

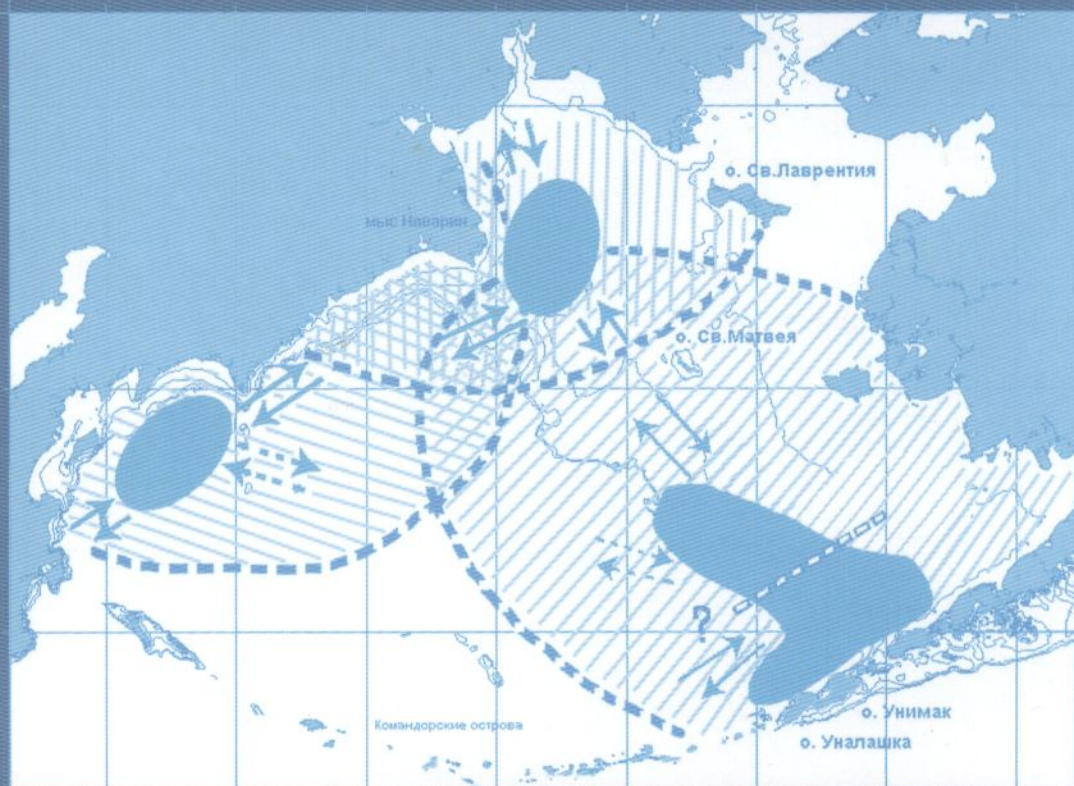
597  
Т-55

А.И. Глубоков, Б.Н. Котенев

# Популяционная структура минтая

*Theragra chalcogramma*

северной части Берингова моря



Издательство ВНИРО

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное агентство по рыболовству

Федеральное государственное унитарное предприятие  
«Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства  
и океанографии» (ФГУП «ВНИРО»)

Ministry of Agriculture of the Russian Federation  
Federal Agency for Fisheries

Federal State Unitary Enterprise  
«Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography»  
(FSUE «VNIRO»)



**A.I. Glubokov, B.N. Kotenev**

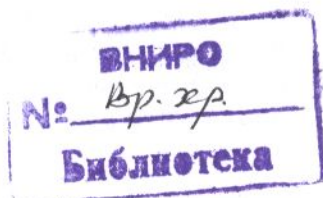
**Population structure of pollock**  
*Theragra chalcogramma*  
**in the North Bering Sea**

**Moscow**  
**VNIRO Publishing**  
**2006**

А.И. Глубоков, Б.Н. Котенев

Популяционная структура минтая  
*Theragra chalcogramma*  
северной части Берингова моря

Москва  
Издательство ВНИРО  
2006



**Глубоков А.И., Котенев Б.Н.**

Г 52 Популяционная структура минтая *Theragra chalcogramma* северной части Берингова моря. — М.: Изд-во ВНИРО, 2006. — 200 с.

Сложность определения популяционной структуры минтая связана с его высокой сезонной и онтогенетической миграционной активностью, которая претерпевает существенные межгодовые изменения в зависимости от климато-океанологических условий, численности популяций и вида в целом. Рассматриваются результаты 10-летних комплексных исследований, проводившихся в 1996–2004 гг. в 26-ти рейсах и включавших 21 траловую, 11 эхоинтеграционных траловых, 8 съёмов молоди и 5 иктиопланктонных съёмов в северной, западной и восточной частях Берингова моря, при этом использовался оригинальный методический подход ВНИРО, заключающийся в проведении в течение года многократных съёмов. Впервые получена информация о структуре запасов в динамике. Рассмотрена популяционная организация минтая Берингова моря с применением генетического, экологического (биогеоценологического), морфологического, биохимического, физиологического, географического, энергетического и этологического подходов к изучению популяций. На основе собственных и литературных данных проанализировано изменение функциональной структуры ареала с 1970-х годов по настоящее время.

Для специалистов в области морской биологии и экологии, иктиологов, гидробиологов, океанологов, генетиков, физиологов и др.

**Glubokov A.I., Kotenev B.N.**

Population structure of pollock *Theragra chalcogramma* in the North Bering Sea. — М.: VNIRO Publishing, 2006. — 200 p.

Finding out the population structure of pollock is a complex procedure because of the species' seasonal and ontogenetic migration intensity which undergoes significant interannual variations as dependent on the climate and ocean conditions, the abundance of population, and of the species in total. That is why, in order to obtain a comprehensive picture, the book reviews the results of a decade of integrated research (1996–2004) which included 26 cruises, 21 trawl surveys, 11 echointegration trawl surveys, 8 surveys of the juveniles and five ichthyoplankton surveys made in the northern, western and eastern parts of the Bering Sea where a novel approach developed by VNIRO was applied which involved serial repetition of surveys during a year. For the first time the results of such surveys made it possible to obtain information on the stock structure dynamics. The monograph reviews the organization of the Bering Sea pollock population using a virtually full set of approaches to the study of populations: genetic, ecological (biogeocenotic), morphological, biochemical, physiological, geographic, energy and ethological. The functional structure dynamics of the range between the 1970s and the present time was analyzed, as based on the own and published data.

The book is designed for experts in marine biology and ecology, fish biology, hydrobiology, oceanology, genetics, physiology, and for the staff of fishery management organizations.

ISBN 5-85382-030-3 (978-5-85382-030-2)

© А.И. Глубоков, Б.Н. Котенев, 2006

© A.I. Glubokov, B.N. Kotenev, 2006

© Издательство ВНИРО, 2006

© VNIRO Publishing, 2006

# ВВЕДЕНИЕ

## INTRODUCTION

Среднегодовой вылов минтая в Наваринско-Корякском районе занимающем по площади лишь 4,3% акватории Берингова моря, составляет 23,9% общего вылова в Беринговом море, а за период с 1994 г. по настоящее время, когда был прекращен масштабный промысел в центральной части моря, — 29,2%. Несмотря на высокую биопродуктивность северной части Берингова моря до настоящего времени отсутствует единое мнение о генезисе формирующихся там скоплений минтая. Тогда как долгосрочная устойчивая промысловая эксплуатация североберингово-морских скоплений минтая может быть обеспечена только при условии разработки и применения мер регулирования промысла в отношении элементарной саморегулирующейся единицы — запаса или популяции. На рубеже веков отмечено значительное расхождение между прогнозными данными и действительным выловом минтая в Западно-Беринговоморской зоне: в 1996—2001 гг. доля освоения ОДУ составляла от 62 до 128%, что свидетельствует о несоответствии возобладавших в тот период представлений о структуре его запасов в северной части Берингова моря реальной картине.

Необходимость рационализации промысла северных скоплений минтая и решения вопросов его международного регулирования, возникших в результате разделения акватории северной части Берингова моря между Россией и США, со всей остротой поставила вопрос об определении их популяционной структуры.

В соответствии с классическими представлениями о популяции как о минимальной самовоспроизводящейся группе особей одного вида, на протяжении эволюционно длительного времени населяющей определенное пространство, образующей самостоятельную генетическую систему и формирующей собственное экологическое пространство, ее зарождение и развитие определяются условиями среды и местом в экосистеме. Основная предпосылка формирования независимой популяции — возникновение определенных устойчивых в пространстве и времени условий обитания, отличающихся от условий в смежных районах. Пространство с такими условиями впоследствии может стать средой обитания самостоятельной популяции, или стацией. В этой связи любое популяцион-

ное исследование целесообразно начинать с изучения физической среды обитания вида. В применении к гидробионтам такой средой являются водные массы. Первым аргументом в пользу возможного существования в конкретном районе самостоятельной популяции гидробионтов является наличие в его пределах квазистационарных условий обитания.

Зональность среды определяет прерывистость пространственного распределения вида. Установление такой прерывистости, как в сезонном, так и в межгодовом аспектах доказывает наличие условий для возникновения изоляции между отдельными скоплениями гидробионтов.

В зависимости от биологии вида и степени его популяционной структурированности пространственная изоляция группировок может возникать не во все периоды годичного цикла и не на всех этапах онтогенеза. Для формирования новой популяции наиболее значима изоляция в период размножения, что позволяет обеспечить выполнение одного из условий существования популяции — это должна быть самовоспроизводящаяся группировка, включающая особи, преимущественно спаривающиеся с членами этой группировки [Мина, 1980].

Специфические условия конкретных нерестилищ закладывают основы формирования урожайных поколений, которые могут различаться у особей из соседних популяций. Урожайность поколений в итоге формирует уникальную размерно-возрастную структуру каждой популяции.

Длительное относительно изолированное обитание особей в пределах определенного биотопа приводит к формированию специфических черт биологии и возникновению адаптаций, в том числе физиологических, обеспечивающих выживание особей и устойчивость популяции в изменяющихся условиях окружающей среды [Шатуновский, 1980]; появляются характерные фенетические маркеры; неизбежно возникает направленный отбор по каким-то из полезных признаков и происходит накопление случайных мутаций, что приводит к формированию генетических особенностей.

В случае наличия у группы особей всех вышеперечисленных особенностей, а именно: относительно изолированного в пространстве обитания и размножения, специфической размерно-возрастной структуры, специфических черт биологии, адаптации, фенетических и генетических маркеров, можно с уверенностью говорить о том, что такая группа особей представляет собой самостоятельную популяцию, которая занимает свое уникальное место в экосистеме в целом и рыбных сообществах в частности.

В настоящей работе при изучении популяционной структуры минтая северной части Берингова моря мы старались придерживаться изложенной выше последовательности, стремясь на каждом этапе исследования обеспечить комплексность подходов к изучению популяций, включая ге-

нетический, экологический (биогеоценотический), морфологический, биохимический, физиологический, географический, энергетический и этологический.

Основная сложность определения популяционной структуры минтая связана с его высокой сезонной и онтогенетической миграционной активностью, которая к тому же претерпевает существенные межгодовые изменения в зависимости от климато-океанологических условий, численности популяций и вида в целом.

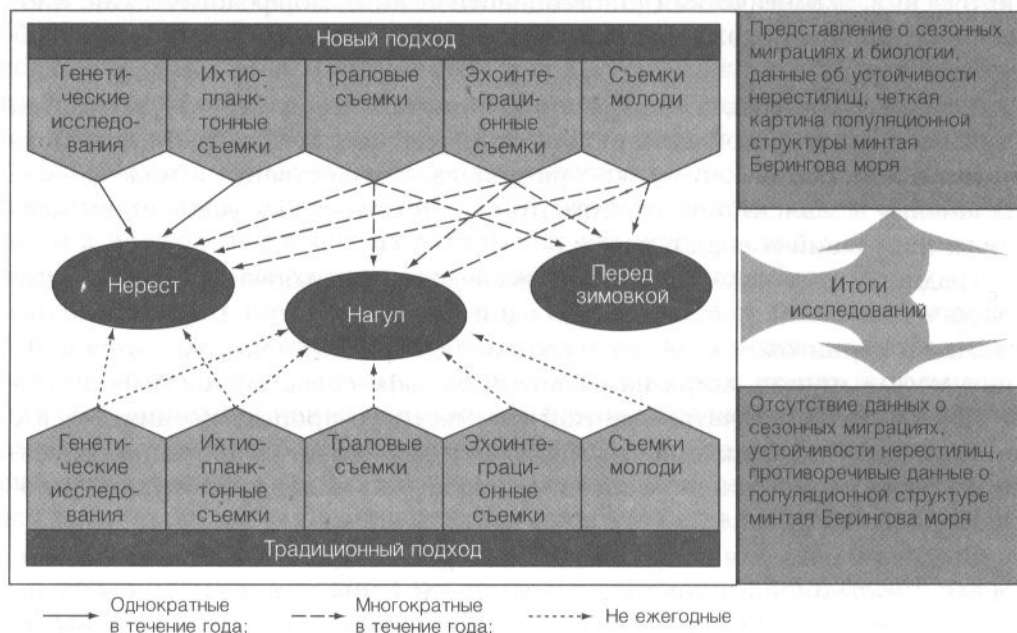
Традиционные полевые методы исследования включают однократные съемки или съемки, проводимые один раз в два—три года. При этом съемки в Беринговом море по сложившейся традиции выполняются в период нагула минтая, когда на развитом шельфе северной части Берингова моря может встречаться минтай как местного происхождения, так и западных и восточных нерестилищ. Очевидно, что интерпретация результатов таких съемок с использованием любого из подходов популяционного анализа затруднена.

Следовательно, для получения достоверных научных данных, позволяющих с достаточной степенью уверенности проводить разделение скоплений морских рыб различного генезиса и определять их популяционную принадлежность, необходимо было разработать новую методологию исследования.

Классический метод изучения миграций морских рыб, дающий наиболее достоверные результаты, заключается в массовом мечении. Однако основным недостатком такого метода является низкий возврат меток, особенно при изучении трансграничных популяций, обитающих в водах ИЭЗ нескольких государств.

Единственной альтернативой или дополнением к этому методу может быть выполнение многократных в течение года съемок. Результаты таких съемок позволяют проследить перемещение основных скоплений в различные периоды годичного цикла: с нерестилищ на нагульные акватории, затем на зимовальные и вновь на нерестилища. Даже при смешивании особей разных популяций в период нагула исследования в нерестовый и постнерестовый периоды позволяют проанализировать рыб различного генезиса и по выявленным особенностям разделить смешанные нагульные скопления. Для получения всесторонней информации исследования должны выполняться комплексно и включать следующие виды экспедиционных работ: траловые, эхоинтеграционные траловые, зоопланктонные, в весенний период ихтиопланктонные съемки, съемки молоди, в период нереста сбор генетических проб. Только многократные в течение года съемки позволяют получить картину структуры запасов не в статике, а в динамике (рис. 1).





**Рис. 1.** Схема методологических подходов к изучению минтая северной части Берингова моря

**Fig. 1.** Chart of methods to study the North Bering Sea pollock

Материал для настоящего исследования собран в 1996–2004 гг. в 26-ти рейсах в северную, западную и восточную части Берингова моря, в ходе которых выполнены 21 траловая съемка, 11 эхоинтеграционных траловых, 8 съемок молоди и 5 ихтиопланктонных съемок (табл. 1).

Район исследований представлен на рис. 2. Все виды съемок выполняли по сетке станций (рис. 3–5).

Съемки молоди выполняли с мелкоячейной вставкой в куттовую часть трала с размером ячеек 10 мм. Ихтиопланктонные пробы отбирали стандартной конической сетью ИКС-80 с диаметром входного отверстия 80 см методом вертикального тотального лова от дна до поверхности, при глубине более 200 м — в горизонте 0–200 м.

Расчеты распределения и биомассы гидробионтов проводили с использованием разработанной во ВНИРО программы MapDesigner [Поляков, 1996] по методу сплайн-аппроксимации [Иванов, Столяренко, 1988]. Для расчетов приняты следующие характеристики и коэффициенты: скорость траления 4 узла; параметры сглаживания сплайна 0; коэффициент влияния глубины 1000.

**Таблица 1.** Список рейсов и виды работ, результаты которых использованы при подготовке монографии

**Table 1.** List of cruises and types of work the results of which were used

Год	Месяцы	Тип и название судна	Виды работ	Научные наблюдатели
1996	Июль – сентябрь	Хокутен «Эйкю-мару №75»	ДТС, ЗС, ИС*	А.И.Глубоков <sup>1</sup> , В.В.Масленников <sup>1</sup>
1996	Июль – сентябрь	Хокутен «Касима-мару №8»	ДТС, ЭС	С.М.Гончаров <sup>1</sup> , П.Н.Кочкин <sup>1</sup>
1996	Октябрь – ноябрь	Хокутен «Эйкю-мару №75»	То же	В.В.Буланов <sup>1</sup> , Г.В.Норвилло <sup>1</sup>
1996	Декабрь	То же	–»–	Г.В.Норвилло <sup>1</sup>
1997	Июнь – август	–»–	–»–	А.И.Глубоков <sup>1</sup> , К.В.Уколов <sup>1</sup>
1997	Август – октябрь	–»–	–»–	С.М.Гончаров <sup>1</sup> , Н.И.Науменко <sup>2</sup>
1998	Июнь – октябрь	Хокутен «Кайе-мару №28»	Оконтуривание основных скоплений	А.И.Глубоков <sup>1</sup>
1998	Октябрь-декабрь	То же	ДТС, ЭС	Д.О.Алексеев <sup>1</sup> , С.М.Гончаров <sup>1</sup>
1999	Июнь – август	–»–	ДТС, СМ	В.А.Бизиков <sup>1</sup> , А.И.Глубоков <sup>1</sup>
1999	Август – октябрь	–»–	ДТС	А.А.Бонк <sup>2</sup> , Ю.А.Федорец <sup>3</sup>
1999	Ноябрь – декабрь	–»–	ДТС, СМ	Д.О.Алексеев <sup>1</sup> , В.А.Бизиков <sup>1</sup>
2000	Апрель – май	РТМС «Новокиевка»	ИС	А.М.Привалихин <sup>1</sup> , А.В.Старцев <sup>3</sup>
2000	Июнь – август	Хокутен «Кайе-мару №28»	ДТС, СМ	Д.О.Алексеев <sup>1</sup> , А.И.Глубоков <sup>1</sup>
2000	Сентябрь – октябрь	то же	ДТС, ЭС	С.Б.Попов <sup>1</sup> , Д.А.Терентьев <sup>2</sup>
2000	Ноябрь – декабрь	–»–	ДТС, СМ	С.И.Моисеев <sup>1</sup> , Е.В.Слободской <sup>3</sup>
2001	Апрель – май	БМТР «Николай Чепик»	ИС	И.Н.Киреев <sup>2</sup> , А.В.Ходаков <sup>1</sup>
2001	Май – июль	Хокутен «Кайе-мару №28»	ДТС, СМ	А.И.Глубоков <sup>1</sup> , Ю.А.Федорец <sup>3</sup>
2001	Июль – август	БМРТ «Хайдук»	ИС	В.И.Кудрявцев <sup>1</sup> , Г.В.Норвилло <sup>1</sup>
2001	Август – октябрь	Хокутен «Кайе-мару №28»	ДТС, СМ	Д.О.Алексеев <sup>1</sup> , Р.Н.Новиков <sup>2</sup>

Окончание табл. 1

Год	Месяцы	Тип и название судна	Виды работ	Научные наблюдатели
2001	Октябрь – декабрь	Хокутен «Кайе-мару №28»	ДТС, ЭС	С.Б.Попов <sup>1</sup> , Д.А.Терентьев <sup>2</sup>
2002	Март – апрель	То же	ИС	Д.О.Алексеев <sup>1</sup> , А.И.Глубоков <sup>1</sup>
2002	Август – октябрь	– » –	ДТС, СМ	А.О.Золотов <sup>2</sup>
2002	Октябрь – декабрь	– » –	ДТС, ЭС, СМ	А.А.Бонк <sup>2</sup> , С.Б.Попов <sup>1</sup>
2003	Октябрь – ноябрь	БАТМ «Пионер Николаева»	ДТС, ЭС, РТС	А.И.Глубоков <sup>1</sup> , С.Б.Попов <sup>1</sup>
2003	Октябрь – ноябрь	РТМС «Багратион»	РТС	А.А.Баланов <sup>4</sup> , А.В.Буслов <sup>2</sup> , А.О.Золотов <sup>2</sup> , Г.В.Норвилло <sup>1</sup> , А.В.Ходаков <sup>1</sup>
2004	Февраль – март, июнь – июль	НИС «Миллер Фримен»	ЭС	Н.Вильямсон <sup>5</sup> , А.И.Глубоков <sup>1</sup> , А.В.Николаев <sup>3</sup> , М.А.Степаненко <sup>3</sup> , Т.Хонкалехто <sup>5</sup> и др.

*Примечания:* ДТС – донная траловая съемка; ЭС – зоопланктонная съемка; ИС – иктиопланктонная съемка; ЭС – эхоинтеграционная съемка; СМ – съемка молоди; РТС – разноглубинная траловая съемка.

Научные наблюдатели:

<sup>1</sup> Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО, Россия);

<sup>2</sup> Камчатского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (КамчатНИРО, Россия);

<sup>3</sup> Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра (ТИНРО-центр, Россия);

<sup>4</sup> Института биологии моря ДВО РАН (ИБМ, Россия);

<sup>5</sup> Аляскинского научного центра рыбохозяйственных исследований (AFSC, США).

Генетическую дивергенцию скоплений минтая изучали на основе анализа нуклеотидных последовательностей геномной ДНК, включая микросателлитные участки.

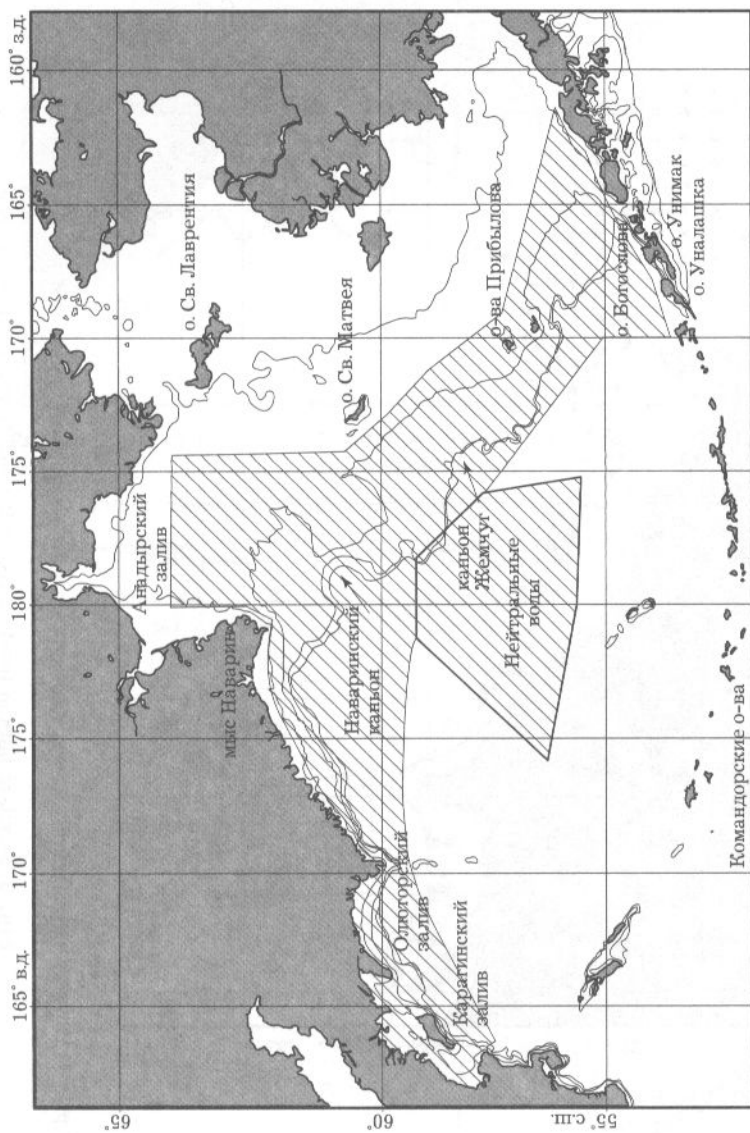


Рис. 2. Районы исследований

Fig. 2. Area of research

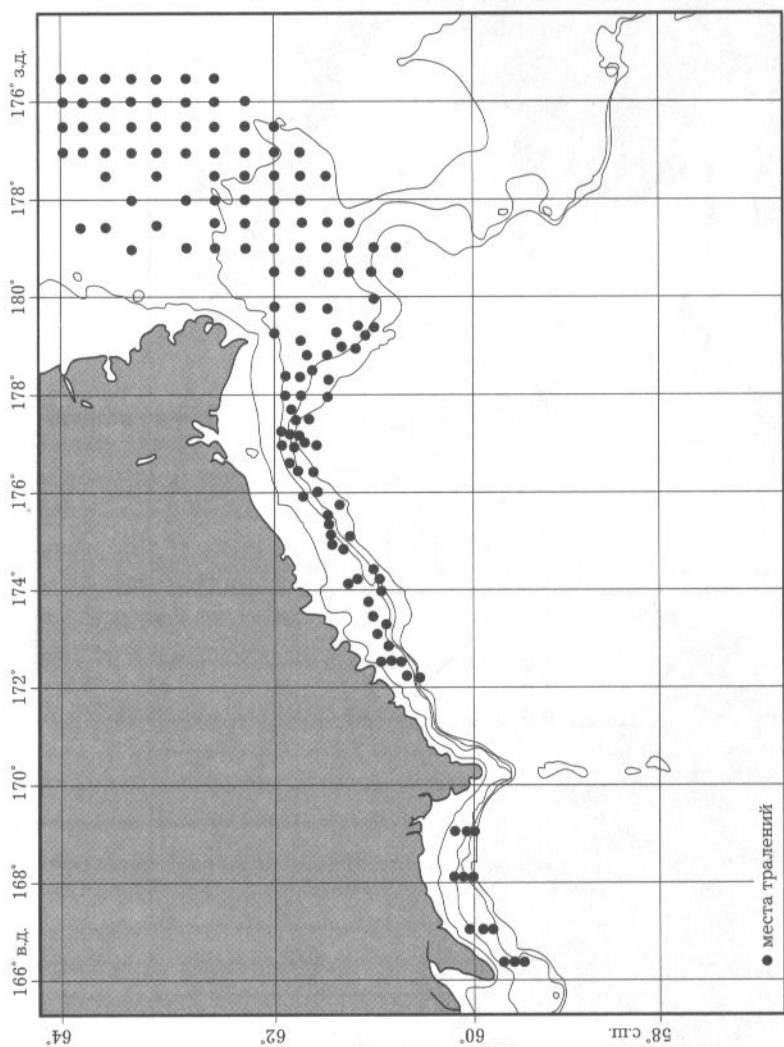


Рис. 3. Схема стандартной донной траловой съемки в северной и западной частях Берингова моря

Fig. 3. Standard bottom trawl survey in the North and West Bering Sea

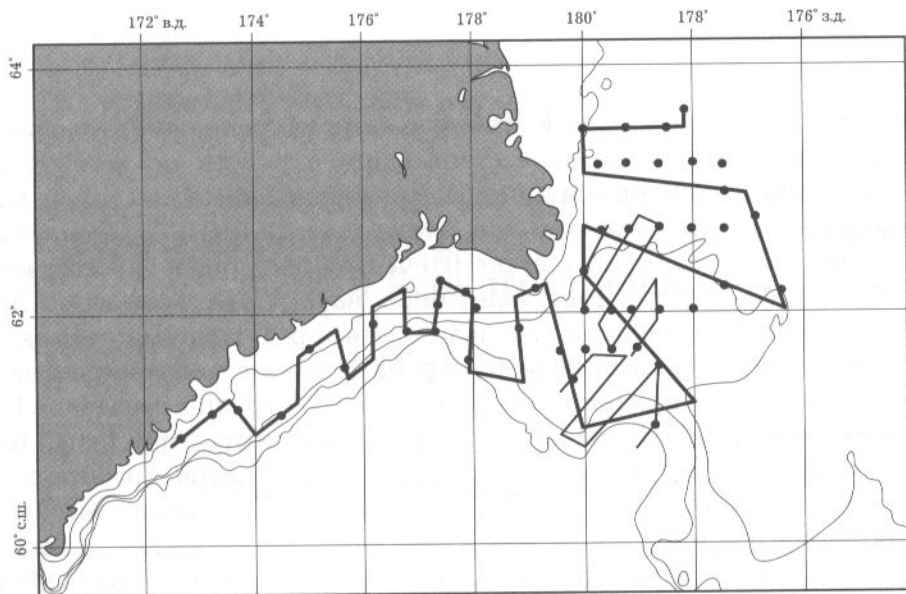


Рис. 4. Схема стандартной эхоинтеграционной съемки в северо-западной части Берингова моря

Fig. 4. Standard echointegration survey in the Northwest Bering Sea

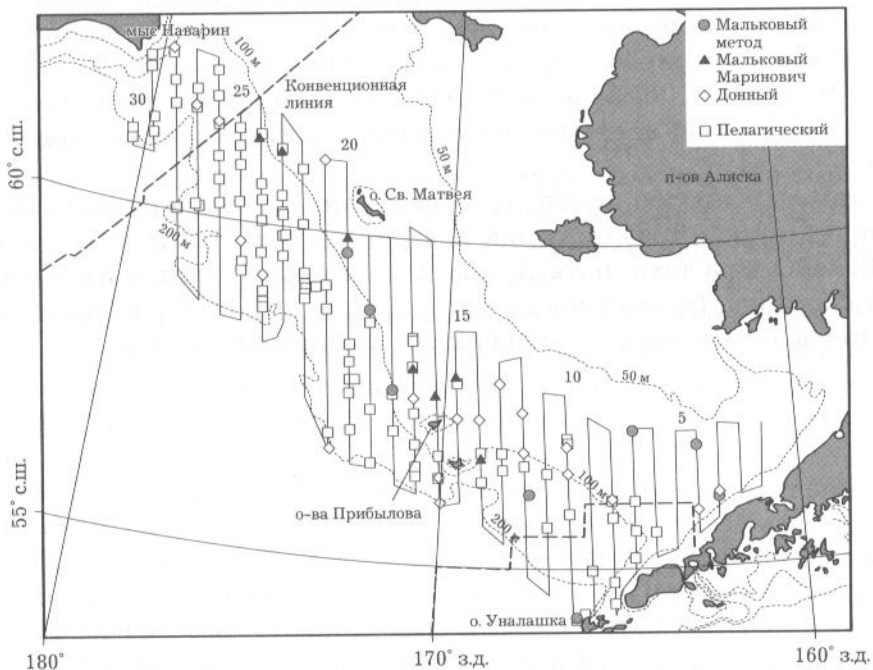


Рис. 5. Схема эхоинтеграционной съемки на НИС США «Миллер Фримен» в июне — июле 2004 г.

Fig. 5. Echointegration survey on USA R/V «Miller Freeman» in June-July 2004

Считаем своим приятным долгом выразить искреннюю благодарность всем научным сотрудникам, участвовавшим в рейсах по комплексной программе изучения популяционной структуры минтая северной части Берингова моря с применением новой методологии ВНИРО. Специальная благодарность сотрудникам КамчатНИРО д-ру биол. наук Н.И.Науменко, канд. биол. наук О.Г.Золотову, канд. биол. наук А.В.Буслову и А.О.Золотову за любезное разрешение воспользоваться результатами съемок, выполненных ими в Беринговом море в рамках совместной программы.

Авторы искренне признательны руководителю группы генетиков НИИ физико-химической биологии им. А.Н.Белозерского МГУ канд. биол. наук Е.А.Шубиной, научный опыт которой и скрупулезная работа позволили получить уникальные данные по структуре микросателлитов ДНК минтая Берингова моря.

Хочется также выразить благодарность канд. биол. наук О'Рейли (Ph.D., O'Reilly) безвозмездно передавшему для использования в работе библиотеку из 20 клонов участков ДНК минтая еще до ее опубликования.

Значительно расширили представления авторов о минтае восточной части Берингова моря материалы, собранные с борта американского НИС «Миллер Фримен». Участие в этом рейсе одного из авторов стало возможным благодаря канд. биол. наук Н.Вильямсону (Ph.D., N.Williamson) и Р.Мараско (R.Marasco) из Аляскинского центра рыбохозяйственных исследований, которым хочется высказать искреннюю признательность.

Хотелось бы особо отметить неоценимую помощь в разработке методов прогнозирования состояния наваринского запаса минтая сотрудников ВНИРО д-ра техн. наук Д.А.Васильева и канд. техн. наук В.К.Бабаяна. Искренняя благодарность сотрудницам ВНИРО Т.В.Шуваловой и Н.Р.Поповой за помощь в техническом оформлении работы.

---

## ГЛАВА 1

### Краткая океанографическая характеристика северо-западной, северной и северо-восточной частей Берингова моря

## CHAPTER 1

### Brief oceanographic description of the Northwest, North and Northeast Bering Sea

---

Степень структурированности вида тем глубже, чем разнообразнее среда его обитания. Наличие физического пространства, в определенной степени обладающего квазистационарными характеристиками, может выступать в качестве потенциальной адаптивной зоны (терминология Д.Г.Симпсона [1948]) для вида или популяции.

В этой связи рассмотрим океанографическую характеристику северной части Берингова моря и прилегающих акваторий на предмет формирования водных масс с устойчивыми характеристиками, создающих условия для относительно обособленного обитания различных группировок минтая.

Рельеф дна северной и восточной частей Берингова моря характеризуется широким (около 300 миль) шельфом (рис. 1.1 [Котенев, 1965, 1970]). Материковый склон в этой части моря пересекает целый ряд структур, расположенных к нему почти под прямым углом. В частности, между  $56^{\circ}$  и  $60^{\circ}$  с.ш. субширотные и почти меридиональные отрезки склона окаймляют два крупных выступа шельфа юго-западнее о. Святого Матвея и западнее островов Прибылова. На севере склон восточных районов смыкается почти под прямым углом с Корякским материковым склоном.



На северо-западе Берингова моря шельф узкий. Корякский материковый склон имеет большую крутизну и значительное продольное и поперечное расчленение. В юго-западной части Корякское подводное нагорье переходит в подводный хребет Ширшова, разделяющий глубоководную часть моря на две котловины: Алеутскую и Командорскую. Далее на юго-запад, в районе заливов Олюторского и Карагинского, шельф расширяется.

Материковый склон Берингова моря изрезан подводными долинами, некоторые из которых являются крупнейшими в Мировом океане. К наиболее значимым для формирования специфических условий обитания мидий следует отнести долины Витязя, Наваринскую, Первенца, Жемчуга, Прибыловскую и другие (рис. 1.1 [Котенев, 1965, 1970]).



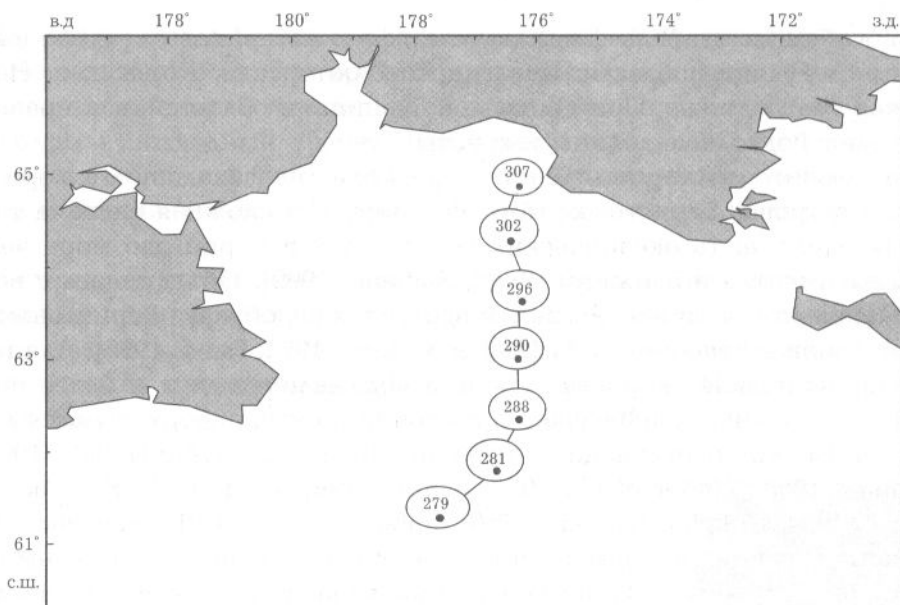
Рис. 1.1. Батиметрическая схема северной и восточной частей Берингова моря [Котенев, 1965, 1970]

Fig. 1.1. Bathymetric scheme of the North and East Bering Sea [Kotenev, 1965, 1970]

По особенностям рельефа дна на шельфе и материковом склоне выделяются следующие области: Карагинско-Олюторская, Корякская, Наваринская, Матвеевская, Прибыловская. Границами областей, как правило, выступают подводные долины и хребты.

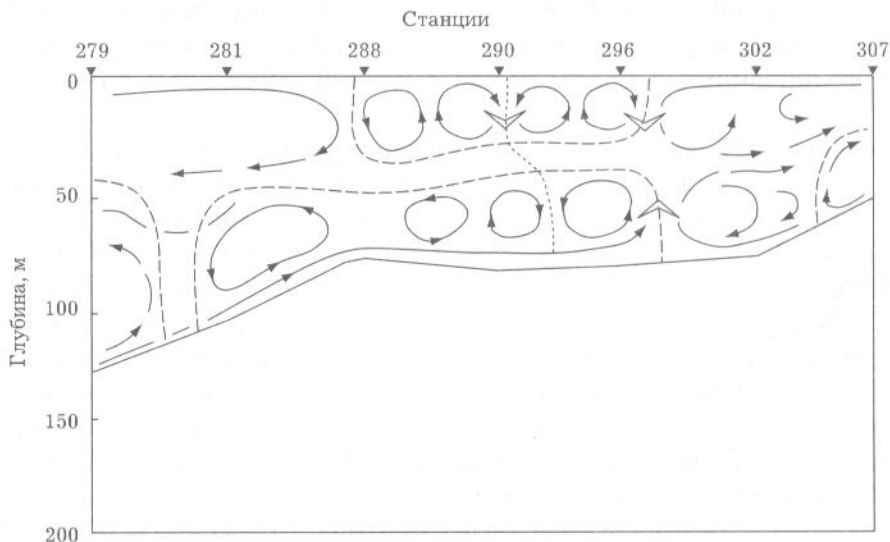
В результате суммарного действия рельефа дна, заходящих в море потоков и ветров в Беринговом море формируется сложная система течений. Большая часть океанических вод заходит в Берингово море через проливы Амчитка и Ближний [Reed, Stabeno, 1999]. Объединяясь с водами течения Атту, они направляются вдоль склона, образуя Берингоморское склоновое течение (БСТ) [Stabeno, Reed, 1994; Reed, 1996]. Для него характерны низкие скорости переноса вод, наличие двух и более потоков. Из-за сложной конфигурации восточного склона формируются многочисленные круговороты диаметром 20 – 100 км до глубины 400 – 1000 м [Натаров, 1963; Kinder et al., 1975; Schumacher, Reed, 1992; Schumacher, Stabeno, 1994; Cokelet, Stabeno, 1997; Stabeno et al., 1999] и местные особенности течений, например между Алеутским каньоном и каньоном Прибылова, от каньона Прибылова до каньона Жемчуг и между последним и Наваринским каньоном [Khen, 1989; Котенев, 1995]. В каньонах существуют квазистационарные вихревые образования, которые задерживают северо-западный перенос вод вдоль склона и внешнего шельфа, выступая естественной границей стадий и биотопов [Котенев, 1995]. Над каньонами возмущенный поток имеет форму циклонического меандра, поэтому в них наблюдаются подъемы глубинных вод (рис. 1.2, 1.3 [Маркина, Хен, 1990; Верхунов, 1995; Schumacher, Stabeno, 1998]), создающих четко ограниченные в пространстве высокопродуктивные зоны водных масс.

На севере БСТ разделяется на восточную ветвь — Наваринское течение и западную — Камчатское. Наваринское течение следует в сторону Анадырского залива, где наблюдается его антициклоническая завихренность (рис.1.4) [Хен, Воронина, 1986; Хен, 1988, 1999; Reed, Stabeno, 1993; Reed et al., 1993; Bond et al., 1994; Cokelet et al., 1996; Масленников и др., 1999; Гидрометеорология и гидрохимия морей, 2001]. Скорость течения в пределах залива не превышает 4 см/с. Полоса повышенного уровня первичной продуктивности, вытянутая в сторону Чукотского моря, по конфигурации совпадает с Наваринским течением, то есть роль последнего в продуктивности шельфа северной части Берингова моря значительна [Хен, 1999]. Камчатское течение имеет более высокую скорость чем БСТ, достигающую в районе Камчатского пролива 15–20 см/с [Khen, 1989; Маркина, Хен, 1990; Цыбань, 2000]. Циркуляция вод вдоль Корякского побережья представляет собой систему чередующихся вихрей разного знака, формирующих перенос вод на внешнем крае шельфа, параллельный Камчатскому течению (рис.1.5 [Верхунов, 1995]).



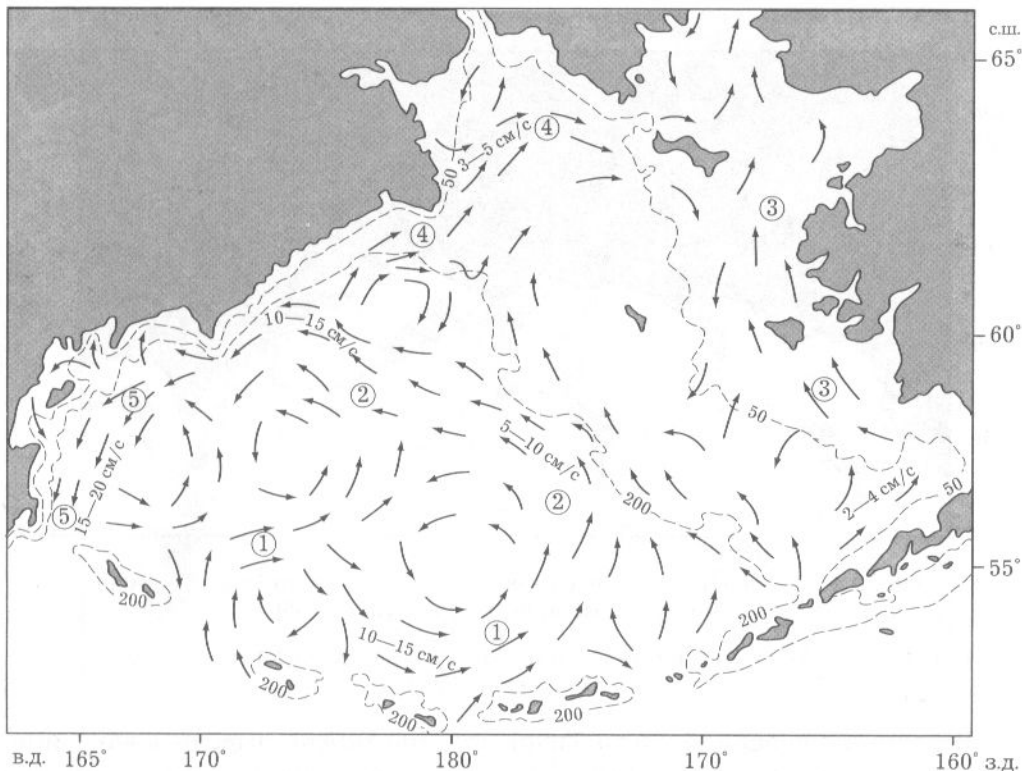
**Рис. 1.2.** Схема расположения станций съемки с РТМС «Млечный путь» в июне 1990 г. [Верхунов, 1995]

**Fig. 1.2.** Position of stations in survey from «Mlechny Put'» in June 1990 [Verkhunov, 1995]



**Рис. 1.3.** Схема поперечной циркуляции вод в Анадырском заливе в июне 1990 г. по данным съемки с РТМС «Млечный путь» [Верхунов, 1995]

**Fig. 1.3.** Croswise water circulation in Anadyr Bay in June 1990 (Mlechny Put' survey data [Verkhunov, 1995])



**Рис. 1.4.** Генерализованная схема поверхностных течений в Беринговом море в тёплое полугодие [Хен, 1988]. Течения: 1 — Атту; 2 — БСТ; 3 — Западно-Аляскинское; 4 — Наваринское; 5 — Камчатское

**Fig. 1.4.** Generalized scheme of surface currents in the Bering Sea in warm six-month period [Khen, 1988]. Currents: 1 — Attu; 2 — Bering Sea Slope; 3 — West Alaska; 4 — Navarin; 5 — Kamchatka

Взаимодействие океанических (склоновых) и шельфовых (внешней части шельфа) вод — важнейший фактор, контролирующей обособленность отдельных единиц запаса рыб. Водообмен склоновых и шельфовых вод может быть двух противоположных типов: при выносе шельфовых и склоновых вод в сторону котловин выживаемость минтая на ранних стадиях онтогенеза снижается, при преимущественном сносе склоновых вод на шельф из-за благоприятных условий развития эмбрионов и личинок успешность воспроизводства возрастает [Котенев, 1995]. Боковое взаимодействие склоновых и шельфовых вод контролируется внешнекраевым фронтом [Kinder, Coachman, 1978; Coachman, 1986]. В каньонах располагаются участки фронта, ориентированные поперек внешнего края шельфа. Таким образом, фронтальные зоны при втором типе взаимодействия склоновых вод с шельфовыми формируют относительно замкнутые воды, обладающие повышенной биопродуктивностью [Котенев, 1995].

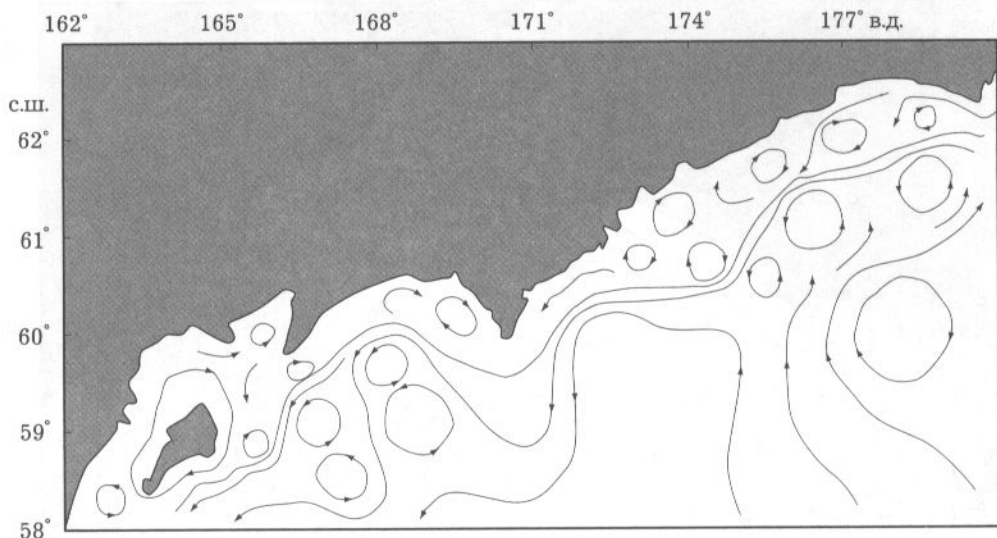


Рис. 1.5. Схема поверхностных течений в западной части Берингова моря, октябрь – ноябрь 1990 г. [Верхунов, 1995]

Fig. 1.5. Scheme of surface currents in the West Bering Sea, October – November, 1990 [Verkhunov, 1995]

В бассейне северной части Тихого океана можно выделить как минимум три высокопродуктивные зоны: в юго-восточной части Берингова моря — в Бристольском заливе, благодаря затоку вод БСТ на шельф и их завихрению (см. рис. 1.4); в Наваринском районе, где правая ветвь БСТ — Наваринское течение формирует устойчивые круговороты на шельфе (рис. 1.6); в юго-восточной части Охотского моря, продуктивность вод которого формируется квазистационарными вихревыми системами, возникающими в зоне отклонения основной ветви Западно-Камчатского течения по континентальному склону на шельф и ее взаимодействия с Компенсационным течением [Чернявский и др., 1993; Верхунов, 1997].

Важное значение в функционировании биоты Берингова моря имеет вертикальная структура вод. Водам большей части Берингова моря свойственна западная субарктическая структура, которую характеризует холодный промежуточный слой летом и теплый промежуточный слой, расположенный ниже холодного [Натаров, 1963; Арсеньев, 1967]. На севере моря отмечено два очага холода. Один — в центре северного шельфа на Матвеевско-Лаврентийском мелководье и в заливе Креста Анадырского залива, где температура холодного ядра имеет отрицательные значения. Другой расположен в Карагинском районе (рис. 1.7) [Хен, 1988].

Мощность и местоположение очагов холода играют существенную роль в формировании специфики биотопов и влияют на размножение и распределение гидробионтов Берингова моря.

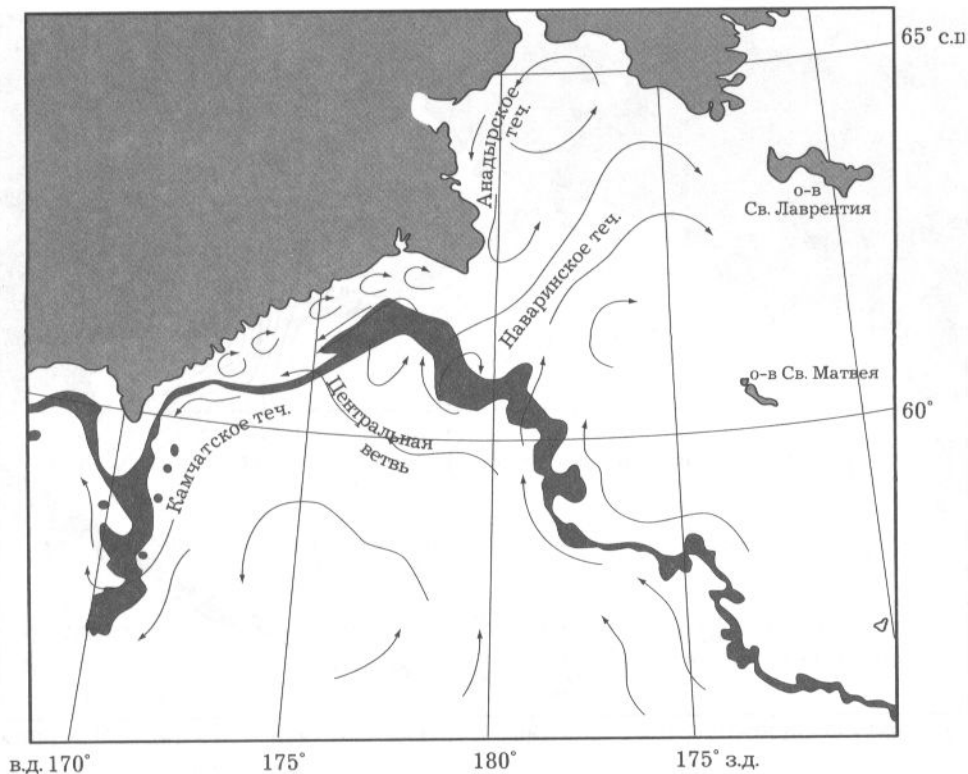


Рис. 1.6. Схема течений в северной части Берингова моря летом 1996 – 1997 гг. (построение В.В.Масленникова)

Fig. 1.6. Scheme of currents in the North Bering Sea in summer 1996 – 1997 (plotted by V. Maslennikov)

Донные отложения, отражающие в числе прочего характер гидрологического режима, являются значимым показателем формирования специфических условий стадий и биотопов. В северной и прилегающих частях Берингова моря можно выделить следующие основные минералогические макропровинции: Восточнoберингомoрскую, Североберингомoрскую, Корякскую, хребта Ширшова и Камчатскую (рис. 1.8) [Гершанович, 1970].

В свою очередь распределение питательных веществ по пищевым зонам зависит от степени подвижности придонных вод и интенсивности осадкообразования. Вследствие этого имеется четкая приуроченность биоценозов с преобладанием разных трофических группировок к зонам соприкосновения со дном различных водных масс и определенным типам грунта. На узких шельфах западной части Берингова моря и Восточной Камчатки вследствие большой подвижности вод отсутствуют биоценозы

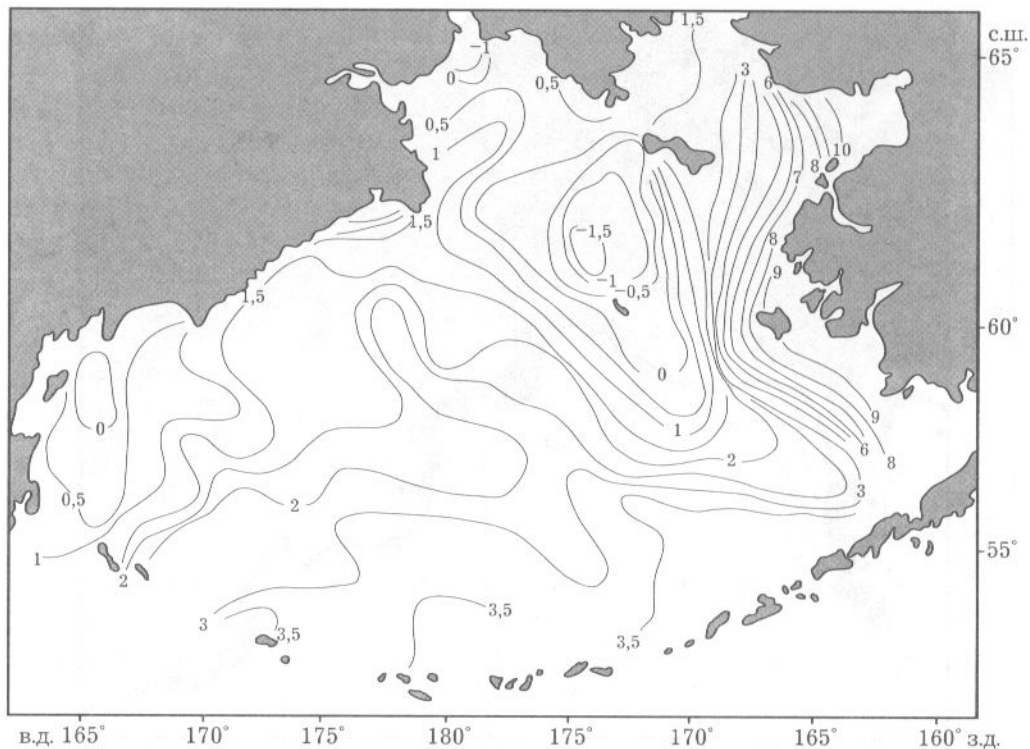


Рис. 1.7. Характеристика ядра холодного промежуточного слоя в Беринговом море в августе [Хен, 1988]

Fig. 1.7. Pattern of cold intermediate layer nucleus in the Bering Sea in August [Khen, 1988]

животных, требующих большого заиления. Там вследствие сдвига зоны интенсивного осадкообразования на верхнюю часть склона на самом шельфе преобладают биоценозы с доминирующими фильтраторами сестона из придонного слоя воды. На широких шельфах имеются обширные зоны интенсивного осадкообразования, где доминируют собиратели детрита [Нейман, 1963]. Карта распределения биоценозов приведена на рис. 1.9 [Нейман, 1963], на котором хорошо видно определенное сходство биоценозов Наваринского района и Бристольского залива с преобладанием *Ophiura sarsi*, *Venericardia crebricostata*, а также специфика матвеевского донного биоценоза, где наибольшее развитие получил биоценоз *Macoma calcarea*.

На основе анализа литературных данных о рельефе дна, гидрологии, климато-океанологических особенностях можно сделать вывод о существовании в Беринговом море весьма разнообразных, достаточно хорошо обособленных биотопов.

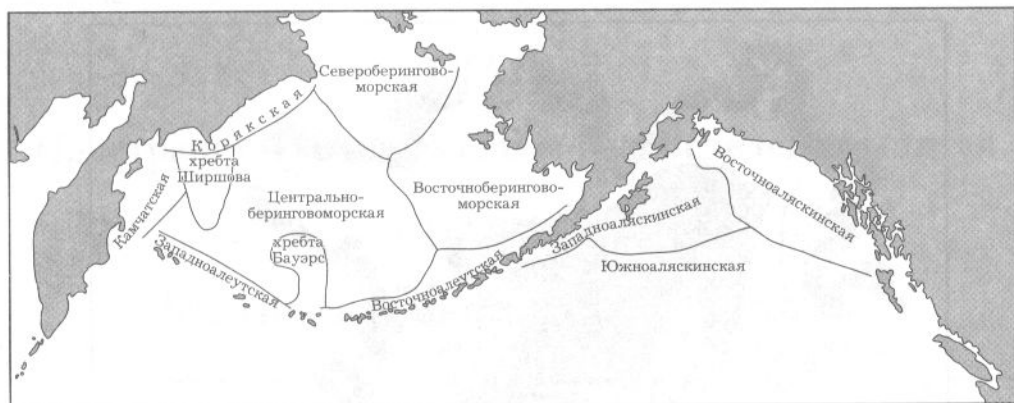


Рис. 1.8. Минералогические макропровинции осадков Берингова моря и залива Аляска [Гершанович, 1970]

Fig. 1.8. Mineral sediment macroprovinces in Bering Sea and Gulf of Alaska [Gershanovich, 1970]

В пределах его северной части и прилегающих областей выделяются следующие районы со специфическими климато-океанологическими характеристиками:

Наваринский, структура вод которого определяется прежде всего втоком на шельф Наваринского течения, образующего за счет рельефа дна устойчивые в пространстве и времени круговороты;

Матвеевский, океанологические условия которого определяются его мелководностью и отсутствием выраженных течений, в результате чего там формируются застойная зона и один из наиболее обширных очагов холода;

Прибыловский, расположенный к северу от островов Прибылова, структуру вод которого определяет БСТ и наличие двух крупных каньонов — Первенца и Жемчуга;

Унимакско-Бристольский, где, как и в Наваринском районе, биопродуктивность определяется втоком вод на шельф в северо-восточном направлении;

Корякский, характеризуемый быстрым Камчатским течением, узким шельфом и переносом вод на внешнем крае шельфа, параллельным Камчатскому течению;

Олюторско-Карагинский, где вдольсклоновое Камчатское течение в районе залива Озерной образует завихрение, поворачивая сначала на восток, после чего на север, тем самым формируя замкнутый круговорот большого диаметра.



