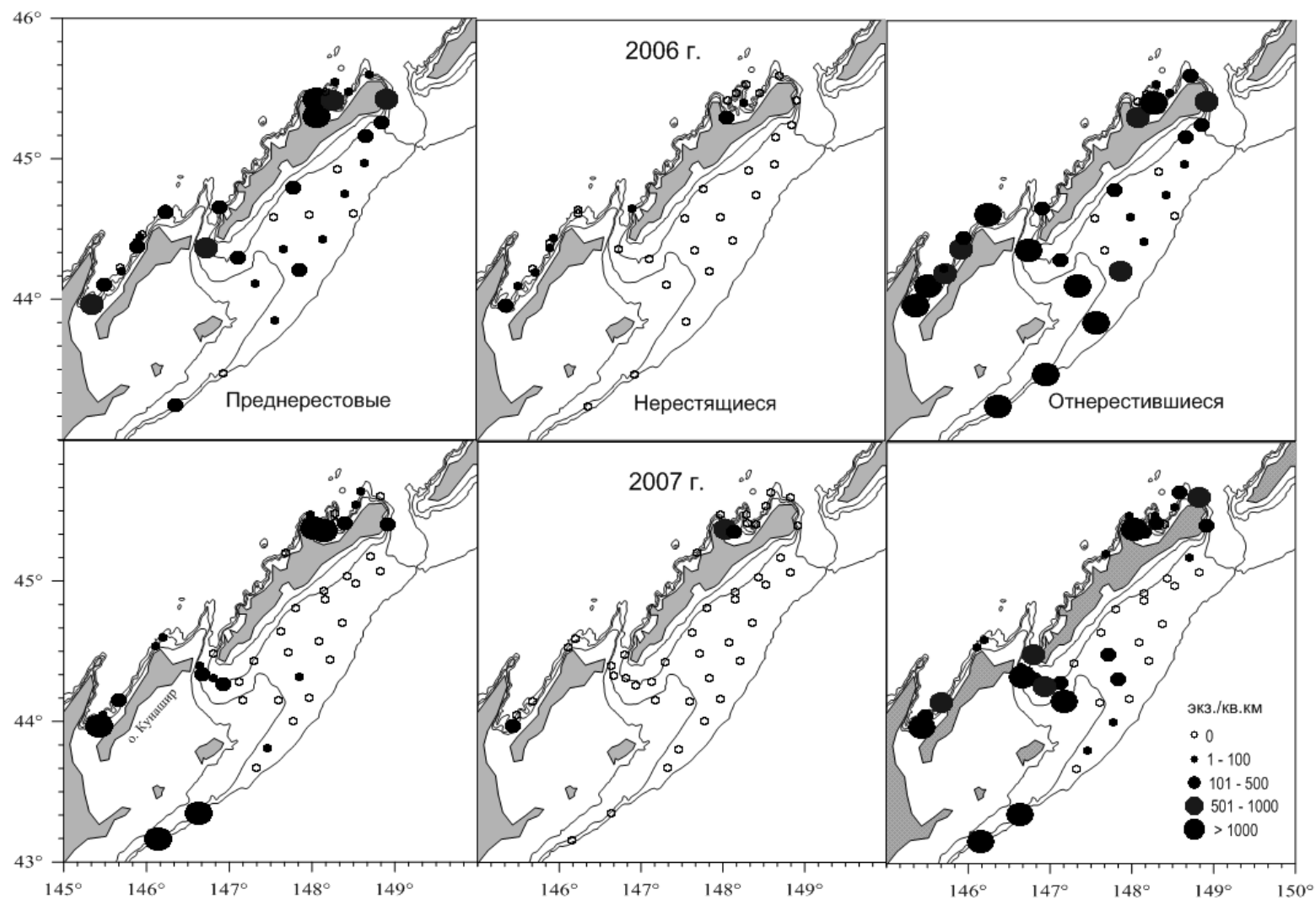


Рисунок 3.12. — Распределение половозрелых самок минтая в ЮКР в конце марта–начале апреля в 2006 и 2007 гг.

На рисунке 3.13 видно, что при сохранении общих черт распределения половозрелых самок в 2009 и 2011 гг. оно стало более широким. В 2011 г. с тихоокеанской стороны ЮКР преднерестовые и отнерестившиеся самки распределялись практически непрерывно, а их уловы стали заметно больше. Нерестящиеся самки в 2009 г. отмечались южнее прол. Екатерины, а в 2011 г. – и вдоль Малой Курильской гряды. У тихоокеанского побережья о. Итуруп текущие самки были пойманы как в 2009, так и в 2011 гг. в двух уловах до 100 экз./км², чего не наблюдалось в 2006 и 2007 гг. Также нерест в эти годы, как и в прошлые, шел в зал. Простор и в Кунаширском проливе.

На рисунке 3.14 представлено распределение самок в 2015 г., когда съемка была выполнена в полном объеме, и в 2017 г., когда исследования охватили только тихоокеанские воды. Но оба этих года объединяет то, что скопления икры или зоны ее непрерывного распределения у северо-восточного побережья о. Итуруп не было (рис. 3.5). Наиболее широко по всему району исследований в эти годы были распространены отнерестившиеся самки. Максимальные уловы преднерестовых особей отмечались с охотоморской стороны ЮКР в 2015 г. Нерестящиеся самки с охотоморской стороны облавливались в 2015 г. в прол. Екатерины и прилегающей к нему акватории у о-вов Кунашир и Итуруп, а с тихоокеанской – было зафиксировано 2 улова у северо-восточного побережья о. Итуруп и напротив зал. Касатка. Им соответствовали отдельные уловы икры в градации до 10 экз./облов (рис. 3.10). В 2017 г. текущие самки также были пойманы у океанского побережья о. Итуруп, где икры не было в уловах, и вдоль Малой Курильской гряды, где наблюдалось скопление икры единое с Южно-Курильским проливом (рис. 3.5).

По вышеприведенным данным в первую очередь заметна межгодовая разница распределения самок на всех стадиях развития гонад. Так в 2006-2007 гг. они в основном облавливались в юго-западной и северо-восточной

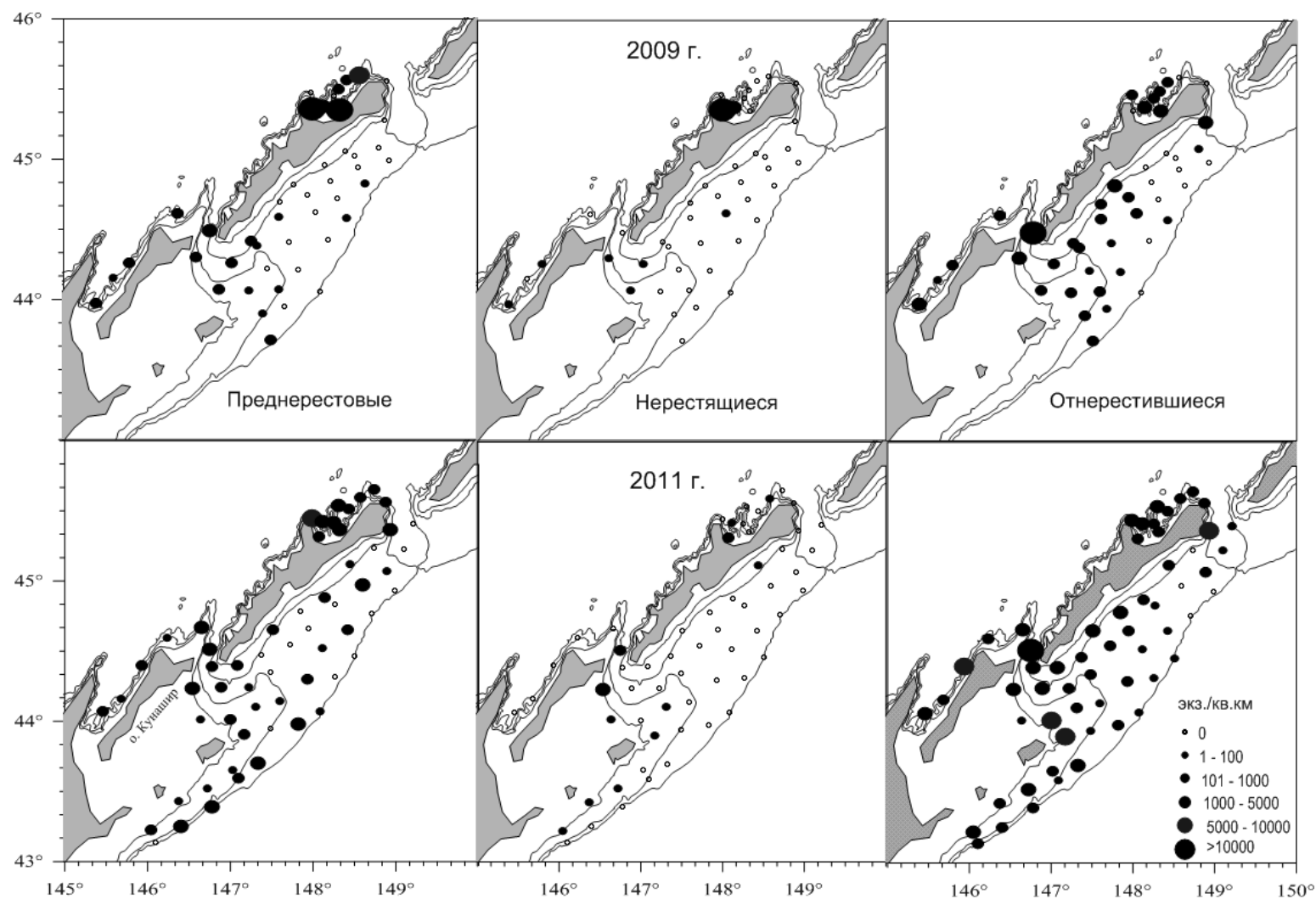


Рисунок 3.13. – Распределение половозрелых самок минтая в ЮКР в конце марта–начале апреля в 2009 и 2011 гг.

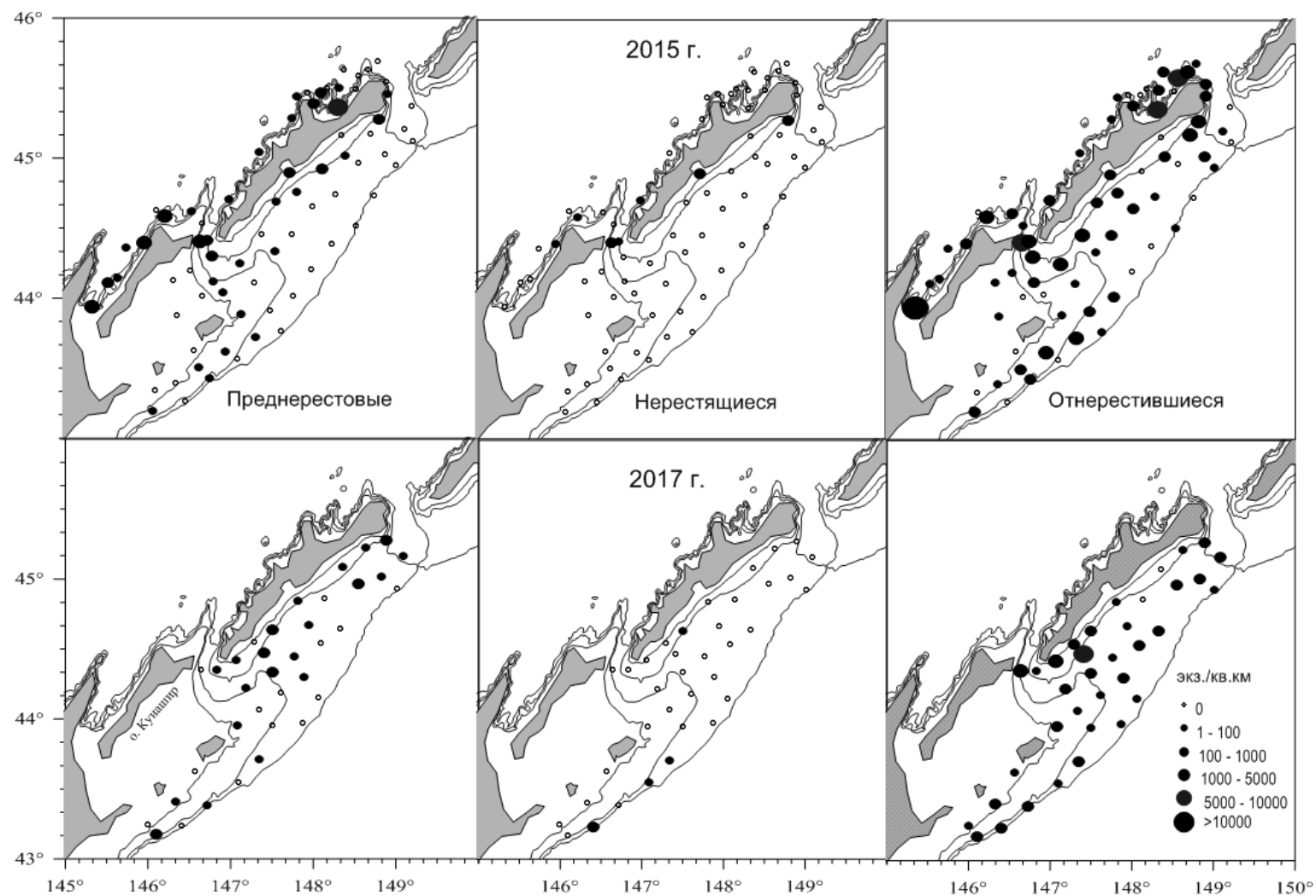


Рисунок 3.14. – Распределение половозрелых самок минтая в ЮКР в конце марта – начале апреля в 2015 и 2017 гг.

частях ЮКР, а у тихоокеанского побережья о. Итуруп уловов либо не было, либо они были минимальными. Расширение ареала распространения половозрелых самок стало наблюдаться с 2009 г., который достигнул максимума в 2011-2015 гг. В последующие годы отмечалось постепенное сокращение уловов и площади их распространения. Наблюдаемая изменчивость распределения половозрелых самок вполне соответствует динамике запасов минтая в Южно-Курильской зоне. В первой половине 2000-х гг. запасы находились на низком уровне. Минимум промыслового запаса, основу численности которого составляют производители, пришелся на 2003-2006 гг. и составлял 30-50 тыс. т, а затем начался постепенный его рост до 173 тыс. т в 2010 г. В первой половине 2010-х гг. численность половозрелых рыб достигла высокого уровня, а промысловый запас оценивался более 400 тыс. т. Во второй половине этого десятилетия запасы начали снижаться и в начале 2020-х гг. оценивались на среднем для ЮКР уровне (Овсянникова, 2012б; Овсянникова, Овсянников, 2022).

Очевидно, что характер распределения половозрелых рыб в периоды низкой, а также средней и высокой численности различался. В соответствии с динамикой запасов данные по распределению самок на V стадии зрелости были сгруппированы по периодам (рис. 3.14). Таким образом, в период минимальной численности производителей наблюдалась локализация половозрелых самок в юго-западной и северо-восточной частях ЮКР, а нерестящихся рыб только в Кунаширском проливе и зал. Простор. По мере роста запасов ареал распространения нерестящихся рыб начал расширяться по двум направлениям: из Кунаширского пролива в прол. Екатерины и далее в район Малой Курильской гряды, а из зал. Простор на тихоокеанскую сторону о. Итуруп. По достижению максимальной площади нерестилищ в первой половине 2010-х, во второй половине этого десятилетия она постепенно сокращалась в обратном направлении. Характерно, что вне зависимости от численности половозрелых самок и несмотря на довольно значительную изменчивость их распределения, с тихоокеанской и

охотоморской сторон о. Итуруп примерно в том же районе, где отмечался разрыв в распределении икры, наблюдалась область нулевых уловов нерестящихся самок.

Исходя из вышеизложенного, далее необходимо сопоставить распределение скоплений икры и гидрологические условия, поскольку в таких динамичных районах, как ЮКР, на распределение минтая на ранних стадиях жизни они могут оказывать значительное влияние.

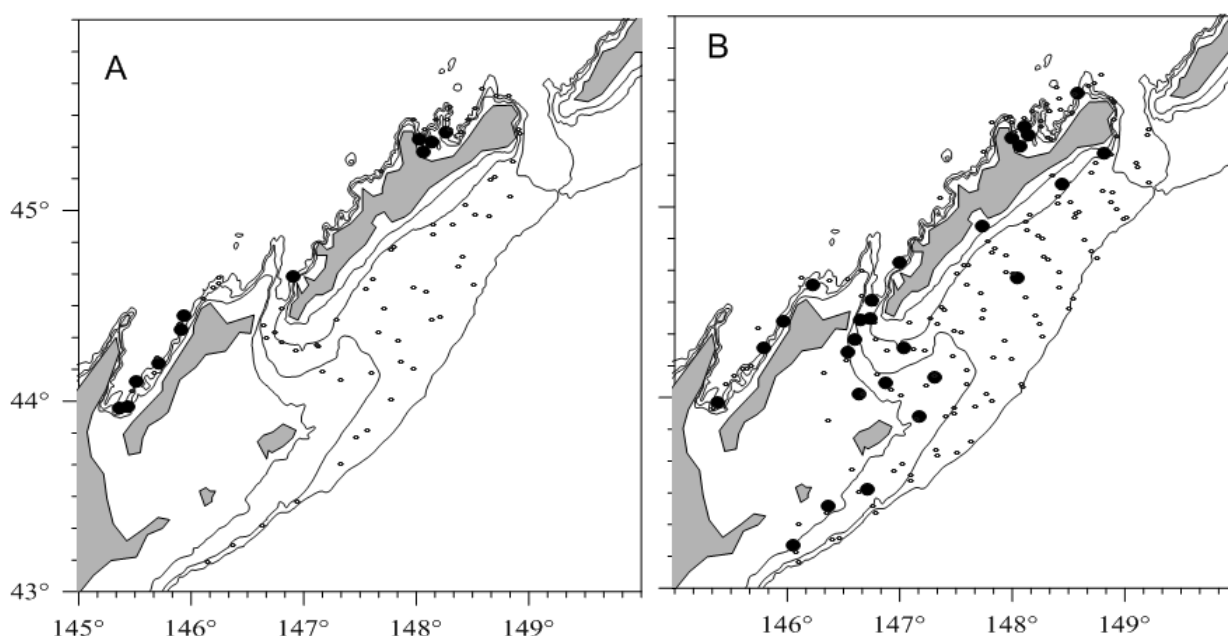


Рисунок 3.15. — Распределение нерестящихся самок (стадия V) в периоды низкой (А), средней и высокой (В) численности половозрелых рыб минтая у южных Курильских островов.

Гидрологические условия

Как отмечалось выше, впервые у тихоокеанского побережья о. Итуруп не было икры в уловах в 2007 г. Отсутствие именно этого скопления или хотя бы непрерывной области распределения икры является принципиальным моментом, требующим отдельного подробного рассмотрения, так как несмотря на выделение в ЮКР разного количества нерестилищ, многие авторы считали, что у северо-восточного (тихоокеанского) побережья о. Итуруп существует самостоятельное нерестилище минтая (Смирнов, 1987; Шунтов и др., 1993; Фадеев, Самко, 2006; и др.)

Распределение икры в 2007 г. и особенности и различия схемы течений будут рассмотрены в сравнении с таковыми в смежном и типичном 2006 г., так как сроки, акватория съемки, а также численность производителей были идентичны. Распределение икры в 2006 г. описано выше и иллюстрируется рис. 3.16. В 2006 г. с охотоморской стороны о-вов Кунашир и Итуруп наблюдалось единое движение вод в северо-восточном направлении. На траверзе зал. Простор северо-восточный поток существенно интенсифицировался и выносил охотоморские воды через западную часть прол. Фриза в океан, где они в составе прибрежной ветви Ойясио распространялись вдоль океанской стороны о. Итуруп (рис. 3.17 А). Такая картина течений – устойчивое юго-западное направление движения вод с океанской стороны островов и северо-восточное с их охотоморской стороны, а также встречное течение вод по разные стороны проливов – является наиболее часто повторяющейся и служит основой утверждения об антициклоническом движении вод вокруг островов Курильской гряды (Истоки Ойясио, 1997; Богданов, Мороз, 2000). При таком характере циркуляции происходит вынос вод из зал. Простор на океанскую сторону о. Итуруп. В 2007 г. движение вод вокруг о. Кунашир сохраняло антициклонический характер, а циркуляцию вокруг о. Итуруп нельзя отнести к чисто антициклоническому типу из-за достаточно сложной картины течений с его охотоморской стороны (рис. 3.17 Б).

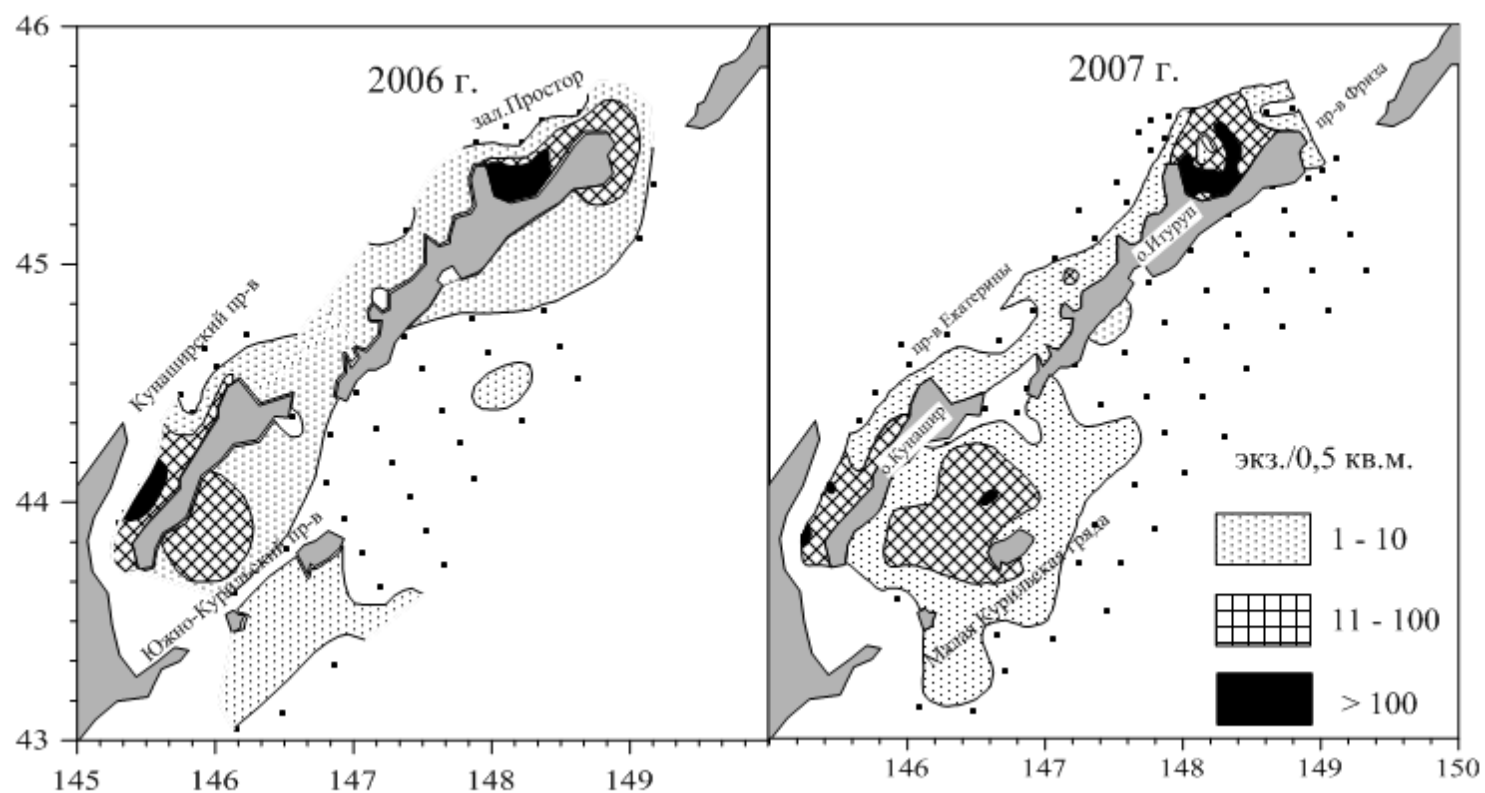


Рисунок 3.16. – Распределение икры минтая в ЮКР в марте 2006 и 2007 гг.

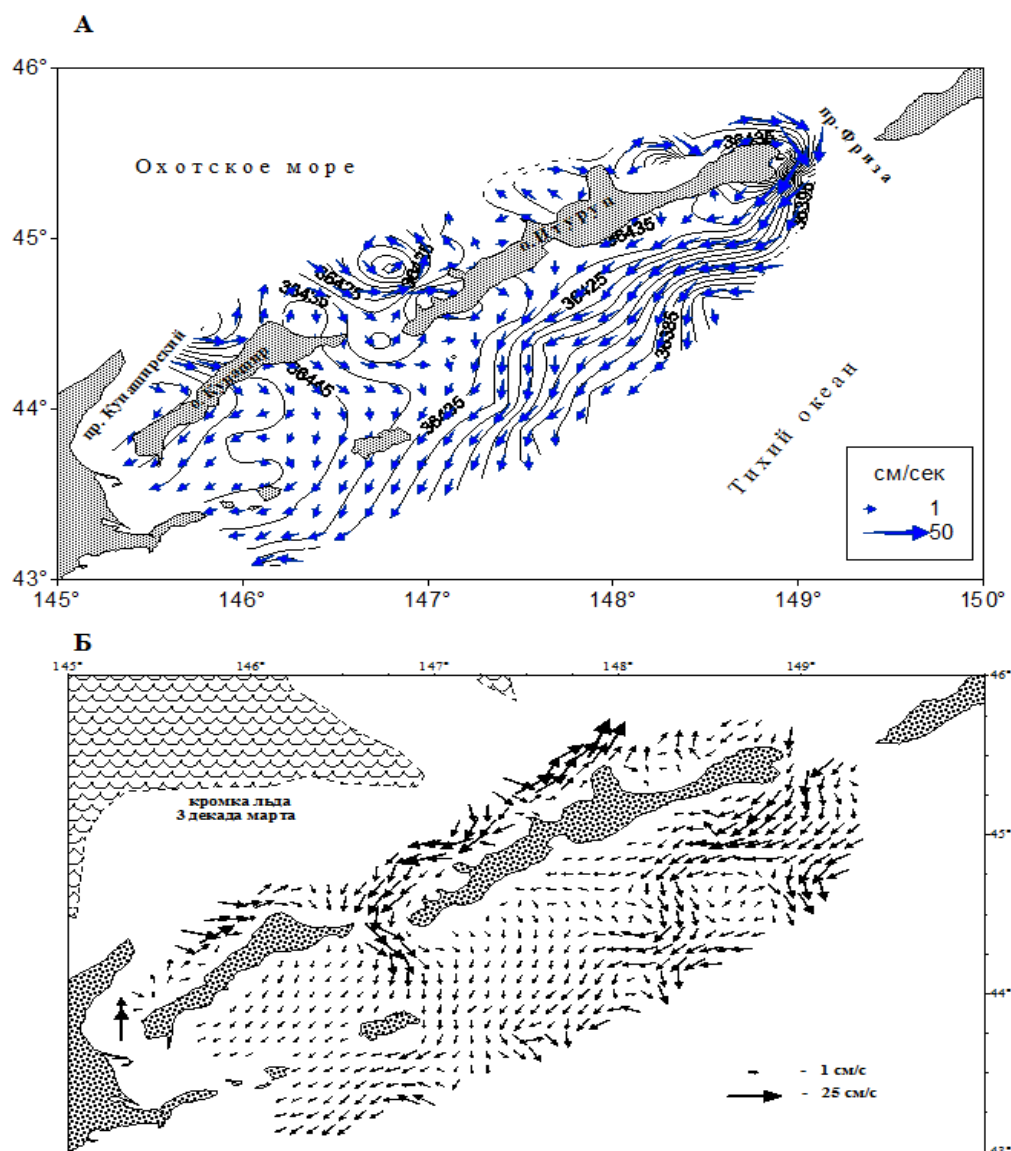


Рисунок 3.17. – Карта геострофических течений в ЮКР в марте 2006 (А) и 2007 (Б) гг. (Овсянникова и др., 2010).

Перенос вод непосредственно в северо-восточном направлении отмечался лишь на небольшом участке протяженностью около 20 миль (между 147°30 и 148°00 в.д.) и также прослеживался как мористая периферия слабой антициклонической циркуляции зал. Простор. Восточнее 148°30 в.д. наблюдался несильный поток (3-5 см/с), но уже встречного юго-западного направления, а на акватории от 147°30 в.д. до прол. Екатерины юго-западный поток имел высокие скорости – 12-18 (до 22 см/сек) (Овсянникова и др., 2010).

Интересной особенностью термохалинных условий 2007 г. с охотоморской стороны о. Итуруп было уменьшение температуры и

солености по мере удаления от берега, наблюдавшееся в толще 100-500 м (рис. 3.18), тогда как для зимне-весеннего периода более типичен рост этих значений в мористом направлении (как в 2006 г.). В тихоокеанских водах наблюдалась противоположная картина – здесь прослеживался обычный рост температуры и солености по мере удаления от берега. Вероятно, причиной преобладания юго-западного направления движения вод с охотоморской стороны о. Итуруп и увеличения температуры и солености в сторону берега было смещение фронтального раздела между тихоокеанскими и охотоморскими водами и усиление притока океанских вод к северной и северо-восточной части острова (Жигалов, 2010; Фигуркин, Жигалов, 2010).

Таким образом, отсутствие икры у тихоокеанского побережья о. Итуруп было связано с изменениями стандартной схемы течений в прол. Фриза. В результате в 2007 г., по крайней мере в период, предшествующий съемке, был ослаблен сток охотоморских вод через прол. Фриза: в 2006 г. скорость течения здесь составляла 25-35 (до 54 см/сек), в марте 2007 г. – не превышала 8 см/сек (Авдеев и др., 2008б). В пользу предположения об ослаблении стока свидетельствуют и данные разреза, выполненного поперек прол. Фриза: в момент съемки 2007 г. вынос охотоморских вод в океан со средней скоростью 5-8 см/сек отмечался лишь в самой глубоководной части пролива в толще 0-780 м, а на шельфовой части о-вов Итуруп и Уруп до изобат пролива 150-200 м наблюдался заток вод со стороны океана в Охотское море с максимальными скоростями 13-15 см/сек. Косвенным подтверждением этого служит и отсутствие на океанском шельфе о. Итуруп в 2007 г. вод охотоморского происхождения с пониженной температурой и соленостью менее 32,8 ‰, толщина которых в другие годы доходит до 60-120 м (рис. 3.19) (Zhigalov et al., 2009; Фигуркин, Жигалов, 2010). Отмеченные в марте 2007 г. особенности циркуляции вод у о. Итуруп препятствовали выносу икры из зал. Простор, где находилось ее скопление,

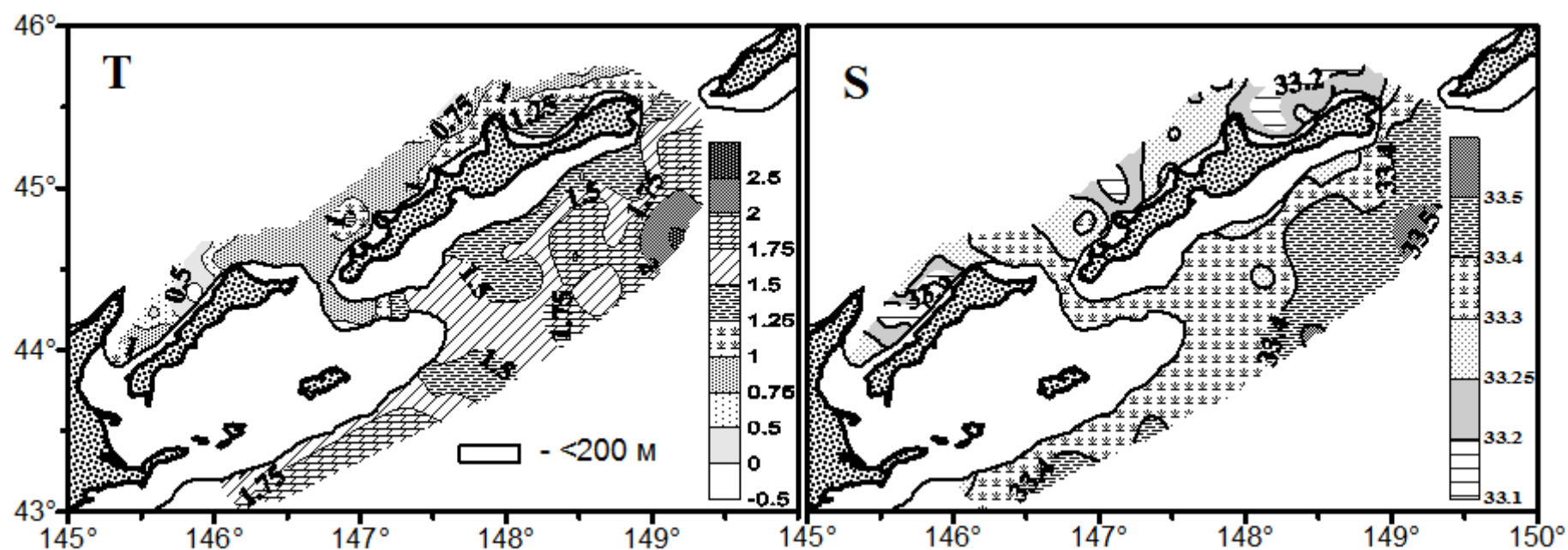


Рисунок 3.18. – Распределение температуры (Т) и солёности (S) на горизонте 200 м в ЮКР в марте 2007 г.

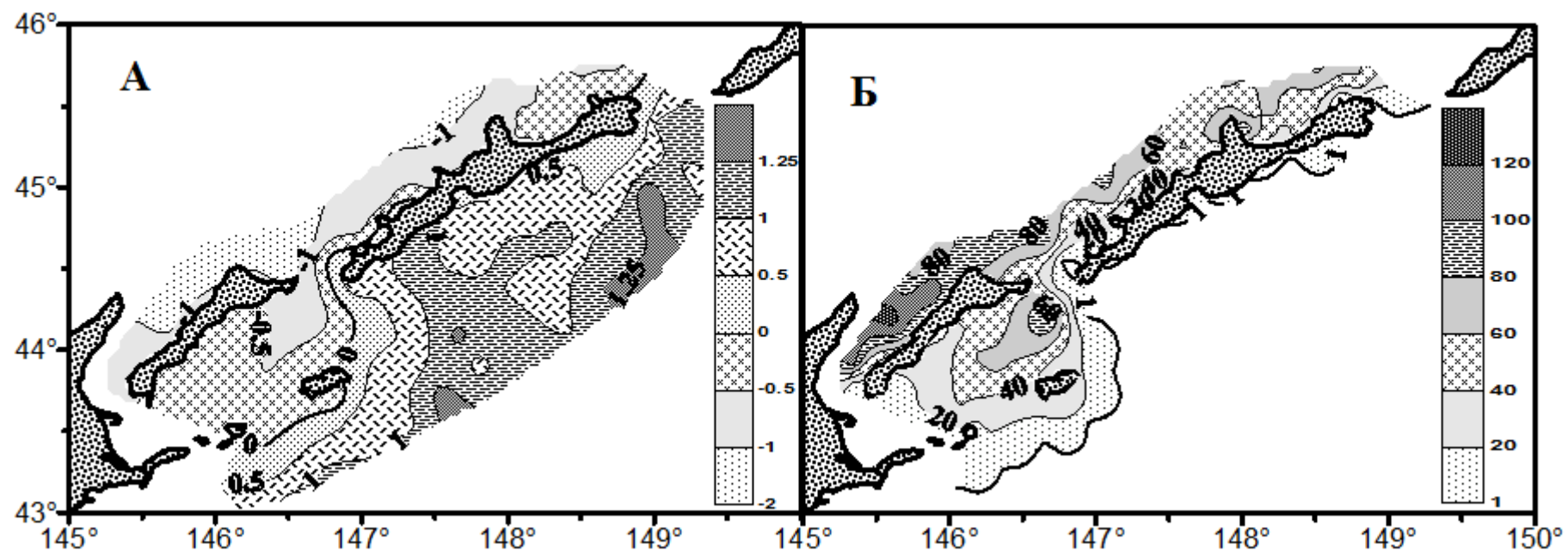


Рисунок 3.19. – Распределение температуры поверхностных вод (А) и толщина (м) распресненного слоя ($S \leq 32.8$ ‰) (Б) в ЮКР в марте 2007 г.

что и предопределило ее отсутствие с океанской стороны острова. В остальном же распределение икры в 2007 г. (дислокация других скоплений, снижение уловов или отсутствие икры в районе прол. Екатерины, наличие икры поздних стадий развития только в Кунаширском и Южно-Курильском проливах) было характерным для ЮКР. Однако, несмотря на наличие (в 2006 г.) или отсутствие икры (в 2007 г.) с тихоокеанской стороны о. Итуруп, нерест минтая, а именно уловов нерестящихся самок в этом районе во время проведения съемки, не наблюдался (рис. 3.12). С учетом описанной выше динамики вод и распределения нерестящихся самок, очевидно, что в 2006 г. икра также была принесена течениями из зал. Простор к северо-восточному побережью о. Итуруп.

Также как и в 2007 г., поток юго-западного направления по обе стороны прол. Фриза был зафиксирован весной 2011 гг. (Отчет НИС «Проф. Кагановский, 2011). В последнем случае он формировался следующим образом. На траверзе прол. Фриза в океане находился циклонический вихрь, который прибрежная ветвь Ойясио огибала с севера и сливалась с потоком охотоморских вод, выходящих из пролива (рис. 3.20 А). Другая часть общего потока из Охотского моря следовала в юго-западном направлении вдоль побережья о. Итуруп в зал. Простор, образуя в его мористой части антициклоническую циркуляцию. Данная схема течений не препятствовала выносу вод с охотоморской стороны о. Итуруп в океан, где охотоморские воды были заметны по распределению вод с отрицательной температурой и пониженной соленостью (рис. 3.20 Б). Это было ключевым отличием вышеприведенной схемы течений на рассмотренном участке от таковой в марте 2007 г., когда особенности циркуляции препятствовали выносу вод из зал. Простор.

В 2015 г. с тихоокеанской стороны о. Итуруп также не было скопления икры или области ее непрерывного распределения, а отмечены единичные уловы на I стадии развития (рис. 3.5, 3.10). Что же в данном случае

препятствовало формированию обычного здесь скопления икры? На рис. 3.21 приведена схема геострофических течений на поверхности.

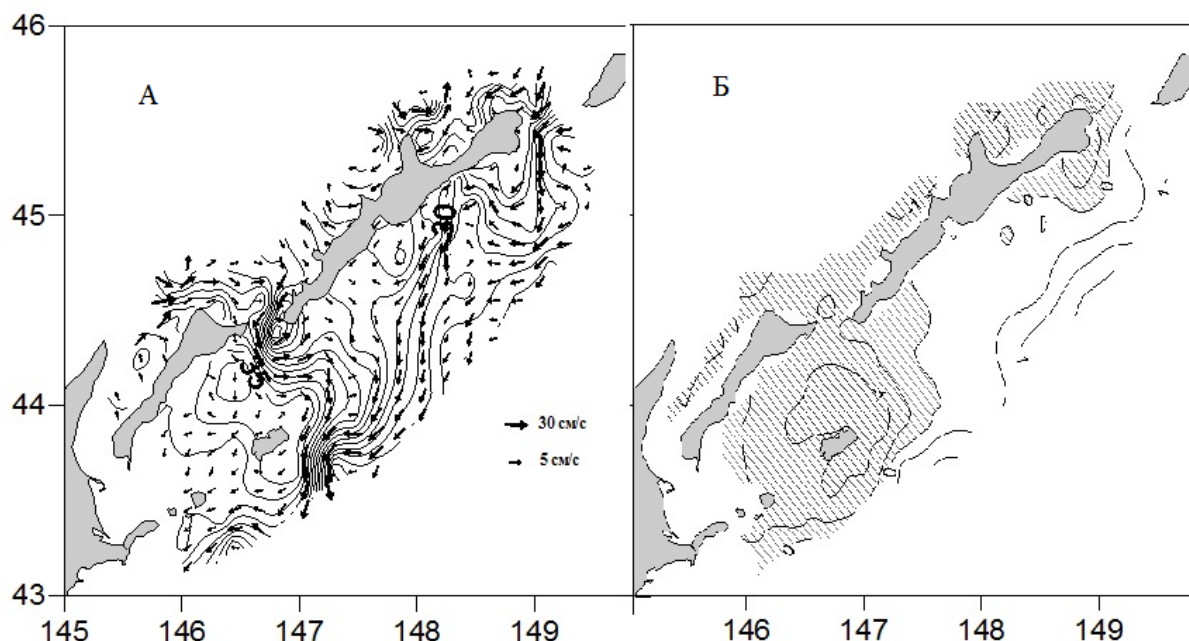


Рисунок 3.20. – Карта геострофических течений (А) и распределение температуры поверхностных вод (Б) в ЮКР в марте 2011 г.

С океанской стороны района вдоль изобат 300–500 м в юго-западном направлении прослеживался поток Ойясио. На шельфе о. Итуруп не было однонаправленного потока, так как наблюдалась цепь циркуляций различного знака. Антициклоническая циркуляция у северо-восточного побережья была образована за счет выноса охотоморских вод через прол. Фриза. Южная граница охотоморских вод отмечалась у зал. Касатка, где еще одна антициклоническая циркуляция обеспечивала поступление более теплых и соленых вод на шельф. На юго-восточной части шельфа прибрежные воды Ойясио и поток охотоморских вод из прол. Екатерины образовывали несколько антициклонических круговоротов. В зал. Простор движение вод определялось антициклонической циркуляцией, за счет чего в прол. Фриза наблюдался вынос охотоморских вод. В то же время в проливе была выделена смешанная структура вод, характеризующаяся в верхней части водам течения Ойясио, а в нижней (более 650 м) – охотоморскими. В момент проведения съемки воды Ойясио проникали в Охотское море

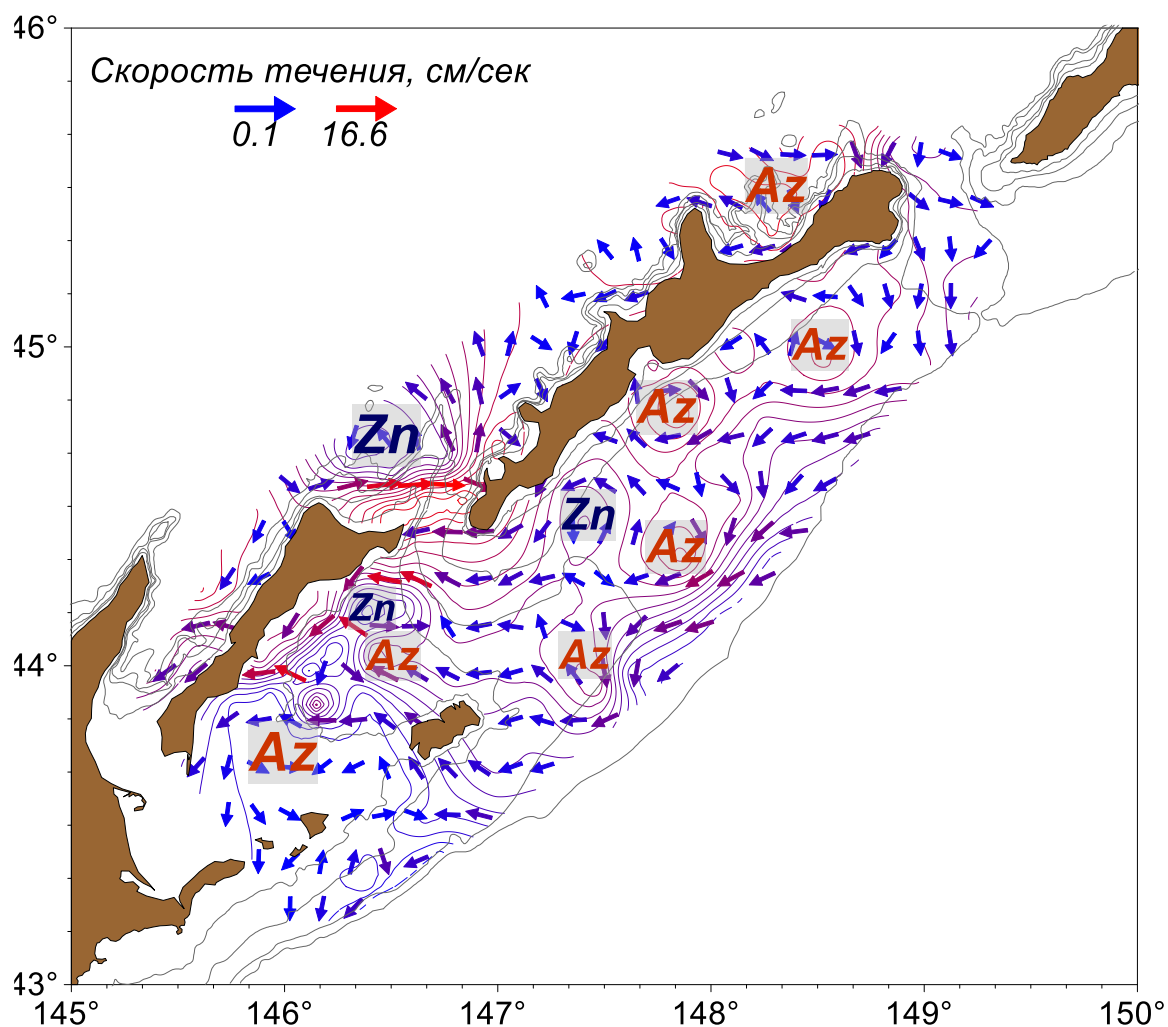


Рисунок 3.21. – Схема геострофических течений в ЮКР на поверхности на фоне динамической топографии относительно 200 дб 18 марта – 1 апреля 2015 г. (Отчет НИС «Проф. Кагановский, 2015).

через северную половину прол. Фриза, и, далеко не распространяясь, снова выходили через южную (Отчет НИС «Проф. Кагановский», 2015), перекрывая вынос охотоморских вод в верхних горизонтах. Таким образом, отсутствие скопления или зоны непрерывной встречаемости икры с океанской стороны о. Итуруп в нерестовый период 2015 г. было обусловлено совокупностью нескольких факторов. Во-первых, икра в зал. Простор удерживалась в антициклоническом вихре, образуя зону более высоких уловов у берега, и только узкой полосой распространялась из залива вдоль

северо-восточного побережья о. Итуруп (рис. 3.5). Во-вторых, сложная схема течений в прол. Фриза, связанная с затоком и выходом вод Ойясио в верхних слоях, частично перекрывала движение вод из зал. Простор. Следовательно, как и в 2007 г., в проливе наблюдались изменения циркуляции вод в сравнении с типичным антициклоническим движением вод вокруг острова с выносом поверхностных вод на тихоокеанскую сторону и разнонаправленное движение вод в разных слоях воды в прол. Фриза. Расположение отдельных уловов икры в тихоокеанских водах в 2015 г. обусловлено наличием на шельфе о. Итуруп циркуляций различного знака и практически совпадает с их дислокацией (рис. 3.5), а уловы икры у побережья – с уловами нерестящихся самок. Очевидно, что в 2015 г. икра практически не выносилась из зал. Простор на океанскую сторону о. Итуруп, частично была выметана в этом районе, а также разносилась циркуляциями различного знака на большие глубины.

Из других лет с нестандартным распределением икры только в 2017 г. с тихоокеанской стороны о. Итуруп не было ни одного результативного улова, а в 2021 и 2022 гг. икра встречалась в уловах, но скоплений или непрерывных зон с уловами не образовывала, при этом по ее распределению был виден разнос за пределы шельфа на большие глубины (рис. 3.5). По этим трем годам особенности течений с охотоморской стороны ЮКР и в прол. Фриза выяснить не удастся, так как съемки были проведены на ограниченной акватории района и не дают полного представления о динамике вод.

Таким образом, из пяти случаев полного отсутствия икры, скопления или непрерывной области распространения икры с тихоокеанской стороны о. Итуруп, только в 2007 г. не было ни икры, ни нерестящихся самок, что в совокупности указывает на то, что до съемки и на момент ее проведения в океанских водах о. Итуруп нереста минтая не было. В 2017 г. наблюдалась практически такая же ситуация, но один минимальный улов текучих самок был зафиксирован. В 2006 г. при наличии стандартного скопления икры уловов текучих самок не было отмечено, а в 2009 г. также скопление икры

было, при этом всего один улов нерестящихся самок был зафиксирован у тихоокеанского побережья о. Итуруп. То есть в этом районе наблюдается несоответствие уловов икры и производителей на стадии нереста, а ситуации, когда икра полностью отсутствовала в уловах в нерестовый период, ставят под сомнение наличие самостоятельного нерестилища у тихоокеанского побережья о. Итуруп. По приведенным выше примерам 2007 и 2015 гг. понятно, что на распределение икры влияют изменения схемы движения вод Ойясио в прол. Фриза, что может частично или полностью перекрывать вынос охотоморских вод из зал. Простор вдоль северо-восточной оконечности о. Итуруп. Подобная гидрологическая ситуация наблюдалась также в марте 1987 г., когда поступление охотоморских вод блокировалось значительным усилением притока вод Ойясио к прол. Фриза (Жигалов, 2010). В большинстве случаев при проведении съемок наблюдался сток вод из Охотского моря через прол. Фриза, что способствовало выносу икры из зал. Простор на тихоокеанскую сторону о. Итуруп (Фигуркин, Жигалов, 2010).

Согласно другому мнению, дрейф икры из зал. Простор невозможен, так как течение Соя может проникать через прол. Фриза лишь в отдельные годы и только в теплый сезон (Фадеев, Самко, 2006). Действительно, в феврале-марте воды этого течения не отмечаются восточнее 144–145° в.д. (Talley and Nagata, 1995), т.е. не достигают зал. Простор. Однако в 2000-е гг. (кроме 2007 г.) с океанской стороны ЮКР отчетливо выделялись 2 ареала распространения вод охотоморского происхождения. Один из них располагался в Южно-Курильском проливе, второй – на шельфе о. Итуруп (Фигуркин, Жигалов, 2010). При таком характере циркуляции перенос икры из зал. Простор происходит не в потоке Соя, а в охотоморских водах через западную часть прол. Фриза на океанскую сторону о. Итуруп.