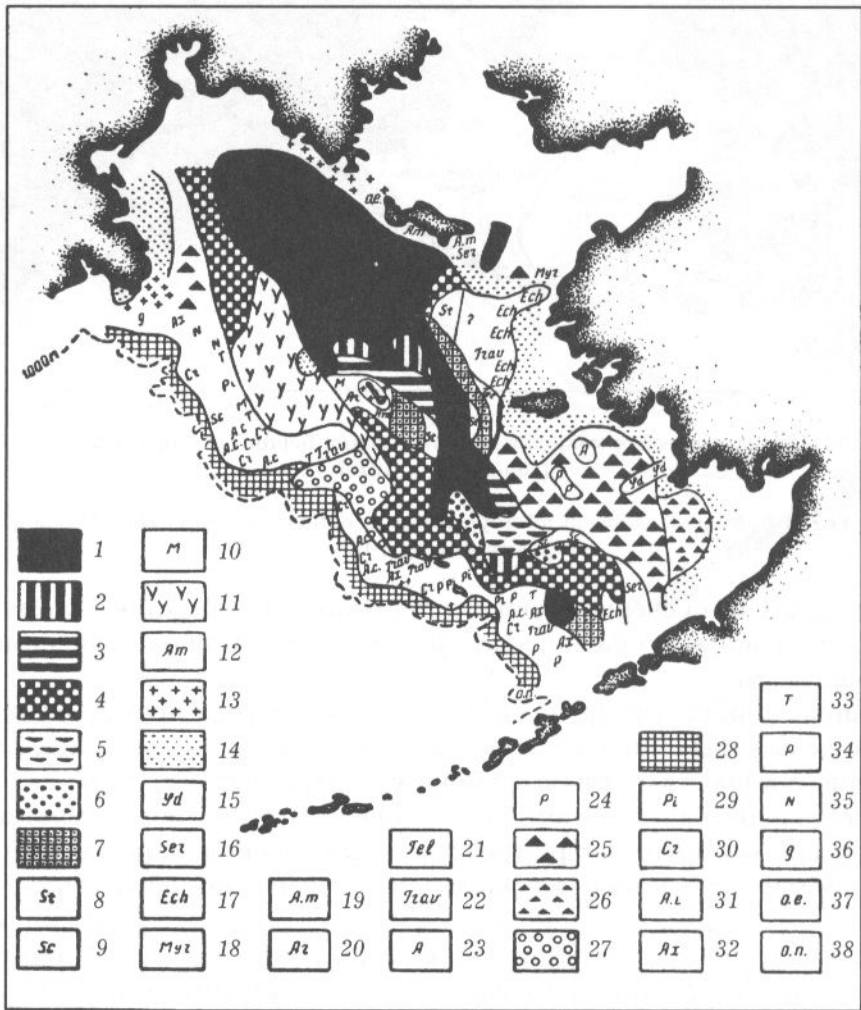


Рис. 1.9. Распределение биоценозов в северной и восточной частях Берингова моря:

- 1 — *Macoma calcarea*; 2 — *Leda pernula*; 3 — *Yoldia hyperborea*; 4 — *Ophiura sarsi*; 5 — *Cucumaria calcigera*; 6 — *Cardium ciliatum*; 7 — *Nucula tenuis*; 8 — *Sternaspis scutata*; 9 — *Scoloplos armiger*; 10 — *Maldane sarsi*; — *Yoldia traciaeformis*; 12 — *Ampharete acutifrons*; 13 — *Spongia + Hydroidea + Bryozoa*, 14 — *Echinarachnius parma*; 15 — *Idanthirus armatus*; 16 — *Serripes groenlandicum*; 17 — *Echiurus echiurus alaskanus*; 18 — *Myriochele oculata*; 19 — *Ampelisca macrocephala*; 20 — *Artacama proboscidea*; 21 — *Tellina lutea*; 22 — *Travisia forbesii*; 23 — *Astarte borealis*; 24 — *Praxillella gracilis*; 25 — *Venericardia crebri-costata*; 26 — *Spisula poly-nima voyi*; 27 — *Chiridota ochotensis*; 28 — *Laonice cirrata*, *Ophiura leptocenia*, *Brisaster latifrons*; 29 — *Pista cristata*; 30 — *Crenella columbiana*; 31 — *Ampelisca catalinensis*; 32 — *Axiothella catenata*; 33 — *Terebellides stroemi*; 34 — *Pontarpinia longirosis*; 35 — *Nicomache lumbricalis*; 36 — *Golfingia margaritacea*; 37 — *Ophelia limacina*; 38 — *Ophiophthalmus normani* [Нейман, 1963]

Fig. 1.9. Distribution of biocenosis in North and East Bering Sea

---

## ГЛАВА 2

### Пространственно-временное распределение минтая

#### CHAPTER 2

#### Spatial-temporal distribution of pollock

---

Пространственное распределение гидробионтов определяется, во-первых, гидрологической структурой вод, формирующей зоны повышенной и пониженной биопродуктивности, во-вторых, термохалинными и биогенными характеристиками. Все эти параметры весьма изменчивы как в сезонном, так и межгодовом плане. Особенно сильны эти изменения при смене долгопериодных режимов циркуляции атмосферы и океана.

Последние 35 лет в Беринговом море можно разделить на четыре периода: холодный (1971–1976 гг.), теплый (1977–1989 гг.), умеренный (1990–1997 гг.) и вновь холодный (1998–2002 гг.) [Хен, 1987; Khen, 1989; Борец и др., 2002; Шунтов и др., 2003]. Сравнение динамики численности минтая с повторяемостью типов атмосферных процессов над Беринговым морем показало, что рост биомассы минтая совпадал с периодами активного формирования «теплых» процессов. И наоборот, при «холодных» и «умеренных» атмосферных процессах биомасса минтая уменьшалась [Глебова, 2003]. Это можно проследить по изменению вылова минтая с учетом того, что его массовое освоение промыслом начинается с четырехлетнего возраста, то есть урожайное поколение впервые попадает в статистику вылова через 4 года после появления. Среднегодовой вылов минтая в Беринговом море составлял в 1974–1979 гг. 1524 тыс. т. В 1980–1992 гг. он возрос до 2625 тыс. т, в 1993–2005 гг. вновь снизился до 1856 тыс. т [Фадеев, Веспестада, 2001; Ianelli et al., 2006; Global capture production 1950–2005, 2006].

В периоды высокой численности конкуренция за пространство и корм обостряется, вызывая активизацию поиска особями минтая дополнительных акваторий, пригодных для обитания, что, в свою очередь, отражается на его пространственном распределении. В этой связи проанализируем отдельно пространственное распределение минтая в периоды низкой и средней (1970-е годы, 1990-е годы — начало XXI века) и высокой (1980-е годы) численности.

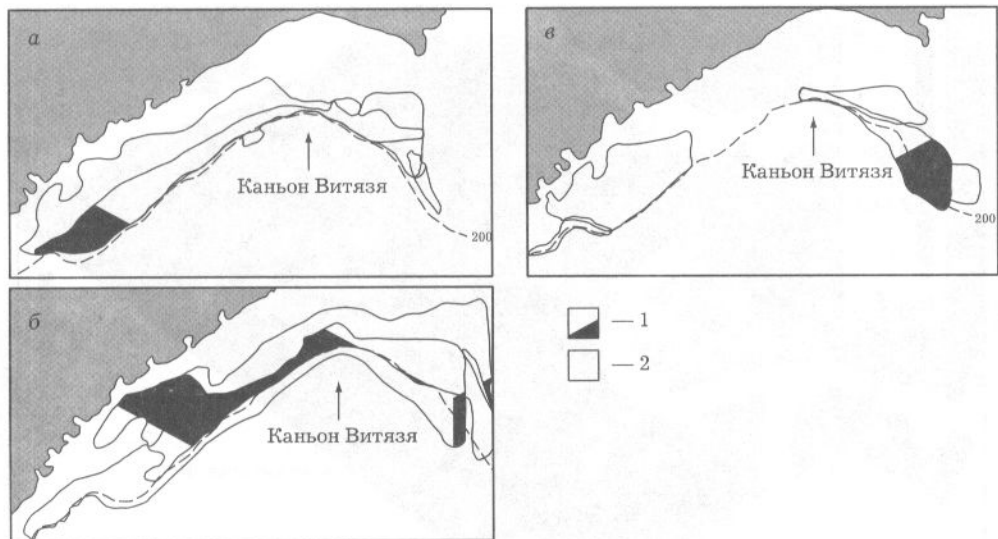
## 2.1. Периоды низкой и средней численности

### 2.1. Medium and low abundance

В северной части Берингова моря в 1970-е годы в осенне-зимний период минтай, избегая суровых условий, перемещался с шельфа на материковый склон. Наибольшей интенсивности предзимовальные миграции достигали в ноябре. Рыба постепенно отходила на юг, держась над глубинами 100—200 м. В начале декабря скопления минтая наблюдались вдоль свала глубин в районе мыса Наварин над глубинами 100—270 м. Формирование зимовальных скоплений минтая завершалось к концу декабря над глубинами свыше 180 м. Зимовальные скопления наваринского минтая распространялись в западном направлении до долготы каньона Витязя, в восточном — приблизительно до восточных склонов Наваринского каньона (рис. 2.1, в). Для нереста рыба вновь возвращалась на внешний край шельфа, выбирая для этого акватории с круговыми течениями. В начале нагула скопления половозрелого минтая располагались на шельфе у мыса Наварин на глубинах до 100 м, молодь нагуливалась на глубинах 140—150 м. В июле—августе нагульные скопления минтая распространялись по шельфу и склону вплоть до изобаты 200 м (см. рис. 2.1, а). В сентябре нагул наваринского минтая проходил на максимальной площади. В конце сентября — октябре минтай, продолжая нагул, начинал мигрировать к местам зимовки, формируя вытянутые вдоль верхней части материкового склона скопления (см. рис. 2.1, б). При этом площадь скоплений уменьшалась. К концу октября нагул в основном завершался [Балыкин, 1981].

Большую часть года (с октября по август) наваринские скопления минтая были хорошо обособлены от соседних, и только в течение одного месяца (сентября) происходило смешение особей наваринского и корякского скоплений (см. рис. 2.1).

До 1976 г. пределы распространения минтая на север ограничивались Беринговым проливом. При этом к северу от 63-й параллели минтай встречался единично [Walters, 1955; Alverson and Wilimovsky, 1966; Quast, 1972].

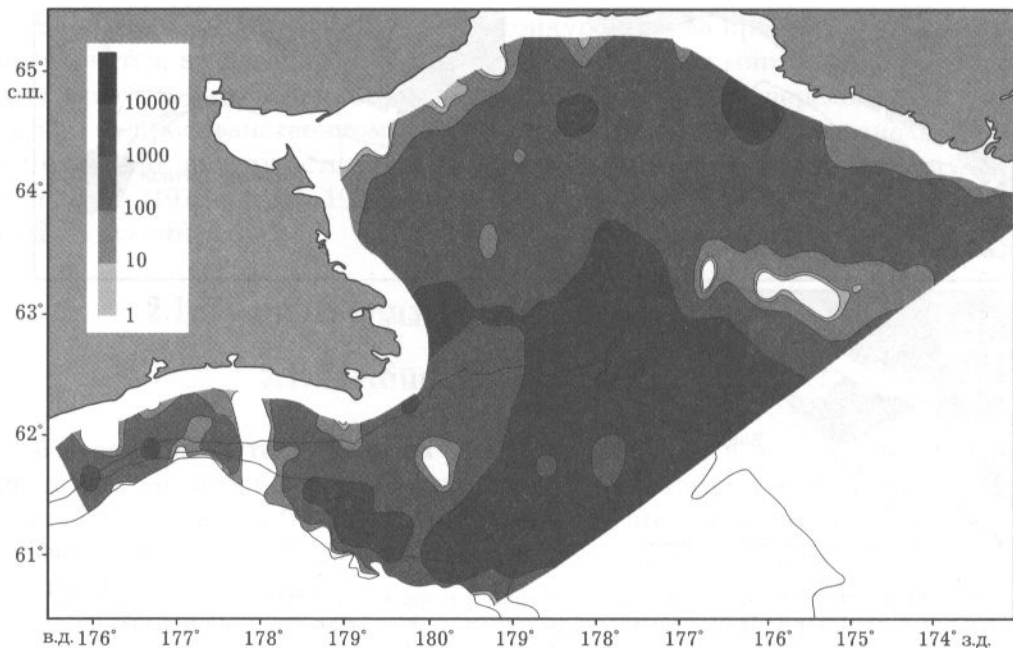


**Рис. 2.1.** Распределение минтая в 1970-е годы в Корякском и Наваринском районах:  
 а – в июле (1) и августе (2), б – в сентябре (1) и октябре (2); в – в ноябре (2)  
 и декабре (1) [Балькин, 1981]

**Fig. 2.1.** Distribution of pollock in Koryak and Navarin areas in the 1970-s:  
 (a) – July (1) and August (2); (b) – September (1) and October (2); (c) – November (2)  
 and December (1) [Balykin, 1981]

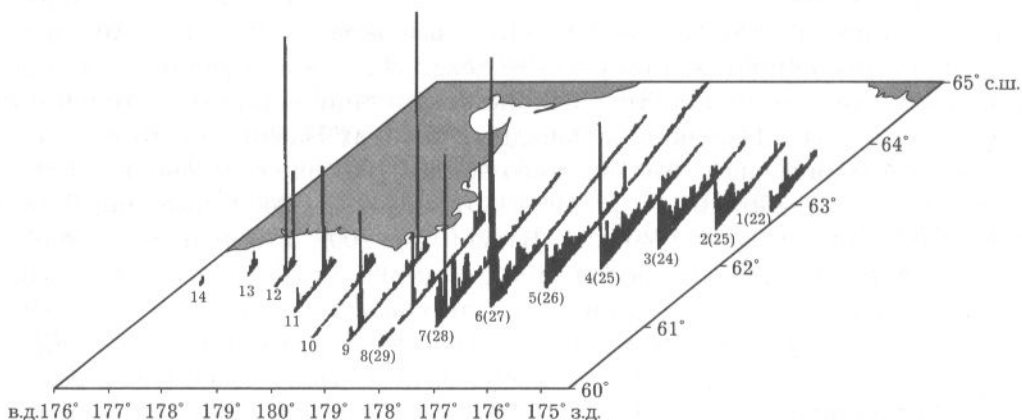
В следующий период относительно низкой численности минтая, пришедшийся на 90-е годы прошлого – начало нынешнего веков, в северной части Берингова моря скопления минтая высокой плотности были зарегистрированы на протяжении июля – декабря как в придонном слое, так и в пелагиали, в особенности в районе квазистационарного круговорота к востоку от мыса Наварин, на западных склонах Наваринского каньона и в юго-западной части Анадырского залива [Радченко, Фещенко, 1996; Варкентин, 1998; Датский и др., 1999; Датский и др., 2000; Датский, Батанов, 2000; Фадеев, 2001; Балькин, Варкентин, 2002 а; Борец и др., 2002; Кузнецов и др., 2002; Глубоков, 2003; Фадеев, Грицай, 2003; Датский, 2004]. Массовые скопления минтая отсутствовали севернее мыса Провидения. Западная граница северных скоплений минтая в июле – октябре проходила в районе подводного каньона Витязя, расположенного в районе 177-го меридиана Восточного полушария (рис. 2.2, 2.3) [Варкентин, 1998; Борец и др., 2002; Кузнецов и др., 2002; Глубоков, 2005].

В юго-восточном направлении наваринские скопления распространялись в воды США приблизительно до  $60^{\circ}30'$  с.ш.  $177^{\circ}$  з.д. (рис. 2.4, 2.5).



**Рис. 2.2.** Распределение и плотность (экз/км<sup>2</sup>) придонных скоплений половозрелого минтая в Наваринском районе в сентябре – октябре 1999 г. [Борец и др., 2002]

**Fig. 2.2.** Distribution and density (ind./km<sup>2</sup>) of near bottom concentrations of mature pollock in Navarin area in September – October 1999 [Borets et al., 2002]



**Рис. 2.3.** Распределение минтая по данным гидроакустической съемки в сентябре 2000 г. [Кузнецов и др., 2002]

**Fig. 2.3.** Distribution of pollock based on acoustic survey data – September 2000 [Kuznetsov et al., 2002]

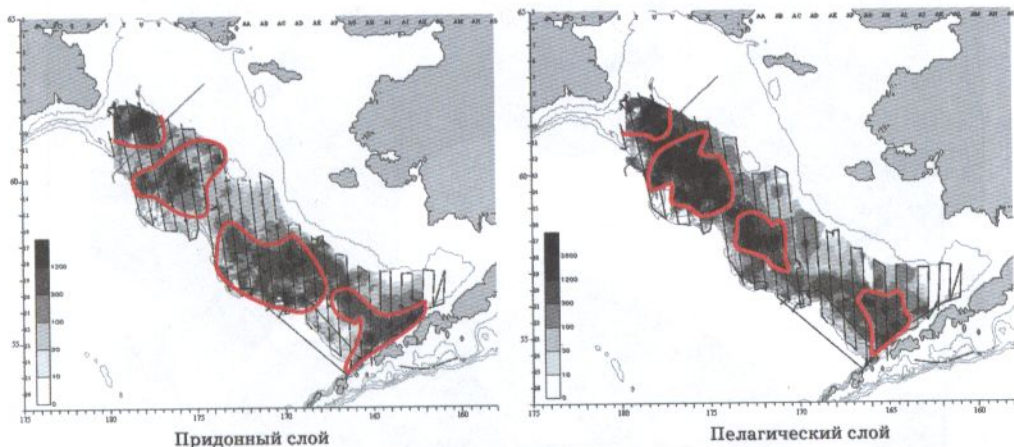
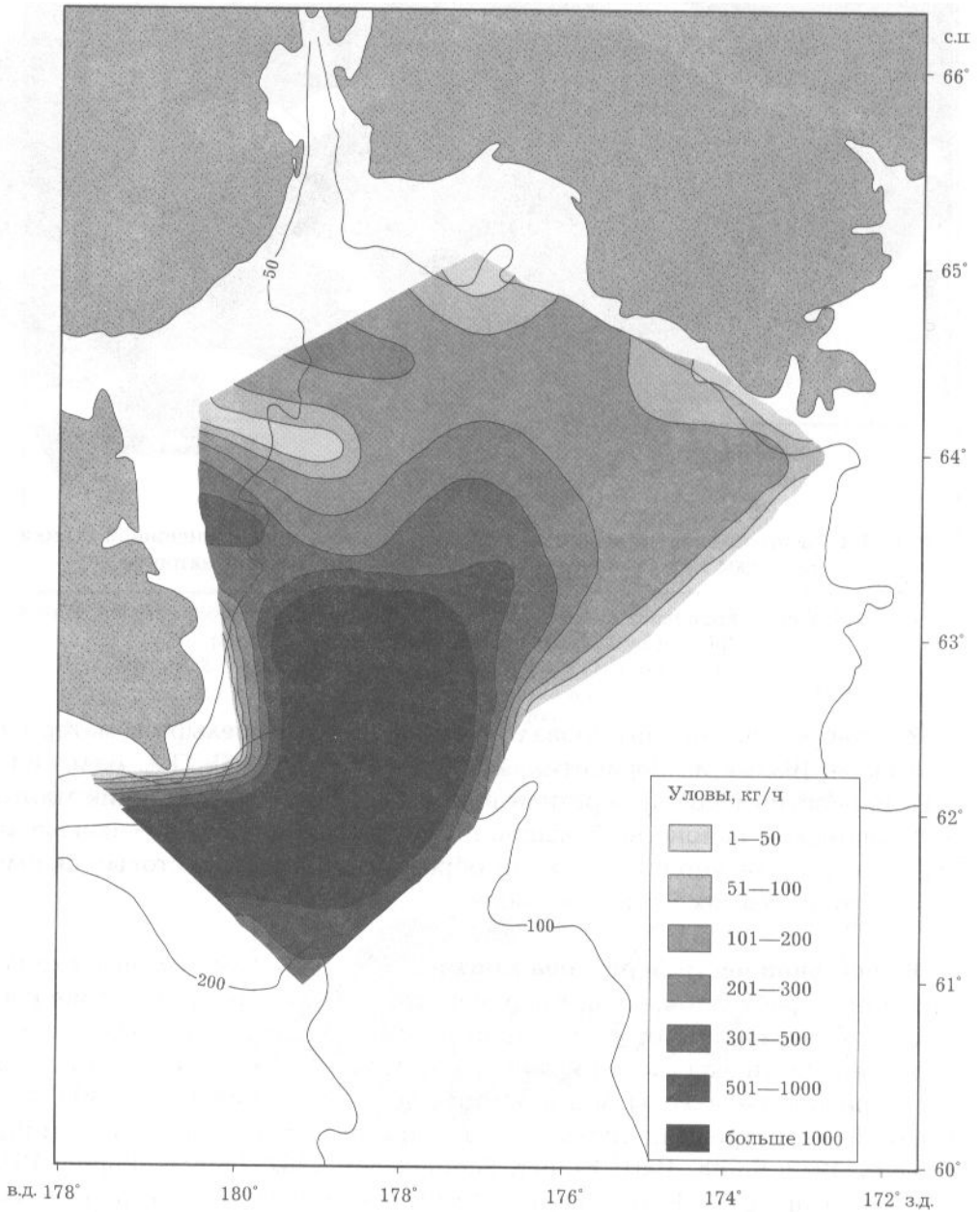


Рис. 2.4. Распределения численности минтая по данным эхоинтеграционной съемки, июль 2004 г. (построение А.В.Николаева, оконтуривание авторов)

Fig. 2.4. Pollock abundance distribution based on the July 2004 echointegration survey (plotted by A. Nikolaev; boundaries by the authors)

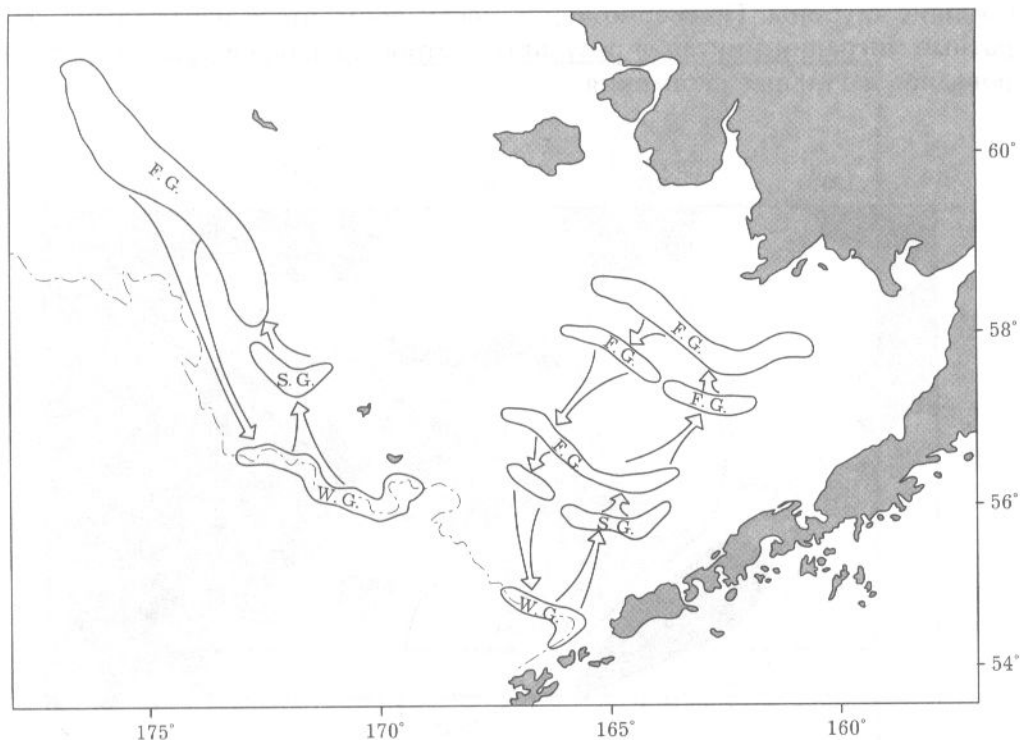
В декабре минтай мигрировал на внешний край шельфа и материковый склон [Балыкин, Варкентин, 2002а; Глубоков, 2005]. П.А. Балыкин и А.И. Варкентин [2002 а] обратили внимание на то, что смещение минтая в Наваринском районе на большие глубины в конце осени – начале зимы вполне согласуется со сроками образования преднерестовых скоплений в других частях Берингова моря.

**В восточной части Берингова моря** в 1970-е годы зимовальные скопления минтая располагались над верхней частью материкового склона к западу от о-вов Прибылова и в районе Бристольского залива. Нерестовые скопления были зарегистрированы на шельфе этих же районов (рис. 2.6). По мере прогрева воды минтай мигрировал с глубины 150–400 м на средний и внутренний шельфы, где нагуливался с июня по сентябрь [Maeda, 1972; Smith, 1981; Kinder, Schumacher, 1982; Francis, Bailey, 1983; Bakkala et al., 1985; Карп, Трайнон, 1989]. Нагульные косяки формировались от 58° до 61° с.ш. широкой лентой, вытянутой в направлении с юго-востока на северо-запад почти до юго-восточного склона Наваринского каньона; во внутренней части Бристольского залива и к востоку от каньона Жемчуг (см. рис. 2.6, а также 2.7, 2.8) [Maeda, 1972; Takahashi, Yamaguchi, 1972; Pereyга et al., 1976; Bakkala et al., 1985; Mito et al., 1990].



**Рис. 2.5.** Распределение уловов минтая в Наваринском районе по данным траловой съемки с СРТМ «Шурша» в сентябре — октябре 1995 г. [Радченко, Фещенко, 1996]

**Fig. 2.5.** Distribution of pollock catches in Navarin area based on the September — October 1995 bottom trawl survey data collected from «Shursha» vessel [Radchenko, Feshchenko, 1996]



**Рис. 2.6.** Распределение зимовальных, нерестовых и нагульных скоплений минтая [Maeda, 1972]. W.G. — места зимовок; S.G. — места нереста; F.G. — места нагула

**Fig. 2.6.** Distribution of wintering, spawning and feeding concentrations of pollock [Maeda, 1972]

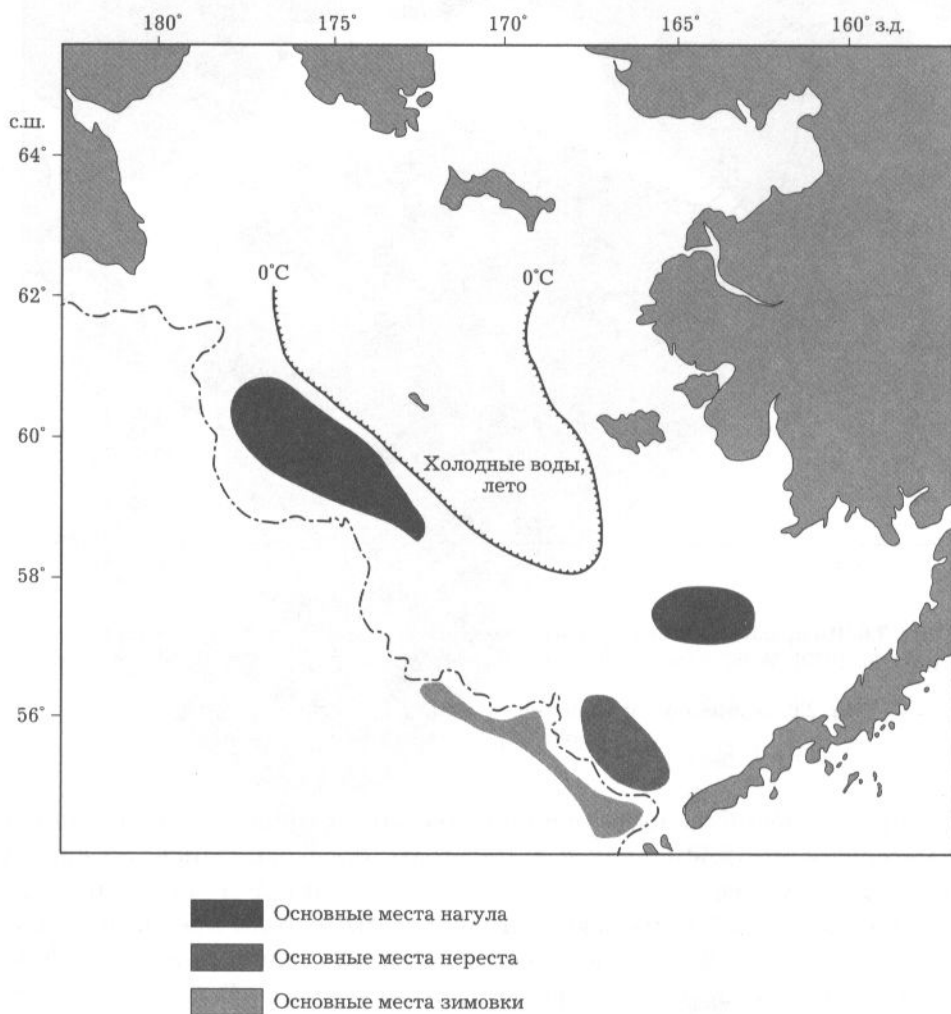
На рубеже веков на восточнoберинговомoрском шельфе и верхней части материкового склона, как и в 70-е годы, образовывались, по крайней мере, три скопления: матвеевское, прибыловское и бристолюское (рис. 2.9).

**В Олюторском и Карагинском заливах** в 1970-е годы предзимовальные миграции начинались в конце октября. Минтай смещался из южной части заливов в пролив Литке и на материковый склон. Было установлено, что половозрелый минтай зимует в районе свала глубин у о-ва Карагинский над глубинами 300 – 1050 м, в слое до 600 м [Балыкин, 1981; Качина, Балыкин, 1981]. Ко времени нереста он мигрировал к внутренней части материкового склона и далее на шельф Карагинского и Олюторского заливов. Нерест проходил на глубинах от 20 до 300 м [Качина, Балыкин, 1981] (рис. 2.10).

В июне после завершения нереста в отличие от северной и северо-восточной частей Берингова моря олюторскокарагинский минтай отходил на



большие глубины. Примерно через месяц после этого наблюдались обратные миграции минтая, в результате которых в июле в заливах формировались нагульные скопления.



**Рис. 2.7.** Распределение зимовальных, нерестовых и нагульных скоплений минтая в 1970-е годы [Mito et al., 1990]

**Fig. 2.7.** Distribution of wintering, spawning and feeding concentrations of pollock in the 1970-s [Mito et al., 1990]  
(lengthwise = feeding; crosswise = spawning; rare = wintering)

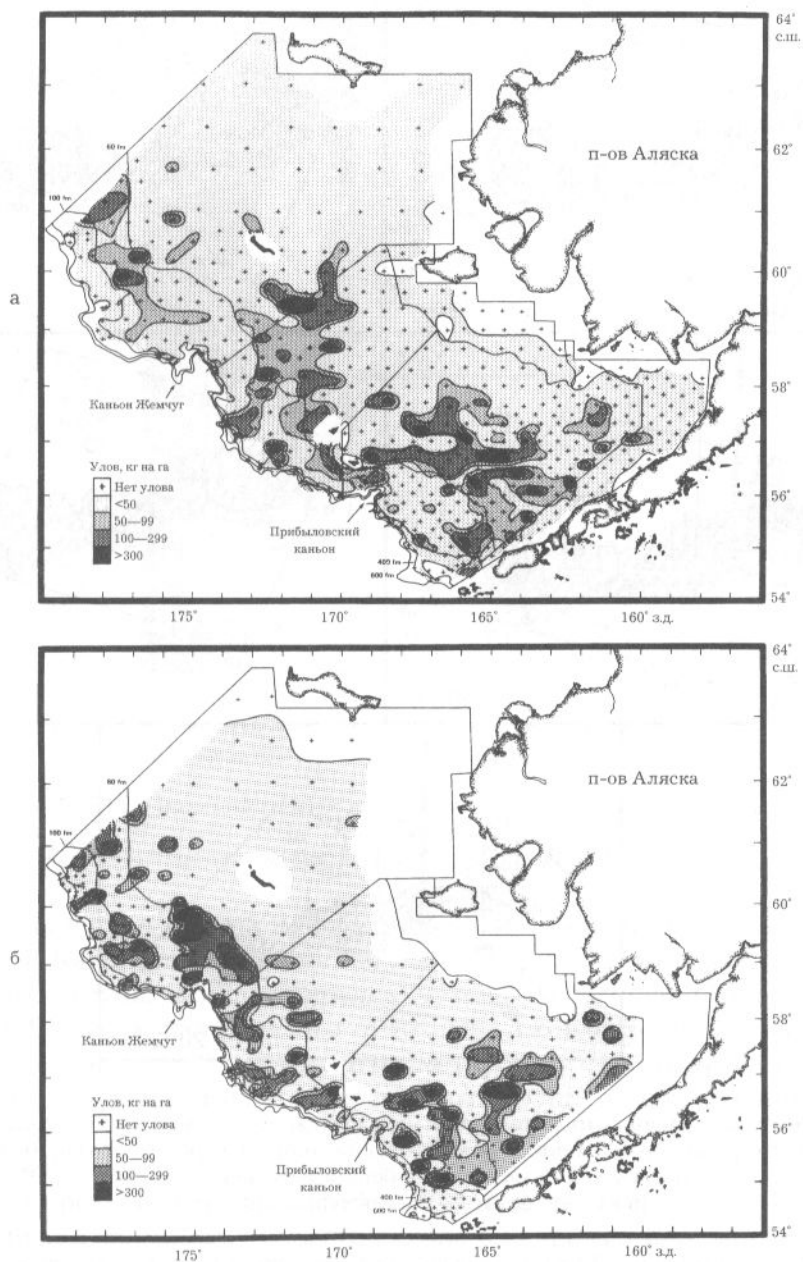
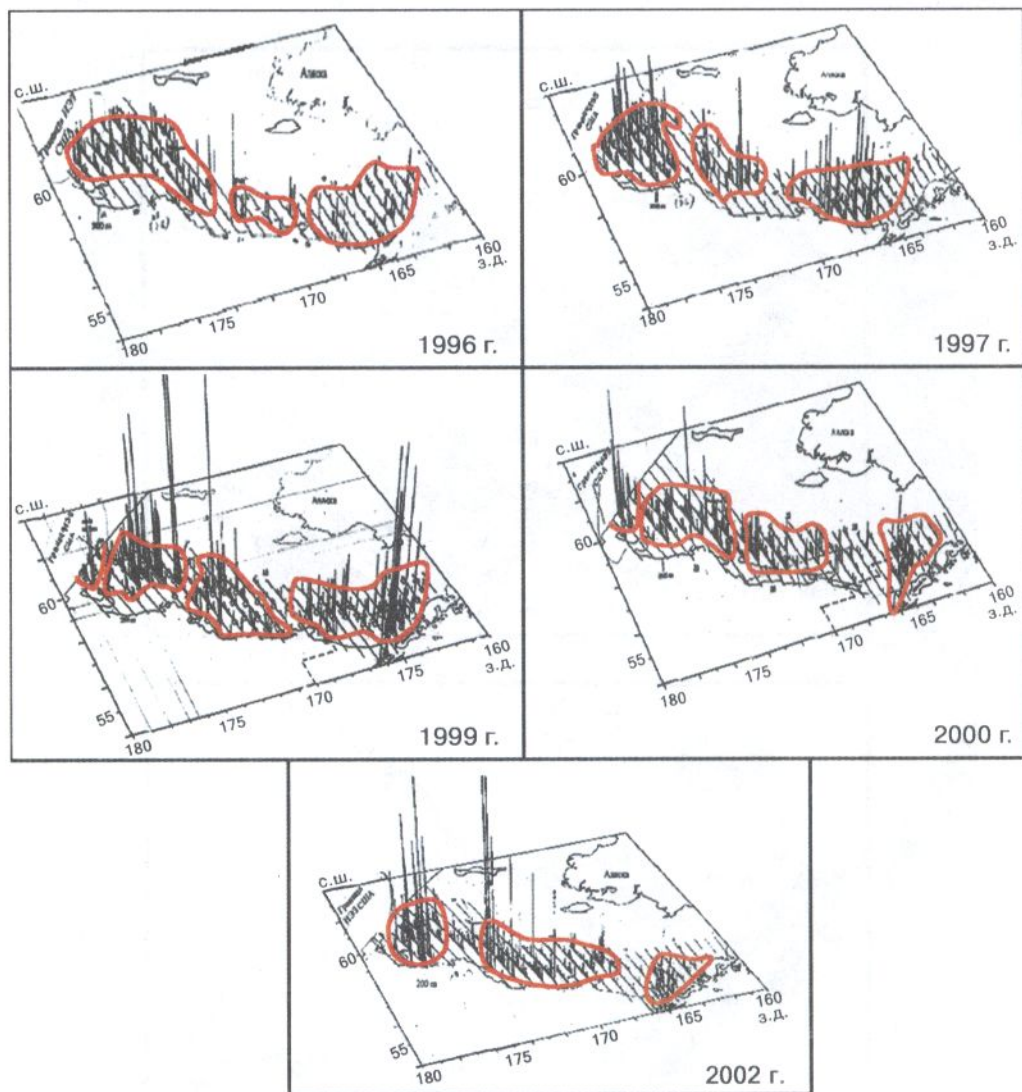


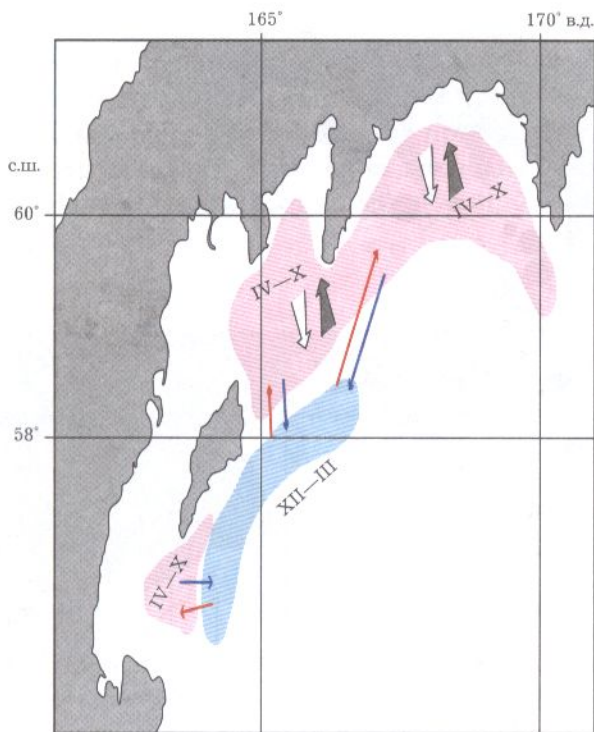
Рис. 2.8. Распределение и относительное обилие минтая по результатам американской (а) и японской (б) донных траловых съемок в мае – августе 1979 г. [Bakkala et al., 1985]

Fig. 2.8. Distribution and relative abundance of pollock, based on (a) U.S. and (b) Japanese bottom trawl survey in May – August 1979 [Bakkala et al., 1985]



**Рис. 2.9.** Распределение относительной плотности скопления минтая по данным летних эхоинтеграционных съемок Аляскинского научного центра рыбохозяйственных исследований на восточноберинговоморском шельфе [по Ianelli et al., 2006; оконтуривание авторов]

**Fig. 2.9.** Distribution of relative concentration densities of pollock based on summer echointegration surveys by Alaska Fisheries Science Center on East Bering Sea shelf [by Ianelli et al., 2006; boundaries by the authors]



Миграции:

—> зимовальные XI—XII;

—> нерестовые III—IV;

—> постнерестово-нагульные VI;

—> поздненагульные VII.

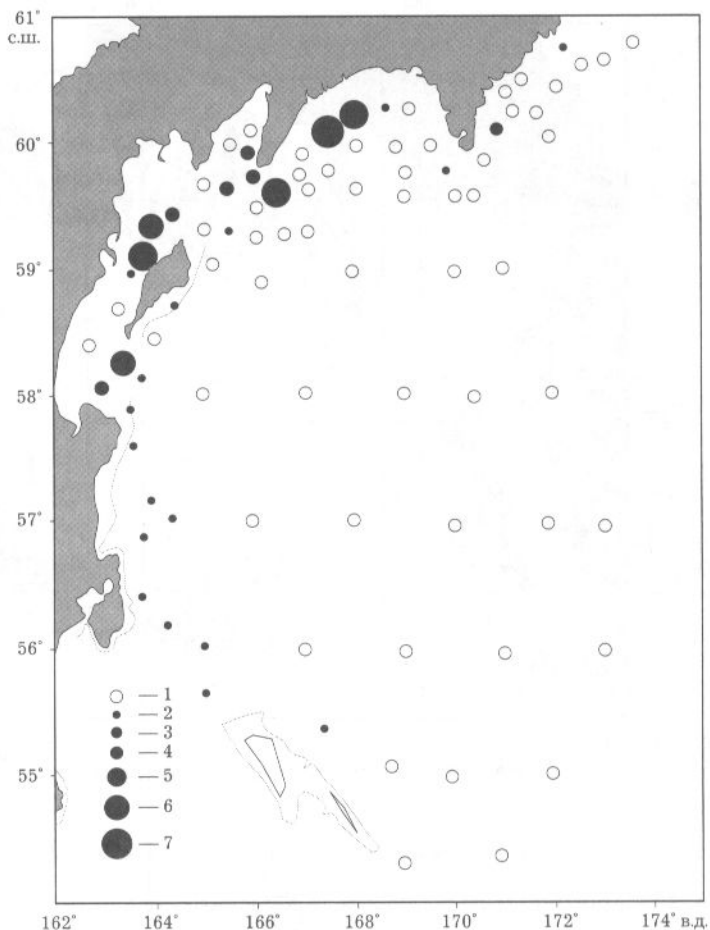
**Рис. 2.10.** Миграции минтая в Карагинской подзоне в 1970-е годы

**Fig. 2.10.** Migration routes of pollock in Karagin subzone in 1970-s

Во время нагула минтай в пределах района распределялся следующим образом. В Карагинском заливе нагуливались в основном рыбы старших возрастных групп, концентрируясь у о-ва Карагинский на глубинах 20–50 м. В других частях залива отмечались скопления меньшей плотности и протяженности. В августе на свале глубин у о-ва Карагинский скопления минтая состояли из всех возрастных групп, за исключением старшевозрастных особей, которые мигрировали в южную часть шельфа Карагинского залива.

В Олюторском заливе минтай в течение июля–августа смещался вдоль верхней части материкового склона в направлении с запада на восток. В октябре часть минтая возвращалась на юго-запад, достигая Карагинского залива (см. рис. 2.10) [Балыкин, 1981].

В конце 1990-х — начале 2000-х годов распределение минтая в целом соответствовало его распределению в 1970-х годах (рис. 2.11) [Балыкин, 2002; Гаврилов, Глебов, 2002; Глубоков, 2005].



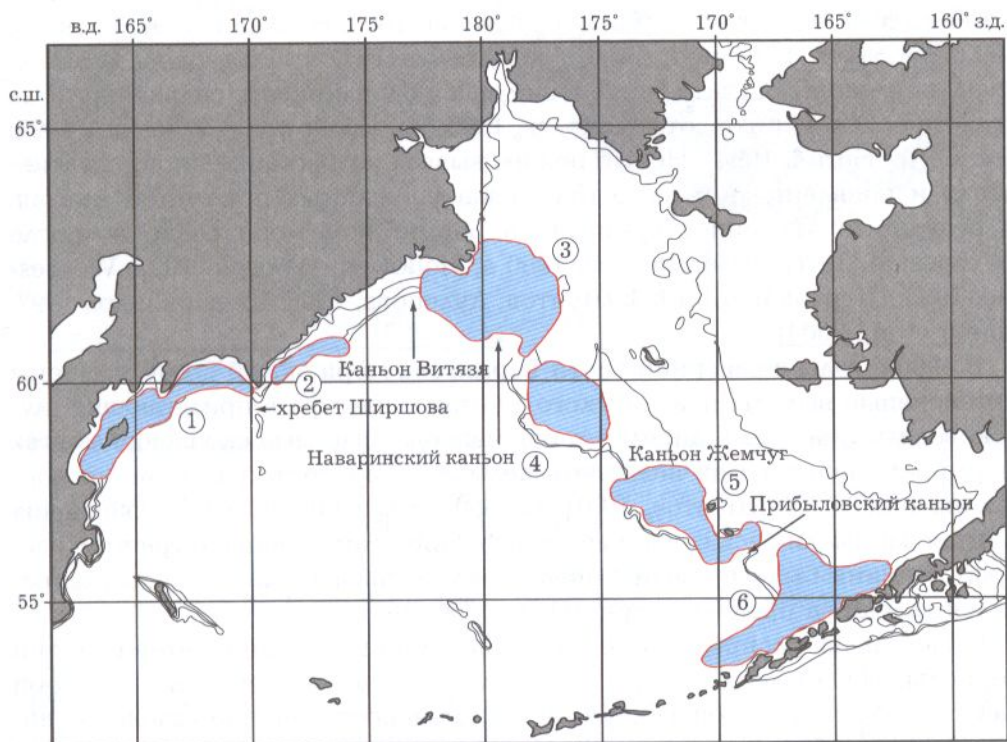
**Рис. 2.11.** Пространственное распределение минтая (экз/км<sup>2</sup>) в западной части Берингова моря 26 сентября — 19 октября 2000 г. [Гаврилов, Глебов, 2002]:  
 1 — 0; 2 — 1–500; 3 — 501–1000; 4 — 1001–5000; 5 — 5001–10000;  
 6 — 10000–100000; 7 — >100000

**Fig. 2.11.** Spatial distribution of pollock (ind/km<sup>2</sup>) in West Bering Sea on September 26 — October 19, 2000 [Gavrilov, Glebov, 2002]

**В Корякском районе** по мере формирования зимовальных скоплений минтай смещался в юго-западном направлении, держась над глубинами 100–200 м (см. рис. 2.1, в). Зимовка проходила в районе свала глубин, нагул — на шельфе над глубинами 50–140 м (см. рис. 2.1, а, б) [Балыкин, 1981].

В периоды низкой и средней численности юго-западной границей корякских скоплений минтая служил подводный хребет Ширшова (см. рис. 2.1 [Балыкин, 1981]).

Таким образом, в периоды низкой и средней численности в западной, северной и восточной частях Берингова моря можно выделить шесть пространственно обособленных скопления минтая: олоторскокарагинское, корякское, наваринское, матвеевское, прибыловское и унимакскобристольское. Разграничивают скопления подводный хребет Ширшова, каньоны Витязя, Наваринский (восточный склон), Жемчуг и Прибыловский (рис. 2.12).



- Скопления: 1 — олоторскокарагинское; 2 — корякское; 3 — наваринское;  
 4 — матвеевское; 5 — прибыловское; 6 — унимакскобристольское
- Concentration: 1 — Olutor-Karagin; 2 — Koryak; 3 — Navarin; 4 — Matveev;  
 5 — Pribiloff; 6 — Unimak-Bristol

Рис. 2.12. Пространственное распределение минтая в периоды низкой и средней численности

Fig. 2.12. Spatial distribution of pollock in periods of low and medium abundance

## 2.2. Период высокой численности

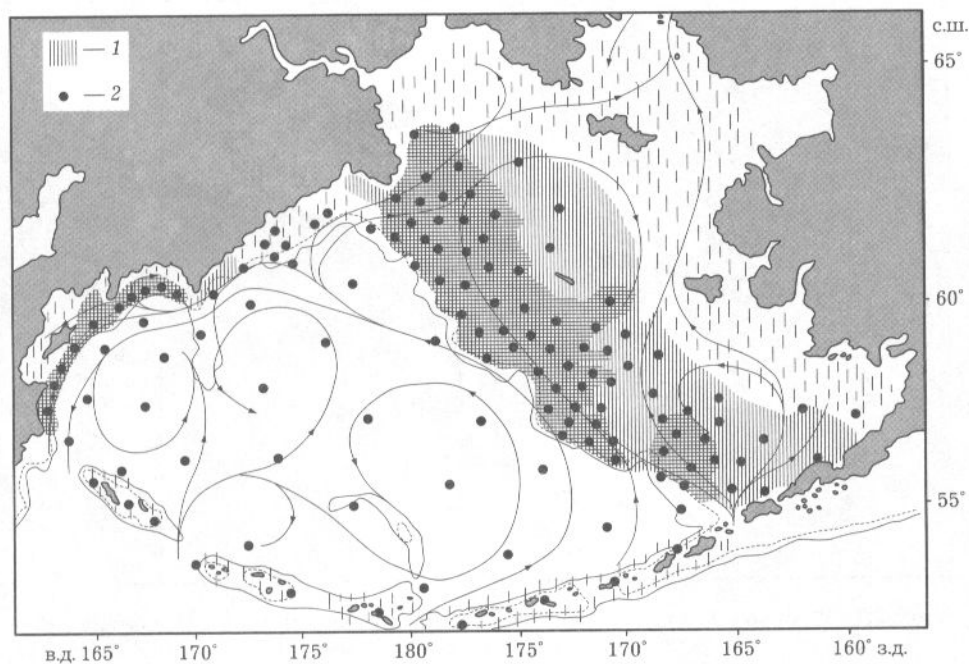
### 2.2. High abundance

На рубеже 1970-х – 1980-х годов прошлого столетия в Беринговом море произошли существенные атмосферные и океанологические перестройки, отразившиеся на распределении минтая [Wyllie-Echeverria, Wooster, 1998]. Изменение климато-океанологических условий, установленное по 40 показателям [Ebessmeyer et al, 1991; Niebauer, 1988; Beamish, 1993; Niebauer, Hollowed, 1993], началось в 1977 г. Еще одна заметная трансформация климата, произошедшая под влиянием сильнейшего за столетие Эль-Ниньо, отмечена в 1983 г. [Hollowed, Wooster, 1992; Trenberth, Hurrell, 1994]. Новый режим вызвал возрастание биопродуктивности и появление в теплые годы ряда урожайных поколений минтая. В результате численность минтая в Беринговом море резко возросла [Wespestad, Terry, 1984; Фадеев, 1990 а; Hollowed, Wooster, 1992; Wespestad, 1993; Шунтов и др., 1993; Шунтов, Дулепова, 1995; Шунтов и др., 1997; Ianelli et al., 2004].

В 1980-е годы **в северной части Берингова моря** зимой были отмечены интенсивные выходы наваринского минтая с шельфа в прилегающие глубоководные участки. В апреле – июне наиболее плотные скопления минтая формировались в водах внешнего шельфа и верхнего края материкового склона (рис. 2.13) [Шунтов, 1991]. В 1980-е годы непрерывные скопления минтая занимали весь северный шельф. При этом внешнюю границу распространения было провести очень трудно, так как минтай распространялся далеко за пределы материкового склона.

Сопоставляя распределение минтая в зимне-весенний и летне-осенний периоды, Н.С.Фадеев пришел к выводу о миграциях впервые и второй раз созревающих производителей после нереста на прибыловско-унимакском шельфе вдоль материкового склона на север [Фадеев, 1988; Фадеев, 1991]. В эти годы на северном шельфе отмечены также совместные нагульные скопления минтая, размножающегося в Наваринском районе и на западе моря [Балыкин, Максименко, 1990; Фадеев, 1991]. Непрерывность распределения подтверждена всеми съемками, проведенными в 1980-е годы, и промысловыми данными (рис. 2.14) [Фадеев, 1991].

В период высокой численности **в восточной части Берингова моря** в зимний (январь) период преднерестовый минтай распространялся сплошной полосой вдоль северного и восточного шельфов от Наваринского района до Алеутской гряды. В феврале – марте по мере приближения нерестового сезона скопления минтая в северо-восточной части моря разделялись на два: в районе о-вов Прибылова и к северу от каньона Жемчуга (см. главу 3). В нагульный период (июне – октябре) в пределах ИЭЗ



**Рис. 2.13.** Распределение молоди (менее 30 см) (1) и среднеразмерного (30–40 см) (2) минтая в Беринговом море в 1980-е годы. Интенсивность штриховки и размещения кружков соответствует плотности концентраций [Шунтов, 1991]

**Fig. 2.13.** Distribution of small size (under 30 cm) (1) and medium size (30–40 cm) (2) pollock in the Bering Sea in 1980-s. Darker areas and spots reflect great densities [Shuntov, 1991]

США скопления минтая вновь распространялись почти на весь шельф и верхнюю часть склона [Megrey, 1989; Wyllie-Echeverria, 1995; Bailey et al., 1999 a]. Распределение уловов по данным американского рыболовного флота и съемок подтверждает непрерывность распространения минтая в восточной части моря от Алеутских островов до границы ИЭЗ США (рис. 2.15, 2.16) [Wyllie-Echeverria, 1995; Bailey et al., 1999 a].

В 1980-е годы минтай в отличие от прошлого десятилетия мигрировал далеко за пределы материкового склона [Wespestad, 1989], что обеспечивало устойчивую работу промыслового флота в Алеутской котловине (рис. 2.17). Было высказано предположение о нагульных миграциях минтая с северо-восточного шельфа Берингова моря в воды Корякского нагорья и его возвратных миграциях в осенний период [Радченко, Соболевский, 1992].



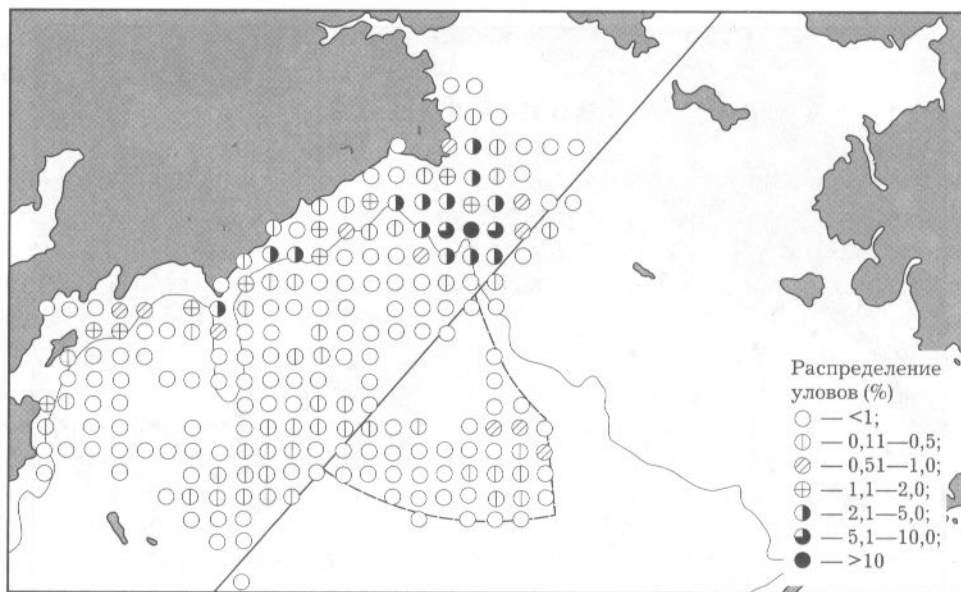


Рис. 2.14. Годовое распределение отечественных уловов минтая в Беринговом море в 1988 г. в % к улову за год [Фадеев, 1991]

Fig. 2.14. Annual distribution of Russian catches of pollock in the Bering Sea in 1988 (% of annual catch) [Fadeev, 1991]

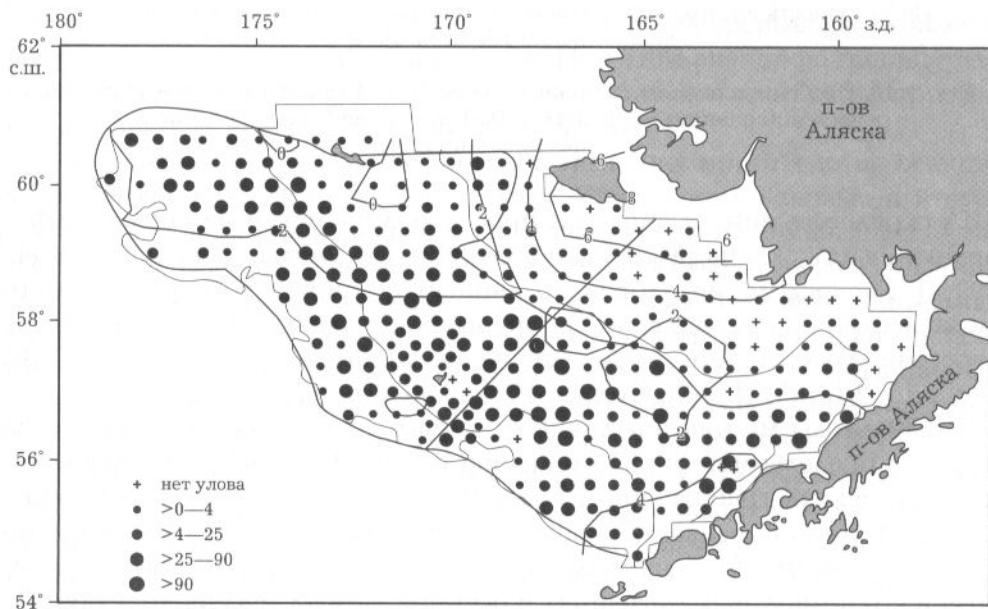


Рис. 2.15. Распределение уловов минтая на усилие (кг/га) в 1980 г. [Bailey et al., 1999a]

Fig. 2.15. Distribution of pollock catches per effort (kg/ha) in 1980 [Bailey et al., 1999a]

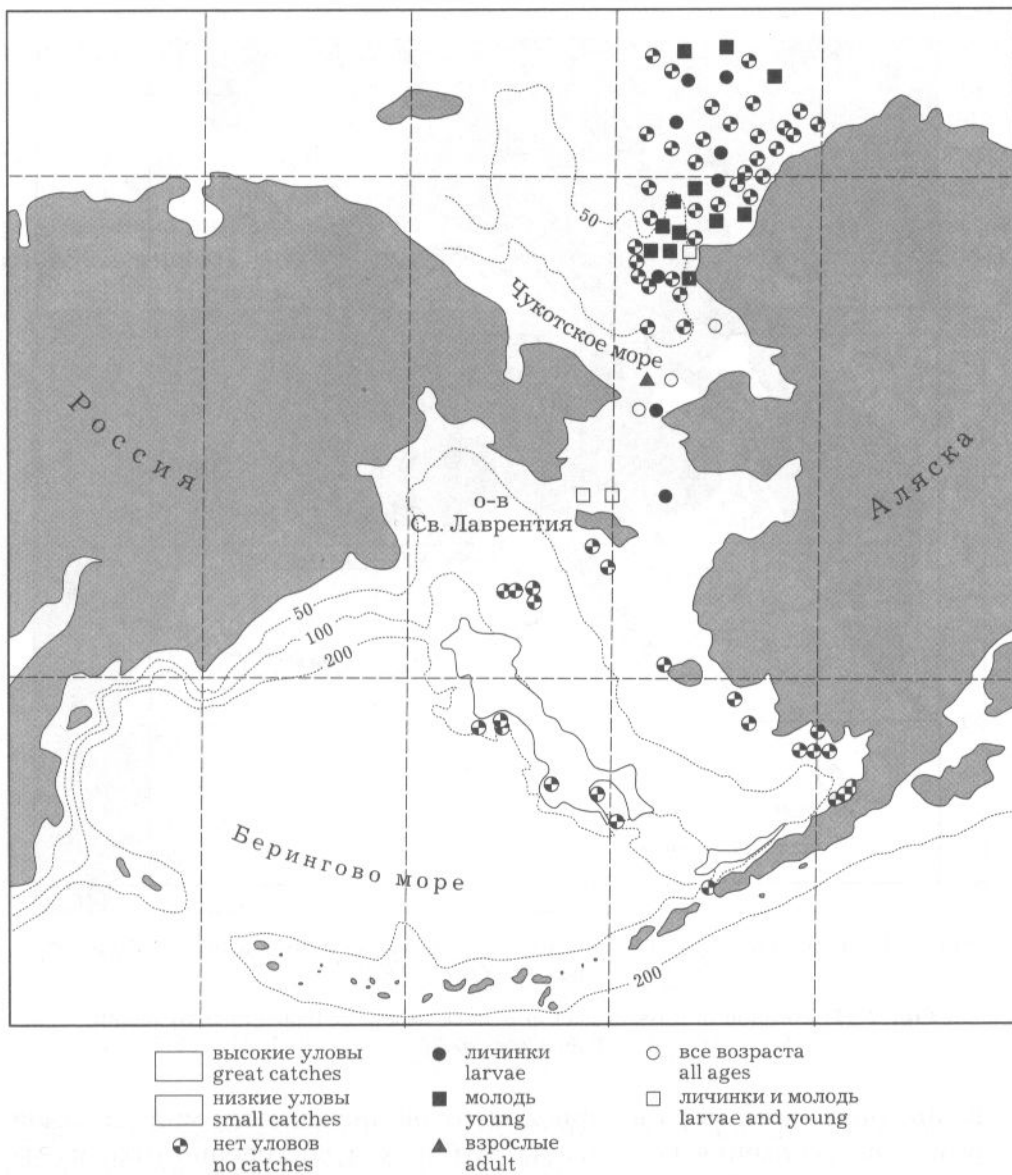


Рис. 2.16. Распределение минтая различного возраста по данным съемок в июле – сентябре 1990 г. [Wyllie-Echeverria, 1995]

Fig. 2.16. Distribution of pollock (different ages) based on July – September 1990 surveys [Wyllie – Echeverria, 1995]

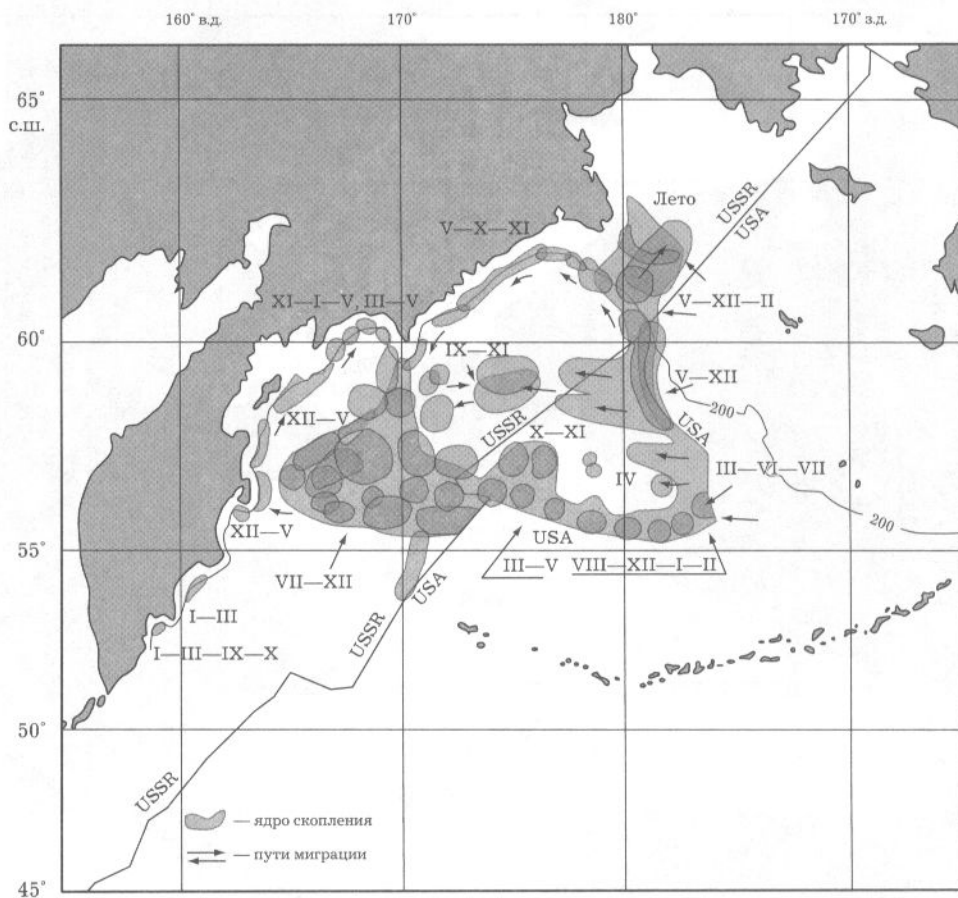


Рис. 2.17. Расстановка российского флота на промысле минтая в 1986 – 1990 годы по месяцам [Глубоков, 2004]

Fig. 2.17. Location of Russian fleet in pollock fishery in 1986 – 1990, by month [Glubokov, 2004]

В западной части моря в период высокой численности минтай зимой формировал скопления на больших глубинах и постепенно отходил на юго-запад, занимая Олюторский, Карагинский и Озерной заливы [Балыкин, Максименко, 1990; Balykin, 1996]. Нерестовые скопления минтай формировались там же, а также в водах Корякского нагорья напротив бухты Дежнева [Балыкин, 1993].

Позднее отнерестившийся в Олюторском и Карагинском заливах минтай в отличие от 1970-х годов не полностью возвращался на шельф, а частично распространялся на нагул в глубоководную Командорскую котловину, мигрируя преимущественно вдоль подводного хребта Ширшова,

что хорошо видно по перемещениям отечественного промыслового флота (см. рис. 2.17) [Sobolevskiy et al., 1989 a; Stepanenko, 1989; Фадеев, 1991; Глубоков, 2004a].

В постнерестовый и нагульный периоды скопления минтая широко распределялись по всей западной части Берингова моря от Командорских островов до границы ИЭЗ России (рис. 2.18), где смыкались с восточноберинговоморскими (см. рис. 2.13, 2.15–2.17) [Sobolevskiy et al., 1989 b; Балыкин, Максименко, 1990; Фадеев, 1991; Радченко и др., 1995; Глубоков, 2004].

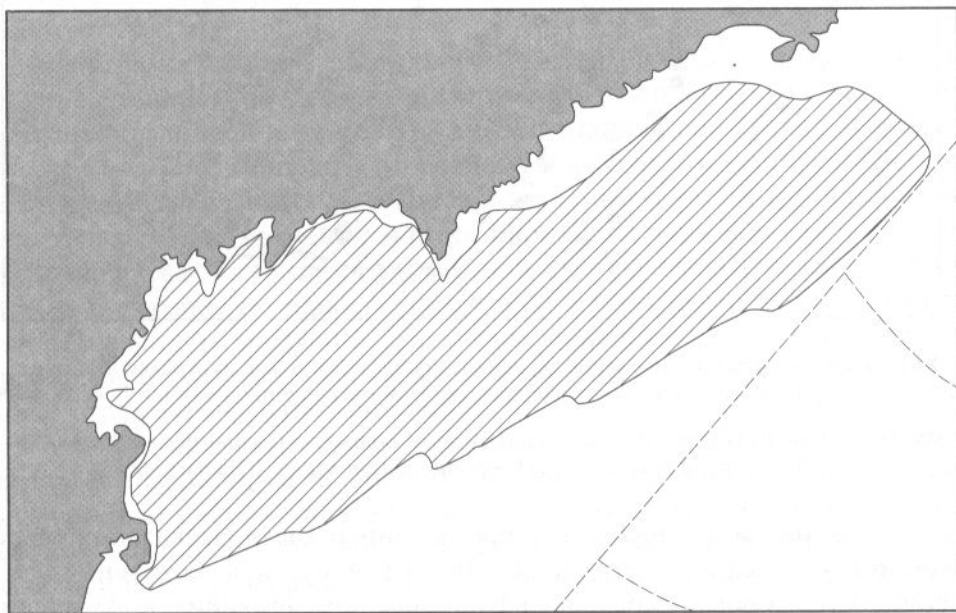
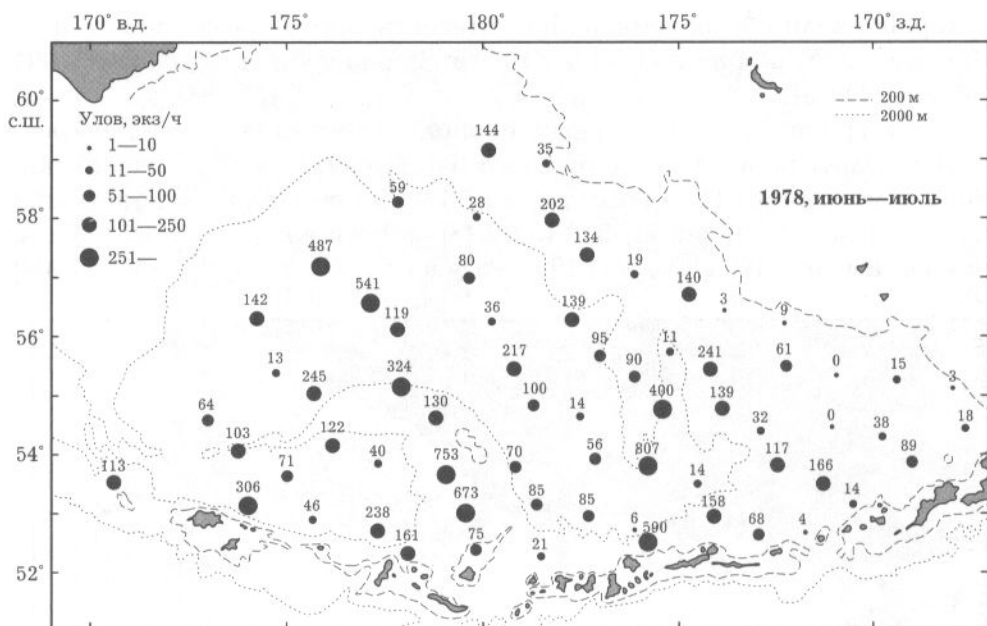


Рис. 2.18. Пределы распространения скоплений минтая в западной части Берингова моря в июне–июле 1988 г. (по Фадееву, 1991)

Fig. 2.18. Range of pollock concentrations in the West Bering Sea in June–July 1988 (after Fadeev, 1991)

Высказывалось мнение о нагульных миграциях минтая с юго-запада на северо-восток моря [Шунтов и др., 1993].

Эхоинтеграционные траловые съемки конца 1970-х — начала 1980-х годов показали наличие летних скоплений минтая по всей **Алеутской котловине** в горизонтах 30–150 м (рис. 2.19). Зимой скопления были обнаружены в юго-восточной части котловины [Okada, Yamaguchi, 1985; Okada, 1986]. Скопления в глубоководных участках моря были настолько плотными, что позволяли флоту России, Японии, Республики Кореи, КНР и Польши круглогодично работать в анклав Берингова моря, перемещаясь вслед за минтаем (см. рис. 2.17).



**Рис. 2.19.** Распределение уловов на единицу усилия минтая в центральной части Берингова моря по результатам японской тралово-эхоинтеграционной съемки [Okada, 1986]

**Fig. 2.19.** Distribution of catches per unit effort of pollock in Central Bering Sea based on the results of Japanese trawl-echointegration survey [Okada, 1986]

На основании имеющихся в то время данных было высказано предположение о возможных миграциях минтая в Алеутскую котловину как с восточоберингоморского шельфа и вод, прилегающих к Алеутским островам, так и из вод ИЭЗ СССР [Okada, 1986; Dawson, 1989 b; Фадеев, 1991; Шунтов и др., 1993]. К началу 1990-х годов после снижения численности минтая в Беринговом море его скопления в центральной части моря исчезли [Борец и др., 2002; Глубоков, 2004; Glubokov, Popov, 2004 a,b].

Увеличение биомассы основных популяций минтая Берингова моря, наблюдавшееся с 1977 по 1989 г. [Шунтов и др., 1993; Ianelli et al., 2004], привело к значительному расширению ареала вида. В этот период в Чукотском море были обнаружены личинки, молодь и взрослые особи минтая (см. рис. 2.16) [Wolotira et al., 1977; Wyllie-Echeverria, McRoy, 1992; Wyllie-Echeverria, 1995]. Часть минтая, ранее обитавшего преимущественно в пределах шельфа и верхней части материкового склона, в поисках корма массово распространилась в глубоководные участки моря, где в 1950-е — 1970-е годы скопления минтая были разрозненными [Dawson, 1989 b; Sasaki, 1989; Фадеев, 1991; Шунтов и др., 1993; Глубоков 2004 а]. Произошло слияние ранее изолированных скоплений на севере, востоке

и западе моря. Миграционные пути удлинились и в нагульный период скопления смешанного генезиса формировались на коряжском шельфе, в южной части Наваринского района, а также в Алеутской и, возможно, Командорской котловинах. В результате в 1980-е годы минтай в процессе жизненного цикла использовал почти всю акваторию Берингова моря [Радченко, Соболевский, 1992; Шунтов и др, 1993], как по горизонтали, так и по вертикали. В стремлении максимально освоить кормовую базу минтай совершал постоянные перемещения и суточные вертикальные миграции, не образуя устойчивых в пространстве и времени скоплений [Fadeyev, 1989 a].

Несмотря на наличие к середине 1990-х годов общих представлений о пространственном распределении минтая Берингова моря и его изменениях при различной численности вида, в знаниях оставались существенные пробелы, позволяющие по разному трактовать сезонные перемещения минтая. Такие пробелы возникли в результате того, что на протяжении всей истории изучения минтая Берингова моря как отечественной, так и зарубежной его пространственное распределение и миграции оценивали в статике: по односезонным и не ежегодным съемкам. Картину распределения и миграций дополняли информацией о перемещениях промыслового флота, которая, безусловно, не полна и не всегда объективно отражает реальную ситуацию.

Наиболее противоречивые представления сложились о скоплениях минтая в северной части Берингова моря: одни авторы полагали, что в Наваринском районе обитает минтай преимущественно восточоберингоморского происхождения, мигрирующий сюда на нагул с юго-востока моря и вновь возвращающийся на юго-восток на нерест [Фадеев, 1991; Шунтов и др., 1993; Степаненко, 2001 a]; другая точка зрения заключалась в существовании североберингоморской популяции минтая, особи которой в течение всего жизненного цикла населяют Наваринский район и смешиваются с восточоберингоморскими незначительно [Серобаба, 1977; Котенев, 1995; Глубоков, Котенев, 1999; Датский, 2000; Балыкин, Варкентин, 2002 б].

Единственным надежным методом прямой оценки протяженности и направленности сезонных и онтогенетических миграционных путей может быть проведение многократных в течение года съемок. Поскольку наибольшие противоречия гипотез об источниках формирования североберингоморских скоплений минтая касаются постнерестового, нагульного и зимовального периодов, ВНИРО, КамчатНИРО и ТИНРО-центром в 1996 — 2002 гг. были выполнены совместные ежегодные съемки, охватывающие именно эти три периода годичного цикла. В рамках совместной программы на протяжении семи лет были проведены 45 съемок с периодичностью от одной недели до шести месяцев.

По данным съемок в летний период, соответствующий концу постнерестового — первой половине нагульного, скопления североберингово-морского минтая формировались на верхней части материкового склона и внешнем шельфе, образуя широкую дугу, в общих чертах повторяющую конфигурацию границы шельфа. Вершина дуги совпадала с направлением верхней части Наваринского каньона. На юго-запад минтай распространялся приблизительно до  $175^{\circ}30'$  в.д.; на север — до  $62^{\circ}30'$  с.ш.; на восток — до  $178-177^{\circ}$  з.д. В Корякском районе летом минтай был многочисленен между  $171$  и  $173^{\circ}$  в.д. (рис. 2.20).

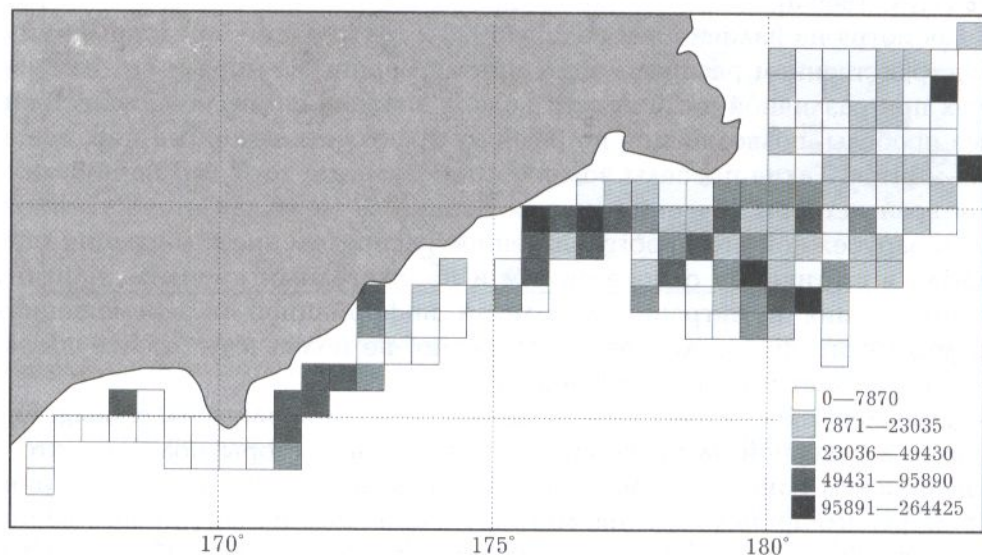
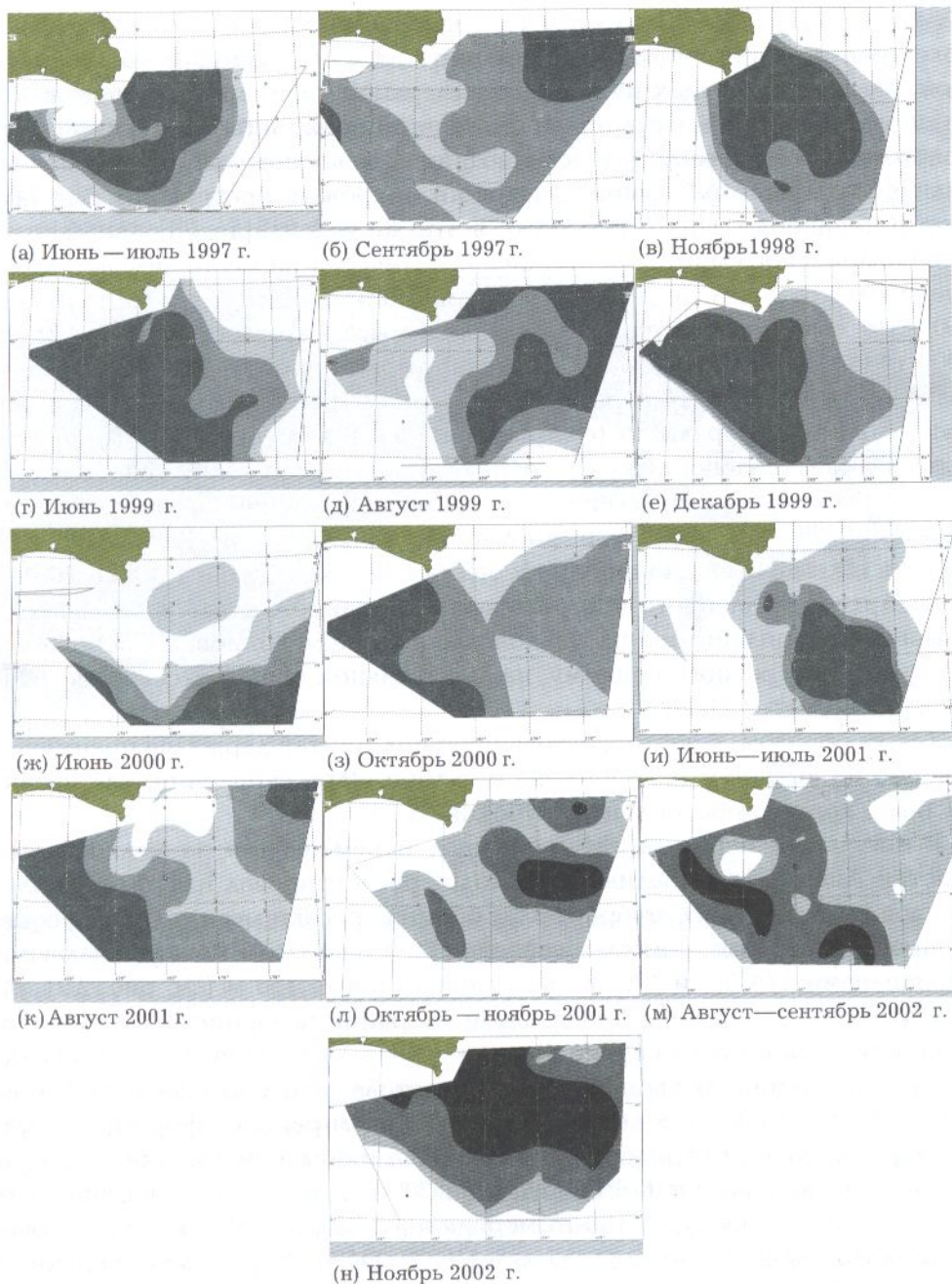


Рис. 2.20. Плотность распределения придонного минтая ( $\text{кг/миля}^2$ ), среднемноголетние данные (1996–2003 гг.) по результатам летних траловых съемок

Fig. 2.20. Distribution density of near-bottom pollock ( $\text{kg/mile}^2$ ) (mean multiannual data from summer trawl surveys in 1996–2003)

В период проведения многократных ежегодных съемок (1996–2002 гг.) отмечены следующие межгодовые особенности летнего распределения наваринского минтая. В июне–июле 1997 г. наиболее плотные скопления располагались в придонном слое дугой, опоясывающей мыс Наварин. Между  $177^{\circ}$  и  $178^{\circ}$  в.д. скопления минтая были зарегистрированы в координатах  $62^{\circ}00' - 61^{\circ}40'$  с.ш. Далее на восток до  $180$  меридиана скопления формировались несколько южнее — между  $61^{\circ}40'$  и  $61^{\circ}20'$  с.ш. Основная часть скоплений наваринского минтая находилась между меридианами  $180$  и  $178$  Западного полушария и параллелями  $61^{\circ}20'$  и  $62^{\circ}30'$  с.ш. К юго-востоку от линии, соединяющей точки с координатами  $62^{\circ}30'$  с.ш.,  $177^{\circ}00'$  з.д. и  $61^{\circ}00'$  с.ш.,  $178^{\circ}30'$  з.д., скопления минтая отсутствовали (рис. 2.21, а)



**Рис. 2.21.** Пространственное распределение минтая в Наваринском районе Берингова моря по данным донных траловых съемок. Более интенсивный цвет соответствует большей плотности скоплений

**Fig. 2.21.** Spatial distribution of pollock in Navarin area of the Bering Sea based on bottom trawl surveys (darker field = greater density of concentrations)



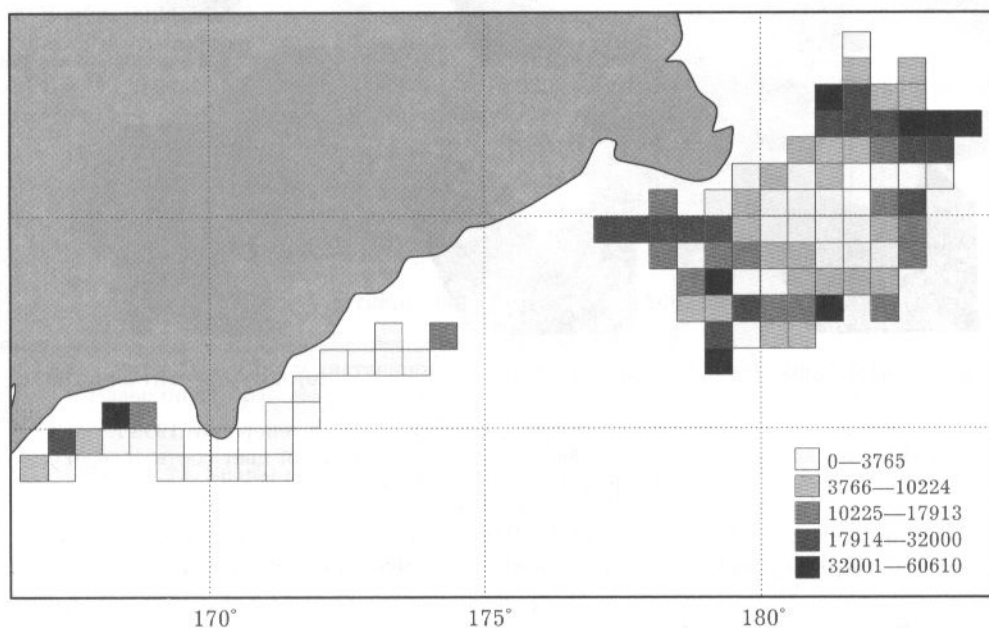
[Глубоков, 2003]. 1997 г. относится к умеренно теплым годам. В связи с более ранним прогревом воды и развитием зоопланктона минтай уже в июне — первых числах июля начал с верхней части материкового склона перемещаться на нагул в район квазистационарного круговорота, расположенного к востоку от мыса Наварин. В холодном 1999 г., когда отмечались медленное разрушение ледового покрова и прогрев вод в начале лета [Степаненко, Николаев, 2004], в эти же календарные сроки скопления наваринского минтая оставались практически на месте зимовки вдоль внешнего края шельфа на границе с материковым склоном на глубинах 250–350 м, не распространяясь севернее мыса Наварин (см. рис. 2.21, г). 2000 г. также был холодным, в результате чего минтай в июне располагался в южной части Наваринского района на границе склона в узкой полосе вдоль 61-й параллели (см. рис. 2.21, ж). В холодном 2001 г., по данным донной траловой съемки, основное ядро скоплений наваринского минтая было вытянуто в северо-западном направлении от места с координатами 178° з.д. и 61° с.ш. до места с координатами 180° и 62° с.ш. То есть уже началось смещение к местам нагула, однако в июне 2001 г. минтай из-за медленного прогрева вод и вызванного этим запаздывания в развитии зоопланктона на мелководье еще не мигрировал к основному месту нагула, расположенному на центральном шельфе севернее 62-й параллели (рис. 2.21, и).

Таким образом, в постнерестовый период минтай держался преимущественно на внешнем крае шельфа и склоне. Ядро скоплений, как правило, было хорошо обособлено [Глубоков, 2003].

В нагульный период минтай начинал перемещаться на мелководные участки Анадырского залива, где эхолот регистрировал плотные скопления зоопланктона. В сентябре 1997 г. большие косяки минтая были зарегистрированы в придонном слое севернее 62-й параллели между западными меридианами 178°30' и 176°00' на глубинах менее 150 м (см. рис. 2.21, б). В августе холодного 1999 г. нагульные миграции наваринского минтая от внешнего края шельфа еще не были окончательно завершены, хотя большая часть придонных скоплений уже сместилась севернее мыса Наварин (рис. 2.21, г). В 2001 г. в августе в Наваринском районе сформировались два ядра нагульных скоплений минтая: одно в обычном участке шельфа в районе с координатами 176°00' з.д. и 62°30' с.ш., а другое — на внешнем крае шельфа к западу от 180-го меридиана (см. рис. 2.21, к). 2002 г. был очень холодным. По данным съемки НИС «ТИНРО» [Степаненко, Николаев, 2004] в июне–июле холодные лаврентийские воды с низкими значениями температуры полностью занимали Наваринский район. Изотерма +2°С служила преградой распространению в этот район минтая [Степаненко, Николаев, 2004]. Только в августе начались постепенный

прогрев воды и смещение холодного пятна на север. Вслед за прогревом воды минтай мигрировал на наваринский шельф (см. рис. 2.21, м).

**Осенью** (во второй половине нагульного — начале предзимовального периодов) в Наваринском районе на рубеже веков выделялись два ядра скоплений: первое — к северо-востоку от мыса Наварин между 179 и 176° з.д. и второе — южнее мыса Наварин между 179°30' и 177°00' в.д. на глубинах 180–310 м (рис. 2.22).



**Рис. 2.22.** Плотность распределения придонного минтая (кг/миля<sup>2</sup>), среднеемноголетние данные (1996–2003 гг.) по результатам осенних траловых съемок

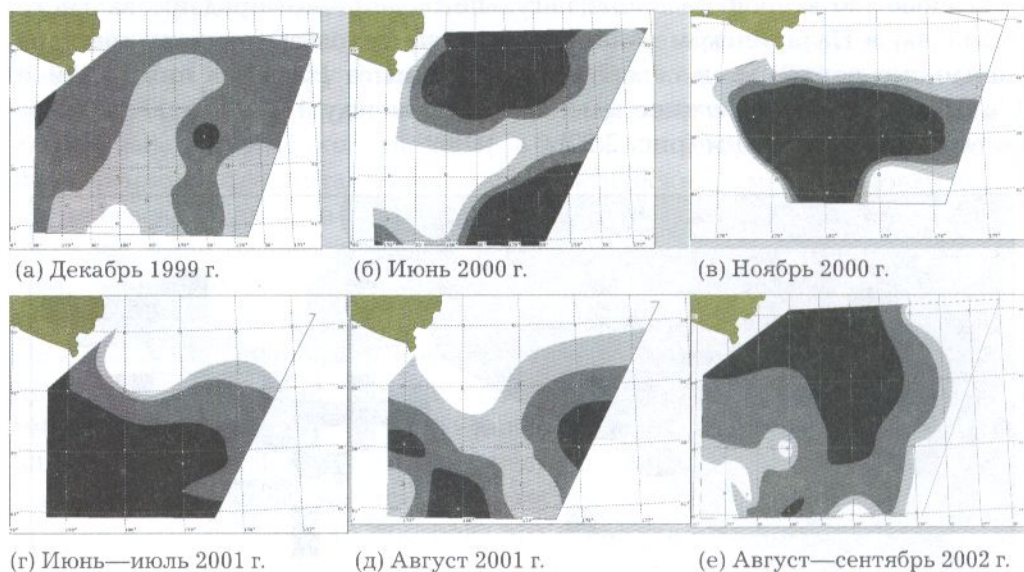
**Fig. 2.22.** Distribution density of near-bottom pollock (kg/mile<sup>2</sup>) (mean multiannual data from autumn trawl surveys in 1996-2003)

Зимовальные миграции в октябре — ноябре были направлены к внешнему краю шельфа и далее на склон (см. рис. 2.21, в, з, л).

**Зимой** (в декабре) основные скопления наваринского минтая формировались на внешнем шельфе и верхней части материкового склона. На мелководных акваториях Наваринского района минтай в это время года отсутствовал (см. рис. 2.21, е). В конце года скопления минтая располагались там же, где и в апреле — мае, то есть можно говорить о завершении здесь в декабре формирования предзимовальных скоплений.

Для того чтобы проследить онтогенетические миграции наваринского минтая нами по результатам многократных съемок были построены схемы

пространственного распределения минтая двух поколений: 1999 и 2000 г., за 4 года последовательных посезонных наблюдений (рис. 2.23, 2.24).



**Рис. 2.23.** Пространственное распределение минтая генерации 1999 г. в Наваринском районе в 1999–2002 гг. Более интенсивный цвет соответствует большей плотности скоплений

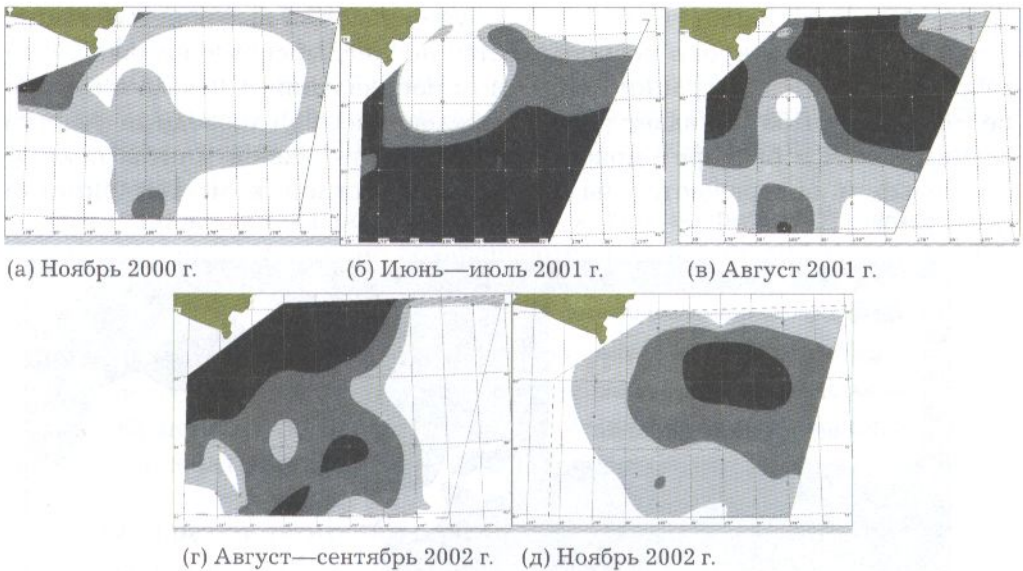
**Fig. 2.23.** Spatial distribution of the 1999 year-class of pollock in Navarin area in 1999–2002. Darker area shows greater density of concentrations

На рисунках хорошо видно, что в начале нагульного периода (июнь – июль) неполовозрелый минтай, включая все возрастные классы от годовиков до трехгодовиков, формирует скопления в местах зимовки половозрелых особей (см. рис. 2.23, б, г; 2.24, б). В июле – сентябре основная часть молоди нагуливается в районе квазистационарного круговорота у мыса Наварин (см. рис. 2.23, г, е; 2.24, в, г), обеспечивающего концентрирование кормового зоопланктона. В ноябре – декабре неполовозрелый минтай вместе со взрослыми особями возвращается к местам зимовки (рис. 2.23, а, в; 2.24, а, г).

Обобщая картину пространственного распределения минтая Наваринского района в период проведения многократных съемок, которые пришлось на период низкой численности минтая в Беринговом море, можно сделать следующие заключения:

1. Наваринский минтай не совершал протяженных миграций и в основном не покидал пределы североберингоморского шельфа и материкового склона.

2. Североберингоморские скопления минтая хорошо обособлены.



**Рис. 2.24.** Пространственное распределение минтай генерации 2000 г. в Наваринском районе в 2000–2002 гг. Более интенсивный цвет соответствует большей плотности скоплений

**Fig. 2.24.** Spatial distribution of the 2000 year-class of pollock in Navarin area in 2000–2002. Darker area shows greater density of concentrations

3. Во все периоды годовичного цикла минтай образует смешанные скопления рекрутов и половозрелых особей.

4. Значительных миграций минтай в Наваринский район с юго-востока и юго-запада не отмечено.

Результаты летней эхоинтеграционной съемки США 2004 г., в которой принимал участие один из авторов, показывают, что на современном этапе юго-восточная граница наваринских скоплений минтай проходит приблизительно к западу от 176-го меридиана Западного полушария и к северу от 61-й параллели. В холодные годы, как например в 2002 г., в летние месяцы минтай далеко распространялся в воды ИЭЗ США [Степаненко, Николаев, 2004]. В теплые годы (2004 г.), напротив, лишь незначительная часть скоплений находилась в ИЭЗ США (см. рис. 2.4).

Учитывая вышеизложенное, в среднемноголетнем плане картину распределения и миграций минтай в Наваринском районе на рубеже веков можно представить следующим образом. В ноябре–июне минтай обитает вдоль материкового шельфа и склона. Затем в июне–июле вместе с водами Наваринского течения и вдоль одноименного каньона мигрирует на нагул в северо-восточном направлении. Основная часть особей задерживается на весь период нагула на среднем шельфе на глубинах

до 80–100 м. Меньшая часть, не образуя скоплений высокой плотности, в июле – августе широко распределяется по Анадырскому заливу. С сентября начинаются миграции в обратном направлении. Сначала в сентябре – октябре рыба покидает рано охлаждающиеся мелководные участки залива. Затем в октябре – ноябре большая часть особей минтая покидает шельф и возвращается на материковый склон к местам зимовки (рис. 2.25).

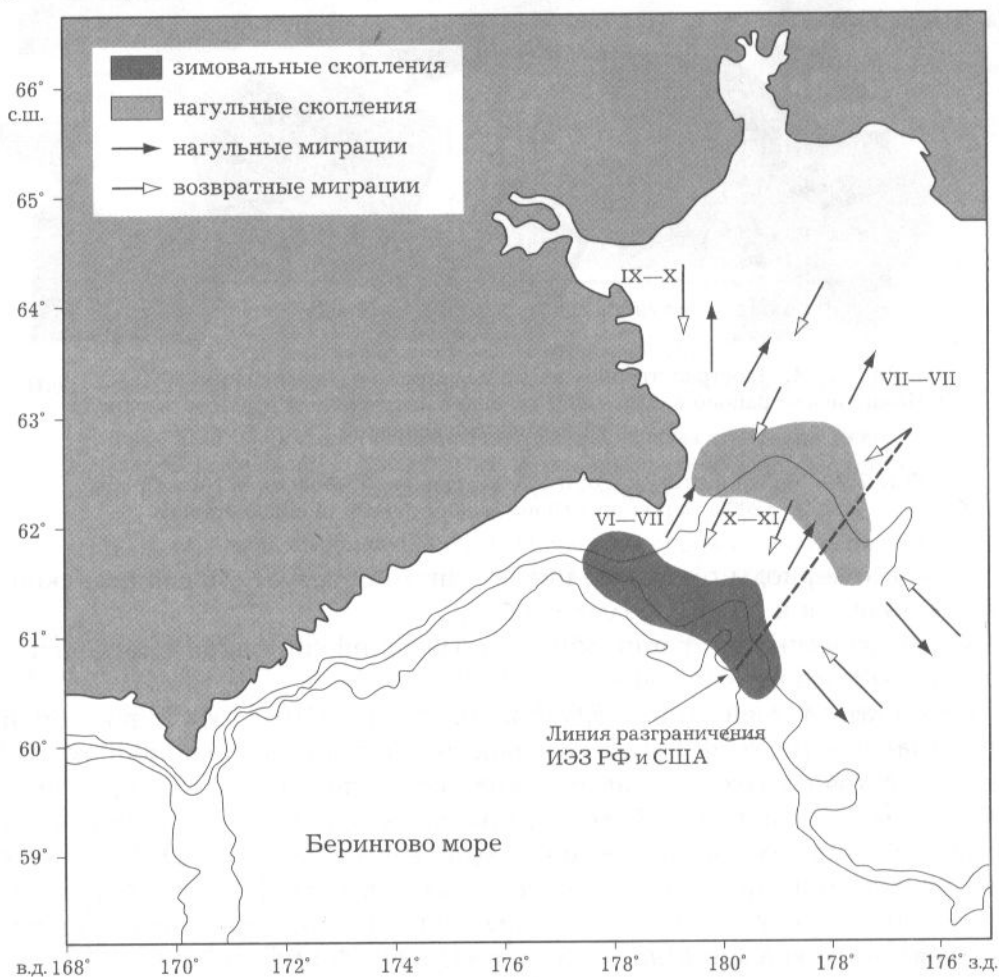


Рис. 2.25. Миграционные пути наваринского минтая на рубеже XX и XXI веков

Fig. 2.25. Migration routes of navarin pollock (late 20-th and early 21-st centuries)

В соответствии с теорией миграций восточнoберингомoрскогo минтая в Наваринский район оставались неразрешимыми вопросы: почему в некоторые годы минтай появляется в Наваринском районе на нагул

только в октябре и в каком возрасте и в каком месяце он вновь мигрирует из Наваринского района на юг?

Проведенный анализ позволяет однозначно заключить, что на самом деле это локальные перемещения в районе линии разграничения морских пространств России и США, связанные со сроками прогрева вод Наваринского района.

Точно также оставалось не ясным, в каком возрасте старшевозрастные особи минтая вторично возвращаются в Наваринский район, где переходят к донному образу жизни и уже не покидают пределы этого района?

Наши данные сезонного и литературные данные летне-осеннего пространственного распределения минтая в северной и восточной частях Берингова моря доказывают, что на современном этапе массовые миграции особей минтая старших возрастов с юго-востока на северо-запад отсутствуют.

Таким образом, результаты многократных в течение года сезонных съемок позволили получить однозначный ответ на вопрос об источниках формирования скоплений минтая в северной части Берингова моря. Помесячные наблюдения показали, что на протяжении семи лет (1996—2002) основная часть особей минтая всех возрастов, от сеголеток до старшевозрастных, не покидала Наваринский район. Основная масса минтая постоянно обитала в пределах биотопа, связанного с Наваринским течением и прилегающими квазистационарными круговоротами [Глубоков, 2005]. Дополнительные доказательства отсутствия онтогенетических миграций восточноберингоморского минтая в Наваринский район будут рассмотрены в главе 4, посвященной размерно-возрастной структуре.

Подытоживая анализ пространственного распределения минтая в северной, восточной и западной частях Берингова моря за весь период исследований, составляющий более 70 лет, можно сделать следующие выводы. В пределах специфических биотопов минтай образует устойчивые скопления. Большая часть особей таких скоплений на протяжении всего жизненного цикла как в сезонном, так и межгодовом аспектах не покидают акватории этих биотопов. В периоды высокой численности вида миграционная активность минтая возрастает. В результате минтай распространяется в районы, где в периоды низкой численности встречается эпизодически. На акваториях постоянного обитания происходит смешение скоплений минтая различного генезиса. Распространение наваринского минтая в периоды высокой и низкой численности с обозначением основных популяций минтая в Беринговом море приведено на рис. 6.5.

---

## ГЛАВА 3

### Особенности воспроизводства минтая в северной и прилегающих частях Берингова моря

## CHAPTER 3

### Peculiarities of reproduction of pollock in the northern and adjacent parts of the Bering Sea

---

Основополагающий момент при выделении популяций морских видов рыб, не имеющих жестких географических границ, — принадлежность к определенным нерестилищам [Ogawa, 1956; Hinckley, 1987; Глубоков, Котенев, 1999]. В предыдущей главе было показано наличие в северной части Берингова моря устойчивых скоплений минтая в сезонном, межгодовом и онтогенетическом аспектах. Однако для идентификации генезиса северных скоплений минтая необходимы знания о его воспроизводстве в этой и сопредельных частях моря.

#### **3.1. Размножение, пространственная дифференциация основных нерестилищ**

#### **3.1. Breeding, spatial differentiation of the main spawning grounds**

Известно, что виды с пелагической икрой и личинками, в том числе минтай, нерестятся в районах, имеющих круговую систему течений, предохраняющих икру и личинки от выноса в места с неблагоприятными условиями [Моисеев 1952, 1953 а, б, 1963; Кагановская, 1960; Кашкина, 1965; Haldorson, 1989; Shumacher, Stabeno, 1994]. Концентрация икринок мин-

тая в Беринговом море подвержена значительным колебаниям в зависимости от географического района и условий года [Incze et al., 1984; Булатов, 2004].

**В северной части Берингова моря** ихтиопланктонные исследования проводились эпизодически [Мусиенко, 1963, 1970]. Причем до середины 1970-х годов большую часть съемок начинали на восточном шельфе моря, постепенно смещаясь на северо-запад. В результате ихтиопланктонные съемки в Наваринском районе выполняли в летне-осенний период после завершения основного пика нереста [Горбунова, 1954; Мусиенко, 1963], что приводило к недоучету численности икринок. Икринки минтая впервые были выловлены в Анадырском заливе в начале 1930-х годов [Шмит, 1933]. Следующая зафиксированная в научной литературе находка единичных икринок минтая в Олюторском и Анадырском заливах относится к августу – сентябрю 1950 г. [Горбунова, 1954]. Максимальные уловы икринок минтая за период исследований с 1930-х годов до 1984 г. отмечены в июне 1952 г. в юго-западной части Анадырского залива — 105 шт/м<sup>2</sup> (табл. 3.1 [Мусиенко, 1970]).

После введения 200-мильных зон и прекращения отечественного промысла на восточном шельфе Берингова моря интерес к северо-западным скоплениям минтая существенно возрос. В весенне-летний период был организован ряд экспедиций, а также опубликованы данные ихтиопланктонных сборов предыдущих десятилетий [Качина, Балыкин, 1981; Булатов, Кулешова, 1994]. Результаты исследований подтвердили устойчивость североберингоморских нерестилищ в межгодовом плане [Моисеев, 1983; Борец и др. 2002; Булатов, 2004, Глубоков, 2005]. Максимальная плотность икринок в этом регионе за весь период наблюдений зафиксирована в мае 1986 г. — 424 шт/м<sup>2</sup> [Балыкин, Варкентин, 2002 б].

Пространственная дифференциация нерестилищ минтая в Беринговом море представлена на рис. 3.1. В северной части моря нерестилища минтая окаймляют Наваринский каньон. Самое западное из наваринских нерестилищ расположено на границе шельфа и материкового склона к востоку от каньона Витязя. Самое северное — в центральной части Анадырского залива.

Сроки нереста существенно варьируют в зависимости от климато-океанологических особенностей года, которые оказывают наиболее сильное влияние на северные популяции минтая. В 1950-е — 1970-е годы максимальные уловы икринок отмечены в Наваринском районе в мае – июне, в последующие десятилетия — в апреле – мае (см. табл. 3.1). Завершается нерест весенне-летней волны в конце июня – июле [Глубоков, Норвилло, 2002; Датский, 2004 а]. В августе – сентябре в Анадырском заливе происходит размножение относительно небольшого количества крупноразмерных особей минтая [Горбунова, 1954; Датский, 2002].



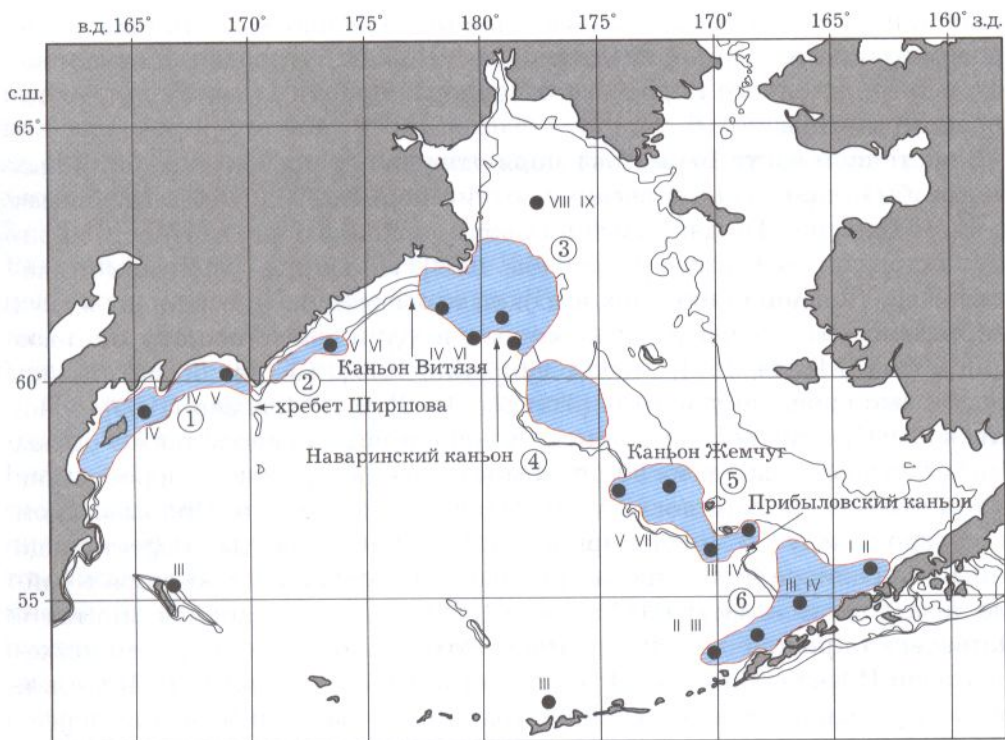
**Таблица 3.1.** Максимальное количество учтенных развивающихся икринок минтая в северо-западной части Берингова моря в весенне-летний период, шт/м<sup>2</sup>

**Table 3.1.** Maximum number of developing pollock eggs recorded in the Northwest Bering Sea in spring-summer, ind/m<sup>2</sup>

Год	Олюторско-Карагинский район		Западная часть корякского шельфа		Наваринский район		Источник
	сроки	к-во икринок, шт.	сроки	к-во икринок, шт.	сроки	к-во икринок, шт.	
1952	Июнь	528	—	—	июнь	105	Муσειнко, 1970
1965	—	—	—	—	май	50	Серобаба, 1968
1971	—	—	6–8 июня	176	—	—	Балыкин, Варкентин, 2002 б
1971–1972	—	—	Начало июня	50	Начало июня	50	Качина, Балыкин, 1981
1972	Июнь	76	4–11 июня	28	11–16 июня	24	Балыкин, Варкентин, 2002 б
1984	—	—	2–4 июня	28	—	—	Балыкин, Варкентин, 2002 б
1984	—	—	4–12 июня	48	—	—	Балыкин, Варкентин, 2002 б
1985	25 апреля – 22 мая	1816	25 апреля – 22 мая	1902	25 апреля – 22 мая	116	Булатов, Кулешова, 1994; Балыкин, Варкентин, 2002 б
1985	—	—	Середина июня	334	Середина июня	74	Балыкин, Варкентин, 2002 б
1986	—	—	5–9 мая	1460	Май	424	Балыкин, Варкентин, 2002 б
1993	—	—	Середина мая	668	—	—	Балыкин, Варкентин, 2002 б
2000–2001	08–28 апреля	10	08–28 апреля	52	14 апреля – 13 мая	38	Глубоков, Норвилло, 2002

Примечание. «—» — нет данных.

Относительное значение североберингоморских (наваринских) нерестилиц минтая, оцененное по осредненным данным расчетной численности икринок за 1984–1989 гг., составило 8,7 % общей численности в российской зоне Берингова моря [Фадеев, 1991]. При этом в 1984–1987 гг. общая численность икринок минтая в Олюторско-Наваринском районе была в 6,3 раза меньше, чем в Прибыловском, и в 2,1 раза меньше, чем в Корфо-Карагинском [Bulatov, 1989]. В 1988 г. был зафиксирован максимум учтенной численности икринок в Наваринском районе —  $13,1 \cdot 10^{11}$  шт., что составляло 8,0% численности в российской ИЭЗ [Грицай, Степаненко,



- — основные нерестилища; римскими цифрами обозначены месяцы интенсивного нереста; остальные обозначения см. рис. 2.12.
- — main spawning grounds; Roman numbers – months of intensive spawn-ing; other notations in 2.12.

**Рис. 3.1.** Пространственная дифференциация основных нерестилищ минтая в Беринговом море (по Степаненко, 2003; Булатов, 2004; Глубоков, 2005)

**Fig. 3.1.** Spatial differentiation of the main spawning grounds of pollock in the Bering Sea (after Stepanenko, 2003; Bulatov, 2004; Glubokov, 2005)

2003]. В 2000–2002 гг., по данным наших исследований, численность икринок минтая в Наваринском районе была всего в 1,6–1,8 раз меньше (35,9–38,7% от всей учтенной в российской зоне Берингова моря), чем в Олюторско-Карагинском районе, что указывает на возросшее значение наваринских нерестилищ минтая на рубеже тысячелетий и, соответственно, снижение относительного значения западноберингоморских в Олюторском и Карагинском заливах [Глубоков, Норвилло, 2002].

Как было отмечено выше, в северной и северо-западной частях Берингова моря икорные съемки проводятся нерегулярно, а в северо-восточной (к северу от о-вов Прибылова) — вообще эпизодически. Сроки проведения съемок сильно варьируют год от года и не всегда совпадают с пиком нереста. Поэтому оценки численности носят относительный характер и позволяют определить лишь тенденцию межгодовых изменений. Количе-

ство икринок можно было бы более или менее точно оценить только при проведении на обширной акватории нескольких ихтиопланктонных съемок в течение одного нерестового периода, как это делается для охотоморского минтая.

**В восточной части Берингова моря** одна из первых ихтиопланктонных съемок была проведена в весенне-летний период 1965 г. от о-ва Унимак до мыса Наварин. По данным той съемки, максимальная плотность икринок составила 3463 шт/м<sup>2</sup> [Серобаба, 1968]. По данным японских исследователей, скопления икринок высокой плотности были отмечены в двух районах восточного шельфа: к северо-западу и к юго-востоку от о-вов Прибылова [Maeda, 1971; Maeda, Hirakawa, 1977]. Там же облавливались нерестовые скопления минтая [Траупог, 1986]. Е.И.Моисеев [1983], основываясь на распределении минтая в нерестовый период, также сделал вывод о существовании на восточном шельфе двух крупных нерестилищ: в Унимакском (к юго-востоку от о-вов Прибылова) и Прибыловском (к северо-западу от о-вов Прибылова) районах. Третье нерестилище меньшего размера было зарегистрировано на северо-востоке моря в районе о-ва Святого Матвея [Моисеев, 1983]. Наличие икринок минтая в Матвеевском районе в 1960-е — 1980-е годы было отмечено рядом исследователей [Maeda, Hirakawa, 1977; Булатов, 1987; Фадеев, 1991; Шунтов и др., 1993]. Однако с начала 1990-х годов и по настоящее время нерест минтая в Матвеевском районе не зарегистрирован. Это может быть связано как с действительным прекращением нереста в периоды низкой и средней численности популяций, так и с отсутствием информации из-за того, что ихтиопланктонные съемки в северо-восточной части Берингова моря, начиная с 1991 г., не проводятся.

К началу 1990-х годов практически полностью была завершена паспортизация нерестилищ минтая в восточной части Берингова моря. Наиболее мощными были признаны прибыловское и унимакско-бристольтское [Maeda, 1971; Серобаба, 1974; Maeda, Hirakawa, 1977; Траупог, 1986; Булатов 1987; Hinckley, 1987; Dawson, 1989 a; Stepanenko, 1989; Шунтов и др., 1993; Булатов, 2004; Swartzman et al., 2002]. В Прибыловском районе выделяются четыре основных очага нереста: два к югу от каньона Жемчуг и два вдоль северного склона Прибыловского каньона. На унимакско-бристольтском нерестилище основная часть рыб во время нереста сосредотачивается у о-вов Богослова и Умнак, у о-ва Унимак и в юго-западной части Бристольского залива (см. рис. 3.1).

Нерест минтая в Унимакско-Бристольтском районе проходит в январе — апреле, к югу от о-вов Прибылова — в марте — апреле, а у южной части каньона Жемчуг — в мае — июле [Серобаба, 1968; Maeda, 1971; Maeda, Hirakawa, 1977; Траупог, 1986; Степаненко, 2003].

Во второй половине 1980-х годов доля икринок минтая в Прибылов-

ском районе составила 23,1% от их общего учетного количества в Беринговом море в пределах ИЭЗ США [Фадеев, 1991]. Максимальная численность икринок восточноберингоморского минтая за все годы наблюдений зарегистрирована в 1990 г. —  $3699,1 \cdot 10^{11}$  шт. В конце 1980-х — начале 1990-х годов наиболее интенсивный нерест проходил на шельфе, прилегающем к о-вам Прибылова, где численность икринок составляла  $398,2 \cdot 10^{11}$  в 1985 г.,  $1678,5 \cdot 10^{11}$  в 1988 г.,  $566,3 \cdot 10^{11}$  в 1989 г.,  $2102,6 \cdot 10^{11}$  в 1990 г. и  $583,6 \cdot 10^{11}$  шт. в 1992 г. или 53,6–69,0% всего учетного в восточной части моря количества икринок [Грицай, Степаненко, 2003]. В теплые годы относительная значимость унимакско-бристольского нерестилища по сравнению с прибыловским возрастает [Brodeur et al., 1998].

По мнению японских ученых, возможно некоторое смешение нерестовых группировок восточноберингоморского минтая [Nishiyama, Nagu, 1981], степень которого зависит от численности популяций. Другие исследователи полагают [Hinckley, 1987, Булатов, 2004], что смешивания различных группировок минтая в период нереста не происходит, в том числе в связи с их дифференциацией по срокам нереста. По нашему мнению, в периоды низкой численности восточноберингоморской популяции минтая нерестовые группировки полностью изолированы, в периоды высокой численности возможно их некоторое перекрывание. Однозначный ответ о панмиксии восточноберингоморских группировок минтая, как и для северных скоплений, может быть получен только с помощью ежегодных многократных ихтиопланктонных съемок. Без этих данных адекватно оценить популяционную структуру восточноберингоморского минтая затруднительно.

**В западной части Берингова моря** впервые икринки минтая были обнаружены в июне 1932 г. восточнее о-ва Карагинский и за мысом Олюторский [Шмит, 1933]. В ходе ихтиопланктонной съемки на экспедиционном судне «Витязь» в мае–июне 1952 г. максимальные уловы икринок были зарегистрированы у северо-восточной оконечности о-ва Карагинский, где они достигали 264 шт. [Мусиенко, 1970]. В 1960-е годы плотность икринок минтая была невысока и не превышала 50 шт/м<sup>2</sup> [Серобаба, 1968]. В 70-е годы, по данным ихтиопланктонных съемок 1971, 1975, 1978 и 1979 гг., средние значения плотности составляли 0,2–0,7 тыс. шт/м<sup>2</sup>, при этом максимальная плотность превышала 1 тыс. шт/м<sup>2</sup> (1,5–7,9) [Качина, Балыкин, 1981]. К сожалению, данные за 1980-е и 1990-е годы об абсолютных уловах икринок минтая в Олюторском и Карагинском заливах не опубликованы.

Нерест минтая в северо-западной части Берингова моря проходит в присваловой и шельфовой зонах заливов Карагинский и Олюторский. Основные очаги нереста расположены между м. Голенищева о-ва Карагинский и п-вом Говена и в Олюторском заливе (см. рис. 3.1). Местопо-

ложение нерестилищ в западной части Берингова моря в межгодовом плане относительно стационарно [Борец и др., 2002].

В 1970-е годы Т.Ф. Качина и П.А. Балькин [1981] предполагали, что в западной части Берингова моря минтай нерестится с апреля по июль. В последние годы получены данные о том, что минтай в преднерестовом состоянии встречается в Олюторском и Карагинском заливах и в августе [Балькин, Максименко, 1990; Глубоков, 2005]. Наличие небольшого осеннего пика размножения минтая в Олюторском заливе подтверждается данными ранних ихтиопланктонных исследований, проведенных Н.Н. Горбуновой [1954].

В межгодовом плане сроки нереста западноберингоморского минтая как и в других районах, зависят от теплосодержания вод [Балькин, 1997]. Обычно икрометание начинается в конце апреля восточнее о-ва Карагинский, затем массовый нерест проходит в Олюторском заливе, продолжаясь до середины мая [Качина, Балькин, 1981; Булатов, 1986; Зиланов и др., 1989; Балькин, 1993; Шунтов и др., 1993].

В 1980-е годы при повышенной ледовитости нерест смещался на более поздние сроки: 5–20 мая с максимальной интенсивностью между 10 и 15 мая [Балькин, 1993].

В последнее десятилетие основная часть рыб выметывает икру между 20 апреля и 5 мая с пиком в последней декаде апреля. По результатам исследований нерестовых скоплений западноберингоморского минтая в Олюторском заливе в 2002 г., когда в западной части моря наблюдалась пониженная ледовитость, пик нереста пришелся на начало второй декады апреля, а к 24 апреля практически завершился (Глубоков, 2005).

В 1984–1989 гг. в заливах Озерной и Карагинский доля икринок минтая составила 18,9%, в заливе Олюторский — 51,5% от общего числа учтенных в ИЭЗ российской части Берингова моря [Фадеев, 1991]. По данным Е.В. Грицай, М.А. Степаненко [2003], к западу от 170°30' в.д. в заливах Олюторский и Карагинский учитывали от 53,3% в 1985 г. до 85,3% в 1992 г. всей численности икринок в российских водах Берингова моря. Доля икринок в западной части моря от общей в Беринговом море составила в среднем за 1985–1992 гг. 4,7% с максимумом в 1992 г. — 7,7% [Грицай, Степаненко, 2003]. Учетная численность икринок минтая в рассматриваемом районе в 1980-е годы, по данным майских ихтиопланктонных съемок изменялась от  $2 \cdot 10^{12}$  до  $20 \cdot 10^{12}$  шт. [Балькин, 1993]. По данным О.А.Булатова [1985], в 1984 г. их численность составила  $6,936 \cdot 10^{12}$  шт.

Значимый занос икринок минтая в западную часть Берингова моря с других нерестилищ отсутствует [Балькин, Варкентин, 2002б]. При этом интересно отметить, что соотношение учитываемых икринок в западной и восточной частях моря и соотношение величин вылова в тех же районах существенно различаются. Так, в 1988 г. численность икринок к западу от 170°30' в.д. была в 11,2 раза ниже, чем в восточной части Берин-

гова моря, а вылов различался всего в 3,1 раза [Фадеев, Веспестад, 2001; Грицай, Степаненко, 2003]. На основании аналогичных расчетов для наваринского и восточноберинговоморского минтая сторонниками теории миграций делается вывод о заносе на север моря с востока эмбрионов, личинок и молоди, численность которых дополняет численность минтая с северных нерестилиц, впоследствии суммарно обеспечивая высокие показатели вылова на севере моря [Фадеев, 1991; Шунтов и др., 1993]. Следуя этой логике в применении к минтаю западной и восточной частей моря, необходимо признать значительный занос икринок минтая (около 72%) в Олюторско-Карагинский район с востока. Аргументом в пользу такого предположения может также быть направление течений. Восточноберинговоморское склоновое течение подходит к Корьякскому побережью в районе  $175-176^{\circ}$  в.д., где делится на две ветви: северо-восточную — Наваринскую и юго-западную — Камчатскую. В связи с этим занос личинок с юго-востока в Наваринский район и в Олюторский залив равновероятен. Однако, принимая такие рассуждения в качестве аргумента для наваринского минтая, сторонники теории протяженных миграций всегда утверждали, что в западной части моря миграции и заносы икринок минтая с востока отсутствуют [Соболевский и др., 1991; Фадеев, 1991; Шунтов и др., 1993].