Что касается других скоплений икры, которые по наличию икры на I стадии развития считались нерестилищами минтая, то самое обширное из них находится в Южно-Курильском проливе и наблюдается ежегодно. Эхозаписи минтая и уловы нерестящихся рыб в Южно-Курильском проливе

несмотря на плотность скоплений икры, сопоставимые с нерестилищами в Кунаширском проливе и зал. Простор, всегда отсутствовали и лишь при росте численности в 2010-е гг. стали отмечаться на входе в пролив в районе 50-100-метровой изобаты (рис. 3.15). При этом скопления икры наблюдались здесь как при минимальной численности половозрелых рыб, когда нерестящиеся рыбы отмечались только в Кунаширском проливе, так и при росте численности производителей и расширении нерестового ареала, т.е. вне зависимости от уровня нерестового запаса. Следовательно, подавляющая часть учитываемой в Южно-Курильском проливе икры выметывается за его пределами и приносится течениями с ближайшего нерестилища – из Кунаширского пролива.

Как уже отмечалось, Н.С. Фадеев на основании значительного количества икры по данным 1980-х гг., при отсутствии специализированного промысла (рис. 3.22), пришел к выводу о том, что в Южно-Курильском проливе облавливается выносная икра (Фадеев, 2006; Фадеев, Самко, 2006), хотя ранее считалось, что здесь находится нерестилище минтая (Смирнов, 1987). Данные ежегодных гидрологических съемок позволили уточнить, что икра может дрейфовать как через мелководный прол. Измены, так и через прол. Екатерины. В первом случае на водообмен между Кунаширским и Южно-Курильским проливами значительное влияние оказывают ветровые течения.

Так, в 2006 г. в кутовой части Кунаширского пролива прослеживалось течение юго-западного направления, сформированное ветрами северной четверти и выносящее охотоморские воды через прол. Измены. В результате по сходству термохалинных характеристик поверхностных вод была выделена единая модификация прибрежных вод Кунаширского и Южно-Курильского проливов (рис. 3.23) (Овсянникова и др., 2008). В 2007 г. икра выносилась с потоком охотоморских вод через прол. Екатерины, часть которых следовала на юго-восток и далее, подчиняясь рельефу,

разворачивалась на юго-запад, а другая – отклонялась на мелководье Южно-Курильского пролива (Жигалов, Фигуркин, 2010).

В одни наблюдалось отклонение этих вод на мелководье Южно-Курильского пролива, а также наблюдались комбинированные ситуации. В прол. Екатерины вынос охотоморских вод, и, соответственно, икры минтая, осуществлялся с его «кунаширской» стороны, тогда как со стороны о. Итуруп чаще наблюдался заток вод из океана в Охотское море. На Южно-Курильском мелководье зачастую доминировали юго-западные–южные потоки с выносом поверхностной толщи вод через прол. Шпанберга в океан. Такая динамика вод наблюдалась в 2006, 2007, 2009 гг., когда гидрологические работы были проведены на всей акватории Южно-Курильского пролива (Фигуркин, Жигалов, 2010), а также в 2010, 2014, 2019

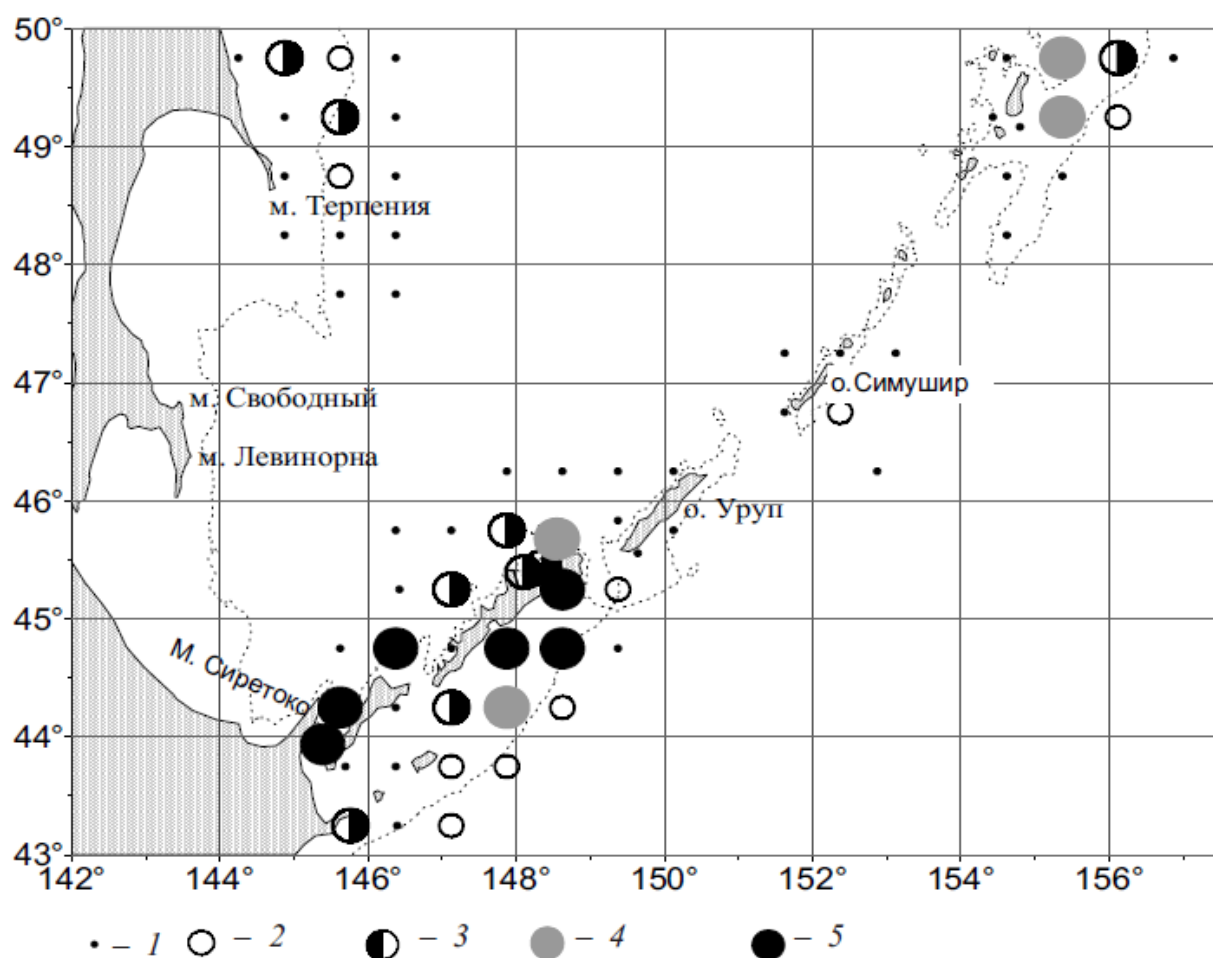


Рисунок 3.22. – Распределение уловов минтая в курило-сахалинском районе по ИПС «РИФ» отдельно по охотоморским и океаническим водам за 1986 – 1990 гг. Доля суммарного вылова 1 – менее 1%, 2 – 1-2, 3 – 2-5, 4 – 5-10, 5 – > 10 % (Фадеев, 2006).

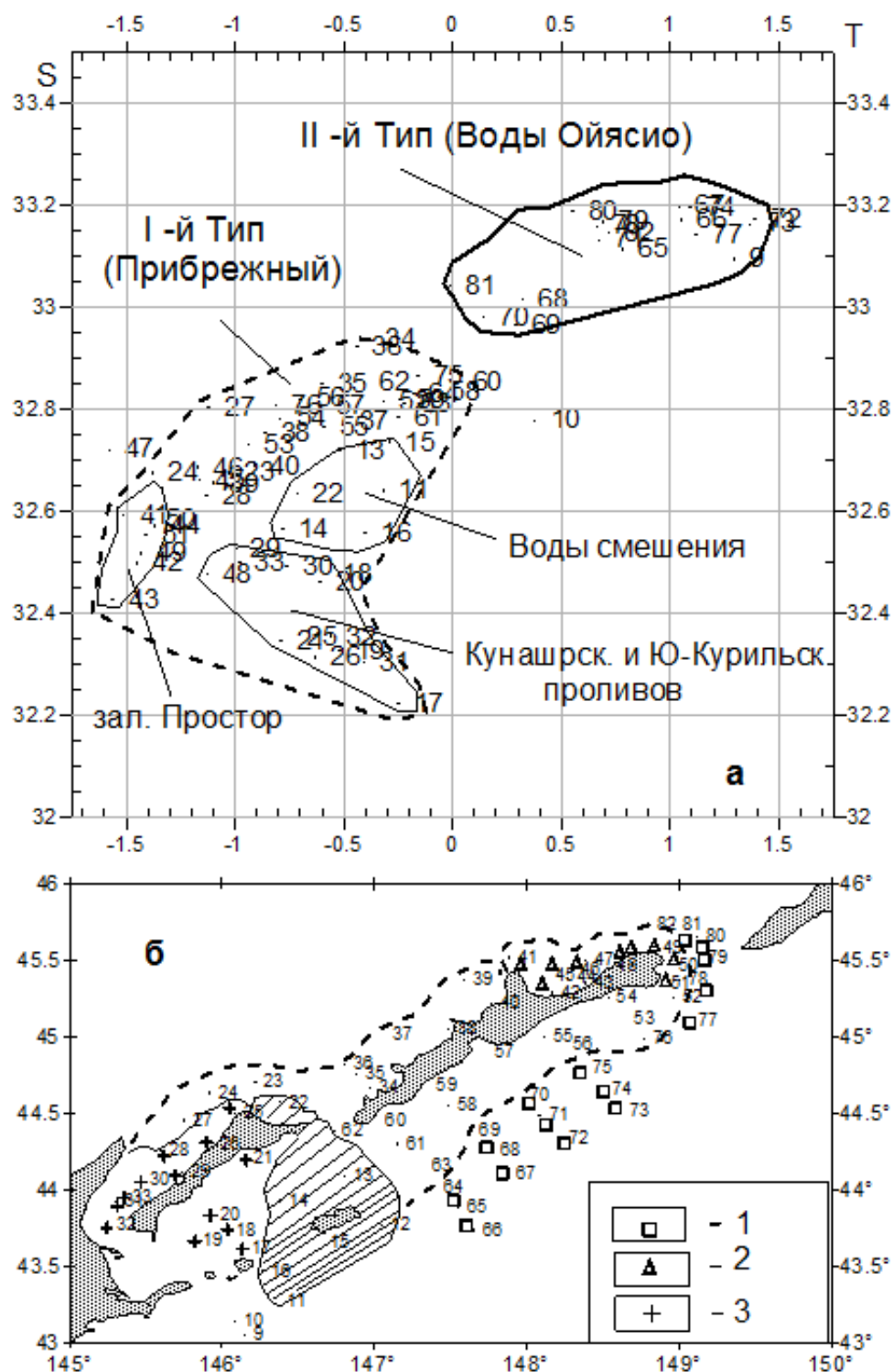


Рисунок 3.23. – Пространственный T-S анализ поверхностных вод (а) и расположение типов и модификаций вод (б) в ЮКР в марте 2006 г. Выделены: I - воды прибрежного типа (границы обозначены пунктиром) и его модификации (воды смешения (заштрихованы), воды зал. Простор -2, воды Кунаширского и Южно-Курильского проливов -3), а также II – воды Ойясио (1). Цифрами обозначены номера станций (Овсянникова и др., 2008).

и 2021 гг. (Отчет НИС «Проф. Кагановский», 2010, 2014, 2021; Отчет НИС «ТИНРО», 2019). С другой стороны, примерно в половине случаев в Южно-Курильском проливе наблюдался антициклонический круговорот (в 2011-2013, 2017 и 2022 гг.) или два антициклонических круговорота в сочетании с циклоническим, как это было в 2015 г. (рис. 3.21), а также в 2004 и 2020 гг. антициклон образовывался вокруг о. Шикотан.

Таким образом, вынос икры из Кунаширского пролива в Южно-Курильский может происходить через прол. Измены, но гораздо более значительную роль в стоке охотоморских вод играет прол. Екатерины. Судя по тому, что ежегодно скопления икры наблюдаются на мелководье, а с океанской стороны островов Малой Курильской гряды ее уловы, как правило, уменьшаются до нулевых значений на самых мористых станциях, основная часть икры удерживается в Южно-Курильском проливе, где зачастую наблюдается разнонаправленное движение вод или образуются антициклонические круговороты. Преобладающая схема течений обеспечивает дрейф икры из Кунаширского пролива, а также из прол. Екатерины и его окрестностей и восточной части Южно-Курильского пролива, где нерестящиеся самки отмечались при средней и высокой численности половозрелых рыб в районе 50-100-метровой изобат, на малокурильское мелководье. Отсутствие уловов нерестящегося минтая в мелководной части Южно-Курильского пролива, где скопление икры наблюдается при любом уровне численности нерестового запаса, подтверждает, что икра приносится сюда течениями. Что касается икры, которая облавливается с океанской стороны Малой Курильской гряды, небольшие уловы отмечаются здесь ежегодно вне зависимости от наличия уловов нерестящихся рыб. То есть нерест в этом районе может идти при достаточно высокой численности производителей, но часть икры приносится сюда из Южно-Курильского пролива.

Состав икры по стадиям развития

Направление дрейфа икры в процессе развития можно также установить по данным о ее качественном составе на нерестилищах и местах выноса за их пределы. С этой целью были проанализированы данные уловов икры за пять лет, когда ихтиопланктонные съемки были проведены с охватом всех ее скоплений с охотоморской и тихоокеанской стороны ЮКР (табл. 3.2).

Наиболее результативные уловы во все годы исследований отмечались в Южно-Курильском или Кунаширском проливах, достигая 1674–3257 экз./облов сетью ИКС-80, а также в зал. Простор, где они варьировали от 613 до 2383 экз./облов. По мере удаления от зал. Простор уловы икринок снижались на два-три порядка, составляя в прол. Фриза 6–109 экз., а с тихоокеанской стороны о. Итуруп 10–81 экз. Между уловами в Кунаширском и Южно-Курильском пролива разница была не столь существенной и только в 2015 г. составила 30 раз. Распределение уловов икры по выделенным районам представлено на рис. 3.23. Ежегодно в зал. Простор учитывалась подавляющая часть икры, тогда как в прол. Фриза и у тихоокеанского побережья о. Итуруп уловы составляли 0,4–7,2 %. При этом средние уловы икры и число станций с уловами в двух последних районах были значительно ниже, чем в зал. Простор. В районе Кунаширского и Южно-Курильского проливов заметна межгодовая изменчивость уловов. Так, в 2006 г. 92,3 % икринок было поймано в Кунаширском проливе, где наблюдалось ее скопление, а в 2009, 2011 и 2015 гг. уловы здесь составляли 3,2–10,6 % от суммы пойманной в этих двух районах икры. В 2007 г. наблюдалась промежуточная картина распределения: в Кунаширском проливе было поймано чуть больше икры (59,0 %), чем в Южно-Курильском.

По структуре уловов икры видно, что по мере удаления от нерестилища постепенно шло увеличение доли более поздних стадий развития. Так, в зал. Простор при подавляющей численности икры на I стадии развития, 1,2–7,8 % икринок находились на II стадии и 0,1–

Таблица 3.2.

Структура уловов икры минтая по стадиям развития у южных Курильских островов по районам.

Район	Стадии развития	Поймано всего, экз.					В среднем на результ.облов, экз.					Кол-во станций с уловами					Состав икры по районам, %				
	год	2006	2007	2009	2011	2015	2006	2007	2009	2011	2015	2006	2007	2009	2011	2015	2006	2007	2009	2011	2015
зал.Простор	I	1873	2224	1233	960	582	117,1	111,2	45,7	21,3	41,6	12	20	27	33	14	98,8	93,5	91,1	96,3	94,9
	II	22	159	106	36	30	1,4	9,1	5,3	0,8	3,0	6	17	20	16	10	1,2	6,5	7,8	3,6	4,9
	III			14	1	1			1,3	0,02	1,0			11	1	1			1,0	0,1	0,2
	Сумма	1895	2383	1353	997	613											100	100	100	100	100
пролив Фриза	I	97	3	1	31	10	10,8	1,0	1,0	4,4	2,5	5	3	1	7	4	89,0	27,3	16,7	72,1	90,9
	II	12	8	3	11	1	1,3	2,0	1,5	2,2	1,0	6	4	2	5	1	11,0	72,7	50,0	25,6	9,1
	III			2	1				2,0	1,0				1	1				33,3	2,33	
	Сумма	109	11	6	43	11											100	100	100	100	100
о. Итуруп (океанская сторона)	I	55	-	15	66,3	10	5,5	-	1,9	4,4	1,4	7	-	8	15	7	82,1	-	55,6	81,9	100,0
	II	12	-	12	14,67		1,2	-	1,5	1,6		6	-	8	9		17,9	-	44,4	18,1	
					1					1,0					1					1,2	
	Сумма	67		27	81	10											100	-	100	100	100
Кунаширский пролив	I	1165	422	49	105	66	64,7	46,9	9,8	3,5	13,2	14	9	5	19	5	69,6	85,6	89,1	75,5	84,6
	II	475	61	6	32	10	26,4	4,7	3	1,1	2,0	14	13	2	16	5	28,4	12,4	10,9	23,1	12,8
	III	34	10		2	2	1,9	2,0		0,1	2,0	12	5		1	1	2,0	2,0		1,4	2,6
	Сумма	1674	493	55	139	78											100	100	100	100	100
Юж.- Курильский пр-в + Малая Кур. гряда	I	101	302	351	1712	1724	4,2	15,9	13,5	31,1	66,3	13	19	26	44	26	72,7	88,0	75,5	52,6	71,9
	II	33	35	89	1242	567	1,4	3,5	5,2	22,6	25,8	6	10	17	30	22	23,7	10,2	19,1	38,1	23,7
	III	5	5	25	286	101	0,2	1,3	2,3	5,2	5,9	3	4	11	13	17	3,6	1,5	5,4	8,8	4,3
	IV		1		17	3		1,0		0,3	1,0		1		3	3		0,3		0,5	0,1
	Сумма	139	343	465	3257	2395											100	100	100	100	100

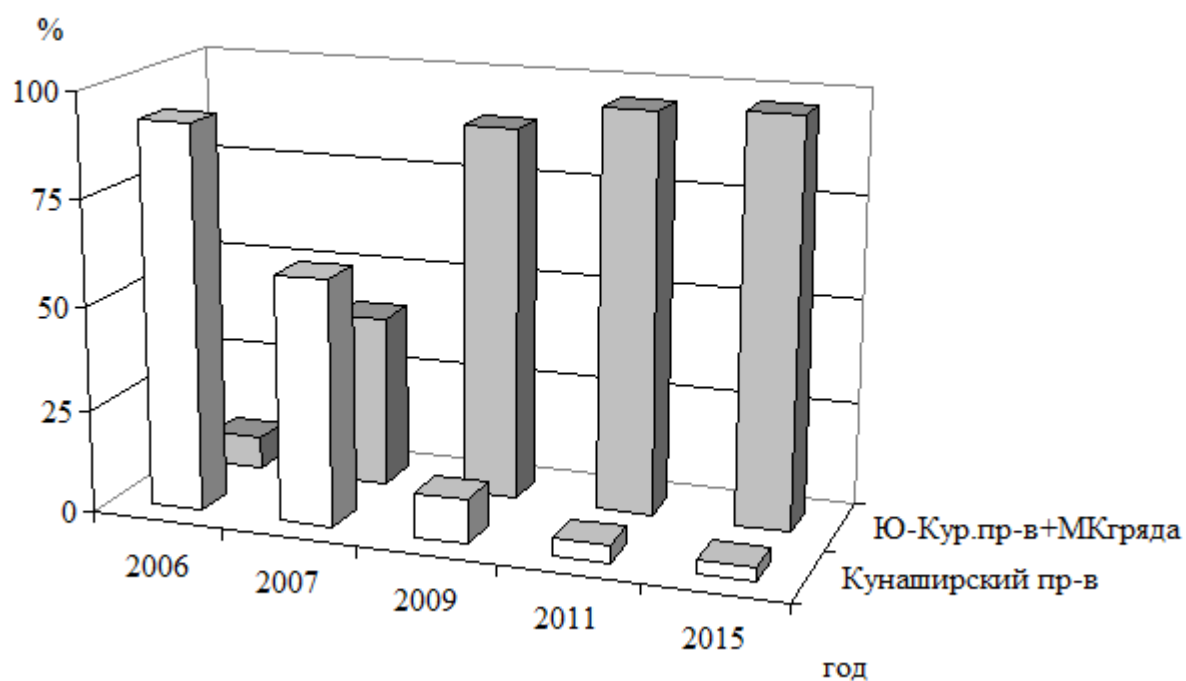
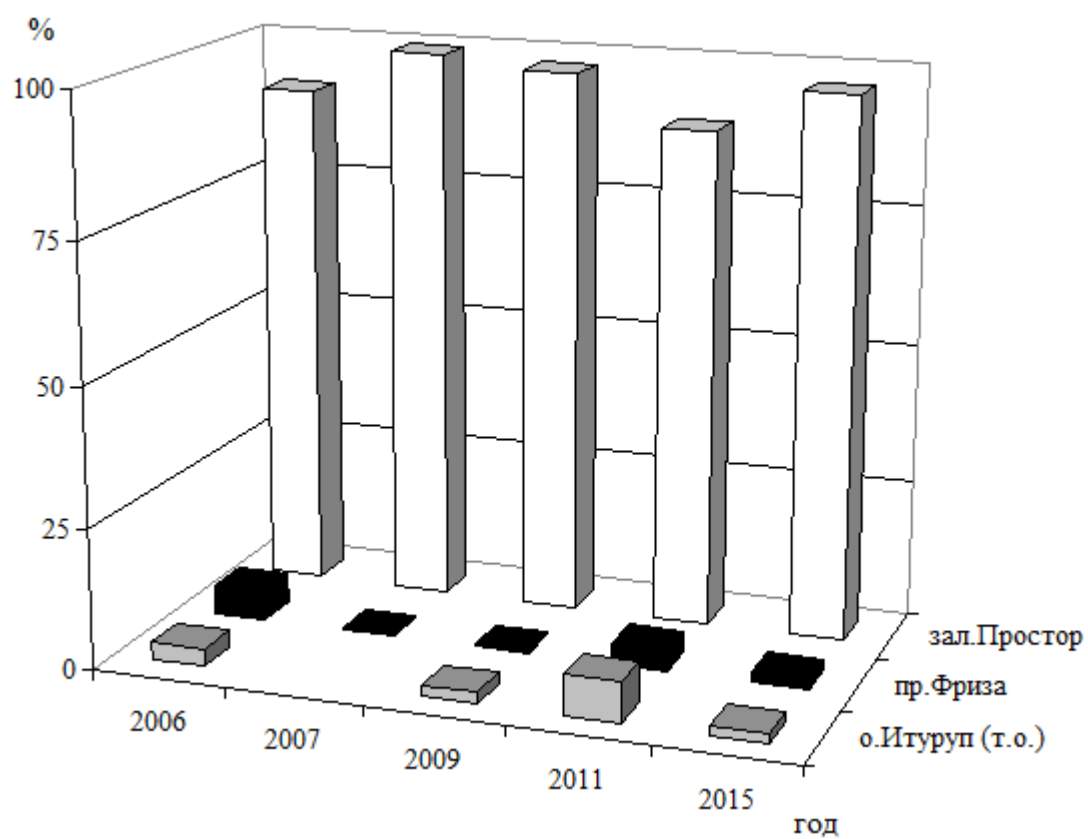


Рисунок 3.23. – Соотношение уловов икры минтая по районам.

1,0 % – на III стадии. В прол. Фриза и тихоокеанских водах доля II стадии составляла 9,1-72,7 %, а III – 1,2-33,3 %. Дрейф икры из Кунаширского пролива в Южно-Курильский также замечен по увеличению доли II–IV стадий икры в уловах (табл. 3.2).

О масштабах дрейфа икры можно судить по ее составу и численности по отдельным подрайонам ЮКР, например, в марте 2011 г. Из табл. 3.3 видно, что подавляющая часть икры в ЮКР была выловлена на станциях, расположенных в Южно-Курильском проливе и его окрестностях, в зал. Простор икры было поймано примерно в 3 раза меньше, а в Кунаширском проливе и с океанской стороны о. Итуруп – на порядок меньше, чем в первом и втором районах. Встречаемость икры на станциях в основных скоплениях составляла 73-80 %, в Кунаширском проливе снижалась до 63 %, а самой низкой была в океанских водах, где она облавливалась менее чем на половине станций. В пересчете на 1 км² плотность по скоплениям менялась от 27,6 экз. в Южно-Курильском проливе до минимума 1,1 экз. в океанских водах о. Итуруп, однако за счет большой площади распространения, сопоставимой с первым районом, численность икры здесь была всего в 2,6 раза ниже, чем в зал. Простор. Наибольшая численность икры была учтена на Южно-Курильском мелководье, составив 86,2 % от общей в ЮКР ($1,355 \times 10^{12}$ экз.). По составу икры видно, что максимальной доля икры на I стадии развития была в зал. Простор. В смежном скоплении у северо-восточного побережья о. Итуруп доля икры на I стадии была ниже на 18,5 %, а на II стадии – на 17,0 % выше. В Южно-Курильском проливе, в отличие от Кунаширского, в уловах встречалась икра и на IV стадии развития, а доля икры на II стадии и старше была выше на 18,9 %.

На основании вышеизложенного, можно говорить о двух областях распределения икры, расположенных в юго-западной и северо-восточной частях ЮКР. Первый включает акваторию зал. Простор, прол. Фриза и тихоокеанской стороны о. Итуруп, вторая – Кунаширский и Южно-Курильский проливы, а также океанскую сторону Малой Курильской гряды.

Таблица 3.3.

Структура уловов и численность икры минтая у южных Курильских островов в 2011 г.

Район	Стадии развития	В среднем облов, экз.	Встречаемость икры, %	Ср.плотность, шт/кв.м	Площадь, тыс. кв. км	Численность $\times 10^{12}$ экз.	Состав икры, %
о. Итуруп (охотоморская сторона)	I	21,3	73,3	28,0		0,1181	95,5
	II	0,8	35,6	1,3		0,0054	4,4
	III	0,02	2,2	0,03		0,0001	0,1
	Сумма			I-III 9,8	12,6	0,124	100
о. Итуруп (океанская сторона)	I	1,6	46,7	2,6		0,0372	77,0
	II	0,5	24,4	0,7		0,0103	21,4
	III	0,04	4,4	0,1		0,0008	1,6
	Сумма			I-III 1,1	42,1	0,048	100
Кунаширский пролив	I	3,5	63,3	6,4		0,0114	74,2
	II	1,1	53,3	2,1		0,0037	24,1
	III	0,1	3,3	0,1		0,0003	1,7
	Сумма			I-III 2,9	5,3	0,015	100
Юж.- Курильский пр-в + Малая Курильская гряда	I	31,1	80,0	45,9		0,6465	55,3
	II	22,6	54,5	29,5		0,4152	35,6
	III	5,2	23,6	6,9		0,0967	8,3
	IV	0,3	5,5	0,7		0,0098	0,8
	Сумма			I-IV 27,6	42,2	1,168	100
Всего в ЮОКР						1,355	

Как было показано по распределению икры, эти области отделены друг от друга в районе юго-восточной оконечности о. Итуруп нулевыми уловами с его тихоокеанской стороны, либо единичными – с охотоморской. На примере 2011 и 2015 гг. численность и состав икры по стадиям развития были суммированы по этим районам (рис. 3.24). Во-первых, заметна существенная разница по численности икры: в юго-западной части ЮКР было учтено в 2011 г. 1183,6, а 2015 г. 994,3 млрд. икринок, тогда как в северо-восточной в несколько раз меньше – соответственно 171,8 и 105,7 млрд. икринок. И хотя в обоих районах доминировала I стадия развития, состав икры существенно различался. В зал. Простор и прилегающих акваториях доля II-III стадий составляла 4,8 – 9,7 %, а в Кунаширском и Южно-Курильском проливах доля II-IV стадий – 29,6 – 44,4 %.

В межгодовом плане учтенная на момент проведения съемки численность икры на каждом из нерестилищ и в прилегающих к ним районах значительно варьировала – до 3,3 – 5,5 раз, что вероятно связано с несколькими факторами, такими как сроки начала нереста, численность производителей и доля отнерестившихся самок, смертность икры и вынос за пределы нерестилищ в процессе развития. С ростом численности половозрелого минтая в начале 2010-х гг. численность икры в юго-западной части ЮКР также заметно возросла, превысив таковую в северо-восточной части района в 7– 9 раз (табл. 3.3).

Таким образом, описанный выше разрыв в распределении икры разграничивает области, характеризующиеся разным составом икры по стадиям зрелости, а следовательно и разными сроками нереста минтая. Так, в 2006 г. в Кунаширском проливе отнерестилось 72,2 %, а в зал. Простор 16,0 % самок, т.е. в первом районе массовый нерест заканчивался, а во втором – находился на начальной стадии (табл. 3.4). В 2007 г. доля отнерестившихся самок в Кунаширском проливе указывала на практически полное окончание нереста (91,9 %), тогда как в зал. Простор отнерестилось около трети самок

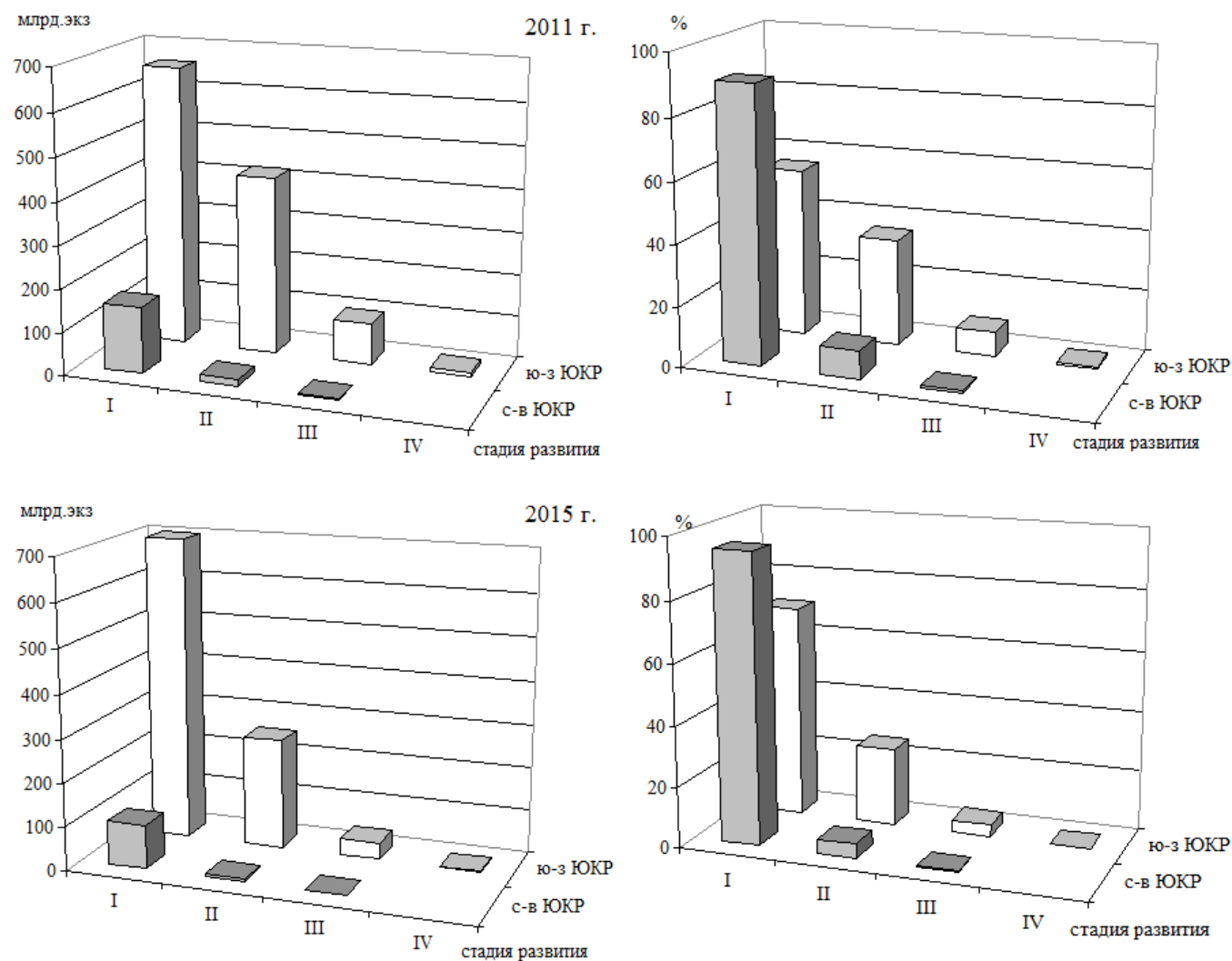


Рисунок 3.24. – Численность и состав икры по стадиям развития в юго-западной и северо-восточной части ЮКР в 2011 и 2015 гг.

(29,4 %). В 2011 г. на момент съемки в Кунаширском проливе и прилегающей акватории отнерестились 78,5 % самок, а в зал. Простор нерест достиг пика (45,0 % самок отнерестились). Несмотря на межгодовую динамику сроков нереста, разница в доле отнерестившихся рыб между нерестилищами наблюдалась ежегодно, и этот показатель не превышал в зал. Простор 45,0 %, в то время как в Кунаширском проливе достигал 91,9 %. Эти данные вполне соответствуют приведенным в литературных источниках, согласно которым в Кунаширском проливе нерест начинается в декабре и наиболее интенсивно проходит в феврале – начале марта, а в зал. Простор начинается во второй половине февраля с пиком с середины марта по середину апреля (Фадеев, 1981; Yoshida, 1989; Miyake et al., 1993; Sano et al., 1993; Зверькова и др., 1999; Зверькова, 2003; Фадеев, Самко, 2006). Таким образом, начало и пик нереста в Кунаширском проливе наблюдаются на 1,5–2 месяца раньше, чем в зал. Простор (Фадеев, 2006).

Таблица 3.4.

Параметры, характеризующие нерест минтая у южных Курильских островов.

Показатель	доля отнерестившихся самок, %		численность икры, млрд.экз.	
	северо-восток	юго-запад	северо-восток	юго-запад
2006	16,0	72,2	581,5	403,7
2007	29,4	91,9	377,9	498,6
2009	22,5	70,6	232,3	357,7
2011	45,0	78,5	171,8	1183,6
2015	41,3	78,8	105,8	994,3

Рассмотренные выше многолетние данные по уловам, составу икры по стадиям развития и влиянию течений на ее распределение, а также с учетом распределения производителей минтая, дают основание сделать следующие выводы о нересте минтая у южных Курильских островов.

Распределение икры в ЮКР имеет черты, которые наблюдались ежегодно при проведении ихтиопланктонных съемок с 2000 г., а также в 1980–1990-е гг. Основные из них – это наличие скопления икры I–IV стадий

развития в юго-западной и I–II (или III) стадий развития в северо-восточной частях полигона съемки, разделенные в районе прол. Екатерины и прилегающей к нему акватории у юго-западной оконечности о. Итуруп нулевыми или единичными уловами.

Преобладающие в холодную половину года потоки – сток охотоморских вод через проливы южной части Курильской гряды и поток юго-западного направления со стороны океана (Ойясио) – формируют наиболее часто повторяющиеся черты распределения и задают направление дрейфа икры минтая. Разрыв разграничивает области распределения икры с разных нерестилищ и обусловлен тем, что на юго-восточном участке шельфа о. Итуруп поток Ойясио наиболее близко подходит к берегу, формируя циклоническую излучину, и обеспечивает заток из океана в Охотское море. Между потоками охотоморских вод и водами Ойясио формируется прибрежная периферия Ойясио, являющаяся фронтальной зоной и разграничивающая воды Южно-Курильского мелководья и шельфовые воды океанской стороны о. Итуруп (Фигуркин, Жигалов, 2010). Именно эти воды разделяют скопления икры минтая в Южно-Курильском проливе и у тихоокеанского побережья о. Итуруп.

Нерестилища определяют по соответствию скоплений икры на I стадии развития и уловам нерестящихся производителей, что при любом уровне численности последних наблюдалось только в Кунаширском проливе и зал. Простор. Промысел в этих районах также основан на вылове производителей в преднерестовый и нерестовый период (Шунтов, 1993; Зверькова, 2003; Фадеев, 2006; Овсянникова, 2012a), следовательно, существование двух нерестилищ с охотоморской стороны ЮКР не вызывает сомнений и подтверждено в публикациях (Зверькова, Пушников, 1980; Фадеев, 1981; Смирнов, 1987; Шунтов и др., 1993; Зверькова, 1999, 2003; Фадеев, Самко, 2006; Овсянникова и др., 2008, 2010). Также в периоды средней и высокой численности половозрелых рыб наблюдалось расширение площади нерестилищ от Кунаширского пролива до прол. Екатерины, далее

до о. Шикотан и вдоль островов Малой Курильской гряды, а также от зал. Простор на океанскую сторону о. Итуруп. Таким образом, центры нереста в юго-западной части ЮКР находятся в Кунаширском проливе, в северо-восточной – в зал. Простор, а прилегающие к основным нерестилищам акватории являются второстепенными районами нереста. Разница в составе икры в разных частях ЮКР обусловлена сроками нереста, которые в Кунаширском проливе и зал. Простор различаются на 1,5–2 месяца, что также подтверждается и разницей в доле отнерестившихся самок.

Помимо основных нерестилищ самое обширное и плотное скопление икры ежегодно наблюдается в Южно-Курильском проливе, а его периферия – вдоль островов Малой Курильской гряды, а также в большинстве лет скопление или область распределения с уловами менее 50 экз./облов отмечается с тихоокеанской стороны о. Итуруп. Отсутствие нерестящихся производителей на Южно-Курильском мелководье и небольшие уловы производителей или их отсутствие у о. Итуруп однозначно указывают на то, что основная часть икры в тихоокеанских водах вынесена течениями с нерестилищ. За счет этого состав икры с океанской стороны о-вов Кунашир и Итуруп аналогичен таковому на противостоящих участках с их охотоморской стороны со сдвигом в сторону более поздних стадий развития.

Известно, что большинство нерестилищ минтая расположены на шельфе, где для повышения выживаемости икры она удерживается в системе круговоротов, либо если нерест идет над большими глубинами, значительная часть икры переносится на расположенный вниз по течению шельф, а для районов с узким шельфом и сложным рельефом дна большое значение для выживаемости икры имеют микро- и мезоциркуляционные образования (Шунтов и др., 1993). Зал. Простор относится к последнему типу нерестилищ, так как расположен между двумя подводными хребтами и характеризуется сложным рельефом дна с извилистыми изобатами, что способствует формированию вихрей. Поэтому антициклонический вихрь, приуроченный к зал. Простор является наиболее устойчивым элементом

динамического поля в ЮКР в холодную половину года (Жигалов, 2010; Фигуркин, Жигалов, 2010), что способствует удержанию выметанной икры на этом нерестилище. С другой стороны, часть икры выносится через прол. Фриза, при этом ее уловы и встречаемость с океанской стороны о. Итуруп снижаются. Распределение вынесенной из зал. Простор икры определяется областью распространения охотоморских вод с тихоокеанской стороны о. Итуруп, а также циркуляциями разного знака, которые образуются на шельфе при взаимодействии охотоморских вод и вод Ойясио. В некоторые годы вынос икры из зал. Простор не наблюдается, что определяется изменениями поля течений в прол. Фриза, а именно усилением притока вод Ойясио к проливу.

Нерестилище в Кунаширском проливе представляет собой небольшой по площади глубоководный каньон, где в период проведения ихтиопланктонных съемок не всегда наблюдалось скопление икры минтая. Однако система течений, а именно сток охотоморских вод через прол. Екатерины, обеспечивает попадание икры на шельф Южно-Курильского пролива. В зависимости от межгодовых особенностей поля течений, перенос икры может осуществляться и через прол. Измены. В Южно-Курильском проливе удерживается основная часть икры, где зачастую наблюдается разнонаправленное движение вод или образуются антициклонические круговороты. Также часть икры выносится в океан через проливы Малой Курильской гряды.

Что касается второстепенных нерестилищ, то как было показано выше, это районы, где нерест наблюдается только при достижении определенного уровня численности производителей. Так, икра от нереста в районе от прол. Екатерины до о. Шикотан с доминирующими течениями попадает на малокурильское мелководье, где развивается подавляющая часть икры минтая из Кунаширского пролива. С океанской стороны Малой Курильской гряды также ежегодно отмечаются уловы икры, но в любом случае масштабы как нереста, так и выноса икры из Южно-Курильского пролива

незначительны, так как уловы за его пределами не превышают 10 экз./облов, а на мористых станциях они чаще всего нулевые. С тихоокеанской стороны о. Итуруп самостоятельного нерестилища минтая нет, но незначительный нерест при высоком уровне численности производителей также наблюдается. Вынесенная с нерестилища или выметанная с тихоокеанской стороны о. Итуруп икра распределяется вплоть до 500-метровой изобаты. Как известно, распространение икры минтая над большими глубинами ведет к ее повышенной смертности, что также подтверждается отсутствием в этом районе сеголеток в летне-осенний период (Шунтов и др., 1993).

Таким образом, дрейф икры из Кунаширского пролива в Южно-Курильский – это сформированный под воздействием местных гидрологических условий механизм, направленный на повышение выживаемости икры минтая, так как происходит снос икры на мелководье. Что касается зал. Простор и океанских вод о. Итуруп, то это обычный для всех районов нереста минтая разнос икры за пределы нерестилища, величина которого меняется в межгодовом плане и влияет на урожайность поколений.

3.2 Стратегии нереста минтая

Все проанализированные данные подтверждают, что у южных Курильских островов обитает зимнее–нерестящийся и весенне–нерестящийся минтай (Шунтов и др., 1993). При этом Н.С. Фадеев считал, что у первой группировки нерест типично зимний, а у второй – зимне-весенний. Ранее также предполагалось, что разница в сроках нереста минтая в юго-западной и северо-восточной частях ЮОКР связана с закономерностью их смещения по мере продвижения на север (Фадеев, 1981; Смирнов, 1987). На рисунке 3.25 приведены сроки нереста минтая в регионе от тихоокеанского побережья Японии до южных Курильских островов. Нужно отметить, что автор обобщил и графически привел все известные источники, в которых рассматриваются сроки нереста, а также собственные данные по их межгодовой динамике, поэтому на рисунке представлен максимальный период размножения для всех нерестилищ (Фадеев, 2006). По литературным и наблюдаемым многолетним данным сроки начала нереста и массового икрометания в Кунаширском проливе и зал. Простор различаются соответственно более, чем на 2 и 1 месяц. В северной части Охотского моря такие различия сроков нереста наблюдается между его восточной и западной частями (Фадеев, 1981, 1987). Также предполагалось, что различные сроки нереста могут быть обусловлены подходом минтая разного происхождения или гидрологическими особенностями ЮОКР, где оптимальные для нереста условия создаются дважды в холодную половину года (Смирнов, 1987). Несомненно, что каких бы районов нереста минтая не касался этот вопрос, сроки нереста всегда определяются наступлением оптимальных для размножения и последующего развития икры и личинок гидрологических условий. Поскольку факт большой разницы в сроках нереста в Кунаширском проливе и зал. Простор был установлен ранее и подтвержден выше проанализированными данными, рассмотрим условия, необходимые для его начала и массового икрометания на этих нерестилищах.

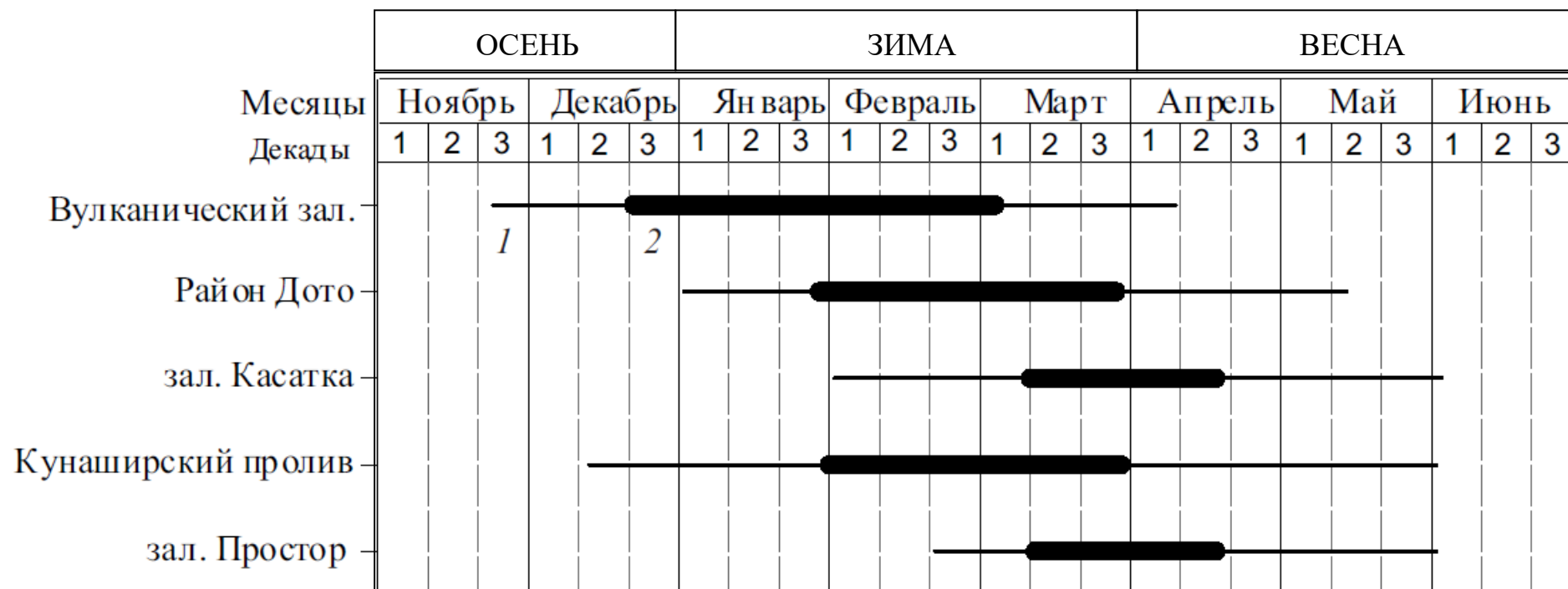


Рисунок 3.25. – Сроки нереста минтая в курильско-хокайдских водах по многолетним данным: 1 – общая продолжительность, 2 - массовый нерест (Фадеев, 2006 с дополнениями).

В Кунаширском проливе начало нереста приходится на 2–3-ю декаду декабря и массово начинается в феврале, а завершается в период проведения съемки в конце марта (рис. 3.25). В начале 2000-х гг. работы по мониторингу промысла минтая в Кунаширском проливе, которые проводились в декабре-январе, позволили собрать данные по температурным условиям в местах образования его скоплений в начале нереста (табл. 3.5) (Отчет о рейсе БАТМ «Бородино», 2001; Отчет о рейсе НИС «Профессор Кизеветтер», 2002; Отчет о рейсе НИС «ТИНРО», 2003). В конце декабря в 2001–2002 гг. воды верхнего 100-метрового слоя были заметно холоднее (1,80–3,08 °С), чем в 2003 г. (3,08–3,80 °С). По теплосодержанию 2001 г. считается самым холодным и ледовитым для Охотского моря, что повлияло на условия и в ЮКР (Жигалов, 2010; Фигуркин, Жигалов, 2010). Теплый промежуточный слой в конце декабря располагался в слое 100–300 м (рис. 3.26), где разница температур по годам была уже не столь существенной, и в 2001–2002 гг. варьировала в пределах 1,2–6,4 °С, а в 2003 г. – 2,3–6,4 °С. Глубже температура заметно снижалась до значений 0,6–2,8 °С.

Обращает на себя внимание также динамика изменения температуры воды в декабре 2002 и 2003 гг., которые демонстрируют выхолаживание верхнего 200-метрового слоя (рис. 3.26). Самые ранние измерения были выполнены 4 декабря 2002 г., по данным которых температура поверхностного 10-метрового слоя была выше в среднем на 3,3 °С, 100-метрового – на 3,7 °С, а слоя 100–200 м – на 1,6 °С по данным измерений на 26 декабря. Разница температур по слоям в декабре 2003 г., когда измерения были проведены с интервалом в 10 сут., варьировали от 3,1 до 1,6 °С, соответственно (табл. 3.5). То есть по данным за 1–2-ю декаду декабря 2002–2003 гг. температура поверхности и верхнего 10-метрового слоя была еще довольно высокой и составляла 6,2–6,3 °С, в слое до 200 м варьировала в пределах 4,4–7,8 °С с максимумом на глубине до 150 м, а глубже 200 м наблюдалось снижение температуры до 1,4–1,5 °С.

Таблица 3.5.

Температура воды в Кунаширском проливе в декабре 2001–2003 гг.

Судно	БАТМ «Бородино»	НИС «Профессор Кизеветтер»	НИС «Профессор Кизеветтер»	НИС «ТИНРО»	НИС «ТИНРО»
Период	26 декабря 2001 г.	4 декабря 2002 г.	26 декабря 2002 г.	21 декабря 2003 г.	31 декабря 2003 г.
Температура поверхностного слоя (0 – 10 м)	$\frac{1,2 - 2,4}{1,80}$	$\frac{6,3}{6,3}$	$\frac{2,9 - 3,2}{3,02}$	$\frac{6,17 - 6,18}{6,175}$	$\frac{3,07 - 3,09}{3,08}$
Слой 10 – 100 м	$\frac{1,2 - 5,8}{2,22}$	$\frac{6,3 - 7,8}{6,8}$	$\frac{2,7 - 4,4}{3,08}$	$\frac{6,2 - 6,4}{6,3}$	$\frac{3,1 - 5,2}{3,8}$
Слой 100 – 200 м	$\frac{2,1 - 7,1}{5,37}$	$\frac{4,4 - 6,6}{5,5}$	$\frac{2,5 - 5,7}{4,37}$	$\frac{7,4 - 7,8}{7,6}$	$\frac{5,8 - 6,4}{6,0}$
Слой 200 – 300 м	$\frac{2,3 - 6,4}{4,10}$	$\frac{1,8 - 2,8}{2,3}$	$\frac{1,4 - 4,4}{2,74}$	$\frac{2,9 - 3,9}{3,0}$	$\frac{2,3 - 5,8}{4,0}$
Слой 300 – 400 м	$\frac{1,8 - 2,8}{2,07}$	$\frac{1,4}{1,4}$	$\frac{0,6 - 1,6}{1,02}$	$\frac{1,5 - 1,9}{1,7}$	$\frac{1,6 - 1,9}{1,7}$
Слой 400 – 500 м	$\frac{1,7 - 1,9}{1,77}$		$\frac{0,6 - 1,6}{1,12}$	$\frac{1,5 - 1,7}{1,6}$	$\frac{1,6}{1,6}$

Примечание: числитель – экстремальные значения температуры, знаменатель – средние значения.