По-видимому, причина различий в количестве учитываемой икры и величинах вылова кроется в относительно небольшом воспроизводстве на западе и севере моря, что вызывает значительный недоучет икринок и личинок при однократных ихтиопланктонных съемках, которые в силу климато-океанологических особенностей года и по субъективным причинам (сроки получения финансирования, разрешения на исследования и т.п.) могут выполняться не в самый пик нереста или в местах, где в конкретный год не концентрируются икринки. При масштабном воспроизводстве на востоке Берингова моря и в Охотском море у Западной Камчатки, а также за счет многократности исследований влияние сроков и места проведения съемок на оценку численности снижается, так как высокие концентрации икринок распределяются на больших акваториях в течение длительного времени.

Различия между восточной и северо-западной частями Берингова моря в соотношении особей на ранних стадиях развития и половозрелых могут быть связаны с повышенной выживаемостью эмбрионов и личинок в благоприятных климато-гидрологических и биологических условиях северо-запада, обеспечиваемых квазистационарными круговоротами.

Еще одно нерестилище минтая отмечено **в корьякских водах**. Несмотря на то, что регулярных ихтиопланктонных съемок в этой части моря в период массового нереста не проводится, в литературе имеются некоторые данные по воспроизводству корьякского минтая. Первые сведения по

количеству развивающихся икринок относятся к началу июня 1971 г. [Балыкин, Варкентин, 2002 б]. Наибольший улов икринок составил в тот год 88 шт. (176 шт/м<sup>2</sup>). Максимальные уловы как и на наваринских нерестилищах отмечены здесь в середине 1980-х годов. В мае 1985 г. плотность икринок минтая у Корякского побережья достигла 1902 шт/м<sup>2</sup> [Булатов, Кулешова, 1994]. К началу июня она снизилась до 334 шт/м<sup>2</sup>. В 1986 г. уловы были сравнимы с уловами предыдущего года: 1460 шт/м<sup>2</sup> [Балыкин, Варкентин, 2002б]. В следующем десятилетии наряду с уменьшением численности минтая снизилось и количество учитываемых икринок. Так, в середине мая 1993 г. плотность икринок в корякских водах составила 668 шт/м<sup>2</sup> [Балыкин, Варкентин, 2002 б].

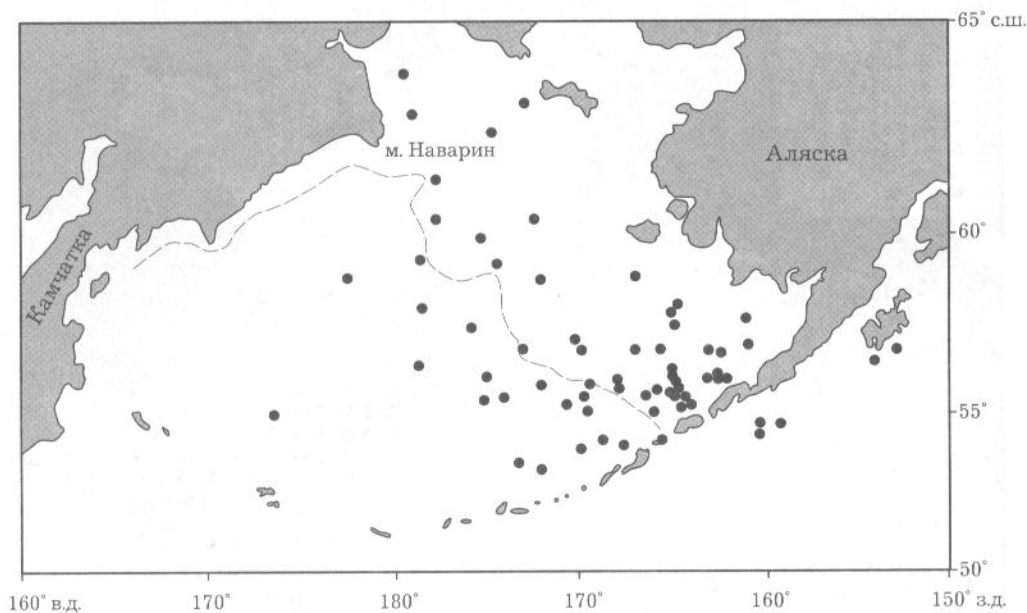
Основной очаг нереста минтая расположен в юго-западной части Корякского района (см. рис. 3.1). В периоды низкой и средней численности в отдельные годы нерест корякского минтая отсутствует, о чем свидетельствуют съемки ВНИРО, КамчатНИРО и ТИНРО-центра 1996–2002 гг.

В годы высокой численности интенсивный нерест проходит в западной и центральной частях Корякского района между 171 и 173° в.д. и между 174 и 176° в.д. [Балыкин, Варкентин, 2002 б].

Пик нереста приходится на май – начало июня. По неопубликованным данным В.А. Бизикова, в 1998 г. максимальное количество текущих самцов минтая было отмечено 8 мая в районе, ограниченном 172°40'–173°20' в.д. 60°40'–60°50' с.ш.

В 1980-е годы в **открытой части Берингова моря** в зимних уловах встречались нерестующие особи минтая [Hinkley, 1987; Mulligan et al., 1989]. Однако в период с 1994 по 2006 г. после снижения численности основных запасов минтая в анклав Берингова моря не было обнаружено ни одной рыбы в преднерестовом состоянии и не поймано ни одной икринки.

**Личинки** минтая на протяжении всего периода исследований были многочисленны в водах северной, восточной и западной частей Берингова моря. Так, по результатам японских съемок в июне – августе 1963–1974 гг. личинки минтая были широко распределены в северной и восточной частях Берингова моря, от 64° с.ш. в Анадырском заливе до 54° с.ш. в Бристольском заливе и у Алеутских островов (рис. 3.2) [Maeda, Hirakawa, 1977; Nagyu, 1980]. При этом, по мнению Т.Нagyу [1980], распределение личинок совпадает с расположением нерестилищ минтая в северной и восточной частях Берингова моря. Российскими регулярными ихтиопланктонными съемками 1971–1988 гг. также показано наличие в мае – июле личинок минтая в восточной части Берингова моря, Наваринском районе, корякских водах и Карагинской подзоне (рис. 3.3, 3.4) [Фадеев, 1991; Балыкин, Варкентин, 2002 б]. На рис. 3.3 хорошо видно, что скопление личинок в северной части Анадырского залива совпадает с наблюдаемым там круговоротом (см. рис. 1.6).

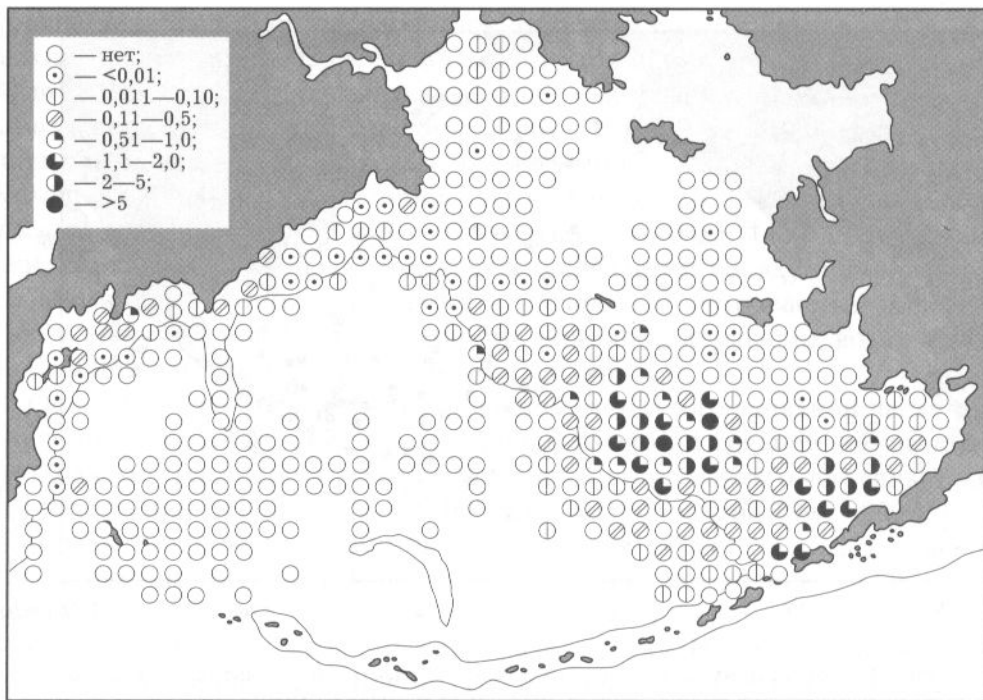


**Рис. 3.2.** Места поимок личинок минтая по данным ихтиопланктонных съемок в июне – августе 1963 – 1974 гг. [Haryu, 1980]

**Fig. 3.2.** Pollock larvae capture sites based on ichthyoplankton surveys in June-August 1963 – 1974 [Haryu, 1980]

Резюмируя изложенное в данном разделе, можно отметить следующее. В части из выделенных в предыдущей главе скоплений минтая имеются устойчивые в пространстве и времени нерестилища. К таким скоплениям относятся: олюторскокарагинское (2 нерестилища), наваринское (5 нерестилищ), прибыловское (4 нерестилища), унимакскобристольское (4 нерестилища). Личинки минтая, обнаруженные в анклав Берингова моря в 1980-е годы, по мнению Маеда, Хиракава [1977] и Сасаки [1989] не были принесены течениями с юго-восточного шельфа, а происходили из икринок от нереста в открытых районах моря. Однако установлено, что в Алеутской котловине нерест минтая практически отсутствует. Личинки минтая, встречающиеся в Алеутской котловине, выносятся из шельфовых районов Берингова моря и впоследствии, как правило, погибают [Suzuki, 1976; Okada, 1977; Yoshida, 1978; Dawson 1989 b; Dell' Arciprete, 1992; Котенев, 1995; Bailey et al., 1999 b]. О чем, в частности, свидетельствует полное отсутствие минтая в глубоководной части моря на современном этапе [Глубоков, 2004].





**Рис. 3.3.** Распределение в Беринговом море в процентах от общей численности (по квадратам 30' по широте и 1° по долготе) личинок минтая по данным ихтиопланктонных съемок в марте—мае 1983—1988 гг. [Фадеев, 1991]

**Fig. 3.3.** Distribution of pollock larvae based on ichthyoplankton surveys in March—May 1983—1988 (percentage of total abundance, 30' latitude, 1° longitude; [Fadееv, 1991])

Сроки нереста специфичны для каждого из этих скопления. В матвеевском и корякском скоплениях расположены очаги, по-видимому, неежегодного нереста. Отсутствие там устойчивых во времени нерестилищ свидетельствует об обитании на этих акваториях мигрантов из соседних районов, не образующих, также как и в центральной части моря, самостоятельных популяций. Возможно также, что организация ежегодных ихтиопланктонных съемок в Матвеевском и Корякском районах строго в период нереста позволит в будущем уточнить наличие и интенсивность воспроизводства минтая в XXI веке в этих регионах, что, безусловно, отразится на представлениях о популяционной организации минтая Берингова моря.

Наибольшее количество икринок во всех районах Берингова моря отмечено в 1980-е годы. На рубеже веков произошло изменение относительного значения нерестилищ: роль наваринских нерестилищ возросла, а олюторскокарагинских снизилась.

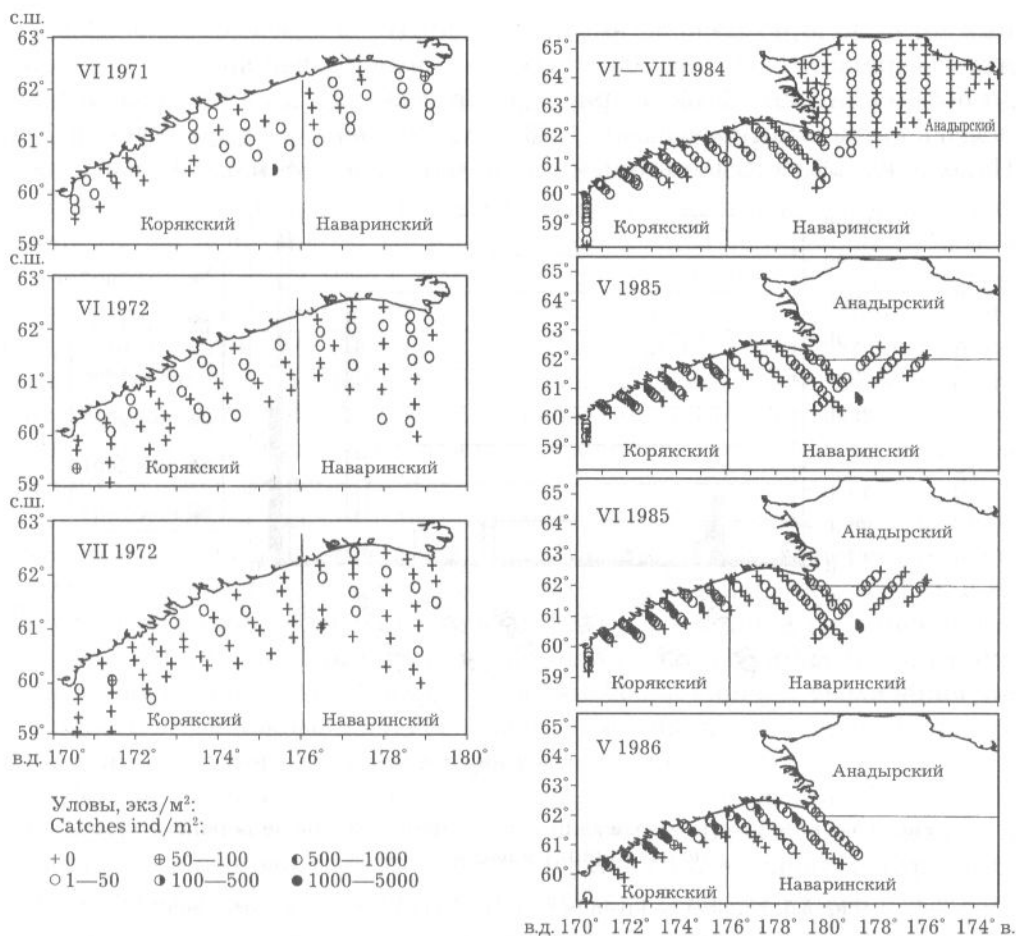


Рис. 3.4. Распределение икринок и личинок минтая в северо-западной части Берингова моря [Балыкин, Варкентин, 2002 б]

Fig. 3.4. Distribution of eggs and larvae of pollock in the Northwest Bering Sea [Balykin, Varkentin, 2002 b]

## 3.2. Урожайность поколений

### 3.2. Year-classes strength

Специфические условия биотопов Берингова моря определяют урожайность поколений и выживаемость молоди минтая на ранних стадиях онтогенеза. С целью оценки специфики и успешности воспроизводства минтая в северной части Берингова моря в 1999—2002 гг. впервые за всю историю изучения берингоморского минтая в течение четырех смеж-

ных лет было выполнено восемь съемок молодежи (по две ежегодно). Поколение наваринского минтая 2000 г. обладало наибольшей численностью среди поколений 1997–2002 гг. (рис. 3.5). Его максимальная учетная численность на акватории площадью 11028 миль<sup>2</sup> составила 17 млрд. 699 млн. экз. Поколение 2001 г. было вторым по численности – 8 млрд. 65 млн. экз.

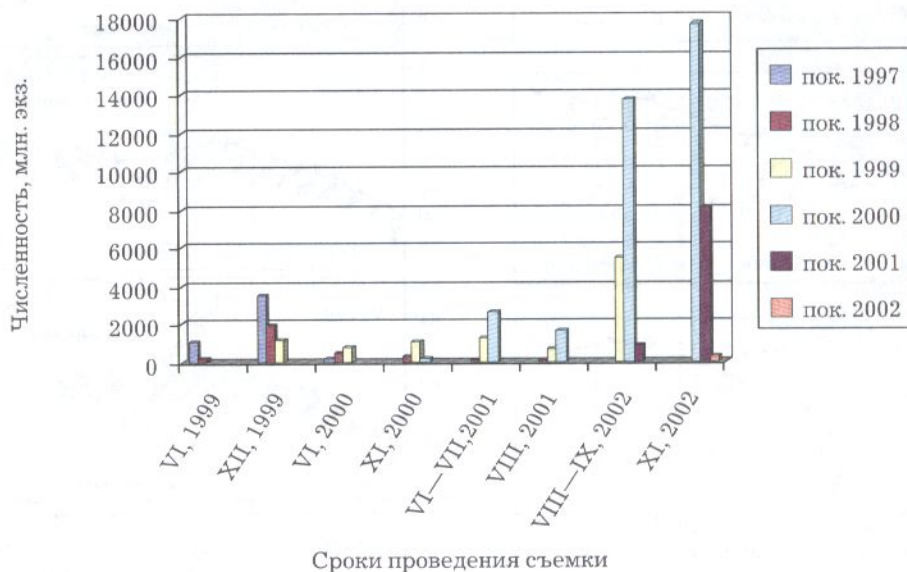


Рис. 3.5. Численность молодежи минтая в Наваринском районе Берингова моря на акватории площадью 11028 миль<sup>2</sup>

Fig. 3.5. Number of juvenile pollock in Navarin area of 11028 mile<sup>2</sup>

Сравнение урожайности поколений минтая в Наваринском районе и восточной части Берингова моря показывает существенные различия. Так, в Анадырском заливе и прилегающих водах в августе – октябре 1997 г. было учтено  $5,31 \cdot 10^9$  экз. сеголеток минтая [Павлычев и др., 1999; Степаненко, 2001 а]. По данным съемки 1999 г., численность этого поколения на акватории площадью 11028 миль<sup>2</sup> в декабре составляла  $3,52 \cdot 10^9$  экз. [Глубоков, Норвилло, 2002]. Если по данным 1999 г. произвести обратный расчет численности с учетом естественной смертности минтая 30% в возрасте 2+ и 45% в возрасте 1+ [Wespestad, Terry, 1984], численность этого поколения в возрасте сеголеток составляла  $9,12 \cdot 10^9$  экз. То есть можно утверждать, что поколение 1997 г. в северной части Берингова моря было выше среднемноголетнего.

В то же время биомасса и масштаб нереста минтая на основных нерестилищах восточноберингоморской популяции в 1997 г. были относительно небольшими. В 1997 г. биомасса нерестового запаса в юго-восточ-

ной части Алеутской котловины, по данным эхоинтеграционной траловой съемки, была минимальной (0,34 млн. т), начиная с 1988 г. [Honkalento, Williamson, 1997]. В период с конца августа по октябрь значительных скоплений сеголеток юго-восточнее северной периферии каньона Жемчуг, в том числе на шельфе, прилегающем к островам Прибылова, не отмечалось. В тот год сеголетки были многочисленны исключительно к северу от 58° с.ш. вплоть до Анадырского залива [Степаненко, 2001 а]. Стандартные съемки 1998 г. показали, что абсолютная численность годовиков минтая поколения 1997 г. сохранялась на низком уровне [Janelli et al., 1998; Степаненко, 2001 б]. Съемки молоди 1995–1997 гг., выполненные Хоккайдским университетом в северо-восточной и восточной частях Берингова моря с борта научно-исследовательского судна «Ошоро мару», также продемонстрировали низкую численность здесь минтая этой генерации [Willson, Brodeur, 1998].

С поколением минтая 1998 г. наблюдалась обратная картина. В 1998 г. на юго-восточном шельфе были отмечены интенсивный нерест и значительные скопления сеголеток этого поколения [Степаненко, 2001 а]. В Наваринском районе поколение минтая 1998 г. по данным российских съемок молоди имело численность в 1,87 раза ниже максимальной учтенной численности поколения 1997 г. [Глубоков, 2003]. Причем увеличения численности этого поколения на севере не отмечено ни на втором, ни на третьем, ни на четвертом годах жизни.

Поколение минтая 2000 г. уже в конце июня — начале июля 2001 г. было зарегистрировано в Наваринском районе как урожайное, тогда как по данным эхоинтеграционных съемок Аляскинского научного центра рыбохозяйственных исследований 2000 и 2002 гг. в северо-восточной и восточной частях Берингова моря, оно не выделялось [Annual conferences., 2004].

Эти примеры хорошо иллюстрируют отсутствие на современном этапе значительных миграций восточноберингоморского минтая на север в раннем онтогенезе: многочисленные поколения минтая, появившиеся на восточноберингоморском шельфе, впоследствии не становятся многочисленными в Наваринском районе и, наоборот. Данные по урожайности поколений минтая в различных районах Берингова моря подтверждают гипотезу о формировании его северных скоплений за счет особей, происходящих с наваринских нерестилищ.

На основании сопоставления численности эмбрионов, личинок и сеголеток минтая к сходным выводам пришли ученые КамчатНИРО П.А. Балыкин и А.И. Варкентин [2002 б]. Так, в 1985 г. в Анадырском заливе уловы икринок минтая были низкими, осенью там отсутствовали и мальки. По съемкам 1985 г., численность икринок и личинок составила  $3,79 \cdot 10^{12}$  шт., сеголеток —  $13,90 \cdot 10^6$  экз. Если численность икринок увеличить вдвое [Балыкин, Варкентин, 2002 б] за счет икрOMETания после завершения

съемки и применить коэффициент уловистости, принятый для молодежи равным 0,1 [Шунтов и др., 1988], получим выживаемость от эмбриона до сеголетка 0,0018% [Балыкин, Варкентин, 2002 б], что находится в пределах выживаемости минтая и других тресковых рыб [Жукинский, 1986; Hollowed et al., 1996]. Тот же вывод, по мнению П.А. Балыкина и А.И. Варкентина [2002 б], можно сделать, используя аналогичные данные за 1987 г. из рукописи Н.С. Фадеева [1990 б]. В случае значительных миграций (пассивных и активных) молодежи в северном направлении, расчетная выживаемость в Наваринском районе должна была бы превышать стандартную. То есть при малом количестве учтенных в ранние периоды онтогенеза особей на более поздних стадиях развития их численность за счет миграций увеличивалась бы. А это при расчетах выживаемости приводило бы к ее завышению тем большему, чем больше в Наваринском районе минтая из других районов.

### 3.3. Скорость полового созревания

#### 3.3. Maturation rate

Важнейшее значение в определении жизненной стратегии вида и слагающих его популяций, и в частности в формировании популяционной плодовитости, играет скорость полового созревания. Под влиянием условий обитания у каждой популяции формируются специфические приспособительные особенности воспроизводства, в числе которых средний размер впервые созревающих особей [Smith, 1981].

В северной части Берингова моря и в Олюторском заливе в 1976 г. 50% самцов созревали при длине 37,0 см, самок — 35,2 см. В восточной части моря самцы минтая массово созревали при длине на 6 см меньшей, самки — на 1 см [Bakkala, Smith, 1978; Smith, 1979; Серобаба, 1979; Megrey, 1989].

По нашим данным, наблюдается широтная изменчивость темпов полового созревания минтая вдоль северо- и восточноберингоморского шельфа и склона: минтай из северных скоплений созревает позже минтая из южных (рис. 3.6). Так, в Прибыловском районе в 2004 г. первые половозрелые самки были отмечены в возрасте трех полных лет, а в возрасте четырех полных лет зрелыми были уже 64,9%. Тогда как в более северном — Матвеевском районе в возрасте 4+ только 30,6% самок созрели. Самки самого северного — наваринского минтая начали массово созревать в возрасте пяти полных лет. При этом в обоих северных районах (Наваринском и Матвеевском) в три полных года не созрела ни одна самка (рис. 3.6, а). Самцы добыловского минтая массово созревали уже в возрасте 3 полных лет (83,3%), в то время как доля половозрелых самцов

наваринского минтая даже в возрасте четырех полных лет составляла не многим более трети (см. рис. 3.6, б). Как и самки, самцы минтая из Матвеевского района созревали медленнее самцов из Прибыловского, но быстрее самцов из Наваринского районов.

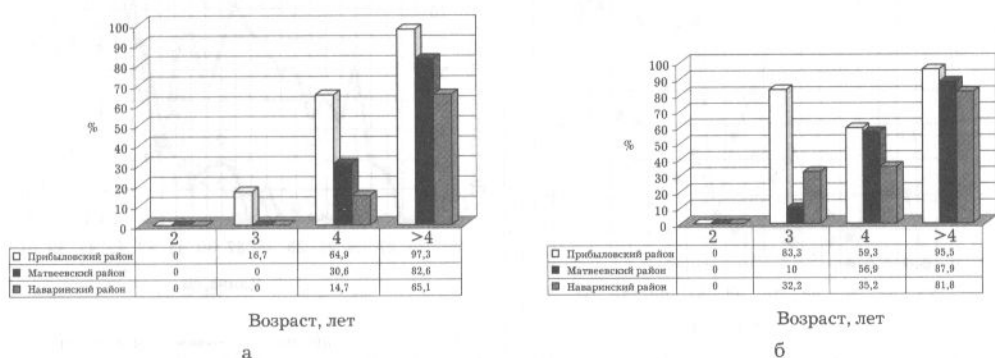


Рис. 3.6. Доля половозрелых самок (а) и самцов (б) минтая в различных районах северной и восточной части Берингова моря по возрастам, 2004 г.

Fig. 3.6. Share of mature females (a) and males (b) of pollock in various areas of the North and East Bering Sea, 2004 (by age)

В более теплых районах — Прибыловском и Матвеевском, созревание должно происходить раньше, чем в более холодном — Наваринском, только в том случае, если особи из последнего не совершают массовых протяженных миграций в южном направлении и обратно. Полученные различия в скорости созревания минтая из Наваринского, Прибыловского и Матвеевского районов подтверждают установленную нами на основе анализа посезонного распределения (см. гл. 2) незначительность миграций вдоль восточноберингоморского шельфа.

Результаты исследований темпа полового созревания минтая северной и западной частей Берингова моря в 1999–2002 гг. по программе совместных исследований ВНИРО, КамчатНИРО и ТИНРО-центра представлены на рис. 3.7 и в табл. 3.2 [Глубоков, 2005].

Эмпирические кривые созревания имеют зигзагообразный вид, что, по-видимому, отражает темп полового созревания в пределах различных возрастных групп. При этом не сглаженные теоретическими функциями кривые созревания позволяют увидеть особенности процесса. Наиболее характерный отличный от других вид имеют кривые созревания самцов минтая из Наваринского района. Самые мелкие впервые созревающие особи в северной и западной частях Берингова моря зарегистрированы нами в Наваринском районе: самцы длиной более 25 см, самки — более 31 см. В 2000–2001 гг. 50% самцов созревало при длине 29 см. Причем в интервале длины от 29 до 43 см особи большей длины часто были менее

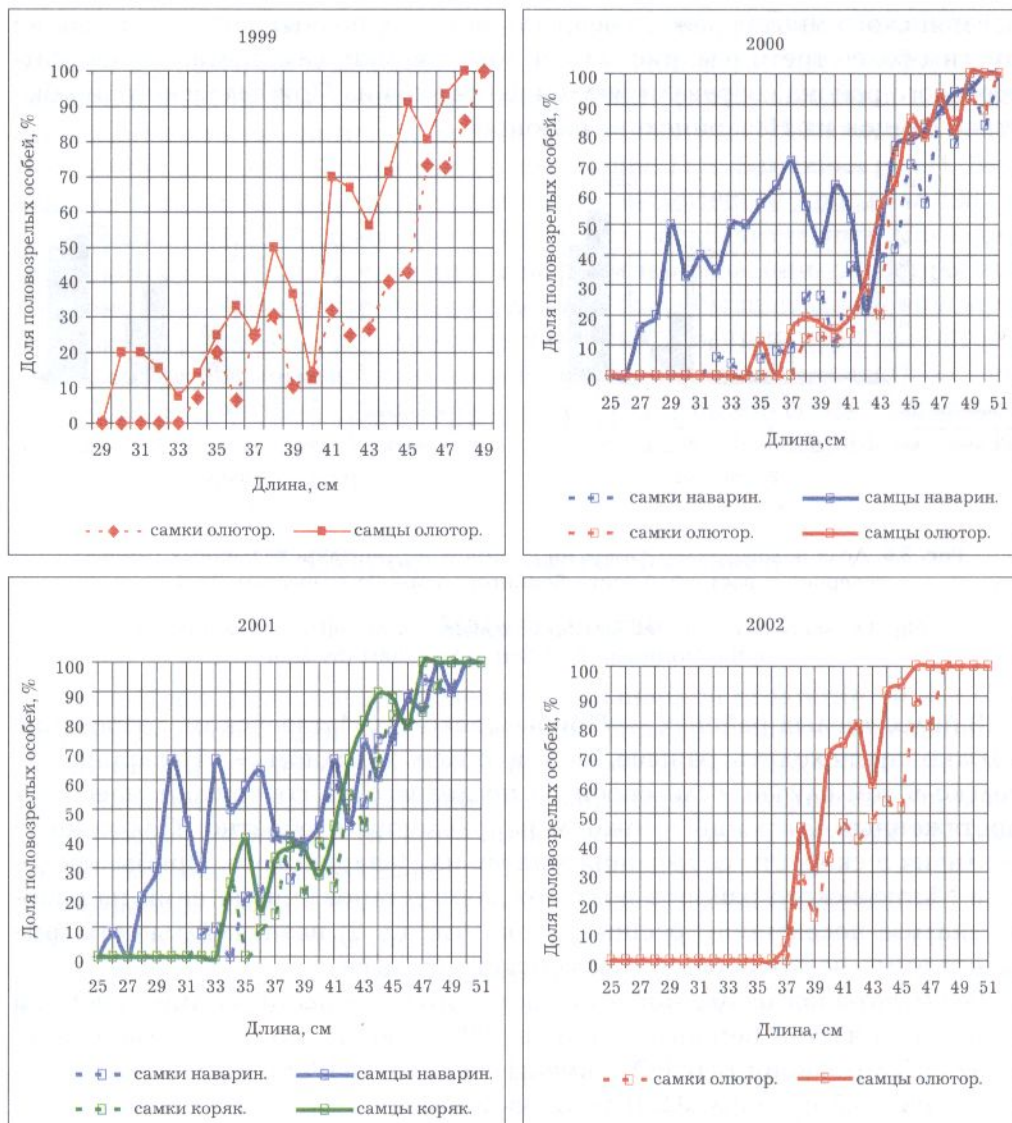


Рис. 3.7. Кривые созревания минтая северной и западной частей Берингова моря по районам (собственные данные)

Fig. 3.7. North and West Bering Sea pollock ogyvas, by areas (author's data)

зрелыми, чем мелкие (см. рис. 3.4, б) [Glubokov et al., 2002]. В сглаженном виде кривая созревания в этом интервале приобретала горизонтальное направление. Ни в одном из других рассматриваемых районов ни для самок, ни для самцов такая картина не наблюдалась: кривая созревания

**Таблица 3.2.** Длина беринговоморского минтая, при которой созревает 50% особей, по районам и годам

**Table 3.2.** Length of Bering Sea pollock at which 50% fish mature, by area and year

Годы	Олюторский залив		Корякский район		Наваринский район	
	самцы	самки	самцы	самки	самцы	самки
1999	38, 40 – 41	45 – 46	–	–	–	–
2000	42 – 43	43 – 44	–	–	29, 33 – 39, 40, 43 – 44	44 – 45
2001	–	–	41 – 42	41 – 44	29 – 31, 32 – 37, 40 – 43	40 – 43
2002	39 – 40	43 – 44	–	–	–	–

всегда имела восходящий вид. В Наваринском районе самцы и самки длиной менее 42 см созревали быстрее, чем в корякских водах и Олюторском заливе. При большей длине рыб доля созревших особей была приблизительно одинакова во всех рассматриваемых районах.

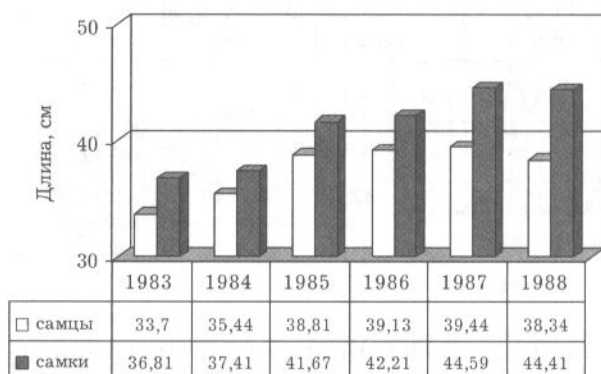
Особенности созревания минтая из самого северного района Берингова моря – Наваринского, имеют, по-видимому, приспособительный характер. Более короткий нагульный период и в связи с этим большая зависимость успешности нереста наваринского минтая от климато-океанологических условий года (в холодные годы сеголетки могут не успеть вырасти до размеров, при которых будут способны перенести зимовку) по сравнению с более южными скоплениями требуют «подстраховки» на случай неблагоприятного года. Именно поэтому на севере часть самцов минтая начинает созревать уже при длине 29 см, а самок — 35–37 см, увеличивая за счет этого популяционную плодовитость. В то же время, как было показано выше, темп полового созревания у северных популяций минтая ниже, чем у южных.

Несмотря на то, что нам не удалось построить кривые созревания минтая из Олюторского залива и корякских вод за один и тот же год, сопоставление данных показывает несколько более раннее созревание самцов, и в особенности самок, корякского минтая по сравнению с олюторским (см. табл. 3.2). На это же ранее указывал П.А.Балькин [1986, 2003].

Сопоставление размера особей, при котором происходит их созревание, с численностью запасов показывает, что при высокой численности созревание наступает при большем размере, чем при низкой. Так, на востоке моря в годы высокой численности запасов (1988 г.) 50%-ное созревание самцов наступало при длине 34–35 см, самок — 37–38 см [Fadeyev, 1989 b], тогда как при низкой численности (1970-е годы) самцы массово созревали при длине 31–32 см, самки — 34–35 см [Bakkala, Smith,



1978; Серобаба, 1979; Smith, 1979; Megrey, 1989]. Такая же картина наблюдалась в 1980-е годы в заливе Аляска (рис. 3.8), где с 1983 по 1988 г. (в период роста биомассы минтая) длина созревания самцов возросла на 3 см, самок — почти на 6 см [Megrey, 1989 ].



**Рис. 3.8.** Длина 50%-ного созревания самцов и самок минтая из залива Аляска по годам (по Megrey, 1989)

**Fig. 3.8.** Length at 50% maturation of male and female pollock from the Gulf of Alaska, by year (after Megrey, 1989)

В центральной части Берингова моря в 1970-е годы большая часть самцов и самок минтая достигала половой зрелости при длине 35 см и 39 см соответственно [Yoshida, Yoon, 1981], в 1980-е годы 50% самцов и 30% самок были половозрелыми при длине 42 см [Fisheries Agency Japan, 1984; Yamaguchi, 1984].

Изменение размеров созревания, по-видимому, является одной из реакций, обеспечивающей гомеостаз популяции: при высокой численности за счет увеличения длины созревания популяционная плодовитость уменьшается, при низкой — наблюдается обратное явление.

Подытоживая рассмотренные в данной главе вопросы воспроизводства минтая, можно констатировать следующее:

- в Беринговом море ежегодный устойчивый нерест происходит в олюторскокарагинском, наваринском, прибыловском и унимакскобрис-тольском скоплениях;

- появление урожайных поколений и размер созревания специфичны для каждого из скоплений.

Установленные различия воспроизводства минтая на западе, севере и востоке Берингова моря указывают на приспособленность особей этих скоплений к определенным условиям обитания.

---

## ГЛАВА 4

### Размерно-возрастная структура и рост минтая северной и прилегающих частей Берингова моря

## CHAPTER 4

### Size-age structure and growth of pollock in the North Bering Sea and adjacent areas

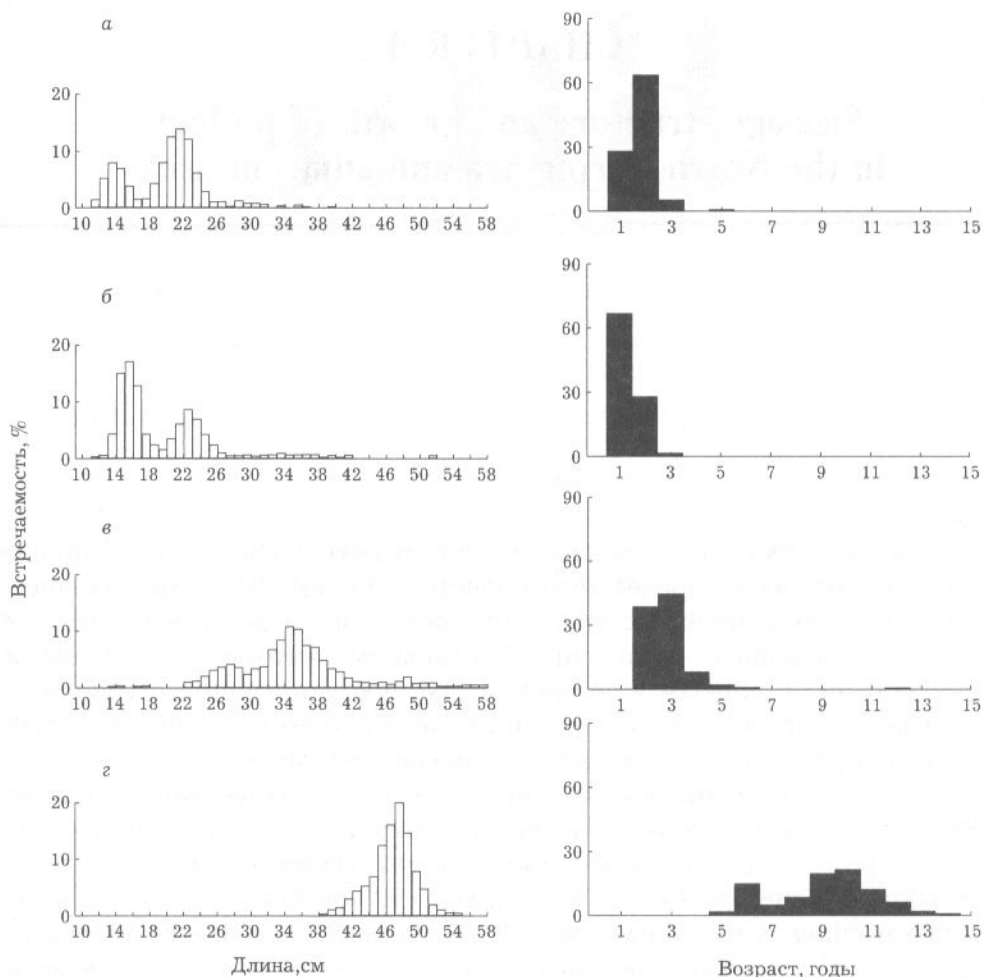
---

В предыдущих главах показана пространственная приуроченность скоплений минтая к определенным участкам Берингова моря, наличие в каждом из этих районов устойчивого ежегодного нереста и специфики появления урожайных поколений. Следующим шагом в доказательстве существования стабильных во времени саморегулирующихся группировок является изучение особенностей их размерно-возрастной структуры, формирующейся под воздействием уникальных станций.

Баккала с соавторами [Bakkala et al., 1986] с использованием данных 1970-х — начала 1980-х годов показал особенности размерного состава минтая в различных географических районах. Например, в 1972 г. в Наваринском районе преобладал минтай длиной 34—38 и 44—56 см. Унимодальное распределение по длине с сильно сглаженным пиком в диапазоне от 26 до 46 см характеризовало минтая из вод центральной и южной периферии подводного каньона Жемчуг (район Прибыловских островов). В размерном ряду унимакского минтая был отмечен четко выраженный пик в области 40—46 см.

Результаты одной из первых детальных американско-японских съемок северо-восточной, восточной и центральной частей Берингова моря 1979 г. показали неоднородность в размерно-возрастном составе минтая. В Матвеевском районе преобладали трехлетки (поколение 1977 г.) длиной

21–23 см (рис. 4.1, а). К северо-западу от островов Прибылова доминировал более мелкий минтай длиной 15–17 см в возрасте 1+ (поколение 1978 г.) (см. рис. 4.1, б). К юго-востоку от Прибыловских островов наиболее многочисленны были особи длиной 34–36 см в возрасте 3+ (поколение 1976 г.) (см. рис. 4.1, в). Самый крупный минтай встречался в Алеутской котловине с преобладанием рыб в возрасте 6+, 9+ и 10+. В июле



**Рис. 4.1.** Размерный и возрастной состав минтая восточной части Берингова моря, по данным эхоинтеграционной траловой съемки США в июле 1979 г.: а – Матвеевский район; б – к северу от островов Прибылова; в – к югу от островов Прибылова; г – Алеутская котловина [Traynor, Nelson, 1985]

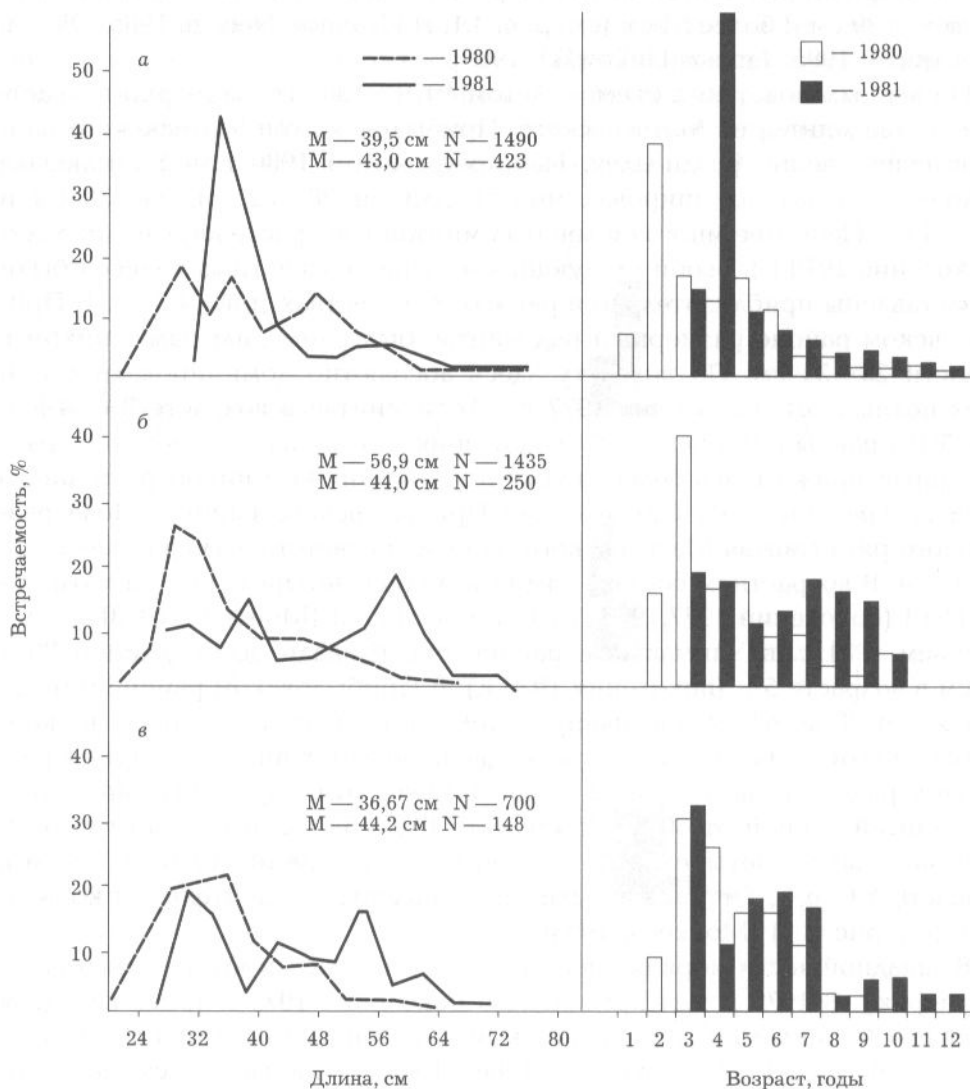
**Fig. 4.1.** Size and age of East Bering Sea pollock based on the U.S. July 1979 echointegration trawl survey: а – St. Matthew area; б – north of Pribilof Islands; в – south of Pribilof Islands; г – Aleutian basin [Traynor, Nelson, 1985]

его размерный ряд был наиболее коротким: в уловах отсутствовали особи менее 39 см и более 54 см (см. рис. 4.1, г) [Traunor, Nelson, 1985; Okada, Yamaguchi, 1985; Janusz, Linkowski, 1989].

По данным советских съемок, летом 1979—1981 гг. размерно-возрастной состав минтая из Матвеевского, Прибыловского и Унимакского районов существенно различался. Например, летом 1980 г. в Унимакском районе в уловах доминировал минтай длиной 28—32 см, 34—38 см и 50—54 см. Наиболее многочислен был минтай в возрасте двух полных лет (поколения 1978 г.), особи следующих четырех возрастных классов были представлены приблизительно в равных количествах (рис. 4.2, а). В Прибыловском районе размерный ряд минтая был унимодальным с пиком в области 28—34 см. По возрасту здесь абсолютно доминировали особи трех полных лет (поколения 1977 г.). Доли минтая в возрасте 2+, 4+ и 5+ были равны (см. рис. 4.2, б). Скопления минтая из Матвеевского района характеризовались более сглаженным и широким пиком размерного ряда по сравнению со скоплениями Прибыловского района. Мода размерного ряда минтая Матвеевского района соответствовала длинам от 28 до 38 см. В возрастном составе там выделялись четырех- (3+) и пятилетки (4+) (поколений 1977, 1976 гг.) (см. рис. 4.2, в) [Моисеев, 1983]. В следующем 1981 г. в Унимакском районе преобладали особи длиной 36—40 см в возрасте 5+ (поколения 1976 г.). В Прибыловском районе минтай длиной от 28 до 64 см в возрасте от 3+ до 9+ был представлен в скоплениях почти в равных количествах. Два небольших пика отмечены в размерном ряду в области 40 и 62 см. В Матвеевском районе был многочислен минтай длиной от 30 до 36 см и от 42 до 58 см. В возрастном ряду явно выделялись четырехлетние особи (3+) (поколения 1978 г.), особи в возрасте 5+, 6+, 7+ также были представлены в значительном количестве (см. рис. 4.2) [Моисеев, 1983].

В западной части моря размерно-возрастной состав минтая имел свою специфику. В 1979 г. там преобладало поколение 1976 г. (рис. 4.3), доля которого составляла 32,1%. Также были многочисленны особи поколений 1973 г. (16,5%) и 1972 г. (16,0%). В 1980—1981 гг. произошла смена доминирующего поколения на поколение 1977 г., доля которого составляла 36,0 и 38,1%, соответственно, а поколение 1976 г. занимало в этот период второе место по численности — 14,3 и 19,1% встречаемости в 1980 и 1981 г. соответственно [Balykin, 1989].

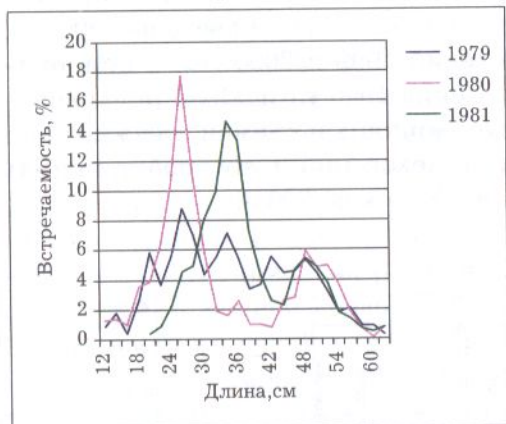
Несмотря на некоторые расхождения в результатах различных исследований в целом они достаточно хорошо сопоставимы и свидетельствуют о наличии в 1970-е годы районной специфики размерно-возрастного состава минтая в Беринговом море.



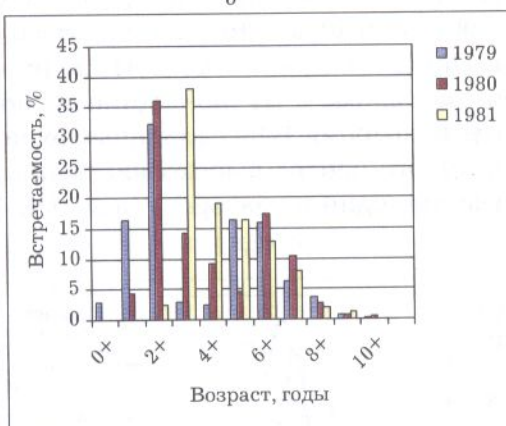
**Рис. 4.2.** Размерно-возрастной состав уловов минтая в восточной части Берингова моря в 1980–1981 гг. (а – Унимакский, б – Прибыловский, в – Матвеевский районы) [Моисеев, 1983]

**Fig. 4.2.** Size and age composition of pollock catches in the East Bering Sea in 1980–1981 (а – Unimak area, б – Pribiloff area, в – St. Matthew area) [Moiseev, 1983]

а



б



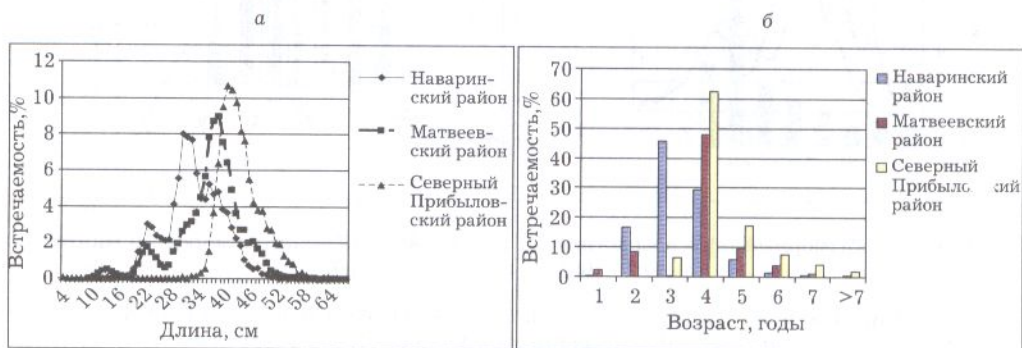
**Рис. 4.3.** Размерный (а) и возрастной (б) состав западноберинговоморского минтая в 1979–1981 гг. (по Balykin, 1989)

**Fig. 4.3.** Size (a) and age (б) composition of the West Bering Sea pollock in 1979–1981 (according to data of Balykin, 1989)

В 1980-е годы биомасса минтая в Беринговом море существенно возросла. Как было показано в главе 2, в результате этого значительно усилилась миграционная активность минтая, вызванная конкуренцией за пространство и корм. Минтай из различных скоплений начал смешиваться. Перемены в биологии минтая повлекли за собой в числе прочего изменения размерно-возрастной структуры. В период значительного смешения идентифицировать генезис особей в скоплениях стало сложнее, чем в прошедшее десятилетие. Размерно-возрастная структура таких скоплений перестала отражать особенности, свойственные группировкам, представленным особями преимущественно одного происхождения. На соотношение рыб различной длины и возраста в период высокой численности оказывала сильное влияние доля мигрантов из других районов [Fadeev, 1989 a], определяемая климато-океанологическими условиями конкретного года. Кроме того, с начала 1980-х годов во всех беринговоморских популяциях стал доминировать минтай сверхурожайного поколения 1978 г. [Моисеев, 1983; Traunor, Nelson, 1985; Okada, Yamaguchi, 1985; Balykin, 1989; Fadeev, 1989 a; Janusz, Linkowski, 1989], что также сглаживало районные различия размерно-возрастного состава.

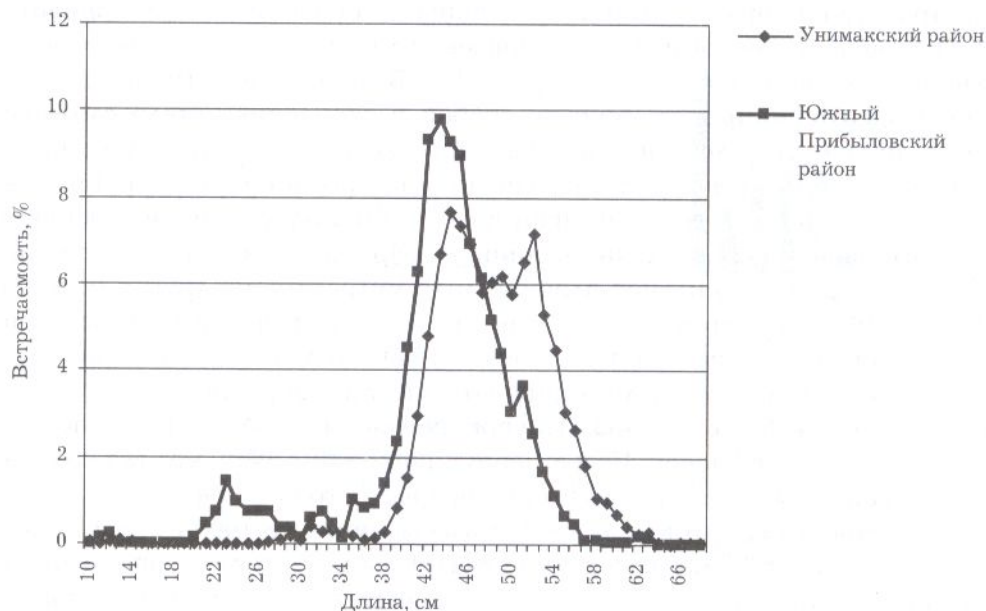
Снижение в Беринговом море биомассы минтая в 1990-е годы вызвало сокращение его миграционных путей. Изменился и размерно-возрастной состав, который вновь стал отражать специфику конкретных стадий. Так, сравнение размерного и возрастного состава минтая из северной и восточной частей Берингова моря показало, что летом 2004 г. в Наварин-

ском районе доминировали особи длиной 37, 31 и 23 см соответственно поколений 2000, 2001 и 2002 гг., в Матвеевском — 39 см (поколения 2000 г.), в Прибыловском — 44 и 41 см (поколений 1999 и 2000 гг.), в Бристольском заливе — 54 (по-видимому, поколения 1996 г.) и 44 см (по-видимому, поколения 1999 г.) (данные эхоинтеграционной съемки Аляскинского научного центра рыбохозяйственных исследований, в которой принимал участие один из авторов) (рис. 4.4, 4.5) [Глубоков, 2005].



**Рис. 4.4.** Размерный (а) и возрастной (б) состав минтая из северной и восточной частей Берингова моря, июль 2004 г.

**Fig. 4.4.** Size (a) and age (b) composition of the North and East Bering Sea pollock, July 2004



**Рис. 4.5.** Размерный состав минтая из юго-восточной части Берингова моря, июнь 2004 г.

**Fig. 4.5.** Size composition of pollock from the Southeast Bering Sea, June 2004

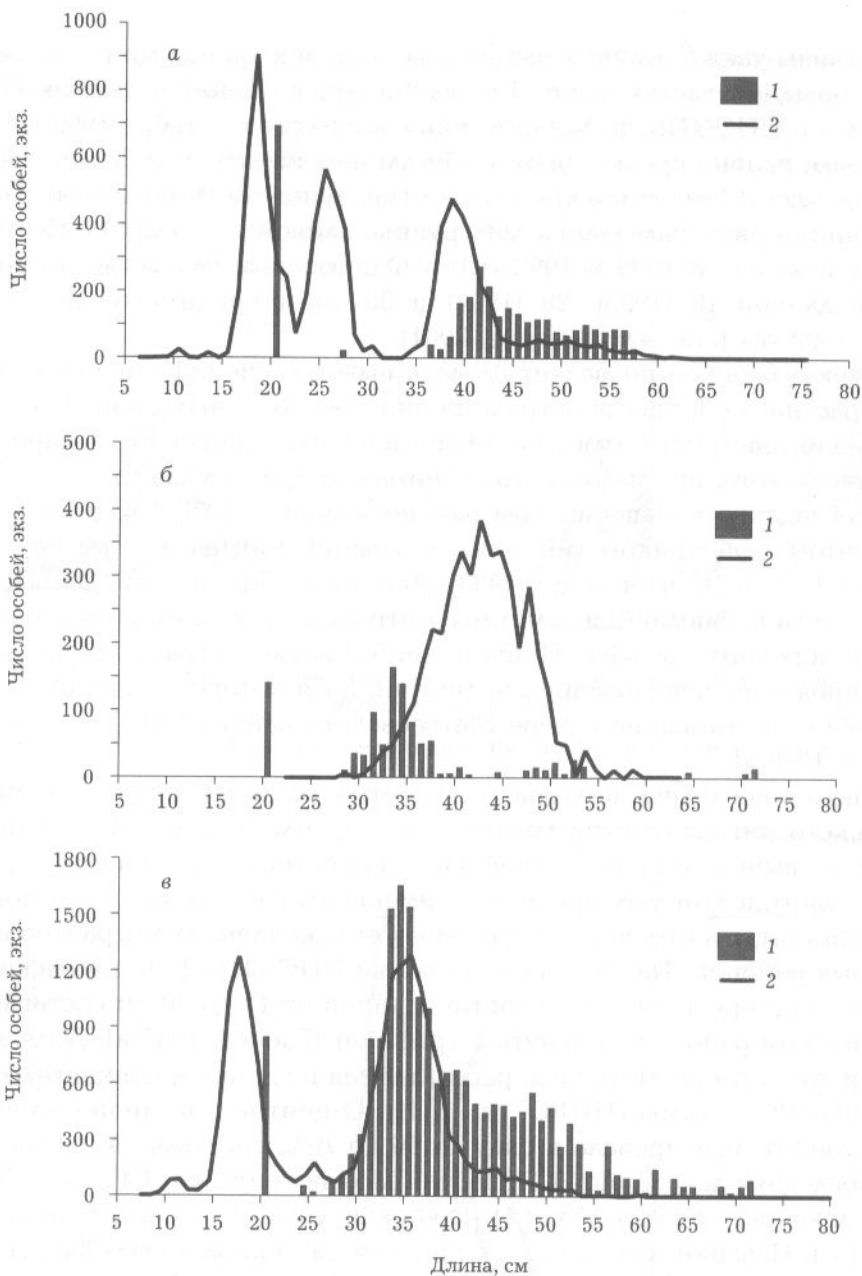
Получены также отличия размерных составов уловов минтая в северной и западной частях моря. Так например, по данным съемок СРТМ «Шурша» и НИС «Проф. Кагановский», в августе – октябре 1996 г. в Наваринском районе преобладали особи длиной 16–19 см и 33–36 см (поколений 1995 и 1993 гг.), в Олюторско-Наваринском (Корякском) районе в размерном ряду выделялись две группы: длиной 21 см и 40–45 см (вероятно, поколений 1995 и 1992 гг.), в Олюторском заливе доминировал минтай длиной 18 (1995), 26 (1994) и 38 см (по-видимому, поколений 1993–1992 гг.) (рис. 4.6) [Фадеев, 2001].

Вышеизложенное позволяет сделать вывод о специфичности размерно-возрастного состава пространственно обособленных скоплений минтая в Беринговом море: олюторскокарагинского, корякского, наваринского, матвеевского, прибыловского и унимакскобрестольского.

Преобладание в Наваринском районе молодежи с 1980-х годов служило аргументом защитников гипотезы миграций минтая с юга на север [Fadееv, 1989 a; Шунтов и др., 1993]. Действительно, в периоды высокой численности наблюдаются заметные миграции минтая вдоль восточноберингоморского шельфа. Причем наибольшую миграционную активность проявляет неполовозрелый минтай, доля которого, например, весной 1988 г. достигала на севере Матвеевского района 93,8% всех особей [Fadееv, 1989 a].

Однако в последние полтора десятилетия, когда численность берингоморского минтая относительно невысока, доля молодежи в Наваринском районе не выше, чем в восточной части Берингова моря и в Олюторском заливе, минтай которых признается имеющим самостоятельный популяционный статус и отмечено отсутствие в его скоплениях мигрантов из отдаленных районов. Так, по данным съемки НИС «Проф. Кагановский», в августе – октябре 1996 г. доля минтая длиной от 12 до 30 см составляла в Наваринском районе 64% (снято с графика) [Fadееv, 1989 a]. Доля молодежи этой же размерной группы, рассчитанная по данным совместных съемок ВНИРО, КамчатНИРО и ТИПРО-центра, в июне – декабре 1999–2002 гг. варьировала в ряду от 56 до 76%, составляя в среднем летом (последняя декада июня – первая декада сентября) 64%, зимой (ноябрь – декабрь) – 65% (табл. 4.1) [Глубоков, 2003]. Это свидетельствует о том, что в Наваринском районе в среднем за период 1999–2002 гг. резкого изменения соотношения молодежи и взрослых особей при переходе от нагульного к зимовальному периоду, которое могло бы свидетельствовать о сезонных подходах молодежи, не происходило (см. табл. 4.1).





**Рис. 4.6.** Размерный состав минтая по численности ( $10^5$ ) на северо-западе Берингова моря в августе–октябре 1996 г.: *а* – Олюторский залив; *б* – Олюторско-Наваринский и *в* – Наваринский районы; 1 – СРТМ «Шурша», 2 – НИС «Проф. Кагановский» [Фадеев, 2001]

**Fig. 4.6.** Size and age composition of pollock (numbers  $10^5$ ) in the Northwest Bering Sea in August–October 1996: *a* – Olyutor Bay; *б* – Olyutor–Navarin area; *в* – Navarin area. 1 – fishing trawler «Shursha»; 2 – R/V «Professor Kaganovskiy» [Fadeev, 2001]

**Таблица. 4.1.** Доля особей минтая длиной 12–30 см в Наваринском районе Берингова моря по результатам съемок молоди ВНИРО, КамчатНИРО и ТИНРО-центра

**Table 4.1.** Share of 12–30 cm pollock in Navarin area, based on survey of juveniles by VNIRO, KamchatNIRO, TINRO-center

Год	Месяц	Доля особей длиной 12–30 см, %
1999	Июнь	57
	Декабрь	76
2000	Июнь	61
	Ноябрь	64
2001	Июнь – июль	65
2002	Август – сентябрь	73
	Ноябрь	56

Опубликованные данные эхоинтеграционных летних съемок Аляскинского научного центра рыбохозяйственных исследований 1999 г. показали преобладание на восточноберинговоморском шельфе минтая в возрасте от 1 до 3 лет. Доля этих рыб от общей учтенной численности в придонном слое и пелагиали составила 64% [Николаев, Степаненко, 2001].

В Олюторском заливе, по данным съемки НИС «Проф. Кагановский», в августе – октябре 1996 г. доля минтая длиной 12–30 см составила также 64% (снято с графика) [Фадеев, 2001].

В Корякском районе, по данным съемки НИС «Проф. Кагановский», в августе – октябре 1996 г. молодь в уловах встречалась единично [Фадеев, 2001]. По данным съемок Чукотского отделения ТИНРО-центра, в ноябре – декабре 1997 г. в районе 175° в.д. в уловах донным тралом доля минтая длиной 19–30 см составляла 11%, а преобладали особи длиной 43–48 см. Их было 27% от всей численности [Датский и др., 1999]. Дефицит молоди и не ежегодный нерест еще раз указывают на то, что корякские скопления минтая не образуют самостоятельную популяцию.

Для понимания закономерностей формирования скоплений минтая по сезонам чрезвычайную важность имеет информация, собранная во время нескольких съемок в течение одного года. Размерные и возрастные ряды минтая Наваринского района, построенные по результатам исследований с применением новой методологии ВНИРО, представлены на рис. 4.7 и 4.8.

В июне 1999 г. в Наваринском районе преобладал минтай длиной 19–25 см и 13–17 см поколений 1997 и 1998 гг. соответственно (см. рис. 4.7, а; 4.8, а). Доля особей первого поколения составляла 34%, второго — 21%. По данным съемок ТИНРО-центра, выполненных на 1,5 мес. позднее,

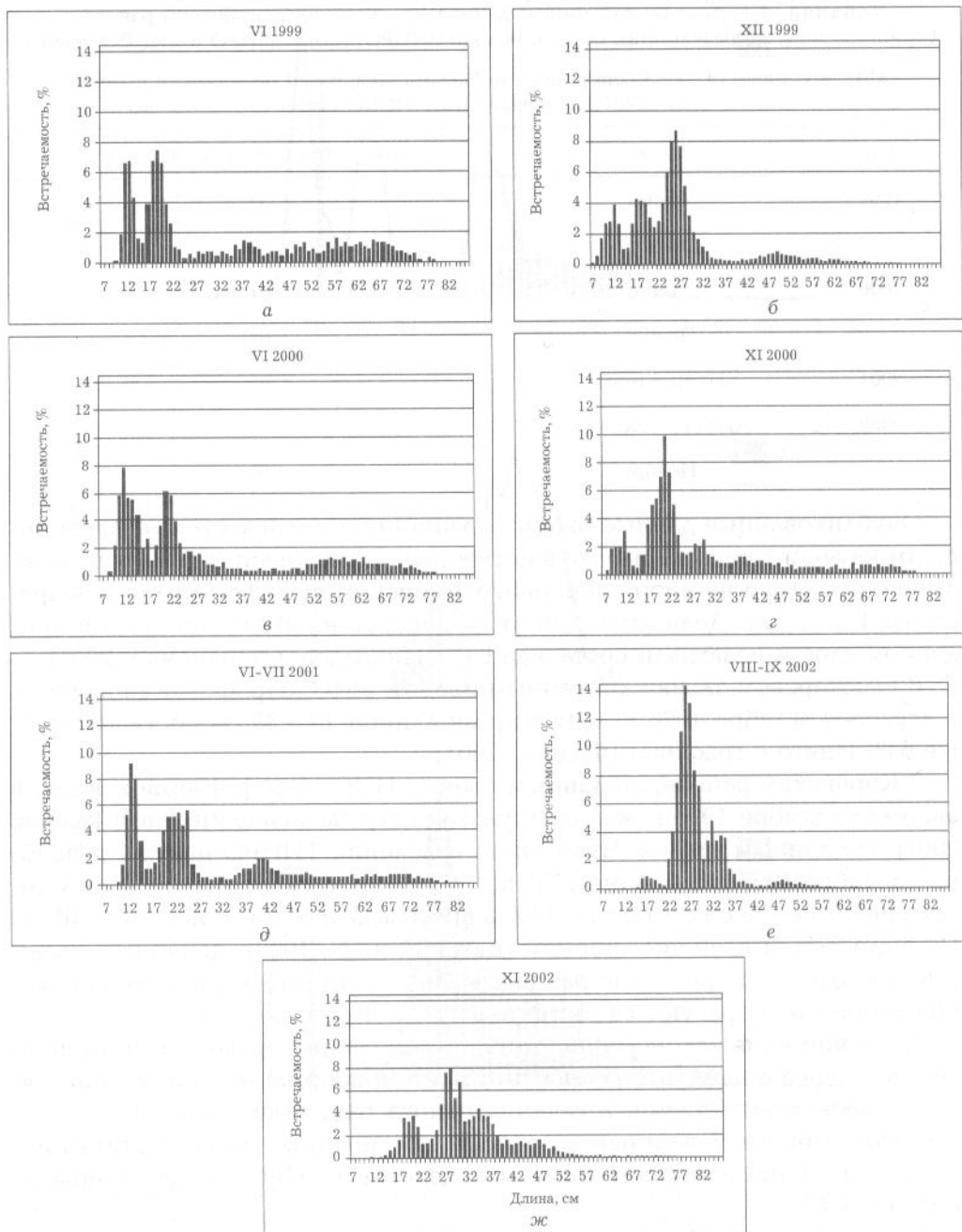


Рис. 4.7. Размерный состав наваринского минтая, по данным донных траловых съемок молоди

Fig. 4.7. Size composition of Navarin pollock based on juvenile bottom trawl surveys

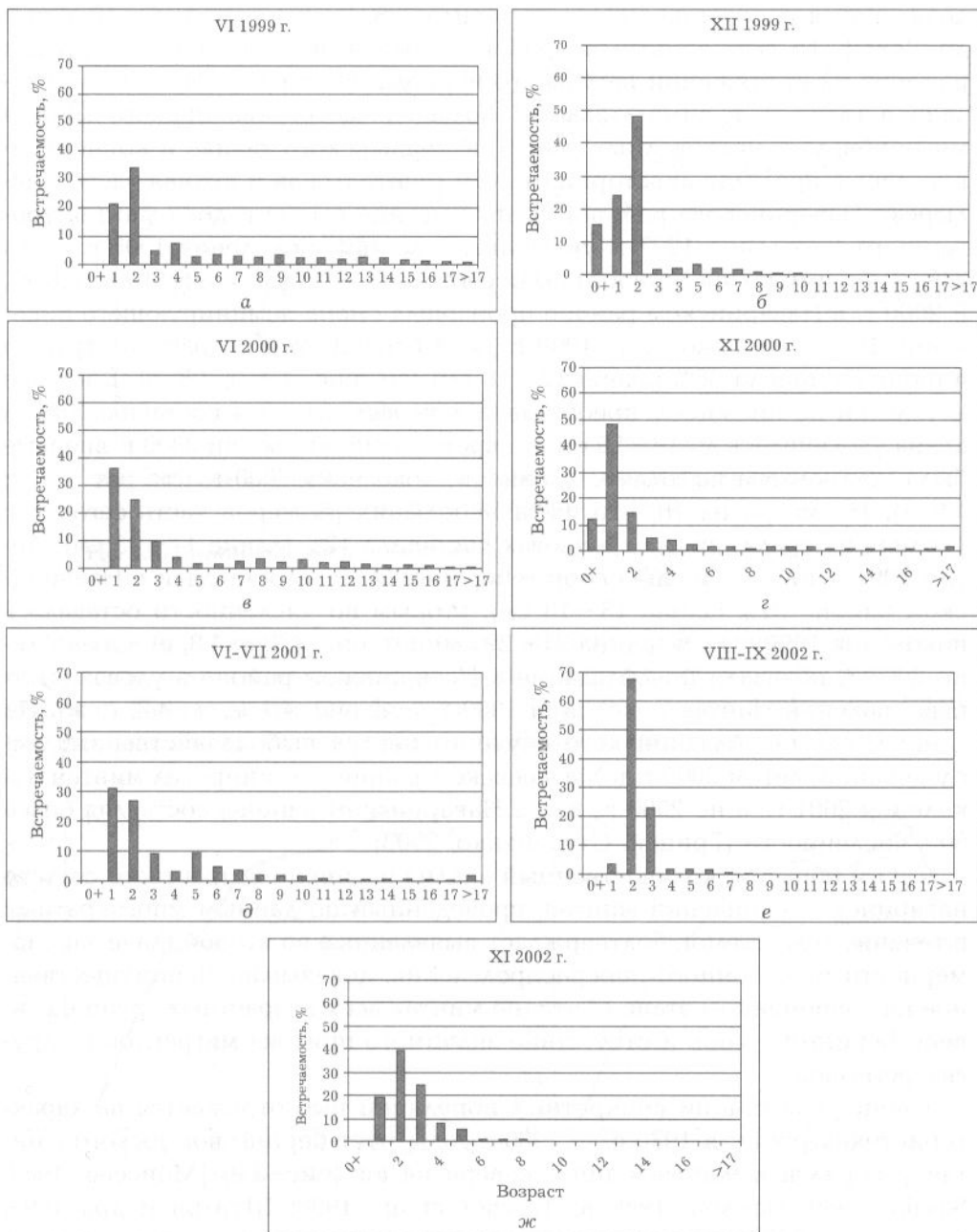


Рис. 4.8. Возрастной состав наваринского минтая, по данным донных траловых съемок молоди по годам и сезонам

Fig. 4.8. Age composition of Navarin pollock, based on juvenile bottom trawl surveys, by year and season

доля минтая поколения 1997 г. составила 38% (снято с графика) [Борец и др., 2002]. То есть заметный приток особей этого поколения из других районов на протяжении нагульного периода не отмечен. Как было показано в главе 2, к зиме (декабрь) большая часть наваринского минтая мигрировала с мелководных участков Анадырского залива и концентрировалась в пределах акватории съёмки (центральная и южная части Анадырско-Наваринского района). В этом месяце в 1999 г. доля минтая урожайного поколения 1997 г. увеличилась до 48%, поколения 1998 г. — до 24%. Третьими по численности были сеголетки — 15% (см. рис. 4.7, б; 4.8, б). В 2000 г. в Наваринском районе произошла смена доминирующего поколения 1997 г. на поколение 1999 г. Доля особей этой возрастной группы в июне составила 36% (длина 12–18 см) (см. рис. 4.7, в; 4.8, в). В ноябре двухлетки по-прежнему преобладали в уловах: их доля составила 48%, а длина увеличилась до 19–26 см. Во время осенней съёмки 2000 г. впервые была установлена высокая численность поколения 2000 г. (см. рис. 4.7, г; 4.8, г). Несмотря на то, что из-за небольших размеров часть сеголеток уходила из трала, их доля в уловах составила 12% (длина 11–15 см). Летом 2001 г. (июнь — июль) особи генерации 2000 г. составляли в Наваринском районе 31% (длина 13–18 см), вторым по численности оставалось поколение 1999 г. (27%, длина 21–27 см) (см. рис. 4.7, г; 4.8, г). Обе съёмки 2002 г. показали преобладание в Наваринском районе в уловах учетных тралений минтая поколения 2000 г. (см. рис. 4.7, е, ж; 4.8, е, ж). По данным съёмок Аляскинского научного центра рыбохозяйственных исследований, летом 2002 г. в Матвеевском районе доминировал минтай поколения 2001 г., а не 2000 г., как в Наваринском районе, составляя более 60% численности [Грицай, Степаненко, 2003].

Таким образом, количественный анализ размерно-возрастного состава наваринских скоплений минтая, проведенный по данным многократных в течение года съёмок подтверждает выявленные во второй главе закономерности их сезонного перераспределения, доказывает преимущественное на современном этапе обитание минтая всех возрастных групп на севере Берингова моря и отсутствие значимого притока мигрантов из других регионов.

Специфика стадий конкретных популяций рыб отражается на характеристиках роста: в 1970-е — 1980-е годы рост берингоморского минтая ускорялся в направлении с севера на юг (рис. 4.9) [Моисеев, 1983; Sasaki, 1989; Dawson, 1989 a; Traunor et al., 1990; Шунтов и др., 1993; Nishimura, 1998] и имел определенное сходство в восточной и западной частях моря [Шунтов и др., 1993]. Замедление роста минтая на севере объясняется более коротким периодом нагула североберингоморского минтая, продолжительность которого определяется быстрым осенним охлаждением вод и их медленным прогревом весной.

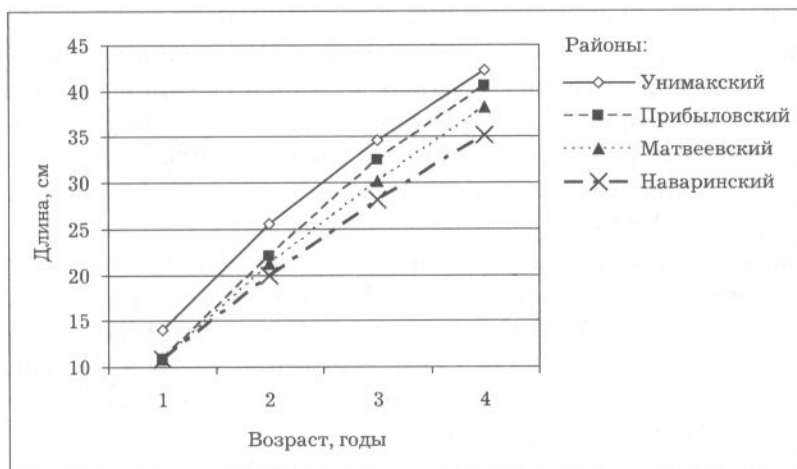


Рис. 4.9. Рост минтая из различных районов северной и восточной частей Берингова моря (по Моисееву, 1983)

Fig. 4.9. Growth of pollock from various areas of the North and East Bering Sea (according to data of Moiseev, 1983)

Минтай из Алеутской котловины обладал замедленным ростом по сравнению с минтаем с восточноберингоморского шельфа (рис. 4.10) [Traunor, Nelson, 1985; Okada, Yamaguchi, 1985; Janusz, Linkowski, 1989], что связано с недостатком корма в глубоководных участках моря.

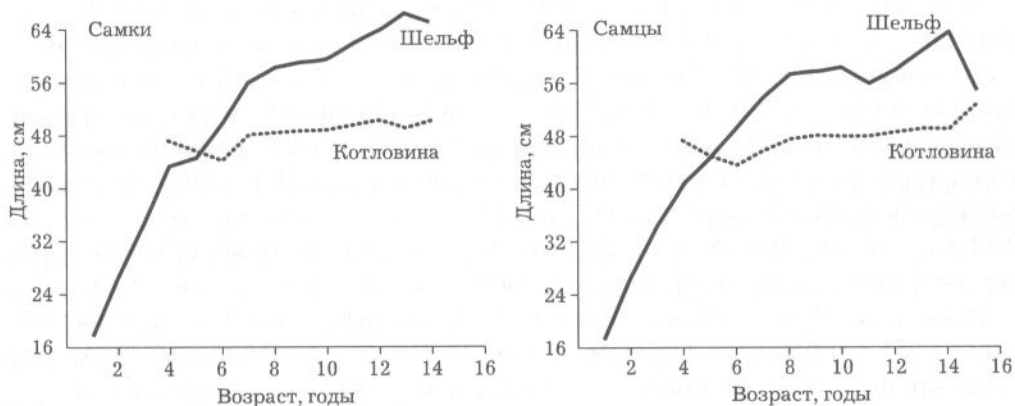


Рис. 4.10. Рост минтая на шельфе и в Алеутской котловине, по данным американской гидроакустической съемки в июне – июле 1979 г. [Traunor, Nelson, 1985]

Fig. 4.10. Growth of pollock on shelf and in Aleutian basin, based on the U.S. June – July 1979 hydroacoustic survey [Traunor, Nelson, 1985]

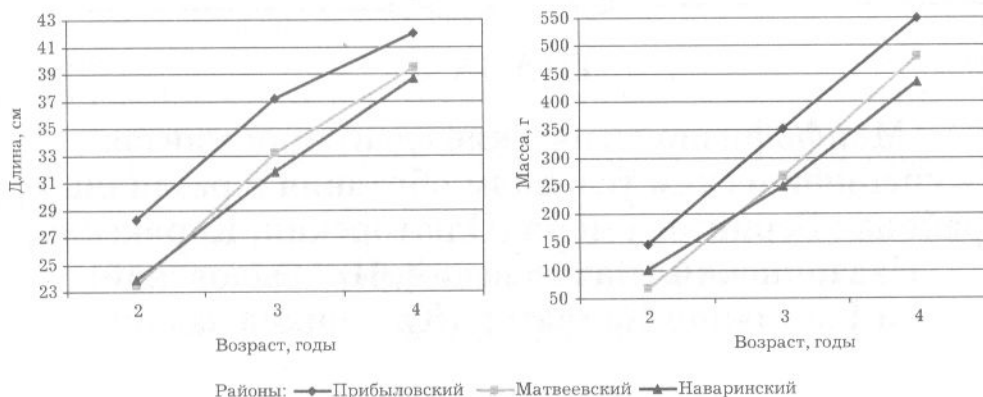
В настоящее время сохраняется широтная изменчивость линейных размеров минтая Берингова моря в сторону их увеличения в направлении с севера на юг. В промысловых уловах минтая в Наваринском районе (по результатам мониторинга ТИПРО-центра на БАТМ «Бородино») и восточной части Берингова моря в июле – сентябре 1996 г. особи одного и того же поколения имели длину 33–35 см и 35–37 см соответственно [Фадеев, Грицай, 1999].

По данным съемки Аляскинского научного центра рыбохозяйственных исследований, проведенной на восточноберинговоморском шельфе с 12 июня по 03 августа 1999 г., средняя длина двухлеток (1+) к северу от островов Прибылова составила 13 см, трехлеток – 23 см. По нашим данным, аналогичные показатели наваринского минтая за тот же год были меньше – 12,8 и 17,7 см соответственно.

В октябре 2000 г. минтай из Наваринского и Матвеевского районов поколения 1996 г. имел длину 36–38 см и 38–40 см соответственно [Фадеев, Грицай, 2003]. По результатам эхоинтеграционной съемки Аляскинского научного центра рыбохозяйственных исследований 2004 г., в северных широтах размеры минтая одного возраста были меньше, чем в южных (рис. 4.11). В июле 2004 г. средние размеры минтая поколения 2000 г. в Наваринском районе составили 38,7 см, в Матвеевском — 39,5 см, в Прибыловском — 42,0 см; особи поколения 2001 г. имели длину 31,8; 33,2 и 37,2 см соответственно в трех рассматриваемых районах. Результаты 2004 г. очень близки к средним длинам, приведенным Н.С. Фадеевым и Е.В. Грицай [2003] для 2000 г.

В то же время сеголетки из северных и южных участков восточноберинговоморского шельфа в конце 1980-х годов имели приблизительно одинаковую длину [Nishimura, 1998]. В настоящее время линейные размеры сеголеток минтая, как и в 1980-е годы прошлого столетия, не зависят от места поимки. По данным июльской съемки 2004 г. Аляскинского научного центра рыбохозяйственных исследований, от Наваринского района до островов Прибылова средняя длина сеголеток изменялась в пределах от 2,42 до 2,57 см. При этом не было отмечено существенных статистически достоверных различий (критерий Стьюдента менее 1,5) по длине между сеголетками из Прибыловского (2,57 см), Матвеевского (2,42 см) и Наваринского (2,51 см) районов. Причем самые северные — наваринские сеголетки были крупнее более южных — матвеевских, но мельче прибыловских.

Отмеченный факт свидетельствует в пользу того, что сеголетки минтая в Беринговом море не подвержены пассивному переносу в значительном количестве вдоль восточноберинговоморского шельфа с юга на север даже в периоды высокой численности и интенсивного воспроизводства вида. В противном случае сеголетки, занесенные течением на север, должны бы были быть наиболее старшими и крупными.



**Рис. 4.11.** Рост минтая из различных районов северной и восточной частей Берингова моря, по данным эхоинтеграционной траловой съемки на НИС «Миллер Фримен» в июле 2004 г.

**Fig. 4.11.** Growth of pollock from various areas of the North and East Bering Sea, based on July 2004 echointegration trawl survey on «Miller Freeman»

Рост минтая в западной части моря также ускоренный по сравнению с ростом северных скоплений. Так, в 1996 г. средняя длина минтая генерации 1995 г. составляла в Наваринском районе 17,7 см, в Олюторском заливе — 20,7 см [Буслов, Варкентин, 2001]. В тот же год к востоку от 178° в.д. особи преобладающей генерации 1992 г. имели длину 31–33 см, к западу от 176° в.д. — 34–36 см. В сентябре в северной части моря минтай этого возраста достигал длины 31–35 см, в то время как в западной — 37–41 см [Варкентин, 1998].

Таким образом, размерно-возрастная структура и рост минтая специфичны для следующих районов Берингова моря: Олюторско-Карагинского, Корякского, Наваринского, Матвеевского, Прибыловского, Унимакского и в Алеутской котловине. В перечисленных районах, за исключением Алеутской котловины, где, как правило, отсутствуют особи младших возрастных групп, в скоплениях отмечен минтай всех возрастов. Урожайность поколений и их последующее выживание, прежде всего на ранних стадиях онтогенеза, а также скорость роста формируют районные особенности размерно-возрастного состава. Различия в размерно-возрастном составе минтая свидетельствуют с одной стороны о специфических условиях обитания в пределах каждого района (станции), с другой — об отсутствии значительного (за исключением Центральноберингоморского района и 1980-х годов) обмена особями между районами, который мог бы нивелировать наблюдаемые различия.



---

## ГЛАВА 5

### **Морфофизиологические адаптации минтая к специфическим условиям обитания в различных районах Берингова моря (Олюторский, Корякский, Наваринский, Матвеевский, Прибыловский) и Восточной Камчатки (Кроноцкий залив)**

## CHAPTER 5

### **Morphophysiological adaptation of pollock to specific conditions in various areas of the Bering Sea (Olyutor, Koryak, Navarin, St. Matthew, Pribiloff) and East Kamchatka (Kronotskiy Bay)**

---

Важным этапом выявления в пределах вида группировок, достаточно долго обитающих в специфических биотопах, является изучение адаптаций, возникших к условиям обитания.

Н.В.Тимофеев-Ресовский с соавторами [1973] выделял особый раздел фенетики — популяционную морфофизиологию, «занимающуюся более или менее детальным исследованием структуры, статики и динамики популяций разных видов живых организмов посредством использования и учета любых морфофизиологических признаков», так как группы особей, обитающие в сходных условиях, сходным образом реагируют на изменения окружающей среды [Parsons, 1995].

Величины индексов органов являются интегральными показателями метаболических процессов, происходящих в организме, а их динамика в онтогенезе и по сезонам отражает особенности пластического и генеративного обмена в самом обобщенном виде.

Важнейшими морфологическими индикаторами являются относительные массы гонад и печени, как органов, участвующих в генеративном и пластическом обмене, селезенки, как одного из основных кроветворных органов, играющего существенную роль в метаболизме, и индекс сердца, отражающий интенсивность двигательной активности и кровообращения.

## 5.1. Коэффициент упитанности

### 5.1. Cubic condition index

Специфические биотопы (станции) накладывают отпечаток на сроки, интенсивность и направленность метаболизма, формируя, в частности, особенности сезонной, межгодовой и онтогенетической динамики коэффициента упитанности ( $K_{\text{упит}}$ ).

В литературе имеются немногочисленные данные по величинам коэффициента упитанности половозрелого минтая из различных районов Берингова моря. Так, в 70-е годы прошлого столетия у минтая из центральной части Берингова моря в июне коэффициент упитанности был меньше, чем у рыб с шельфа. В июле коэффициент упитанности у минтая из Алеутской котловины и минтая из вод к северо-западу от островов Прибылова были близкими, заметно отличаясь от коэффициента упитанности рыб из юго-восточной части берингоморского шельфа [Sasaki, 1989].

Проведенные нами исследования одновременно в Наваринском, Корякском и Олюторском районах показали существенные различия величины коэффициента упитанности по Кларк (рис. 5.1, приложение 1.1). Минтай из Корякского района на протяжении всех сезонов 1999–2002 гг. был более упитан, чем минтай из двух других. Причем в 2000–2002 гг. величины коэффициента упитанности по Кларк различались статистически достоверно. Наименьшей упитанностью обладал наваринский минтай (за исключением 1998 г.).

Сезонные изменения величины коэффициента упитанности у корякского минтая были незначительны и, как правило, не превышали 6,4%. Несколько большие колебания отмечены для наваринского минтая — 6,9%. Наибольшая амплитуда сезонного варьирования упитанности зарегистрирована у минтая из Олюторского залива — 11,0%.

Межгодовые различия рассматриваемого показателя также были минимальны у Корякского минтая. Так, в зимний период межгодовые различия коэффициента упитанности составили 1,8%, в летний (за исключением 1999 г.) — 1,1%. Летний коэффициент упитанности олюторского минтая на протяжении периода исследований возрастал. Предельные значения различались на 13,0%.

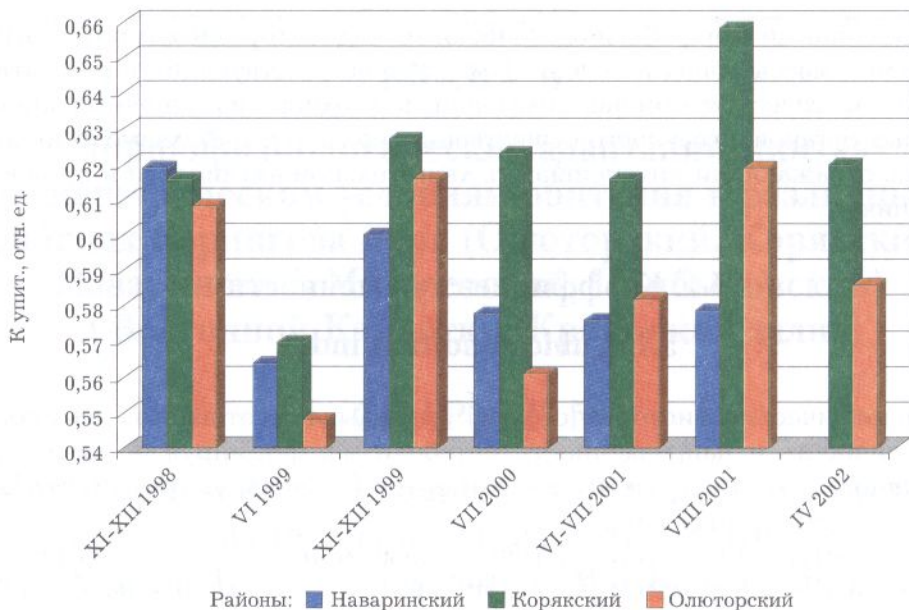


Рис. 5.1. Коэффициент упитанности по Кларк половозрелого минтая в зависимости от района вылова по годам

Fig. 5.1. Cubic condition index by Clark in mature pollock, by area and year

У минтая из северной и восточной частей моря коэффициент упитанности также различался в зависимости от района вылова: минимальным он был у наваринского минтая, максимальным — у матвеевского (рис. 5.2).

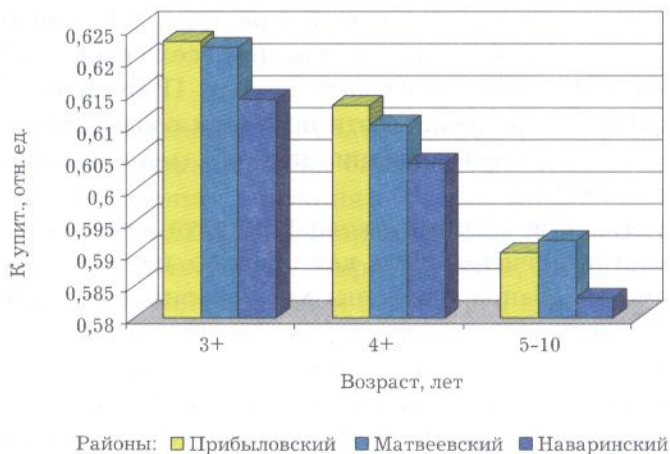


Рис. 5.2. Коэффициент упитанности по Кларк минтая в северной и восточной частях Берингова моря в зависимости от района вылова и возраста рыбы в июле 2004 г.

Fig. 5.2. Cubic condition index by Clark in North and East Bering Sea pollock, by region and age (July 2004)

Колебания коэффициента упитанности в зависимости от района вылова наблюдаются также у неполовозрелых рыб. По результатам наших исследований, в северо-западной части Берингова моря как в летний, так и в осенне-зимний периоды минтай в возрасте от двух до четырех полных лет имел максимальную упитанность в Корякском районе, минимальную – в Наваринском (рис. 5.3, 5.4).

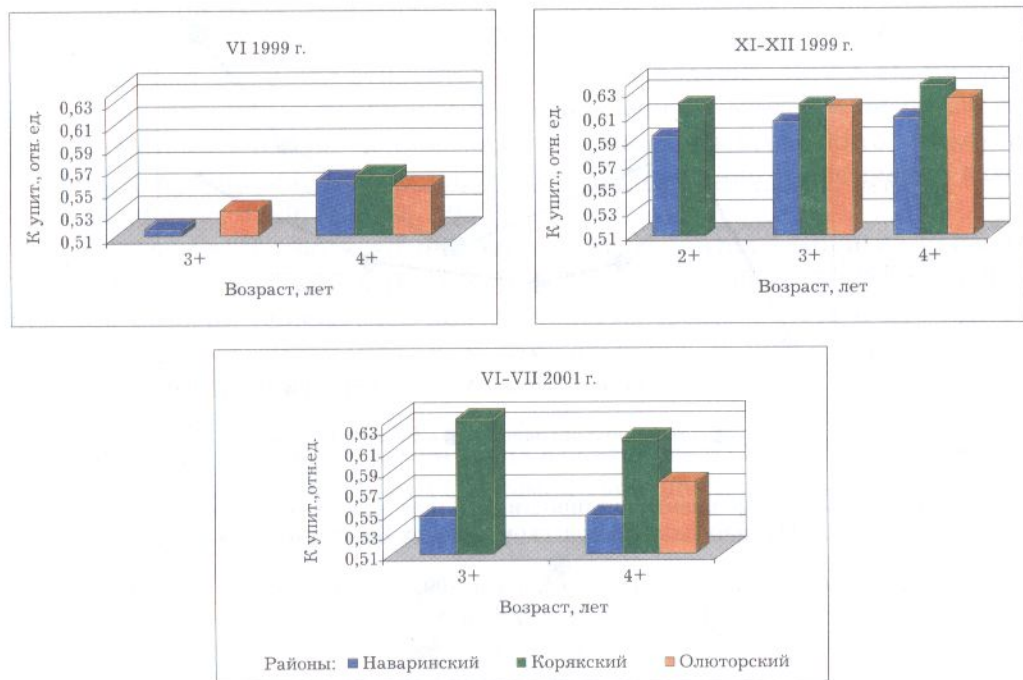


Рис. 5.3. Коэффициент упитанности по Кларк минтая северо-западной части Берингова моря в зависимости от района вылова и возраста рыб

Fig. 5.3. Cubic condition index by Clark in Northwest Bering Sea pollock, by region and age

Коэффициент упитанности неполовозрелого минтая из Олюторского залива имел промежуточные значения между его величинами у корякского и наваринского минтая (см. рис. 5.3).

В восточной части моря максимальные значения коэффициента упитанности неполовозрелого минтая отмечены нами в Прибыловском районе, минимальные – в Наваринском (см. рис. 5.2).

Одной из причин меньших величин коэффициента упитанности и больших сезонных и межгодовых его колебаний у олюторского и наваринского минтая может быть наличие в этих районах очагов холода (см. рис. 1.4). В Наваринском и Олюторском районах холодный промежу-

точный слой (ХПС) в течение длительного времени сохраняет отрицательные температуры, что сдерживает развитие кормового зоопланктона. Особенности размывания ХПС зависят от интенсивности затока в Берингово море в конкретный год теплых тихоокеанских вод [Хен, 1988], что, в свою очередь, определяет специфику развития кормовой базы минтая.



**Рис. 5.4.** Коэффициент упитанности по Кларк минтая генерации 1997 г. в Наваринском и Корякском районах Берингова моря

**Fig. 5.4.** Cubic condition index by Clark in 1997 year-class pollock in Navarin and Koryak areas

Важная причина низкой упитанности наваринского минтая — дефицит корма, возникающий из-за повышенной плотности скоплений. Высокая плотность скоплений достигается за счет благоприятных условий выживания эмбрионов, личинок и сеголеток в устойчивых круговоротах Наваринского района и Анадырского залива. Худшие условия нагула минтая на севере моря, чем в Корякском районе и на восточном шельфе, свидетельствуют об отсутствии предпосылок для миграций в Наваринский район минтая из других частей Берингова моря.

Таким образом, упитанность минтая Берингова моря на протяжении всего жизненного цикла имеет районную специфику, связанную с особенностями условий обитания. Межрайонные различия последних в большей степени влияют на упитанность минтая, чем их межгодовые изменения в конкретных районах.

## 5.2. Гонадосоматический индекс

### 5.2. Gonadosomatic index

Одной из основных функций популяции является воспроизводство, сроки и интенсивность которого, как было показано в главе 3, зависят от специфики биотопа. Адаптивные изменения процесса воспроизводства конкретных скоплений и популяций находят свое отражение в сезонной и межгодовой динамике относительной массы половых желез. На международном симпозиуме по биологии и управлению минтаем [Анкоридж, 1988] систематическое использование гонадосоматического индекса (ГСИ) в популяционных исследованиях было признано чрезвычайно важным [Haldorson, 1989; Sakurai, 1989].

Поскольку качество и количество зрелых ооцитов (одной из косвенных характеристик которых является ГСИ), с одной стороны, в значительной степени определяют популяционную плодовитость и последующее выживание эмбрионов, с другой стороны, являются отражением условий обитания, в популяционном анализе наибольший интерес представляет динамика ГСИ половозрелых самок.

ГСИ половозрелых самок минтая из Корякского и Олюторского районов был сходным, но отличался от ГСИ самок Наваринского минтая (рис. 5.5).

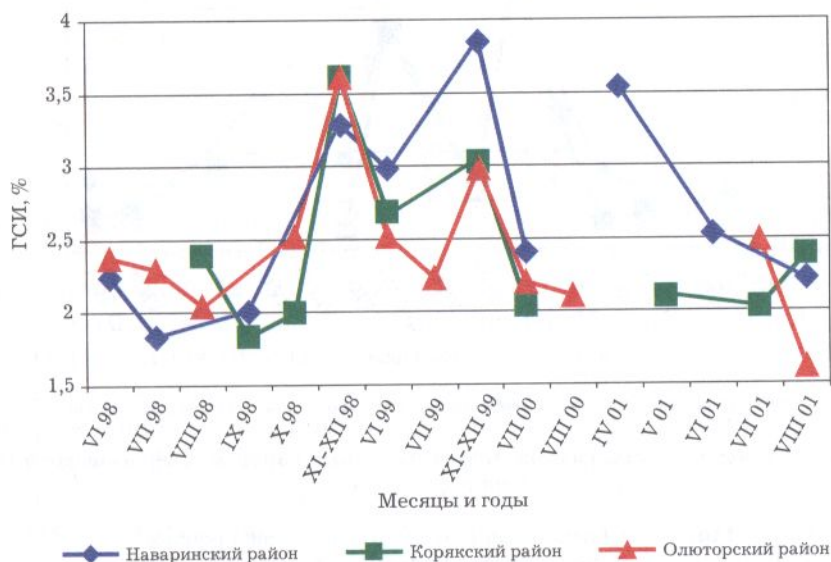


Рис. 5.5. ГСИ половозрелых самок минтая из разных районов северо-западной части Берингова моря

Fig. 5.5. Gonadosomatic index in mature female pollock of the Northwest Bering Sea, by area

Причем в межгодовом плане различия ГСИ самок минтая из разных районов имели противоположный знак. Так, в ноябре—декабре 1998 г. относительный размер гонад самок наваринского минтая (3,28%) был меньше, чем самок из Корякского (3,61%) и Олюторского районов (3,61%); а в ноябре—декабре 1999 г., напротив, ГСИ самок наваринского минтая имел максимальные значения (3,85%) за весь период наших наблюдений (см. рис. 5.5). Хорошие продукционные показатели у самок наваринского минтая в зимовальный период 1999—2000 гг. в числе прочих причин привели к появлению весной 2000 г. в Наваринском районе одного из наиболее урожайных поколений последнего десятилетия (см. главу 3). Поколение наваринского минтая 1999 г. имело численность в 3,28 раза меньшую, чем поколение 2000 г. Характерно, что в предшествующий год показатели нагула наваринского минтая были наихудшими из показателей в трех исследованных районах (см. рис. 5.5).

ГСИ самцов минтая из Наваринского, Корякского и Олюторского районов различались в период 1998—2001 гг. не столь значительно, как самок (рис. 5.6). Однако динамика рассматриваемого показателя была специфична для особей каждого района.

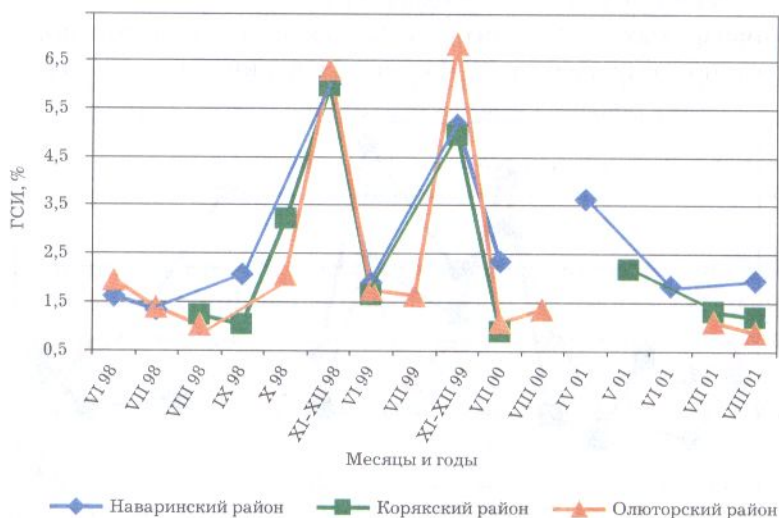
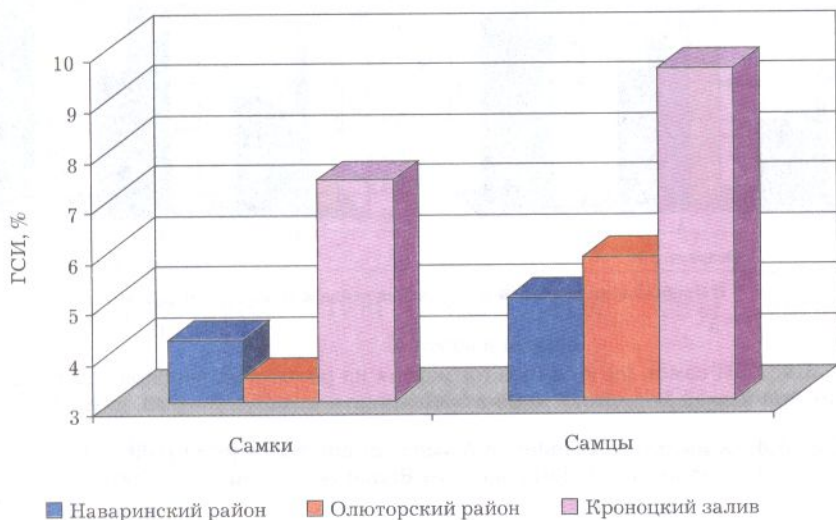


Рис. 5.6. ГСИ половозрелых самцов минтая из разных районов северо-западной части Берингова моря

Fig. 5.6. Gonadosomatic index in mature male pollock of the Northwest Bering Sea, by area

Сравнение гонадогенеза минтая из районов Берингова моря, где нерест проходит в разные сроки, показало следующее. По результатам наших съемок, сезонный гонадогенез у минтая из Кроноцкого залива

статистически достоверно опережает таковой минтая из более северных районов. В октябре – ноябре 2003 г. ГСИ самок здесь составлял 7,36, самцов — 9,55%, тогда как в Наваринском районе этот показатель был равен 4,22 и 5,02% соответственно (рис. 5.7). Причем эти различия проявлялись даже у пятилеток, несмотря на то что часть из них еще не достигла половой зрелости (приложение 1.2, 1.3).



**Рис. 5.7.** ГСИ половозрелых особей минтая в октябре – ноябре 2003 г. в северных и западных районах бассейна северной части Тихого океана

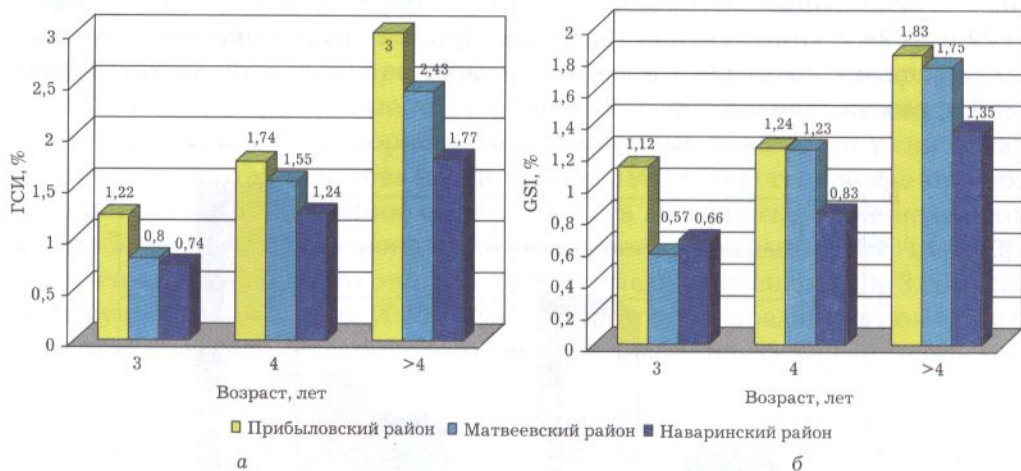
**Fig. 5.7.** Gonadosomatic index in mature pollock in October – November 2003 in northern and western regions of the North Pacific

По результатам наших исследований, на северо-востоке моря в июле 2004 г. в более теплом Прибыловском районе относительная масса гонад минтая была выше, чем в более холодном Матвеевском районе, а в последнем была больше, чем в еще более северном — Наваринском (рис. 5.8). Различия ГСИ у самок прибыловского и наваринского минтая статистически достоверны.

Опережающее созревание гонад минтая в Кроноцком заливе, у берегов Восточной Камчатки и в Прибыловском районе обусловлено более ранним нерестом минтая в этих районах, чем в Олюторском, Карагинском заливах и Наваринском районе [Фадеев, 1991; Шунтов и др., 1993; Степаненко, 2003]. Такие адаптации гонадогенеза могли возникнуть только при условии относительно постоянного обитания особей каждого из районов в его пределах и отсутствии протяженных миграций. Причем, если особенности созревания менее выражены в конкретном районе, то это косвенно свидетельствует о значительной протяженности миграцион-



ных путей минтая из такого района и/или значительном притоке в него мигрантов.



**Рис. 5.8.** ГСИ самок (а) и самцов (б) минтая из различных районов северной и восточной частей Берингова моря в зависимости от возраста рыб, июль 2004 г.

**Fig. 5.8.** Gonadosomatic index in females (a) and males (b) of pollock from various areas of the North and East Bering Sea, by age (July 2004)

Сравнение роста гонад минтая в онтогенезе также позволило установить наличие районных особенностей. Так, у самок минтая в возрасте двух – трех полных лет в Наваринском районе ГСИ был выше, чем у самок из Корякского района (рис. 5.9). В то же время в Корякском районе скорость роста гонад неполовозрелых самок была выше (угол наклона графика больше), чем в Наваринском районе.

В результате этого на четвертом году жизни относительная величина гонад корякского минтая превысила ГСИ наваринских самок. Это может быть связано с более быстрым созреванием минтая в относительно теплом Корякском районе по сравнению с Наваринским. Как было отмечено в разделе по упитанности, другой причиной ускоренного роста гонад у минтая в Корякском районе являются лучшие условия нагула, создающиеся благодаря отсутствию там скоплений высокой плотности.

Климато-океанологические особенности определяют не только межрайонные различия, но и специфику гонадогенеза в конкретные годы. Так, в декабре 1999 г. и в июне 2000 г. ГСИ самцов наваринского минтая был больше, чем в аналогичные сезоны 2001, 2003 и 2004 гг. Как было показано выше, максимальные значения ГСИ половозрелых самок наваринского минтая за период 1998 – 2001 гг. отмечены в ноябре – декабре 1999 г. (см. рис. 5.4). В июне 2000 г. ГСИ трехлетних самок более чем в 4 раза

превышал аналогичный показатель, полученный в ходе летних съемок 2001, 2004 гг.

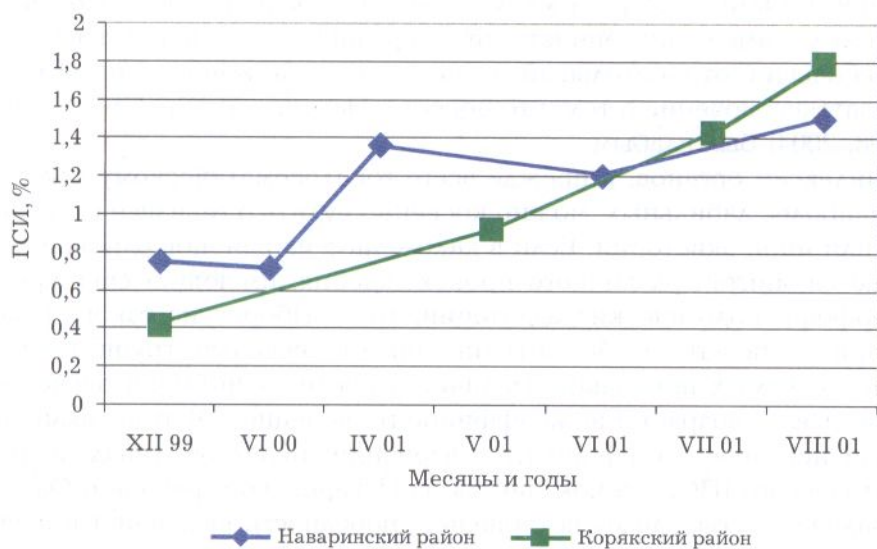


Рис. 5.9. ГСИ самок минтая генерации 1997 г. в Наваринском и Корякском районах Берингова моря

Fig. 5.9. Gonadosomatic index in the 1997 year-class of female pollock in Navarin and Koryak areas

Возрастание относительной величины гонад, вероятно, связано с благоприятными климато-океанологическими особенностями года и с низкой численностью минтая Берингова моря на рубеже тысячелетий. Большой размер гонад в предзимовальный период указывает на хорошую подготовленность к нересту следующего года, а высокие значения ГСИ в июне свидетельствуют о более длительном нересте наваринского минтая в 2000 г. Увеличенный размер яичников у трехлеток минтая может рассматриваться как доказательство активного участия особей этой генерации в нересте 2000 г. Все это могло стать одной из причин появления в 2000 г. высокоурожайного поколения наваринского минтая. Характерно, что у минтая из Олюторского залива и района подводного Корякского нагорья в июле 2000 г. ГСИ самцов был даже ниже, чем в остальные годы исследований (1998–2004). Это указывает на специфику функционирования группировок минтая в каждом из этих районов: 2000 г. был благоприятным для размножения (созревания) минтая только в Наваринском районе.

Минимальные в межгодовом аспекте значения ГСИ наваринского минтая для особей обоего пола отмечены в начале нагульных периодов

1998 (1,83 и 1,33% самок и самцов соответственно) и 2004 (1,77 и 1,35%) гт. По данным съёмок молоди, поколение 1998 г. было неурожайным, его численность была в 9,4 раза меньше, чем поколения 2000 г. Поколение 2004 г. также имеет численность ниже среднемноголетней. Отмеченный нами небольшой относительный размер гонад уже в июне – июле позволял сделать заключение о том, что нерест в Наваринском районе в эти годы (1998, 2004) был слабым.

По индексам органов, и прежде всего гонадосоматическому как одному из наиболее лабильных, можно косвенно судить о генезисе скоплений на той или иной акватории. Если в каком-либо из районов одновременно встречается минтай различного происхождения, имеющий специфические морфофизиологические адаптации, то в выборке из такого района будут присутствовать особи, объединенные в несколько групп по значениям исследуемых признаков. Наличие в пределах выборки нескольких групп вызывает возрастание коэффициента вариации. В этой связи нами проанализированы коэффициенты вариации индексов гонад и печеносоматического (ПСИ) самок минтая из Наваринского района и Олюторского залива для определения степени однородности скоплений в первом районе. Отсутствие в Олюторском заливе мигрантов из других районов [Балыкин, Максименко, 1990; Фадеев, 1991; Шунтов и др., 1993] позволяет рассматривать эту выборку в качестве контрольной для однородных скоплений минтая.

Анализ величин коэффициентов вариации ГСИ и ПСИ самок минтая для выборок не менее 100 экз. показал отсутствие значительных различий между показателями для наваринского и олюторского минтая в аналогичные периоды годичного цикла: в обоих районах их максимальные значения превышали 8%, минимальные составляли 2–3% (табл. 5.1).

Сходство коэффициентов вариации позволяет сделать вывод об однородности скоплений минтая в Наваринском районе в период наших исследований. Межрайонные различия коэффициентов вариации ГСИ минтая в июне 1999 г. и июле 2000 г. связаны с тем, что нерест в Олюторском заливе заканчивается раньше. К июню – июлю большая часть самок из этого района имеет постнерестовые гонады небольшого размера, тогда как в Наваринском районе попадают отдельные самки с крупными гонадами на IV стадии зрелости, за счет чего здесь более высокий коэффициент вариации — 4,55–6,75 и 5,39–8,72%, для Олюторского залива и Наваринского района соответственно (см. табл. 5.1). В случае нагула в Наваринском районе особей из восточной части моря, где нерест завершается раньше, чем в Олюторском заливе, наблюдалась бы обратная картина: коэффициент вариации ГСИ был бы ниже в Наваринском районе. Это является еще одним доказательством того, что облавливаемые в Наваринском районе в нагульный период особи, там же и нерестятся.

**Таблица. 5.1.** Коэффициенты вариации ГСИ и ПСИ у самок минтая из разных районов по годам и сезонам, %

**Table 5.1.** Variation coefficients in gonado- and hepatosomatic indices in female pollock, by area, year and season (%)

Год	Месяц	Наваринский район		Олюторский залив	
		ГСИ	ПСИ	ГСИ	ПСИ
1998	VI			8,02	1,42
	VII	3,28	2,78		
	VIII			3,90	1,34
	X			2,38	1,73
	XI – XII			3,60	1,53
1999	VI	8,72	3,12	6,75	2,36
2000	VII	5,39	2,29	4,55	3,16
	VIII			5,21	1,57
2001	VI	4,74	1,95		
2002	IV			5,24	2,15
2003	X – XI	4,27	1,93		

*Примечание.* Объем выборки не менее 100 экз.

### 5.3. Печеносоматический индекс

### 5.3. Hepatosomatic index

Минтай Наваринского района, населяя акватории с наиболее суровыми условиями из исследованных нами, за счет короткого нагульного периода имеет, как правило, наименьшие значения ПСИ (рис. 5.10, 5.11). Причем различия статистически достоверны (табл. 5.2).

Исключение составляет ноябрь – декабрь 1998 г., когда ПСИ половозрелых особей обоего пола у наваринского минтая был выше, чем у корякского и олюторского. Известно, что 1998 г. был аномально теплым в Наваринском районе [Борец и др., 2002]. По-видимому, удлинение нагульного периода при одновременной большой скорости аккумуляции энергии, свойственной обитателям севера, позволило наваринскому минтаю накопить в печени большее количество энергетических ресурсов и привело к увеличению ее относительного размера.

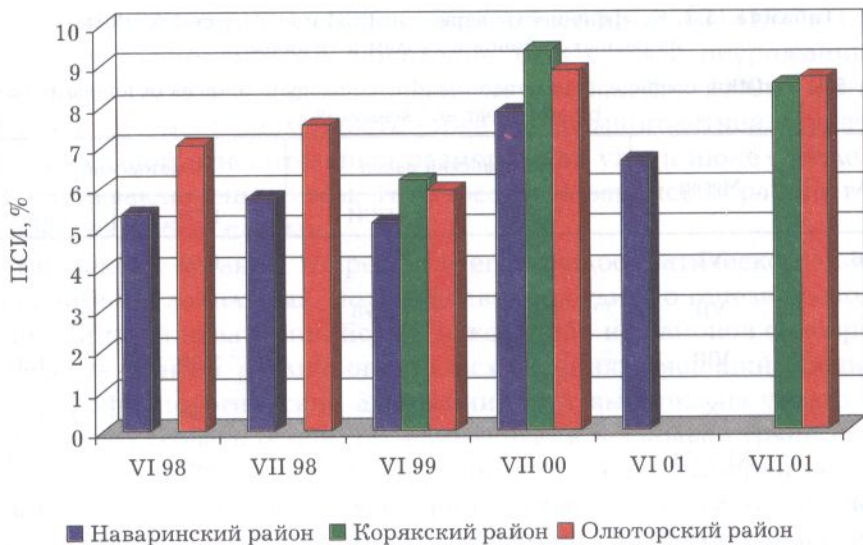


Рис. 5.10. ПСИ половозрелых самок минтая в начале нагульного периода в разных районах северо-западной части Берингова моря

Fig. 5.10. Hepatosomatic index in mature female pollock in the early feeding period in the Northwest Bering Sea, by area

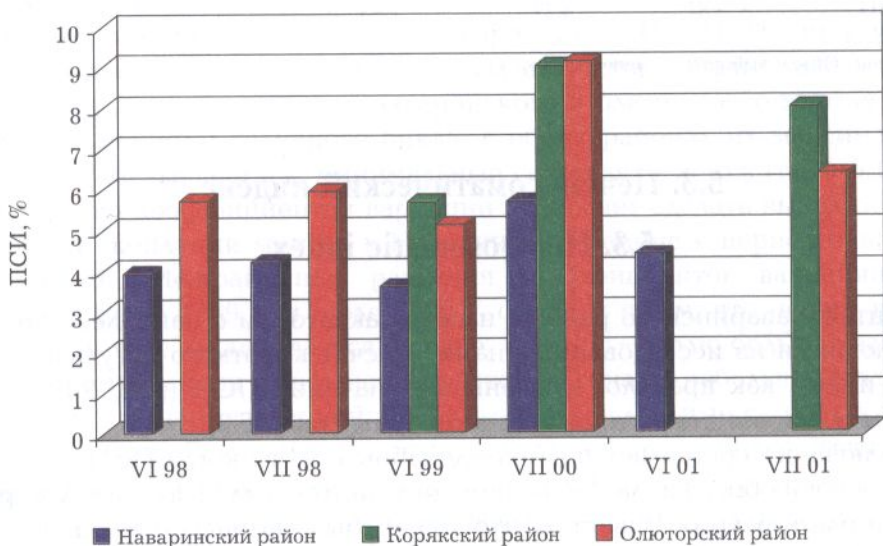


Рис. 5.11. ПСИ половозрелых самцов минтая в начале нагульного периода в разных районах северо-западной части Берингова моря

Fig. 5.11. Hepatosomatic index in mature male pollock in the early feeding period in the Northwest Bering Sea, by area

**Таблица 5.2.** Значения критерия Стьюдента при сравнении ПСИ минтая из Наваринского района и минтая из Корякского района и Олюторского залива

**Table 5.2.** Student criterion value in hepatosomatic indices in Navarin pollock compared with that of Koryak and Olyutor Bay pollock

Период	Корякский район		Олюторский залив	
	самки	самцы	самки	самцы
VI 1998 г.			3,60	4,01
VII 1998 г.			5,87	4,64
VI 1999 г.	4,64	5,18	3,76	4,72
VII 2000 г.	5,58	7,96	3,03	5,26
VI–VII 2001 г.	7,82	12,86	7,21	5,63

Сезонные межрайонные различия относительной величины печени у половозрелых особей минтая зависят также от того, в какой период годового цикла произведены измерения. Очевидно, что в районах с отличающимися климато-океанологическими условиями, измерения, выполненные в один и тот же календарный срок, приходится на различные периоды годового цикла.

В апреле 2002 г. в разгар нереста в Олюторском заливе индекс печени самок минтая был равен 6,99 %, тогда как в водах подводного Корякского нагорья, где нерест еще не начинался, ПСИ самок составлял 8,22% (приложение 1.4). В связи с меньшей интенсивностью генеративного обмена у самцов различия ПСИ у них были меньше: 5,57 и 5,97 % соответственно (приложение 1.5). В ноябре 2003 г. индекс печени минтая из Олюторского залива (7,75 и 7,16% у самок и самцов соответственно) был меньше, чем у восточнокамчатского минтая (10,49 и 8,94%), нерест которого проходит в более ранние сроки (приложение 1.4, 1.5).