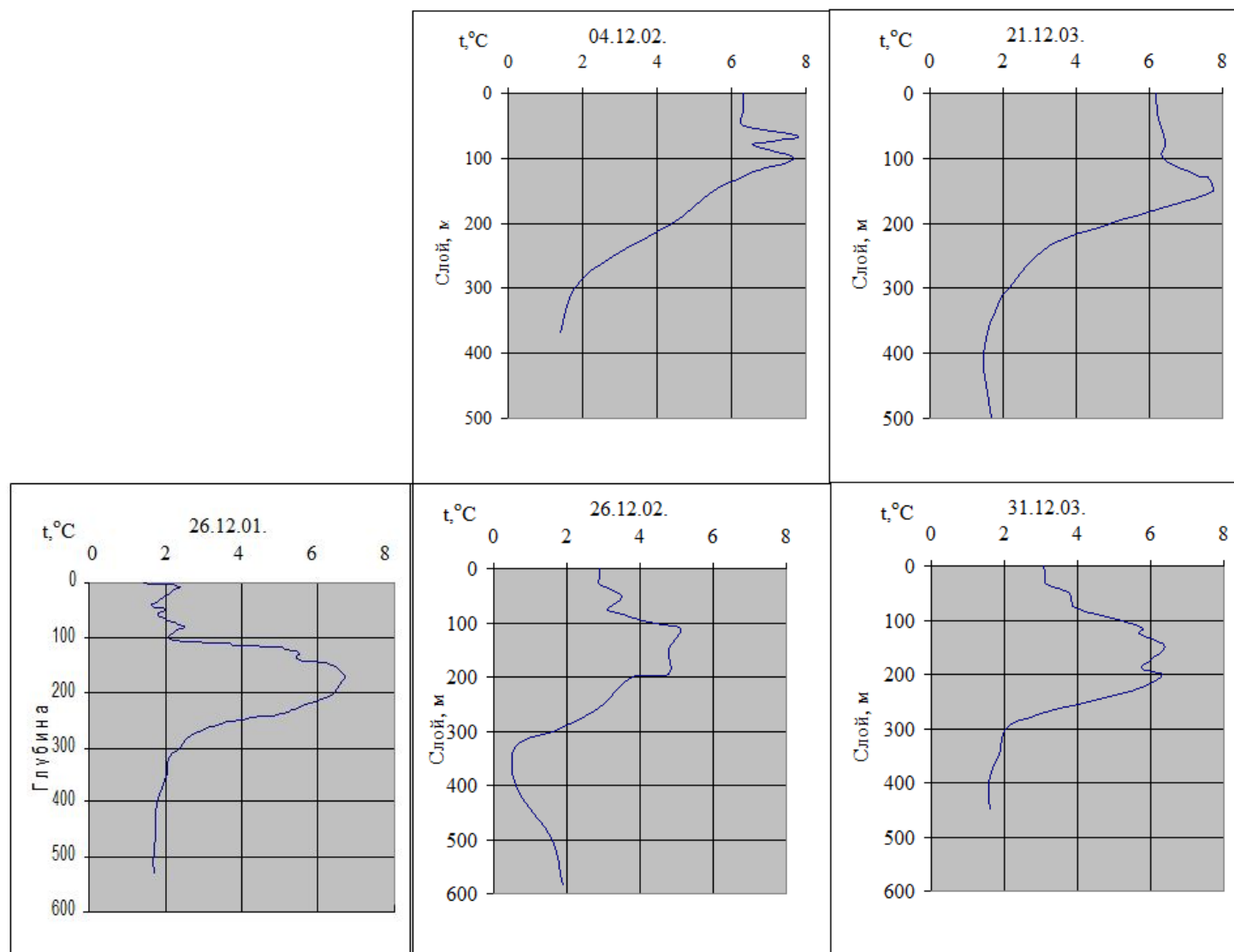


Рисунок 3.26. – Вертикальное распределение температуры воды ($^\circ\text{C}$) в Кунаширском проливе в декабре 2001-2003 гг.

Также в декабре 2002, 2004 и 2006 гг. наблюдателями СахНИРО были выполнены гидрологические разрезы, данные которых дополняют вышеприведенную информацию (рис. 3.27). По данным измерений на разрезе в Кунаширском проливе 21 декабря 2002 г. промежуточный слой теплой воды располагался на глубине 100–250 м с температурой 3–5 °С. В 2004 г. этот слой был более обширным, занимая глубину 100–320 м, но температура воды была почти такой же, как и в предыдущем году (3–6 °С). В декабре 2006 г., когда разрез был выполнен в наиболее ранние сроки (18 декабря), температурный режим придонных вод был более теплым: промежуточный слой вод был тоже довольно большим, охватывая глубину 50–250 м, а температура воды была заметно выше – 4–8 °С (Великанов и др., 2023).

По данным, собранным в декабре при проведении работ на промысле минтая в Кунаширском проливе, эхозаписи и уловы минтая фиксировались над широким диапазоном глубин до 1200 м включительно в слое воды (горизонте) от 230 до 590 м (рис. 3.28). Промысловые траления во все годы проводились над глубинами от 300 м и больше в слое воды от 200 м и ниже. Наиболее высокая плотность скоплений отмечалась в горизонте 300–350 м и увеличивалась до 400–500 м, за исключением 2003 г., когда слабые уловы отмечались во всех слоях, что было связано с состоянием запасов минтая, а не с особенностями его распределения (Овсянникова, 2005).

Таким образом, в период начала нереста минтая в Кунаширском проливе происходит охлаждение верхнего 200-метрового слоя воды. Так, в 1–2-й декаде декабря температура поверхности составляет чуть более 6° С, снижаясь к концу месяца на 3° С и более. Так же значительно снижается температура в слое 10–100 м – на 2,5–3,7 °С в зависимости от сроков проведения измерений, и менее заметно охлаждается слой до 200–300 м. Теплый промежуточный слой в разные годы был развит в большей или меньшей степени, но к концу декабря наблюдался около 100–300 м и характеризовался средними значениями 2,3–6,0 °С. При сопоставлении

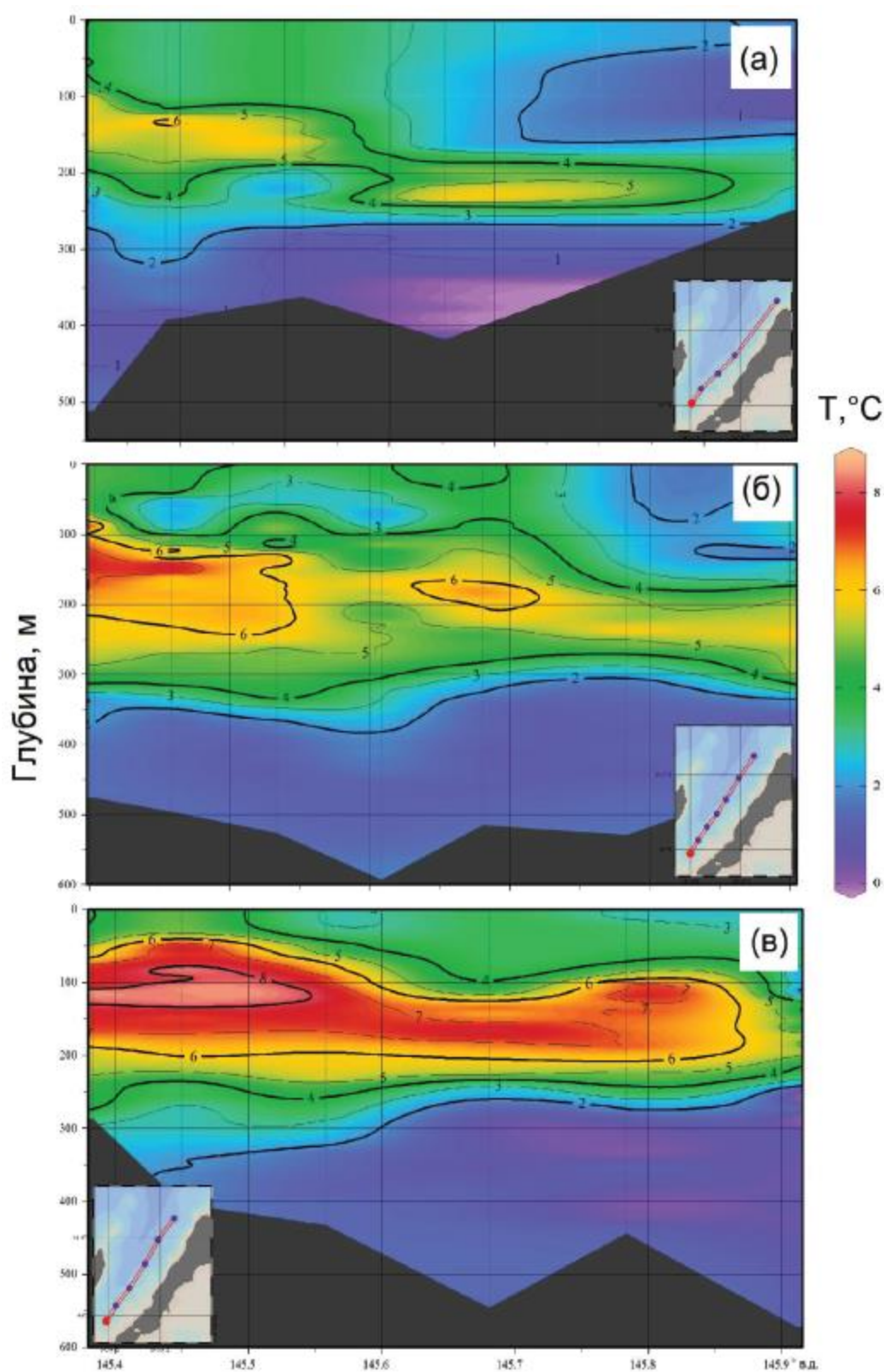


Рисунок 3.27. – Вертикальное распределение температуры (°C) морской воды в Кунаширском проливе по результатам съемки на гидрологическом разрезе: **а** — 21.12.2002 г.; **б** — 27.12.2004 г.; **в** — 18.12. 2006 г. (цит. по Великанов и др., 2023).

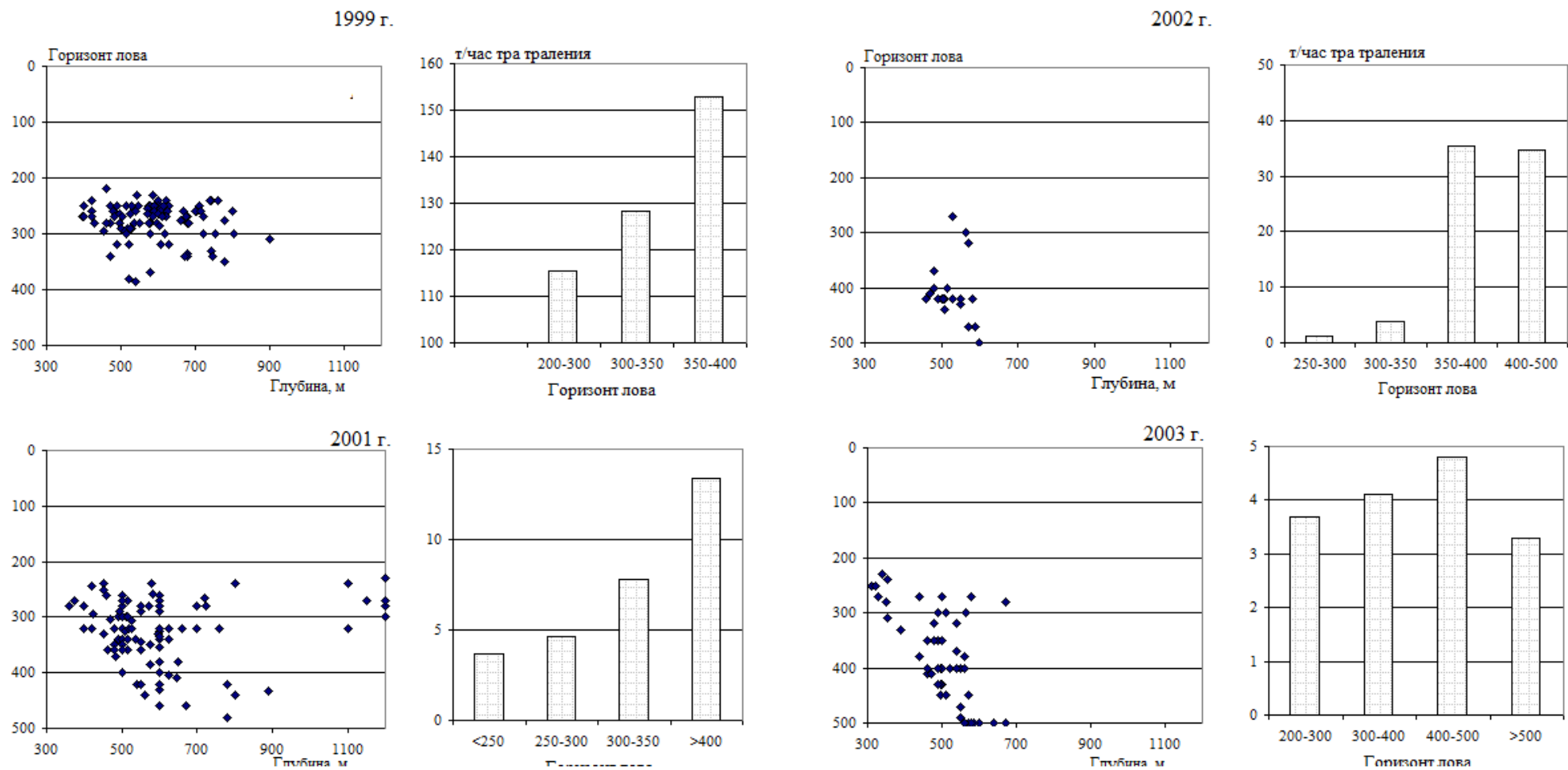


Рисунок 3.28. – Горизонты встречаемости эхозаписей минтая и уловы по слоям в Кунаширском проливе в декабре-январе 1998-1999 и 2001-2003 гг.

вертикальной структуры вод в Кунаширском проливе с распределением уловов по слоям очевидно, что минтай в декабре обитал ниже теплого промежуточного слоя при температуре 2 °С и ниже (рис. 3.26-3.28).

Как известно, в теплую половину года Кунаширский пролив находится под влиянием течения Соя, которое несет субтропические воды в ЮКР, оказывая влияние преимущественно на его юго-западную часть (Бобков, 1992). А в холодную половину года в этом районе наблюдаются модификации только субарктических водных масс (Фигуркин, Жигалов, 2010). Обмен водных масс происходит со сменой муссона осенью, к которой по гидрологическим условиям в ЮКР относят октябрь-декабрь. В этот период под действием ветров северного направления наблюдается усиление Восточно-Сахалинского течения, которое несет распресненные стоками из р. Амур воды и, накапливаясь в приповерхностных слоях (20–150 м), является причиной повышения уровня моря в южной части Охотского моря (Watanabe, 1963; Itoh, Ohshima, 2000; Mizuta et al., 2003; Prants et al., 2017; Andreev, 2022). В связи с этим происходит резкая замена теплых и соленых вод Соя на холодные и распресненные воды Восточно-Сахалинского течения, которое как непрерывный поток вдоль восточного побережья о. Сахалин начинает проследиваться с октября (Самко, Новиков, 2003).

В этот период ежегодно наблюдается перестройка дислокации промыслового флота, ведущего специализированный промысел минтая в Южно-Курильской зоне. На рисунках 3.29-3.31 представлена типичная картина распределения промысловых судов в течение года. Заметно, что при всех межгодовых особенностях, на которые могут влиять состояние запасов и распределение объекта промысла, ледовая и синоптическая обстановка, состав флота и прочее, распределение судов в период с апреля по сентябрь значительно отличается от такового в октябре-марте. Так, если в весенне-летний период минтай облавливается преимущественно с тихоокеанской стороны района, то в осенне-зимний – часть судов перемещается в

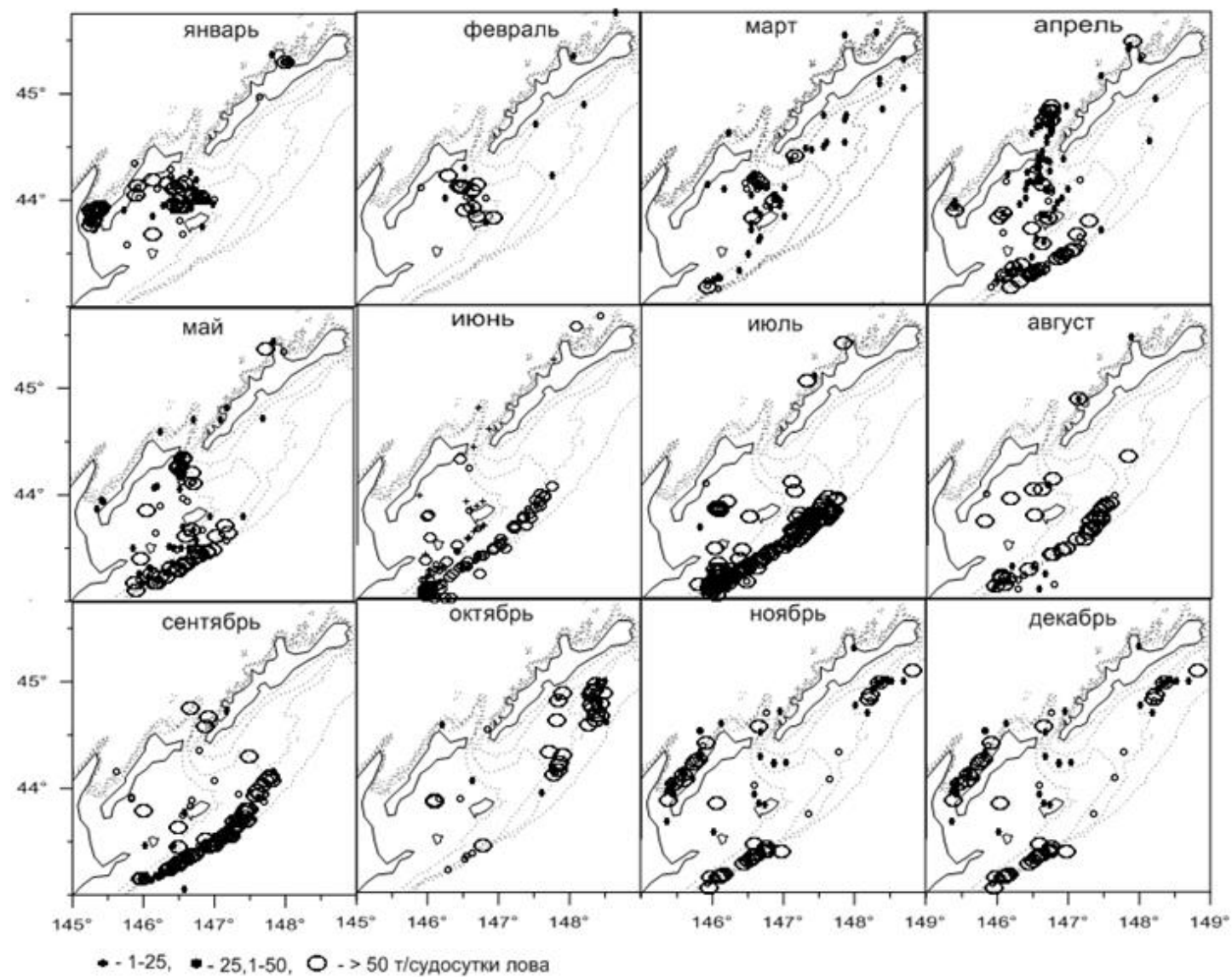


Рисунок 3.29. – Распределение флота на специализированном промысле минтая в Южно-Курильской зоне в 2012 г.

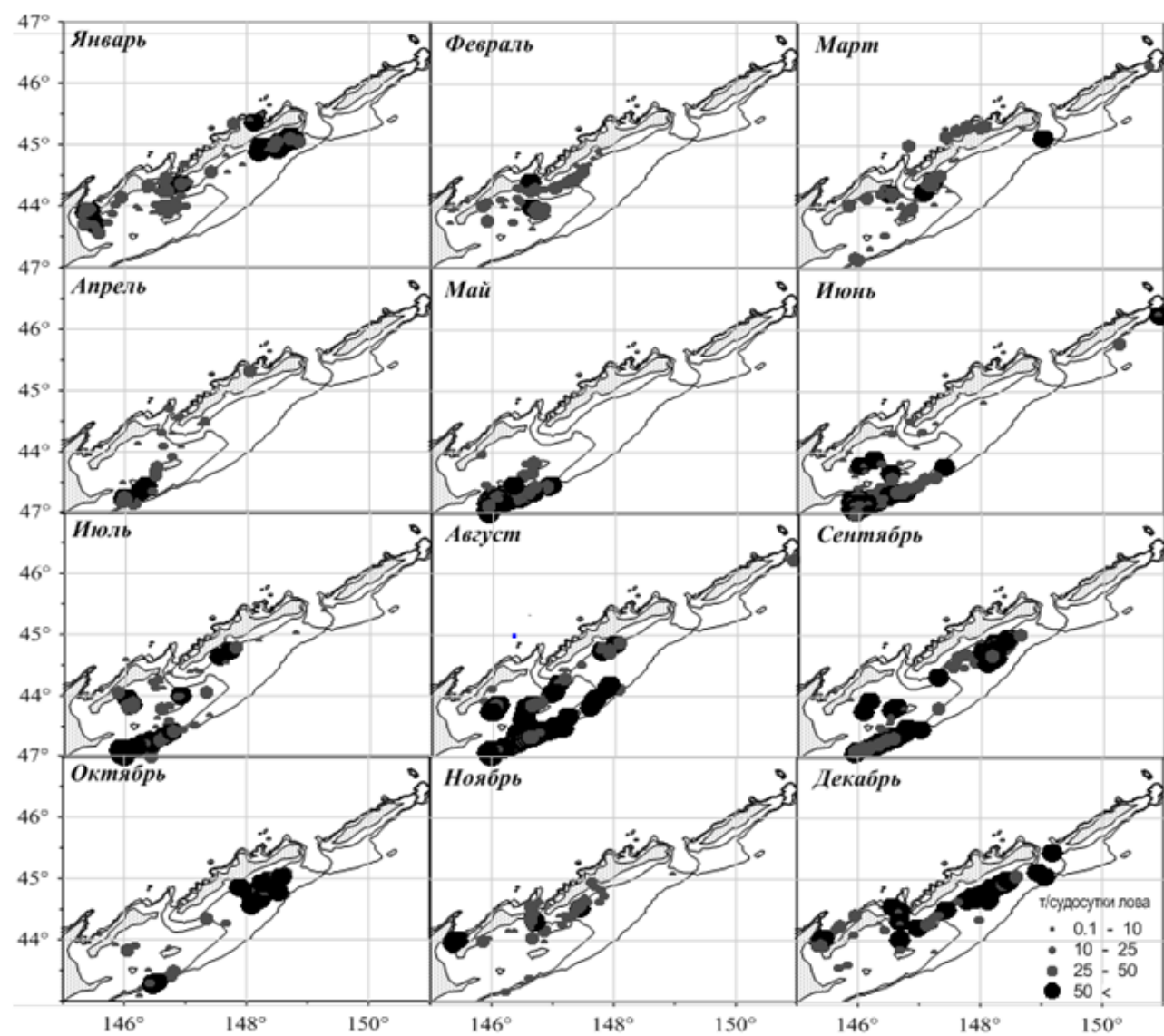


Рисунок 3.30.— Распределение флота на специализированном промысле минтая в Южно-Курильской зоне в 2016 г.

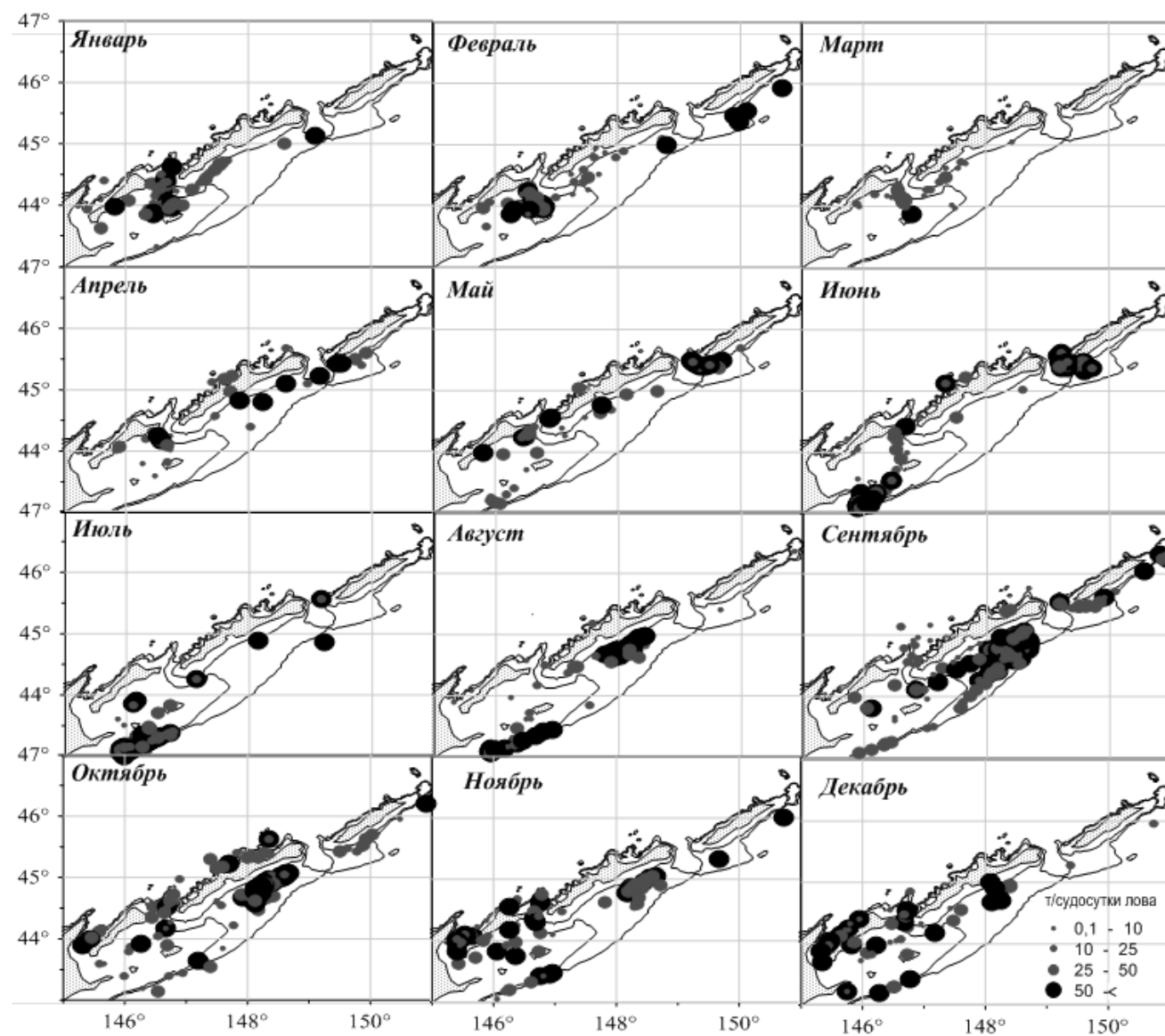
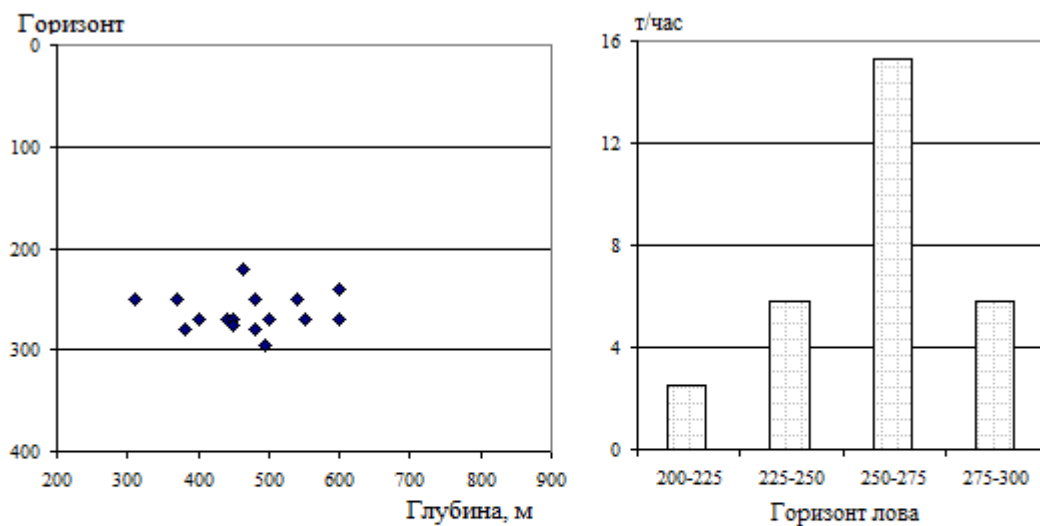


Рисунок 3.31. – Распределение флота на специализированном промысле минтая в Южно-Курильской зоне в 2018 г.

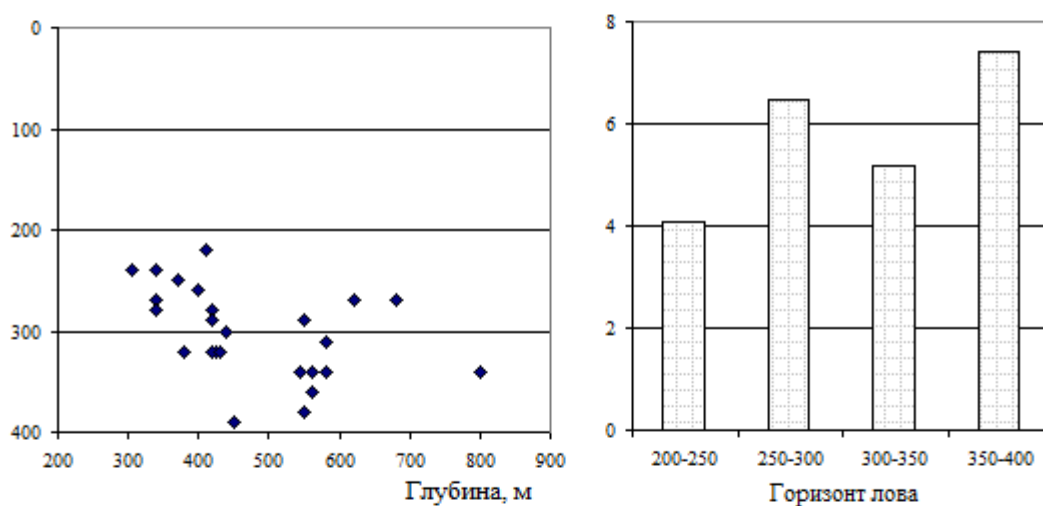
охотоморские воды. Эти данные демонстрируют, что сезонное перераспределение минтая привязано к перестройке гидрологической структуры вод в ЮОКР, которая вероятно и является основным фактором для создания условий образования преднерестовых скоплений. Именно в октябре начинается передислокация флота и часть его ведет промысел на скоплениях половозрелого минтая в Кунаширском проливе.

В зал. Простор промысел минтая также ведется в зимние месяцы (рис. 3.29–3.31), хотя здесь он не так развит из-за сложностей проведения тралений на извилистых изобатах и задевистых грунтах. По данным наблюдателей ТИНРО, полученным на промысле в зал. Простор, на этом нерестилище минтай начинает образовывать преднерестовые скопления в декабре. Во второй половине 1980-х гг. вылов минтая в зал. Простор также возрастал в холодную половину года, начиная с декабря и, достигая максимума в марте-апреле (Фадеев, 2006). Вертикальное распределение скоплений было аналогично таковому в Кунаширском проливе – минтай держался в слое ниже 200 м, наиболее плотные скопления образуя в толще воды от 250–300 м и глубже (рис. 3.32). Данных по вертикальной структуре вод в зал. Простор за этот период нет, но можно предположить, что сходный характер распределения минтая обусловлен сезонным выхолаживанием вод. В юго-западной части Охотского моря Восточно-Сахалинское течение разветвляется, и одна из ветвей поворачивает в сторону южных Курильских островов, давая начало Северо-Восточному течению, которое следует до прол. Фриза и через него попадает в Тихий океан. Следовательно, усиление Восточно-Сахалинского течения в осенний период также влияет на гидрологические условия с охотоморской стороны о. Итуруп и определяет начало образования преднерестовых скоплений минтая в зал. Простор. Несмотря на то, что начало преднерестового периода в Кунаширском проливе и зал. Простор связано с сезонными изменениями гидрологического режима, биологическое состояние минтая на этих нерестилищах заметно различается (рис. 3.33). В декабре–январе он был

декабрь-январь 2000-2001 гг.



январь 2002 г.



декабрь 2002 г.

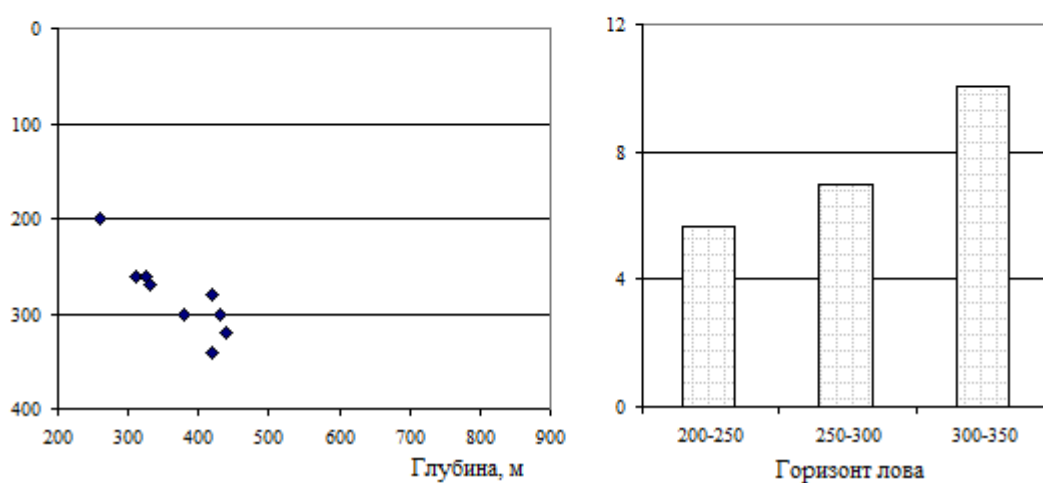


Рисунок 3.32. – Горизонты встречаемости эхозаписей минтая и уловы по слоям в зал. Простор в декабре-январе 2000–2002 гг.

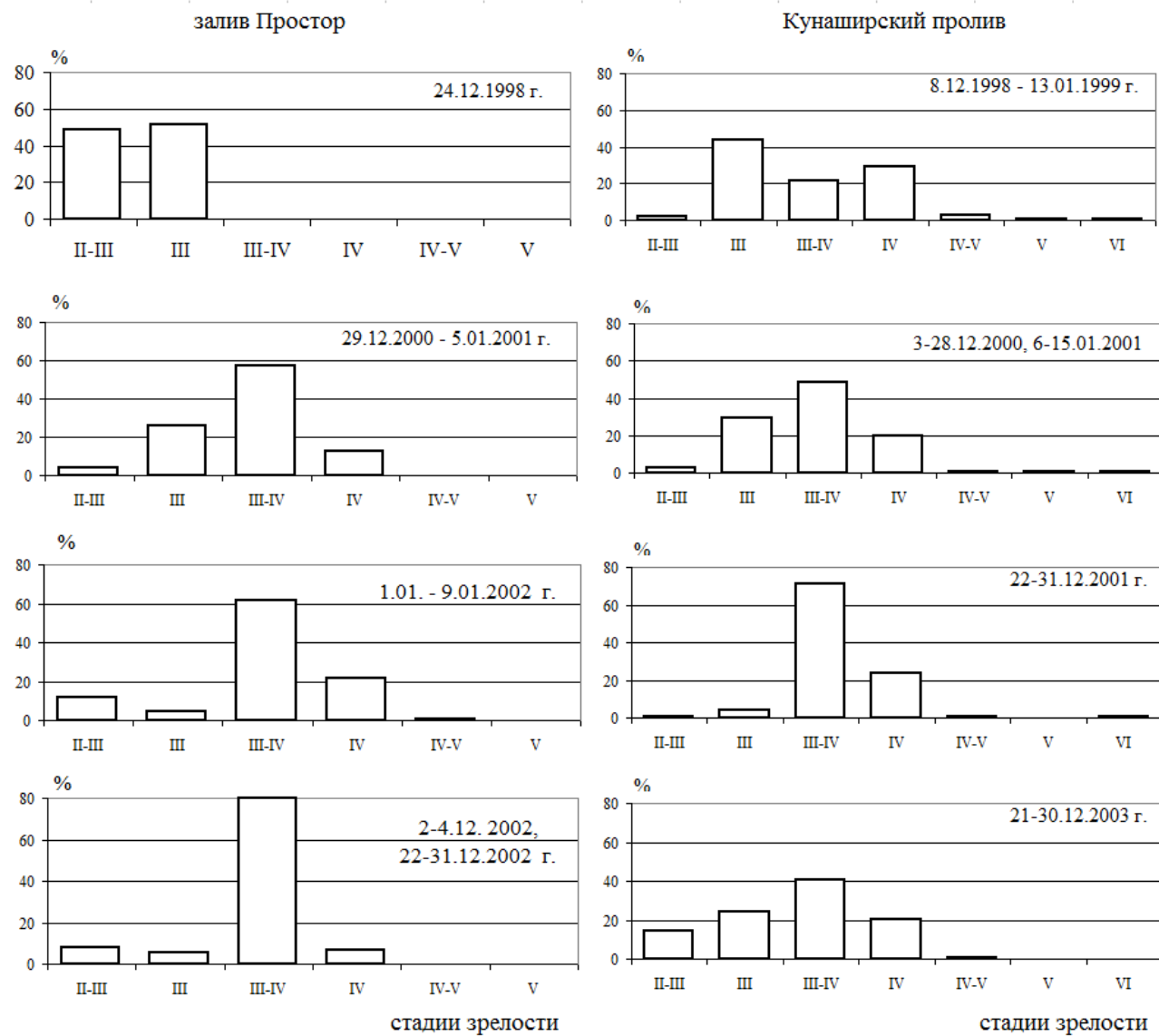


Рисунок 3.33. – Соотношение стадий зрелости гонад самок минтая на нерестилищах в декабре-январе.

преимущественно в преднерестовом состоянии, однако в уловах в Кунаширском проливе присутствовали нерестящиеся и только что отнерестившиеся рыбы, при этом в зал. Простор таких самок не было в уловах, а непосредственно преднерестовые рыбы (стадия IV–V) встретились только в 2002 г. в минимальном количестве (0,3 %).

Перемещение минтая к нерестилищам также заметно по его сезонному перераспределению в Охотском море. Если в нагульный период минтай более 40 см широко распределяется на большой акватории в его южной глубоководной части, то в декабре-январе уловы здесь заметно снижаются. В то же время, часть минтая в эти месяцы облавливается в мезопелагиали глубоководной котловины (Шунтов и др., 1993; Фадеев, 2006). С учетом более ранних сроков нереста минтая в Кунаширском проливе, скорее всего, первыми места нагула покидают производители с этого нерестилища. Как показали данные дислокации флота, промысел в Кунаширском проливе в некоторые годы начинается уже в октябре, а в декабре биологическое состояние минтая соответствует преднерестовому – началу нерестового периода. В зал. Простор промысел на преднерестовых скоплениях начинается в декабре, т.е. на 1,5-2,0 месяца позже. По всей видимости, в октябре-ноябре половозрелый минтай из зал. Простор продолжает нагуливаться в южной части моря, что вполне укладывается в представления о том, что нерест здесь начинается позже, чем в Кунаширском проливе (рис. 3.25).

Циркуляция поверхностных вод имеет основополагающее значение для дислокации нерестилищ минтая (Шунтов и др., 1993), а наличие или отсутствие льдов определяет условия существования в поверхностных слоях (Шмидт, 1950), а именно для развития икры минтая. Поэтому, помимо сезонной смены течений, вероятность наличия ледового покрова, его площадь и сроки появления у южных Курильских островов также являются одним из факторов, который оказывает большое влияние на характеристики вод, особенно с охотоморской стороны района, где расположены

нерестилища. Как видно на рисунке 3.34, при среднемноголетней ситуации Кунаширский пролив закрывается льдами, дрейфующими из Охотского моря вдоль восточного побережья о. Сахалин, к 1-й декаде февраля. Через месяц распространение льдов становится шире и закрывается также вся охотоморская сторона о. Итуруп, включая зал. Простор. В 1-й декаде апреля сохраняется такая же картина, а на 10 мая в районе ледовые поля не фиксируются. Освобождение ото льда идет в обратном порядке (рис. 3.35). Так, на 10 марта вероятность открытой воды в зал. Простор составляет 30-70 %, в то время как в Кунаширском проливе она значительно ниже – всего 10-30 %. Таким образом, Кунаширский пролив закрывается льдами в среднем на месяц раньше, чем зал. Простор, который в свою очередь раньше освобождается ото льдов.

Сопоставляя ледовые условия у южных Курильских островов, сроки нереста минтая и расположение нерестилищ, нужно в первую очередь отметить, что начало и массовый нерест минтая в Кунаширском проливе и зал. Простор приходится на различные ледовые условия. В Кунаширском проливе минтай начинает нереститься, когда льда ни на нерестилище, ни у восточного побережья о. Сахалин не отмечается. В январе сохраняется такая же ситуация, но ледовая кромка уже распространяется к юго-восточному побережью Сахалина или даже Хоккайдо в ледовитые годы, что оказывает охлаждающее влияние на условия на обоих нерестилищах, но в первую очередь на поверхностные воды в Кунаширском проливе. В феврале и марте, когда здесь идет массовый нерест минтая, вероятность наличия дрейфующего льда в проливе весьма высока. При этом в зал. Простор нерест начинается в конце февраля, а уже в начале марта с началом массового нереста нерестилище закрыто дрейфующими льдами, но к его окончанию к 3-й декаде апреля вероятность чистой воды существенно возрастает.

Следовательно, в Кунаширском проливе икрометание начинается в относительно мягких условиях с постепенным похолоданием по мере нарастания ледовых полей у Сахалина или их дрейфа к южным Курильским

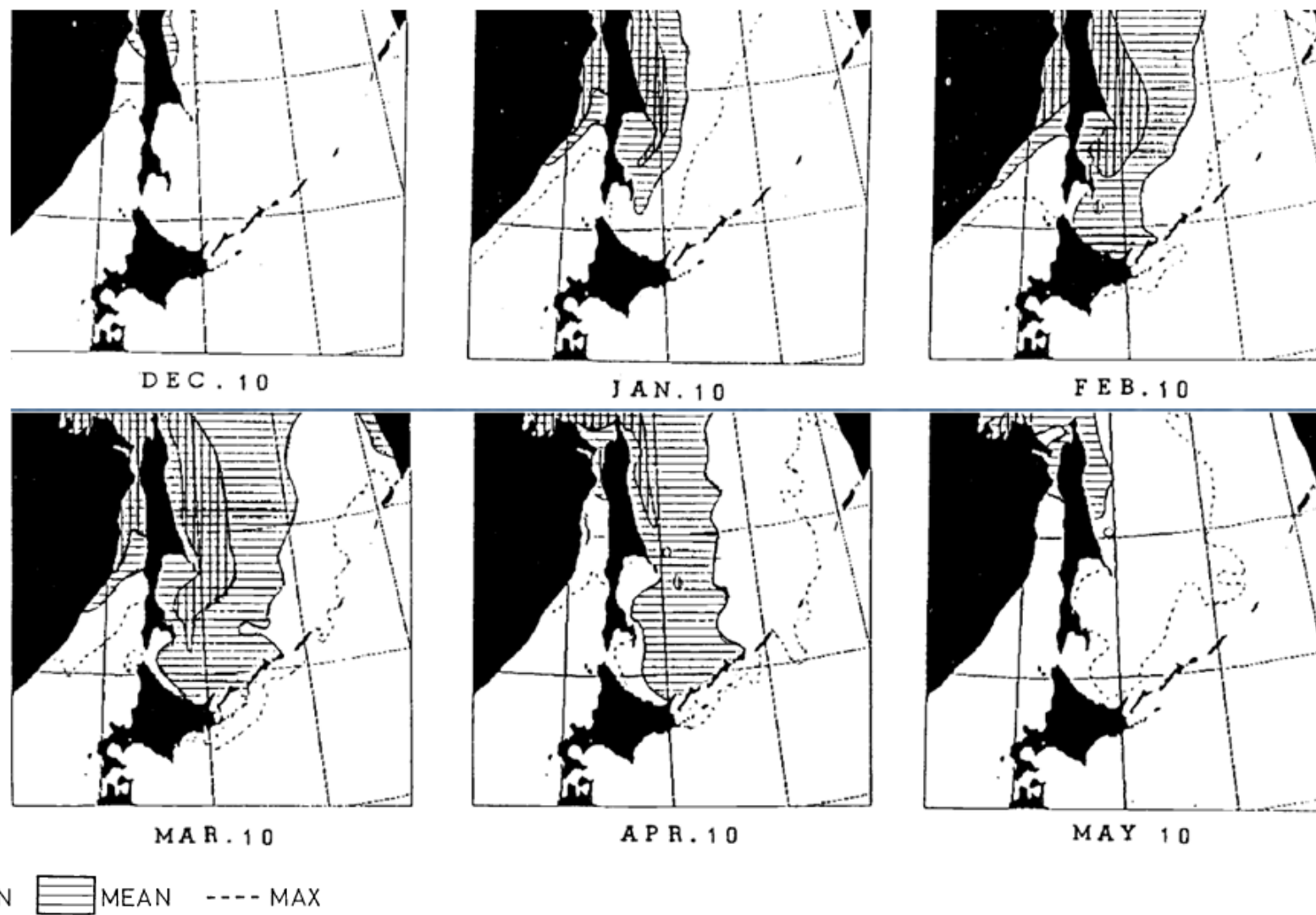
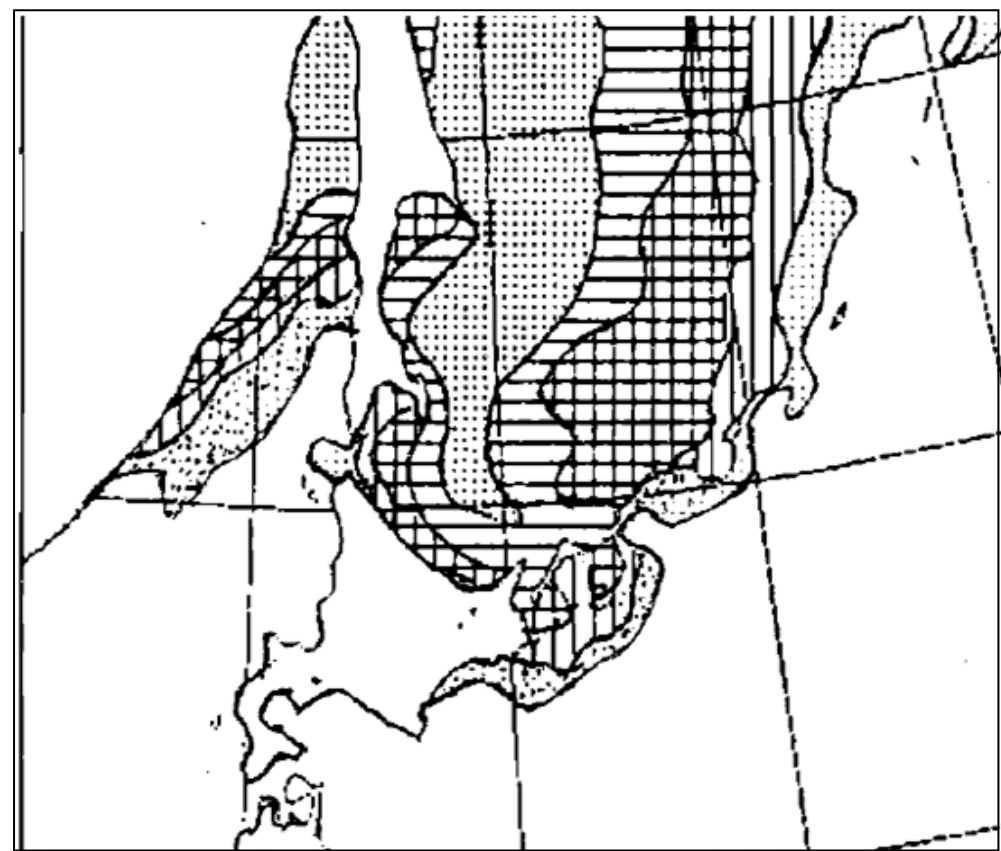


Рисунок 3.34. – Среднеголетняя месячная ледовитость сахалино-хоккайдско-курильского региона по данным с 1971 по 1990 г. (PICES Scientific Report, 1995)



1

MAR. 10

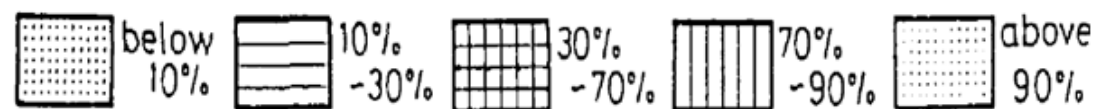


Рисунок 3.35. – Распределение вероятности открытой воды в первой декаде марта по данным с 1971 по 1990 год
(цит. по PICES Scientific Report, 1995)

островам, т.е. развитие нерестовой активности идет на фоне понижения температуры в поверхностных и подповерхностных слоях воды. В зал. Простор, наоборот, начало и массовый нерест приходятся на годовой минимум температуры (Жигалов, 2010; Фигуркин, Жигалов, 2010), после чего район освобождается ото льда и начинается потепление.