Меньший, чем у особей из районов, расположенных южнее, относительный размер печени у наваринского минтая в начале нагульного периода указывает также на то, что в этом районе нерест завершается позже и запасные питательные вещества еще не успевают накопиться в печени к июню – июлю [Глубоков, Котенев, 1999; Glubokov et al., 2002].

У неполовозрелых рыб в северных районах ПСИ также имеет меньшие значения, чем в более южных, что видно на примере минтая из Наваринского и Корякского районов (рис. 5.12, 5. 13). Так, у поколения 1997 г. в возрасте от двух до четырех полных лет и самки и самцы минтая в первом районе имели меньшие значения ПСИ.

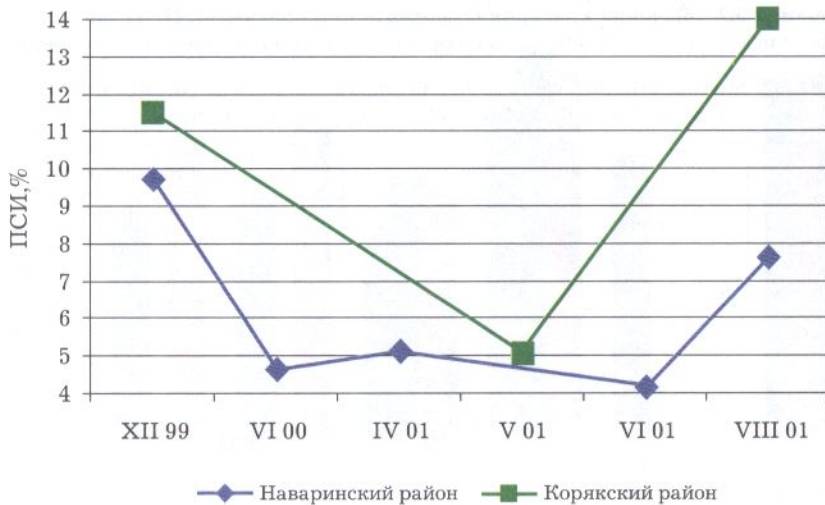


Рис. 5.12. ПСИ самок минтая генерации 1997 г. в Наваринском и Корякском районах Берингова моря

Fig. 5.12. Hepatosomatic index in female pollock of the 1997 year-class in Navarin and Koryak areas

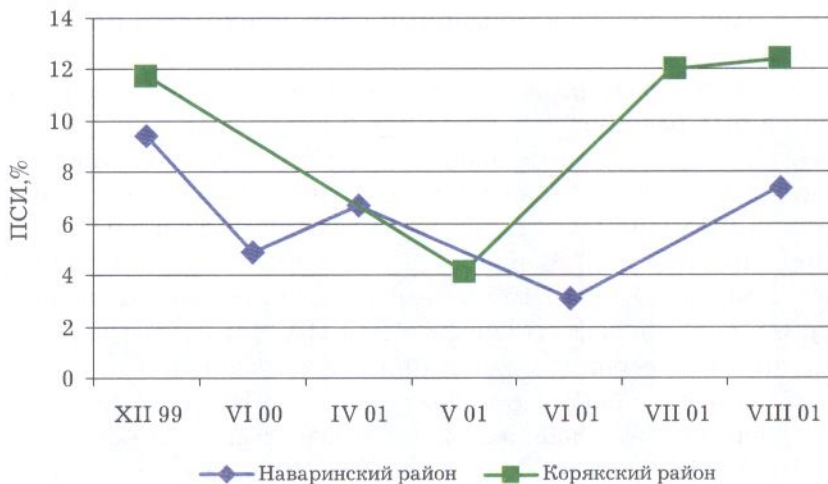


Рис. 5.13. ПСИ самцов минтая генерации 1997 г. в Наваринском и Корякском районах Берингова моря

Fig. 5.13. Hepatosomatic index in male pollock of the 1997 year-class in Navarin and Koryak areas

Различия величин ПСИ отмечены также у минтая из шельфовых вод и глубоководных участков Берингова моря. По результатам двух траловых съемок в юго-западной части Берингова моря, проведенных в сентябре – октябре 1987 г., были выделены две группировки минтая, различающиеся относительной величиной печени. В восточной глубоководной части района съемок ПСИ минтая составлял 12,3%, а в Карагинском и Олюторском заливах — 9,9% [Котенко, 1988].

В межгодовом плане индекс печени также, как и ГСИ, может служить индикатором физиологического состояния особей. В Наваринском районе максимальные значения ПСИ в предзимовальный период были отмечены в декабре 1999 г., в начале нагульного периода — в июле 2000 г. (рис. 5.14). Именно в 2000 г. в этом районе Берингова моря появилось высокоурожайное поколение. То есть значительное накопление питательных веществ в печени, в числе прочего, позволило наваринскому минтаю максимально реализовать потенциальные возможности воспроизводства. Успешность нагула 1999 г., помимо других факторов, объясняется низкой биомассой наваринского минтая в тот год, в связи с чем обеспеченность кормом была выше. Наоборот, в годы увеличения биомассы из-за конкуренции за корм условия нагула ухудшаются и индекс печени падает. Такая ситуация наблюдалась в конце нагульного периода (в октябре – ноябре) 2003 г. (см. рис. 5.13).

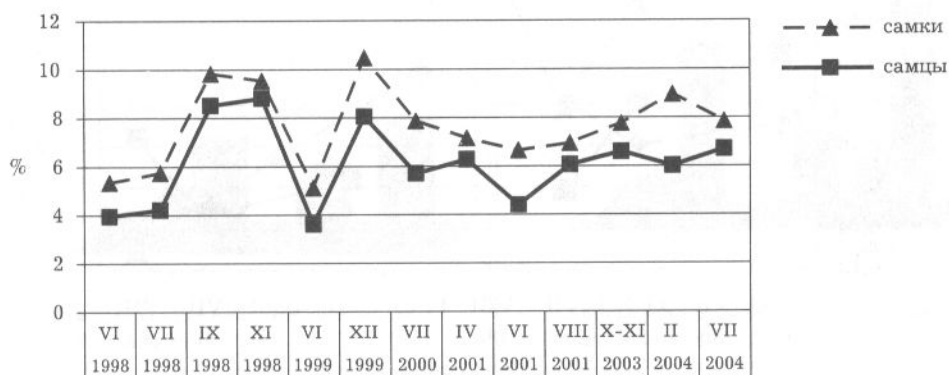


Рис. 5.14. ПСИ половозрелых особей наваринского минтая по месяцам и годам

Fig. 5.14. Hepatosomatic index in mature navarin pollock, by month and year

Таким образом, величина и динамика ПСИ минтая Берингова моря и прилегающих вод через изменения интенсивности и направленности метаболизма отражают физиологические адаптации особей к конкретным станциям (условиям обитания).



## 5.4. Селезеночносоматический индекс

### 5.4. Splensomatic index

Сезонная и межгодовая динамика селезеночносоматического индекса (СелСИ) минтая северо-западной части Берингова моря наиболее специфична у особей из Олюторского залива. Интересно отметить, что по величинам ГСИ и ПСИ среди олюторского, корякского и наваринского минтая наиболее отличался последний, а по СелСИ — наваринский и корякский минтай различались между собой меньше, чем каждый из них от олюторского минтая (рис. 5.15, 5.16, приложение 1.6, 1.7).

Величина СелСИ олюторского минтая подвержена резким изменениям не только в различные периоды годового цикла, но и в течение одного и того же периода. Так, в нагульный период 2000 г. величина СелСИ половозрелых самок минтая с июля по август увеличилась с 0,169 до 0,205%. У самцов олюторского минтая амплитуда изменений величины рассматриваемого показателя была еще больше: за аналогичный период 2000 г. СелСИ увеличился с 0,164 до 0,217%. Размах изменений величин СелСИ наваринского и корякского минтая не столь значителен (см. рис. 5.14, 5.15).

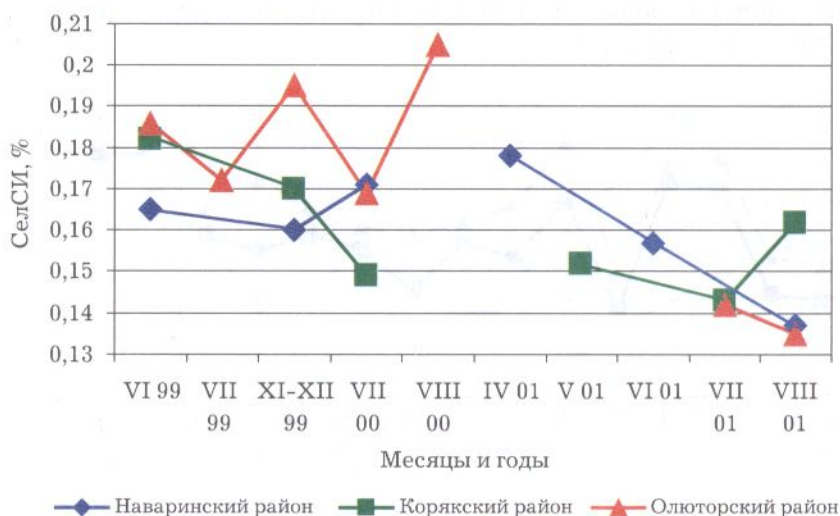


Рис. 5.15. СелСИ половозрелых самок минтая в разных районах северо-западной части Берингова моря

Fig. 5.15. Splensomatic index in mature female pollock in the Northwest Bering Sea, by area

По четырем районам (Петропавловско-Командорскому, Олюторскому, Корякскому и Наваринскому) одновременно мы располагаем данными только для одного сезона — предзимовального (рис. 5.17).

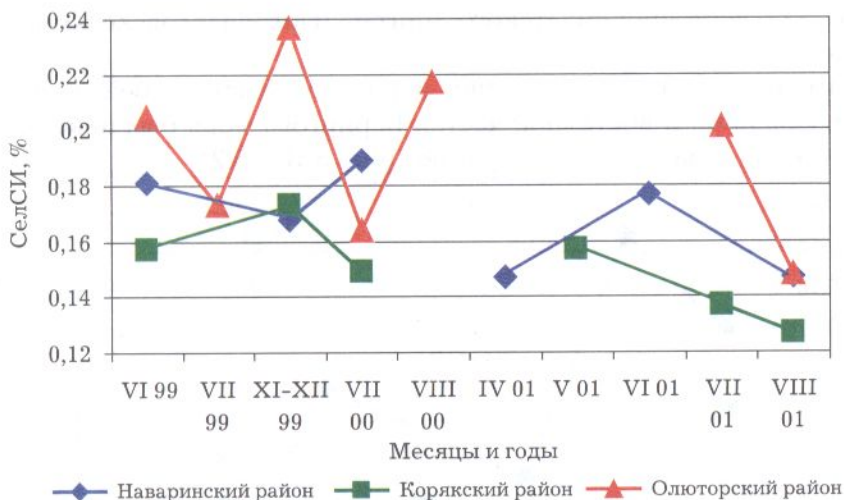


Рис. 5.16. СелСИ половозрелых самцов минтая в разных районах северо-западной части Берингова моря

Fig. 5.16. Spleensomatic index in mature male pollock in the Northwest Bering Sea, by area

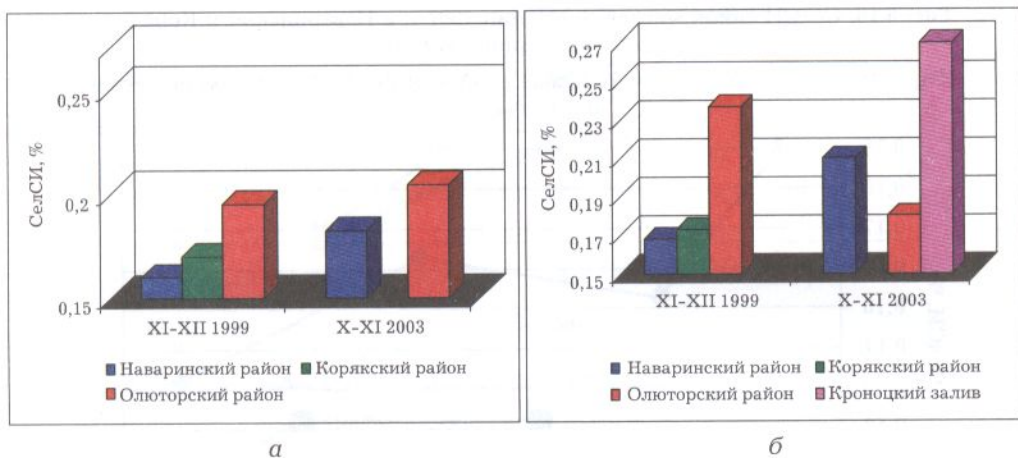


Рис. 5.17. СелСИ половозрелых самок (а) и самцов (б) минтая в предзимовальный период в разных районах

Fig. 5.17. Spleensomatic index in mature female (a) and male (b) pollock in prewintering period, by area

У половозрелых особей рассматриваемый морфофизиологический индикатор в этот период, как правило, имеет наименьшую величину в Наваринском районе (см. рис. 5.14, 5.15, 5.16). Максимальные значения

отмечены для восточнокамчатского минтая (Петропавловско-Командорский район).

Относительный размер селезенки неполовозрелых особей из северо-западной, северной и восточной частей Берингова моря был наибольшим у наваринского и матвеевского минтая (рис. 5.18 – 5.21).

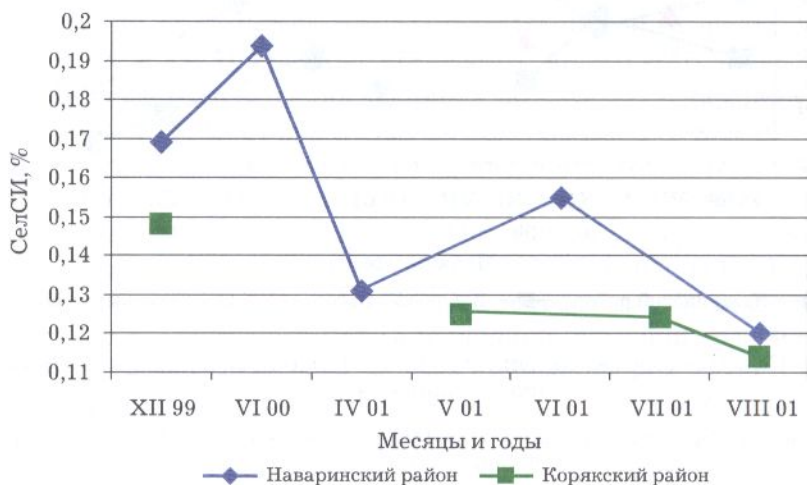


Рис. 5.18. СелСИ самок минтая генерации 1997 г. в Наваринском и Корякском районах Берингова моря

Fig. 5.18. Spleensomatic index in female pollock of the 1997 year-class in Navarin and Koryak areas

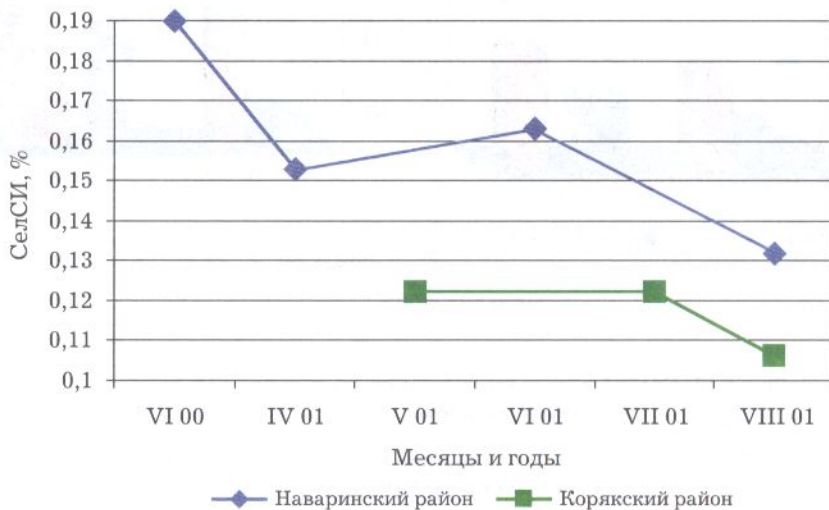


Рис. 5.19. СелСИ самцов минтая генерации 1997 г. в Наваринском и Корякском районах Берингова моря

Fig. 5.19. Spleensomatic index in male pollock of the 1997 year-class in Navarin and Koryak areas

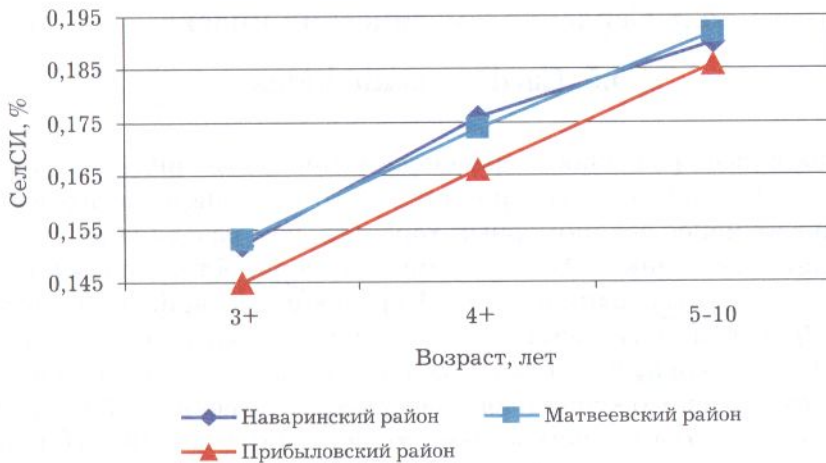


Рис. 5.20. Возрастная динамика СелСИ самок минтая в разных районах северной и восточной частей Берингова моря, июль 2004 г.

Fig. 5.20. Age dynamics of the spleensomatic index in female pollock in the North and East Bering Sea by area, July 2004



Рис. 5.21. Возрастная динамика СелСИ самцов минтая в разных районах северной и восточной частей Берингова моря, июль 2004 г.

Fig. 5.21. Age dynamics of the spleensomatic index in male pollock in the North and East Bering Sea by area, July 2004

Таким образом, впервые проведенное нами исследование динамики относительной величины селезенки минтая показало наличие характерных районных (популяционных) особенностей, которые могут носить адаптивный характер к условиям обитания.

## 5.5. Сердечносоматический индекс

### 5.5. Cardiosomatic index

Межрайонные различия сердечносоматического индекса (СерСИ) минтая в северо-западной, северной и северо-восточной частях Берингова моря носят менее закономерный характер, чем различия индексов гонад, печени и селезенки. Однако наличие особенностей динамики относительной величины сердца минтая в Корякском, Наваринском, Матвеевском и Прибыловском районах несомненно. У половозрелых особей наваринского минтая СерСИ, как правило, больше, чем у особей из скоплений минтая, расположенных юго-западнее (Корякский район), и меньше, чем у особей, обитающих юго-восточнее (Матвеевский и Прибыловский районы) (рис. 5.22 – 5.25).

У молоди существует обратная тенденция: в сходные периоды СерСИ у наваринского минтая меньше, чем у корякского, что хорошо видно на примере поколения 1997 г. (рис. 5.26, 5.27).

Заключая рассмотрение морфофизиологических индикаторов минтая, необходимо отметить следующее. Различия в биологии восточнокамчатского (Петропавловско-Командорский район), западноберингоморского (Олюторский залив), наваринского и восточноберингоморского (Матвеевский и Прибыловский районы) минтая привели к возникновению

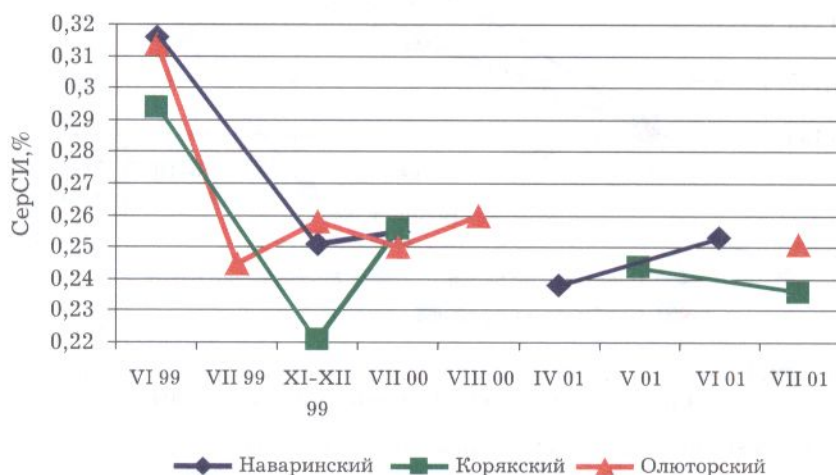


Рис. 5.22. СерСИ половозрелых самок минтая в разных районах северо-западной части Берингова моря

Fig. 5.22. Cardiosomatic index in mature female pollock of the Northwest Bering Sea, by area

морфофизиологических адаптаций к конкретным станциям. Обязательным условием появления таких адаптаций является определенная степень изоляции скоплений друг от друга, которая была нами показана в главе 1.

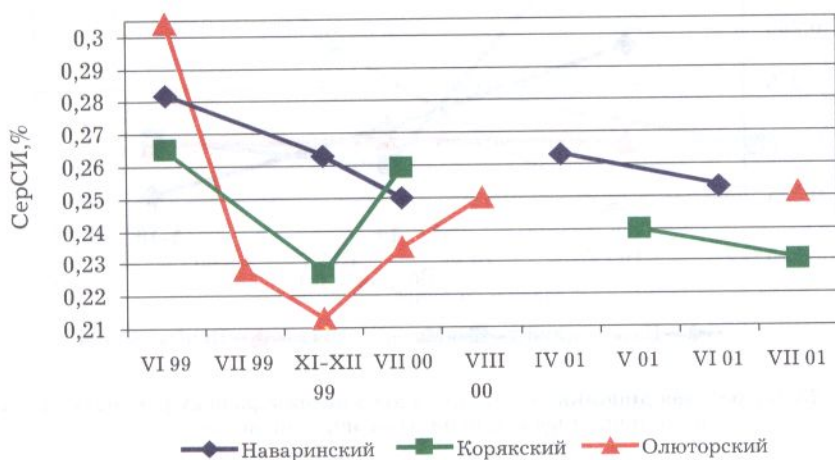


Рис. 5.23. СерСИ половозрелых самцов минтая в разных районах северо-западной части Берингова моря

Fig. 5.23. Cardiosomatic index in mature male pollock of the Northwest Bering Sea, by area

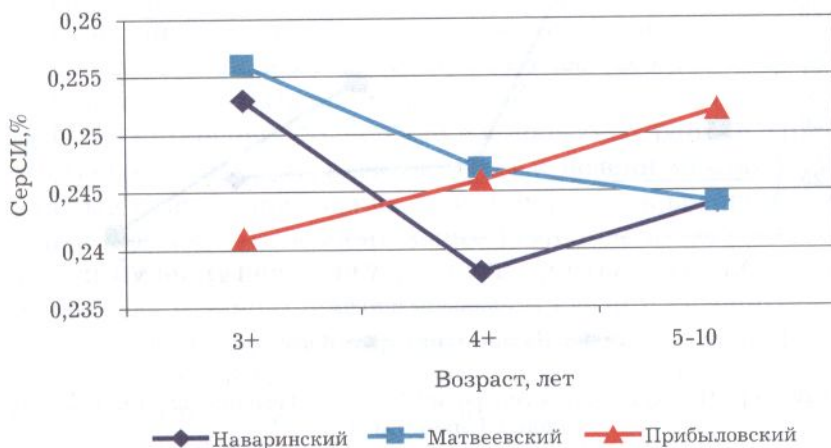


Рис. 5.24. Возрастная динамика СерСИ самок минтая в разных районах северной и восточной частей Берингова моря, июль 2004 г.

Fig. 5.24. Age dynamics of the cardiosomatic index in female pollock of the North and East Bering Sea by area, July 2004

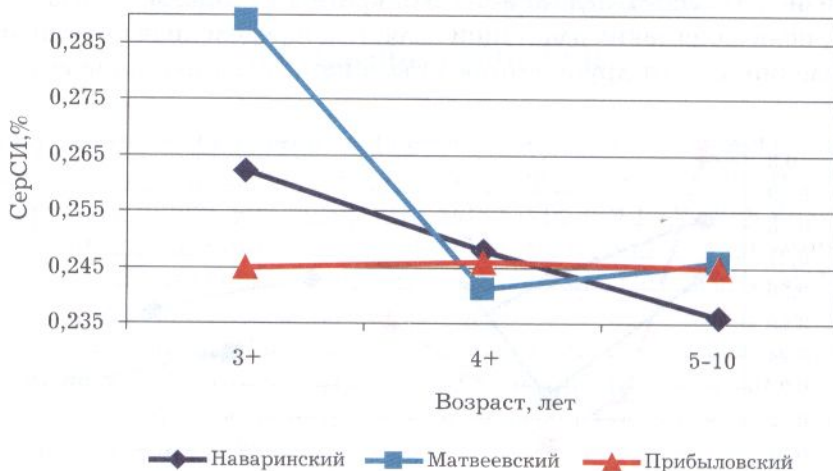


Рис. 5.25. Возрастная динамика СерСИ самцов минтая в разных районах северной и восточной частей Берингова моря, июль 2004 г.

Fig. 5.25. Age dynamics of the cardiosomatic index in male pollock of the North and East Bering Sea by area, July 2004

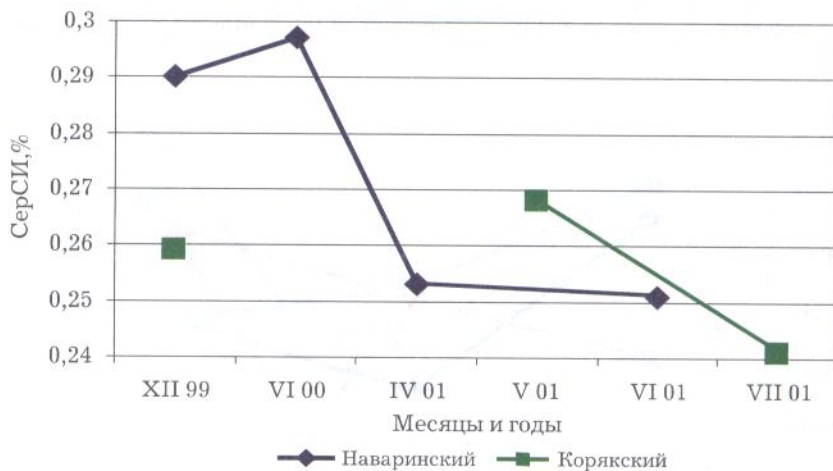


Рис. 5.26. СерСИ самок минтая генерации 1997 г. в Наваринском и Корякском районах Берингова моря

Fig. 5.26. Cardiosomatic index in female pollock of the 1997 year-class in Navarin and Koryak areas of the Bering Sea

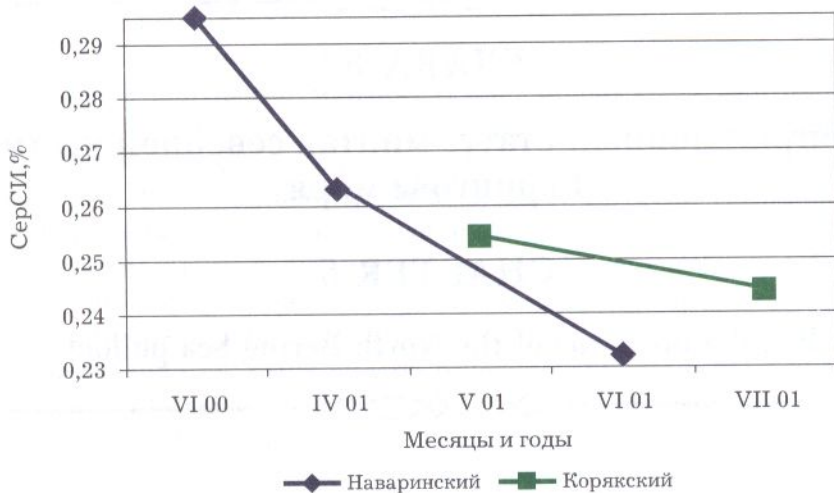


Рис. 5.27. СерСИ самцов минтая генерации 1997 г. в Наваринском и Корякском районах Берингова моря

Fig. 5.27. Cardiosomatic index in male pollock of the 1997 year-class in Navarin and Koryak areas of the Bering Sea

Скорость гонадогенеза минтая северных районов Берингова моря отстает от скорости гонадогенеза минтая южных районов. Сезонная динамика величины индекса печени специфична в каждом районе. В холодных северных районах в связи с коротким нагульным периодом индекс печени и упитанность меньше, чем в южных. Величины индексов гонад и печени являются индикаторами метаболических процессов как на индивидуальном, так и групповом уровнях и отражают успешность нагула и ожидаемую интенсивность нереста в конкретном районе. При больших относительных величинах индексов гонад и печени минтая наблюдается интенсивный нерест, при низких — интенсивность воспроизводства ниже среднемноголетней. Относительные величины индексов селезенки и сердца также специфичны для различных группировок (популяций) минтая. Однако для установления достоверной связи с сезонными ритмами физиологических процессов и причин, определяющих специфичность величин СелСИ и СерСИ в конкретных районах, требуется специальное исследование, которое должно включать изучение динамики гематологических показателей и двигательной активности минтая из сравниваемых районов.



---

## ГЛАВА 6

### Популяционный статус минтая северной части Берингова моря

## CHAPTER 6

### Population status of the North Bering Sea pollock

---

В предыдущих главах проанализированы результаты исследований биологии минтая северной части Берингова моря, выполненных по разработанной нами оригинальной методике с привлечением обширных литературных данных. Установлено, что биология минтая северной части Берингова моря обладает всеми необходимыми чертами для признания наличия там самостоятельной популяции:

- наваринский минтай в значительной степени обособлен от западно- и восточноберингоморских скоплений;
- в Наваринском районе существуют устойчивые в межгодовом плане нерестилища;
- климато-океанологические особенности северной части Берингова моря определяют специфику появления урожайных поколений минтая, отличную от западной и восточной частей моря;
- различия в урожайности поколений минтая из западной, северной и восточной частей Берингова моря определяют районную специфику размерно-возрастной структуры скоплений.

Однако с уверенностью говорить об обитании в северной части Берингова моря самостоятельной популяции минтая можно только в том случае, если уникальные условия среды, обеспечивающие относительную обособленность скоплений, существуют в этом районе достаточно долго. Как мы знаем, в 1980-е годы численность минтая в Беринговом море достигла максимальных величин, в результате чего произошло слияние

большинства ранее обособленных скоплений. В случае, если в предшествующий исторический период такие слияния происходили достаточно часто, отдельные популяции минтая со специфическими адаптациями не смогли бы сформироваться. Возникновение у наваринского минтая морфофизиологических адаптаций к условиям северной части Берингова моря [Серобаба, 1977; Hashimoto, Koyachi, 1977; Koyachi, Hashimoto, 1977; Глубоков, Котенев, 1999; Glubokov et al., 2002; Kim, Yang, 2002; Nishimura, 2002], свидетельствует о формировании здесь относительно обособленных скоплений на протяжении длительного периода времени.

На современном уровне знаний заключительным этапом популяционного исследования является анализ генетической структуры скоплений. Выявление генетических маркеров в совокупности с комплексными биологическими данными позволяет окончательно подтвердить отсутствие значимого дрейфа генов между сравниваемыми группировками.

## 6.1. Генетическая структура

### 6.1. Genetic structure

Главными методическими подходами популяционной генетики является выяснение статистики и динамики частот тех или иных аллелей и генотипического состава природных группировок особого ранга [Яблоков, 1987]. Точность оценки зависит от нескольких факторов: величины выборки, мест и сроков сбора генетических проб и уровня полиморфизма маркеров. Выборка для видов с высоким уровнем дрейфа генов, к которым относится и минтай, должна составлять не менее 50 экз. [Olsen et al., 2002], а сбор проб осуществляется строго в период нереста [Bailey et al., 1999 b; Glubokov et al., 2002].

**Белковый полиморфизм.** Вариабельность генов или участков ДНК может быть непрямым образом оценена анализом белков. Недостатком такого метода является двойная возможность утери или искажения информации: при транскрипции (считывании информации с молекулы ДНК на молекулу РНК) и трансляции (считывании информации с молекулы РНК на молекулу белка). Электрофорез белков в качестве метода оценки популяционной структуры более применим для пресноводных и анадромных видов рыб с низким уровнем дрейфа генов. У морских рыб дрейф генов вызывает снижение степени дифференциации популяций. Однако в начале популяционно-генетических исследований, когда прямое изучение структуры ДНК было затруднено по техническим причинам, изучение аллозимов в качестве генетических маркеров имело широкое распространение. Позднее этот метод использовался как дополнительный к методам непосредственной оценки нуклеотидных последовательностей наиболее быстро эволюирующих участков ДНК.

Изучение белкового полиморфизма показало определенное генотипическое своеобразие минтая Берингова моря из различных нерестовых районов [Флусова, Моисеев, 1981]. В то же время некоторые работы не имели успеха в разделении скоплений минтая по белковым маркерам [Johnson, 1977].

Ранними исследованиями супероксида дисмутазы (SOD) минтая обнаружено наличие изменчивости аллелей в направлении с юго-запада на северо-восток [Iwata, 1975, Yanagimoto, 2002]. Позднее генетики Аляски не нашли отличий минтая из разных географических районов по аллозимам, за исключением SOD, частоты аллелей которой различались у минтая из восточной части Берингова моря, залива Аляска и Кроноцкого залива Камчатки. Причем в 1998 г. различия были значительнее, чем в 1997 г. [Seeb et al., 2002]. Дж.Сиб с соавторами [Seeb et al., 2002] предположил, что аллели супероксида дисмутазы минтая находятся под действием направленного отбора, что позволяет использовать данный локус в популяционно-генетических исследованиях.

В 70-е годы учеными Северо-Западного и Аляскинского научного центра рыбохозяйственных исследований [Grant, Utter, 1980] был проведен электрофоретический анализ 28-ми локусов, кодирующих тканевые энзимы нерестового минтая из района островов Прибылова, юго-восточной части Берингова моря и залива Аляска. Восемь локусов оказались полиморфными, и только два из них (малоновый энзим-2 и 6-фосфоглюконат дегидрогеназа) имели достаточный уровень гетерозиготности для целей популяционно-генетического анализа минтая. Уровень полиморфизма SOD не позволил американским ученым использовать этот энзим для анализа [Grant, Utter, 1980]. По их мнению, высокий уровень полиморфизма SOD, обнаруженный ранее [Iwata, 1975], может быть связан с различиями в методах выделения. На основе кластерного анализа все пробы удалось объединить в две большие группы: берингоморские и из залива Аляска. Различий белкового полиморфизма исследованных локусов в пределах Берингова моря обнаружено не было [Grant, Utter, 1980].

В ТИПРО биохимический полиморфизм белков начали использовать в популяционных исследованиях минтая с 1976 г. На основании обобщенных результатов исследований и, в частности, впервые выявленного полиморфизма мышечной эстеразы, эстеразы сыворотки крови и трансферрина сыворотки крови, в Беринговом море было выделено семь популяций минтая: карагинскоолюторская, наваринская, матвеевская, прибыловская, унимакская, бристольская и южноберингоморская [Флусова, Богданов, 1986; Флусова, 1987].

Исследованиями, проведенными в Институте биологии моря, был обнаружен полиморфизм мышечной фосфоглюкомутазы, аспартатаминотрансферазы, сорбитолдегидрогеназы, изоцитратдегидрогеназы, малатдегидрогеназы,  $\alpha$ -глицерофосфатдегидрогеназы и эстеразы минтая Берин-

гова и Охотского морей. Генетическая дифференциация скоплений по данным белкам в пределах одного моря, как и следовало ожидать, была меньше, чем между морями [Михайлова, 1991].

О.Н.Катугин [Katugin, 2002] проанализировал три генетических локуса берингоморского минтая из нерестовых скоплений 1980–1990 гг., кодирующих мышечную эстеразу, эстеразу сыворотки крови и трансферрины сыворотки крови. По этим локусам были обнаружены существенные различия между западноберингоморским, наваринским, матвеевским минтаем и минтаем из залива Аляска. Причем различия между наваринским и матвеевским минтаем были такими же, как между матвеевским и минтаем из залива Аляска. По сывороточной эстеразе резко различались минтай западной (азиатской) и минтай восточной (американской) частей моря.

В последние годы внимание исследователей обращено на локус мембранного транспортного белка пантофизина I (PanI), поскольку он находится под давлением направленного зависимого от температуры отбора, первоначально выявленного на примере атлантической трески *Gadus morhua*, и, как впоследствии показал сиквенс, также и у минтая [Canino et al., 2002; Canino, Bentzen, 2004].

Характеризуя исследования аллозимов минтая Берингова моря в целом, К.Бейли с соавторами [Bailey et al., 1999 b] отмечали, что выявить этим методом молодые популяции морских рыб, для которых характерен высокий уровень дрейфа генов, достаточно сложно. В то же время получены отчетливые различия степени полиморфизма аллозимов между западно-, северо- и восточноберингоморским минтаем.

**Исследования митохондриальной ДНК.** С 80-х годов прошлого века в популяционно-генетических исследованиях широко применяется анализ последовательностей фрагментов митохондриальной ДНК, которая по сравнению с белками обладает большей информативностью для идентификации популяций рыб. Митохондриальная ДНК применительно к популяционному анализу имеет два основных отличия от геномной ДНК: первое — рекомбинации митохондриальной ДНК ограничены, в связи с чем структура остается неизменной при переходе от одного поколения к другому, за исключением новых мутаций; второе — митохондриальная ДНК передает генетическую информацию только по материнской линии [Avice et al., 1987]. Гаплотипы митохондриальной ДНК могут отражать степень дрейфа генов между популяциями.

Т.Муллиган с соавторами [Mulligan et al., 1992] исследовали минтая из центральной части Берингова моря, Богословского района, острова Адак из состава Алеутской гряды и залива Аляска. Два доминирующих генотипа были найдены у 39-ти и 21-го индивидуумов из 168-ми проанализированных. Тесты на частоту гаплотипов митохондриальной ДНК показали существенные различия между минтаем из вод, окружающих ос-

тров Адак, и минтаем из остальных районов. При этом уровень дифференциации был низким (0,019), но типичным для популяций морских рыб [Bailey et al., 1999 b]. Такой же уровень дифференциации отмечен в исследованиях аллозимов минтая. С помощью митохондриальной ДНК впервые генетическими методами было показано сходство минтая Богословского района с минтаем из южной части нейтрального многоугольника Берингова моря [Grant, Utter, 1980]. В конце 1980-х — начале 1990-х годов японские исследователи К.Намачи (K.Numachi) и Т.Кобаяши (T.Kobayashi) нашли различия митохондриальной ДНК у минтая с западноберингоморского шельфа, шельфов северо-восточной и юго-восточной частей моря. При этом различий между минтаем центральной части Берингова моря и перечисленных районов не обнаружено [цит. по Yanagimoto, 2002]. Отсутствие генетических различий глубоководного минтая от обитающего над материковым склоном и шельфом может быть связано с активными миграциями в тот период минтая практически всех берингоморских популяций в центральную часть моря (см. главу 2). Анализ нуклеотидных последовательностей генов митохондриальной и ядерной ДНК показал различие по митохондриальным генам участков, кодирующих синтез цитохрома-*b* и 6-АТФазы, между минтаем залива Аляска и берингоморским, а также между популяциями каждой из областей. Различий по ядерному гену LDH-A не отмечено [Quattro, Powers, 1994]. Позднее Шилдс и Гаст [Shields, Gust, 1995] проанализировали 511 нуклеотидов митохондриальной ДНК 162-х особей минтая западной, северо-западной, юго-восточной и центральной частей Берингова моря, Алеутских островов и залива Аляска. При попарном сравнении не было получено различий в гетерозиготности ни для одной из группировок. Однако при объединении западных проб с северо-западными отмечены небольшие различия с минтаем из юго-восточной части Берингова моря и залива Аляска. Таким образом, было продемонстрировано генетическое различие между западным, включая северные скопления, и восточным минтаем [Shields, Gust, 1995]. К сожалению, пробы для генетического анализа были собраны не в нерестовый период, что затрудняет их интерпретацию. Дж.И.Сибу (J.E.Seeb) с соавторами также не удалось обнаружить различий в структуре митохондриальной ДНК минтая из заливов Шелихова и Аляска. Богословский минтай имел отличия от минтая из вышеперечисленных скоплений по частотам гаплотипов [Seeb et al., 2002]. Ученые Института биологии моря и ТИНРО [Brykov et al., 2002] проанализировали полиморфизм амплифицированной в цепной реакции митохондриальной ДНК минтая из пяти нерестовых скоплений: заливов Озерной, Олюторский и Анадырский, Корякского и Наваринского районов. Выбранные три участка в общей сложности составляли около половины (более 7000 нуклеотидных пар) генома митохондриальной ДНК. Из 15-ти энзимов были выбраны участки митохондриальной ДНК, кодирующие шесть:

Ama871, VspI, MspI, RsaI, HaeIII, HinfI. В ходе исследования установлено значительное разнообразие гаплотипов. Кластерный дистанционный анализ показал генетическую обособленность рыб из Анадырского залива от остальных скоплений. Корейские ученые [Kim, Yang, 2002] исследовали фрагменты митохондриальной ДНК, кодирующие восемь пищеварительных эндонуклеаз, шесть из которых обладали полиморфизмом. Были обнаружены различия между всеми взятыми в анализ выборками (прибыловской, богословской, выборками из центральной части Охотского моря и из вод с тихоокеанской стороны северных Курильских островов). Полный анализ нуклеотидных последовательностей митохондриальной ДНК минтая, выполненный японскими учеными на десяти экземплярах минтая из Берингова и Японского морей, подтвердил применимость данного метода в популяционных исследованиях. Гены ND1 и ND5 имели очень высокий уровень полиморфизма, что делает их перспективными для выяснения популяционной структуры минтая [Yana-gimoto et al., 2004].

Таким образом, по митохондриальной ДНК, также как и по белкам, большинством исследователей выявлена четкая генетическая структурированность скоплений берингоморского минтая, более менее соответствующая географическим расстояниям между ними. Следовательно, современными методами исследований показана значительно меньшая миграционная активность минтая, чем это предполагалось ранее. В противном случае генетические различия минтая из западной, северной, восточной и южной частей Берингова моря просто не могли бы возникнуть.

**Исследования полиморфизма геномной ДНК, включая микросателлитные последовательности.** Настоящий прорыв в оценке индивидуальной и популяционной генетической вариабельности вызван успехами в создании методов визуализации полиморфизма геномной ДНК, в связи с чем произошло быстрое нарастание количества используемых генетических маркеров. В целом молекулярные маркеры должны удовлетворять следующим требованиям: быть высокополиморфными, иметь кодоминантное наследование, частую встречаемость в геноме, быть равномерно распределенными по геному, обладать селективной нейтральностью, быть легко доступными, анализ должен быть потенциально автоматизируемым и т.д. [Shubina et al., 2004 a]. В настоящее время маркеров, одновременно отвечающих всем этим критериям, нет, тем не менее характер поставленной задачи позволяет выбрать наиболее адекватную систему. Для обозначения метода одновременного определения многих сильно вариабельных локусов гибридизацией специфических мультилокусных проб с электрофоретически разделенными рестрикционными фрагментами был введен термин «фингерпринтинг ДНК». Самым значимым развитием этого метода стало определение полиморфизма с помощью полимеразной цепной реакции (PCR). Фингерпринтинг на основе PCR заключается в амплификации (наработке) *in vitro* определенных последовательностей

ДНК с помощью специфически (микро- или минисателлитный анализ) или случайно подобранных иницирующих реакцию олигонуклеотидов (праймеров) (стратегия RAPD).

Попытки изучения геномной ДНК минтая методом случайной амплификации полиморфных фрагментов в полимеразной цепной реакции не принесли успеха в популяционно-генетических исследованиях в связи с возникшими трудностями повторного воспроизведения результатов и точного соблюдения условий полимеразной цепной реакции. Японские ученые не смогли выявить этим методом эффективных для популяционного анализа минтая праймеров [Yanagimoto, 2002].

Микросателлитные последовательности ДНК в качестве маркеров пространственно-временного распределения запасов минтая могут дать наиболее объективную картину в связи с обнаруженным у них высоким уровнем полиморфизма, отражающим повышенную частоту мутаций. В случае хотя бы частичной изоляции популяций генетические маркеры с быстро эволюлирующими генами могут аккумулировать различия в более короткие сроки. Если анализ медленно эволюлирующих генов, например кодирующих белки, может показать популяционные различия, сформировавшиеся за период от десятков тысяч до миллионов лет, то анализ микросателлитных локусов позволяет выявить различия, возникшие за период менее 10000 лет [Grant, 2002].

Микросателлитные участки генома состоят из тандемно (голова-хвост) повторенных последовательностей, основной мотив которых составляет от двух до шести нуклеотидных пар. Протяженность микросателлитных локусов достигает 2–3-х сотен нуклеотидных пар. Они характеризуются сравнительно невысокой степенью повторяемости и дисперсным распределением по многим геномным локусам. Именно эти последовательности связаны с «горячими точками мутаций» в геноме. Эволюция микросателлитов происходит за счет сдвига при комплементарном спаривании вновь синтезированной и матричной цепей ДНК в начальный момент репликации. Скорость мутаций микросателлитных ДНК составляет  $10^{-2}$ – $10^{-4}$  событий на локус за поколение. Микросателлитные маркеры по своей природе являются кодоминантными, то есть каждая особь располагает характерным набором из двух аллелей (по одному на каждой хромосоме). Основанием для анализа внутривидовой структуры минтая является сравнительная оценка распределения частот аллелей микросателлитных локусов в различных выборках.

Ранние исследования микросателлитных локусов минтая, выловленного в нагульный период, не позволили выявить различия популяционного ранга из-за смешения особей разного генезиса во время откорма [Villa, 1999; Grant, 2002; Olsen et al., 2002; Seeb et al., 2002]. Выполненное Дж.Б.Олсеном (J.B.Olsen) и П.О'Рейли (P.O'Reilly) с соавторами сравнение информативности трех методов оценки популяционно-генетической

структуры минтая из Кроноцкого залива, юго-восточной части Берингова моря и залива Аляска за период с 1977 по 1999 г. по полиморфизму аллозимов, структуре митохондриальной ДНК и микросателлитных последовательностей показало следующее. Данные по двум аллозимам (супероксид дисмутаза-2 и маннозе-6-фосфат изомеразе) совпадали с данными по митохондриальной ДНК, в соответствии с которыми обнаружены существенные генетические различия между берингоморскими популяциями минтая и его популяциями из залива Аляска. 14 микросателлитных локусов, несмотря на высокий уровень полиморфизма, имели незначительные различия у минтая из географически удаленных районов [Olsen et al., 2002; O'Reilly et al., 2004]. Такие результаты объясняются несовершенством методики на ранних этапах исследований и поиском наиболее быстро эволюирующих генов минтая Берингова моря.

Более поздние исследования микросателлитных последовательностей были выполнены с применением усовершенствованной технологии на образцах из нерестовых скоплений минтая [O'Reilly et al., 2000, 2002; Shubina et al., 2002; 2004 a, b; 2005; Шубина, Глубоков, 2003]. А.Л.Брукер с соавторами [Brooker et al., 1994] одними из первых получили существенные различия по двум микросателлитным локусам (Gmo-145 и Gmo-2), первоначально идентифицированным у трески, между берингоморскими популяциями минтая и минтаем из залива Аляска. П.О'Рейли с соавторами [O'Reilly et al., 2002] показал наличие значительной генетической структурированности по микросателлитным фрагментам ДНК скоплений минтая корякского шельфа, вод, прилегающих к острову Унимак, залива Функа, залива Аляска, порта Таунсенд (Калифорния), где заведомо обитает минтай разных популяций.

В работе М.Канино с соавторами [Canino et al., 2002] были подытожены результаты предыдущих исследований 14-ти микросателлитных последовательностей ДНК минтая. Для нескольких популяций установлено соответствие степени дифференциации модели «изоляция расстоянием» с коэффициентом инбридинга  $F_{st}$  от 0,013 до 0,018 [Canino et al., 2002]. Такая величина коэффициента характерна для популяционного уровня дифференциации морских рыб [Grant, Utter, 1980; Bailey et al., 1999 a; Canino et al., 2002].

Исследования микросателлитных последовательностей ДНК проводились преимущественно на минтае из восточной части Берингова моря. Микросателлитные фрагменты ДНК минтая подводного Корякского нагорья не исследованы. Генетические пробы из Наваринского района и Карагинской подзоны Восточнокамчатской зоны фрагментарны. В этой связи нами в 1997–2004 гг. были собраны пробы ДНК для анализа нуклеотидных последовательностей, включая микросателлитные, минтая из большинства районов российской ИЭЗ Берингова моря, а также района северных Курильских островов. Пробы из восточной части Берингова



моря собраны в феврале – марте 2004 г. с НИС Аляскинского научного центра рыбохозяйственных исследований «Миллер Фримен» и любезно переданы нам для анализа научным сотрудником центра Н.Вильямсоном (N.Williamson). Места сбора проб показаны на рис. 6.1.

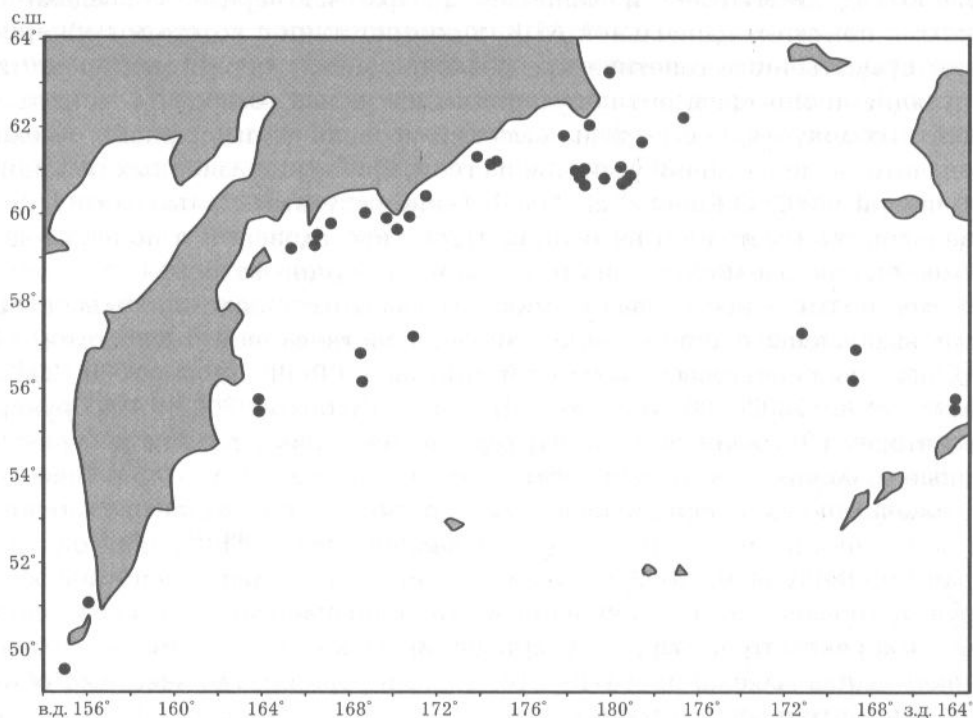


Рис. 6.1. Места сбора генетических проб минтая, 1997–2004 гг.

Fig. 6.1. Pollock genetic sampling sites, 1997–2004

Наши исследования, выполненные совместно с учеными НИИ физико-химической биологии им. А.Н.Белозерского МГУ Е.А.Шубиной и Б.М.Медниковым продолжают серию работ, направленных на генетическую паспортизацию нерестовых скоплений минтая Берингова моря с использованием маркеров ДНК, включая микросателлитные последовательности [Глубоков, 2003; Шубина, Глубоков, 2003; Shubina et al., 2002, 2003, 2004 a, b]. Общий уровень полиморфизма геномной ДНК минтая предварительно был оценен с помощью PCR-RAPD. В ходе анализа выявлена тенденция к кластеризации [Глубоков, 2003], хотя достоверность группирования при 1000 шагов бутстрэпа не превышала 30%. Тем не менее при этом, очевидно, недостаточном уровне использование некоторых статистических приемов, например, произвольное сиквенирование выборок, оставило содержание кластеров неизменным. Корреляция кластеров с гео-

графической локализацией скоплений минтая отсутствовала. Популяционно-генетический анализ по доминантному типу обнаружил низкую гетерозиготность, варьирувавшую от 0,12 у особей из района подводного хребта Ширшова до 0,15 у наваринской группировки. Доля полиморфных локусов составляла около 40% и мало отличалась у особей различных географических локальностей. Точный тест на дифференциацию популяций на основе частоты рецессивных (нуль) генотипов по критерию  $\chi^2$  оказался отрицательным из-за большого количества редких генотипов. Тем не менее подразделенность всех популяций по показателю  $F_{st}$  составляла 0,0658. Несмещенная оценка после процедуры джекнайфа не изменилась. В то время как бутстрэп-анализ показал очень высокий размах варьирования (от 0,0292 до 0,111) для достижения 95%-ного уровня значимости. Дистанционный и статистический анализы, проведенные по результатам PCR-RAPD, показали несоответствие уровня полиморфизма RAPD-маркеров степени генетической дифференцированности беринговоморского минтая и необходимость использования более полиморфных маркеров, а именно ди- три- и тетрануклеотидных микросателлитных последовательностей [O'Reilly et al., 2000].

Для анализа нами были выбраны 11 микросателлитных локусов: Tch5, Tch10, Tch12, Tch13, Tch14, Tch15, Tch17, Tch18, Tch19, Tch20 и Tch22, выявленных П.О'Рейли с соавторами (O'Reilly et al., 2000). Их нуклеотидные последовательности и праймеры (F – прямой и R – обратный) приведены ниже.

Tch5	(GATA) <sub>14</sub> F: gcc tta ata tca cgc aca R: tcg cat tga gcc tag ttt
Tch10	(GGCT) <sub>6</sub> CTCT (GTCT) <sub>2</sub> F: gtc tct atg tct gtc ttt cta ttt g R: acg aaa ccc aac cct gat t
Tch12	(GGTT) <sub>22</sub> F: caa ttt gtc agc ctc tgt tac c R: agt aca gct tga ttg ttt ctg gg
Tch13	(GT) <sub>9</sub> F: ttt ccg atg agg tca tgg R: agt aca gct tga ttg ttt ctg gg
Tch14	(GAAA) <sub>31</sub> F: cat aca ttg gtc act ctt tct tac R: aaa ctg ata tac gcc caa ct

Tch15	(GA) <sub>3</sub> (CA) <sub>2</sub> GACA (GA) <sub>5</sub> CAGATA(GA) <sub>8</sub> F: aaa ctt cac ctg acc aac R: gca aca caa ctt aat cat ct
Tch17	(GTCT) <sub>27</sub> F: gtc tgt ctg ccc gtg agt R: agc cag tgg cat ttg ttc
Tch18	(GT) <sub>15</sub> F: gga gat ggt gct aac tgg R: aac gca cat gca cat acg.
Tch19	(GTCT) <sub>15</sub> F: tat gct gat tgg tta ggc R: gat cat ttg ttt cag aga gc
Tch20	«несовершенный» локус (GA) <sub>5</sub> GGGAA(GGAA) <sub>3</sub> GGAT(GGAA) <sub>2</sub> GGAAT(GAAA) <sub>10</sub> GAAG(GAAA) <sub>5</sub> F: aca ttg taa acg gcg att c R: tgg tta gtc tga gac cca g
Tch22	(GACA) <sub>6</sub> F: atc ata tct ggc caa gtt c R: ctc tct ctg aat ccc tct g

Типирование аллельных вариантов проводили с помощью программы KODAK 1D Image Analysis Software. При введении данных о размере фрагментов маркера эта программа позволяет определить абсолютные размеры микросателлитных аллелей. В этом случае становится возможным объединение баз данных. Пример этапа типирования показан на рис. 6.2.

Продукты типирования локусов Tch13, Tch15, Tch18 и Tch22 обладали химической нестабильностью, а при типировании Tch17 и Tch20 возникла высокая вероятность ошибки. В связи с изложенным данные шесть локусов были исключены из анализа.

Результаты генотипирования препаратов ДНК по остальным локусам (Tch5, Tch10, Tch12, Tch14, Tch19) представлены в табл. 6.1–6.5. В левом столбце приведено положение аллелей в нуклеотидных парах (Н.п.). Далее указана встречаемость аллелей в суммарной («общей») коллекции и в каждой из проанализированных выборок. На основании таких таблиц составлялись гистограммы распределения частот аллелей.

Для локуса Tch5 отмечены незначительные различия гистограмм из разных выборок.

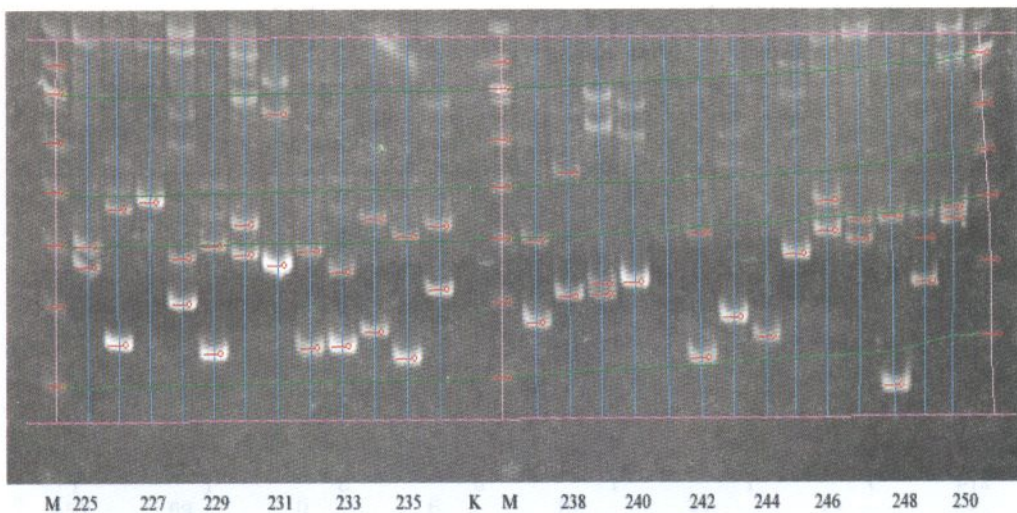


Рис. 6.2. Этап типирования локуса Tch19

Fig. 6.2. Stage of typing of locus Tch19

Распределение частот аллелей в локусе Tch10 несколько различалось между олюторскоширшовскими и восточноберингоморскими пробами. Заметны также различия с небольшой северокурильской выборкой. Но в целом профили схожи.

По локусу Tch12 получены отличия для северокурильской и карагинской выборки, но обе выборки немногочисленные.

В локусе Tch14 наблюдается небольшое смещение распределения частот аллелей в восточноберингоморской выборке. Однако оно происходит плавно в ряду выборок карагинская-олюторская-ширшовская-наваринская-восточноберингоморская. Суммарная выборка имела близкое к нормальному распределение.

Заметных различий в распределении частот аллелей в локусе Tch19, также как и в других, не наблюдалось.

Основные генетические показатели исследованных выборок минтая и характеристика использованных для этого микросателлитных маркеров представлены в табл. 6.6.

Равновесие Харди-Вайнберга соблюдается по локусам Tch5 и Tch10 для всех выборок, за исключением локуса Tch5 восточноберингоморской выборки. В гистограммах распределения частот аллелей также не найдено существенных различий между локусами по числу редких аллелей, которые могли бы вызвать смещение значения реальной гетерозиготности.

Таблица 6.1. Результаты генотипирования в локусе Tch5 по районам

Table 6.1. Results of genotyping in locus Tch5, by area

Н.п.*	Общая	Североку- рильская	Карагин- ская	Олюторская	Ширшов- ская	Наварин- ская	Восточно- берингово- морская
186	4	1	0	1	0	2	0
190	5	2	0	0	2	1	0
194	6	1	0	0	2	1	2
198	10	1	2	1	2	3	1
202	7	0	2	1	2	1	1
206	5	0	0	1	2	1	1
210	13	0	0	1	6	0	6
214	7	1	1	0	3	1	1
218	12	0	0	4	4	3	1
222	18	1	0	3	9	1	4
226	20	1	2	6	5	6	0
230	34	4	2	3	16	4	5
234	40	0	6	5	11	4	14
238	37	0	1	9	11	10	6
242	43	5	4	11	11	7	5
246	57	8	1	12	18	11	7
250	36	3	5	6	10	7	5
254	48	3	2	11	12	8	12
258	39	2	5	10	8	10	4
262	28	4	1	5	6	5	7
266	38	1	4	10	8	10	5
270	23	0	3	7	9	2	2
274	23	2	3	6	4	4	4
278	16	0	3	5	4	3	1
282	12	0	2	2	3	3	2
286	8	0	0	4	1	2	1
290	7	0	0	1	3	2	1
294	23	0	0	1	2	0	0
298	23	0	0	0	4	0	0
302	16	0	1	0	2	0	0

\*Количество нуклеотидных пар в табл. 6.1–6.5

Таблица 6.2. Результаты генотипирования в локусе Tch10 по районам

Table 6.2. Results of genotyping in locus Tch10, by area

Н.п.	Общая	Североку- рительская	Карагин- ская	Олютор- ская	Ширшов- ская	Наварин- ская	Восточно- берингово- морская
137	6	0	0	1	1	2	2
139	12	0	2	2	1	2	5
141	7	0	1	5	1	0	0
143	17	0	1	3	2	7	4
145	19	2	1	2	5	7	2
147	21	0	2	4	8	3	4
149	28	1	4	6	8	9	0
151	32	2	2	4	14	6	4
153	69	0	6	15	24	14	10
155	88	6	6	26	28	13	9
157	106	10	9	17	29	18	23
159	24	2	1	6	6	2	7
161	12	3	1	2	3	1	2
163	8	1	1	1	4	1	0
165	7	0	1	2	2	2	0
167	21	4	1	7	8	1	0
169	15	0	2	0	5	4	4
171	31	4	4	6	3	7	7
173	14	1	3	2	3	3	2
175	8	0	0	0	1	1	6
177	7	1	0	2	4	0	0
179	5	0	0	1	1	3	0
181	3	1	0	0	1	0	1
183	8	1	0	4	2	1	0
185	6	0	0	1	3	2	0
187	3	1	0	1	0	1	0
189	3	0	1	0	1	0	1
195	4	0	0	1	3	0	0
197	5	0	0	2	1	0	2
199	6	0	2	2	1	1	0
203	1	0	0	0	1	0	0
209	4	0	1	0	2	0	1
213	2	0	0	0	1	1	0

**Таблица 6.3.** Результаты генотипирования в локусе Tch12 по районам

**Table 6.3.** Results of genotyping in locus Tch12, by area

Н.п	Общая	Северо- курильская	Карагин- ская	Олютор- ская	Ширшов- ская	Наварин- ская	Восточно- берингово- морская
118	4	4	0	0	0	0	0
122	2	1	0	0	0	0	1
126	20	1	1	2	7	2	7
130	212	8	21	51	57	38	37
134	131	9	12	19	46	31	14
138	112	7	15	27	29	17	17
142	51	2	2	11	19	9	8
146	54	6	0	13	15	10	10
150	14	1	1	2	5	3	2
154	3	1	0	0	0	2	0
158	1	0	0	1	0	0	0

В той или иной степени дефицит гетерозигот присущ всем исследованным выборкам (см. табл. 6.6). П.О'Рейли с соавторами, разработавшие используемый в данном исследовании набор микросателлитных маркеров, признают, что некоторые локусы (в том числе Tch14 и Tch19) характеризуются низким уровнем гетерозиготности [O'Reilly et al., 2004]. Это, по их мнению, объясняется методическими особенностями анализа, а именно маскировкой в электрофорезе длинных аллелей короткими и большим количеством 0-аллелей (мутации во фланкирующих последовательностях).

Анализ дифференциации популяций проводили по генотипическим вариантам, аллельному разнообразию и вариансам генных частот. Основной значимо дифференцированной выборкой как по генотипическим, так и по аллельным вариантам является северокурильская (табл. 6.7).

Следующими по количеству локусов, обнаруживших дифференциацию, являются восточноберингоморские пробы. В выборках из северо-западной части Берингова моря заметной дифференциации не обнаружено. Дифференциация по генотипам обнаружена лишь у локусов Tch5, Tch10 и Tch12, для которых соблюдается равновесие Харди-Вайнберга.

Количественной оценкой степени дифференциации популяций является стандартизированная вариация генных частот. Она рассчитывается как разница между вариацией в неподразделенной тотальной популяции и внутривариационной вариацией. И хотя в настоящее время этот показатель рассчитывается также для многоаллельных локусов (Gst) [Nei, Li, 1973] или для абсолютных значений аллельных вариантов в микросател-

литных локусах (Rst) [Slatkin, 1995], большинство авторов по прежнему отдают предпочтение традиционному значению показателя ( $F_{st}$ ), введенному С.Райтом [Wright, 1951].

**Таблица 6.4.** Результаты генотипирования в локусе Tch14 по районам

**Table 6.4.** Results of genotyping in locus Tch14, by area

Н.п.	Общая	Североу- ральская	Карагин- ская	Олюторская	Ширшов- ская	Наварин- ская	Восточно- берингово- морская
120	1	0	0	0	0	1	0
124	3	1	0	1	0	0	1
128	1	0	0	0	1	0	0
132	2	0	0	1	0	1	0
136	4	1	0	1	1	0	1
140	6	0	0	2	1	1	2
144	7	2	1	0	3	0	1
148	10	0	2	3	3	1	1
152	7	2	3	1	2	1	1
156	18	2	3	5	3	7	1
160	22	1	2	5	7	6	1
164	27	2	5	6	6	3	5
168	42	0	6	8	14	7	7
172	49	4	6	10	21	3	5
176	46	9	1	9	13	10	4
180	48	2	4	14	9	11	8
184	60	3	7	12	13	14	11
188	59	1	6	9	23	11	9
192	68	4	6	13	17	5	23
196	36	3	1	11	11	8	2
200	39	1	2	4	13	12	7
204	15	1	1	5	5	1	2
208	7	0	0	2	3	0	2
212	7	1	0	2	2	1	1
216	5	0	0	0	4	1	0
220	9	0	0	2	1	3	3
224	2	0	0	0	2	0	0



**Таблица 6.5.** Результаты генотипирования в локусе Tch19 по районам  
**Table 6.5.** Results of genotyping in locus Tch19, by area

Н.п.	Общая	Северокурильская	Карагинская	Олюторская	Шишовская	Наваринская	Восточноберингоморская
90	2	0	0	0	1	1	0
98	2	0	1	0	0	1	0
102	4	0	0	0	0	4	0
106	25	3	2	4	9	6	1
110	41	1	1	6	11	11	11
114	35	2	4	5	15	8	0
118	53	2	5	8	17	10	11
122	34	1	4	5	13	7	4
126	45	5	8	8	9	9	6
130	60	5	5	15	17	10	8
134	69	7	6	15	22	10	9
138	58	1	3	18	19	6	11
142	45	0	6	14	13	7	5
146	44	3	1	9	19	3	9
150	27	5	2	6	4	3	7
154	21	3	1	7	4	3	3
158	18	0	2	2	3	4	7
162	12	0	1	0	3	5	3
166	5	0	0	2	1	0	2

Значения генетических дистанций (табл. 6.8, 6.9) свидетельствуют о том, что основным источником подразделенности в проанализированных выборках являются северокурильские пробы. Это согласуется с наибольшей географической удаленностью и изолированностью северокурильских скоплений минтая от берингоморских.

Поскольку дистанции Nei являются производными от дистанций, определенных в единицах  $F_{st}$ , интерес представляют несмещенные значения, откорректированные на размер выборки. Для всех берингоморских выборок прослеживается четкая зависимость величины генетических дистанций от географической удаленности скоплений друг от друга (табл. 6.10) [Glubokov et al., 2002; Шубина, Глубоков, 2003; Shubina et al., 2005]. Так рассматриваемый показатель у северокурильского минтая имеет максимальные значения: от 0,089 (дистанция с шишовской выборкой) до 0,157 (дистанция с восточноберингоморской выборкой).

**Таблица 6.6.** Характеристика основных генетических показателей выборок и микросателлитных локусов. N — количество исследованных образцов; Na — количество аллелей в локусе; R — диапазон изменений размера аллелей в парах нуклеотидов; He — гетезиготность ожидаемая; Ho — гетерозиготность наблюдаемая

**Table 6.6.** Main genetic characteristics of samples and microsatellite loci. N — number of specimens examined; Na — number of alleles in locus; R — range of allel size variations in nucleotide pairs; He — expected heterozygosity; Ho — observed heterozygosity

Выборка	Локусы					
		Tch 5	Tch 10	Tch 12	Tch 14	Tch 19
Северо-курильская	N	20	20	20	20	19
	Na	16	15	10	13	12
	R	186–274	145–187	118–154	116–212	106–162
	He	0,90	0,88	0,84	0,90	0,88
	Ho	0,90	0,85	0,60	0,60	0,74
Карагинская	N	25	26	26	25	26
	Na	19	21	7	16	16
	R	198–302	139–209	126–150	144–204	94–162
	He	0,93	0,92	0,70	0,90	0,91
	Ho	0,96	1,00	0,65	0,56	0,81
Олюторская	N	63	63	63	63	62
	Na	25	26	8	22	15
	R	186–294	137–199	126–158	116–220	106–166
	He	0,94	0,91	0,75	0,93	0,91
	Ho	0,83	0,87	0,48	0,75	0,66
Ширшовская	N	90	90	89	89	90
	Na	29	33	7	24	17
	R	190–302	137–213	126–150	124–224	90–166
	He	0,95	0,91	0,79	0,93	0,92
	Ho	0,89	0,81	0,61	0,65	0,63
Наваринская	N	56	56	56	54	54
	Na	26	25	8	21	18
	R	186–290	139–209	126–154	112–220	90–162
	He	0,94	0,92	0,77	0,92	0,93
	Ho	0,85	0,84	0,57	0,70	0,57
Восточноберинговоморская	N	49	49	48	49	49
	Na	25	19	8	22	15
	R	194–290	137–209	122–150	119–224	106–166
	He	0,93	0,90	0,78	0,90	0,92
	Ho	0,80	0,76	0,69	0,71	0,45

**Таблица 6.7.** Парная дифференциация выборок минтая по распределению аллельных вариантов (ниже диагонали) и генотипов (выше диагонали) по пяти микросателлитным локусам. P – вероятность соответствия 0-гипотезе об отсутствии дифференциации (тест Фишера); m – стандартная ошибка

**Table 6.7.** Pair differentiation of pollock samples by distribution of allele variants (below diagonal) and genotypes (above diagonal) in five microsatellite loci. P is probability of correspondence to 0-hypothesis on absence of differentiation (Fisher test); m – standard error

Выборки	Ширшовская	Омторская	Карагинская	Наваринская	Северокурильская	Восточноберингово-морская
	Локус P/m	Локус P/m	Локус P/m	Локус P/m	Локус P/m	Локус P/m
Ширшовская					Tch12 0,01594/0,00197	Tch10 0,00090/0,00041
Омторская					Tch5 0,04512/0,0041 Tch12 0,04517/0,00409	Tch10 0,00029/0,00017
Карагинская					Tch5 0,01253/0,0015 Tch12 0,01978/0,00166	Tch12 0,04257/0,00299
Наваринская	Tch14 0,04299/0,00471	Tch19 0,01767/0,00362			Tch10 0,02227/0,00261	Tch10 0,03187/0,0036
Северокуриль-ская	Tch12 0,00196/0,00056	Tch12 0,00280/0,00105	Tch5 0,01260/0,00203 Tch12 0,00426/0,00099 Tch14 0,00854/0,00166	Tch10 0,01609/0,00259 Tch12 0,03415/0,00321 Tch14 0,02083/0,00328		Tch5 0,05510/0,00387
Восточно-берингово-морская	Tch10 0,00071/0,00039 Tch19 0,04406/0,00406	Tch10 0,00022/0,00020		Tch10 0,01919/0,0038 Tch14 0,01103/0,00249	Tch5 0,03813/0,00525 Tch10 0,00351/0,00109 Tch12 0,02352/0,00252 Tch14 0,01202/0,00216 Tch19 0,03405/0,00304	

**Таблица 6.8.** Значения стандартизованных межпопуляционных варианс частот аллелей по распределению частот аллелей пяти микросателлитных локусов минтая, рассчитанные с использованием программ GENEPOP и TFPGA.

$F_{it}$  – варианса частот аллелей в тотальной неподразделенной выборке,  
 $F_{st}$  – стандартизованная межпопуляционная варианса  
и  $F_{is}$  – внутривидовая варианса

**Table 6.8.** Values of standardized interpopulation variance of allele frequencies by distribution of allele frequencies of five microsatellite loci of pollock calculated using GENEPOP and TFPGA.  $F_{it}$  – variance of allele frequencies in total undivided sample;  $F_{st}$  – standardized interpopulation variance and  $F_{is}$  – interpopulation variance

Локусы	GENEPOP			TFPGA		
	Значения оценок					
	$F_{IT}$	$F_{ST}$	$F_{IS}$	$F_{IT}$	$F_{ST}$	$F_{IS}$
Tch5	0,092193	0,001542	0,090791	0,0922	0,0015	0,00908
Tch10	0,064332	0,002922	0,061589	0,0858	0,0026	0,0834
Tch12	0,244932	0,002893	0,242741	0,2460	0,0031	0,2436
Tch14	0,270590	0,003663	0,267908	0,2706	0,0037	0,2679
Tch19	0,316928	-0,000785	0,317464	0,3313	-0,007	0,3318
Среднее	0,1961	0,0020	0,1945	0,2036	0,0020	0,2020

В пределах Берингова моря максимальные различия генетических дистанций Неи отмечены между наваринским и восточноберингоморским минтаем — 0,0627. Небольшие отличия (0,0011–0,0150) получены между минтаем из Карагинского залива, с одной стороны, и минтаем из Олюторского залива и вод подводного хребта Ширшова, с другой (рис. 6.3, 6.4), что совпадает с представлением об обитании в этих районах единой — западноберингоморской популяции минтая. Уровень дифференциации свыше 0,018 принят типичным для популяций морских рыб с сильным дрейфом генов [Bailey et al., 1999 a]. Следовательно, выявленные нами различия уровня гетерозиготности микросателлитов ДНК минтая позволяют среди исследованных группировок выделить западноберингоморскую, наваринскую, восточноберингоморскую и северокурильскую (восточнокамчатскую) популяции минтая.

Резюмируя проведенные исследования микросателлитных фрагментов ДНК минтая Берингова моря и северных Курильских островов, можно сделать следующее заключение. Проверка на соблюдение закона Харди-Вайнберга подтвердила генетическую равновесность всех изученных группировок. На основании частотно-аллельного анализа выявлена генетическая структурированность минтая Берингова моря и северных

**Таблица 6.9.** Значения стандартизованных межпопуляционных варiances ( $F_{st}$ ) по отдельным локусам и суммарно по пяти локусам. 1 — ширшовская выборка; 2 — олюторская выборка; 3 — северокурильская выборка; 4 — карагинская выборка; 5 — наваринская выборка; 6 — восточноберингоморская выборка

**Table 6.9.** Value of standardized interpopulation variances ( $F_{st}$ ) by individual loci and in total in five loci. 1 — Shirshov sample; 2 — Olyutor sample; 3 — North Kuril sample; 4 — Karagin sample; 5 — Navarin sample; 6 — East Bering Sea sample

	Tch5					Tch10					Tch12				
	2	3	4	5	6	2	3	4	5	6	2	3	4	5	6
1	-0,0004	0,0034	0,0035	0,0000	0,0008	-0,0014	0,0091	0,0043	-0,0002	0,0083	0,0060	0,0025	0,0082	-0,0076	0,0027
2		0,0058	-0,0050	-0,0068	0,0040		0,0086	-0,0023	0,0032	0,0137		0,0182	-0,0007	0,0050	-0,0082
3			0,0208	0,0046	0,0136			0,0037	0,0105	0,0060			0,0294	0,0020	0,0141
4				-0,0010	0,0030				-0,0096	-0,0017				0,0060	0,0071
5					0,0050					0,0040					0,0035

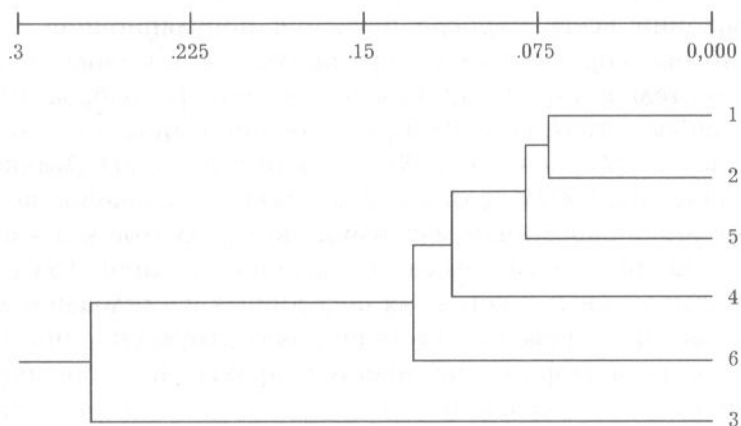
	Tch14					Tch19					Все локусы				
	2	3	4	5	6	2	3	4	5	6	2	3	4	5	6
1	-0,0011	0,0065	-0,0062	0,0033	0,0080	-0,0024	0,0048	-0,0020	-0,0017	-0,0008	-0,0001	0,0053	-0,0004	-0,0010	0,0038
2		0,0017	-0,0046	-0,0008	0,0050		0,0044	-0,0021	0,0026	-0,0013		0,0074	-0,0021	0,0005	0,0030
3			0,0154	0,0090	0,0207			-0,0012	0,0024	0,0044			0,0133	0,0058	0,0117
4				0,0045	-0,0029				-0,0090	0,0013				-0,0019	0,0012
5					0,0154					-0,0030					0,0050

**Таблица 6.10.** Попарные генетические дистанции Неи (оригинальные, без учета величины выборки — выше диагонали и несмещенные, с учетом величины выборки — ниже диагонали) между различными группировками минтая по пяти микросателлитным локусам

**Table 6.10.** Pair wise Nei genetic distances (original, disregarding sample size — above diagonal and unbiased, sample size considered — below diagonal) between various groupings of pollock, by 5 microsatellite loci

Группировка	Ширшовская	Олюторская	Северокурильская	Карагинская	Наваринская	Восточноберингоморская
Ширшовская		0,0701	0,2206	0,1128	0,0708	0,1137
Олюторская	0,0121		0,2375	0,1061	0,0906	0,1148
Северокурильская	0,0890	0,0987		0,3331	0,2492	0,3042
Карагинская	0,0150	0,0011	0,1545		0,11185	0,1441
Наваринская	0,0045	0,0172	0,1022	0,0053		0,1445
Восточноберингоморская	0,0473	0,0412	0,1570	0,0307	0,0627	

Курильских островов. Количественная оценка дифференциации дает возможность выделить восточнокамчатскую, западноберинговоморскую, наваринскую и восточноберинговоморскую популяции минтая.



**Рис. 6.3.** Дендрограмма UPGMA генетических дистанций Неи между различными скоплениями минтая. Выборки: 1 – ширшовская; 2 – олюторская; 3 – северокурильская; 4 – карагинская; 5 – наваринская; 6 – восточноберинговоморская

**Fig. 6.3.** UPGMA dendrogram of Nei genetic distances between various concentrations of pollock. Sample: 1 – Shirshov; 2 – Olyutor; 3 – North Kuril; 4 – Karagin sample; 5 – Navarin; 6 – East Bering Sea



**Рис. 6.4.** Неукорененное древо генетических дистанций Неи между различными скоплениями минтая

**Fig. 6.4.** Unrooted Nei genetic distance tree between various concentrations of pollock

## 6.2. Популяционная структура

### 6.2. Population structure

На протяжении всего периода изучения популяционной структуры минтая Берингова моря многие авторы приходили к выводу о существовании самостоятельной популяции на севере моря [Серобаба, 1977; Моисеев, 1983; Hinckley, 1987; Low, 1989 ] в отношении минтая к северу от островов Прибылова [Варкентин, 1998; Датский и др., 1999; Датский, 2000; Балыкин, Варкентин, 2002 а и др.]. Однако такие заключения получены с применением лишь одного или максимум двух подходов к изучению популяций, что делало их уязвимыми для научной критики. Только анализ результатов комплексных ежегодных посезонных исследований дает возможность идентифицировать популяционную структуру минтая северной части Берингова моря с применением практически полного набора подходов к изучению популяций.

Кратко резюмируя содержание предыдущих разделов, можно констатировать следующее. В северной части Берингова моря за счет специфики рельефа дна, гидрологии и особенностей климата сформировались условия, отличные от условий в смежных акваториях. Наличие квазистационарных круговоротов придает определенную степень статичности биотопу Наваринского района, в результате чего на протяжении целого года здесь создаются благоприятные условия для обитания минтая на всех стадиях онтогенеза: от эмбрионов до половозрелых особей. Вток вод Наваринского течения на шельф обеспечивает гарантированный вынос эмбрионов и личинок на мелководье, где благоприятные абиотические (концентрация эмбрионов и личинок в местах круговых течений) и биотические (подъем биогенов за счет циклонических круговоротов и развитие на их основе богатой кормовой базы) условия развития обеспечивают их высокую выживаемость. В периоды низкой численности, при ослаблении внутривидовой конкуренции за пространство и корм миграционные пути наваринского минтая характеризуются малой протяженностью. В периоды высокой численности миграционная активность возрастает и в Наваринском районе в нагульный период происходит смешение минтая различного генезиса, прежде всего из северной, восточной и западной частей моря. Обитание минтая в специфических условиях Наваринского района привело к формированию у него характерных особенностей биологии: сроков и акватории нереста; возраста созревания; протяженности и направленности онтогенетических, нагульных, зимовальных и нерестовых миграций; расположению нагульных и зимовальных площадей. Анализ генетических маркеров доказывает изолированность североберинговоморских (наваринских) скоплений минтая, которая, несмотря на их пе-

риодическое смешение с особями соседних акваторий, существует, по-видимому, достаточно долго для формирования наследуемых различий с особями других районов Берингова моря. Соблюдение равновесия Харди-Вайнберга свидетельствует о панмиктичности скоплений минтая в Наваринском районе. Величина генетических дистанций Неи, рассчитанная по белковым маркерам (литературные данные), маркерам митохондриальной (литературные данные) и микросателлитной ДНК (собственные данные), между наваринским и восточноберингоморским минтаем соответствует популяционному уровню.

Таким образом, по наиболее принятым в настоящее время определениям понятия «популяция» скопления минтая в северной части Берингова моря следует отнести к отдельной популяции [Глубоков, 2005].

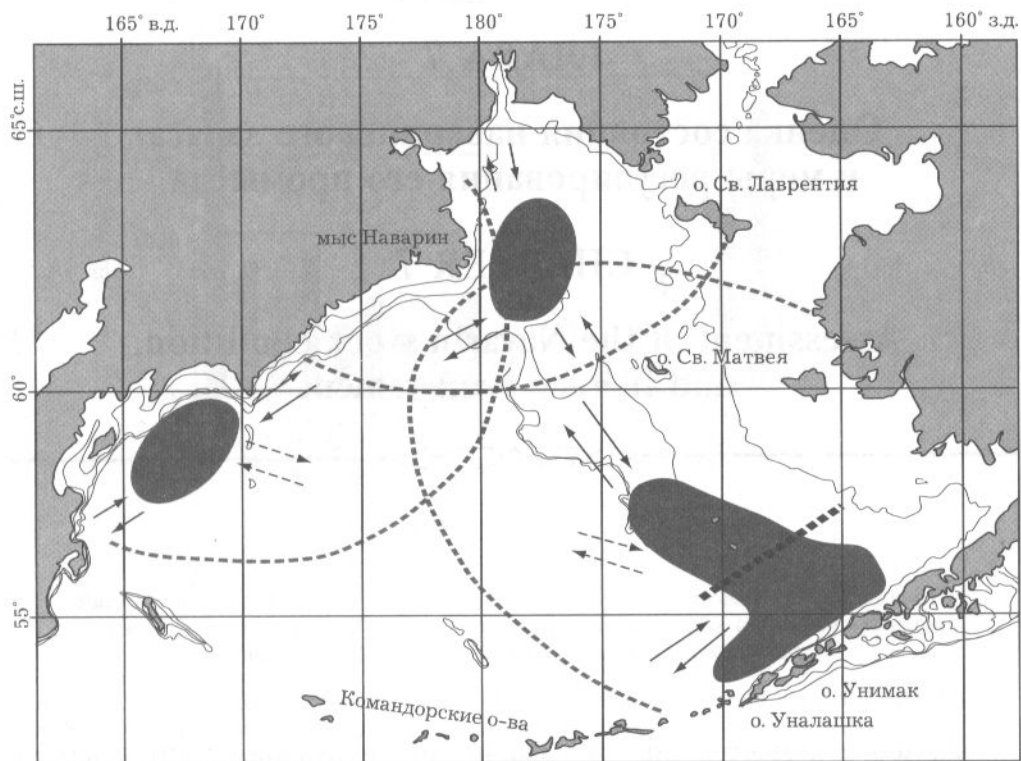
Выраженный поток мигрантов между популяциями приводит к размывости их границ [Глубоковский, 1987]. Безусловно, в Наваринском районе присутствуют мигранты из восточной и западной частей Берингова моря. Доля таких мигрантов варьирует значительно в зависимости от сезона и года. Однако полученные в последнее десятилетие сведения свидетельствуют о том, что доля мигрантов существенно меньше, чем считалось ранее [Глубоков, Котенев, 1999; Датский, 2000; Балькин, Варкентин, 2002 а; Глубоков, Норвилло, 2002; Глубоков, 2003; Степаненко, 2003; Булатов, 2004; Глубоков, 2005].

В популяционном анализе минтая часто придается излишнее значение величине популяций и географическому расстоянию между ними как критерию их независимости. Рассуждения такого рода сводятся к тезису — маленькие популяции не могут быть независимы. На наш взгляд, одним из важнейших условий существования популяции является не ее величина, а стабильность в пространстве и времени. Возможность такого существования на протяжении длительного периода обеспечивается специфической приспособленностью особей к конкретной станции, а различия и разграничение (физическое или биологическое) с «соседами» поддерживают панмиксию внутри популяции. Типичный пример ложной популяции, несмотря на большую величину, — скопления минтая в глубоководной части Берингова моря. Максимальная биомасса глубоководных скоплений по разным оценкам достигала 4–9 млн. т [Sasaki, 1989; Dawson, 1989 b]. Это превышает максимальную величину биомассы и ареал независимой западноберингоморской популяции. Как только численность запасов минтая в юго-восточной части Берингова моря (прежде всего богословского), особи которых мигрировали в анклав, сократилась, минтай практически исчез из центральной части Берингова моря. В Наваринском районе минтай, напротив, при сокращении интенсивности миграций «соседей» сохраняет свою популяционную структуру и воспроизводство.



Учитывая сложно иерархически организованные популяционные системы минтая, в ближайшие десятилетия не может быть получено однозначного ответа на вопрос о популяционной принадлежности всех его скоплений в Беринговом, Охотском морях и прилегающих водах северной части Тихого океана. Тем не менее анализ результатов 10-летних съёмок и информация из литературных источников позволяют утверждать, что степень отличия наваринского минтая от западноберингоморской и восточноберингоморской популяций по всей совокупности рассмотренных параметров соответствует уровню различий между последними. Иными словами, если не признавать существование наваринской популяции, то по этим же критериям надо объединить все берингоморские популяции в единую гиперпопуляцию. И даже в этом случае нельзя говорить о полной изоляции минтая Берингова моря от минтая Охотского моря, о чем свидетельствуют результаты японского мечения, показавшие наличие между морями перекрестных миграций.

На основе изложенного выше разработана схема популяционной структуры минтая северной части Берингова моря и прилегающих вод (рис. 6.5). На схеме обозначены основные популяции минтая, граничащие с наваринской, и пределы их распространения в периоды высокой (отмечены штриховкой) и низкой (области с наиболее плотными скоплениями черного цвета) численности. Направления миграций указаны стрелками. Миграционные пути, слабо выраженные в настоящее время, отображены пунктирными стрелками. На схеме хорошо видно, что в Беринговом море есть районы, где смешивается минтай трех популяций: восточноберингоморской, наваринской и западноберингоморской. Естественно, что определение популяционной принадлежности минтая из этих районов, в особенности в периоды высокой численности вида, вызывает большие затруднения.



**Рис. 6.5.** Схема популяционной структуры минтая северной части Берингова моря и прилегающих вод: ● — ядра популяций; —> — направление основных миграций; - -> — направления миграций в период высокой численности; ····· — пределы распространения популяций в периоды высокой численности

**Fig. 6.5.** Scheme of pollock population structure in the North Bering Sea and adjacent waters: ● — stocks nuclei; —> — main migration routes; - -> — migration routes in periods of high abundance; ····· — population range in periods of high abundance

---

## ГЛАВА 7

### Оценка состояния наваринского запаса и меры регулирования его промысла

## CHAPTER 7

### Assessment of the Navarin stock condition, and fishery management

---

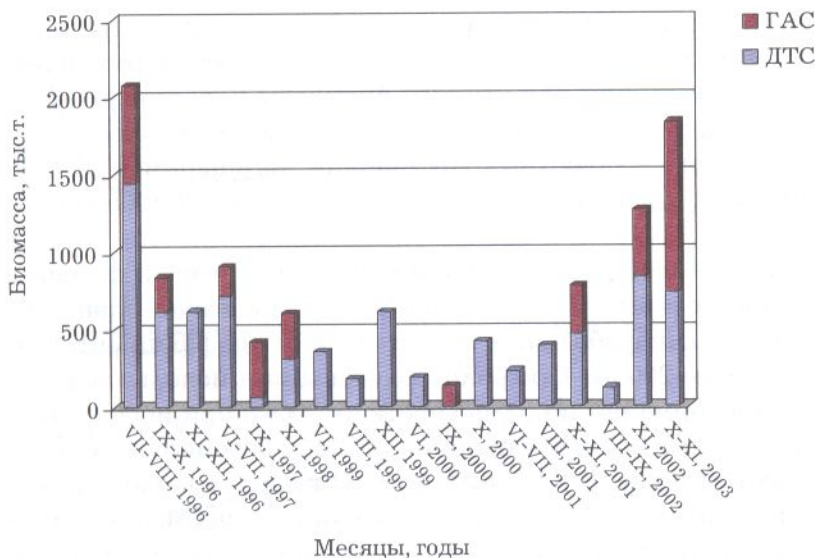
Выделение самостоятельной наваринской популяции минтая делает правомочным оценку состояния запаса и на основе этого выработку в пределах его ареала специфических мер регулирования промысла, отличных от применяемых к соседним популяциям.

#### Методы прямого учета

Мы не стали выстраивать ретроспективную оценку биомассы наваринского минтая, так как в любом случае такой расчет из-за отсутствия данных опирается на значительные допущения, делающие его неточным и мало применимым для изучения динамики этого показателя в прошлом. Величина биомассы наваринского минтая, рассчитанная методом сплайн-аппроксимации по данным донных траловых и гидроакустических съемок, представлена на рис. 7.1.

За период с 1996 по 2003 г. максимальная биомасса наваринского минтая отмечена в июле—августе 1996 г. — 2080 тыс. т, минимальная в 2000 г. — около 570 тыс. т. После 2000 г. биомасса ежегодно возрастала, достигнув к 2003 г. 1833 тыс. т.

Снижение биомассы наваринской популяции минтая на рубеже тысячелетий связано с климато-океанологическими перестройками и прессом промысла [Глубоков, Котенев, 1999; Хен, 1999; Radchenko et al., 2001; Глубоков, 2003].



**Рис. 7.1.** Биомасса минтая в Наваринском районе Берингова моря по данным гидроакустических съемок (ГАС) и донных траловых съемок (ДТС), на акватории площадью 14658 миль<sup>2</sup> (коэффициент уловистости 1.0)

**Fig. 7.1.** Pollock biomass in Navarin region of the Bering Sea based on hydroacoustic (ГАС) and bottom trawl (ДТС) surveys data in area of 14658 mile<sup>2</sup> (catchability rate 1.0)

## Методы математического моделирования

Оценка состояния наваринского запаса минтая проводилась с использованием данных по возрастному составу уловов, данных по уловам на единицу усилия для среднетоннажного и крупнотоннажного флотов, а также результатов траловых съемок младших возрастных групп (0+, 1+ и 2+). Численность младших возрастных групп была включена в процедуру оценки запаса двумя путями: в качестве индекса численности возрастной структуры и в качестве относительного индекса (по количеству учтенных сеголеток) биомассы нерестового запаса.

Для оценки состояния запаса минтая была использована когортная сепарабельная модель группы ISVPA [Васильев, 2001; Vasilyev, 2001]. Отличительной чертой моделей этой группы является целенаправленное использование принципов робастной статистики в процедурах оценивания параметров, что позволяет снизить влияние ошибок в данных на результаты анализа и полнее извлекать имеющуюся в данных информацию об исследуемой системе запас-промысел. Компоненты целевой функции модели в зависимости от свойств и типа аппроксимируемых моделью данных представляли собой или сумму логарифмических остатков — для

данных по возрастному составу уловов, для данных по уловам на единицу усилия как индекса биомассы промыслового запаса и результатов съемок 0 возрастной группы как индекса биомассы нерестового запаса, или абсолютное медианное отклонение (AMD), представляющее собой медиану распределения абсолютных отклонений логарифмических остатков от их медианного значения, — для результатов съемок младших возрастных групп.

На рис. 7.2 представлены профили компонент целевой функции модели, минимумы которых отражают наиболее вероятную оценку фактора усилия  $f(2005)$  в сепарабельном представлении коэффициентов промысловой смертности 2005 г. Профили получены при использовании каждого из видов информации по отдельности, а также при использовании совокупности всей доступной информации. Во избежание неверного понимания следует отметить, что фактор усилия является параметром модели, численно не равным мгновенному коэффициенту промысловой смертности, а пересчитываемым в него с использованием зависящих от возраста модельных оценок селективности промысла. Хорошо видно, что практически все использованные данные несут сходную информацию о текущем состоянии запаса (см. рис. 7.2). Естественно, что имеет место достаточно умеренный разброс между оценками запаса, полученными на основе каждого из видов информации.

При использовании всей совокупности доступной информации неопределенность в оценках биомассы запаса, полученных с использованием процедуры условного параметрического бутстрепа, оказывается умеренной (рис. 7.3), что говорит о достаточной надежности расчетов [Vasilyev, Glubokov, 2005].

Величины биомассы, рассчитанные с помощью когортных сепарабельных моделей группы ISVPA, близки к оценкам на основе данных прямых учетных донных траловых и эхоинтеграционных съемок (см. рис. 6.6). Совпадение оценок биомассы, а также когерентность сигналов о состоянии запаса, содержащихся практически во всех видах наблюдений и в данных по возрастному составу уловов, говорят о незначительном влиянии миграций минтая из других районов Берингова моря на формирование численности поколений североберингоморского минтая [Васильев, Глубоков, 2005; Vasilyev, Glubokov, 2005; Vasilyev et al., 2005].

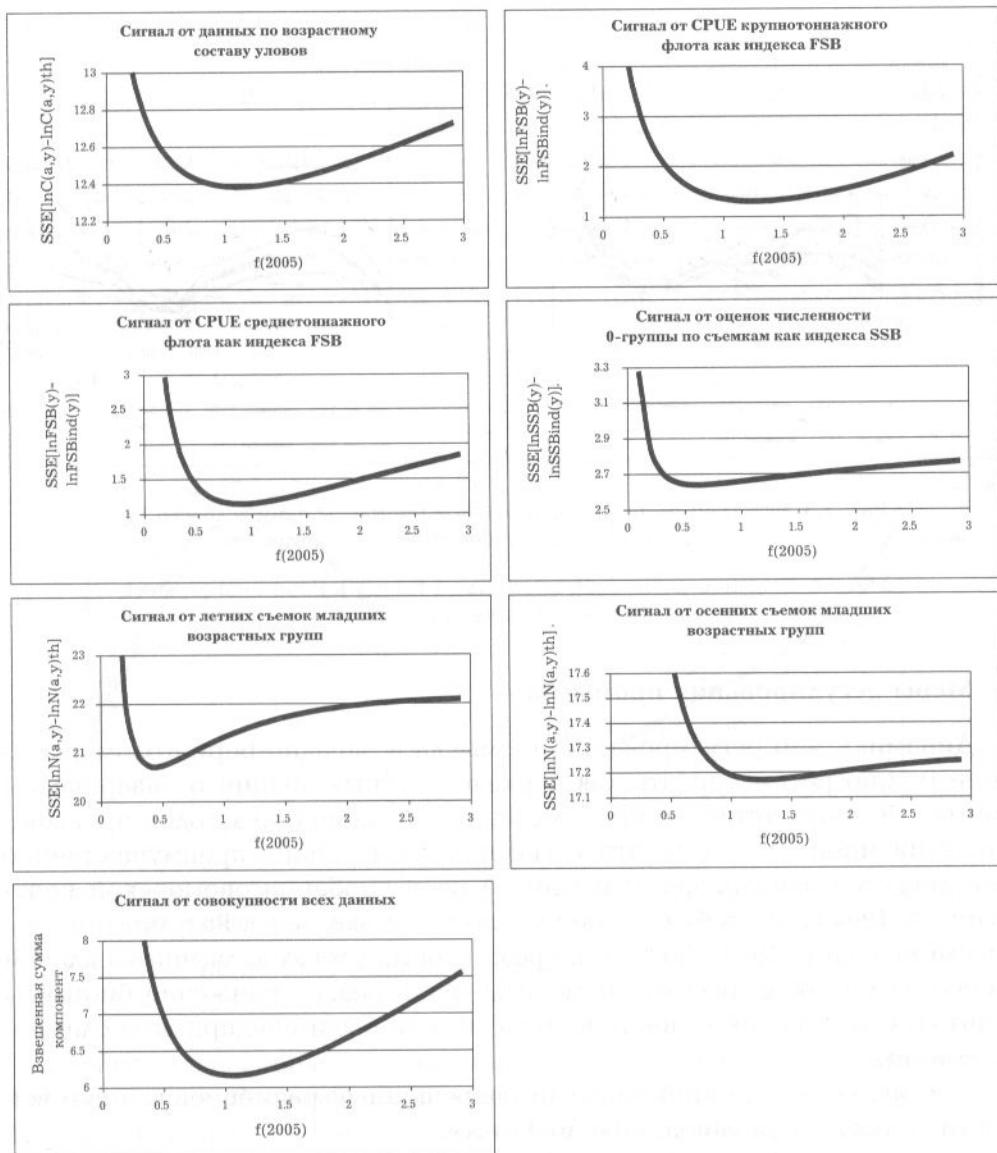
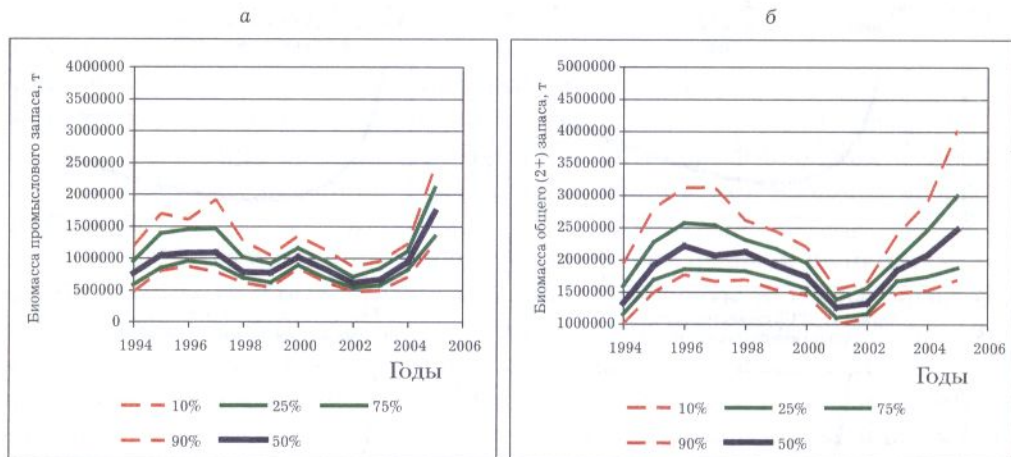


Рис. 7.2. Профили компонент целевой функции модели, соответствующих различным видам данных

Fig. 7.2. Profiles of model target function components relative to various types of data



**Рис. 7.3.** Бутстреп-распределение оценок биомассы промыслового (а) и общего (б) запасов наваринского минтая

**Fig. 7.3.** Bootstrap distribution of estimated fishing (a) and total (б) stock biomass of Navarin pollock

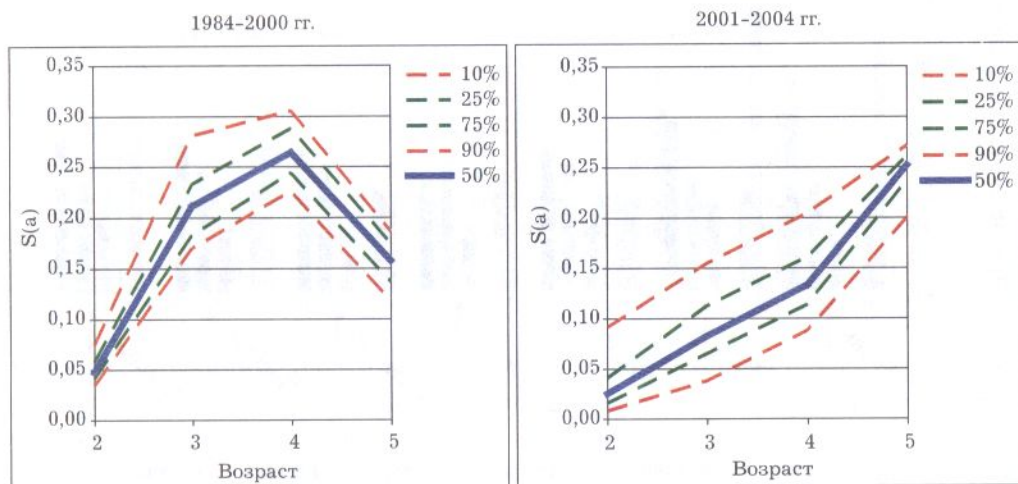
### Меры регулирования промысла

Динамику мер регулирования промысла в Западно-Беринговоморской зоне можно рассматривать как зеркало научных знаний о наваринском минтае. В соответствии с преобладавшим до конца 90-х годов прошлого столетия мнением о том, что в Наваринском районе преимущественно нагуливается неполовозрелый минтай восточноберинговоморской популяции, в 1994 г. здесь была отменена промысловая мера. Результатом промысла молодежи (в 1994–2000 гг. в промысловых уловах доля минтая длиной менее 35 см составляла от 70 до 85%) стало резкое снижение биомассы минтая. С целью сокращения вылова молодежи были предприняты следующие меры:

- с июня 1998 г. минимальный разрешенный размер ячеи в кутовой части трала был увеличен с 60 до 110 мм;
- с января 2000 г. в Западно-Беринговоморской зоне была восстановлена промысловая мера минтая 30 см;
- в декабре 2000 г. на основе современных данных по скорости созревания минтая промысловая мера увеличена до 35 см.

После предпринятых мер вылов молодежи минтая снизился. По результатам съемок молодежи, выполненных по совместной программе ВНИРО и дальневосточных рыбохозяйственных институтов, до введения промысловой меры численность поколения наваринского минтая 1998 г. за конец второго — начало третьего года жизни сократилась в 6,46 раза. После ус-

тановления промысловой меры численность поколения 1999 г. за аналогичный период жизни сократилась всего в 1,58 раза [Глубоков, 2003]. Полученные с помощью когортной сепарабельной модели оценки зависимости относительной селективности промысла от возраста подтверждают существенное снижение пресса промысла на младшие возрастные группы в результате принятых в 2000 г. изменений мер регулирования. Если в период 1984–2000 гг. максимальная промысловая смертность наблюдалась у минтая в возрасте 3–4 лет, то в 2001–2004 гг. основной пресс промысла сместился на возрастную класс 5 лет (рис. 7.4) [Васильев, Глубоков, 2005].



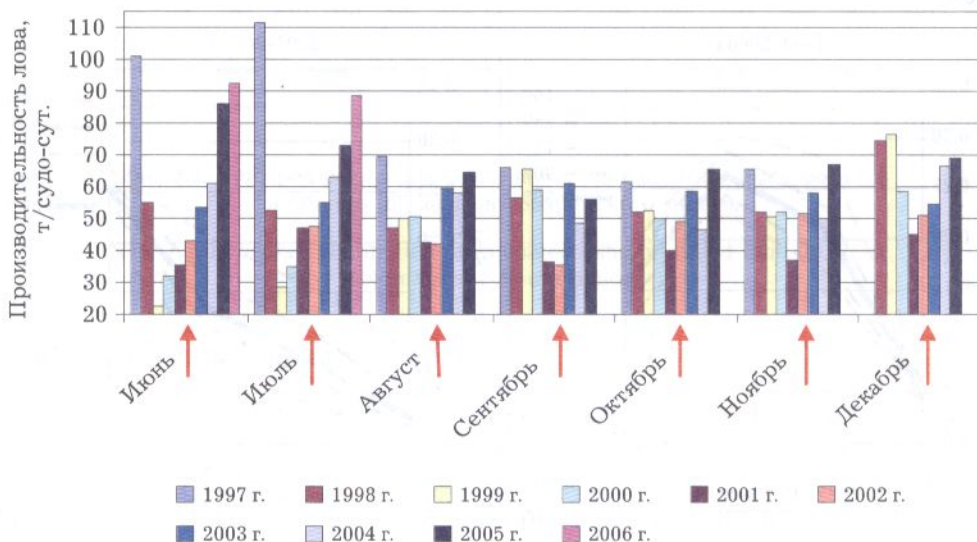
**Рис. 7.4.** Бутстреп-распределение оценок относительной (нормированной по сумме на единицу) селективности промысла для младших возрастных групп

**Fig. 7.4.** Bootstrap distribution of relative fishery selectivity estimates (normalized by sum per unit) for younger age groups

Помимо вышеперечисленных мер, в 2000 г. был введен запрет на специализированный промысел минтая в Западно-Беринговоморской зоне и Карагинской подзоне Восточно-Камчатской зоны в период его нереста — с 01 марта по 20 апреля (в 2002 г. в Западно-Беринговоморской зоне запрет был продлен до 15 мая). В результате действия запрета промысловые суда после окончания в начале апреля охотоморской минтаевой путины не смогли, как это было до принятия запрета, начать лов наваринского минтая большим количеством крупнотоннажных (до 120 единиц) и среднетоннажных судов. Следствием более позднего начала промысла, а также наметившегося в результате климато-океанологических перестроек роста численности наваринского запаса минтая стало увеличение в июне–июле 2000 г. уловов флота на стандартное усилие по сравнению



с уловами предыдущего года (рис. 7.5). Однако биомассу и ОДУ северных скоплений минтая продолжали рассчитывать как часть от аналогичных показателей восточноберингоморской популяции, биомасса и численность которой в тот период находилась на высоком уровне. В результате величина ОДУ минтая на 2000 г. в Западно-Берингоморской зоне была существенно завышена — 823 тыс. т. Чрезмерный вылов привел к падению уловов на усилии уже к сентябрю 2000 г. Самые низкие показатели производительности лова отмечены в последний год применения устаревших методов расчета ОДУ — 2001 (см. рис. 7.5).



**Рис. 7.5.** Производительность лова минтая в Западно-Берингоморской зоне российским крупнотоннажным флотом по месяцам и годам. Стрелкой обозначено начало применения нового подхода при расчете ОДУ

**Fig. 7.5.** Pollock daily catch rate (t) in the West Bering Sea zone by large Russian vessels, by month and year. Arrow shows the start of application of the new approach to estimating TAC

Другим следствием неправильных расчетов было несоответствие в 1996–2001 гг. прогнозируемого вылова реальному (рис. 7.6). Так, в 1996 г. вылов минтая в Западно-Берингоморской зоне составил 127,6 % ОДУ, а в 2000 г. — 61,6 %.

Величина ОДУ наваринского минтая была приведена в полное соответствие с реальным состоянием его запаса только в 2002 г. и составила 365 тыс. т.

В результате комплекса предпринятых мер, в основе которых лежит представление об обитании в северной части Берингова моря самостоя-



**Рис. 7.6.** Биомасса, ОДУ и вылов минтая в Западно-Беринговоморской зоне. Стрелкой обозначено начало применения нового подхода при расчете ОДУ

**Fig. 7.6.** Biomass, TAC and catch of pollock in the West Bering Sea zone. Arrow shows the start of application of the new approach to calculating of TAC

тельной популяции, началось быстрое восстановление запаса, ежегодно растут уловы на усилие и наблюдается полное соответствие величин вылова прогнозу (см. рис. 7.5, 7.6).

Все вышеперечисленные последствия применения нового подхода при прогнозировании состояния наваринского запаса минтая лишний раз подтверждают адекватность такого подхода популяционной структуре минтая северной части Берингова моря.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

## CONCLUSION

Работа, основанная на оригинальном методическом подходе ВНИРО, реализованном в 10-летних комплексных исследованиях, а также на многочисленных литературных данных, свидетельствует об успешности применения разработанных методов для изучения популяционной структуры морских видов рыб. Основное внимание в ней сфокусировано на северо-беринговоморском (наваринском) минтае. Некоторые вопросы популяционной организации минтая других районов Берингова моря и прилегающих акваторий требуют дальнейшего исследования.

Как уже отмечалось выше, в Бристольском заливе Берингова моря и у Юго-Западной Камчатки в Охотском море существуют сходные с Наваринским районом биотопы: они характеризуются впадом вод северо-восточной направленности на шельф, квазистационарными круговоротами, создающими благоприятные условия для формирования специфических биоценозов. В результате в этих трех районах сформировались зоны высокой биопродуктивности, где скопления минтая достигают максимальной биомассы из всего ареала вида. Нами доказан независимый популяционный статус наваринского минтая. В отношении западнокамчатского и унимакскобристольского скоплений в настоящее время нет единой точки зрения.

Неясна также структура северной части восточноберинговоморской популяции. По нашим относительно немногочисленным данным и литературным источникам, существуют различия ряда признаков у минтая из Матвеевского, Прибыловского и Унимакско-Бристольского районов. Наличие в Унимакско-Бристольском и Прибыловском районах устойчивых во времени скоплений и обособленных нерестилищ позволяет предположить существование на юго-востоке моря двух самостоятельных популяций. Для выяснения вопросов, связанных с воспроизводством минтая в Матвеевском районе, требуется проведение там ежегодных многократных ихтиопланктонных съемок. Результаты таких съемок и детальные генетические исследования позволят прояснить популяционную структуру восточноберинговоморского минтая.

На современном этапе не до конца выясненной остается популяционная принадлежность скоплений минтая из Корякского района, где существуют устойчивые нерестилища (но с не ежегодным нерестом) и наблю-

дается ряд различий с минтаем Наваринского района. Несмотря на наличие обособленных нерестилищ, корякский минтай по многим биологическим параметрам схож с западноберингоморским минтаем из Олюторского и Карагинского заливов. Проведенные нами совместно с учеными НИИ физико-химической биологии им. А.Н.Белозерского МГУ Е.А.Шубиной и Б.М.Медниковым генетические исследования указывают на принадлежность корякского минтая к западноберингоморской популяции.

Таким образом, несмотря на более чем 40-летний период изучения минтая Берингова моря, в наших знаниях о его биологии и популяционной организации остается еще много белых пятен. Пример наваринского минтая убедительно доказывает — неправильные представления о структуре запасов могут приводить к переэксплуатации или, наоборот, недоиспользованию водных биологических ресурсов. В современных условиях по причинам объективного и субъективного характера редко удается организовать и до конца провести комплексные многолетние исследования, подобные выполненным для наваринского минтая. Однако основанное на результатах таких исследований последующее рациональное использование одного из наиболее продуктивных запасов минтая, безусловно, оправдывает понесенные затраты.

Хотелось бы надеяться, что разработанные на североберингоморских скоплениях минтая методы исследования найдут свое применение в изучении не только восточноберингоморского и западнокамчатского минтая, но и популяций других видов морских рыб.

## ЛИТЕРАТУРА

## REFERENCES

- Арсеньев В.С. 1967.** Течения и водные массы Берингова моря. М.: Наука. 135 с.
- Балыкин П.А. 1981.** Распределение западноберингоморского минтая в период нагула и зимовки // Экология, запасы и промысел минтая. Владивосток: ТИНРО. С. 57–62.
- Балыкин П.А. 1986.** Плодовитость минтая западной части Берингова моря // Вопросы ихтиологии. Т. 26. Вып. 1. С. 164–168.
- Балыкин П.А. 1993.** Изменчивость сроков нереста и смертность развивающейся икры у западноберингоморского минтая // Исследования биологии и динамики численности промысловых рыб Камчатского шельфа. Вып. 2. Петропавловск-Камчатский. С. 166–176.
- Балыкин П.А. 1997.** Некоторые особенности экологии размножения минтая *Theragra chalcogramma* // Вопросы ихтиологии. Т. 37. Вып. 2. С. 265–269.
- Балыкин П.А. 2002.** Распределение сеголеток тресковых рыб и сельди в западной части Берингова моря // Известия ТИНРО. Т. 130. Ч. 3. С. 1188–1198.
- Балыкин П.А. 2003.** Обоснование промысловой меры западноберингоморского минтая // Известия ТИНРО. Т. 132. С. 245–248.
- Балыкин П.А., Варкентин А.И. 2002 а.** Состав уловов минтая *Theragra chalcogramma* (Pallas) (Gadidae) в северо-западной части Берингова моря по результатам донных траловых съемок в июле–декабре 1996 г. // Известия ТИНРО. Т. 130. Ч. 3. С. 1070–1078.
- Балыкин П.А., Варкентин А.И. 2002 б.** Распределение икры, личинок и сеголеток минтая *Theragra chalcogramma* (Gadidae) в северо-западной части Берингова моря // Вопросы ихтиологии. Т. 42. № 6. С. 798–805.
- Балыкин П.А., Максименко В.П. 1990.** Биология и состояние запасов минтая западной части Берингова моря // Биологические ресурсы шельфовых и окраинных морей Советского Союза. М.: Наука. С. 111–126.
- Борец Л.А., Степаненко М.А., Николаев А.В., Грицай Е.В. 2002.** Состояние запасов минтая в Наваринском районе Берингова моря и причины, определяющие эффективность его промысла // Известия ТИНРО. Т. 130. Ч. 3. С. 1001–1014.
- Булатов О.А. 1985.** Оценка нерестового запаса минтая Корфо-Карагинского района // Тезисы докладов Всесоюзной Конференции «Исследование и рациональное использование биоресурсов дальневосточных и северных морей СССР». Владивосток. С. 23–24.
- Булатов О.А. 1986.** Распределение икры и личинок тресковых подсемейства Gadinae в тихоокеанских водах Камчатки и западной части Берингова моря // Тресковые дальневосточных морей. Владивосток: ТИНРО. С. 89–101.
- Булатов О.А. 1987.** Икра и личинки минтая в восточной части Берингова моря // Популяционная структура, динамика численности и экология минтая. Владивосток: ТИНРО. С. 100–114.

**Булатов О.А. 2004.** Минтай (*Theragra chalcogramma*) Берингова моря: размножение, запасы и стратегия управления промыслом. Автореферат дисс. на соиск. уч. ст. д-ра биол. наук. 49 с.

**Булатов О.А., Кулешова М.И. 1994.** Весенне-летний ихтиопланктон западной части Берингова моря // Известия ТИНРО. Т. 115. С. 57–73.

**Буслов А.В., Варкентин А.И. 2001.** Сравнительная характеристика оценок возраста и некоторых популяционных параметров минтая при использовании чешуи и отолитов // Известия ТИНРО. Т. 128. Ч. 1. С. 164–176.

**Варкентин А.И. 1998.** О популяционной неоднородности нагульных скопелений минтая *Theragra chalcogramma* (Pallas) (Gadidae) в северо-западной части Берингова моря // Исследования биологии и динамики численности промысловых рыб камчатского шельфа. Вып. 4. С. 15–19.

**Васильев Д.А. 2001.** Когортные модели и анализ промысловых биоресурсов при дефиците информационного обеспечения. М.: ВНИРО. 110 с.

**Васильев Д.А., Глубоков А.И. 2005.** Первый опыт применения математического моделирования к североберинговоморскому запасу минтая // Рыбное хозяйство. №4. С. 54–56.

**Верхунов А.В. 1995.** Роль гидролого-гидрохимических процессов на шельфе Берингова моря в формировании биопродуктивности // Комплексные исследования экосистемы Берингова моря. М.: ВНИРО. С. 52–78.

**Верхунов А.В. 1997.** Развитие представлений о крупномасштабной циркуляции Охотского моря // Комплексные исследования экосистемы Охотского моря. М.: ВНИРО. С. 8–19.

**Гаврилов Г.М., Глебов И.И. 2002.** Состав донного ихтиоцена в западной части Берингова моря в ноябре 2000 г. // Известия ТИНРО. Т. 130. Ч. 3. С. 1027–1038.

**Гершанович Д.Е. 1970.** Основные итоги новейших исследований рельефа донных отложений промысловых районов крайнего севера Тихого океана // Советские рыбохозяйственные исследования в северо-восточной части Тихого океана. Труды ВНИРО. Т. 70. Известия ТИНРО Т. 72. Вып. 5. С. 15–42.

**Гидрометеорология и гидрохимия морей. 2001.** Т. 10. Берингово море. Вып. 2. Гидрохимические условия и океанологические основы формирования биологической продуктивности. Санкт-Петербург: Гидрометеиздат. 235 с.

**Глебова С.Ю. 2003.** Типы атмосферных процессов над дальневосточными морями, межгодовая изменчивость их повторяемости и сопряженность // Известия ТИНРО. Т. 134. С. 209–257.

**Глубоков А.И. 2003.** Особенности распределения минтая северной части Берингова моря (1997–2001 гг.) // Вопросы рыболовства. Т. 4. № 1 (13). С. 74–92.

**Глубоков А.И. 2004.** Минтай центральной части Берингова моря, динамика запасов и перспективы их восстановления // Вопросы рыболовства. Т. 5. № 1 (17). С. 66–77.

**Глубоков А.И. 2005.** Биология и популяционная структура минтая *Theragra chalcogramma* северной части Берингова моря // Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. д-ра биол. наук. М.: ВНИРО. 49 с.