Выше показано, что нерест минтая связан с холодными распресненными водами Восточно-Сахалинского течения и его ветвей. По результатам исследования японских ученых в этих водах, характеризующихся температурой ниже 2° С и соленостью менее 33 ‰, скорость всплытия икры составляла 1,4–2,4 мм/с (Nacatani, 1988), т. е. в среднем около 2 мм/с, как и на других нерестилищах, где нерест идет в условиях низкой температуры и солености (Булатов, 1987, 2017). При этом развитие икры связано с приповерхностными слоями (Горбунова, 1954; Полутов, Трипольская, 1954; Серобаба, 1974; Nishiyama et al., 1986), поэтому особенности изменения температуры в процессе нереста имеют значение, как факторы, влияющие на продолжительность инкубационного периода. Таким образом, наряду со значительной разницей сроков икрометания минтая на разных нерестилищах, в пределах ЮКР выявлена противоположная динамика температурных условий в процессе эмбриогенеза. В Японском море наблюдается аналогичная ситуация при нересте минтая в осенне-зимний период, который начинается с похолоданием, и в весенний период, который проходит на фоне повышения температуры воды (Кагановская, 1951; Фадеев, 2005; Булатов, Васильев, 2024).

Выше рассмотрена среднемноголетняя ледовая ситуация. Однако льда может и не быть на акватории всего района, как это наблюдалось всего в 5 из 20 съемок, а также лед может быть только в Кунаширском проливе, а в зал. Простор при этом будет чистая вода, как это было при проведении 11 съемок. Период проведения ихтиопланктонных исследований (конец марта – начало апреля) совпадает с окончанием икрометания в Кунаширском проливе и массовым нерестом минтая в зал. Простор. Значит, в Кунаширском проливе к

концу эмбриогенеза, когда начинается переход икры на III и IV стадии развития, открытая вода наблюдалась только в 25 % случаев. А в годы со средней или высокой ледовитостью это нерестилище вообще может быть закрыто с февраля по апрель (рис. 3.34), что препятствует цветению фитопланктона и появлению стартового корма ко времени выклева личинок. Однако, как было показано выше, икра из Кунаширского пролива с течениями переносится в Южно-Курильский пролив, где и проходит ее дальнейшее развитие. Так как район находится в умеренной зоне, в Южно-Курильском проливе может образовываться «местный» лед. В некоторые годы такой лед наблюдался в Южно-Курильском проливе, а в отдельные годы дрейфовал сюда из Кунаширского пролива в феврале – первой половине марта через проливы Измены и Екатерины, покрывая часть его акватории (рис. 3.35). Однако по данным с 1992 г. японского Центра дрейфующих льдов, к концу марта – началу апреля Южно-Курильский пролив был свободен ото льда (https://www1.kaiho.mlit.go.jp/KAN1/drift_ice/ice_chart/calendar/past/calendar.html). Следовательно, вынос икры из Кунаширского пролива в Южно-Курильский обеспечивает то, что ее развитие, и в особенности окончание эмбриогенеза и выклев, будут проходить в отсутствие ледового покрова, что является одним из условий для начала вспышки цветения фитопланктона и дальнейшего развития планктона

В зал. Простор начало нереста и максимальная нерестовая активность привязаны к пику гидрологической зимы, когда нерестилище также может быть полностью закрыто льдами, что и наблюдалось в 45 % случаев. Как было показано выше, в конце марта – начале апреля икра в зал. Простор находится на начальных стадиях развития (I–II), а окончание массового нереста во 2-й половине апреля совпадает с освобождением нерестилища ото льда и, соответственно, с началом развития весенних процессов.

Даже в аномально ледовитый в Охотском море 2001 г. сроки освобождения нерестилищ ото льда были такими же, как в годы со средней ледовитостью,

хотя период закрытия нерестилищ был гораздо более продолжительным (рис. 3.36). В 2001 г. Кунаширский пролив был закрыт 9–10-балльными льдами с 16 января по 10 апреля, Южно-Курильский пролив – с 6 февраля по 19 марта, зал. Простор – с 9 февраля по 19 апреля (https://www1.kaiho.mlit.go.jp/KAN1/drift_ice/ice_chart/calendar/2001/04.html).

То есть, несмотря на почти 3-месячное закрытие Кунаширского пролива, акватория, где развивается подавляющая часть икры с этого нерестилища, открылась к 3-й декаде марта, а зал. Простор освободился ото льда на месяц позже. Это означает, что даже при максимальной ледовитости окончание эмбриогенеза в Южно-Курильском проливе и зал. Простор совпадает с освобождением этих акваторий ото льда и проходит в те же сроки, что и в среднеледовитые годы. При этом, конечно, существует межгодовая динамика сроков нереста минтая на обоих нерестилищах (табл. 3.3).

С другой стороны, не всегда важно наличие льда именно на акватории нерестилищ. Важно, что они находятся по течению от южной части охотоморского ледового массива, таяние которого является одной из причин выхолаживания вод в зимне-весенний период. Таким образом, образование льда в северной части Охотского моря, и особенно у восточного побережья о. Сахалин, играет значительную роль в формировании условий нереста и развития икры минтая у южных Курильских островов, а наблюдаемая разница в сроках закрытия и открытия нерестилищ или в случае отсутствия льда – в сроках выхолаживания верхних слоев воды, является одним из факторов, определяющих сроки нереста в Кунаширском проливе и зал. Простор. Также несомненно, что наличие льда и освобождение от него акватории служит одним из индикаторов начала гидрологической весны.

При проведении ихтиопланктонных съемок параллельно выполнялись и гидробиологические. Стандартно распределение сетного фитопланктона выглядело следующим образом (рис.3.37) (Отчеты НИС «Пр. Кагановский» 2011, 2012 гг.). Интенсивное цветение фитопланктона во второй половине

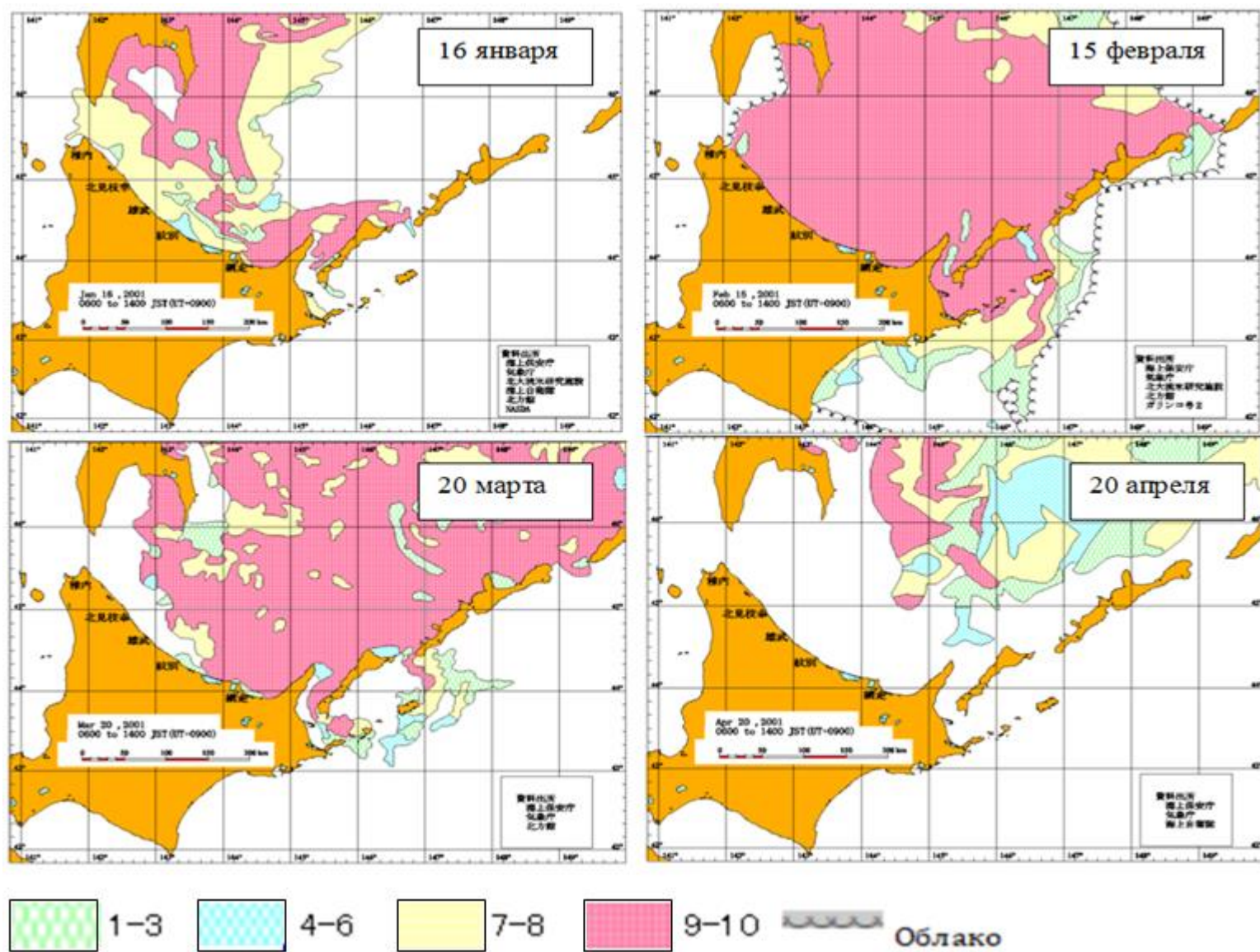


Рисунок 3.36. – Ледовитость (в баллах) сахалино-хоккайдско-курильского региона в январе-апреле 2001 г.

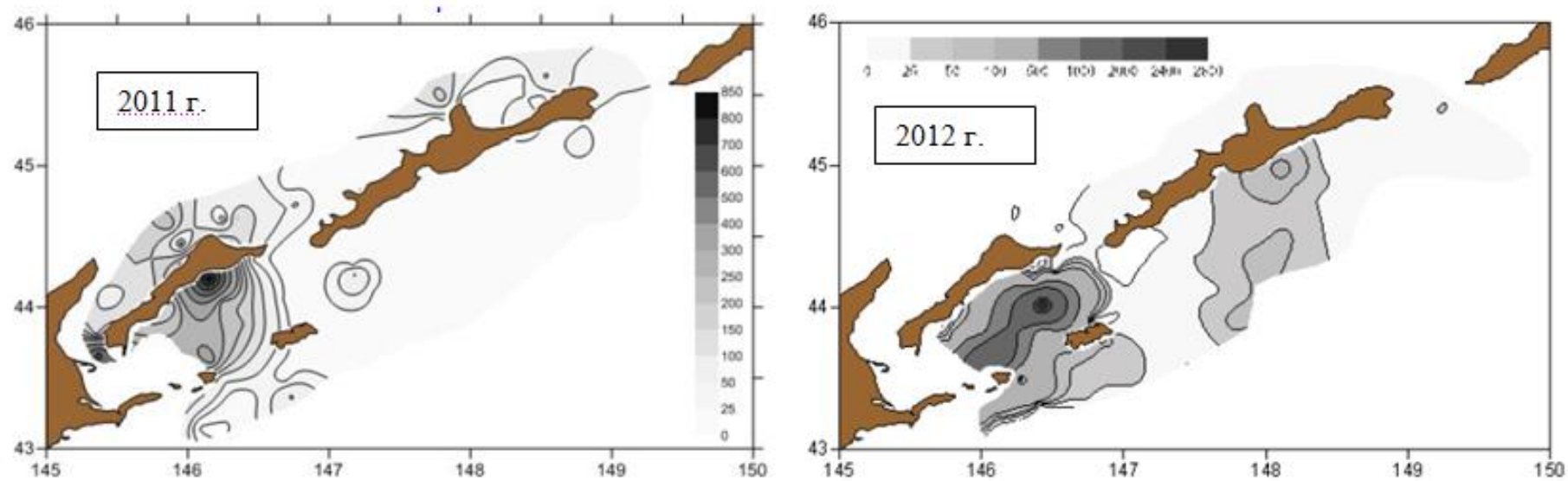


Рисунок 3.37. – Распределение биомассы (мг/м³) фитопланктона в период проведения ихтиопланктонных съемок.

марта – начале апреля ежегодно отмечалось в юго-западной части района, преимущественно в Южно-Курильском проливе, где в период проведения исследований для этого были все условия. Шельфовые воды пролива были распреснены после таяния льдов (до 32,2 ‰) и содержали большое количество биогенов, а также характеризовались слабыми течениями – 1–3 см/с, что способствовало накоплению фитопланктона на мелководье. Также условиями начала цветения являются отсутствие вертикального перемешивания после окончания зимнего охлаждения, достаточная освещенность и начало прогрева поверхностных вод (Гершанович и др., 1990; Шунтов, 2001; Azumaya et al., 2001). В конце марта – начале апреля воды Южно-Курильского пролива были выхожены до отрицательных температур (до -1,6 °C) и имели гомогенную структуру до дна (Фигуркин, Жигалов, 2010), но на поверхности по данным гидрологических съемок в некоторые годы уже начинался весенний прогрев. Так, на отдельных станциях в Южно-Курильском проливе в тонком поверхностном слое температуры на поверхности была выше на 0,2–0,5 °C, чем в нижележащих слоях (отчеты НИС «Пр. Кагановский» 2009, 2011, 2013–2014 гг.).

Таким образом, в юго-западной части ЮКР в конце марта – начале апреля отмечалось начало весенних процессов, а данные ихтиопланктонной съемки указывали на окончание нереста минтая и переход на завершающие стадии развития икры в Южно-Курильском проливе, куда сносится основная часть икры из Кунаширского пролива. В зал. Простор вспышки цветения не было, что в совокупности с данными о температуре воды и ледовитости указывает на то, что в северо-восточной части района в период массового нереста минтая наблюдался пик гидрологической зимы. На основе проанализированных выше факторов, можно говорить о наличии различных стратегий нереста минтая у южных Курильских островов.

В Кунаширском проливе преднерестовый период у минтая начинается с началом гидрологической осени, когда происходит смена муссона и замена субтропического течения Соя на субарктическое Восточно-Сахалинское, в

связи с чем верхний 200-метровый слой воды охлаждается. В октябре-ноябре минтай покидает южную глубоководную котловину и образует преднерестовые скопления в Кунаширском проливе под теплым промежуточным слоем при температуре 2 °С и ниже. Нерест начинается во второй декаде декабря. В подповерхностных слоях, где развивается икра, температура в начале нереста составляет 6,3–6,8 °С, снижаясь на 2,5–3,7 °С к концу декабря и до отрицательных значений на фоне нарастания ледовых полей у Сахалина и их дрейфа к южным Курильским островам. Судя по межгодовой изменчивости ледовой ситуации в Кунаширском проливе, нерест минтая может идти и подо льдом. Окончание нереста и переход икры на поздние стадии развития совпадает с началом прогрева поверхности воды и цветения фитопланктона на мелководье Южно-Курильского пролива, куда течениями выносятся подавляющая часть икры из Кунаширского пролива. В целом, нерест минтая в Кунаширском проливе начинается в период гидрологической осени, массовый нерест приходится на зимний период с окончанием на пике выхолаживания вод (рис. 3.25). Коротко эту стратегию можно обозначить как начало нереста с похолоданием и окончание в пик выхолаживания, или стратегия «на похолодание».

Минтай, нерестящийся в зал. Простор, на 1,5–2,0 месяца позже покидает южную глубоководную часть Охотского моря и образует преднерестовые скопления в декабре также под теплым промежуточным слоем 200 м и ниже. Здесь начало миграций производителей связано с сезонным похолоданием и обусловлено усилением ветви Восточно-Сахалинского течения – Серединного течения. Сроки начала нереста в конце февраля и массового икрометания в марте – первой половине апреля приходятся на пик выхолаживания или ледовитости, после чего окончание нереста и развитие основной части выметанной икры проходит на фоне освобождения ото льда и повышения температуры с началом весеннего прогрева. Таким образом, начало и пик нереста минтая в зал. Простор наблюдаются в период гидрологической зимы с последующим развитием

икры в условиях потепления в весенний период. Характерные черты этой стратегии – начало нереста в пик выхолаживания и окончание с потеплением, или стратегия «на потепление».

То есть в пределах ЮКР наблюдается две прямо противоположные стратегии нереста минтая. Юго-западнее района исследований условия нереста минтая сходны с таковыми в Кунаширском проливе. Нерест минтая в заливах Хидака и Вулканическом начинается в конце ноября, а с середины декабря он становится массовым (Maeda, 1976; Maeda et al., 1986; Nakatani, 1988). Это нерестилище в теплую половину года также находится в зоне влияния субтропических водных масс – Сангарского течения, воды которого распространяются на восток до долготы мыса Эримо. В холодную половину года в район нерестилища вторгаются субарктические воды Прибрежного Ойясио, которое по происхождению связано с Восточно-Сахалинским течением и характеризуется близкими значениями температуры и солености (менее 2° С и ниже 33,0 ‰) (Murakami, 1984; Kono et al., 2004; Kuroda et al., 2006). В октябре-декабре эти воды достигают района к востоку от мыса Эримо, а с началом зимнего периода в январе-марте распространяются западнее, достигая нерестилищ и выхолаживая поверхностные воды до годовых минимальных значений (Rosa et al., 2007). Таким образом, нерест минтая у тихоокеанского побережья о. Хоккайдо также идет по стратегии «на похолодание», так как массовое икрометание завершается на пике выхолаживания в первой декаде марта.

В пределах ареала минтая наблюдаются 3 основных сезонных варианта нереста – весенний, зимний и осенне-зимний, которые определяются развитием комплекса условий на нерестилищах (Шунтов и др., 1993). Очевидно, что в зал. Простор сроки массового нереста и его окончания повторяют схему воспроизводства, которая наблюдается на большей части его ареала у весенне-нерестящегося минтая. Например, на этом нерестилище сроки нереста минтая мало отличаются от таковых в восточной части Охотского моря, где массово он проходит в марте–апреле и совпадает с

пиком гидрологической зимы, а окончание приходится на начало потепления и освобождение ото льда (Фадеев, 1987). Однако поскольку времена года по календарю отличаются от таковых, выделенных для ЮКР в соответствии с годовым ходом температуры (Самко, Новиков, 2003), нельзя сказать, что массовый нерест в зал. Простор проходит в весенний период. На рисунке 3.25, как отмечалось выше, представлен максимальный период размножения (Фадеев, 2006), но сезонность нереста более объективно определять по срокам массового икрометания, так как именно этот период отражает суть стратегии размножения на конкретном нерестилище. Исходя из этого, массовый нерест в зал. Простор приурочен к зимне-весеннему периоду, а в Кунаширском проливе он проходит зимой (рис. 3.25), что подтверждает заключение Н.С. Фадеева о сезонности нереста минтая у южных Курильских островов (Фадеев, 1981). В Вулканическом заливе начало массового нереста сдвинуто на конец декабря, т.е. он проходит в осенне-зимний период. Как видно, сроки массового нереста в районе к востоку от мыса Эримо не случайно совпадают с таковыми в Кунаширском проливе, также как и массовый нерест в районе зал. Касатка проходит в те же сроки, что и в зал. Простор (рис. 3.25). Это еще раз подтверждает приведенные выше аргументы, что упомянутые районы являются вторичными нерестилищами минтая, где минтай размножается только при достижении среднего или высокого уровня численности половозрелых рыб на основных нерестилищах.

Таким образом, в районе тихоокеанского побережья о. Хоккайдо и у южных Курильских островов функционируют три центра размножения минтая – в Вулканическом заливе, Кунаширском проливе и зал. Простор. Первые два нерестилища характеризуются стратегией нереста «на похолодание», которая, характерна для минтая, обитающего в более южных районах, а в зал. Простор нерест реализуется по стратегии «на потепление», наблюдаемой в северной части ареала минтая. Сроки массового нереста в центрах воспроизводства закономерно смещаются с юго-запада на северо-восток от осенне-зимнего к зимнему и далее зимне-весеннему периоду.

ГЛАВА 4. ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ

По данным, собранным преимущественно в 1980-е гг., когда ресурс минтая Южно-Курильской зоны наиболее интенсивно эксплуатировался и начал активно изучаться, были выявлены дислокация промысловых скоплений, места концентрации производителей и молоди. По особенностям распределения уловов минтая в этом районе известно, что сеголетки в конце лета – осенью облавливаются у дна в Южно-Курильском проливе и в зал. Простор, а молодь образует мощные скопления биомассой до 750 тыс. т у тихоокеанского побережья о. Итуруп (Темных, 1990; Шунтов и др., 1993). Крупные половозрелые особи концентрируются в преднерестовый и нерестовый периоды в Кунаширском проливе в ноябре-марте и в зал. Простор в среднем на месяц позже, после чего уловы минтая снижаются (Фадеев, 2006). В нагульный период половозрелый минтай широко распределяется в южной глубоководной котловине Охотского моря, также возрастает доля крупной рыбы по сравнению с нерестовым периодом и у побережья о. Сахалин (Шунтов и др., 1993; Зверькова, 2003; Фадеев, 2006). На нагул в район южных Курильских островов также распространяется минтай от тихоокеанского побережья о. Хоккайдо (Hamatsu, Yabuki, 1995; Honda et al., 2004; Tae-gi OH et al., 2005; Funamoto et al., 2013). В целом распределение минтая у южных Курильских островов изучено в основном по данным комплексных съемок, проведенных в нагульный период, или по промысловым данным, собранным в нерестовый сезон.

Основой для анализа пространственного распределения послужили материалы наиболее полных по охвату акватории района комплексных съемок ТИНРО, проводимых в весенний период, летней траловой съемки 2016 г. и осенней донной съемки 2000 г., а также промысловые данные, собранные в осенне-зимний период. Это дает возможность уточнить общие черты, а также выявить межгодовые и сезонные особенности распределения и условий обитания как производителей, так и неполовозрелых рыб, дополнив тем самым представления о жизненном цикле минтая в ЮКР.

4.1 Распределение в весенний период

По данным весенних съемок каждая возрастная группа представлена пятью поколениями, что позволяет рассматривать типичные черты распределения возрастных групп и характерные – при разном уровне их урожайности (рис. 4.1 – 4.3.).

Годовики обитали преимущественно с океанской стороны о. Итуруп над глубинами 180–330 м (рис. 4.1.). Минтай высокоурожайного поколения 2005 г. и урожайного 2008 г. держался вдоль побережья в виде компактных скоплений со средней плотностью соответственно 550 и 141 тыс. экз./км². Максимальные концентрации годовиков среднеурожайного 2006 г. не превышали 68 тыс. экз./км², а неурожайного 2011 г. в среднем составляли 9 тыс. экз./км². Небольшие уловы годовиков в отдельные годы отмечались на нерестилищах в Кунаширском проливе и зал. Простор.

2-годовики распределялись шире, занимая весь шельф о. Итуруп и свал глубин, где их основные скопления отмечались до 320–420 м. Плотность скоплений этой возрастной группы была не столь высокой и в среднем составляла 2,6–150,0 тыс. экз./км² у разных по численности поколений, достигая максимальных значений у высокоурожайных 2005 и 2007 годов. рождения (рис. 4.1.). Также как годовики, 2-годовики облавливались в зал. Простор (а особи 2013 года рождения образовывали здесь скопление) и в Кунаширском проливе, но в отличие от них встречались и у островов Малой Курильской гряды.

Распределение 3-годовиков в весенний период значительно отличалось от распределения младшевозрастного минтая прежде всего широким распространением по всему району. Хотя значительная доля этой возрастной группы по-прежнему обитала с океанской стороны о. Итуруп, сопоставимые по плотности скопления наблюдались в прол. Фриза, зал. Простор и у островов Малой Курильской гряды. Особи 2008 года рождения также образовывали скопление плотностью более 200 тыс. экз./км² в Кунаширском проливе. Урожайное поколение 2012 года рождения в возрасте 3 года в

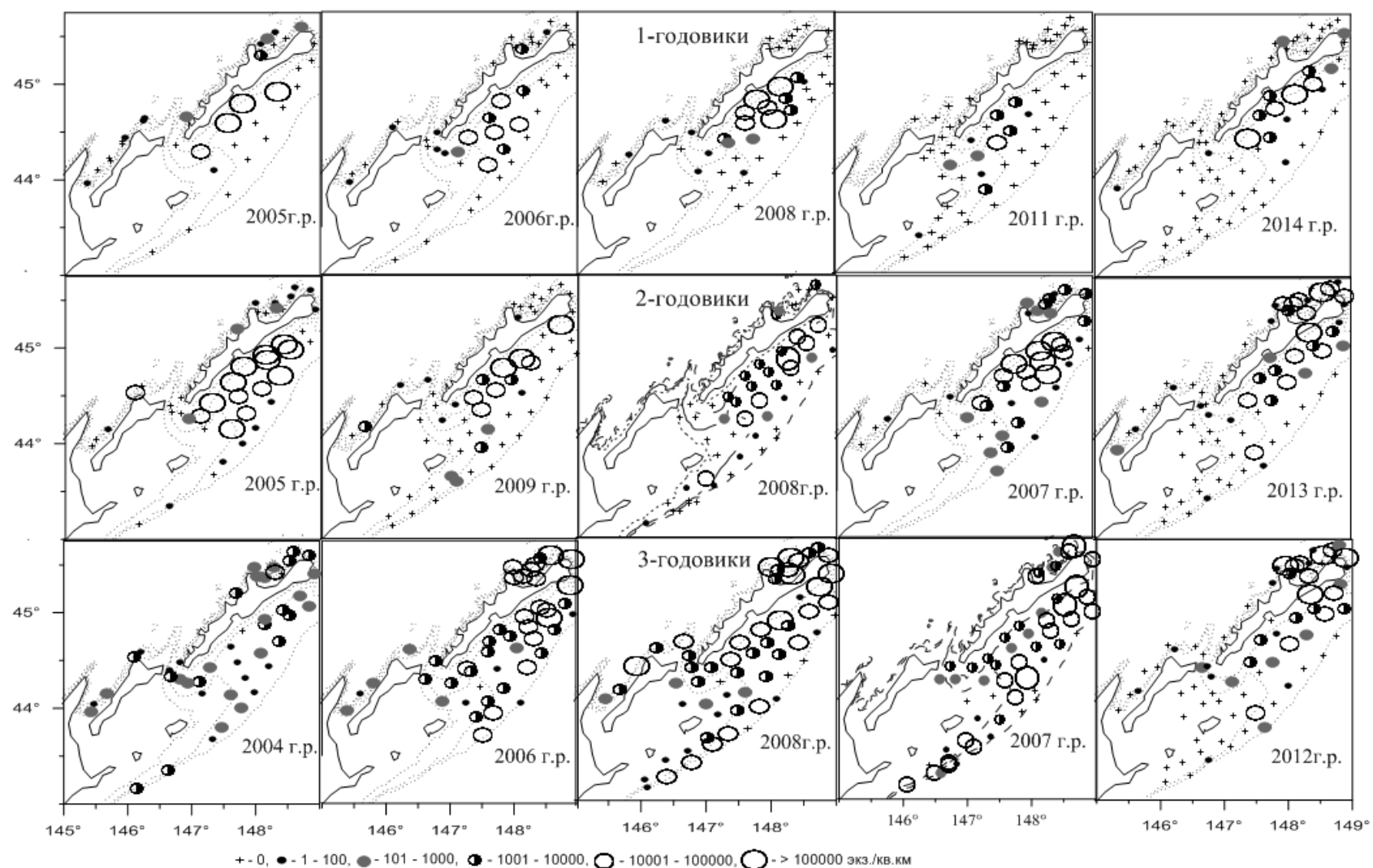


Рисунок 4.1. – Распределение 1–3-годовиков минтая 2004–2014 годов рождения у южных Курильских островов в весенний период.

Распределялось в основном у северо-восточной оконечности о. Итуруп и в зал. Простор, а также у о. Шикотан, не образуя при этом скоплений в Кунаширском проливе. Приуроченности этой возрастной группы к определенному батиметрическому диапазону уже не наблюдалось, так как у о. Итуруп 3-годовики встречались над глубинами 150–480 м, а в охотоморских водах и у Малой Курильской гряды распространялись над 980–1660 м.

Отличительной особенностью распределения 4-годовиков от такового предыдущей возрастной группы было снижение уловов с океанской стороны о. Итуруп и концентрация в трех основных скоплениях: у северо-восточной оконечности о. Итуруп и в зал. Простор, у островов Малой Курильской гряды, в проливах Екатерины и Кунаширском (рис. 4.2.). Например, 45,7 % численности 4-годовиков высокоурожайного поколения 2007 года рождения было учтено в зал. Простор, у Малой Курильской гряды – 15,6, в Кунаширском проливе – 19,6, в океанских водах о. Итуруп – 19,1 % . При низкой (2011 год рождения) или средней (2003 и 2006 годы рождения) численности 4-годовиков тенденция перераспределения минтая и формирования трех скоплений была более заметна, так как они были разделены между собой низкими уловами.

Пространственное распределение 5-годовиков в весенний период мало отличалось от распределения предыдущей возрастной группы, а начиная с 6-годовалого возраста отмечалось значительное снижение уловов минтая с океанской стороны о. Итуруп, при этом подавляющая их часть концентрировалась в трех вышеперечисленных районах. В возрасте 7 лет и старше плотность скоплений более 1000 экз./км² чаще всего отмечалась в зал. Простор, где в период проведения съемки шел массовый нерест, и в некоторые годы в районе проливов Екатерины и Кунаширского (рис. 4.3.).

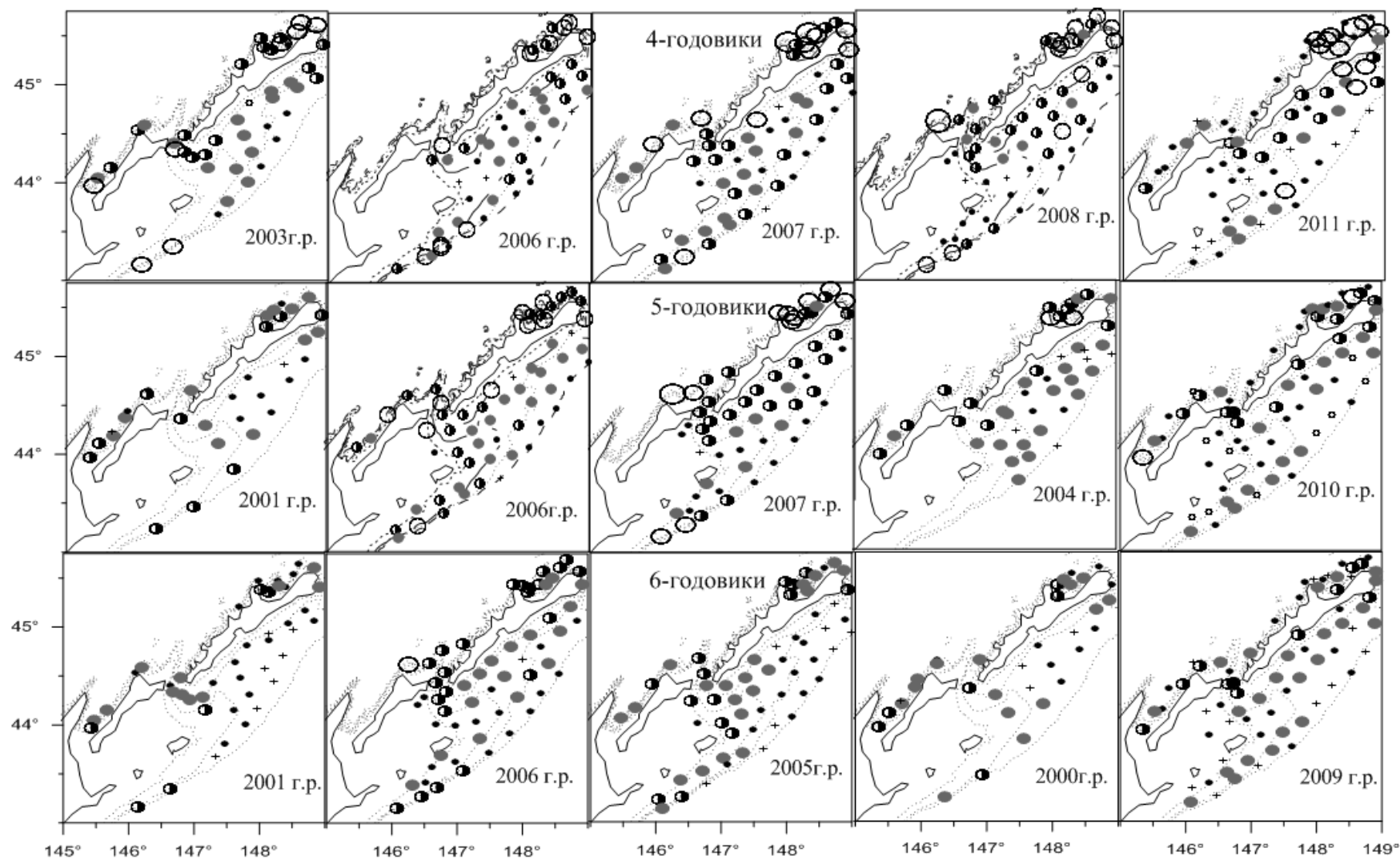


Рисунок 4.2. – Распределение 4-6-годовиков минтая 2000–2011 годов рождения у южных Курильских островов в весенний период. Обозначения как на рис. 4.1.

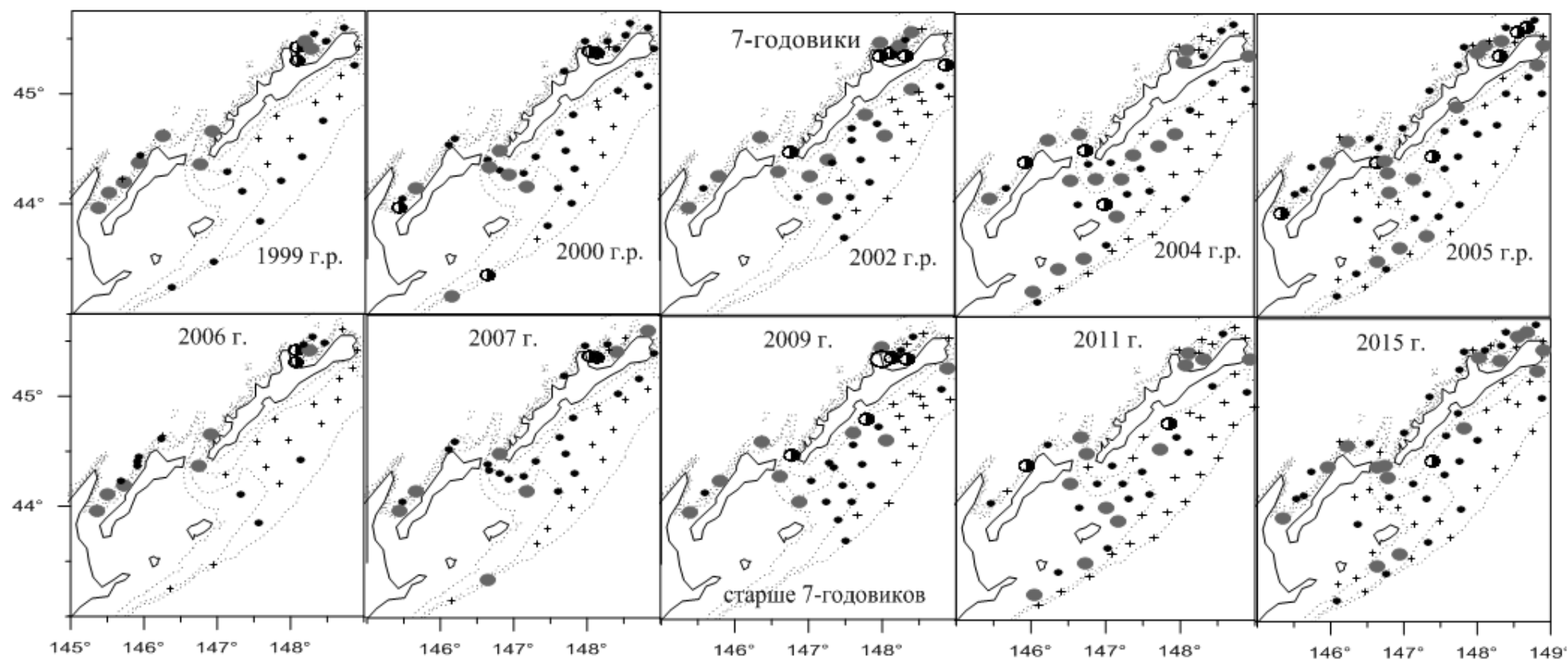


Рисунок 4.3. – Распределение 7-годовиков и старше в 2006–2007, 2009, 2011 и 2015 гг. у южных Курильских островов в весенний период. Обозначения как на рис. 4.1.

Таким образом, были выявлены следующие черты распределения минтая в весенний период. В возрасте 1–2 года минтай концентрируется преимущественно с тихоокеанской стороны о. Итуруп. С началом созревания в возрасте 3 года он наиболее широко распределяется по всему району, а в период массового созревания в 4–5-годовалом возрасте образует три основных скопления – у северо-восточного побережья о. Итуруп и в зал. Простор, в проливах Кунаширском и Екатерины, у Малой Курильской гряды. У более старших половозрелых рыб распределение было схожим, но плотность скоплений заметно снижалась с возрастом, особенно с тихоокеанской стороны о. Итуруп (Ovsyannikova et al., 2019; Ovsyannikova et al., 2021).

Как было показано в предыдущей главе, в ЮКР основные нерестилища минтая находятся в зал. Простор, в Кунаширском проливе, а также ближайшее нерестилище за его пределами – в заливах Хидака и Вулканическом. Также известно, что молодь из этих центров размножения совместно обитает в океанских водах о. Итуруп (Темных, 1990; Шунтов и др., 1993; Зверькова, 2003; Фадеев, 2006). Следовательно, скопления впервые созревающего (3–5-годовиков) и половозрелого (6-годовиков и старше) минтая в северо-восточной части ЮКР связаны с его миграцией через прол. Фриза в зал. Простор, где в период съемок наблюдается или приближается пик зимне-весеннего нереста, а в юго-западной части района – с завершением размножения зимне–нерестящегося минтая в Кунаширском проливе и оттоком отнерестившихся в осенне–зимний период у тихоокеанского побережья о. Хоккайдо рыб (Шунтов и др., 1993; Hamatsu, Yabuki, 1995; Honda et al., 2004; Tae-gi OH et al., 2005; Фадеев, 2006; Funamoto et al., 2013).

4.2 Сезонные особенности распределения и условий обитания

Сравнить особенности распределения и условия обитания минтая в нерестовый и нагульный периоды возможно по данным съемок, проведенных в смежные годы. За весь период проведения пелагических траловых съемок с 2000 г., единственный раз в летний период она была выполнена в 2016 г. Исследования были проведены в период с 9 по 18 июля с тихоокеанской и охотоморской сторон о-вов Кунашир и Итуруп от границы с Японией до прол. Фриза. Работами был охвачен стандартный полигон площадью 31 тыс. км². Весной 2015 г. акватория съемки составила 33 тыс. км², исследования проводились с 21 марта по 3 апреля. Таким образом, съемки 2015 и 2016 гг. вполне сравнимы, так как обе были выполнены на одном судне, одним типом разноглубинного трала, и охватили практически одинаковую акваторию, а данные были собраны и обработаны по единой методике, применяемой в ТИНРО для оценки запасов минтая с 1998 г. (Мерзляков, Василенко, 2002; Авдеев и др., 2005; Смирнов и др., 2006).

Распределение минтая в весенний и летний сезоны представлены на рисунке 4.4. Весной 2015 г. неполовозрелый минтай держался единым большим скоплением вдоль всего океанского побережья о. Итуруп и далее через прол. Фриза распространялся в зал. Простор. Небольшие скопления молоди были обнаружены в проливах Екатерины и Кунаширском, а также к востоку от о. Шикотан. Производители широко распределялись по всему району исследований, однако по наибольшим уловам были заметны описанных выше три скопления на путях их подхода на нерестилища через прол. Фриза в зал. Простор или отнерестившихся рыб в Кунаширском проливе и Екатерины, а также вдоль Малой Курильской гряды. Представленная картина распределения минтая является вполне типичной и в основных чертах повторялась ежегодно при проведении исследований в нерестовый период (Овсянникова, 2012а).

Летом неполовозрелые особи сконцентрировались у океанского побережья о. Итуруп к югу от зал. Касатка, а также обитали западнее зал.

Простор – в Курильском заливе. Остальные результативные уловы молоди были штучными. Наиболее высокие уловы половозрелого минтая были получены на разрезе вдоль Малой Курильской гряды и в одном улове южнее зал. Касатка, также он облавливался вдоль всего охотоморского побережья о-вов Итуруп и Кунашир с максимумом в Курильском зал. .

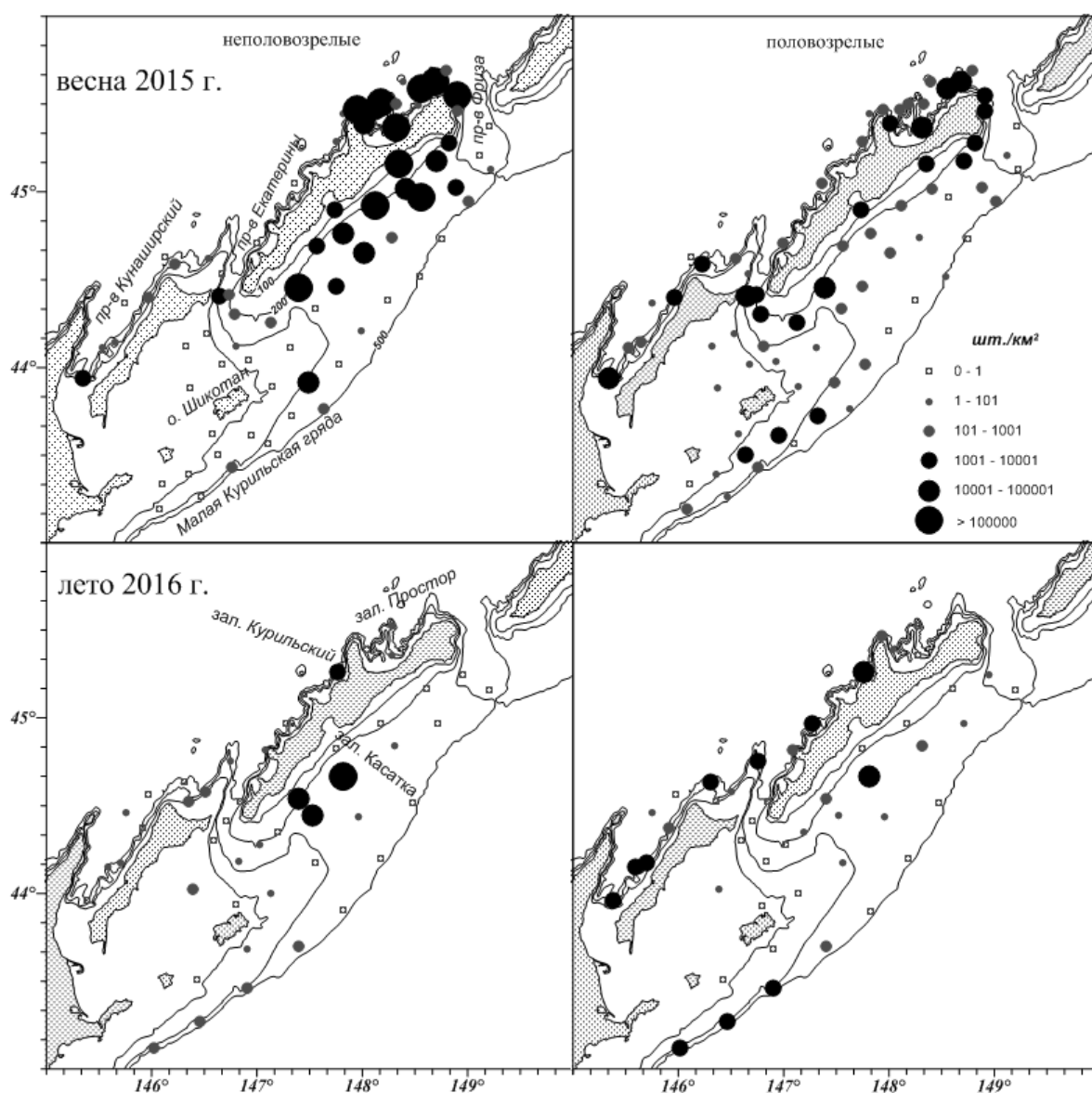


Рисунок 4.4. – Распределение неполовозрелого и половозрелого минтая у южных Курильских островов в марте 2015 г. и июле 2016 г.

Как видно, распределение минтая весной и летом заметно различалось. Далее будем рассматривать скопление начиная с градации 1000–10000 экз./км² и больше. Весной подавляющая часть молоди обитала у океанского побережья о. Итуруп на площади 6,8 тыс. км² средней плотностью 197,1 тыс. экз./км² над глубинами от 86 до 443 м, а летом она облавливалась в узком диапазоне глубин – 198–270 м (табл. 4.1.). Относительно весны площадь этого скопления сократилась в 3,5 раза и составляла 1,9 тыс. км², а плотность возросла в 2,4 раза. В зал. Простор летом уловы молоди отсутствовали, тогда как весной она распределялась на всей его акватории от 113 до 884 м в среднем по 297,1 тыс. экз./км². Летом неполовозрелая рыба держалась в Курильском зал. в виде небольшого скопления над глубиной около 700 м.

Производители весной распределялись более концентрированно в охотоморских водах, где в это время проходит нерест. В Кунаширском проливе и зал. Простор плотность их скоплений составляла 17,2–18,5 тыс. экз./км², а в тихоокеанских водах варьировала от 1,9 до 7,4 тыс. экз./км². Летом наиболее обширное скопление половозрелых особей площадью 3,3 тыс. км² было обнаружено вдоль Малой Курильской гряды над глубинами 383–462 м, где с мая по октябрь идет активный промысел минтая. На траверзе зал. Касатка скопление нагульного минтая по площади было небольшим (0,5 тыс. км²), но плотным (89 тыс. экз./км²). В охотоморских водах летом суммарная площадь скоплений производителей составляла 2,9 тыс. км², а плотность от Кунаширского пролива до Курильского залива варьировала от 1,7 до 7,9 тыс. экз./км² (табл. 4.1.).

Таким образом, наиболее многочисленные скопления молоди плотностью более 1000 экз./км² в оба рассматриваемых сезона наблюдались у океанского побережья о. Итуруп, а весной также и у охотоморского – в зал. Простор. Основные концентрации производителей тоже отмечались с обеих сторон о. Итуруп, вдоль Малой Курильской гряды и в Кунаширском проливе.

Таблица 4.1.

**Характеристики скоплений минтая у южных Курильских островов
в марте 2015 г. и июле 2016 г.**

Группа	Место скопления	Сезон	Глубины, м	Площадь, тыс. км ²	Средневзвешенная плотность, тыс. экз/км ²	Численность скопления, млн. экз.
неполнозрелый	Океан					
	о.Итуруп	весна	86-443	6,8	197,1	9569,4
	о.Шикотан		226	0,6	59,5	89,3
	пр-в Екатерины		250	0,2	1,9	0,9
	зал.Касатка	лето	198-270	1,9	487,1	2341,6
	Сумма океан	весна	86-443	7,6	181,1	9659,6
		лето	198-270	1,9	487,1	2341,6
	Охотское море					
	зал.Простор	весна	113-884	1,6	297,1	1171,6
	Кунаширский пр-в		439	0,4	1,0	1,0
	п.Курильск	лето	703	0,4	5,6	5,2
	Сумма Охотское море	весна	113-884	2,0	237,9	1172,6
		лето	703	0,4	5,6	5,2
Сумма	неполовозрелые	весна		9,6	192,9	10832,2
		лето		2,3	403,4	2346,8
полнозрелый	Океан					
	о.Итуруп	весна	86-356	2,7	7,4	115,7
	пр-в Екатерины		207-24	2,1	4,8	25,0
	Малая Курильская гряда		116-252	1,6	1,9	7,5
	о.Итуруп	лето	270	0,5	89,5	115,8
	Малая Курильская гряда		383-462	3,3	5,5	44,8
	Сумма океан	весна	86-356	6,4	5,2	148,2
		лето	270-462	3,8	16,6	160,6
	Охотское море					
	зал.Простор	весна	198-470	0,7	18,5	33,0
	Кунаширский пр-в		236-439	0,7	17,2	31,5
	о.Итуруп	лето	376-818	1,4	7,9	27,5
	Кунаширский пр-в		440-818	1,5	1,7	6,7
	Сумма Охотское море	весна	198-470	1,4	17,9	64,5
		лето	376-818	2,9	4,7	34,2
Сумма	половозрелые	весна		7,8	7,4	212,7
		лето		6,7	11,4	194,8

Сезонная динамика численности этих скоплений, а также изменения средневзвешенных глубин и горизонтов (или слоев) обитания минтая показаны на рис. 4.5. Численность неполовозрелого минтая в ЮКР весной 2015 г. составляла 10,8 млрд экз., из которых 8,4 млрд экз приходилось на годовиков урожайного поколения 2014 года рождения (табл. 4.1). Почти все годовики обитали вдоль тихоокеанского побережья о. Итуруп, где суммарная численность молоди составляла 9,6 млрд экз., или 88,3 % от общей учтенной в ЮКР. 10,8 % молоди весной было учтено в охотоморских водах о. Итуруп (в зал. Простор), где молодь держалась заметно глубже (над глубинами около 400-метровой изобаты), хотя горизонты обитания отличались мало (123–156 м) (рис. 4.5. А). К летнему сезону 2016 г. численность пополнения существенно сократилась преимущественно за счет снижения численности рыб 2014 года рождения и составила 2,4 млрд экз. Из них 2,3 млрд экз. (99,3 %) также были учтены с тихоокеанской стороны о. Итуруп на границе шельфа и свала в горизонте 165 м, и относительно весеннего периода это скопление незначительно сдвинулось по изобате, но при этом осталось практически в том же слое воды. Летом молодь не облавливалась в зал. Простор, а мигрировала в тихоокеанские воды, при этом небольшая часть (5,2 млн экз.) сместилась в Курильский залив (табл. 4.1.).

Весной 2015 г. в ЮКР всего было учтено 231 млн экз. производителей, летом 2016 г. – 199 млн экз., т.е. были получены вполне сравнимые величины с учетом смертности и того, что часть неполовозрелых рыб за это время созрели и пополнили нерестовый запас. В отличие от молоди, половозрелый минтай во все сезоны распределялся по району более равномерно (рис. 4.5. Б). Численность производителей у о. Итуруп в скоплениях плотностью > 1000 экз./км² по сезонам практически не изменилась, составив у его тихоокеанского побережья весной 115,7 млн экз. и 115,8 млн экз. летом, а у охотоморского – соответственно 33,0 и 27,5 млн экз., (табл. 4.1.). С тихоокеанской стороны о. Итуруп половозрелый минтай обитал над глубинами 220 м в горизонте 140 м, а летом сместился глубже по изобате на

50 м и на 25 м в слое воды. С охотоморской стороны (в зал. Простор) скопления распределялись над глубиной 367 м в горизонте 137 м, а летом половозрелый минтай перераспределился западнее (в Курильский залив) и гораздо глубже – на изобаты 600 м в горизонт 190 м. В Кунаширском проливе численность производителей по сезонам значительно различалась и составляла весной 24,5 % от их общей численности и всего 3,4 % летом. Скопления в проливе от весны к лету сместились с горизонта 180 м над

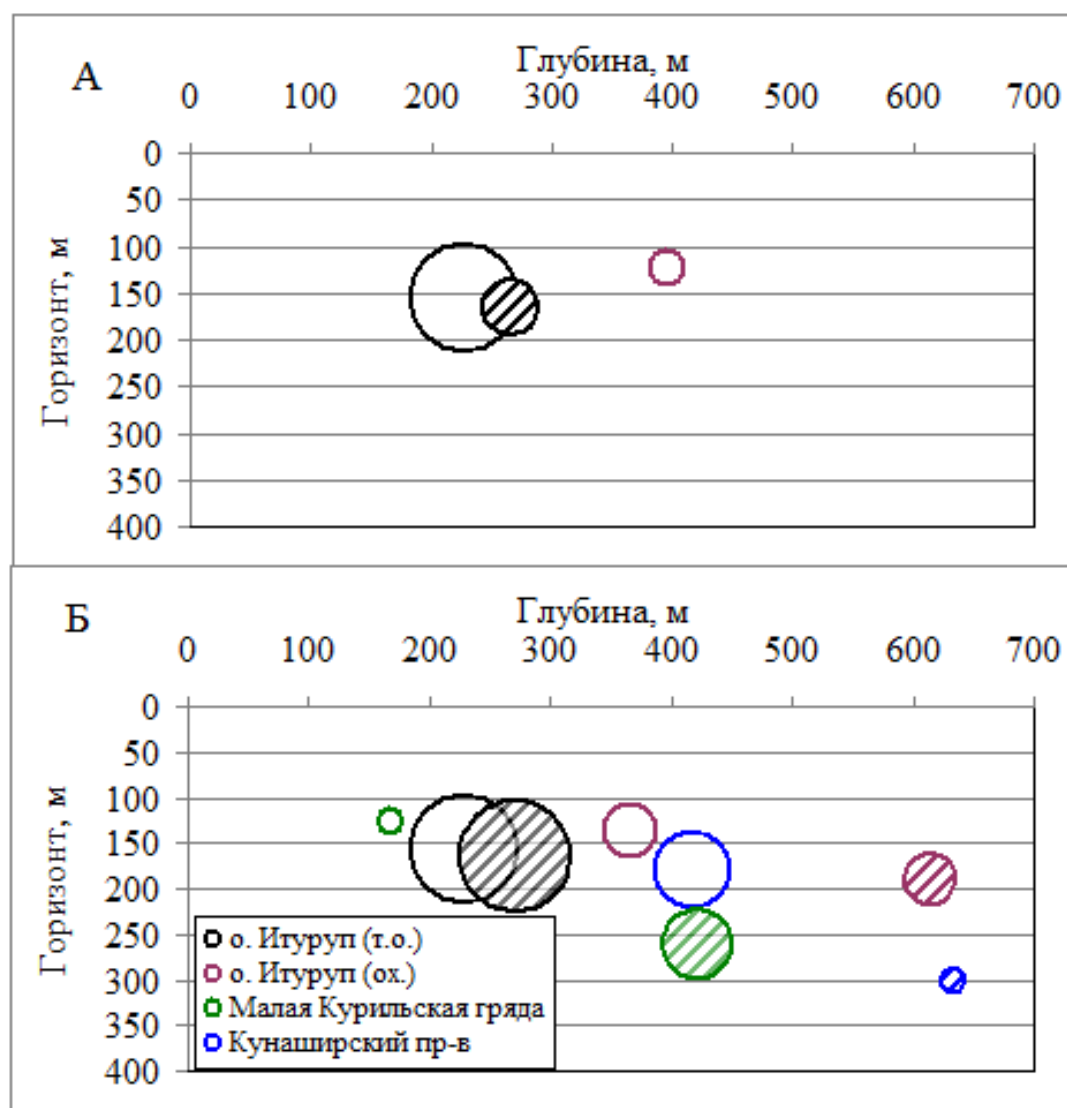


Рисунок 4.5. – Численность скоплений неполовозрелого (А) и половозрелого (Б) минтая в весенний и летний сезоны у южных Курильских островов. Примечание: штриховкой обозначены данные за летний период, без штриховки – за весенний.

глубиной 418 м в горизонт 302 м над глубиной 633 м. Перераспределение половозрелого минтая на большие глубины летом наблюдалось и вдоль Малой Курильской Гряды на 250 м по изобате и 136 м в толще воды (рис. 4.5. Б). Численность этого скопления возросла с 3,2 % весной до 22,5 % летом от общей учтенной в ЮКР численности половозрелых рыб (табл. 4.1.).

Заметно, что летом минтай держался глубже, чем весной. У взрослых особей сезонная изменчивость глубин и горизонтов обитания была выражена сильнее, чем у молоди. Это связано как с более широким распространением взрослого минтая по всему району, так и с особенностями его распределения в нерестовый и нагульный периоды. С тихоокеанской стороны о. Итуруп глубины и горизонты обитания минтая весной и летом изменялись минимально, составляя 40–50 м по глубине и 10–25 м в слое воды. С охотоморской стороны ЮКР и вдоль Малой Курильской гряды сезонная разница по изобатам составляла 215–253 м и 52–136 м по горизонту обитания, а летом минтай образовывал скопления над большими глубинами в мезопелагиали или нижнем слое эпипелагиали. Тяготение нагульного минтая к мезопелагиали в более южных районах было отмечено и в Японском море, что связано с более высокой температурой поверхностных слоев (Maeda et al., 1989; Шунтов и др., 1993).

Суммарно характеристики скоплений минтая выглядят следующим образом и представлены на рисунке 4.6. Плотность скоплений молоди летом в среднем возросла более чем в 2 раза при сокращении их площади в 4,2 раза относительно весенних данных, несмотря на значительное снижение численности, прежде всего годовиков 2014 года рождения. В основном это касается тихоокеанских вод, так как в летний период неполовозрелый минтай практически покинул охотоморские воды. Учтенная численность производителей в ЮКР за рассмотренный период осталась примерно на одном уровне. При этом по сравнению с весенними данными летом в тихоокеанских водах она возросла, а с охотоморской стороны сократилась в 1,9 раза. В тихоокеанских водах, также как и у молоди, у половозрелых рыб

наблюдалось сокращение площади скоплений в 1,7 раза при одновременном увеличении их плотности в 3,2 раза. С охотоморской стороны нерестящиеся производители весной образуют более плотные небольшие скопления, а в нагульный период они рассредоточиваются вдоль о-вов Кунашир и Итуруп (Ovsyannikova et al., 2018).

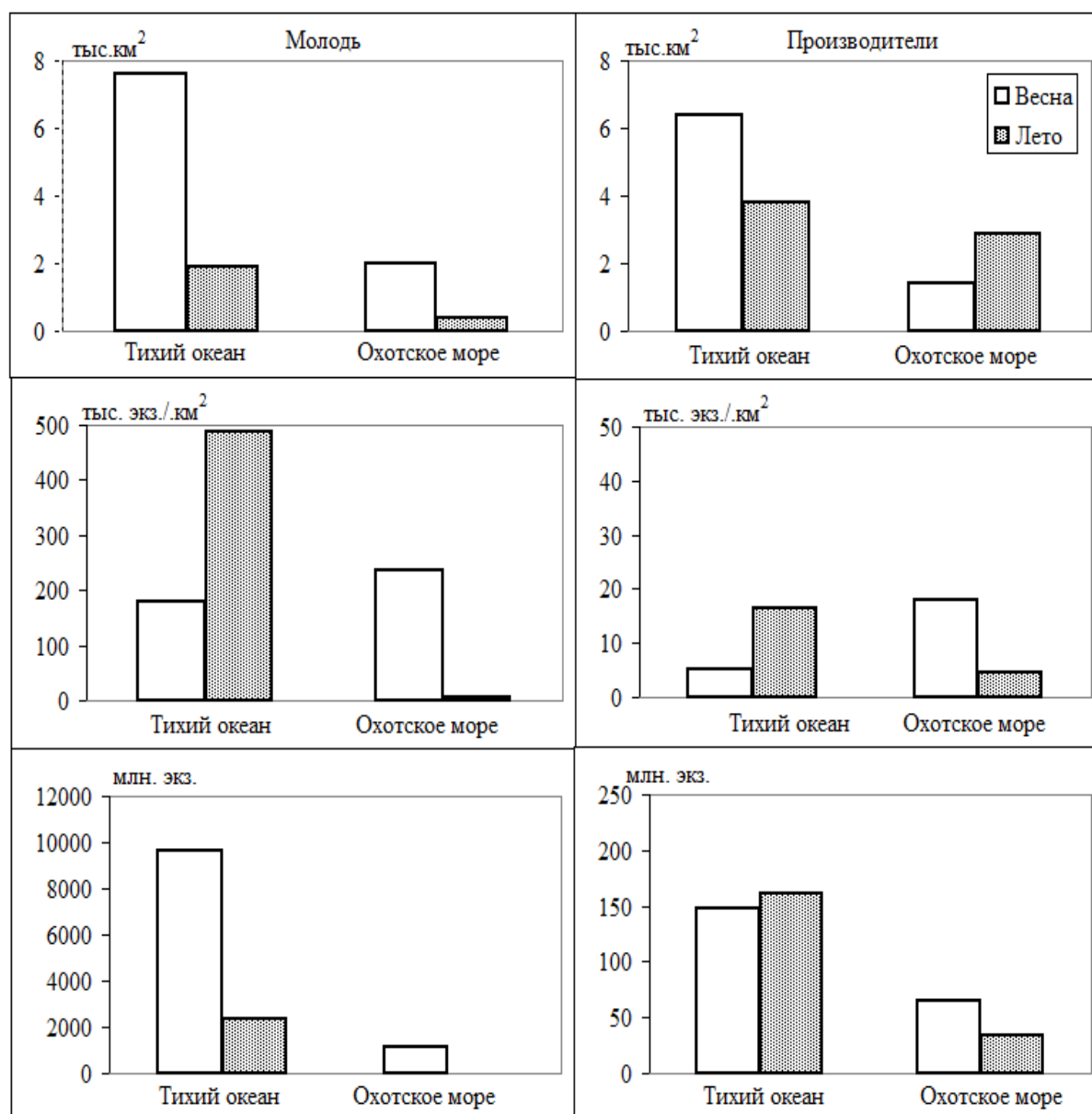


Рисунок 4.6. – Площадь, плотность и численность скоплений минтая в ЮКР весной 2015 г. и летом 2016 г.

Ниже более подробно будет рассмотрено распределение уловов минтая и вертикальная структура вод. По каждому из основных мест скоплений минтая были рассчитаны термохалинные характеристики водных масс в слое обитания минтая в разные сезоны года (табл. 4.2.). В тихоокеанских водах о. Итуруп весной температура в горизонтах результативных тралений варьировала на шельфе в пределах 0,1 – 0,4 °С и возрастала над свалом до 1,4 °С. Уловы отмечались от изобаты 50 м до границ с водами Ойясио, которые в этот сезон располагаются мористее 400–500-метровой изобаты (Фигуркин, Жигалов, 2010). На разрезе от зал. Касатка в океан видно, что наиболее плотные скопления минтай образовывал в шельфовых водах, а в водах Ойясио не встречался (рис. 4.7.). На том же разрезе летом на изобате 270 м в горизонте 165 м было обнаружено скопление минтая высокой плотности – 1,767 млн экз./км². Максимальный улов соответствовал верхней части перемешанных вод с температурой 1,3-1,4 °С и соленостью 33,1-33,17 ‰. В прогретых шельфовых водах на изобатах 100 м и менее, а также за пределами 400 м, где находилось ядро холодного промежуточного слоя, который можно идентифицировать с осью основного потока Ойясио (Истоки Ойясио, 1997), уловов минтая летом не было (рис. 4.7.).

У Малой Курильской гряды весной минтай единично ловился в перемешанных водах Южно-Курильского мелководья, а максимальный улов был получен в верхней части свала в шельфовых и промежуточных водах. Летом Южно-Курильский пролив был занят теплыми водами Соя, где минтай не встречался в уловах разноглубинного трала, а скопление наблюдалось с океанской стороны о-вов Малой Курильской гряды на изобате более 400 м в верхней части промежуточных вод под холодным промежуточным слоем (рис. 4.7.).

В Кунаширском проливе весной температура и соленость в местах поимки минтая варьировали в пределах 0,1–0,5 °С и 33,1–33,09 ‰ (табл. 4.2.). На разрезе вдоль о. Кунашир от его шельфовой юго-западной к северо-восточной оконечности, наиболее плотно минтай распределялся над свалом у

границы охотоморских и перемешанных вод пролива (рис. 4.8.). С увеличением глубины уловы снижались, хотя минтай также встречался в перемешанных водах пролива при близкой к 0 °С температуре, а на самой мористой станции, где была представлена охотоморская структура вод, был получен нулевой улов. Летом в проливе поверхностные и подповерхностные слои были заняты водами течения Соя, а минтай облавливался над глубинами от 440 м и глубже в верхнем слое промежуточных вод при температуре 1,5-2,0 °С и солености 33,40-33,44 ‰.

Таблица 4.2.

Термохалинные характеристики водных масс в слое образования скоплений минтая у южных Курильских островов в апреле 2015 г. и июле 2016 г.

Место скопления/ период	Температура и соленость	
	весна	лето
о.Итуруп (т.о.)	0,1-1,4° С, 32.81-33.29 ‰	1.3-1.4 ° С, 33.10-33.17 ‰
о.Итуруп (ох.)	0.6-1.3° С, 32.50-32.98 ‰	2.9 ° С, 33.16 ‰
Малая Курильская гряда	1.0-1.5° С, 33.07-33.36 ‰	1.6-1.8 ° С, 33,35-33.39 ‰
Кунаширский пролив	0.1-0.5° С, 33.01-33.09 ‰	1.5-2.0 ° С, 33.40-33.44 ‰

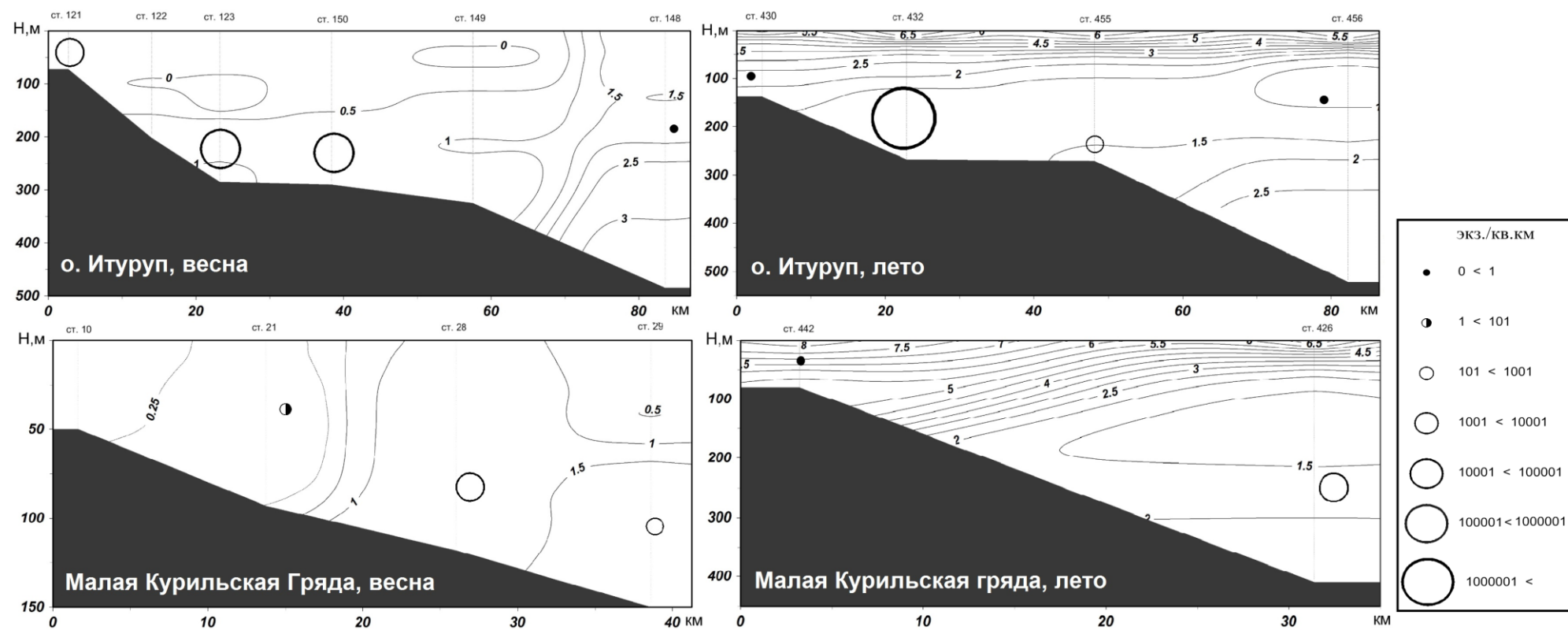


Рис. 4.7. Вертикальное распределение температуры воды и уловы минтая с тихоокеанской стороны южных Курильских островов весной 2015 г. и летом 2016 г.

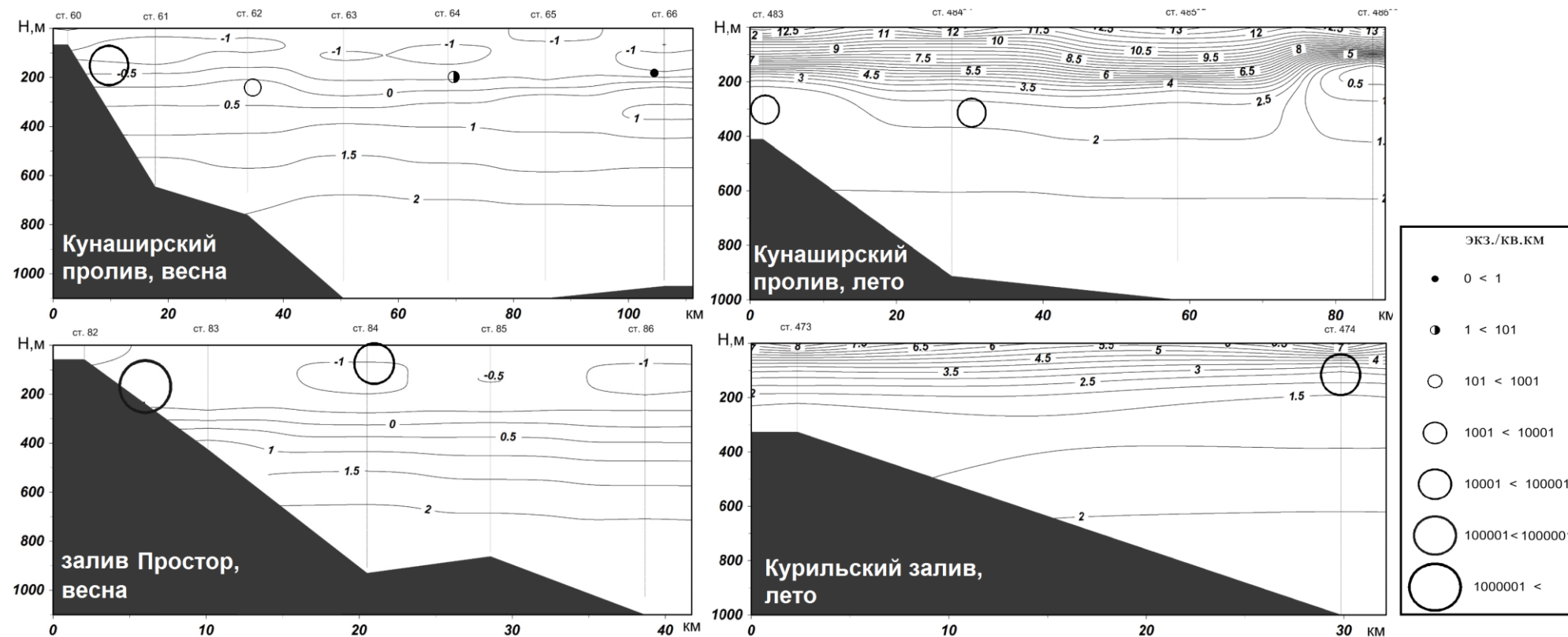


Рисунок 4.8. – Вертикальное распределение температуры воды и уловы минтая с охотоморской стороны южных Курильских островов весной 2015 г. и летом 2016 г.

В зал. Простор весной основные скопления производителей были отмечены от границы шельфовых вод, где температура менее 0°C прослеживалась до дна (рис. 4.8.). Мористее в верхнем слое охотоморских вод в горизонте 70 м держалась крупная молодь. Летом эхозаписей минтая в зал. Простор практически не было, а в Курильском зал. скопление наблюдалось в промежуточном слое при температуре от 1,5 до 3,0 °C. На карте геострофических течений это скопление соответствовало локальному микровихрю (Отчет НИС «Пр. Кагановский», 2016), а траление было выполнено ночью в нижней части термоклина. Также и весной мористое скопление молоди в зал. Простор было обнаружено в темное время суток. Скорее всего, распределение минтая в подповерхностных слоях было связано с вертикальными миграциями за кормовым планктоном.

Несмотря на то, что данные были получены в контрастные по условиям сезоны, термохалинные характеристики в слоях его обитания не столь сильно различались. Так, у тихоокеанского побережья о. Итуруп нижняя граница температуры 0,1 °C была отмечена весной в скоплении минтая на шельфе, а верхний предел 1,3–1,4 °C остался неизменен в разные периоды года (табл. 4.2.). Аналогично у Малой Курильской гряды, где температура в промежуточных водах весной и летом различалась на 0,3–0,6 °C. С охотоморской стороны разница по сезонам была заметнее. В целом диапазон термохалинных условий по данным рассмотренных съемок для минтая ЮКР составляет весной 0,1–1,5 °C и 32,5–33,36 ‰, летом 1,3–2,9 °C и 33,1–33,44 ‰. Для более северных районов оптимум температуры находится в пределах от -1,0 до + 4,0 °C, для южных – 0,5–5,0 °C (Шунтов и др., 1993). Размножение минтая происходит при температуре воды от -1,5 до +6,0 °C в зависимости от гидрологических условий в районах нереста (Фадеев, 2005). У восточного побережья о. Хоккайдо летом минтай облавливался в диапазоне 2,5–4,5 °C, а в зимний период у южного и северного побережья температура составляла соответственно 2,0–3,0 °C и 2,2–2,8 °C, (Maeda et al., 1989; Зверькова, 2003). Минтай у южных Курильских островов обитает в

«средних» между южными и северными районами условиях, как и сам район, находящийся в разные сезоны года под контрастным влиянием вод Охотского моря, течений Соя и Ойясио.

Сезонное перераспределение возрастных групп минтая наглядно демонстрирует рисунок 4.9. Весной 2015 г. с тихоокеанской стороны о. Итуруп обитала значительная доля всех возрастных групп. Традиционно в этом районе было учтено более 90 % численности 1–2-годовиков. Доля впервые созревающего минтая (3–4-годовиков) была ниже и составляла около 65 %, а остальная часть минтая этих возрастов обитала преимущественно в зал. Простор. Более половины численности половозрелого минтая (55–88 %), составляющего основу промыслового и нерестового запасов (5–8-годовики), также было учтено с тихоокеанской стороны, где места их скоплений были приурочены к проливам Екатерины и Фриза, через которые минтай подходит в охотоморские воды на нерест или отходит с нерестилищ (рис. 4.4). Непосредственно на нерестилищах: в Кунаширском проливе доля 5–8-годовиков и старше была невысокой, так как нерест здесь завершался, и часть производителей уже мигрировала на нагул (74,8 % отнерестившихся самок); в зал. Простор приближался пик икрометания (43,4 % отнерестившихся самок), и здесь были сконцентрированы от 52,1 до 60,2 % численности половозрелых особей. У Малой Курильской гряды доля всех возрастов весной была минимальной.

Летом 2016 г. с тихоокеанской стороны о. Итуруп сконцентрировались почти все 2–5-летки (98,6–79,4 %), в том числе и те, которые весной обитали в зал. Простор. За счет концентрации молоди в одном районе доля половозрелой рыбы с тихоокеанской стороны о. Итуруп снизилась, хотя численность половозрелого минтая с обеих сторон о. Итуруп осталась на том же уровне по сравнению с весенними данными (табл. 4.1, рис. 4.5.). Самый крупный минтай летом обитал в Кунаширском проливе, где его доля постепенно возрастала с 25,3 % у 7-леток до 86,5 % у рыб в возрасте 11+ и старше. Остальная часть старшевозрастного минтая и до 30 %

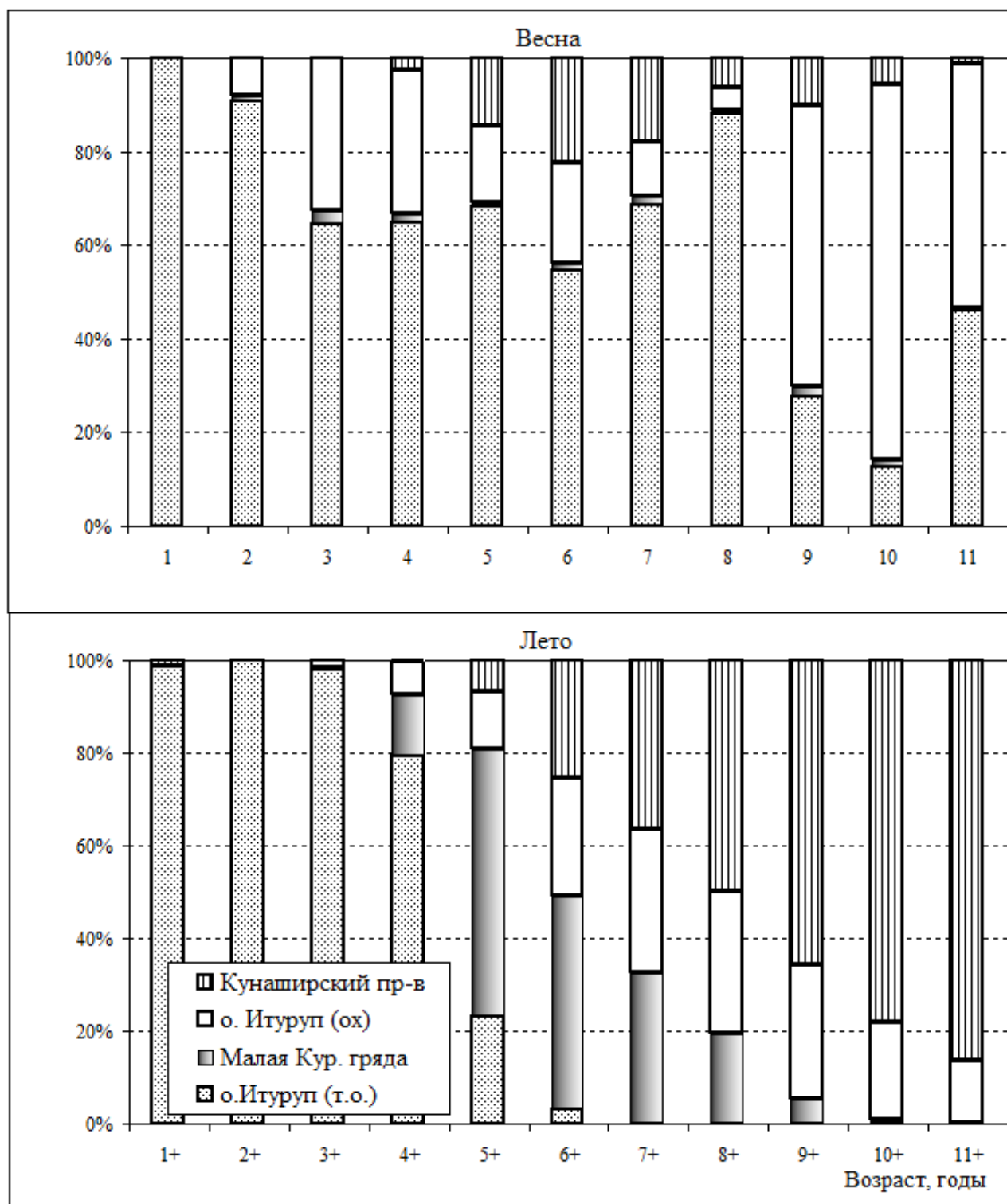


Рисунок 4.9. – Численность возрастных групп минтая (в %) в скоплениях у южных Курильских островов весной 2015 г. и летом 2016 г.

средневозрастного держалась вдоль охотоморского побережья о. Итуруп до зал. Простор. Численность средневозрастного минтая летом была максимальной у Малой Курильской гряды. Здесь образовывали скопления 5–10-летки, а наибольшей была доля 6–8-леток, которая составляла 45,9–57,5 % от всей учтенной численности в ЮКР (Овсянникова, Овсянников, 2022).

Выше было показано (табл. 4.1., рис. 4.5. Б), что численность половозрелых рыб у Малой Курильской гряды к лету увеличилась в 6 раз. Подход минтая в летне-осенний период в район Малой Курильской гряды заметен и по данным о вылове. При рассмотрении помесячного вылова и карты распределения флота видно, что в апреле-мае расстановка судов на специализированном промысле минтая начинает меняться, а к июню промысел полностью перемещается к островам Малой Курильской гряды (рис. 3.28-3.30). При этом вылов и промысловые показатели существенно возрастают. В нагульный период 2016 г. средние уловы промысловых судов в районе Малой Курильской гряды постепенно нарастали с 22,4 т/судо-сутки лова в апреле до 68,7 т/судо-сутки в августе. Всего с июня по октябрь 2016 г. преиму, или 51 % ОДУ (83,9 тыс. т).

За счет подхода минтая в район Малой Курильской гряды размерный состав скоплений подвержен сезонной изменчивости (Фадеев, 2006). В феврале-марте 2012 г. в промысловых уловах доминировали 3–4-годовики длиной 33–37 см урожайных поколений 2008–2009 годов рождения, доля рыб менее промысловой длины – 37 см по АС – составляла 70,6 % (рис. 4.10). В августе-сентябре того же года структура скоплений стала двухмодальной за счет подхода более крупной рыбы, основу уловов составляли 6–7-летки, а доля минтая непромысловых размеров снизилась до 31,5 %. В нагульный период первая модальная группа была представлена неполовозрелой молодью, а во второй – подавляющая часть рыб находилась на III стадии зрелости гонад (Овсянникова и др., 2012).

По результатам российско-японских исследований, проведенных в июле-августе 2000 г., в нагульный период минтай непрерывно распределялся

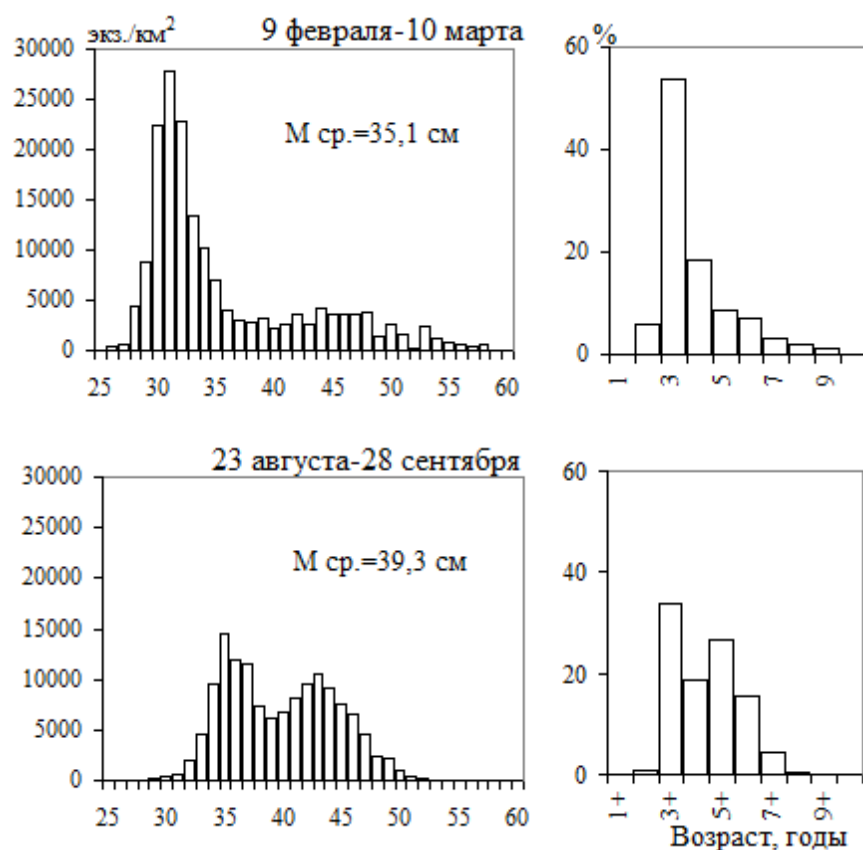


Рисунок 4.10. – Размерно-возрастной состав промысловых уловов минтая в районе Малой Курильской гряды в 2012 г.

от восточного побережья о. Хоккайдо до о. Шикотан и восточнее в диапазоне глубин 100-400 м (Зверькова, 2003). Эти данные также дополняют материалы донной съемки, проведенной ТИНРО в сентябре 2000 г. (рис. 4.11), согласно которым 4–6-летки минтая длиной 40–48 см распределялись у дна вдоль островов Малой Курильской гряды и тихоокеанского побережья о. Итуруп. Наибольшая плотность скоплений 2–3-леток наблюдалась у о. Итуруп. Таким образом, по результатам донной съемки распределение младше- и средневозрастного минтая в нагульный период аналогично таковому по данным пелагической съемки.

Самый крупный минтай (> 45 см) в возрасте 5+ и старше обитал у дна у побережья о. Уруп со стороны прол. Фриза (рис. 4.11). В промысловых уловах пелагическим тралом в нагульный период минтай длиной более 45 см также отмечался в прол. Фриза у о. Уруп, тогда как со стороны о. Итуруп

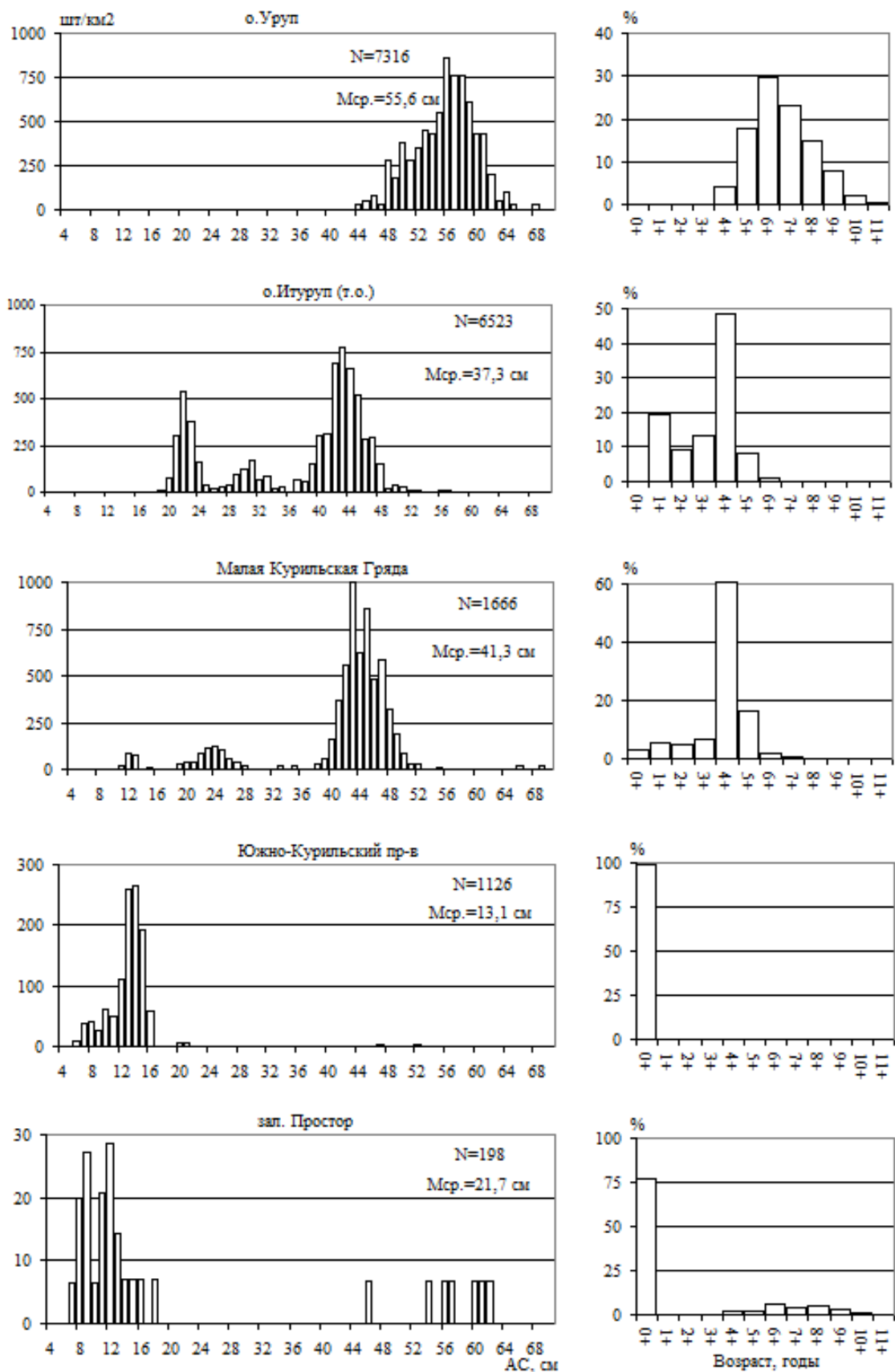


Рисунок 4.11. – Размерно-возрастной состав минтая по данным донной съемки у южных Курильских островов 10–25 сентября 2000 г.

держался совместно с рыбой длиной менее 40 см, а у его побережья в уловах доминировала молодь (рис. 4.12). С тихоокеанской стороны о. Уруп до средних Курильских островов выделяют прикурильские водные массы, которые характеризуются меньшей температурой и большей соленостью, чем воды Ойясио (см. главу 2). Их структура формируется под воздействием интенсивного приливного перемешивания в проливах Буссоль и Фриза, особенно в их восточной части, где наблюдаются холодные пятна (Самко, 1992; Истоки Ойясио, 1997; Жигалов и др., 2002). Уловы крупного минтая у о. Уруп соответствуют этим водным массам и холодной зоне с активной динамикой вод в восточной части прол. Фриза, что, видимо, и создает условия для нагула.

В отличие от всех возрастных групп, особенности распределения сеголеток в ЮКР возможно увидеть только при проведении донной съемки (Шунтов, 1993). В сентябре 2000 г. они обитали на мелководье Южно-Курильского пролива, где были наиболее многочисленны, в зал. Простор, а также встречались у Малой Курильской гряды (рис. 4.11, 4.13) (Ovsyannikova, 2005). Также они встречаются в Кунаширском проливе (Темных, 1990), акваторию которого съемка не охватила. В целом данные донной съемки 2000 г. по распределению сеголеток подтверждают результаты аналогичных исследований, проведенных в 1980-е гг. (Шунтов и др., 1993). Скопления сеголетков наблюдаются на нерестилищах (в Кунаширском проливе или зал. Простор) и в местах скоплений икры (Южно-Курильский пролив) за исключением океанских вод о. Итуруп. Косвенно этот факт также указывает на то, что вынос икры из зал. Простор в океан является неблагоприятным фактором для ее выживаемости, а дрейф из Кунаширского пролива на мелководье Южно-Курильского способствует дальнейшему развитию икры. Обитание сеголеток у дна в Южно-Курильском проливе обусловлено тем, что в теплую половину года он находится в зоне влияния субтропических вод Соя. В то же время уловы сеголеток как по опубликованным данным, так и по материалам 2000 г.,

отмечаются в его восточной части, где наблюдается вторжение вод Ойясио и образование зоны смешения с водами Соя на глубинах до 30 м, а с 50 м и более воды Ойясио заполняют восточную часть Южно-Курильского пролива до дна, в то время как его западная часть полностью находится под влиянием субтропических вод (Анцулевич, Бобков, 1992).

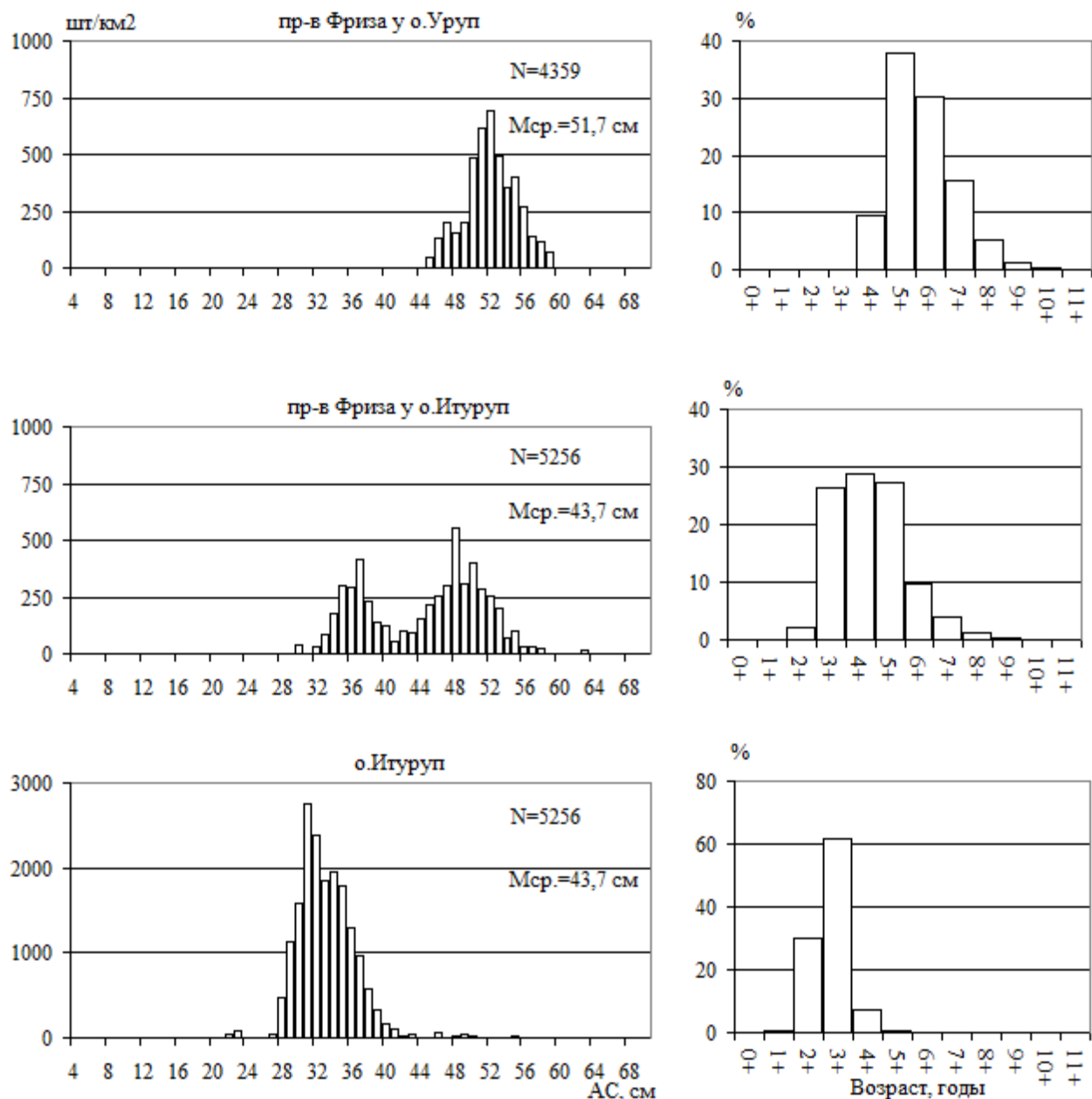


Рисунок 4.12. – Размерно-возрастной состав минтая в промысловых уловах с тихоокеанской стороны южных Курильских островов в августе 2002 г.

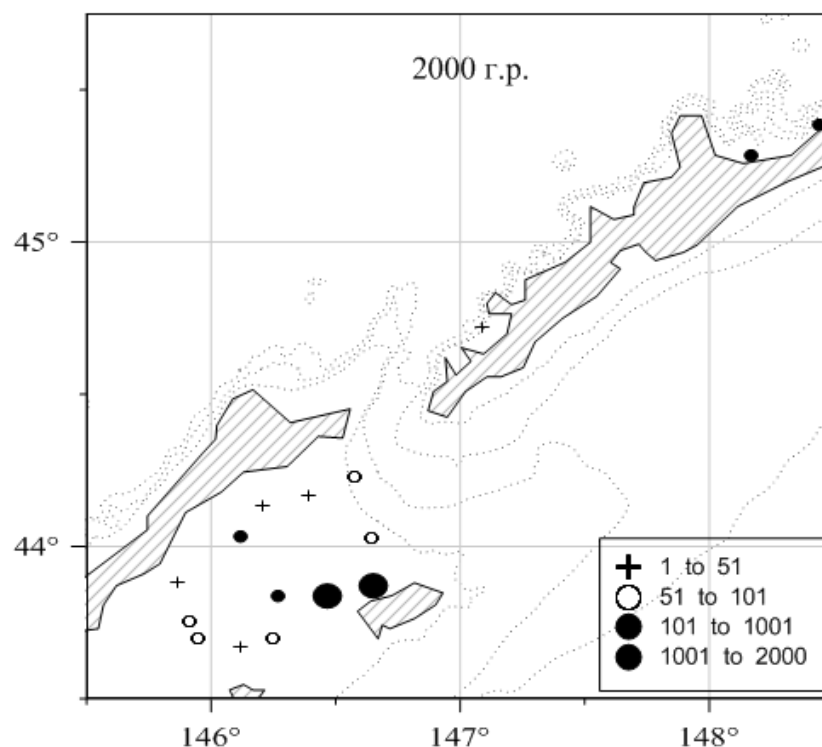


Рисунок 4.13. – Распределение уловов (шт./км²) сеголеток минтая у Южных Курильских островов 10–25 сентября 2000 г.

Таким образом, основные сезонные различия в распределении неполовозрелого минтая заключаются в его более широком и равномерном распределении на шельфе и свале ЮКР в холодную половину года, а в теплую – концентрации с океанской стороны района и сокращении площади скоплений в 4,2 раза по сравнению с весенними данными, при этом их плотность возрастает более чем в 2 раза.

Распределение половозрелого минтая весной определяется фазой нереста на двух основных нерестилищах ЮКР. В то время как зимний нерест в Кунаширском проливе в марте практически закончен и отнерестившийся минтай покидает его, в зал. Простор концентрируется половозрелая рыба и наступает пик икрометания. Производители более плотные скопления образуют в нерестовый период, после чего мигрируют за пределы района. Оставшиеся здесь на нагул особи рассредоточиваются с охотоморской стороны, а с тихоокеанской стороны о. Итуруп, как и у молоди, наблюдается

сокращение площади скоплений в 1,7 раза и увеличение их плотности в 3,2 раза. Также летом половозрелые рыбы подходят от побережья Японии к Малой Курильской гряде. В целом весной молодь и половозрелый минтай держатся в значительной степени смешанно, а летом дифференцируются: младше- и средневозрастной минтай в возрасте 1+ – 6+ обитает преимущественно в тихоокеанских водах, а 7+ и старше – с охотоморской стороны южных Курильских островов (Ovsyannikova et al., 2021).

Со стороны Тихого океана весной минтай обитает в выхоложенных шельфовых, а вдоль Малой Курильской гряды и в промежуточных водах, при этом в водах Ойясио не встречается. Летом минтай образует скопления на свале в промежуточных водах, также избегая вод основного потока Ойясио и прогретых шельфовых вод. По всей видимости, в теплую половину года эти водные массы ограничивают распределение минтая, что и является причиной сокращения площади и увеличения плотности скоплений с тихоокеанской стороны о. Итуруп, при этом глубины и горизонты его обитания в течение года изменяются здесь минимально.

В юго-западной части ЮКР, которая летом находится под влиянием субтропических вод Соя, минтай облавливается над большими глубинами в мезопелагиали или в нижнем слое эпипелагиали. С охотоморской стороны весной минтай встречается в перемешанных водах Кунаширского пролива или шельфовых водах зал. Простор до границы охотоморских вод, летом – над большими глубинами в верхнем слое промежуточных вод. Более глубоководное обитание минтая в нагульный период характерно для южной части его ареала и связано с тем, что при суточных миграциях он поднимается за кормовым планктоном, что и было отмечено в темное время суток по летним данным (рис. 4.8), а переваривание с меньшими энергетическими затратами происходит в промежуточных слоях (Smith et al., 1986; Шунтов и др., 1993).

4.3 Распределение и миграции в течение жизненного цикла

На основании вышеизложенных, а также литературных данных можно сделать следующие выводы о возрастной и сезонной изменчивости распределения минтая в водах южных Курильских островов.

Сеголетки осенью обитают у дна на нерестилищах в Кунаширском проливе и зал. Простор, но основные скопления отмечаются в Южно-Курильском проливе, куда сносится подавляющая часть икры от нереста в Кунаширском проливе. Также сеголетки учитываются вдоль островов Малой Курильской гряды, что вполне логично в связи с наблюдаемым выносом части икры за пределы пролива и распространением ее в юго-западном направлении. По данным Л.М. Зверьковой (2003), в августе 2000 г. сеголетки в значительных количествах облавливались северо-восточнее мыса Эримо до о. Итуруп. Поскольку интенсивного нереста здесь не бывает, их происхождение может быть как из более северных районов, а именно центра зимнего воспроизводства в Кунаширском проливе, так и из юго-западных, где в заливах Хидака и Вулканическом проходит осенне-зимний нерест минтая. По данным японских ученых установлено, что сеголетки мигрируют вдоль побережья Хоккайдо с прибрежным потоком и в августе достигают района восточнее мыса Эримо (Honda et al., 2004; Kuroda et al., 2006; Rosa et al., 2009) (рис. 4.14).

Несмотря на отсутствие сеголеток у океанского побережья о. Итуруп, весной подавляющая часть годовиков обитает здесь в пелагиали до глубины 300–350 м в виде плотных скоплений. В Кунаширском проливе и зал. Простор годовики весной встречаются в незначительных количествах и не каждый год, а в Южно-Курильском проливе, где обитают сеголетки, не отмечаются в уловах. Судя по отсутствию годовиков весной у островов Малой Курильской гряды, к этому возрасту также заканчивается миграция минтая от побережья о. Хоккайдо в ЮКР. О миграциях младшевозрастного минтая к тихоокеанскому побережью о. Итуруп высказывалось мнение, что с января по май происходит подход 2–3- годовиков из вод Японии, причем

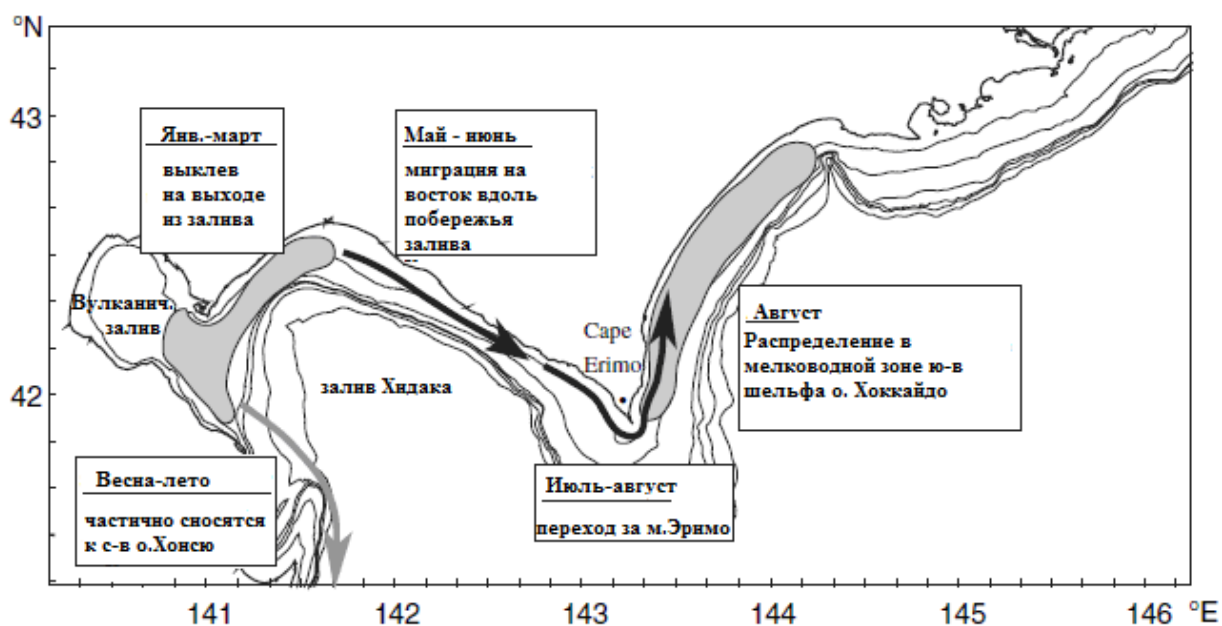


Рисунок 4.14. – Миграции сеголетков минтая у побережья о. Хоккайдо в январе-марте (Honda et al., 2004).

основную часть мигрантов (85,1 %) составляют 2-годовики. То есть предполагалось, что миграция минтая из смежных с ЮКР районов растянута и происходит в возрасте 1–3-года. Также отмечалась низкая относительно 2–3-годовиков численность годовиков (Смирнов, 1988). Однако по данным весенних съемок 2000–2022 гг., численность годовиков является максимальной и логично убывает от 1 года и старше (рис. 4.15). Сделанные предыдущими исследователями выводы основывались на данных, полученных из тралений без мелкоячейной вставки в кутце, за счет чего численность годовиков недоучитывалась. Поскольку донные съемки, по которым можно судить о распределении сеголеток относятся к сентябрю, а самая ранняя съемка, проведенная в зимний период – к концу февраля, можно сделать вывод, что перераспределение минтая в океанские воды о. Итуруп происходит в период с октября по февраль. В октябре в ЮКР начинается перестройка гидрологической структуры вод с заменой субтропических вод Соя на субарктические Восточно-Сахалинского течения. Пик гидрологической зимы наблюдается в марте, а в мелководном Южно-Курильском проливе проявляется наиболее сильно, и в некоторые годы

перемешанные до дна воды близки к точке замерзания (Фигуркин, Жигалов, 2010). Вероятнее всего, миграции сеголеток на тихоокеанский шельф о. Итуруп связано с выхолаживанием шельфовых участков, где они обитают, и заканчивается до наступления пика гидрологической зимы. Таким образом, в осенне-зимний период первого года жизни минтай с трех центров воспроизводства перераспределяется на тихоокеанский шельф о. Итуруп.

Неполовозрелый минтай в возрасте 1–1+ – 2–2+ года продолжает обитать в этом районе, постепенно занимая весь шельф и свал до 400 м и более в холодную половину года и концентрируясь на меньшей площади в теплый сезон. Сезонных миграций эта группа не совершает, так как у неполовозрелых рыб нет энергетических трат на созревание половых продуктов (Шунтов и др., 1993). Здесь находится зона роста молоди, где в 1980-е гг. был традиционный район промысла мелкого минтая с выловом до 400 тыс. т в год, а биомасса молоди оценивалась в 750 тыс. т (Шунтов и др., 1993; Зверькова, 2003; Фадеев, 2006).

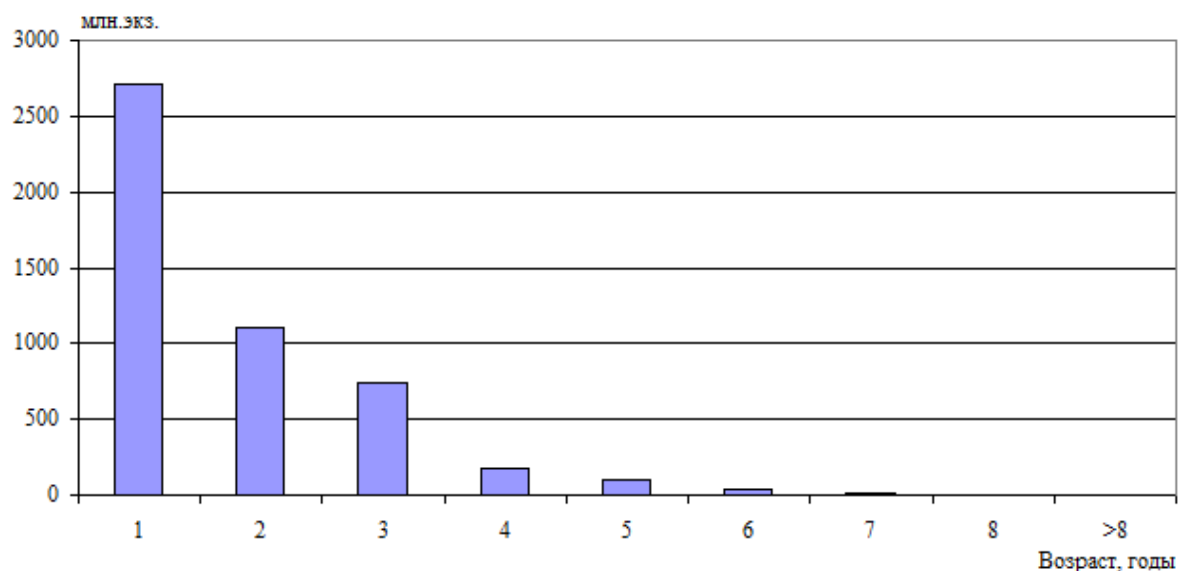


Рисунок 4.15. – Осредненная по данным весенних траловых съемок численность возрастных групп минтая у южных Курильских островов.

Разница в пространственном распределении в зимне-весенний и летне-осенний периоды начинает проявляться с возраста 3 года у впервые и массово созревающего минтая (4–5-годовики). В холодную половину года 3–

5-годовики образуют 3 зоны повышенных уловов – у северо-восточной оконечности о. Итуруп и в зал. Простор, у островов Малой Курильской гряды, в прол. Екатерины и Кунаширском с одновременным их снижением с тихоокеанской стороны о. Итуруп. Нужно подчеркнуть, что подавляющая часть 3-годовиков еще не созрела и продолжает обитать в основном районе роста и развития молоди, поэтому вышеописанная тенденция у этой группы выражена незначительно, а у 4–5-годовиков по мере созревания она проявляется отчетливее. В нагульный сезон основная часть 4–5-леток (3+–4+), а также часть 6-леток (5+) концентрируются на тихоокеанском шельфе о. Итуруп.

У половозрелых рыб, начиная с 6-годовиков, наблюдаются четкие сезонные различия в распределении, связанные с нерестовыми и нагульными миграциями. В результате весной минтай на разных стадиях зрелости гонад с трех центров воспроизводства широко распределен по всему ЮКР, а скопления вдоль Малой Курильской гряды продолжаются на юго-запад и в воды о. Хоккайдо. Летом производители покидают зал. Простор, также их численность сокращается в Кунаширском проливе, а в район Малой Курильской гряды, наоборот, подходит на нагул средневозрастной минтай от тихоокеанского побережья Хоккайдо.

Снижение численности половозрелого минтая в ЮКР в нагульный период обусловлено его миграциями за пределы района. Известно, что минтай от о. Хоккайдо и южных Курильских островов совершает нагульные миграции в Охотское море, преимущественно в его южную глубоководную котловину, что связано с высокой биомассой там крупного зоопланктона, и особенно эвфаузиид, а также nekтона, составляющего часть рациона крупных особей (Шунтов и др., 1993; Шунтов, 2001; Дулепова, 2002; Зверькова, 2003; Чучукало, 2006). Таким образом, в период нагула в южной глубоководной котловине обитает половозрелый минтай с трех нерестилищ, нерест на двух из которых начинается раньше, чем в северной части Охотского моря. За счет этого в его южной и юго-западной части как в нагульный период (июнь–

август), так и в начале нерестового (в декабре) показатели жирности печени выше, чем в северной части моря (Швыдкий и др., 1994). В конце осени с началом нерестовых миграций плотность скоплений минтая в южной части Охотского моря заметно снижается (Шунтов и др., 1993).

Миграции отнерестившейся рыбы на нагул вдоль тихоокеанского побережья о. Хоккайдо видны по данным уловов в течение года от района, расположенного в непосредственной близости от Сангарского пролива (1), до района Кусиро (5), примыкающего к п-ову Немуро (Tae-gi OH et al., 2005) (рис. 4.16.). По данным 1990–1999 гг. после нереста в осенне-зимний период половозрелый минтай первым покидает район к западу от мыса Эримо, который находится в зоне прямого влияния субтропических вод Сангарского течения, в то время как к востоку от мыса Эримо задерживается дольше, а у границы с российской экономической зоной наблюдается наиболее короткий период минимальных уловов – с июня по август. С ростом запасов минтая в начале 2010-х гг. масштаб миграций из зоны Японии в ЮКР в теплую половину года увеличился, по данными промысла (Овсянникова, Овсянников, 2022). То есть на миграции половозрелого минтая от тихоокеанского побережья о. Хоккайдо и ЮКР в Охотское море в нагульный период оказывают влияния изменения гидрологического режима вод, а именно усиление ветвей Цусимского течения.

Таким образом, пространственное распределение принципиально различается у следующих возрастных групп минтая: у сеголеток, которые держатся отдельно от всего более старшего минтая; у неполовозрелого минтая 1–2+, обитающего в зоне роста и развития в течение всего года; у созревающего минтая 3–5-годовиков, которые в нерестовый период начинают мигрировать из этой зоны к нерестилищам, а в нагульный вновь образуют смешанные скопления с неполовозрелой рыбой; у половозрелых рыб 5+ и старше, распределение которых определяется нерестовыми миграциями к трем центрам воспроизводства и нагульными в обратном направлении. В распределении минтая важно то, что в летне-осенний период

сеголетки, неполовозрелые и созревающие рыбы, а также половозрелый минтай нагуливаются отдельно. Это позволяет использовать всю кормовую базу для разных групп минтая и сокращает пищевую конкуренцию, а в случае с сеголетками повышает их выживаемость за счет снижения каннибализма (Шунтов и др., 1993).

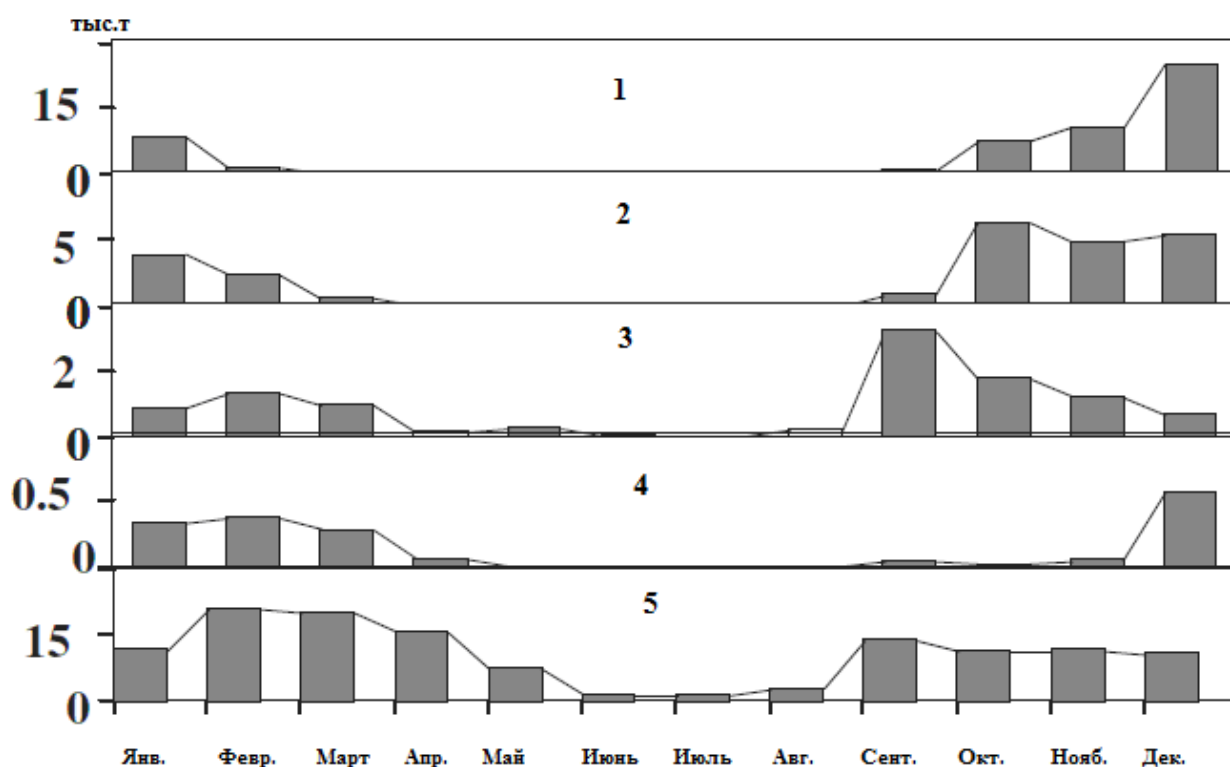


Рисунок 4.16. – Помесячная динамика вылова минтая у о. Хоккайдо по районам осреднения промысловых данных от Сангарского пролива до границы с экономической зоной России в 1990-1999 гг. (Тае-ги ОН et al., 2005).

Примечание: с юго-запада на северо-восток 1 – район, прилегающий к Сангарскому проливу, 2–3 – районы западнее мыса Эримо, 4–5 – районы восточнее мыса Эримо.

ГЛАВА 5. ПОПУЛЯЦИОННАЯ СТРУКТУРА

Знание популяционной структуры таких интенсивно эксплуатируемых промысловых видов, как минтай, помимо данных о его биологии и распределении, имеет большое практическое значение. В литературе есть несколько мнений о популяционной принадлежности минтая, обитающего в исследуемом районе. Прежде всего, минтай южной части Охотского моря в значительной степени изолирован от нерестилищ северной части моря (Темных, 1990). Для минтая, который размножается в пределах ЮКР, предыдущие исследователи определяли одну или две популяции. Центр нереста единой популяции, по мнению Л.М. Зверьковой (2003), находится в Кунаширском проливе, а нерестилища в зал. Простор и у тихоокеанского побережья о. Итуруп – второстепенные. В. П. Шунтов с соавторами (1993) и Н.С. Фадеев (2006) на основании наличия в Кунаширском проливе зимнего, а в зал. Простор и у тихоокеанского побережья о. Итуруп весеннего нереста выделили 2 популяции. К тому же упомянутые авторы подчеркивали, что на нагул к южным Курильским островам мигрирует минтай еще двух тихоокеанских популяций – из сопредельных вод Японии. В то же время у японских ученых также есть две точки зрения на структуру запасов минтая, обитающего у тихоокеанского побережья о-вов Хонсю и Хоккайдо. По одной – к востоку и западу от мыса Эримо выделяются две отдельные популяции или локальные формы (Ivata, Hamai, 1972; Ivata, 1975; Bakkala et al, 1986), по второй – от побережья о. Хонсю до о. Итуруп обитает единая тихоокеанская популяция или субпопуляция (Hashimoto, Koyachi, 1977; Tsuji, 1989). Таким образом, согласно разным мнениям, в районе от тихоокеанского побережья Японии до южных Курильских островов одновременно могут встречаться особи, принадлежащие к двум – четырем популяциям. То есть до настоящего времени единой точки зрения на популяционную структуру запасов минтая в пределах Южно-Курильской зоны нет, что значительно осложняет управление и рациональное

использование этих ресурсов в данном районе и увеличивает риски подрыва запасов, тем более, что в относительно недавнем прошлом такой опыт был.

Результаты проведенного исследования показали, что в пределах ЮКР и в тихоокеанских водах Японии существует три центра нереста минтая, также были показаны особенности распределения минтая на всех этапах жизненного цикла. Сроки и продолжительность массового нереста на трех основных нерестилищах этого региона закономерно сдвигаются с увеличением широты от осенне-зимнего в течение 2,5 мес. в заливах Хидака и Вулканическом, к зимнему в Кунаширском проливе длительностью 2 мес. и до зимне-весеннего в зал. Простор, который составляет 1,5 мес. Разница в сроках начала массового нереста между ближайшими центрами составляет больше месяца (4 декады) (рис. 3.25). На двух южных нерестилищах период размножения по срокам привязан к замене вод субтропического происхождения на субарктические и идет в условиях снижения температуры до минимальных значений в конце нереста, а на северном – ориентирован на начало икрометания в пик выхолаживания и рост температуры в процессе. Северо-восточная часть ЮКР по системе широтных зон относится к высокобореальной подзоне, а район к юго-западу от п-ова Чирип с охотоморской стороны о. Итуруп и его юго-восточный шельф с тихоокеанской – к низкобореальной. То есть центры нереста в северо-восточной (зал. Простор) и юго-западной (Кунаширский пролив и Вулканический залив) частях региона находятся в разных климатических подзонах, что во многом определяет условия нереста. К тому же в каждом из них сроки окончания размножения привязаны к весенней вспышке цветения фитопланктона, на которую влияет широтное положение нерестилищ.

Отдельного рассмотрения требует вопрос о самостоятельном нересте и популяционной принадлежности минтая, обитающего от п-ова Немуро до мыса Эримо. Восточнее мыса Эримо наблюдается икрометание, но масштабы его невелики, при этом сроки массового нереста на месяц отличаются от таковых западнее мыса Эримо (Фадеев, 2006). Это служило одним из

оснований предполагать здесь наличие самостоятельного нерестилища. Также японские ученые отмечают, что минтай восточнее мыса Эримо отличается от минтая, обитающего западнее этой точки, что служило доводами к тому, что восточнее мыса Эримо существует самостоятельная популяция (Ivata, Hamai, 1972; Ivata, 1975; Bakkala et al, 1986). В то же время этот район является транзитной зоной для миграции производителей, идущих на нерест в зал. Хидака и Вулканический и в обратном направлении, что, с другой стороны позволяло делать выводы о наличии единой популяции минтая у тихоокеанского побережья Японии. Для образования популяции необходимо стабильно успешное размножение для поддержания ее численности, возможное у минтая при наличии круговоротов, в которых удерживается икра, или мелководья вниз по течению от нерестилища (Шунтов и др., 1993), чего восточнее мыса Эримо не наблюдается (см. главу 2). Этот район находится в области влияния тех же холодных вод из Охотского моря, которые через проливы Кунаширский, Екатерины и Южно-Курильский выходят в океан и вдоль Малой Курильской гряды и п-ова Немуро распространяются до мыса Эримо и западнее. Не случайно сроки нереста здесь совпадают с таковыми в Кунаширском проливе, так как в районе п-ова Немуро и восточного побережья о. Хоккайдо нерест наблюдается по достижению высокого уровня численности половозрелого минтая в основном центре воспроизводства, т.е. этот район является вторичным нерестилищем минтая Кунаширского пролива, а также зоной выноса икры с нерестилищ, расположенных вверх по течению.

Исходя из анализа многолетних данных по функциональной структуре ареала и экологии нереста минтая в совокупности с литературными данными популяционная структура минтая в районе южных Курильских островов и тихоокеанских вод Японии представлена тремя популяциями. Это популяции Вулканического залива, Кунаширского пролива и зал. Простор. Названия выбраны по расположению центров нереста и соответствуют южнохоккайдской, рауской и южно-курильской популяциям в работе

В.П.Шунтова с соавторами (Шунтов и др., 1993). Две первые популяции относятся к южному типу с ранним нерестом, а популяция зал. Простор – к северному типу, наиболее распространенному на ареале минтая.

Центры нереста популяций функционируют независимо друг от друга, изолированы пространственно и темпорально, характеризуются наличием разных стратегий нереста и комплексом факторов, определяющих сроки и условия нереста, а также дальнейшего развития икры и роста личинок и сеголеток. Икра, личинки и сеголетки трех популяций держатся раздельно до осенне-зимнего периода первого года жизни, а выростная зона неполовозрелого и нагульный ареал подавляющей части половозрелого минтая едины для трех популяций.

Функциональная структура ареала каждой из популяций минтая сформировалась в уникальных условиях, которые определяются своим «набором» течений и водных масс и их сезонной изменчивостью. Из общих для популяций черт нужно отметить, что размножение минтая всех трех группировок проходит в водах охотоморского происхождения, усиление притока которых к нерестилищам в холодную половину года связано с сезонной сменой муссона и преобладанием ветров северо-западного направления. В теплую половину года обратная ситуация ведет к усилению Цусимского течения и его ветвей, в результате чего половозрелый минтай мигрирует из районов их влияния в Охотское море на нагул. Молодь совместно держится на единственном в регионе широком шельфе и свале с тихоокеанской стороны у о. Итуруп, где условия для ее обитания наиболее стабильны в течение года, а по достижению созревания годовой цикл определяется сроками наступления нерестового периода в трех центрах размножения.

Суммируя эти результаты, ниже приводится функциональная структура ареала трех вышеназванных популяций минтая.

5.1 Функциональная структура ареала популяций

Популяция Вулканического залива. Заливы Вулканический и Хидака, а также воды у северо-восточного побережья о. Хонсю являются самыми теплыми в рассматриваемом регионе. Здесь в весенне-летний период условия определяет Сангарское течение, воды которого распространяются не только вдоль восточного побережья о. Хонсю, но и в зал. Хидака. В зимне-весенний сезон Сангарское течение ослабевает и воды Прибрежного Ойясио, которые по происхождению связаны с Восточно-Сахалинским течением, проходят западнее мыса Эримо, а также к северо-восточному побережью о. Хонсю (см. главу 2, табл. 2.1). Нерест минтая здесь начинается в ноябре, а массовый нерест длится со второй половины декабря до начала марта. Преднерестовый сезон начинается в октябре с ослаблением Сангарского течения и началом охлаждения поверхностных вод. Осенью воды Прибрежного Ойясио достигают района к востоку от мыса Эримо, а в январе-марте распространяются западнее, постепенно выхолаживая поверхностные воды в зал. Хидака до годовых минимальных значений. По мере их продвижения, район нереста минтая в зал. Хидака смещается в западном направлении, достигая сначала акватории, прилегающей к Вулканическому заливу, а затем к Сангарскому проливу (рис. 5.1). В период окончания нереста Прибрежное Ойясио максимально развито и переносит икру на поздних стадиях развития в Вулканический залив, где проходит ее развитие, выклев и рост личинок. Икра, выметанная в водах, прилегающих к Сангарскому проливу, сносится к северо-восточному побережью о. Хонсю, где условия ее дальнейшего развития и выживаемости личинок очевидно хуже, чем в закрытом Вулканическом заливе, но здесь также обитает минтай от сеголеток до половозрелых рыб. Помимо того, что вторжение холодных вод охотоморского происхождения в зал. Хидака создает условия для нереста и обеспечивает попадание поздней икры в выростную зону, воды Прибрежного Ойясио являются необходимым условием начала вспышки цветения фитопланктона за счет транспорта биогенов из Охотского моря, где

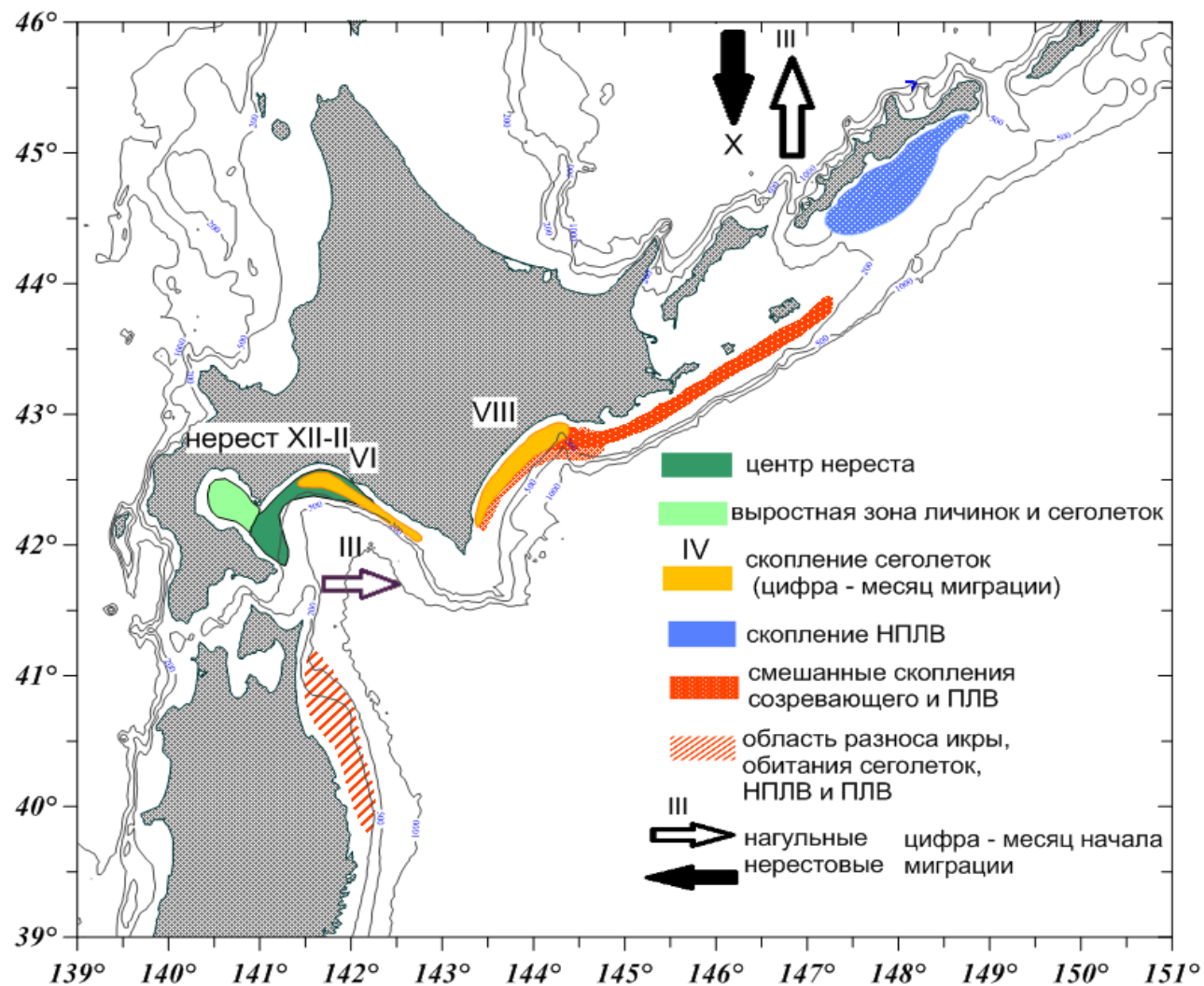


Рисунок 5.1. – Функциональная структура ареала популяции минтая Вулканического залива.

Примечания: ПЛВ – половозрелый минтай, НПЛВ - неполвозрелый минтай.

в это время у южных Курильских островов и восточного побережья Сахалина наблюдаются ледовые поля. Начало цветения в Вулканическом заливе отмечается в феврале, а массово – в марте и совпадает с окончанием нереста, запуская процесс первичного продуцирования перед выклевом личинок. По мере роста к июню сеголетки выходят из Вулканического залива на шельф зал. Хидака, а к августу достигают района восточнее мыса Эримо (рис. 5.1.).

Популяция Кунаширского пролива. Кунаширский пролив в теплую половину года находится под влиянием вод теплого течения Соя, воды которого распространяются до мыса Эримо, но не проходят западнее, где доминирует Сангарское течение. В холодную половину года его сменяет холодное Восточно-Сахалинское течение и производное от него Прибрежное Ойясио от п-ова Немуро и далее на юго-запад вдоль побережья о. Хоккайдо (см. главу 2, табл. 2.1). Функционирование центра нереста минтая в Кунаширском проливе связано не только с сезонной сменой течений, как в Вулканическом заливе, но также с особенностями развития ледовой обстановки. Преднерестовый период начинается осенью, когда под действием зимнего муссона наблюдается усиление Восточно-Сахалинского течения и замена вод субтропических Соя на субарктические. Холодные распресненные воды, идущие от охотоморского ледового массива, также оказывают заметное влияние на условия нереста минтая в Кунаширском проливе. Нерест проходит в зимнее время с началом в декабре, массовым икрометанием в январе-феврале и его окончанием в конце марта – начале апреля. С учетом того, что преднерестовый период начинается в октябре, период размножения этой популяции длится около полугода – с октября по апрель. Основное нерестилище расположено в Кунаширском проливе и может быть закрыто льдом, так как по мере нарастания охотоморского ледового массива за этот период поверхностные воды выхолаживаются до отрицательных значений. Центр нереста в Кунаширском проливе функционирует при любом уровне численности минтая, а при ее росте наблюдается и на вторичных нерестилищах, которые расположены по

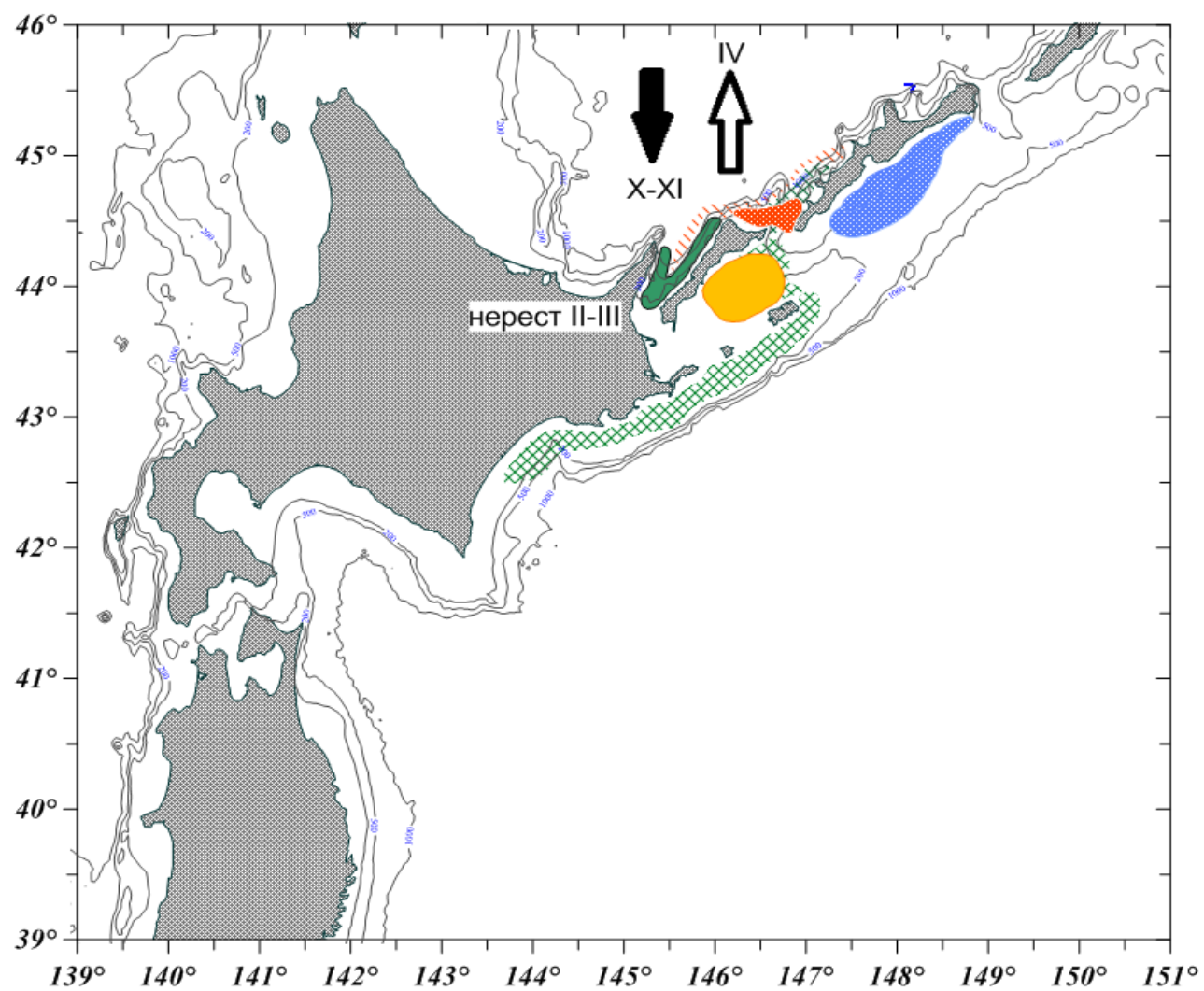


Рисунок 5.2. – Функциональная структура ареала популяции минтая Кунаширского пролива.

Условные обозначения как на рис. 5.1.

течению вод Восточно-Сахалинского течения и Прибрежного Ойясио. Это район с охотоморской стороны прол. Екатерины и юго-западного побережья о. Итуруп, восточная часть Южно-Курильского пролива (примерно до 50-метровой изобаты) и акватория от о. Шикотан и далее вдоль островов Малой Курильской гряды и восточного побережья о. Хоккайдо (рис. 5.2.).

Основная зона развития икры и личинок Кунаширского пролива находится на мелководье Южно-Курильского пролива, куда сносится и где накапливается за счет наличия круговорота и замедления потоков подавляющая часть икры из Кунаширского пролива (рис. 5.2.). Сюда же, согласно схеме течений, она попадает при нересте минтая в районе прол. Екатерины, а икра, выметанная с тихоокеанской стороны Малой Курильской гряды и п-ова Немуро, сносится течением юго-западнее, где выживание раннего потомства очевидно хуже по сравнению с мелководьем. Как и на самом нерестилище, температура в Южно-Курильском проливе снижается до отрицательных значений, достигая минимума в марте, и совпадая с окончанием массового нереста минтая в Кунаширском проливе и на вторичных нерестилищах, а также с переходом икры на завершающие стадии развития. Также в конце марта на Южно-Курильском мелководье наблюдается окончание зимней конвекции вод и переход от выхолаживания к прогреву поверхностного слоя, что запускает цветение фитопланктона. В самые ледовитые годы не только основное нерестилище, но и Южно-Курильский пролив также полностью покрывался льдом, но в 3-й декаде марта выростная зона освобождалась ото льда с последующим развитием весенних процессов. Сеголетки из Кунаширского пролива также остаются на этом мелководье, где в связи с заменой в весенне-летний период холодных вод из Охотского моря на теплые течения Соя, они образуют скопление у дна в восточной части Южно-Курильского пролива, куда наблюдается проникновение вод Ойясио. Таким образом, основной зоной развития и роста икры, личинок и сеголеток минтая популяции Кунаширского пролива является Южно-Курильский пролив, хотя они могут встречаться везде, где

идет нерест (в Кунаширском проливе, с тихоокеанской стороны Малой Курильской гряды и на юго-восток до мыса Эримо).

Популяция зал. Простор. В отличие от двух более южных нерестилищ, зал. Простор не подвержен прямому воздействию теплых течений, так как в холодную половину года сюда распространяются воды из Охотского моря, а в теплую модифицированные воды Соя не заходят в залив благодаря тому, что п-ов Чирип отбивает их мористее (см. главу 2, табл. 2.1). Преднерестовый период начинается в декабре с усилением Восточно-Сахалинского течения и его ветви Серединного течения и охлаждением вод после летнего прогрева, а массовый нерест начинается на пике выхолаживания в марте, и продолжается на фоне роста температуры и освобождения от дрейфующего льда с последующим развитием весенних процессов. Нерест в зал. Простор повторяет схему воспроизводства минтая в зимне-весенний период, которая наблюдается на большей части его обширного ареала. При росте численности половозрелых рыб незначительное икрометание наблюдается у юго-западной оконечности о. Уруп, а также по ходу распространения охотоморских вод через прол. Фриза на тихоокеанском шельфе о. Итуруп, куда также в большинстве случаев выносятся часть выметанной в зал. Простор икры (рис. 5.3). Однако благодаря тому, что нерестилище в зал. Простор находится в месте образования устойчивого антициклонического вихря, наибольшая часть икры не разносится за его пределы. Личинки и сеголетки остаются в зал. Простор, а судя по их отсутствию по данным донных съемок в летне-осенний период у тихоокеанского побережья о. Итуруп, выметанная или вынесенная сюда икра не выживает (Шунтов и др., 1993).

По окончании летне-осеннего периода первого года жизни минтай со всех трех центров воспроизводства мигрируют на шельф у тихоокеанского побережья о. Итуруп. Миграция сеголеток связана, с одной стороны, с началом выхолаживания шельфовых вод, что наиболее заметно проявляется в местах их концентраций в ЮКР, где температура опускается до

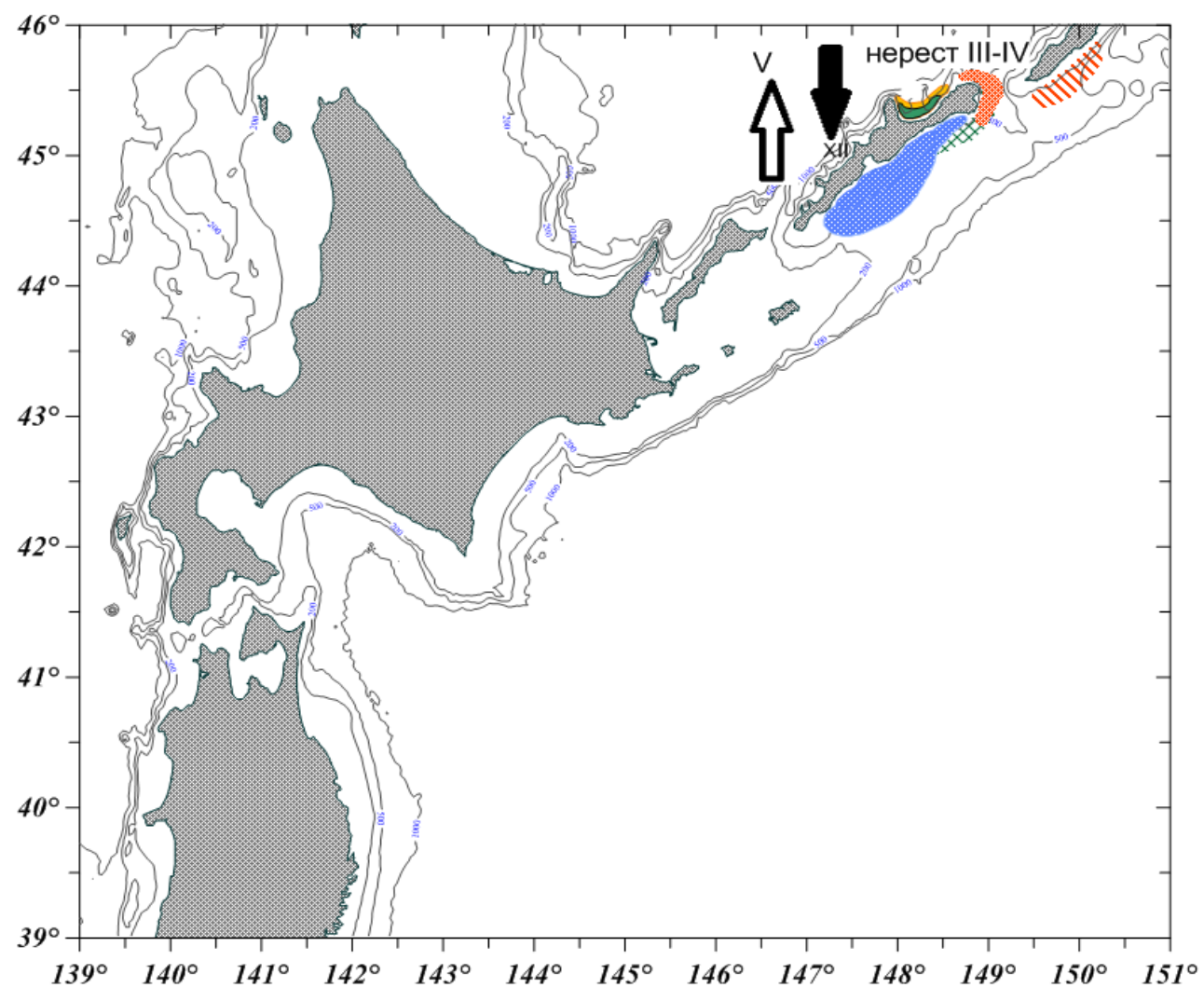


Рисунок 5.3. – Функциональная структура ареала популяции минтая зал. Простор.

Условные обозначения как на рис. 5.1.

отрицательных значений, а с другой – с недостаточностью пищевых ресурсов для дальнейшего нагула и роста молоди, особенно в районе к востоку от мыса Эримо, где нет развитого шельфа.

Неполовозрелые рыбы (1–2-годовики) трех популяций совместно обитают на тихоокеанском шельфе и континентальном склоне о. Итуруп весь год, образуя скопления различной плотности в зависимости от урожайности поколений (рис. 5.1-5.3). В осенне-зимний период эта группа наиболее широко распределяется в выхоложенных шельфовых водах и водах прибрежной модификации Ойясио до изобат 300–400 м, а в весенне-летний – неполовозрелый минтай опускается в более глубокие горизонты на 40–50 м и концентрируется над глубинами около 300 м на траверзе зал. Касатка, избегая прогретых прибрежных вод. Значительные концентрации неполовозрелых рыб в этом районе, несомненно, связаны с хорошей кормовой обеспеченностью. Сложная циркуляция вод различного происхождения формирует фронтальные зоны, а замедление потоков на шельфе о. Итуруп способствует образованию кормовых полей. Обитание большого количества молоди в течение всего года также указывает на то, что помимо высокой биомассы местного планктона, он привносится сюда из смежных акваторий, что делает ЮКР местом постоянного обитания неполовозрелого минтая и вторым по его обилию после северо-восточной части Охотского моря (Шунтов и др., 1993).

Созревающий минтай (3–5-годовики) также преимущественно обитает у тихоокеанского побережья о. Итуруп, но в его распределении появляются сезонные различия: в теплую половину года он концентрируется в смешанных скоплениях с неполовозрелыми рыбами, а в холодную – частично распространяется в сторону нерестилищ, образуя смешанные скопления с половозрелым минтаем в зал. Простор, в прол. Екатерины, а также вдоль островов Малой Курильской гряды и далее на юго-запад вдоль о. Хоккайдо (рис. 5.1. – 5.3.).

Половозрелый минтай мигрирует на нерестилища и в обратном направлении в соответствии с описанными выше сроками начала и окончания нереста в трех центрах воспроизводства. Окончание массового нереста и начало нагула минтая Вулканического залива и Кунаширского пролива наблюдается соответственно в марте и апреле, а минтай зал. Простор начинает нагул в мае. То есть с октября по май через ЮКР проходят пути миграций преднерестовых и отнерестившихся рыб. На нагул основная часть минтая мигрирует в южную глубоководную часть Охотского моря и к побережью о. Сахалин (рис. 5.4.), но часть производителей после нереста остается на нерестилищах или перераспределяется недалеко от них. Так, минтай Вулканического залива покидает зал. Хидака, но восточнее мыса Эримо образует скопления в мезопелагиали ближе к п-ову Немуро и вдоль Малой Курильской гряды. Из Кунаширского пролива мигрируют почти все производители, а оставшиеся также опускаются в мезопелагиаль и рассредоточиваются вдоль охотоморской стороны о-вов Кунашир и Итуруп. Часть производителей из зал. Простор летом обитают у юго-западной оконечности о. Уруп (рис. 5.1–5.3.).

ГЛАВА 6. СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ И ПРОМЫСЕЛ

Регулярный мониторинг состояния запасов минтая в районе южных Курильских островов начался с 1998 г. и проводится ежегодно. Накопленные к настоящему времени данные позволяют проследить динамику его численности за последние 25 лет, а используя материалы 1970–1990-х гг. (Состояние промысловых ресурсов..., 1975-2022*; Фадеев, Веспестад, 2001; Зверькова, 2003; Овсянникова, 2012а; Vasilets, 2015), дать оценку современного состояния, методов оценки и управления запасами минтая ЮКР за весь период его освоения отечественным промыслом.

6.1 Промысел и оценка запасов в 1970–1980-е гг.

Добычу минтая у южных Курильских островов японские рыбаки ведут с 1955 г., где их годовой вылов составлял 47–53 тыс. т. Отечественный промысел в этом районе начался в декабре 1971 г., а с 1972 г. велся регулярно в районе о. Итуруп и у Малой Курильской гряды, а также до установления 200-мильных экономических зон – у о. Хоккайдо западнее мыса Эримо. В 1974 г. советский вылов составил 41 тыс. т, а к 1977 г. достиг 173 тыс. т (рис. 6.1 А). В первые годы промысел базировался на зимне-осенних скоплениях преднерестового минтая с приловом молоди до 30 см в среднем около 18 %. С 1975 г. доля неполовозрелых рыб в общем вылове возросла до 40 %, что было связано с развитием промысла у океанского побережья о. Итуруп в летний период. В последующем активизация промысла на скоплениях молоди продолжалась, и в 1978 г. вылов составил 241 тыс. т. В этот период происходило накопление и сбор промысловой и биологической статистики. Были выявлены акватории у о-вов Итуруп и Шикотан, где ежегодно наблюдались нагульные скопления минтая.

Первые рекомендации по возможному вылову минтая в южно-курильском микрорайоне, как он назывался до введения промыслового районирования в его современном виде, были сделаны на 1978 г. в объеме

* Состояние промысловых ресурсов Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна (краткая версия) / Прогноз общего вылова гидробионтов по дальневосточному рыбохозяйственному бассейну // Изд-во ТИНРО. Владивосток. 1975-2022 г. .

150 тыс. т и сохранялись на этом уровне до 1981 г. включительно (рис. 6.1).

При определении возможного вылова на 1982 г. был сделан вывод, что вылов молоди в таких объемах нерационален, поэтому его следует уменьшить до 100 тыс. т. Фактически же в период с 1978 по 1982 г. велся неограниченный промысел минтая, когда совместно с Японией добывалось 23–426 тыс. т в год с максимумом в 1978 г., что составляло 204–284 % от возможного вылова.

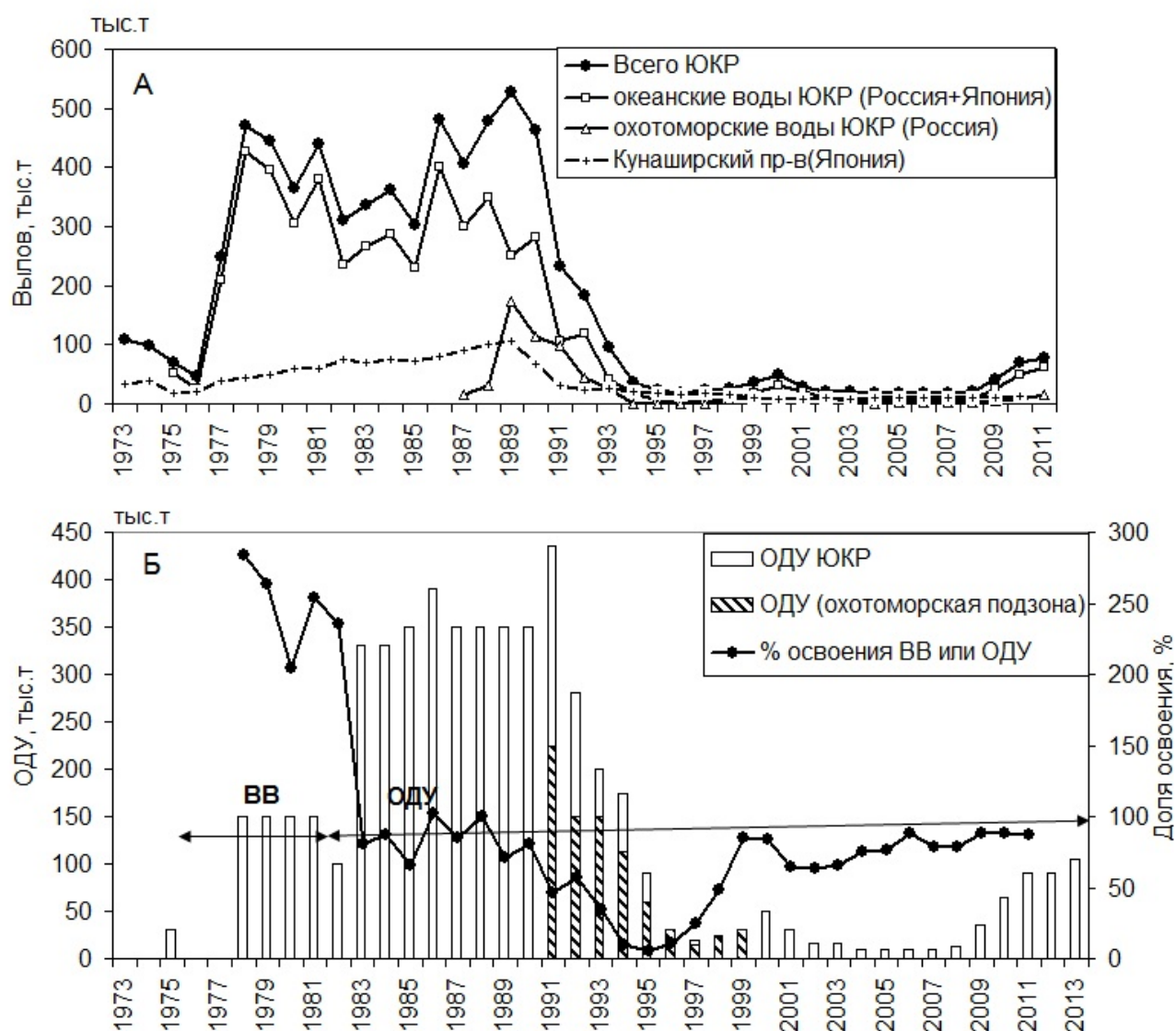


Рисунок 6.1. – Вылов (А), ОДУ минтая и доля его освоения отечественным промыслом (Б) в Южно-Курильской зоне в 1973 - 2013 гг.

С 1983 г. для минтая ЮКР в ТИНРО начали определять ОДУ, следовательно, превышение прогнозируемой величины в разы стало невозможным. ОДУ определялся экспертно, исходя из достигнутых ранее объемов вылова, и в 1983–1985 гг. он варьировал в пределах 330–350 тыс. т. При сохранении уловов на уровне на высоком уровне, считалось, что это оптимальное изъятие без ущерба для запасов. Величину уловов и их размерный состав использовали как относительную величину пополнения в качественных оценках. Плановых исследований и количественных оценок запаса не проводилось.

Следующий этап освоения ресурсов минтая ЮКР (1986–1990 гг.) стал максимальным по суммарной интенсивности промысла советских и японских рыбаков (рис. 6.1). Его развитию способствовали как экономические факторы, так и климатические. Уменьшение ледовитости в конце 1980-х гг. позволило развернуть промысел на скоплениях преднерестового и нерестового минтая в охотоморских водах, где наши рыбаки возобновили промысел на нерестилищах после 10-летнего перерыва, а японские увеличили годовой вылов в традиционных районах. Так, советский вылов в Охотоморской подзоне в 1987–1988 гг. составлял 15–30 тыс. т, а в 1989 г. – 172 тыс. т, у Японии прирост годового вылова составил 15–30 тыс. т. Обеими странами в ЮКР добывалось 405–528 тыс. т с максимумом в 1989 г., а средний годовой вылов за это пятилетие составил 471 тыс. т. При нарастающей интенсивности промысла доля вылова на нерестилищах выросла с 17 до 53 % от общего по Южно-Курильской зоне.

Оценка запасов в этот период осуществлялись следующим образом. С 1983 г. в ЮКР начали проводиться первые рекогносцировочные работы по оценке запасов минтая в Южно-Курильской зоне. Это были фрагментарные ихтиопланктонные и тралово-акустические съемки, которые не охватывали район полностью и проводились в разные сроки с целью выяснения оптимальных. Прямые учеты запасов были выполнены по результатам отдельных донных и пелагических съемок в 1980-е гг. и подтверждали

высокий уровень запасов минтая у южных Курильских островов – 750 тыс. т только в тихоокеанских водах района (Шунтов и др., 1988; 1993). По данным ихтиопланктонных съемок, результаты которых являлись косвенными показателями состояния запасов минтая, был сделан вывод о том, что высокая степень эмиграции и иммиграции, а также низкая численность родительского стада делают невозможным применение стандартных биостатистических методов для прогнозирования уловов минтая этого района. Поэтому основой для оценки состояния запасов являлись промыслово-биологическая информация и методы, основанные на производительности промысла – модели Лесли и Делури. В первой модели учитывается зависимость улова на усилие от объема вылова, во второй – от накопленного промыслового усилия. Биомасса минтая рассчитывалась как среднее арифметическое, полученное этими моделям. Также проводились расчеты на основании концепции максимального уравновешенного улова (продукционная модель) (Рикер, 1976). По результатам промысла был сделан вывод, что когда общий вылов превышает 400 тыс. т, в последующие годы происходит снижение уловов на усилие. Превышение нагрузки было допущено в конце 1970-х и 1980-х гг.

При этом увеличение вылова во второй половине 1980-х гг. не являлось отражением состояния запасов, так как биомасса минтая сокращалась: в океанских водах на начало 1986 г. она составляла 1126 тыс. т, в 1987 г. – 745, а в 1989 г. – 511 тыс. т. Прямые учеты биомассы, проведенные в осенний период, подтвердили порядок цифр, полученных математическими методами, в конце ноября 1986 г. биомасса минтая в тихоокеанских водах была оценена в 750 тыс. т (Шунтов и др., 1988). В охотоморских водах биомасса также снижалась и в 1989 и 1990 гг. оценивалась соответственно в 725 и 444 тыс. т. Возможный вылов для Охотоморской подзоны ЮКР впервые был рассчитан на 1991 г. в объеме 150 тыс. т, а в 1987–1990 гг. здесь велся высокоэффективный неконтролируемый промысел. В 1989 и 1990 гг. на нерестилищах в сумме с японским промыслом в Кунаширском проливе было

добыто соответственно 278 и 182 тыс. т производителей (рис. 6.1 А). Уловы на усилие в 1985–1990 гг. также постепенно снижались, а в 1990 г. в тихоокеанских водах возникли проблемы с освоением ОДУ из-за слабой промысловой обстановки. Особенно это проявилось в летние и осенние месяцы, что косвенно указывало на снижение численности в зоне Японии и слабой иммиграции минтая в российские воды на нагул.

Таким образом, начальный период промысла минтая у южных Курильских островов пришелся на период его высокой численности, что давало возможности к расширению района промысла и стремительному наращиванию вылова, который за короткий срок увеличился с 34 тыс. т в 1973 г. до 426 тыс. т в 1978 г. Сначала велся нерегулируемый промысел, а потом уровень запасов позволял объемы возможного вылова превышать в 2,0-2,8 раза. С 1983 г. для ЮКР начали определять ОДУ, который фактически устанавливался на уровне достигнутого в предыдущие годы вылова. Во второй половине 1980-х гг. советский промысел расширился и на нерестилища, где до 1991 г. он велся без ограничений. В связи с этим суммарная нагрузка на запасы минтая существенно возросла и в 1989 г. достигла максимума – 527,7 тыс. т суммарно с японским промыслом. Прямые учеты запасов минтая в эти годы проводились нерегулярно, в основном происходил сбор и накопление биостатистических материалов, а также велся мониторинг промысла, данные которого служили информационной основой для прогнозирования состояния запасов и расчетов ОДУ.

6.2 Динамика запасов в 1990-е – начале 2020-х гг.

Значительное снижение биомассы минтая началось в первой половине 1990-х гг. (Радченко и др., 1997; Иванов, 1998; Зверькова, 1999, 2003; Великанов, 2002). В 1995–1997 гг. российский специализированный промысел, а также и систематические исследования по минтаю в ЮКР были фактически прекращены. После ихтиопланктонной съемки, проведенной в марте 1991 г., ТИНРО не проводил исследования и мониторинг запасов минтая в этом районе, и в течение 4 лет (1992–1995 гг.), кроме величин

годового вылова, данных не было. Минтай ловился только в качестве прилова при промысле в основном терпуга и лемонемы в объеме 3–5 тыс. т/год. С 1994 г. прогнозы по минтаю Южно-Курильской зоны начали формировать специалисты СахНИРО, а во второй половине 1990-х гг. по возможности они проводили сборы биостатистики и фрагментарные ихтиопланктонные съемки без оценки запасов.

Биомассу минтая начали рассчитывать по промысловым данным начиная с 1986 г., методами прямого учета с 1999 г., данные за 1994–1998 гг. отсутствуют. За этот период биомасса минтая в ЮКР изменялась в пределах от 78 до 1236 тыс. т с максимальным значением в 1989 г., когда впервые она была рассчитана не только для тихоокеанских, но и для охотоморских вод (рис. 6.2). На этом же уровне оценивала запасы для 1980-х гг. Л.М. Зверькова (2008) – 1100 тыс. т в тихоокеанских водах, около 50 тыс. т в зал. Простор и 300 тыс. т в Кунаширском проливе вместе с зоной Японии. В 1991 г. в океанских водах биомасса была оценена в 230 тыс. т, а в охотоморских сократилась с 339 тыс. т в 1991г. до 125 тыс. т в 1993 г. Последние оценки для всего района составляют 569 тыс. т и относятся к 1991 г. Минимальная величина по нашим данным относится к 2005 г., но вероятнее всего, она наблюдалась в середине 1990-х гг. и не была зарегистрирована из-за отсутствия исследований. Исходя из этих величин оценок, средний уровень биомассы минтая в ЮКР составляет 500 тыс. т. Во второй половине 1980-х гг. она существенно превышала это значение и в среднем составляла 900 тыс. т. В 1999–2005 гг., несмотря на подъем в конце 1990-х гг., запасы находились на низком уровне – в среднем 134 тыс. т. Со второй половины 2000-х гг. начался рост биомассы, и к 2007 г. она достигла среднего уровня -. 515 тыс. т. В последующие годы она варьировала в основном в зависимости от уровня пополнения, а также полноты учета запасов, но по данным за 2006–2010 гг. держалась около среднего уровня – 474 тыс. т (Овсянникова, 2012а; Буслов и др., 2013).

В 2011 и 2012 гг. биомасса минтая оценивалась соответственно в 767 и 875 тыс. т (рис. 6.2). С учетом того, что снижение запасов началось в начале 1990-х гг., в 2011–2012 гг. в этом районе наблюдался максимум биомассы минтая более, чем за 20-летний период. В 2011 и 2012 гг. и еще в 2015 г. съемки были выполнены с охватом всей акватории района, и были получены самые высокие оценки запасов за прошлое десятилетие. Даже с учетом недооценки в 2013–2014 гг. из-за сложной ледовой обстановки с охотоморской стороны района, в среднем в 2011–2015 гг. биомасса минтая была на высоком уровне и составляла 717 тыс. т.

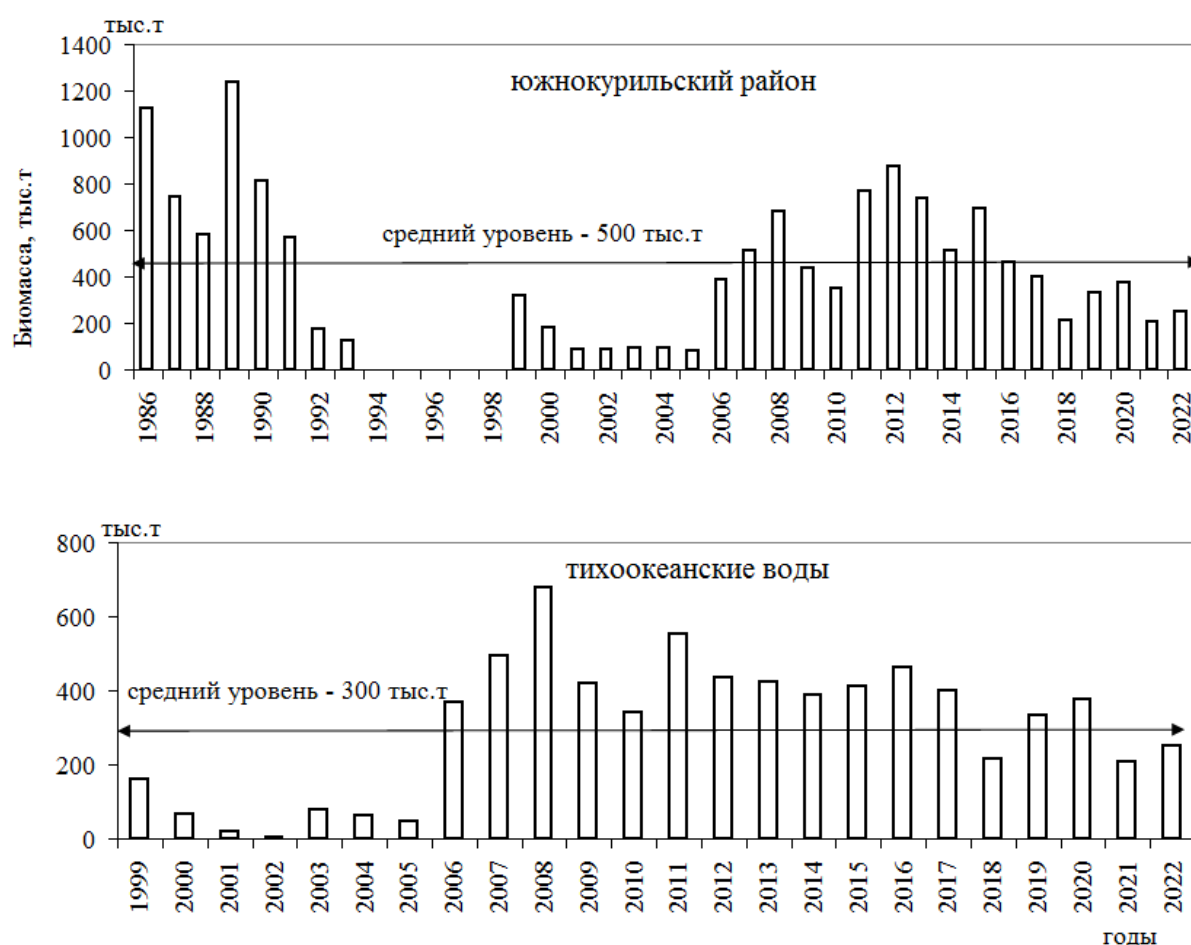


Рисунок 6.2. – Динамика биомассы минтая в ЮКР с 1986 гг.

В 1999–2010 гг. динамика численности минтая в ЮКР определялась появлением нескольких среднеурожайных и урожайных поколений (рис. 6.3). В охотоморских водах в 1999 г. доминировали старшевозрастные производители 1991–1993 годов рождения, а затем - минтай 1995 г.

рождения, со вступлением которых в промысловый запас и был связан его подъем и возобновление специализированного промысла. В океанских водах основу численности в 2000–2002 гг. составляло поколение 1999 года рождения, значительная часть которого (73,4 %) в 3-годовом возрасте распространилась на охотоморскую сторону о. Итуруп в зал. Простор (рис. 6.4). С 2001 г. из-за убыли старшевозрастных производителей наблюдалось снижение общей численности и биомассы минтая в ЮКР. Незначительное увеличение численности в 2004 г. связано с появлением в ЮКР поколения 2003 года рождения, которое по урожайности было сопоставимо с поколением 1999 года рождения. Их численность в возрасте 1 года была оценена соответственно в 678,8 и 779,4 млн экз., и они были отнесены к категории среднеурожайных. За счет их появления к середине 2000-х гг. падение запаса минтая в ЮКР прекратилось, и он стабилизировался на уровне 80–90 тыс. т.

Во второй половине 2000-х гг. запасы минтая выросли по биомассе в 3,8 раза, а по численности в 20 раз. Стремительный рост численности минтая в ЮКР был зафиксирован в 2006–2009 гг. и обусловлен появлением высокоурожайных поколений в 2005 и 2007 гг., урожайных в 2008–2009 гг. и среднеурожайного в 2006 г.

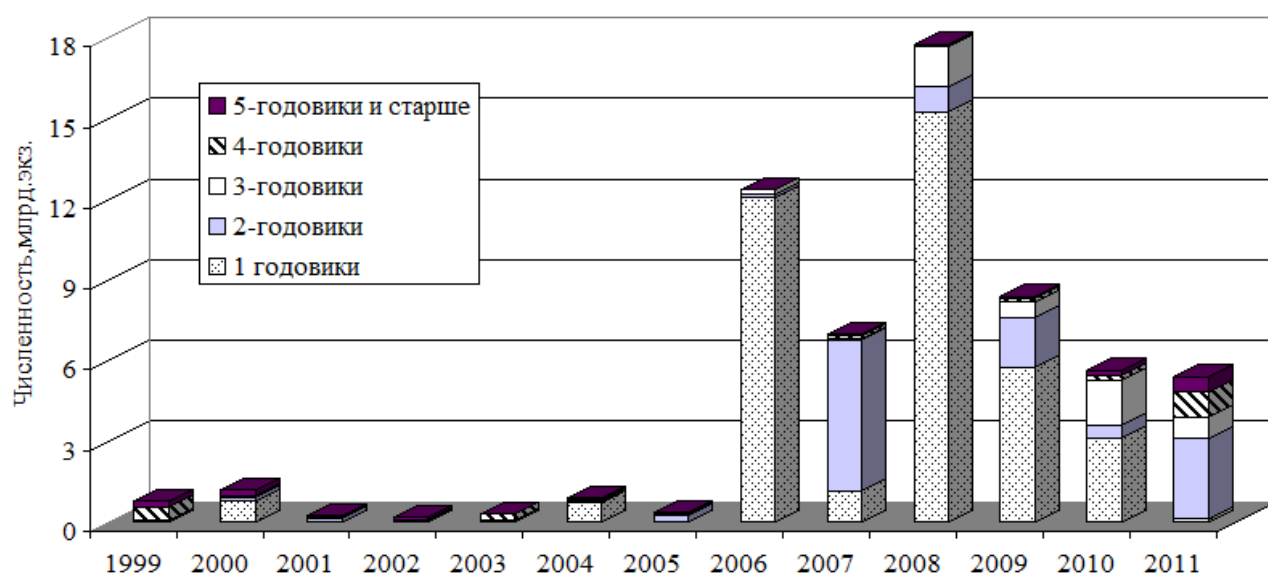


Рисунок 6.3. – Численность минтая у южных Курильских островов в 1999-2011 гг.

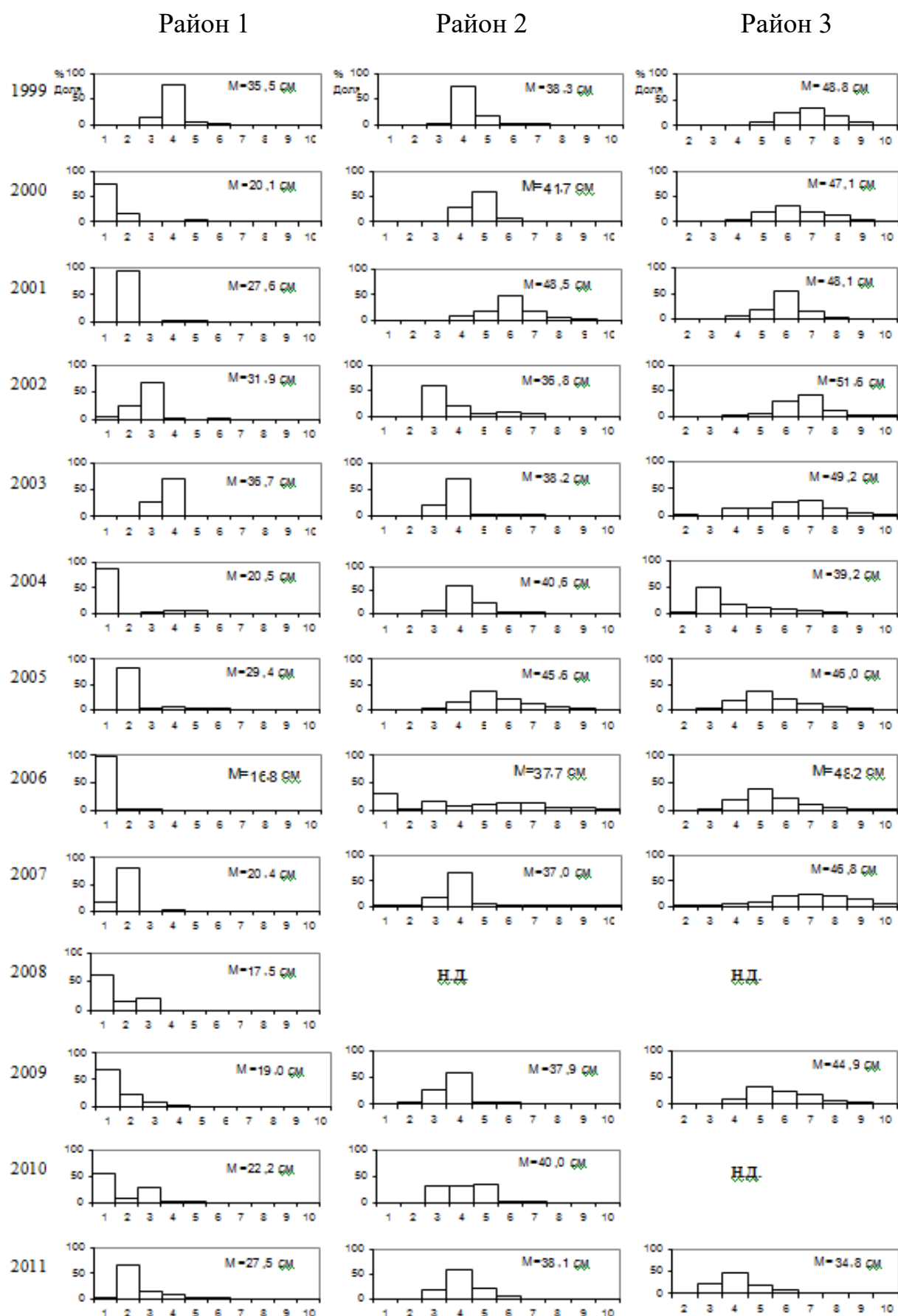


Рисунок 6.4. – Возрастной состав минтая у южных Курильских островов в 1999 – 2011 гг. Примечание: Районы 1 – ЮКР (океанская сторона), 2 – зал. Простор, 3 – Кунаширский пролив.

Учтенная численность годовиков высокоурожайных генераций составляла 12,1–15,3 млрд экз. и вполне сравнима с таковой в северной части Охотского моря, где к урожайным относят поколения, численность которых составляет 11,0–14,0 млрд экз., а к высокоурожайным – выше 14 млрд экз. (Овсянников, 2009). Также во второй половине 2000-х гг. в ЮКР появились среднеурожайное поколение 2006 года рождения (1,2 млрд экз.) и урожайные 2008–2009 годов рождения, численность годовиков которых оценивалась соответственно в 5,8 и 3,1 млрд экз.

Во второй половине 2010-х гг. и начале текущего десятилетия ни разу не удалось провести съемку на всей акватории ЮКР, поэтому сравнение с предыдущими периодами возможно только по оценкам с тихоокеанской стороны (рис. 6.2). Наиболее высокий уровень в этом районе был зафиксирован раньше, чем пик общего запаса в ЮКР, с 2006 по 2010 г. с максимумом в 2008 г. (678 тыс. т). В 2011–2015 гг. биомасса варьировала от 356 до 552 тыс. т (в среднем 442 тыс. т), а после 2015 г. снижалась и во второй половине 2010-х гг. составляла в среднем 357 тыс. т. По многолетним данным средний уровень биомассы минтая с тихоокеанской стороны ЮКР составляет 300 тыс. т, а в начале текущего десятилетия она опустилась ниже и оценивалась в 208,7–251,5 тыс. т.

Динамика биомассы минтая в тихоокеанских водах ЮКР всегда связана с численностью минтая в возрасте до 3–4 лет, так как здесь находится район роста и нагула молоди (Шунтов и др., 1993). Так, максимальные оценки численности за период с 1999 г. были получены в 2008 г. за счет суммарной численности серии урожайных поколений. В 2011–2015 гг. биомасса минтая в тихоокеанских водах немного снизилась, так как в этот период урожайные поколения появлялись не так часто, как в предыдущий период. В 2011–2012 гг. в возрастной структуре доминировал минтай 2007–2009 годов рождения. В 2013–2015 гг. по численности выделялись рыбы 2012–2014 годов рождения, численность годовиков которых составляла 6,3 млрд экз., 1,3 и 8,4 млрд экз., соответственно (рис. 6.5).

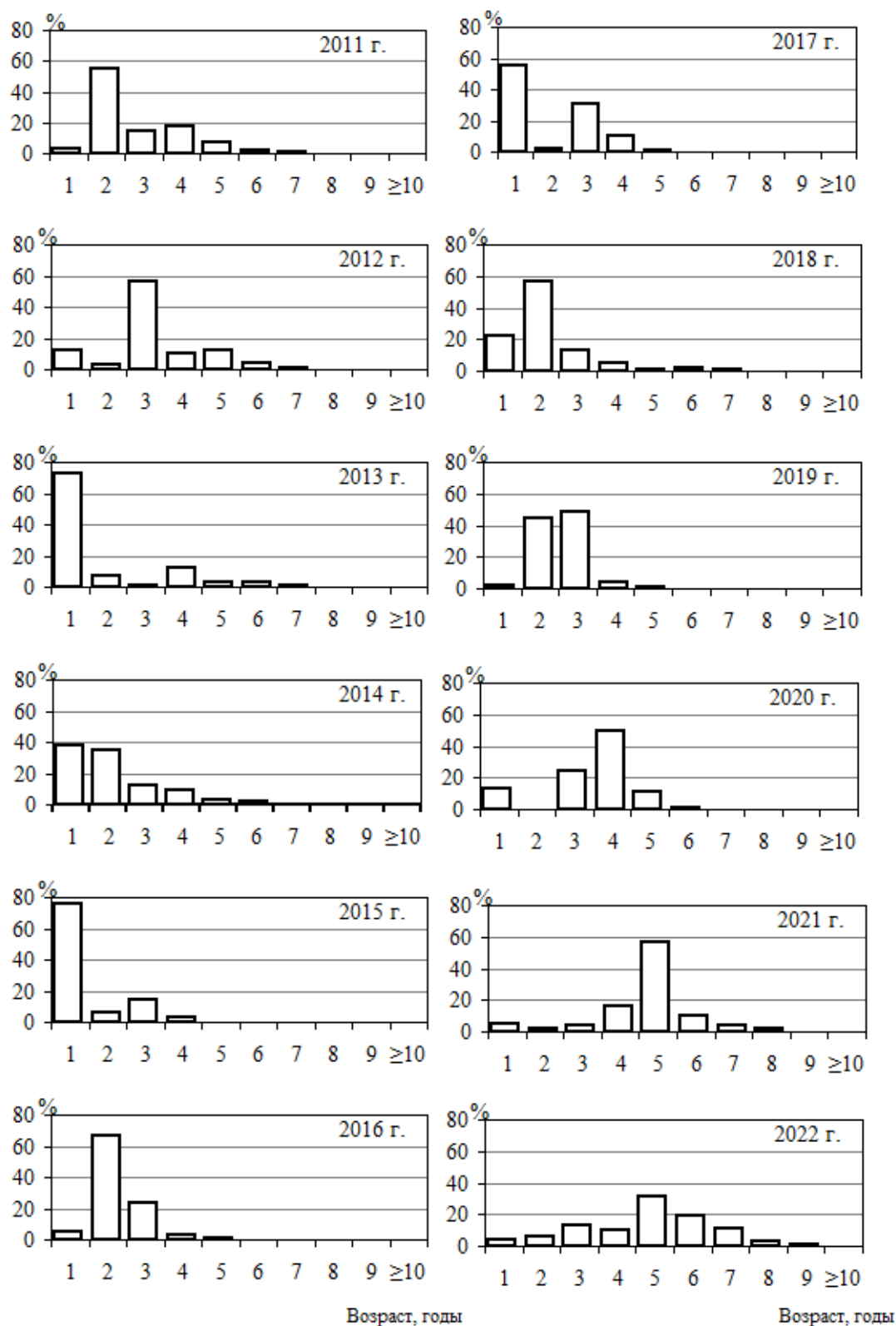


Рисунок 6.5. – Возрастной состав минтая в ЮКР в 2011–2022 гг.

Поколения 2012 и 2014 гг. рождения были оценены как урожайные, а 2013 г. рождения – как среднеурожайное.

Во второй половине 2010-х гг. появилось всего 2 урожайных поколения, а тенденция сокращения биомассы в тихоокеанских водах усилилась. Так, в летний период 2016 г. в этом районе была учтена 461 тыс. т минтая, что указывает на то, что общий запас в ЮКР был на уровне выше среднего. Минимум был отмечен в 2018 г. (214 тыс. т), что, скорее всего, было связано с недоучетом запасов в 12-мильной зоне. Также это помешало оценить в полном объеме численность поколения 2017 года рождения, которое в последующие годы прослеживалось как урожайное. В 2017 г. численность годовиков составляла 2,8 млрд экз., что также позволяет оценивать поколение 2016 года рождения как урожайное. Эти поколения доминировали в структуре запасов все последующие годы (рис. 6.5).

Заметно, что в рассмотренные годы численность поколения в тихоокеанских водах снижалась по достижению возраста 4 года, что связано с миграцией части впервые созревающего минтая на охотоморскую сторону ЮКР (рис. 6.3). Выше было показано, что в зимне-весенний период минтай начинает перемещаться в охотоморские воды с 3-годовалого возраста. В отсутствии новых урожайных поколений после 2017 г., значительная часть минтая 2016–2017 годов рождения в возрасте 4–6 лет мигрировала на охотоморскую сторону ЮКР, за счет чего в тихоокеанских водах численность и биомасса снизились до уровня ниже среднего, а возрастной состав минтая в эти годы был не характерным для тихоокеанских вод и отличался низкой долей 1–3-годовиков (11–23 %).

По данным съемок, проведенных с полным охватом акватории ЮКР, доля 3-годовиков с охотоморской стороны района составляет около 25 %, а 4-годовиков и старше – 53–63 %, т.е. недоучет по численности в каждой возрастной группе при проведении съемки только в тихоокеанских водах составляет более половины (табл. 6.1). В 2010-е гг. биомасса минтая с охотоморской стороны варьировала в пределах 28–50 % от общего

учтенного в ЮКР запаса и в настоящее время за счет низкой численности молоди, вероятнее всего, находится на верхнем пределе. Осредненная численность возрастных групп также демонстрирует, что по сравнению с периодом, когда запасы минтая находились на низком уровне (1999–2005 гг.), и периодом роста численности (2006–2010 гг.), в 2010-е гг. численность 1–2-годовиков была на среднем уровне, а 3–4-годовиков – немного выше за счет вступивших в запас урожайных поколений предыдущего периода высокой численности (рис. 6.6). Следовательно, если в 2022 г. с тихоокеанской стороны было учтено 251,5 тыс. т минтая, то суммарно в ЮКР биомасса минтая составляет около 500 тыс. т и оценивается на среднем уровне.

Таблица 6.1.

Соотношение численности минтая с тихоокеанской и охотоморской сторон южных Курильских островов в весенний период

Подрайон ЮКР	Тихоокеанский	Охотоморский
Возраст, годы	Численность, %	
1	99,5	0,5
2	91,3	8,7
3	75,2	24,8
4	42,8	57,2
5	36,6	63,4
6	40,9	59,1
7	44,4	55,6
8	46,8	53,2
9	37,2	62,8
≥10	40,4	59,6

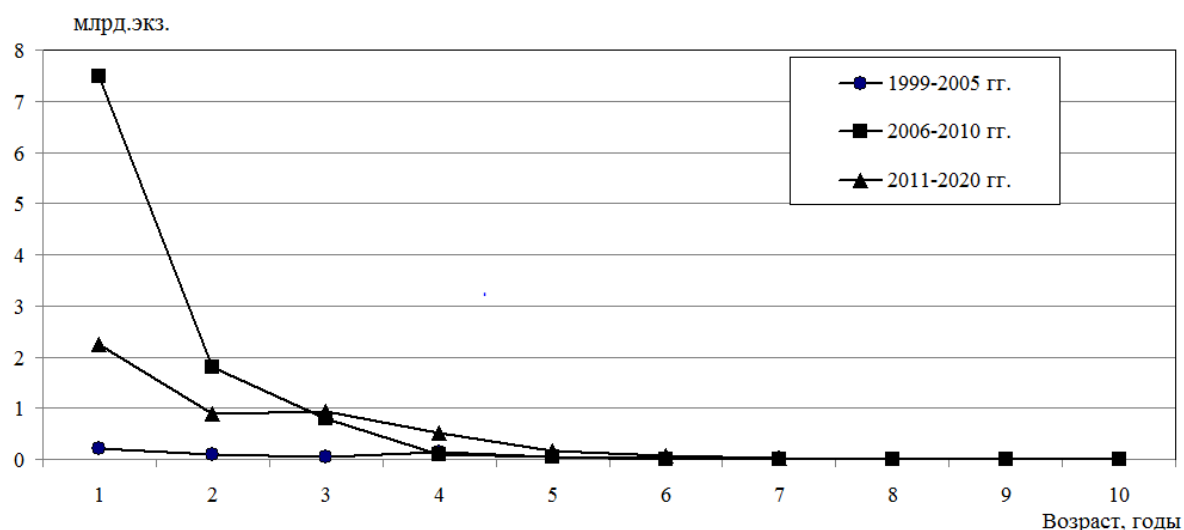


Рисунок 6.6. – Численность возрастных групп минтая, осредненная по периодам.

6.3 Промысел и прогнозирование запасов в 1990-е– начале 2020-х гг.

С 1991 г. с годичной заблаговременностью прогнозы ОДУ стали ежегодно корректироваться по результатам исследований и хода промысла в сторону уменьшения. Так, на 1991 г. первоначальный вариант для Океанской подзоны был 350 тыс. т., затем было 2 уточнения – 300 и 285 тыс. т. Несмотря на это, в 1991-1993 гг. ОДУ осваивался только на 35-58 %. Фактический суммарный вместе с Японией вылов значительно сократился, в 1991 г. он составлял 233 тыс. т, в 1993 г. – 95 тыс. т. Минимальный уровень освоения отмечался в 1995 г. – 5,1 % от ОДУ 90 тыс. т., а минимум вылова пришелся на 1995–1997 г. – 3–5 тыс. т, которые добывались уже не в режиме спецпромысла, а в качестве прилова. Рекомендуемые объемы ОДУ, ориентируясь на достигнутый вылов, снизились к 1997 г. до 10 тыс. т. Японские рыбаки продолжали в эти годы облавливать преднерестовую рыбу в Кунаширском проливе в объеме 16–19 тыс. т.

Исходная информационная база для прогнозирования в 1990-е гг. фактически отсутствовала, поэтому ОДУ устанавливался экспертно. В эти годы звучала мысль о том, что при таком депрессивном состоянии запасов минтая в ЮКР промысел необходимо закрывать, но поскольку этот ресурс

является трансграничным с Японией, смысла в односторонних запретительных мерах нет.

В 1998–1999 гг. промысел у южных Курильских островов активизировался, вылов составил 12 и 25,6 тыс. т при ОДУ соответственно 25 и 30 тыс. т (рис. 6.1). ОДУ на эти годы был увеличен в связи с ростом объемов нереста, а конкретно с количеством икры по данным съемки СахНИРО в Южно-Курильском проливе в 1996 г. Промысел велся преимущественно в Кунаширском проливе на преднерестовых скоплениях, следовательно, рост биомассы минтая в конце 1990-х гг. произошел прежде всего за счет зимне–нерестящегося минтая (Ovsyannikova, 2003). В эти годы рекомендации к промысла давались с учетом того, что, несмотря на общность запасов России и Японии, промысел взаимно не регламентируется, поэтому нет никаких оснований для ограничений российского вылова. Интерес науки и промышленности к минтаю Южно-Курильской зоны в конце 1990-х гг. также был вызван и тем, что в эти годы в северной части Охотского моря наблюдался исторический минимум запасов минтая (Авдеев и др., 2001, 2005; Овсянников и др., 2013).

В 2000-е гг. благодаря ежегодному проведению ихтиопланктонных и траловых съемок появилось необходимое информационное обеспечение для расчетов биостатистическим (когортным) методом. По материалам, накопленным за 1999–2003 гг., на 2005 и последующие годы величина промыслового запаса рассчитывалась по этой методике до 2017 г. включительно, в период после 2017 г. – методами математического моделирования, подробно изложенными в главе 1 (Овсянникова, 2012а; Овсянникова, Овсянников, 2022).

Промысловые данные при отсутствии съемок на всей акватории ЮКР дополняют недостающую информацию о состоянии запасов. На рисунке 6.7 представлен вылов минтая и его структура с 1998 г., год вступления урожайного или среднеурожайного поколения в промысел обозначен сверху над выловом. До 2008 г. вылов минтая в Южно-Курильской зоне варьировал

в пределах 7,5–42,2 тыс. т с минимумом в 2005 г., а ОДУ снижался с 50 тыс. т. в 2000 г. до 10,0–12,1 тыс. т в 2004–2008 гг. В промысловых уловах доминировали поколения 1995, 1999 и 2003 годов рождения. С началом вступления в промысловый запас серии урожайных поколений 2005–2009 гг. рождения вылов и ОДУ поступательно увеличились к 2012 г. соответственно до 115,4 и 100,0 тыс. т.

Освоение ОДУ в период 2009–2013 гг. было на высоком уровне и в среднем составляло 88,5 %. В 2014–2018 гг. вылов снизился до 69,9–87,0 тыс. т, как и уровень освоения ОДУ (74,4–82,7 %). В этот период в промысел вступали поколения 2012–2014 годов рождения. Некоторое снижение промысловых показателей и их межгодовая изменчивость были связаны с тем, что после резкого всплеска численности во второй половине 2000-х гг. поколения 2010–2011 годов рождения были неурожайными, а минтай 2005–2009 гг. начал постепенно выбывать из запаса. В 2019–2021 гг. ОДУ был увеличен в связи с ожидаемым вступлением в промысел урожайных поколений 2016–2017 гг. рождения до 95,9–116,7 тыс. т, а освоение на уровне более 90 % подтвердило эти расчеты. Около 20 % уловов в 2019–2020 гг. составлял минтай 2012–2014 гг. рождения, а в 2021 г. эти поколения практически выбыли из промыслового запаса.

По обобщенным за весь период данным доля впервые созревающего минтая (3–4-годовики) по численности в вылове была высокой при любом состоянии запасов и в среднем за все годы составляла 46,3 % (рис. 6.7 Б). При низком уровне она в среднем была 30,3 %, но в годы вступления в промысловую часть среднеурожайных поколений достигала 42,8–72,4 %. С 2009 г. доля молодежи в уловах увеличилась в среднем в 2 раза (63,6 %), а в некоторые годы достигала 77–79 %. Неполовозрелые рыбы в уловах были представлены 2-годовиками, доля которых практически во все годы была малозаметной. Но в 2015 и 2019 гг. на эту группу приходилось соответственно 14,4 и 23,4 %, что было связано с высокой численностью 2-годовиков 2014 и 2017 годов рождения. 5–7-годовики – это в основном

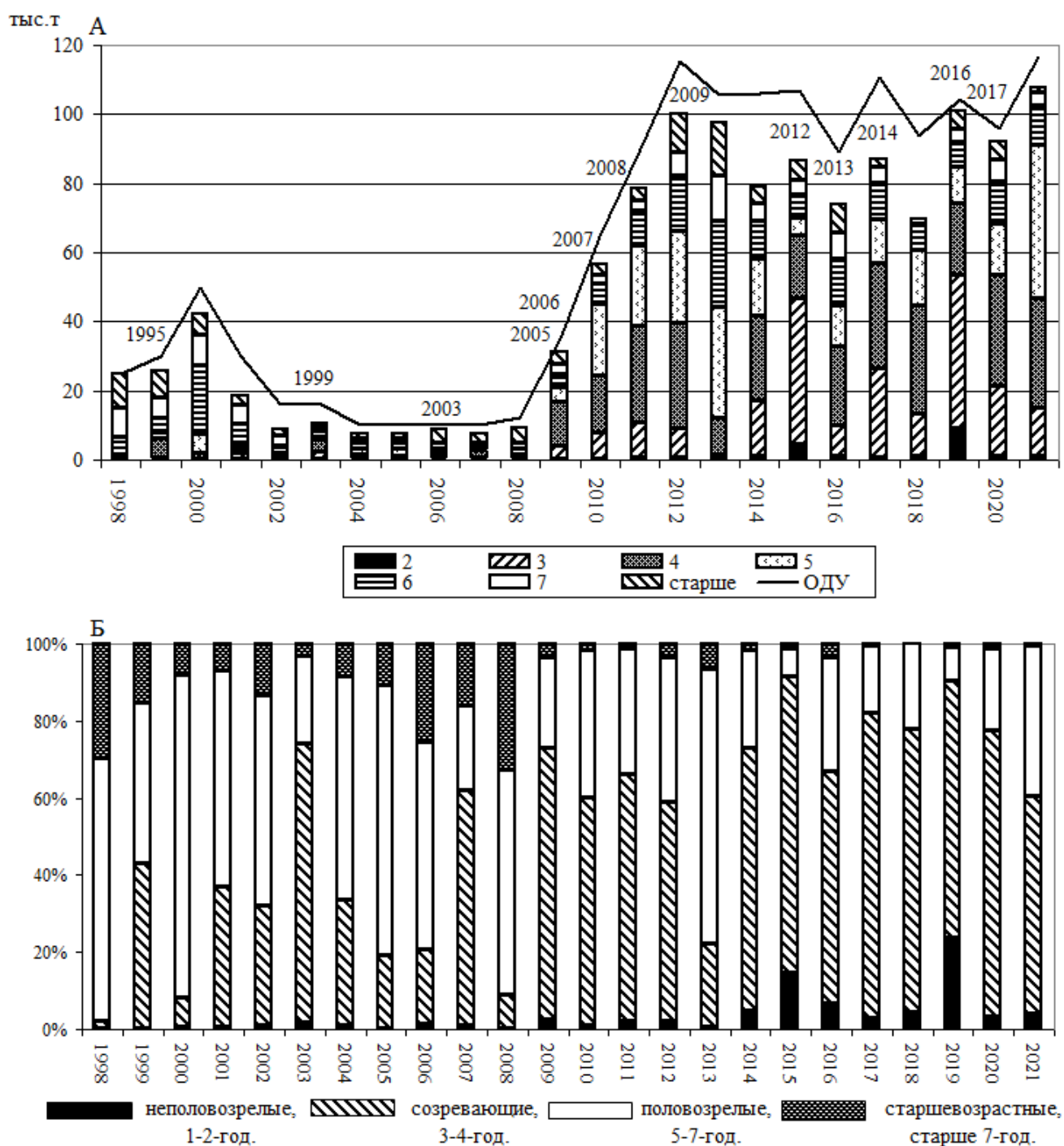


Рисунок 6.7. – ОДУ и возрастной состав уловов минтая по биомассе (А) и численности (Б) в Южно-Курильской зоне в 1998–2021 гг.

Примечание: цифрами обозначены годы рождения урожайных и среднеурожайных поколений.

половозрелые рыбы, составляющие основу нерестового запаса. До 2009 г. на них приходилось в среднем 53,5 % уловов, с 2009 по 2015 г. – 38,1 %, а со

второй половины 2010-х гг. их доля сократилась до 20,9 %. Аналогичная ситуация наблюдалась и со старшевозрастной рыбой (8-годовики и старше), когда при высоком и среднем уровнях их доля сокращалась, в то время как при низком уровне запасов 15,7 % вылова приходилось на крупный минтай.

Таким образом, структура вылова при разном состоянии запасов минтая в ЮКР существенно различалась. С ростом биомассы и вылова минтая наблюдалось омоложение возрастного состава уловов, что в первую очередь было связано с появлением урожайных поколений. Особенностью формирования промыслового запаса в ЮКР является то, что при среднем и высоком уровнях численности минтая его основу составляют впервые созревающие особи в возрасте 3–4 года.

Также на состав уловов влияли место, время и организация промысла. До 2009 г. промысел велся преимущественно в период образования преднерестовых скоплений и нереста минтая (рис. 6.8). В 1999–2008 гг. в ноябре-январе вылавливалось в среднем 43,6 % годового вылова, а на декабрь приходилось около четверти вылова. Промысел был направлен на вылов крупной половозрелой рыбы, которая образовывала плотные скопления в Кунаширском проливе, и выработку икорной продукции. В зал. Простор сочетание задевистых грунтов и извилистых изобат ограничивает стабильный промысел на преднерестовых скоплениях, которые минтай образует, начиная с декабря. На остальной акватории ЮКР скопления половозрелого минтая были более разреженные, а промысел велся эпизодически. С ростом запасов в 2010-е гг. промысел минтая сместился на нагульный период – с мая по октябрь. Наиболее результативный промысел ведется в июне-сентябре, когда добывается в среднем 47,7 % годового вылова. Основным районом промысла стали тихоокеанские воды ЮКР, где минтай образует скопления от островов Малой Курильской гряды до о. Уруп. В нерестовый период вылов сократился и составляет в среднем 21,7 % от годового.

Одним из самых важных промысловых показателей, который отражает состояние запасов объекта промысла, является вылов за судо–сутки лова (рис. 6.9). Минимальные величины суточного вылова как у крупнотоннажного (КТФ), так и у среднетоннажного (СТФ) флота наблюдались до 2009 г. Затем в 2009–2013 гг. у КТФ отмечалось резкое увеличение вылова до 62–76 т/судо–сутки., а у СТФ уловы постепенно выросли до 31–43 т/судо–сутки. В 2014–2018 гг. в соответствии с состоянием запасов было небольшое снижение, а с 2019 г. промысловые показатели резко пошли вверх, достигнув максимума в 2021 г.: у КТФ – 103,7, у СТФ – 77,1 т/судо–сутки. Конечно, динамика промысловых показателей в первую очередь была обусловлена состоянием запасов минтая. Однако помимо этого фактора на результативность промысла заметное влияние оказывала и его организация, при этом росту показателей способствовали несколько факторов. В немалой степени рост уловов на – в 2019–2021 гг. был связан со сдачей уловов на береговые предприятия в живом, свежем и охлажденном виде. Это позволяло учитывать весь улов, в том числе и молодь, которая в дальнейшем также шла в переработку. Параллельно в эти годы происходило переоснащение судов с разноглубинных на пелагические тралы типа «Атлантика», а также появление на промысле минтая у южных Курильских островов среднетоннажных рыболовных судов наливного типа с охлаждаемыми танками, вместимость резервуаров которых составляет 500–2200 т. В совокупности с тем, что в последние годы в ЮКР были запущены современные рыбоперерабатывающие заводы, это привело к росту показателей. Таким образом, если в начале 2010-х гг. рост показателей работы флота на промысле минтая был связан с ростом запасов, то в конце этого десятилетия суточные уловы росли на фоне среднего уровня запасов в связи с модернизацией флота и орудий лова.

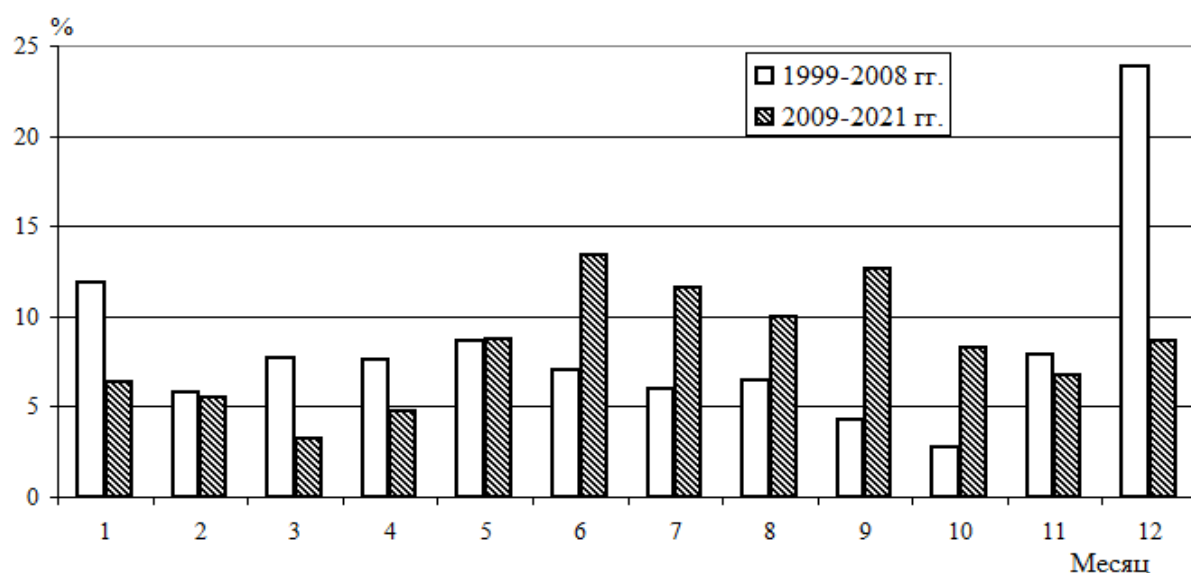


Рисунок 6.8. – Осредненный вылов минтая по месяцам в Южно-Курильской зоне.

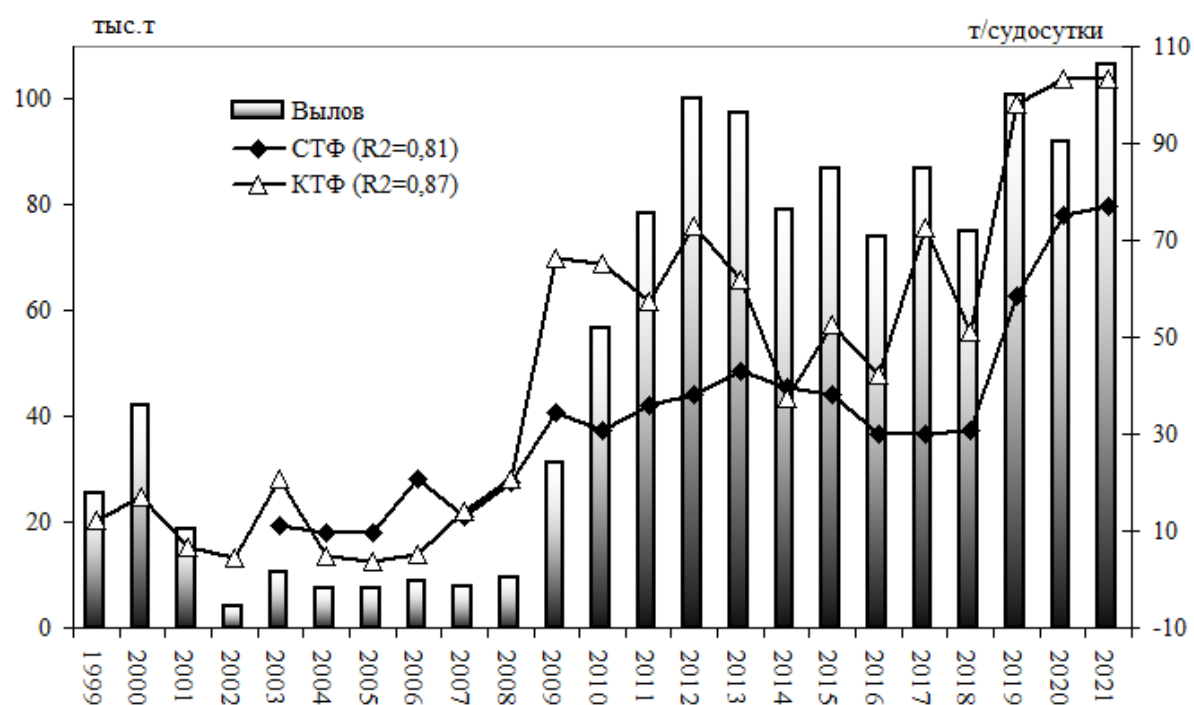


Рисунок 6.9. – Вылов минтая и суточные уловы по группам флота в Южно-Курильской зоне в 1999–2021 гг.

6.4 Рекомендации по рациональному использованию запасов

Итак, основными особенностями формирования запасов минтая Южно-Курильской зоны являются:

- структура запаса представлена минтаем трех популяций;
- высокая доля молоди, так как здесь находится выростная зона трех популяций;
- в районе нерестится минтай двух популяций (Кунаширского пролива и зал. Простор), образуя скопления в осенне-зимний и зимне-весенний период, после чего значительная часть производителей мигрирует за его пределы на нагул в Охотское море;
- после нереста через ЮОКР проходят производители популяции Вулканического залива и частично нагуливаются в его пределах;
- район находится на стыке бореальной и субтропической зон, что обуславливает высокую изменчивость численности минтая в зависимости от климато-океанологических условий.

Исходя из этих особенностей для рационального использования запасов минтая Южно-Курильской зоны необходимо следующее.

1. Проводить оценку запасов с учетом функциональной структуры трех популяций. А именно:

- учет запасов зимне-нерестящегося минтая проводить в Кунаширском проливе и прилегающих к нему второстепенных нерестилищах в период образования преднерестовых скоплений и до закрытия нерестилища дрейфующими льдами в конце декабря – первой половине января. Работы целесообразно вести на промысловых судах, работающих на специализированном траловом промысле с последующим расчетом численности и биомассы минтая площадным методом;
- учет запасов весенне-нерестящегося минтая проводить в зал. Простор и прилегающих к нему второстепенных нерестилищах в период массового нереста в последней декаде марта – первой декаде апреля во время проведения комплексной съемки ТИНРО;

- учет пополнения с оценкой урожайности поколений проводить во время проведения весенней комплексной съемки, когда молодь распределяется равномерно на тихоокеанском шельфе и свале о. Итуруп;

- учет численности и биомассы минтая, мигрирующего из зоны Японии на нагул, проводить на промысловых судах, работающих в июне-сентябре на специализированном траловом промысле в районе Малой Курильской гряды, или организовать сбор информации по составу и величине уловов сотрудником ТИНРО станции «Океаническая», с последующим расчетом численности и биомассы минтая площадным методом;

- с учетом длительного периода низкого уровня запасов, наблюдавшегося в 1990-е – первой половине 2000-х гг., и для оценки их современного состояния необходимо продолжать ежегодный мониторинг. Комплексные съемки следует проводить разными методами – акустическую съемку в сопровождении контрольных тралений ежегодно, так как она позволяет охватить максимальную площадь района и оценить биомассу минтая, и один раз в 3–4 года тралово-акустическую и ихтиопланктонную съемки параллельно, так как в сумме они дают представление о структуре запаса и интенсивности нереста минтая.

2. Прогнозирование состояния запасов проводить дифференцированно для трех популяций, составляющих общую промысловую биомассу минтая в ЮКР, применяя методы, основанные на данных как комплексных съемок, так и промысловой статистики, т. е. биостатистический когортный метод и методы математического моделирования, и определяя ОДУ с учетом результатов каждого из них.

3. Внести следующие предложения для внесения в Правила рыболовства:

- ввести запретные сроки для специализированного промысла минтая на период массового нереста в центрах размножения популяций, в Кунаширском проливе с 20 января по 10 февраля, в зал. Простор с 20 марта по 10 апреля;

- оперативно закрывать для специализированного промысла район обитания молоди в тихоокеанской подзоне Южно-Курильской зоны, ограниченный координатами 44°34 с.ш. 147 °13 в.д, 44°16 с.ш. 147 °42 в.д, 45°10 с.ш. 148 °53 в.д, 45°19 с.ш. 148°42 в.д и далее по береговой линии в начальную точку (рис. 6.10).

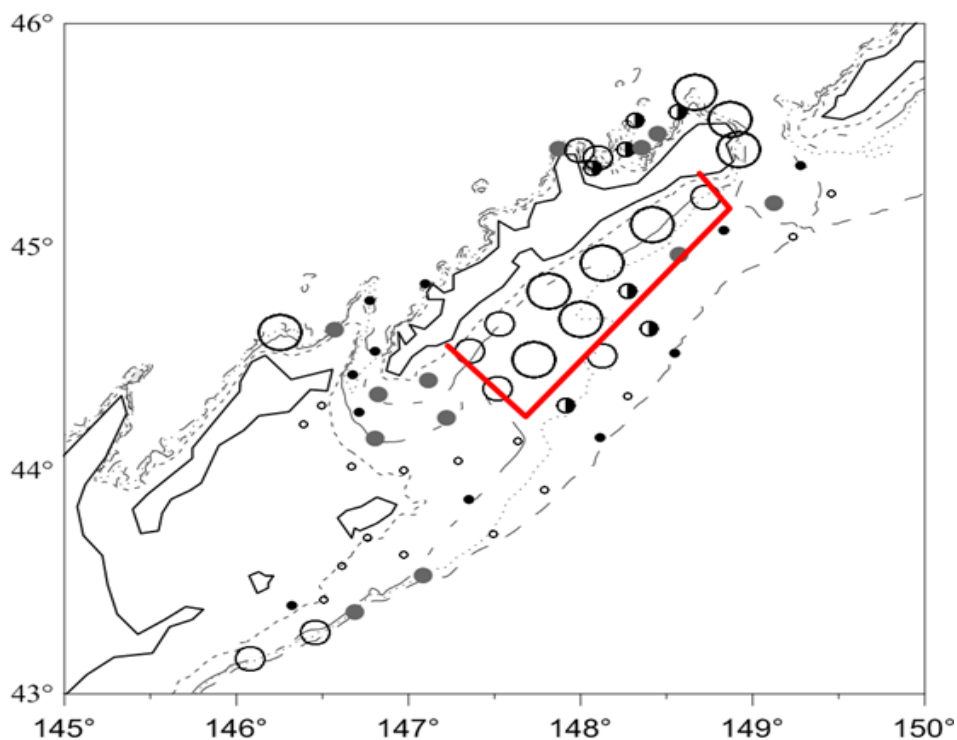


Рисунок 6.10. – Распределение молоди минтая на примере 3-годовиков урожайного поколения 2009 г. рождения

Эту меру необходимо вводить при появлении урожайного поколения до возраста начала созревания 3 года, т. е. на 2 года или больше при появлении нескольких урожайных поколений.

Предложенные методы и сроки оценки численности и биомассы будут давать комплексное представление о состоянии трех популяций, формирующих ресурсы минтая у южных Курильских островов, а прогнозирование на основе различных данных и методических подходов вкупе с мерами регулирования промысла позволят поддерживать вылов на среднем и высоком уровне, сводя к минимуму снижение запасов по антропогенным причинам.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследования, основанного на многолетних данных, была уточнена функциональная структура ареала минтая в ЮКР и тихоокеанских водах Японии.

В регионе функционируют три центра нереста минтая – в Вулканическом заливе, Кунаширском проливе и зал. Простор. Сроки массового нереста минтая в этих центрах закономерно смещаются с юго-запада на северо-восток от осенне-зимнего к зимнему и зимне-весеннему периодам, а его продолжительность сокращается от 2,5 мес. в Вулканическом заливе до 2,0 мес. в Кунаширском проливе и 1,5 мес. в зал. Простор. Прилегающие к центрам акватории по течению от них являются второстепенными районами нереста минтая, где икрометание наблюдается только при достижении среднего и выше уровня численности производителей.

Два центра нереста в юго-западной части региона (Вулканический залив и Кунаширский пролив) расположены в низкобореальной подзоне, а северо-восточная часть, где находится центр нереста в зал. Простор – в высокобореальной подзоне северной умеренной зоны, что определяет разные условия и стратегии нереста минтая в их пределах. В юго-западной части региона нерест идет по стратегии «на похолодание», когда в осенний период со сменой муссона происходит замена вод субтропического происхождения на субарктические, а развитие нерестовой активности минтая идет на фоне понижения температуры с окончанием на пике выхолаживания вод. В северо-восточной части региона нерест идет по стратегии «на потепление», когда начало икрометания и массовый нерест приходится на пик выхолаживания вод, а его окончание и развитие основной части выметанной икры проходит на фоне повышения температуры с началом весеннего прогрева. В каждом из центров нереста сроки, продолжительность икрометания, а также стратегии нереста обусловлены сезонными особенностями гидрологического режима и сроками начала весенней вспышки цветения фитопланктона.

Скопления икры, личинок и сеголеток минтая разобщены пространственно, а особенности распределения и выживаемость минтая на этих этапах жизненного цикла связаны с наличием циркуляций на самом нерестилище или шельфовых участков по течению от них. Годовики из трех центров нереста образуют скопление на шельфе с тихоокеанской стороны о. Итуруп, где держатся до возраста полового созревания. У половозрелого минтая годовой цикл определяется сроками наступления нерестового периода в трех центрах размножения и нагульными миграциями. Основная часть производителей совместно нагуливается в Охотском море.

Исходя из анализа условий обитания, экологии нереста и функциональной структуры ареала минтай в ЮКР и тихоокеанских водах Японии представлен тремя популяциями: Вулканического залива, Кунаширского пролива и зал. Простор. Две первые популяции относятся к южному типу с нерестом с осенне-зимний период, а популяция зал. Простор – к северному типу с нерестом в зимне-весенний период.

На основе полученных результатов о распределении и миграциях минтая трех популяций в течении жизненного цикла можно рекомендовать подходы к рациональной эксплуатации его запасов в Южно-Курильской зоне. Оценку запасов проводить с учетом функциональной структуры ареалов минтая трех популяций. Прогнозирование состояния запасов проводить дифференцированно для трех популяций, составляющих общую промысловую биомассу минтая в ЮКР. Внести предложения для изменения Правил рыболовства: о запретных сроках для специализированного промысла минтая на период массового нереста в центрах нереста популяций в ЮКР; о закрытии для специализированного промысла района обитания молоди в Южно-Курильской зоне в годы появления урожайных поколений на период до начала их созревания. Совокупность предложенных мер регулирования промысла и различных подходов к оценке и прогнозированию запасов минтая в ЮКР будет минимизировать риски их снижения за счет антропогенных факторов.

ВЫВОДЫ

1. У южных Курильских островов и тихоокеанского побережья Японии функционируют три центра нереста минтая – в Вулканическом заливе, Кунаширском проливе и зал. Простор, изолированные пространственно и сроками массового нереста, которые с юго-запада на северо-восток смещаются соответственно от осенне-зимнего к зимнему и зимне-весеннему периоду. Акватории, прилегающие к центрам нереста, являются второстепенными нерестилищами, где икрометание наблюдается по достижению среднего и выше уровня численности половозрелых рыб.

2. Особенности нереста минтая в центрах воспроизводства определяются расположением двух из них в зоне влияния вод субтропического, а одного – субарктического происхождения, но во всех трех размножение минтая связано охотоморскими водами. Осенне-зимний и зимний нерест начинается с усилением Восточно-Сахалинского течения и его продолжения Прибрежного Ойясио и идет в условиях снижения температуры поверхностных вод с окончанием в период их максимального охлаждения, а зимне-весенний – начинается в пик выхолаживания с последующим ростом температуры.

3. У южных Курильских островов и в тихоокеанских водах Японии обитает минтай трех популяций: Вулканического залива, Кунаширского пролива и зал. Простор, названным по центрам нереста. Функциональная структура ареала этих популяций сформировалась под влиянием комплекса факторов, основными из которых являются сроки наступления оптимальных для размножения и развития икры гидрологических условий и широтное положение центров нереста, определяющее время вспышки цветения фитопланктона и условия роста минтая на первом году жизни.

4. Выживаемость икры и личинок этих популяций обеспечивается за счет дрейфа на мелководье (Вулканического залива или из Кунаширского пролива в Южно-Курильский), либо их удержания на нерестилище в антициклоническом круговороте (в зал. Простор). В ЮКР сеголетки обитают

там же, где и икра, а из Вулканического залива они выходят в начале лета и мигрируют вдоль тихоокеанского побережья о. Хоккайдо. Выростная зона молоди с тихоокеанской стороны о. Итуруп и нагульный ареал половозрелого минтая в Охотском море едины для трех популяций.

5. Пространственное распределение принципиально различается у следующих групп минтая: у сеголеток из трех центров нереста, которые обитают отдельно друг от друга до осенне-зимнего периода первого года жизни; у неполовозрелого минтая, который образует смешанные скопления с тихоокеанской стороны на шельфе и свале у о. Итуруп; у созревающего минтая, который в нерестовый период начинает мигрировать к нерестилищам, а в нагульный – образует скопления с неполовозрелой рыбой; у половозрелых рыб, распределение которых определяется нерестовыми миграциями к трем центрам воспроизводства и нагульными – в Охотское море. В зимне-весенний период минтай обитает в выхоложенных шельфовых и промежуточных водах, а в летне-осенний опускается в мезопелагиаль, избегая прогретых шельфовых вод и вод субтропического происхождения.

6. Состояние запасов минтая в ЮКР определяется таковыми трех популяций и в настоящее время оценивается на среднем уровне. Численность и биомассу минтая каждой из популяций необходимо оценивать с учетом сроков его размножения: минтая Кунаширского пролива в зимний период (декабрь-январь), минтая зал. Простор в зимне-весенний период (февраль-март). Вклад в общую промысловую биомассу минтая популяции Вулканического залива необходимо оценивать в нагульный период (июнь-сентябрь), когда наблюдается максимальный масштаб миграций минтая в воды России. Для рационального использования ресурсов минтая Южно-Курильской зоны прогнозирование их состояния и определение общего допустимого улова (ОДУ) необходимо вести для популяций отдельно с учетом состояния запасов каждой из них.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Авдеев Г.В., Овсянников Е.Е., Овсянникова С.Л. Опыт применения ихтиопланктонного метода для оценки запасов минтая Охотского моря //Проблемы изучения, сохранения и восстановления водных биологических ресурсов в XXI веке: мат-лы междунар. науч.-практ. конф. — Астрахань: КаспНИРХ, 2007. — С. 21–23.

Авдеев Г.В., Овсянников Е.Е., Овсянникова С.Л., Жигалов И.А. Некоторые особенности нереста североохотоморского минтая в 2004–2006 гг. //Изв. ТИНРО. — 2008а. — Т. 152. — С. 80–98.

Авдеев Г.В., Овсянникова С.Л., Овсянников Е.Е. Результаты оценки запаса минтая в северной части Охотского моря по ихтиопланктонной съемке в 2004 г. //Вопр. рыб-ва. — 2005. — Т. 6, № 2. — С.298–325.

Авдеев Г.В., Смирнов А.В., Фронек С.Л. (Овсянникова С.Л.) Основные черты динамики численности минтая в северной части Охотского моря в 90-е гг. //Изв. ТИНРО. — 2001. — Т.128. — С. 207–221.

Авдеев Г.В., Овсянникова С.Л., Овсянников Е.Е., Фигуркин А.Л. Особенности и условия нереста минтая у южных Курильских островов в 2007 г. //Современное состояние водных биоресурсов: мат-лы науч. конф., посвящ. 70-летию С.М. Коновалова. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2008б. — С. 13–17.

Аксютин З.М. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях: моногр. — М.: Пищ. пром-сть, 1968. — 288 с.

Алексеев Ф.Е., Алексеева Е.И. Определение стадий зрелости гонад и изучение половых циклов, плодовитости, продукции икры и темпа полового созревания у морских промысловых рыб: метод. пособие — Калининград: АтлантНИРО, 1996. — 75 с.

Андрияшев А.П. Рыбы северных морей СССР: моногр. — М.; Л.: АН СССР, 1954. — 566 с.

Анцулевич А.Е. Гидроиды шельфа Курильских островов: моногр. — Л.: ЗИН АН СССР, 1987. — 165 с.

Анцулевич А.Е., Бобков А.П. Океанологические основы биогеографического районирования Южно-Курильского района //Океанол. — 1992. — Т. 32, вып. 5. — С. 910–916.

Бабаян В.К. Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ). Анализ и рекомендации по применению: моногр. — М.: ВНИРО, 2000. — 192 с.

Бабаян В.К., Бобырев А.Е., Булгакова Т.И. и др. Методические рекомендации по оценке запасов приоритетных видов водных биологических ресурсов. — М.: ВНИРО, 2018. — 312 с.

Баранов Ф.И. К вопросу о биологических основаниях рыбного хозяйства //Бюл. рыб. хоз-ва. — 1925. — № 8. — С. 26–38.

Бобков А.А. О внутрисезонной изменчивости течения Соя в районе южных Курильских островов //Вестн. ЛГУ. — 1990. — Сер. 7, вып. 2. — С. 531–535.

Бобков А.А. Течение Соя и его место в системе вод Южно-Курильского района //Изв. РГО. — 1992. — Т. 124, вып. 5. — С. 461–469.

Бобков А.А. Течение Соя: биогеографический аспект //Общие вопросы морской биогеографии: Памяти академика О.Г. Кусакина. — Владивосток: Дальнаука, 2004. — С. 182–199.

Богданов К.Т., Мороз В.В. Структура, динамика и гидролого-акустические характеристики вод проливов Курильской гряды. — Владивосток: Дальнаука, 2000. — 152 с.

Булатов Н.В. Структура и изменчивость зоны взаимодействия Куроисио и Ойясио по результатам анализа спутниковых изображений моря : дис. ... канд. геогр. наук. — Владивосток : ТИНРО, 1994. — 35 с.

Булатов Н.В., Лобанов В.Б. Исследование мезомасштабных вихрей восточнее Курильских островов по основным метеорологическим

спутниковым данным //Исслед. Земли из Космоса. — 1983. — № 3. — С. 40–47.

Булатов О.А. Икра и личинки минтая в восточной части Берингова моря //Популяционная структура, динамика численности и экология минтая. — Владивосток: ТИНРО, 1987. — С. 100–114.

Булатов О.А. Минтай (*Theragra chalcogramma*) Берингова моря: размножение, запасы и стратегия управления промыслом : автореф. дис. ... д-ра. биол. наук. — Москва, 2004. — 50 с.

Булатов О.А. Вертикальное распределение икры и личинок минтая //Вопр. рыб-ва.— 2017. — Т. 18, № 3. — С. 269–285.

Булатов О.А. Размножение, запасы и промысел минтая в Японском море //Вопр. рыб-ва. — 2024. — Т. 25, № 2 . — С. 7–32.

Бурков В.А. Общая циркуляция Мирового океана: моногр. — Л.: Гидрометеиздат, 1980. — 254 с.

Буслов А.В. Бирюков И.А., Василец П.М. и др. Промысел биоресурсов в водах Курильской гряды: современная структура, динамика и основные элементы. — Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2013. — 264 с.

Великанов А.Я. Сырьевые ресурсы морских рыб Сахалина и Курильских островов: состав, современное состояние запасов, их многолетняя изменчивость //Изв. ТИНРО. — 2002. — Т. 130. — С. 1122–1139.

Великанов А.Я., Мухаметов И.Н., Шевченко Г.В. и др. Сезонная и межгодовая вариабельность видового состава рыб из донных сетей в российских водах Кунаширского пролива //Изв. ТИНРО. — 2023. — Т. 203, вып. 1. — С. 109–126.

Волвенко И.В. Проблемы количественной оценки обилия рыб по данным траловой съемки //Изв. ТИНРО. — 1998. — Т. 124. — С. 473–500.

Гершанович Д.Е., Елизаров А.А., Сапожников В.В. Биопродуктивность океана: моногр. — М.: Агропромиздат, 1974. — 488 с.

Горбунова Н.Н. Размножение и развитие минтая *Theragra chalcogramma* (Pallas) //Тр. ИОАН СССР. — Т. 11. — 1954. — С. 132–205.

Добровольский А.Д., Залогин Б.С. Моря СССР : учеб. — М.: МГУ, 1982. — 192 с.

Дулепова Е.П. Сравнительная биопродуктивность макроэкосистем дальневосточных морей: моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2002. — 274 с.

Жигалов И.А. Особенности океанологических условий южно-курильского района в холодное время года на фоне многолетних гидрометеорологических изменений //Изв. ТИНРО. — 2010. — Т. 162. — С. 256–267.

Жигалов И.А., Новиков Ю.В., Самко Е.В., Колосов С.В. Гидрооологические условия в районе южных Курильских островов в период максимального прогрева вод (сентябрь 2000 г.) //Изв. ТИНРО. — 2002. — Т. 130. — С. 117–123.

Жуков Л.А. Основы гидрологического режима Курильского района Тихого океана // Труды Курило-Сахалинской комплексной экспедиции ЗИН-ТИНРО 1947–1949 гг. — М.: Изд-во АН СССР, 1954. — С. 304–390.

Зверькова Л.М. Минтай Южно-Курильского района //Вопр. рыб-ва. — 2008. — Т. 9. — С. 876–886.

Зверькова Л.М. Минтай. Биология, состояние запасов: моногр. — Владивосток: ТИНРО-Центр, 2003. — 247 с.

Зверькова Л.М. Характеристика минтая западной части ареала //Рыбохозяйственные исследования в сахалино-курильском районе и сопредельных акваториях. — Южно-Сахалинск: Сахалин. обл. кн. изд-во, 1999. — С. 7–26.

Зверькова Л.М., Пушников В.В. Распределение пелагической икры минтая в Охотском море //Рыбохозяйственные исследования умеренных вод Тихого океана. — Владивосток : ТИНРО, 1980. — С. 117–123.

Золотов О.Г., Качина Т.Ф., Сергеева Н.П. Оценка запасов восточноооооморского минтая //Популяционная структура, динамика численности и экология минтая. — Владивосток: ТИНРО, 1987. — С. 65–73.

Иванов О.А. Зоогеографическое районирование пелагиали прикурильских и прикамчатских вод на основе ареалов нектона //Изв. ТИНРО. — 2013. — Т. 172. — С. 3–19.

Иванов О.А. Зоогеографическое районирование пелагиали Охотского моря на основе ареалов нектона //Биол.моря. — 2011. — Т. 37, № 4. — С. 235–245.

Иванов О.А. Эпипелагическое сообщество рыб и головоногих моллюсков прикурильских вод Тихого океана в 1986–1995 гг. //Изв. ТИНРО. — 1998. — Т. 124. — С. 3–54.

Истоки Ойясио: моногр. / под ред. В.Р.Фукса, А.Н. Мичурина. — СПб.: СПбГУ, 1997. — 248 с.

Кагановская С.М. Новые данные по минтаю зал. Петра Великого //Изв. ТИНРО. — 1951. — Т. 34. — С. 81–87.

Качина Т.Ф., Сергеева Н.П. Методика расчета нерестового запаса восточнооооотского минтая // Рыб. хоз-во. — 1978. — № 12. — С. 13–14.

Корсунская Г.В. Курильская островная дуга (физико-географический очерк). — М.: Географгиз, 1958. — 222 с.

Кровнин А.С., Зуенко Ю.И., Фигуркин А.Л. и др. Океанологические условия в пределах основного ареала минтая //Тр. ВНИРО. — 2022. — Т. 189. — С. 16–44.

Кузнецов Н.Н. Об оценке запаса североооооморского минтая по результатам икорных съемок 1996 года //Рыб. хоз-во. — 1997. — № 2. — С. 37–39.

Кусакин О.Г., Лукин В.И. Подводный мир Курил: моногр. — Владивосток: Дальнаука, 1995. — 180 с.

Леонов А.К. Региональная океанография. Ч. 1. Берингово, Охотское, Японское, Каспийское, Черное моря: моногр. — Л.: Гидрометеиздат, 1960. — 766 с.

Линдберг Г.У., Легеза М.И. Рыбы Японского моря и сопредельных частей Охотского и Желтого морей. Ч. 2: моногр. — М.; Л.: Наука, 1965. — 394 с. (Определители по фауне СССР, изд. ЗИН АН СССР, т. 84.)

Маркина Н.П., Чернявский В.И. Количественное распределение планктона и бентоса в Охотском море //Изв. ТИНРО. — 1984. — Т. 109. — С. 109–119.

Медведев В.С. Курильские острова //Тихий океан. Берега Тихого океана. — М.: Наука, 1967. — С. 138–145.

Мельников И.В. К методике выполнения крупномасштабных пелагических траловых съемок //Тр. ВНИРО. — 2006. — Т. 146. — С. 118–132.

Мерзляков А.Ю., Василенко А.В. Динамика численности и биомассы основных компонентов нектона эпипелагиали северной части Охотского моря //Изв. ТИНРО. — 2002. — Т. 130. — С. 1171–1187.

Мичурин А.Н., Фукс В.Р. Исследование изменчивости океанологических параметров как условие прогноза промысловой обстановки //География и практика. — Л.: Наука, 1988. — С. 209–226.

Морошкин К.В. Водные массы Охотского моря: моногр. — М.: Наука, 1966. — 67 с.

Муромцев А.М., Гершанович Д.Е. Естественные районы Мирового океана //Биотопическая основа распределения морских организмов: Тр. Всесоюз. гидробиол. о-ва. — М.: Наука, 1986. — Т. 27. — С. 90–108.

Овсянников Е.Е. Оценка урожайности поколений минтая в северной части Охотского моря //Изв. ТИНРО. — 2009. — Т. 157. — С. 64–80.

Овсянников Е.Е., Овсянникова С.Л., Шейбак А.Ю. Динамика и структура запасов минтая в северной части Охотского моря в 2000-е гг. //Изв. ТИНРО. — 2013. — Т. 172. — С. 133–148.

Овсянникова С.Л. Современное состояние запасов и промысел минтая в районе южных Курильских островов //Вопр. рыб-ва. — 2005. —Т. 6, № 2 (22). — С. 346–362.

Овсянникова С.Л. Оценка и прогнозирование запасов минтая южнокурильского района //Изв. ТИНРО. — 2012а. — Т. 170. — С. 45–59.

Овсянникова С.Л. Мониторинг запасов и перспективы промысла минтая в районе южных Курильских островов //Мат-лы XI Всерос. конф. по проблемам рыбопромыслового прогнозирования, посвящ. 150-летию со дня рождения Н.М. Книповича. — Мурманск, 2012б. — С. 144–148.

Овсянникова С.Л., Авдеев Г.В., Овсянников Е.Е., Жигалов И.А. Особенности нереста, распределение и оценка запасов минтая в водах южных Курильских островов в 2006 г. //Изв. ТИНРО. — 2008. — Т. 154. — С. 16–36.

Овсянникова С.Л. Авдеев Г.В., Фигуркин А.Л и др. Нерест минтая и гидрологические условия у южных Курильских островов в марте 2007 г. // Вопр. рыб-ва. — 2010. — Т. 11, № 3 (43). — С. 534–544.

Овсянникова С.Л., Овсянников Е.Е., Пономарев С.С и др. Запасы и промысел минтая в Южно-Курильской зоне в 2011–2012 гг. //Водные биологические ресурсы северной части Тихого океана: состояние, мониторинг, управление: мат-лы Всерос. науч. конф., посвящ. 80-летию юбилею КамчатНИРО. — Петропавловск-Камчатский : КамчатНИРО, 2012. — С. 197–203.

Овсянникова С.Л., Овсянников Е.Е. Современное состояние, особенности формирования и эксплуатации запасов минтая у южных Курильских островов //Тр. ВНИРО. — 2022.— Т. 189. — С. 134–144. DOI: 10.36038/2307-3497-2022-189-134-144

Овсянникова С.Л., Овсянников Е.Е., Кузнецов М.Ю., Сыроваткин Е.В. Развитие методов оценки запасов минтая в районе Южных Курильских островов //Мат-лы VIII междунар. науч.-техн. конф. — Владивосток: Дальрыбвтуз, 2024. — С. 220–224.

Отчет «О рейсе НИС «Профессор Кагановский» по оценке биологических ресурсов в марте–мае 2009 г.» /Архив ТИНРО. № 26859. — Владивосток, 2009. — 405 с.

Отчет «О научно-исследовательской работе на НИС «Профессор Кагановский» в Охотском море и в районе южных Курильских островов по оценке биологических ресурсов в период с 18 марта по 29 мая 2011 г.» /Архив ТИНРО. № 27064. — Владивосток, 2011. — 463 с.

Отчет «О научно-исследовательской работе на НИС «Профессор Кагановский» в Охотском море и в районе южных Курильских островов по оценке биологических ресурсов в период с 20 марта по 5 июня 2012 г.» / рхив ТИНРО. № 27112. —Владивосток, 2012. — 464 с.

Отчет «О научно-исследовательской работе на НИС «Профессор Кагановский» в Охотском море и в районе южных Курильских островов по оценке биологических ресурсов в период с 19 марта по 31 мая 2013 г.» /Архив ТИНРО. № 27399. — Владивосток, 2013. — 396 с.

Отчет «О результатах научно-исследовательских работ по оценке биологических ресурсов в Охотском море, в северо-западной части Тихого океана и в районе южных Курильских островов на НИС «Профессор Кагановский» в период с 17 марта по 31 мая 2015 г.» /Архив ТИНРО. № 27807. — Владивосток, 2016. — 332 с.

Отчет «О результатах научно-исследовательских работ по оценке биологических ресурсов в Охотском море, в северо-западной части Тихого океана и в районе южных Курильских островов на НИС «Профессор Кагановский» в период с 1 апреля по 22 июля 2016 г.» /Архив ТИНРО. № 27954. —. — Владивосток, 2016. — 496 с.

Отчет «О результатах мониторинга промысла состояния запасов, биологии минтая в Южно-Курильском районе и северной части Охотского моря в период работы БАТМ «Бородино» в декабре–мае 2000/2001 г.» / Архив ТИНРО. № 23857. — Владивосток, 2001. — 186 с.

Отчет «О результатах контрольного лова и научно-исследовательских работ НИС «Профессор Кизеветтер» в Беринговом море, водах Восточной Камчатки и Курильских островов за период с 22 апреля по 17 октября 2002 г.» /Архив ТИНРО. № 24271. — Владивосток, 2002. — 117 с.

Отчет «По обеспечению мониторинга и контрольному лову минтая в зоне Южно-Курильская (61.04) на НИС «ТИНРО» в ноябре-декабре 2003 г.» /Архив ТИНРО. № 24819. — Владивосток, 2004. — 152 с.

Парин Н.В., Евсеенко С.А., Васильева Е.Д. Рыбы морей России: аннотированный каталог. — М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2014. — 733 с.

Полутов И.А., Трипольская В.Н. Пелагическая икра и личинки морских рыб у берегов Камчатки //Изв. ТИНРО. — 1954. — Т. 41. — С. 295–308.

Программа комплексных исследований минтая в северной части Тихого океана на 1981-1985 гг., программа КЦП «Восток» /ТИНРО. № 25654. — Владивосток, 1980.

Пушников В.В. Популяционная структура минтая Охотского моря и состояние его запасов: автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Владивосток, 1982. — 23 с.

Радченко В.И., Мельников И.В., Волков А.Ф. и др. Условия среды, состав планктона и nekтона эпипелагиали южной части Охотского моря и сопредельных океанских вод летом //Биол. моря. — 1997. — Т. 23, № 1. — С. 15–25.

Расс Т.С. Значение исследований размножения рыб для оценки возможных уловов //Рыб. хоз-во. — 1953. — № 2. — С. 23–25.

Расс Т.С., Казанова И.И. Методическое руководство по сбору икринок, личинок и мальков рыб. — М.: Пищ. пром-сть, 1966. — 44 с.

Рикер У.Е. Методы оценки и интерпретация биологических показателей популяций рыб: моногр.: пер. с англ. — М.: Пищ. пром-сть, 1979. — 408 с.

Самко Е.В. Фронтальные зоны течения Ойясио и их промыслово-биологическое значение: дис. ... канд. геогр. наук. — СПб.: СПбГУ, 1992. — 289 с.

Самко Е.В., Глебова С.Ю., Новиков Ю.В. Особенности динамики и термики поверхностных вод сахалино-курильского региона в 90-е годы // Изв. ТИНРО. — 1998. — Т. 124. — С. 658–666.

Самко Е.В., Фукс В.Р. Фронтальные зоны в истоках Ойясио // Физическая океанология и проблемы биологической продуктивности. — СПб.: СПбГУ, 1992. — С. 22–41.

Самко Е.В. Новиков Ю.В. Среднемноголетняя геострофическая циркуляция вод южной части Охотского моря // Изв. ТИНРО. — 2003. — Т. 133. — С. 297–302.

Световидов А.Н. Фауна СССР. Рыбы. Т. 9, вып. 4: Трескообразные. — М.; Л.: АН СССР, 1948. — 222 с.

Серобаба И.И. Сведения о популяционной структуре минтая Берингова моря // Вопр. ихтиол. — 1977. — Т. 17, вып. 2. — С. 247–260.

Серобаба И.И. Экология нереста берингоморского минтая // Вопр. ихтиол. — 1974. — Т. 14, вып. 4. — С. 635–648.

Скарлато О.А. Двустворчатые моллюски умеренных широт западной части Тихого океана : моногр. — Л.: Наука, 1981. — 480 с.

Смирнов А.В. К вопросу об иммиграции минтая в тихоокеанские воды южных Курильских островов // Тез. докл. конф. молодых ученых. — Владивосток, 1988. — С. 22–23.

Смирнов А.В. Распределение икры южно-курильского минтая // Популяционная структура, динамика численности и экология минтая. — Владивосток: ТИНРО, 1987. — С. 88–99.

Смирнов А.В., Авдеев Г.В., Николаев А.В., Шевцов В.И. Об оценке запасов охотоморского минтая инструментальными методами // Методические аспекты исследований рыб морей Дальнего Востока: тр. ВНИРО. — 2006. — Т. 146. — С. 257–296.

Старицын Д.К., Фукс В.Р. Синоптическая изменчивость фронтальных зон и разделов в системе вод Ойясио //Вестн. ЛГУ. — 1986. — Сер. 7, вып. 4. — С. 71–81.

Темных О.С. Морфологическая дифференциация минтая в западной части Берингова моря и тихоокеанских водах Камчатки //Вопр. ихтиол. — 1994. — Т. 34. — С. 204–2011.

Темных О.С. Популяционная структура минтая в Охотском море //Рыб. хоз-во. — 1991. — № 6. — С. 28–31.

Темных О.С. Функциональная структура ареала минтая в Охотском море. — Владивосток: ТИНРО, 1990. — 69 с. Деп.во ВНИЭРХ, № 1090-рх90.

Тихий океан. Метеорологические условия над Тихим океаном : моногр. — М.: Наука, 1966. — 398 с.

Удинцев Г.Б. Геоморфология и тектоника дна Тихого океана: моногр. — М.: Наука, 1972. — 394 с.

Удинцев Г.Б. Рельеф Курило-Камчатской впадины //Тр. ИОАНН СССР. — 1955. — Т. 12. — С. 16–61.

Фадеев Н.С. Методика оценки запасов минтая по численности икры и размерно-возрастному составу //Биол. моря. — 1999. — Т. 25, № 3. — С. 246–249.

Фадеев Н.С. Нерестилища и сроки размножения минтая северной части Охотского моря //Популяционная структура, динамика численности и экология минтая. — Владивосток: ТИНРО, 1987. — С. 5–22.

Фадеев Н.С. Промысел, популяционный состав и биология минтая в сахалино-курильско-хоккайдских водах //Изв. ТИНРО. — 2006. — Т. 147. — С. 3–35.

Фадеев Н.С. Биология и промысел минтая Восточно-Корейского залива//Изв. ТИНРО. — 2005. — Т. 142. — С. 113–133.

Фадеев Н.С. Промысел, популяционный состав и биология минтая в сахалино-курильско-хоккайдских водах //Изв. ТИНРО. — 2006. — Т. 147. — С. 3–35.

Фадеев Н.С. Распределение икры и личинок минтая в северной части Охотского моря //Биол. моря. — 1986. — № 6. — С. 15–22.

Фадеев Н.С. Справочник по биологии и промыслу рыб северной части Тихого океана. — Владивосток: ТИНРО-центр, 2005. — 366 с.

Фадеев Н.С. Сроки размножения и нерестовых подходов минтая //Экология, запасы и промысел минтая. — Владивосток: ТИНРО, 1981. — С. 3–18.

Фадеев Н.С., Веспестад В. Обзор промысла минтая //Изв. ТИНРО. — 2001. — Т. 128. — С. 75–91.

Фадеев Н.С., Самко Е.В. Распределение икры минтая в водах южных Курильских островов // зв. ТИНРО. — 2006. — Т. 147. — С. 71–83.

Фадеев Н.С., Смирнов А.В. Оценка численности икры и производителей минтая в северной части Охотского моря //Биол. моря. — 1987. — № 4. — С. 19–25.

Фигуркин А.Л., Жигалов И.А. Гидрометеорологические условия Южно-Курильского района в феврале-марте 2000–2009 гг. //Вопр. промысл. океанологии. — 2010. — Вып. 7, № 1. — С. 34–51.

Чернявский В.И., Жигалов И.А., Матвеев В.И. Океанологические основы формирования зон высокой биологической продуктивности //Гидрометеорология и гидрохимия морей. Т. 9: Охотское море; вып. 2: Гидрохимические условия и океанологические основы формирования биологической продуктивности. — СПб.: Гидрометеиздат, 1996. — С. 157–160.

Чучукало В.И. Питание и пищевые отношения nekтона и nekтобентоса в дальневосточных морях: моногр. — Владивосток: ТИНРО-центр, 2006. — 484 с.

Швыдкий Г.В., Вдовин А.Н., Горбатенко К.М. Динамика упитанности минтая в дальневосточных морях //Изв. ТИНРО. — 1994. — Т. 116. — С. 178–192.

Шмидт П.Ю. Рыбы Охотского моря: моногр. — М.; Л.: АН СССР, 1950. — 370 с.

Шунтов В.П., Волков А.Ф., Ефимкин А.Я. Состав и современное состояние сообществ рыб пелагиали тихоокеанских вод Камчатки и Курильских островов //Биол. моря. — 1988. — № 4. — С. 54–62.

Шунтов В.П. Биология дальневосточных морей России: моногр. — Владивосток: ТИНРО-центр, 2001. — Т. 1. — 580 с.

Шунтов В.П., Волков А.Ф., Темных О.С., Дулепова Е.П. Минтай в экосистемах дальневосточных морей: моногр. — Владивосток: ТИНРО, 1993. — 426 с.

Шунтов В.П., Дулепова Е.П., Темных О.С. и др. Состояние биологических ресурсов в связи с динамикой макроэкосистем в дальневосточной российской экономической зоне //Динамика морских экосистем и современные проблемы сохранения биологического потенциала морей России. — Владивосток: Дальнаука, 2007. — С. 75–176.

Andreev A.G. Investigations into the Soya Current in the Southern Part of the Okhotsk Sea Based on the Satellite Data //Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics. — 2022. — Vol. 58, № 9. — P. 965–974.

Azumaya T., Isoda Y., Noriki S. Modeling of the spring bloom in Funka Bay, Japan //Continental Shelf Research. — 2001. — Vol. 21, Iss. 5. — P. 473–494.

Bakkala R., Maeda T., McFarlane G. Distribution and stock structure of Pollock (*Theragra chalcogramma*) in the North Pacific Ocean //Bull. INPFC. — 1986. — № 45. — P. 3–20.

Dawson P. Walleye pollock stock structure implication from age composition, length-at-age, and morphometric data from the Central and Eastern Bering Sea //Proc. Intern. Symp. Biol. Managem. Walleye Pollock. — Fairbanks, Alaska, 1989. — P. 605–642.

Dawson P.K. Information on the stock structure of Bering Sea pollock //Proc. Intern. Sci. Symp. on Bering Sea Fish. — Khabarovsk, 1990. — P. 65–73.

Dodimead A.J., Favorite F., Hirano T. Salmon of the Pacific ocean. Review of oceanography of the Subarctic Pacific region //INPFC Bul. — 1963. — Vol. 13. — 195 p.

Favorite F., Dodimead A.J., Nasu K. Oceanography of the Subarctic Pacific region, 1960–1971 //INPFC Bul. — 1976. — Vol. 33. — 187 p.

Fox W.W. An exponential yield model for optimizing exploited fish populations //Trans. Am. Fish. Soc. — 1970. — Vol. 99. — P. 80–88.

Funamoto T., Yamamura O., Kono T., Hamatsu T., Nishimura A. Abiotic and biotic factors affecting recruitment variability of walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) off the Pacific coast of Hokkaido, Japan //Fish. Oceanogr. — 2013. — Vol. 22. — P. 193–206.

Hamatsu T., Yabuki K. Spawning migration and spawning ground of walleye pollock *Theragra chalcogramma* distributed along the Pacific coast of eastern Hokkaido //Bull. Hokkaido Natl. Fish. Res. Inst. — 1995. — № 59. — P. 31–41.

Hashimoto R., Koyachi S. Geographical variation of relative growth of walleye pollock *Theragra chalcogramma* (Pallas) //Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab. — 1977. — № 38. — P. 41–74.

Honda S., Oshima T., Nishimura A., Hattori T. Movement of juvenile walleye pollock, *Theragra chalcogramma*, from a spawning ground to a nursery ground along the Pacific coast of Hokkaido, Japan //Fisheries Oceanography. — 2004. — Vol. 13, Is. s1. — P. 84–98

Itoh M., Ohshima K.I. Seasonal Variations of Water Masses and Sea Level in the Southwestern Part of the Okhotsk Sea //Journal of Oceanography. — 2000. — Vol. 56. — P. 643–654.

Iwata M. Population identification of walleye pollock, *Theragra chalcogramma* (Pallas), in the vicinity of Japan //Mem. Fac. Fish. Hokkaido Univ. — 1975. — Vol. 22. — P. 193–258.

Iwata M., Hamai I. Local forms of walleye pollock, *Theragra chalcogramma*, classified by number of vertebrae //Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. — 1972. — Vol. 37, № 10. — P. 1129–1142.

Kono T., Foreman M., Chandler P., Kashiwai M. Coastal Oyashio south of Hokkaido. 34 //Jpn. J. Phys. Oceanogr. — 2004. — Vol. 34. — P. 1477–1494.

Kuroda H., Isoda Y., Hidetaka T., Honda S. Coastal current on the eastern shelf of Hidaka Bay //J. Oceanogr. — 2006. — Vol. 62. — P. 731–744.

Kusaka A., Azumaya T., Kawasaki Y. Monthly variations of hydrographic structures and water mass distribution off the Doto area, Japan //J. Oceanogr. — 2013. — Vol. 69. — P. 295–313.

Kusaka A., Tsuneto O., Azumaya T. et al. Seasonal variations of oceanographic conditions in the continental shelf area off the eastern Pacific coast of Hokkaido. (In Japanese with English abstract //J. Oceanogr. — 2009. — Vol. 18(2). — P. 135–156.

Maeda T. Life cycle and behaviour of adult pollock (*Theragra chalcogramma*) in waters adjacent to Funca Bay, Hokkaido Island //Bull. INPFC. — 1986. — № 45. — P. 39–65.

Maeda T., Nakatani T., Takahashi T., Takagi S. Distribution and migration of adult walleye pollock off Hiyama, southwestern Hokkaido //Proc. Intern. Symp. Biol. Managem. Walleye Pollock. — Fairbanks, Alaska, 1989. — P. 325–347.

Maeda T., Takahashi T., Ueno G. Ecological studies on the Alaska pollock in the adjacent waters at Funka Bay - II, Spawning Season //Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. — 1976. — Vol. 42. — P. 1213–1222.

Miyake H., Hamabayashi K., Ishigame M., Sano M. Recent sharp decrease in Walleye Pollock egg abundance in Nemuro Strait, Hokkaido //Sci. Rep. Hokk. Fish. Exp. St. — 1993. — № 42. — P. 111–119.

Mizuta G., Fukamachi Y., Ohshima K.I., Wakatsuchi M., Structure and Seasonal Variability of the East Sakhalin Current //J. Phys. Oceanogr. — 2003. — Vol. 33. — P. 2430–2445.

Murakami T. Intrusion of Coastal Oyashio Water into the southern part of the Hokkaido //Kaiyo Monthly. — 1984. — Vol. 17. — P. 697–701

Nakatani T. Studies of the early life history of walleye pollock, *Theragra chalcogramma*, in Funka Bay and vicinity, Hokkaido //Memoirs of the Faculty of Fisheries Hokkaido University. — 1988. — Vol. 35. — № 1. — P. 1–46.

Nelson J.S., Grande T.C., Wilson M.V.H. Fishes of the world. — Fifth edition. — Hoboken: John Wiley & Sons, 2016. — 707 p. DOI: 10.1002/9781119174844.

Nishiyama T., Hirano K., Haryn T. The early life history and feeding habits of larval walleye pollock *Theragra chalcogramma* (Pallas) in the southeast Bering Sea //Bull. INPFC. — 1986. — № 45. — P. 177–227.

Nitta A., Sasaki T. Study on stock identification of walleye pollock based on morphometric data // Proc. Intern. Sci. Symp. on Bering Sea Fish. — Khabarovsk, USSR, 1990. — P. 74–76.

Oguma S, Ono T, Kusaka A. et al. Isotopic tracers for water masses in the coastal region of eastern Hokkaido //J. Oceanogr. — 2008. — Vol. 64. — P. 529–539.

Ohtani K. Re-consideration on the definition of the Oyashio //Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab. — 1991. — № 55. — P. 1–24.

Okuda K., Mizuno K., Kitani K. Some Important Features in the Oceanographic Environment of the PICES area their Relationship to the Fisheries Problems //PICES Sci. Workshop. — Seattle, 1991. — Pt A. — P. 1–90.

Ovsiyannikova S.L. Modern state of walleye pollock stock in the South Kuril region //PICES Annual Meeting Book of abstract. — Seoul, 2003. — P. 19.

Ovsiyannikova S.L. Walleye pollock distribution and migrations in the south Kuril region in 1999-2004 //PICES Annual Meeting Book of abstract. — Vladivostok, 2005. — P. 121–122.

Ovsiyannikova S.L., Ovsiyannikov E.E., Sheybak A.Yu. Seasonal distribution of walleye pollock in the south Kuril Region //PICES Annual Book of abstracts. — Yokohama, 2018. — P. 207.

Ovsiyannikova S.L., Ovsiyannikov E.E., Sheybak A.Yu. Interannual features of Walleye pollock distribution off the southern Kuril Islands //PICES Annual Meeting Book of abstracts. — Victoria, Canada, 2019. — P. 199.

Ovsiyannikova S.L., Ovsiyannikov E.E. , Novikov Y.V. The Distribution of Walleye Pollock *Theragra chalcogramma* and Conditions of its Habitat off the Southern Kuril Islands //Russ J Mar Biol. — 2021. — Vol. 47. — P. 548–562 DOI: [10.1134/S106307402107004X](https://doi.org/10.1134/S106307402107004X).

Pella J.J., Tomlinson P.K. A generalized stock production model //Bull. Intern. Amer. Trop. Tuna Comm. — 1969. — Vol. 13(3). — P. 419–496.

Prants S.V., Andreev A.G., Uleysky M.Y. et al. Mesoscale circulation along the Sakhalin Island eastern coast //Ocean Dynamics. — 2017. — Vol. 67. — P. 345–356.

Rosa L., Isoda Y., Uehara K., Aiki T. Seasonal Variations of Water System Distribution and Flow Patterns in the Southern Sea Area of Hokkaido, Japan //J. Oceanography. — 2007. — Vol. 693. — P. 573–588.

Rosa L., Isoda, Y., Kobayashi N. Seasonal variations of shelf circulation in Hidaka Bay, Hokkaido, Japan, with an interpretation of the migration route of juvenile walleye Pollock //J Oceanogr. — 2009. — Vol. 65. — P. 615–626. DOI: [10.1007/S10872-009-0052-6](https://doi.org/10.1007/S10872-009-0052-6).

Sano M., Sasaki M., Utoh H. et al. Estimation of spawned eggs and parents stock of walleye pollock, *Theragra chalcogramma* (Pallas), in the Nemuro Strait, Hokkaido //Sci. Rep. Hokk. Fish. Exp. St. — 1993. — № 42. — P. 101–111.

Schaefer M.B. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries //Bull. Intern. Amer. Trop. Tuna Comm. — 1954. — Vol. 11(6). — P. 247–285.

Sekine Y. Anomalous southward intrusion of the Oyashio east of Japan: 1. Influence of the seasonal and interannual variations in the wind stress over the North Pacific //J. Geophys. Research. — 1988. — Vol. 93. — P. 2247–2255.

Smith P.E., Richardson S.L. Standard techniques for pelagic fish eggs and larva surveys //FAO Fisheries Technical Paper. — 1977. — № 175. — 100 p.

Smith R.L., Paul A.J., Paul J.M. Effect of food intake and temperature on growth and conversion efficiency in juvenile walleye pollock, *Theragra chalcogramma* (Pallas), a laboratory study //J. Cons., Cons. Int. Explor. Men. — 1986. — № 42. — P. 241–253.

Tae-gi Oh., Sakuramoto K., Hasegawa S. et al. Relationship between sea-surface temperature and catch fluctuations in the Pacific stock of walleye pollock in Japan //Fish. Sci. — 2005. — Vol. 71. — P 855–861. DOI: [10.1111/j.1444-2906.2005.01037.x](https://doi.org/10.1111/j.1444-2906.2005.01037.x).

The Okhotsk Sea and Oyashio Region : Report of Working Group 1 /ed. by L.D. Talley and Y. Nagata. — Canada : PICES Scientific Report, 1995. — № 2. — 227 p.

Tsuji S. General remarks of the population of Alaska pollock (*Theragra chalcogramma*) in waters around Hokkaido //J. Hokk. Fish. Exp. St. (Hokusish geppo). — 1978. — Vol. 35, № 9. — P.1–57.

Uda M. The results of simultaneous oceanographical investigation in the Japan Sea and its adjacent waters made August 1933 //J. Imp. Fish. Exper. Stn. — 1935. — № 6. — P. 1–130 (jap.).

Vasilets P.M. FMS analyst — computer program for processing data from Russian Fishery Monitoring System. 2015. DOI: 10.13140/RG.2.1.5186.0962.

Watanabe K. On the reinforcement of the East Sakhalin Current preceding to the sea ice season off the coast of Hokkaido — Study on sea ice in the Okhotsk sea (IV) //Oceanogr. Mag. — 1963. — Vol. 14. — P. 117–130.

Yoshida H. Walleye pollock fishery and fisheries management in the Nemuro Strait, Sea of Okhotsk, Hokkaido //Proc. Intern. Symp. Biol. Managem. Walleye. — Fairbanks, Alaska, 1989. — P. 59–77.

Zhigalov I.A., Figurkin A.L., Ovsyannikova S.L. Oceanographic conditions and the distribution of walleye pollock eggs in the southern Kuril Islands region during March-April of 2006 and 2007 //PICES Annual Meeting Book of abstracts. — Jeju, 2009. — P. 45.