**Глубоков А.И., Котенев Б.Н. 1999.** Минтай Наваринского района // Рыбное хозяйство. № 5. С. 36–37.

- Глубоков А.И., Норвилло Г.В. 2002.** Воспроизводство минтая в северо-западной части Берингова моря // Вопросы рыболовства. Т. 3. № 3. С. 474—485.
- Глубоковский М.К. 1987.** Популяционная организация вида у рыб // Популяционная структура, динамика численности и экология минтая. Владивосток: ТИНРО. С. 48-57.
- Горбунова Н.Н. 1954.** Размножение и развитие минтая // Труды Института океанологии АН СССР. Т. 11. С. 132—195.
- Грицай Е.В., Степаненко М.А. 2003.** Межгодовая изменчивость пространственной дифференциации и функционирование восточноберингоморской популяции минтая // Известия ТИНРО. Т. 133. С. 80—93.
- Датский А.В. 2000.** О популяционной неоднородности минтая *Theragra chalcogramma* в Анадырско-Наваринском районе // Вопросы рыболовства. Т. 1. № 4. С. 74—90.
- Датский А.В. 2002.** О нересте минтая в Анадырско-Наваринском районе Берингова моря // Тезисы докладов Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 140-летию со дня рождения Н.М.Книповича. Мурманск: ПИНРО. С. 64—65.
- Датский А.В. 2004.** Минтай в прибрежных водах северо-западной части Берингова моря // Вопросы рыболовства. Т. 5. № 1 (17). С. 28—65.
- Датский А.В., Батанов Р.Л., Пальм С.А. 1999.** Минтай *Theragra chalcogramma* Анадырско-Наваринского района: промысел и биологическая характеристика по данным различных орудий лова // Известия ТИНРО. Т. 126. Ч. 1. С. 210—230.
- Датский А.В., Батанов Р.Л. 2000.** О возможности многовидового рыболовства на шельфе в северо-западной части Берингова моря // Вопросы рыболовства. Т. 1. № 2—3. Материалы международной конференции «Биологические ресурсы окраинных и внутренних морей России и их рациональное использование (запасы, многовидовые модели, сбалансированное рыболовство, экологическая ситуация)». Сентябрь 2000 г., Ростов-на-Дону, С. 111—112.
- Датский А.В., Пальм С.А., Чикилев В.Г. 2000.** Рыбные ресурсы прибрежной зоны Анадырско-Наваринского района // Рыбное хозяйство. № 5. С. 22—24.
- Зиланов В.К., Шепель А.И., Вылегжанин А.Н., Степаненко М.А., Спавакова Т.И., Яновская Н.В. 1989.** Международные проблемы сохранения и использования живых ресурсов Берингова моря // Всесоюзный научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт экономики, информации и автоматизации систем управления рыбного хозяйства. Обзорная информация. Сер. Экономические и международно-правовые вопросы Мирового рыболовства. М. 104 с.
- Иванов Б.Г., Столяренко Д.А. 1988.** Метод сплайн-аппроксимации плотности для оценки запасов по результатам донных траловых съемок на примере креветки *Pandalus borealis* у Шпицбергена. М.: ВНИРО. 23 с.
- Кагановская С.М. 1960.** Перспективы развития промысла минтая в морях Дальнего Востока // Труды совещания по биологическим основам океанического рыболовства. АН СССР. С. 176—177.
- Качина Т.Ф., Балыкин П.А. 1981.** Нерест минтая в западной части Берингова моря // Экология, запасы и промысел минтая. Владивосток: ТИНРО. С. 63—72.

**Кашкина А.А. 1965.** Зимний ихтиопланктон района Командорских островов // Советские рыбохозяйственные исследования в северо-восточной части Тихого океана. Труды ВНИРО. Т. 58. Известия ТИНРО Т. 53. Вып. 4. С. 179–189.

**Котенев Б.Н. 1965.** Подводные долины зоны материкового и островного склона Берингова моря // Советские рыбохозяйственные исследования в северо-восточной части Тихого океана. Труды ВНИРО. Т. 58. Известия ТИНРО Т. 53. Вып. 4. С. 35–44.

**Котенев Б.Н. 1970.** Рельеф, донные отложения и некоторые особенности геологического строения материкового склона восточных районов Берингова моря // Советские рыбохозяйственные исследования в северо-восточной части Тихого океана. Труды ВНИРО. Т. 70. Известия ТИНРО. Т. 72. Вып. 5. С. 43–69.

**Котенев Б.Н. 1995.** Динамика вод как важнейший фактор долгопериодной изменчивости биопродуктивности вод и воспроизводства рыбных запасов Берингова моря // Комплексные исследования экосистем Берингова моря. М.: ВНИРО. С. 7–39.

**Котенко В.Г. 1988.** Опыт применения морфофизиологических индикаторов в исследовании нагульного минтая юго-западной части Берингова моря // Тезисы докладов расширенной конференции молодых ученых «Оценка и освоение биологических ресурсов океана, Владивосток, 26–28 апреля 1988». Владивосток: ТИНРО. С. 23–24.

**Кузнецов М.Ю., Николаев А.В., Борец Л.А., Гаврилов Г.М. 2002.** Особенности распределения минтая *Theragra chalcogramma* в северо-западной части Берингова моря осенью 2000 г. и их межгодовая изменчивость по результатам учетных съемок в 1997–2000 гг. // Вопросы рыболовства. Т. 3. № 2 (10). С. 288–303.

**Маркина Н.П., Хен Г.В. 1990.** Основные элементы функционирования пелагических сообществ Берингова моря // Известия ТИНРО. Т. 111. С. 79–93.

**Масленников В.В., Устинова Е.И., Петрук В.М. 1999.** Структурные типы вод в северо-западной части Берингова моря // Тезисы докладов XI Всероссийской конференции по промысловой океанологии. Калининград, 14–18 сентября 1999. С. 29.

**Мина М.В. 1980.** Популяции и виды в теории и в природе // Уровни организации биологических систем. М.: Наука. С. 20–40.

**Мина М.В. 1986.** Микроэволюция рыб. М.: Наука. 207 с.

**Михайлова Е.В. 1991.** Генетическая дифференциация минтая Охотского и Берингова морей // Рациональное использование биоресурсов тихоого океана: Тезисы докладов Всесоюзной конференции, 8–10 октября 1991 г. Владивосток: ТИНРО. С. 164.

**Моисеев Е.И. 1983.** Возрастной состав и темп роста восточноберингоморского минтая (*Theragra chalcogramma* Pallas) // Известия ТИНРО. Т. 107. С. 94–101.

**Моисеев П.А. 1952.** Некоторые специфические черты распределения донных и придонных рыб в дальневосточных морях // Известия ТИНРО. Т. 37. С. 129–137.

**Моисеев П.А. 1953 а.** Особенности образа жизни и распределения донных и придонных рыб в дальневосточных морях // Вопросы ихтиологии. Т. 1. Вып. 1. С. 24–36.



**Моисеев П.А. 1953 б.** Треска и камбалы дальневосточных морей // Известия ТИНРО. Т. 40. С. 288.

**Моисеев П.А. 1963.** Некоторые научные предпосылки для организации Берингово-морской научно-промысловой экспедиции // Советские рыбохозяйственные исследования в северо-восточной части Тихого океана. Труды ВНИРО. Т. 48. Известия ТИНРО. Т. 50. Вып. 1. С. 7–12.

**Мусяненко Л.Н. 1963.** Ихтиопланктон Берингова моря по материалам Берингово-морской экспедиции ТИНРО-ВНИРО 1958–1959 гг. // Советские рыбохозяйственные исследования в северо-восточной части Тихого океана. Труды ВНИРО. Т. 48. Известия ТИНРО Т. 50. Вып. 1. С. 239–270.

**Мусяненко Л.Н. 1970.** Размножение и развитие рыб Берингова моря // Советские рыбохозяйственные исследования в северо-восточной части Тихого океана. Труды ВНИРО. Т. 70. Известия ТИНРО Т. 72. Вып. 5. С. 166–224.

**Натаров В.В. 1963.** О водных массах и течениях Берингова моря // Советские рыбохозяйственные исследования в северо-восточной части Тихого океана. Труды ВНИРО. Т. 48. Известия ТИНРО Т. 50. Вып. 1. С. 111–133.

**Нейман А.А. 1963.** Количественное распределение бентоса и кормовая база донных рыб в восточной части Берингова моря // Советские рыбохозяйственные исследования в северо-восточной части Тихого океана. Труды ВНИРО. Т. 48. Известия ТИНРО Т. 50. Вып. 1. С. 145–205.

**Николаев А.В., Степаненко М.А. 2001.** Состояние ресурсов, особенности распределения восточнберингово-морской популяции минтая (*Theragra chalcogramma*) по результатам акустической съемки летом 1999 г. // Известия ТИНРО. Т. 128. Ч. 1. С. 188–206.

**Павлычев В.П., Степаненко М.А., Басюк Е.О. 1999.** Межгодовые колебания гидрологических условий и дифференциация минтая в Анадырском заливе // Тезисы докладов XI Всероссийской конференции по промысловой океанологии, Калининград, 14–18 сентября 1999 г. С. 89.

**Поляков А.В. 1996.** Mapdesigner. Программа построения карт распределения запаса и планирования съемки. Руководство пользователя. М.: ВНИРО. 46 с.

**Радченко В.И., Волков А.Ф., Фигуркин А.А. 1995.** Особенности сезонного состояния планктонных и рыбных сообществ эпипелагиали Берингова моря // Комплексные исследования экосистем Берингова моря. М.: ВНИРО. С. 329–335.

**Радченко В.И., Соболевский Е.И. 1992.** Сезонная динамика пространственного распределения минтая *Theragra chalcogramma* в Беринговом море // Вопросы ихтиологии. Т. 32. Вып. 5. С. 84–95.

**Радченко В.И., Фещенко О.Б. 1996.** Современное состояние запасов минтая и перспективы их эксплуатации // Итоги шестой (заключительной) сессии конференции Организации Объединенных Наций по трансграничным рыбным запасам и запасам далеко мигрирующих рыб. Нью-Йорк, 24 июля – 4 августа 1995 г., Нью-Йорк, 4–5 декабря 1995 г. / Ред. Зиланов В.К., Котенев Б.Н. М.: ВНИРО. С. 15–20.

**Серобаба И.И. 1968.** Перест минтая *Theragra chalcogramma* (Pallas) в северо-восточной части Берингова моря // Вопросы ихтиологии. Т. 8. Вып. 6 (53). С. 992–1003.

- Серобаба И.И. 1974.** О размножении минтая в восточной части Берингова моря // Известия ТИНРО. Т. 75. С. 47–55.
- Серобаба И.И. 1977.** Сведения о популяционной структуре минтая *Theragra chalcogramma* (Pallas) Берингова моря // Вопросы ихтиологии. Т. 17. Вып. 2 (103). С. 247–260.
- Серобаба И.И. 1979.** Воспроизводительная способность минтая из восточной части Берингова моря в связи с изменением его численности // Биология моря. № 3. С. 74–77.
- Симпсон Д.Г. 1948.** Темпы и формы эволюции. М.: Гос. Изд-во иностранной литературы. 358 с.
- Соболевский Е.И., Чеблукова Л.В., Радченко В.И. 1991.** Пространственное распределение сеголеток минтая *Theragra chalcogramma* в западной части Берингова моря // Вопросы ихтиологии. Т. 31. Вып. 5. С. 766–775.
- Степаненко М.А. 2001 а.** Возрастная изменчивость пространственной дифференциации минтая *Theragra chalcogramma* в восточной и северо-западной частях Берингова моря // Известия ТИНРО. Т. 128. Ч. 1. С. 125–135.
- Степаненко М.А. 2001 б.** Состояние запасов, межгодовая изменчивость численности пополнения и промысловое использование минтая восточноберингово-морской популяции в 80–90-е годы // Известия ТИНРО. Т. 128. Ч. 1. С. 145–152.
- Степаненко М.А. 2003.** Нерестовые группировки минтая в восточной части Берингова моря и их функционирование // Известия ТИНРО. Т. 133. С. 67–80.
- Степаненко М.А., Николаев А.В. 2004.** Основные закономерности межгодовой изменчивости пространственной дифференциации минтая (*Theragra chalcogramma*) в северной и восточной частях Берингова моря, численность и условия его обитания в летний период 1999–2003 гг. // Известия ТИНРО. Т. 136. С. 148–161.
- Тимофеев-Ресовский Н.В., Яблоков А.В., Глотов Н.В. 1973.** Очерк учения о популяции. М.: Наука. 277 с.
- Фадеев Н.С. 1988.** Распределение и миграции минтая в Беринговом море // Рыбное хозяйство. № 7. С. 46–47.
- Фадеев Н.С. 1990 а.** Промысел и состояние запасов минтая // Биологические ресурсы шельфовых и окраинных морей Советского Союза. М.: Наука. С. 99–111.
- Фадеев Н.С. 1990 б.** Распределение и миграции минтая в Беринговом море // Рукопись, депонированная во ВНИЭРХ. № 1099-рх 90. 69 с.
- Фадеев Н.С. 1991.** Распределение и миграции минтая в Беринговом море. М.: ВНИРО. 53 с.
- Фадеев Н.С. 2001.** Результаты донных траловых съемок по минтаю в северо-западной части Берингова моря в 1996 г. // Известия ТИНРО. Т. 128. Ч. 1. С. 92–102.
- Фадеев Н.С., Веспестад В. 2001.** Обзор промысла минтая // Известия ТИНРО. Т. 128. Ч. 1. С. 75–91.
- Фадеев Н.С., Грицай Е.В. 1999.** Промысел и размерно-возрастной состав минтая в северной части Берингова моря в 1995–1998 гг. // Известия ТИНРО. Т. 126. Ч. 1. С. 237–245.

**Фадеев Н.С., Грицай Е.В. 2003.** Обзор промысла и анализ размерно-возрастного состава минтая в Наваринском районе в 1998–2002 гг. // Известия ТИНРО. Т. 134. С. 135–143.

**Флусова Г.Д. 1987.** Популяционная структура минтая *Theragar chalcogramma* (Pallas) // Генетические исследования морских гидробионтов. Материалы III Всесоюзного совещания по генетике и гибридизации рыб. Сентябрь 1986 г., Тарту. М.: ВНИРО. С. 80–94.

**Флусова Г.Д., Богданов Л.В. 1986.** Популяционная структура минтая по данным генетических исследований // Тресковые дальневосточных морей. Владивосток: ТИНРО. С. 79–88.

**Флусова Г.Д., Моисеев Е.И. 1981.** Популяционно-генетические исследования минтая *Theragra chalcogramma* в Беринговом море // Генетика, селекция и гибридизация рыб. Тезисы докладов II Всесоюзного Совещания. Ростов-на Дону. С. 138–139.

**Хен Г.В. 1987.** Межгодовые изменения температуры воды в юго-восточной части Берингова моря и ее роль в колебании урожайности восточоберингоморского минтая // Популяционная структура, динамика численности и экология минтая. Владивосток. С. 209–220.

**Хен Г.В. 1988.** Сезонная и межгодовая изменчивость вод Берингова моря и ее влияние на распределение и численность гидробионтов. Автореферат дисс. на соиск. уч. степ. канд. геогр. наук. Владивосток: ТИНРО. 160 с.

**Хен Г.В. 1999.** Пространственно-временная характеристика вод Анадырского залива и прилегающей акватории области шельфа в летне-осенний период // Известия ТИНРО. Т. 126. С. 587–602.

**Хен Г.В., Воронина В.Ф. 1986.** Межгодовые колебания южной границы холодных шельфовых вод в восточной части Берингова моря в связи с крупномасштабной синоптической изменчивостью // Труды ДВНИИ. Вып. 125. С. 10–18.

**Цыбань А.В. 2000.** Динамика экосистем Берингова и Чукотского морей. М.: Наука. 357 с.

**Чернявский В.И., Жигалов И.А., Матвеев В.И. 1993.** Океанологические основы формирования зон высокой биологической продуктивности Охотского моря // Гидрометеорология и гидрохимия морей. Проект «Моря». Т. 9. Охотское море. Вып. 2. Гидрохимические условия и океанологические основы биологической продуктивности. С-Пб.: Гидрометиздат. С. 157–160.

**Шатуновский М.И. 1980.** Экологические закономерности обмена веществ морских рыб. М.: Наука. 283 с.

**Шмит В.Ф. 1933.** К вопросу о нерестилище трески в советских водах Берингова моря и морфологии личинок тихоокеанской трески // Вестник дальневосточного филиала АН СССР. №1. С. 5–17.

**Шубина Е.А., Глубоков А.И. 2003.** Генетика субполярных рыб и беспозвоночных (обзор материалов 20-го симпозиума Лоуэлла Уэйкфилда). М.: ВНИРО. 39 с.

**Шунтов В.П. 1991.** Функциональная структура ареала минтая в Беринговом море // Биология моря. № 4. С. 3–14.

**Шунтов В.П., Бочаров Л.Н., Дулепова Е.П., Волков А.Ф., Темных О.С., Волвенко И.В., Мельников И.В., Надточий В.А. 2003.** Результаты мониторин-

га и экосистемного изучения биологических ресурсов дальневосточных морей России (1998–2002 гг.) // Известия ТИНРО. Т. 132. С. 3–26.

**Шунтов В.П., Волков А.Ф., Ефимкин А.Я. 1988.** Состав и современное состояние сообществ рыб пелагиали западной части Берингова моря // Биология моря. № 2. С. 56–65.

**Шунтов В.П., Волков А.Ф., Темных О.С., Дулепова Е.П. 1993.** Минтай в экосистемах дальневосточных морей. Владивосток: ТИНРО. 425 с.

**Шунтов В.П., Дулепова Е.П. 1995.** Современное состояние, био- и рыбопродуктивность экосистемы Берингова моря // Комплексные исследования экосистем Берингова моря. М.: ВНИРО. С. 358–387.

**Шунтов В.П., Радченко В.И., Дулепова Е.П., Темных О.С. 1997.** Биологические ресурсы дальневосточной российской экономической зоны: структура пелагических и донных сообществ, современный статус, тенденции многолетней динамики // Известия ТИНРО. Т. 122. С. 3–15.

**Яблоков А.В. 1987.** Популяционная биология. М.: Высшая школа. 303 с.

**Alverson D.L., Wilimovsky N.J. 1966.** Fishery investigation of the southeastern Chukchi Sea // Environment of the cape Thompson Region, Alaska. U.S. atomic energy comission, ed. J.J.Wilimovsky, Washington D.C. P. 843–860.

**Annual Conferences of the parties to the Convention on the conservation and management of the Central Bering Sea pollock. 2004.** // World Wide WEB publication. [http://www.afsc.noaa.gov/refm/cbs/convention\\_conferences.htm](http://www.afsc.noaa.gov/refm/cbs/convention_conferences.htm)

**Avise J.C., Arnold J., Ball R.M., Birmingham E., Lamb T., Neigel J.E., Reeb C.A., Saunders N.C. 1987.** Intraspecific phylogeography: the mitochondrial DNA bridge between population genetics and systematics // Ann. Rev. Ecol. Syst. V. 18. P. 489–522.

**Bailey K.M., Quinn T.J., Bentzen P., Grant W.S. 1999 a.** Population structure and dynamics of walleye pollock, *Theragra chalcogramma* // Advances in Marine Biology. V. 37. P. 179–255.

**Bailey K.M., Quinn T.J., Bentzen P., Grant W.S. 1999 b.** Population ecology and structural and dynamics of walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) // Dynamics of the Bering Sea. Eds. T.R.Loughlin, K.Ohtani. Univ. of Alaska Sea Grant, Fairbanks. P. 581–614.

**Bakkala R.G., Maeda T., McFarlane G. 1986.** Distribution and stock structure of pollock (*Theragra chalcogramma*) in the North Pacific Ocean // Bull. INPFC. No. 45. Symp. on biology stock assesment and management of pollock, pacific cod and hake in the North Pacific, Anchorage, Alaska, Oct. 26 to 28, 1983. P. 3–20.

**Bakkala R.G., Smith G.B. 1978.** Demersal fish resources of the Eastern Bering Sea. Spring 1976 // NMFS. Northwest and Alaska Fish. Cent. Proc. Rep. Seattle: Washingthon. 23 p.

**Bakkala R.G., Wakabayashi K., Sample T.M. 1985.** Results of the demersal trawl surveys // Bull. INPFC. No. 44. Res. of cooperative U.S.-Japan groundfish investigations in the Bering Sea during May-August 1979. P. 39–191.

**Balykin P.A. 1989.** Western Bering Sea walleye pollock population dynamics and stock conditions // Proc. Int. Sym. Biol. and Manag. walleye pollock, Anchorage, Alaska Nov. 14–16, 1988, P. 559–568.

- Balykin P.A. 1996.** Dynamics and abundance of Western Bering Sea walleye pollock // Ecology of the Bering Sea. A review of Russian literature / Ed. O.A.Mathisen and K.O.Coyle. P. 177–182.
- Beamish R.J. 1993.** Climate and exceptional fish production off the west coast of North America // Can. J. Fish. Aquat. Sci. V. 50. No. 2. P. 270–291.
- Bond N.A., Overland J.E., Turet P. 1994.** Spatial and temporal characteristics of the wind forcing of the Bering Sea // J. Climate. V. 7. P. 1119–1130.
- Brodeur R.D., Kruse G.H., Livingston P.A. 1998.** Living marine resources (Groundfish, salmon and crabs) // Rep. FOCI Int. Workshop. Recent conditions in the Bering Sea. 37 p.
- Brooker A.L., Cook D., Bentzen J.M., Wright J.M., Doyle R.W. 1994.** Organization of microsatellites differs between mammals and cold-water teleost fishes // Can. J. Fish. Aqua. Sci. V. 51. P. 1959–1966.
- Bulatov O.A. 1989.** Reproduction and abundance of spawning pollock in the Bering Sea // NOAA Tech. Mem. NMFS F/NWC-163, Proc. Int. Sci. Sym. on Bering Sea Fish., Sitka, Alaska July 19–21, 1988, P. 40–47.
- Canino M.F., Bentzen P. 2004.** Evidence for positive selection at the pantophysin (*Pan I*) locus in walleye pollock *Theragra chalcogramma* // Mol. Biol. Evol. V. 21. P. 1391–1400.
- Canino M., O'Reilly P., Bentzen P., Bailey K. 2002.** Contrasting patterns of population differentiation in walleye pollock // 20<sup>th</sup> Lowell Wakefield Sym. Genetics of subpolar fish and invertebrates, May 29–31, 2002, Juneau, Alaska. Abstracts. Sea Grants Univ. Alaska. P. 46.
- Coachman L.K. 1986.** Circulation, water masses, and fluxes on the Southeastern Bering Sea shelf // Continental Shelf Res. V. 5. P. 23–108.
- Cokelet E.D., Schall M.L., Dougherty D. 1996.** ADCP-referenced geostrophic circulation in the Bering Sea basin // J. Phys. Oceanogr. V. 26. P. 113–128.
- Cokelet E.D., Stabeno P.J. 1997.** Mooring observations of the thermal structure, density stratification and currents in the SE Bering Sea basin // J. Geophys. Res. V. 102. P. 22947–22967.
- Dawson P.K. 1989 a.** Stock identification of Bering Sea walleye pollock // NOAA Tech. Mem. NMFS F/NWC-163, Proc. Int. Sci. Sym. on Bering Sea fish., Sitka, Alaska July 19–21, 1988, P. 184–206.
- Dawson P.K. 1989 b.** Walleye pollock stock structure implications from age composition, length-at-age, and morphometric data from the Central and Eastern Bering Sea // Proc. Int. Sym. and Manag. walleye pollock, Anchorage, Alaska Nov. 14–16, 1988, P. 605–644.
- Dell'Arciprete O.P. 1992.** Growth, mortality, and transport of walleye pollock larvae (*Theragra chalcogramma*) in the Eastern Bering Sea. M.S. Thesis: Univ. of Washington. 25 p.
- Ebessmeyer C.C., Cayan D.R., McLain D.R., Nichols F.H., Peterson D.N., Redmond K.T. 1991.** 1976 step in the Pacific climate: forty environmental changes between 1968–1975 and 1977–1984 // Proc. Seventh Ann. Pacific climate (PACLIM) Workshop, Apr. 1990. P. 115–126.

**Fadeyev N.S. 1989 a.** Spatial and temporal variability of the Eastern Bering Sea walleye pollock size composition in relation to its migrations // Proc. Int. Sym. Biol. and Manag. walleye pollock, Anchorage, Alaska Nov. 14–16, 1988. P. 497–508.

**Fadeyev N.S. 1989 b.** Methods for calculating pollock size and sex structure using egg survey data // Proc. Int. Sym. Biol. and Manag. walleye pollock, Anchorage, Alaska Nov. 14–16, 1988. P. 509–514.

**Fisheries Agency Japan. 1984.** Survey of the pelagic pollock resources in the Aleutian basin. Rep. of R/V Kaiyo Maru survey cruises, 1982 season. Tokyo: Fish. Agency Japan. 214 p.

**Francis R.C., Bailey K.B. 1983.** Factors affecting recruitment of selected gadoids in the Northeast Pacific and Eastern Bering Sea // From year to year. Ed. Wooster W., Washington Sea Grant, Univ. Washington, Seattle. P. 35–60.

**Global capture production 1950–2005. 2006.** World Wide WEB publication. <http://www.fao.org/figis/servlet/TablandArea>.

**Glubokov A.I., Kotenev B.N., Gritsenko O.F. 2002.** Current status of walleye pollock stock in the North-Western Bering Sea // Tech. Rep. Hokkaido Nat. Fish. Res. Inst. No. 5. Pap. from «Pollock stock structure and identification workshop» Yokohama, Japan, 7–9 Sep., 1999. P. 35–39.

**Glubokov A.I., Popov S.B. 2004 a.** Results of Russian echointegration and trawl surveys in the Donut Hole during autumn 2003 // Abs. 13<sup>th</sup> PICES Ann. Meet. Hawaii, USA, 14–24 October, 2004. P.5.

**Glubokov A.I., Popov S.B. 2004 b.** Results of echointegration and trawl surveys of walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) in the Donut Hole during November 2003 aboard the ship «Pioner Nikolayeva» // World Wide WEB publication. <http://www.afsc.noaa.gov/refm/cbs/docs/8<sup>th</sup>Annualconferences/Att5-Rep2>. 20 p.

**Grant S. 2002.** Limits of genetic methods for defining stocks of walleye pollock // Tech. Rep. Hokkaido Nat. Fish. Res. Inst. No. 5. Pap. from «Pollock stock structure and identification workshop» Yokohama, Japan, 7–9 Sep., 1999. P. 41–53.

**Grant W.S., Utter F.M. 1980.** Biochemical genetic variation in walleye pollock, *Theragra chalcogramma*: population structure in the Southeastern Bering Sea and Gulf of Alaska // Can. J. Fish. Aquat. Sci. V. 37. P. 1093–1100.

**Haldorson L. 1989.** Reproduction and life history workshop // Proc. Int. Sym. Biol. and Manag. walleye pollock, Anchorage, Alaska Nov. 14–16, 1988. P. 729–737.

**Haryu T. 1980.** Larval distribution of walleye pollock, *Theragra chalcogramma* (Pallas), in the Bering Sea, with special reference to morphological changes // Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ. V. 31 (2). P. 121–136.

**Hashimoto R., Koyachi S. 1977.** Geographical variation of relative growth of walleye pollock *Theragra chalcogramma* (Pallas) // Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab. V. 38. P. 41–74.

**Hinckley S. 1987.** The reproductive biology of walleye pollock *Theragra chalcogramma*, in the Bering Sea, with reference to spawning stock structure // Fish. Bull. V. 85. N. 3. P. 481–498.

**Hollowed A.B., Wooster W.S. 1992.** Variability of winter ocean conditions and strong year classes of Northeast Pacific groundfish // ICES Mar. Sci. Symp. V. 195. P. 433–444.

**Honkalento T., Williamson N. 1997.** Walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) abundance in the Southeastern Aleutian basin near Bogoslov Island during February-March, 1997 // NMFS. NOAA Tech. Mem. NMFS-AFSC. 20 p.

**Ianelli J.N., Barbeaux S., Walters G., Honkalento T., Williamson N. 2004.** Eastern Bering Sea walleye pollock stock assessment // World Wide WEB publication. [http://www.afsc.noaa.gov/refm/docs/2004/EBS\\_pollock.pdf](http://www.afsc.noaa.gov/refm/docs/2004/EBS_pollock.pdf). 90 p.

**Ianelli J.N., Barbeaux S., Honkalento T., Kotwicki S., Aydin K., Williamson N. 2006.** Assessment of alaska pollock in the Eastern Bering Sea // World Wide WEB publication. [http://www.afsc.noaa.gov/refm/docs/2006/EBS\\_pollock.pdf](http://www.afsc.noaa.gov/refm/docs/2006/EBS_pollock.pdf). 138 p.

**Ianelli J.N., Fritz L., Honkalento T. 1998.** Eastern Bering Sea walleye pollock stock assessment with yield considerations for 1999 // NMFS. NOAA Tech. Mem. F/AKC. 63 p.

**Incze L.S., Clarke M.E., Goering J.J., Nishiyama T., Paul A.J. 1984.** Eggs and larvae of walleye pollock and relationships to the planctonic environment // NOAA Tech. Mem. NMFS F/NWC-62. Proc. of the Workshop on walleye pollock and its ecosystem in the Eastern Bering Sea. P. 109–159.

**Iwata M. 1975.** Genetics identification of walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) based on tetrazolium oxidase polymorphism // Comp. Biochem. Physiol. V. 50B. P. 197–201.

**Janusz J., Linkowski T.B. 1989.** Results of the population studies of walleye pollock *Theragra chalcogramma* in the Bering Sea // NOAA Tech. Mem. NMFS F/NWC-163, Proc. Int. Sci. Sym. on Bering Sea fish., Sitka, Alaska July 19–21, 1988. P. 216–230.

**Johnson A.G. 1977.** A survey of biochemical variants found in groundfish stocks from the North Pacific and Bering Sea // Animal blood groups and biochemical genetics 8. P. 13–19.

**Karp W.A., Traynor J.J. 1989.** Assessments of the abundance of Eastern Bering Sea walleye pollock stocks // Proc. Int. Sym. Biol. and Manag. walleye pollock, Anchorage, Alaska Nov. 14–16, 1988. P. 433–456.

**Katugin O.N. 2002.** Biochemical genetic variation and population structure study in walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) from the Bering Sea // Tech. Rep. Hokkaido Nat. Fish. Res. Inst. No. 5. Pap. from «Pollock stock structure and identification workshop» Yokohama, Japan, 7–9 Sep., 1999. P. 91–95.

**Khen G.V. 1989.** Oceanographic conditions of the Bering Sea biological productivity // NOAA Tech. Mem. NMFS F/NWC-163, Proc. Int. Sci. Sym. on Bering Sea fish., Sitka, Alaska July 19–21, 1988. P. 404–424.

**Kim S.-S., Yang W.-S. 2002.** Mitochondrial DNA preliminary analysis and meristic characters comparison for stock identification of walleye pollock, *Theragra chalcogramma*, from the North Pacific // Tech. Rep. Hokkaido Nat. Fish. Res. Inst. No. 5. Pap. from «Pollock stock structure and identification workshop» Yokohama, Japan, 7–9 Sep., 1999. P. 29–32.

**Kinder T.H., Coachman L.K., Galt J.A. 1975.** The Bering Slope Current system // J. Phys. Oceanogr. V.5. P. 231–244.

**Kinder T.H., Coachman L.K. 1978.** The front overlying the continental slope in the Bering Sea // J. Geophys. Res. V. 83. P. 4551–4559.

**Kinder T.N., Schumacher J.D. 1982.** Circulation over the continental shelf of the Southeastern Bering Sea // The Eastern Bering Sea shelf: oceanography and resources. Hood D.W., Calder J.A. eds. V. 1. P. 53–93.

**Koyachi S., Hashimoto R. 1977.** Preliminary survey of variation of meristic characters of walleye pollock *Theragra chalcogramma* (Pallas) // Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab. V. 38. P. 17–40.

**Low L.-L. 1989.** Stock structure and assessment workshop // Proc. Int. Sym. Biol. and Manag. walleye pollock, Anchorage, Alaska Nov. 14–16, 1988. P. 755–765.

**Maeda T. 1971.** Subpopulations and migration pattern of the alaska pollock in the Eastern Bering Sea // Bull. Jap. Soc. Fish. Oceanogr. V. 19. P. 15–32.

**Maeda T. 1972.** Fishing grounds of the Alaska pollock // Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. V. 38. N. 4. P. 362–371.

**Maeda T., Hirakawa H. 1977.** Spawning grounds and distribution pattern of the alaska pollock in the Eastern Bering Sea // Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. V. 43. P. 55–63.

**Megrey B.A. 1989.** An overview and synthesis of available information on Eastern Bering Sea walleye pollock reproduction and early life history // NOAA Tech. Mem. NMFS F/NWC-163, Proc. Int. Sci. Sym. on Bering Sea fish., Sitka, Alaska July 19–21, 1988. P. 48–80.

**Mito K., Sasaki T., Yoshimura T. 1990.** Assessments of the walleye pollock resource in the Eastern Bering Sea by Japanese scientists // Bull. INPFC. No. 50, Proc. Sym. Application stock assessment techniques to gadoids, Washington, Oct. 31 – Nov. 1, 1989. P. 159–178.

**Mulligan T.G., Bailey K., Hinckley S. 1989.** The occurrence of larval and juvenile walleye pollock, *Theragra chalcogramma*, in the Eastern Bering Sea with implications for stock structure // Proc. Int. Sym. Biol. and Manag. walleye pollock, Anchorage, Alaska Nov. 14–16, 1988. P. 471–490.

**Mulligan T.G., Chapman R.W., Brown B.L. 1992.** Mitochondrial DNA analysis of walleye pollock, *Theragra chalcogramma*, from the Eastern Bering Sea and Shelikof Strait, Gulf of Alaska // Can. J. Fish. Aquat. Sci. V. 49. P. 319–326.

**Nei M., Li W.-H. 1973.** Linkage disequilibrium in subdivided populations // Genetics. V.75. P. 213–219.

**Niebauer H.J. 1988.** Effects of El Nino-Southern oscillation and North Pacific weather patterns on interannual variability in the subarctic Bering Sea // J. Geophys. Res. V. 93. P. 5051–5068.

**Niebauer H.J., Hollowed A.B. 1993.** Speculations on the connection of atmospheric and oceanic variability to recruitment of marine fish stocks in Alaska waters // Is it food?: Addressing marine mammal and seabird declines: workshop summary. Alaska Sea Grant Rep. 93-01. P. 45–53.

**Nishimura A. 1998.** Growth of age 0 and age 1 walleye pollock in the different domains of the Eastern Bering Sea // Mem. Fac. Fish. Hokkaido Univ. V. 45. N. 1 (63). Spec ed. N. 2. P. 71–76.

**Nishimura A. 2002.** Review of pollock stock structure studies in the Japanese Institutes. I. Phenotypic characteristic and otolith application studies // Tech. Rep. Hokkaido Nat. Fish. Res. Inst. No. 5. Pap. from «Pollock stock structure and identification workshop» Yokohama, Japan, 7–9 Sep., 1999. P. 15–18.



**Nishiyama T., Haryu T. 1981.** Distribution of walleye pollock eggs in the uppermost layer of the Southeastern Bering Sea // In D.W. Hood and J.A. Calder (ed.). The Eastern Bering Sea shelf: oceanography and resources. V. 2. P. 993–1012.

**Ogawa T. 1956.** Studies on fisheries and biology of important fish Suketo-dara (pollock) // Bull. Jpn. Sea Reg. fish. Res. Lab. V. 4. P. 93–140.

**Okada K. 1977.** Preliminary report of acoustic survey on pollock stocks in the Aleutian basin and adjacent waters in summer of 1977 // NPFC report. Doc. N. 1981. 19 p.

**Okada K. 1986.** Biological characteristics and abundance of pelagic pollock in the Aleutian basin // Bull. INPFC. No. 45. Symp. on biology stock assesment and management of pollock, pacific cod and hake in the North Pacific, Anchorage, Alaska, Oct. 26–28, 1983. P. 150–176.

**Okada K., Yamaguchi H. 1985.** Results of the Japanese hydroacoustic survey of pollock in the Aleutian basin // Bull. INPFC. No. 44. Res. of cooperative U.S.-Japan groundfish investigations in the Bering Sea during May–August 1979. P. 200–207.

**Olsen J.B., Merkouris S.E., Seeb J.E. 2002.** An examination of spatial and temporal genetic variation in walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) using allozyme, mitochondrial DNA, and microsatellite data // Fish. Bull. U.S.A. V. 100. N. 4. 752–764.

**Parsons P.A. 1995.** Adaptation // Analytical biogeography. L.: Chapman, Hall. P. 165–184.

**Pereyra W.T., Reeves J.E. Bakkala R.G. 1976.** Demersal fish and shellfish resources of the Eastern Bering Sea in the baseline year 1975 // NMFS, Northwest and Alaska Fish Cent. Proc. Rep. Seattle, Washington. P. 123.

**Quast J. 1972.** Preliminary report on the fish collected on WEBSEC-70 // WEBSEC-70 an ecological survey in the Eastern Chukchi Sea, Sep.–Oct. 1970. U.S. Coast Guard Oceanogr. Rep. 50.

**Quattro J.M., Powers D.A. 1994.** Molecular population genetics of the walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) in the Bering Sea and Gulf of Alaska // 3<sup>rd</sup> Int. Mar. Biotech. Conf.: Program, abstracts and list of participants., Tromsø, Norway, 7–12 Aug. 1994. P. 89.

**Radchenko V.I., Khen G.V., Slabinsky A.M. 2001.** Cooling in the Western Bering Sea in 1999: quick propagation of La Nina signal or compensatory process effect? // Progress in Oceanography. V. 49. P. 407–422.

**Reed R.K. 1996.** On the variable subsurface environment of fish stocks in the Bering Sea // Fish. Oceanogr. V. 4. P. 317–323.

**Reed R.K., Khen G.V., Stabeno P.J., Verkhunov A.V. 1993.** Water properties and flow over the deep Bering Sea basin, summer 1991 // Deep sea Res. V. 40. P. 2325–2334.

**Reed R.K., Stabeno P.J. 1993.** The return of the Alaskan Stream to near strait // J. Mar. Res. V. 51. P. 515–527.

**Reed R.K., Stabeno P.J. 1999.** The Aleutian North Slope flow // Dynamics of the Bering Sea, ed. by Loughlin T.R., Ohtani K. Fairbanks: Univ. of Alaska Sea Grant, AK-SG-99-03. P. 177–191.

**O'Reilly P., Canino M., Bailey K., Bentzen P. 2000.** Isolation of twenty low stutter di- and tetranucleotide microsatellites for population analyses of walleye pollock and other gadoids // J. Fish Biol., 56: 1074–1086.

**O'Reilly P., Canino M., Bailey K., Bentzen P. 2002.** High resolution analysis of walleye pollock stock structure using microsatellite DNA markers // Tech. Rep. Hokkaido Nat. Fish. Res. Inst. No. 5. Pap. from «Pollock stock structure and identification workshop» Yokohama, Japan, 7–9 Sep., 1999. P. 97–107.

**O'Reilly P., Canino M., Bailey K., Bentzen P. 2004.** Inverse relationship between  $F_{st}$  and microsatellite polymorphism in the marine fish, walleye pollock (*Theragra chalcogramma*): implications for resolving weak population structure // Molecular ecology. V. 13. P. 1799–1814.

**Sakurai Y. 1989.** Reproductive characteristics of walleye pollock with special reference to ovarian development, fecundity and spawning behavior // Proc. Intern. Symp. Biol. Managem. Walleye Pollock. Nov. 1988. Fairbanks, Alaska. P. 97–115.

**Sasaki T. 1989.** Synopsis of biological information on pelagic pollock in the Aleutian basin // NOAA Tech. Mem. NMFS F/NWC-163, Proc. Int. Sci. Sym. on Bering Sea Fish., Sitka, Alaska July 19–21, 1988. P. 80–182.

**Schumacher J.D., Reed R.K. 1992.** Characteristics of currents over the continental slope of the Eastern Bering Sea // J. Geophys. Res. V. 97. P. 9423–9433.

**Schumacher J.D., Stabeno P.J. 1994.** Ubiquitous eddies of the Eastern Bering Sea and their coincidence with concentrations of larval pollock // Fisheries Oceanography. V. 3. P. 182–190.

**Schumacher J.D., Stabeno P.J. 1998.** The continental shelf of the Bering Sea // The sea. V. XI. The global coastal ocean: regional studies and synthesis, eds. by Robinson A.R., Brink K.H., New York: John Wiley Inc. P. 789–822.

**Seeb J.E., Ergers C., Merkouris S., Varnavskaya N., Olsen J.B. 2002.** Population structure of walleye pollock inferred from fluctuating allele frequencies at the allozyme locus SOD // Tech. Rep. Hokkaido Nat. Fish. Res. Inst. No. 5. Pap. from «Pollock stock structure and identification workshop» Yokohama, Japan, 7–9 Sep., 1999. P. 79–83.

**Shields G.F., Gust G.R. 1995.** Lack of geographic structure in mitochondrial DNA sequences of Bering Sea walleye pollock, *Theragra chalcogramma* // Mol. Mar. Biol. Biotechnol. V. 4. P. 69–82.

**Shubina E.A., Mel'nikova M.N., Glubokov A.I. 2002.** Analysis of the genetic structure of Northwestern Bering Sea pollock (*Theragra chalcogramma*) // 20<sup>th</sup> Lowell Wakefield Sym. Genetics of subpolar fish and invertebrates, May 29–31, 2002, Juneau, Alaska. Abstracts. Sea Grants Univ. Alaska. P. 50.

**Shubina E.A., Melnikova M.N., Glubokov A.I. 2003.** Comparative population-genetic analysis of pollock *Theragra chalcogramma* from the Bering Sea and water off the North Kuril Islands based on polymorphic microsatellite markers. Brief results of genetic research during the last two years // [http://www.afsc.noaa.gov/refm/cbs/docs/8<sup>th</sup> Annual conferences](http://www.afsc.noaa.gov/refm/cbs/docs/8th%20Annual%20conferences). P. 70–72.

**Shubina E.A., Mel'nikova M.N., Glubokov A.I., Mednikov B.M. 2004 a.** Analysis of the genetic structure of Northwestern Bering Sea walleye pollock, *Theragra chalcogramma* // Environmental Biology of Fishes. V. 69. March 2004. P. 77–185.

**Shubina E.A., Mel'nikova M.N., Glubokov A.I. 2004 b.** Comparative population-genetic analysis of pollock *Theragra chalcogramma* from the Bering Sea and water off the North Kuril Islands based on polymorphic microsatellite markers // [http://www.afsc.noaa.gov/refm/cbs/docs/8<sup>th</sup> Annual conferences/Att5-Rep5](http://www.afsc.noaa.gov/refm/cbs/docs/8th%20Annual%20conferences/Att5-Rep5). p. 18.

- Shubina E.A., Ponomareva E.V., Glubokov A.I. 2005.** Microsatellite analysis of the population structure of the Bering Sea pollock // [http://www.afsc.noaa.gov/refm/cbs/docs/June\\_2005\\_workshop/CBS\\_June\\_2005\\_report](http://www.afsc.noaa.gov/refm/cbs/docs/June_2005_workshop/CBS_June_2005_report). P. 49–66.
- Slatkin M. 1995.** A measure of population subdivision based upon microsatellite allele frequencies // *Genetics*. V.139, P. 457–462.
- Smith G.B. 1979.** The biology of walleye pollock // *Fish. oceanogr. Eastern Bering Sea shelf. Northwest and Alaska Fish. Center*. P. 213–279.
- Smith G.B. 1981.** The biology of walleye pollock // *The Eastern Bering Sea shelf: oceanography and resources*, Hood D.W., Calder J.A. eds. V. 1. U.S. Dep. Commer., NOAA. P. 527–551.
- Sobolevskiy E.I., Shuntov V.P., Volkov A.F. 1989.** The composition and the present state of pelagic fish communities in the Western Bering Sea // *NOAA Tech. Mem. NMFS F/NWC-163, Proc. Int. Sci. Sym. on Bering Sea fish., Sitka, Alaska July 19–21, 1988*. P. 231–245.
- Stabeno P.J., Reed R.K. 1994.** Circulation in the Bering Sea basin observed by satellite-tracked drifters: 1986–1993 // *J. Phys. Oceanogr.* V. 24. P. 848–854.
- Stabeno P.J., Schumacher J.D., Ohtani K. 1999.** The physical oceanography of the Bering Sea // *Dynamics of the Bering Sea* / Ed. by Loughlin T.R., Ohtani K. Fairbanks: Univ. of Alaska Sea Grant, AK-SG-99-03, P. 1–28.
- Stepanenko M.A. 1989.** The state of stocks and distribution of pollock in the Bering Sea // *Proc. Int. Sym. Biol. and Manag. walleye pollock, Anchorage, Alaska Nov. 14–16, 1988*, P.537–548.
- Suzuki T. 1976.** Biological characteristics of the walleye pollack *Theragra chalcogramma* (Pallas) distributed at surface layer in the central area of Bering Sea as observed by fish finder // *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.* V. 27. P. 137–144.
- Swartzman G., Napp J., Brodeur R., Winter A., Cianelli L. 2002.** Spatial patterns of pollock and zooplankton distribution in the Pribilof Islands, Alaska nursery area and their relationship to pollock recruitment // *ICES J. Mar. Sci.* V. 59. P. 1167–1186.
- Takahashi Y., Yamaguchi H. 1972.** Stock of the alaska pollock in the Eastern Bering Sea // *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* V. 38 N. 4. P. 418–419.
- Traynor J. J. 1986.** Midwater abundance of walleye pollock in the Eastern Bering Sea, 1979 and 1982 // *Bull. INPFC. No. 45. Symp. on biology stock assesment and management of pollock, pacific cod and hake in the North Pacific, Anchorage, Alaska, Oct. 26–28, 1983*. P. 121–135.
- Traynor J. J., Karp W.A., Sample T.M., Furusawa M., Sasaki T., Teshima K., Sample T.M., Williamson N.J., Yoshimura T. 1990.** Methodology and biological results from surveys of walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) in the Eastern Bering Sea and Aleutian basin in 1988 // *Bull. INPFC. N. 50. Proc. Sym. Application stock assesment techniques to gadoids, Washington, Oct. 31 – Nov. 1, 1989*. P. 69–100.
- Traynor J. J., Nelson M.O. 1985.** Results of the U.S. hydroacoustic survey of pollock on the continental shelf and slope // *Bull. INPFC. N. 44*. P. 192–199.
- Trenberth K.E., Hurrell J.W. 1994.** Decadal atmosphere-ocean variations in the Pacific // *Clim. Dynamics.* V. 9. P. 303–319.

**Vasilyev D. 2001.** Cohort models and analysis of commercial bioresources at informational supply deficit. Moscow, VNIRO, 2001. 98 p.

**Vasilyev D.A., Glubokov A.I. 2005.** Navarin walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) young fish (age 0+, 1+, 2+) surveys: do they provide consistent information for the analytic approach for the stock assessment? // 29<sup>th</sup> Fish larvae Conference. 10–14 July, 2005, Barselona, Spain. N. 158.

**Vasilyev D.A., Glubokov A.I., Kotenev B.N. 2005.** Update of navarin walleye pollock stock assessment // [http://www.afsc.noaa.gov/refm/cbs/docs/June\\_2005\\_workshop/CBS\\_June\\_2005\\_report](http://www.afsc.noaa.gov/refm/cbs/docs/June_2005_workshop/CBS_June_2005_report). P. 73–100.

**Villa R.G.W. 1999.** Determination of stock structure in two marine fisheries using nuclear microsatellites // Diss. Abst. Int. Pt. B – Sci. V. 59. N. 8. P. 3791.

**Walters V. 1955.** Fishes of arctic America and Siberia // Bull. Am. Mus. Nat. History. V. 106 (5). P. 257–371.

**Wespestad V.G. 1989.** Abundance and yield of walleye pollock on the Eastern Bering Sea and Aleutian Islands shelf and in the Aleutian basin // NOAA Tech. Mem. NMFS F/NWC-163, Proc. Int. Sci. Sym. on Bering Sea fish., Sitka, Alaska July 19–21, 1988. P. 348–375.

**Wespestad V.G. 1993.** The status of Bering Sea pollock and the effect of the «Donut Hole» fishery // Fisheries. V. 18. N. 3. P. 18–24.

**Wespestad V.G., Terry J.M. 1984.** Biological and economic yields for Eastern Bering Sea walleye pollock under differing fishing regimes // N. Amer. J. Fish. Managm. V. 4. P. 204–215.

**Willson M.T., Brodeur R. 1998.** Summer collections of age-0 pollock in the Eastern Bering Sea aboard the *Oshoro maru* // Mem. Fac. Fish. Hokkaido Univ. V. 45. N. 1. P. 62–64.

**Wolotira R.J.Jr., Sample T.M., Morin M.Jr. 1977.** Demersal fish and shellfish resources of Norton Sound, the Southeastern Chukchi Sea and adjacent waters in the baseline year 1976 // NAFC Processed Report, U.S. dep. Comm., NOAA-NMFS, Seattle, Washington. 292 p.

**Wright S. 1951.** The genetic structure of populations // Ann. Eugenics. V. 15. P. 323–354.

**Wyllie-Echeverria T. 1995.** Sea-ice conditions and the distribution of walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) on the Bering and Chukchi Sea shelf // Can Spec. Publ. of Fish. and Aquat. Sci. V. 121. P. 131–136.

**Wyllie-Echeverria T., McRoy C.P. 1992.** Larval fish distribution // Results of the joint U.S. – U.S.S.R. Bering and Chukchi Seas expedition (BEWRPAC), summer 1988. U.S. Fish and wildlife service, ed. Nagel P.S., Washington D.C. P. 195–197.

**Wyllie-Echeverria T., Wooster W.S. 1998.** Year-to-year variations in Bering Sea ice cover and some consequences for fish distributions // Fish. Oceanogr. V. 7. N. 2. P. 159–170.

**Yamaguchi H. 1984.** On the age of pelagic pollock in the Aleutian basin // Gyogyo shigen kenkuy kaigi, kitanihon sokouo bukai kaigihokoku in 1983. Tokyo: Fish. Agency Japan. P. 68–82.

**Yanagimoto T. 2002.** Review of pollock stock structure studies in the Japanese Institutes. 2. Genetic analysis // Tech. Rep. Hokkaido Nat. Fish. Res. Inst. No. 5. Pap. from «Pollock stock structure and identification workshop» Yokohama, Japan, 7–9 Sep., 1999. P. 15–18.

**Yanagimoto T., Kitamura T., Kobayashi T. 2004.** Complete nucleotide sequence and variation of mitochondrial DNA from 10 individuals of walleye pollock, *Theragra chalcogramma* // Fish. Sci. V. 70. P. 885–897.

**Yoshida H. 1978.** Some biological and ecological aspects of walleye pollock, *Theragra chalcogramma* (Pallas), in the surface layers of the Central Bering Sea in summer. Master's Thesis, Hokkaido Univ., Hakodate. 125 p.

**Yoshida H., Yoon T.-H. 1981.** Maturity and identification of the post-spawner of walleye pollock, *Theragra chalcogramma* (Pallas), in the surface layer of the Central Bering Sea in summer // Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ. V. 32. N. 4. P. 329–337.

Appendix 1.1. Cubic condition index of the Bering Sea pollock, by area and age

Год	Месяц	Прибыловский		Матвеевский		Наваринский		Корякский		Олюторский		Петропавловско-Командорский		
		М*	м**	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м	
						>10 лет								
1998	XI – XII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,594	0,002	н/а	н/а
1999	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,536	0,003	0,537	0,003	0,536	0,003	0,003	н/а	н/а
	XII	н/а	н/а	н/а	н/а	0,622	0,003	0,674	0,004	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2000	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	0,563	0,007	0,595	0,014	0,546	0,015	0,015	н/а	н/а
2001	IV	н/а	н/а	н/а	н/а	0,585	0,021	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	V	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,583	0,013	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,557	0,005	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,563	0,024	н/а	н/а	н/а
	VIII	н/а	н/а	н/а	н/а	0,588	0,011	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2002	IV	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,597	0,005	н/а	н/а
2003	X – XI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,632	0,007	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	XI	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,637	0,035	н/а	н/а	н/а
2004	II	н/а	н/а	н/а	н/а	0,599	0,009	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
				5 – 10 лет										
1998	XI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,619	0,003	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	XI – XII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,616	0,003	0,608	0,004	н/а	н/а	н/а
1999	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,564	0,005	0,57	0,003	0,548	0,002	н/а	н/а	н/а
	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,578	0,003	н/а	н/а	н/а
	XI – XII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,616	0,003	н/а	н/а	н/а
	XII	н/а	н/а	н/а	н/а	0,6	0,002	0,627	0,004	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2000	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	0,578	0,003	0,623	0,005	0,561	0,003	н/а	н/а	н/а
	VIII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,613	0,004	н/а	н/а	н/а
2001	IV	н/а	н/а	н/а	н/а	0,557	0,01	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	V	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,58	0,003	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а

Продолжение прилож. 1.1.

Год	Месяц	Прибыловский		Матвеевский		Наваринский		Корякский		Олюторский		Петропавловско-Командорский	
		М*	м**	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м
2001	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,576	0,003	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,616	0,004	0,582	0,005	н/а	н/а
	VIII	н/а	н/а	н/а	н/а	0,579	0,004	0,658	0,006	0,619	0,003	н/а	н/а
2002	IV	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,62	0,007	0,586	0,003	н/а	н/а
	X-XI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,617	0,002	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2003	XI	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,603	0,005	0,601	0,005
	II	н/а	н/а	н/а	н/а	0,65	0,011	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2004	VII	0,59	0,006	0,592	0,006	0,583	0,006	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
1998	XI-XII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,622	0,003	0,65	0,003	н/а	н/а
	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,559	0,005	0,564	0,004	0,554	0,004	н/а	н/а
1999	XI-XII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,625	0,004	н/а	н/а
	XII	н/а	н/а	н/а	н/а	0,609	0,005	0,636	0,003	н/а	н/а	н/а	н/а
2000	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	0,572	0,008	н/а	н/а	0,57	0,005	н/а	н/а
2001	IV	н/а	н/а	н/а	н/а	0,533	0,016	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	V	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,555	0,004	н/а	н/а	н/а	н/а
2002	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,547	0,006	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,62	0,007	0,578	0,005	н/а	н/а
2003	VIII	н/а	н/а	н/а	н/а	0,598	0,005	0,688	0,008	0,638	0,009	н/а	н/а
	IV	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,585	0,005	н/а	н/а
2004	X-XI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,628	0,005	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	XI	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,597	0,004	0,623	0,005
1999	VII	0,613	0,006	0,61	0,004	0,604	0,003	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,516	0,004	н/а	н/а	0,532	0,005	н/а	н/а
2000	XI-XII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,618	0,003	н/а	н/а
	XII	н/а	н/а	н/а	н/а	0,606	0,005	0,62	0,004	н/а	н/а	н/а	н/а
2000	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,546	0,006	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а

## Окончание прилож. 1.1.

Год	Месяц	Прибыловский		Матвеевский		Наваринский		Корякский		Омготорский		Петропавловско-Командорский	
		М'	м**	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м
2001	V	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,548	0,013	н/а	н/а	н/а	н/а
	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,546	0,01	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,644	0,006	н/а	н/а	н/а	н/а
2003	VIII	н/а	н/а	н/а	н/а	0,599	0,013	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	X - XI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,633	0,006	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2004	XI	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,593	0,003	н/а	н/а
	VII	0,623	0,01	0,622	0,009	0,614	0,004	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
1999	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,497	0,006	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	XII	н/а	н/а	н/а	н/а	0,594	0,005	0,621	0,006	н/а	н/а	н/а	н/а
2000	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,503	0,007	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	V	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,559	0,029	н/а	н/а	н/а	н/а
2001	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,544	0,005	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	X - XI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,635	0,007	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2003	XI	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,586	0,003	н/а	н/а
	VII	0,556	н/а	0,574	0,014	0,602	0,007	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
1999	XII	н/а	н/а	н/а	н/а	0,546	0,007	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,487	0,009	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2001	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,499	0,008	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	X - XI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,593	0,009	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2003	XI	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,582	0,026	н/а	н/а
	VII	н/а	н/а	0,585	0,007	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2003	X - XI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,554	0,014	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а

\*Среднее арифметическое.

\*\*Ошибка среднего.

Примечание. Здесь и далее н/а — нет данных



**Приложение 1.2.** Гонадосоматический индекс самок минтая Берингова моря по районам и возрастам  
(обозначения те же, что и в приложении 1.1)

**Appendix 1.2.** Gonadosomatic index of the female pollock of the Bering Sea, by area and age (notation as in 1.1)

Год	Месяц	Прибыловский		Матвеевский		Наваринский		Корякский		Олюторский		Петропавловско-Командорский	
		М	м	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м
1998	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	3,02	0,26	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	VIII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	1,83	0,24	н/а	н/а	н/а	н/а
1999	XI – XII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	5,51	1,09	н/а	н/а
	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	4,49	0,31	5,08	1,35	4,07	1,25	н/а	н/а
2000	XII	н/а	н/а	н/а	н/а	4,76	0,54	10,05	5,46	н/а	н/а	н/а	н/а
	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	4,04	0,63	2,87	0,49	3,56	0,89	н/а	н/а
2001	IV	н/а	н/а	н/а	н/а	12,47	3,19	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	V	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	8,93	2,04	н/а	н/а	н/а	н/а
2002	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	4,6	0,29	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	6,83	2,54	н/а	н/а
2002	VIII	н/а	н/а	н/а	н/а	5,16	1,03	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	IV	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	21,07	0,91	н/а	н/а
2003	X – XI	н/а	н/а	н/а	н/а	7,4	0,64	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	XI	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	4,35	0,33	н/а	н/а
2004	II	н/а	н/а	н/а	н/а	11,31	0,82	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
						5 – 10 лет							
1998	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	2,24	0,3	н/а	н/а	2,37	0,19	н/а	н/а
	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	1,83	0,06	н/а	н/а	2,29	0,23	н/а	н/а
1998	VIII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	2,38	0,37	2,05	0,08	н/а	н/а
	IX	н/а	н/а	н/а	н/а	2	0,18	1,83	0,11	н/а	н/а	н/а	н/а

Год	Месяц	Прибыловский		Матвеевский		Наваринский		Корякский		Олюторский		Петропавловско-Командорский	
		М	м	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м
1998	X	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	1,99	0,007	2,52	0,06	н/а	н/а
	XI	н/а	н/а	н/а	н/а	3,28	0,15	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	XI-XII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	3,61	0,23	3,61	0,13	н/а	н/а
1999	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	2,98	0,26	2,68	0,3	2,52	0,17	н/а	н/а
	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	2,23	0,16	н/а	н/а
	XI-XII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	2,98	0,88	н/а	н/а
2000	XII	н/а	н/а	н/а	н/а	3,85	0,22	3,02	0,28	н/а	н/а	н/а	н/а
	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	2,41	0,13	2,04	0,16	2,2	0,1	н/а	н/а
	VIII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	2,11	0,11	н/а	н/а
2001	IV	н/а	н/а	н/а	н/а	3,54	0,6	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	V	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	2,1	0,19	н/а	н/а	н/а	н/а
	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	2,53	0,12	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2002	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	2,02	0,21	2,49	0,31	н/а	н/а
	VIII	н/а	н/а	н/а	н/а	2,22	0,15	2,38	0,35	1,61	0,06	н/а	н/а
	IV	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	14,5	0,17	12,98	0,68	н/а	н/а
2003	X-XI	н/а	н/а	н/а	н/а	4,22	0,18	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	XI	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2004	II	н/а	н/а	н/а	н/а	12,05	0,93	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	VII	3	0,48	2,43	0,23	1,77	0,13	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
1998	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	1,01	0,11	н/а	н/а	1,29	0,15	н/а	н/а
	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	1,4	0,15	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а

4+

Продолжение прилож. 1.2.

Год	Месяц	Прибыловский		Матвеевский		Наваринский		Корякский		Омлогорский		Петропавловско-Командорский	
		М	м	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м
1998	VIII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	1,35	0,18	н/а	н/а
	IX	н/а	н/а	н/а	н/а	1,78	0,31	1,22	0,14	н/а	н/а	н/а	н/а
1999	XI - XII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	1,84	0,2	н/а	н/а
	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,88	0,08	0,89	0,12	0,68	0,08	н/а	н/а
2000	XI-XII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	1,69	0,38	н/а	н/а
	XII	н/а	н/а	н/а	н/а	2,04	0,26	1,49	0,22	н/а	н/а	н/а	н/а
2001	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	0,97	0,12	н/а	н/а	0,67	0,13	н/а	н/а
	IV	н/а	н/а	н/а	н/а	1,36	0,45	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2002	V	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,92	0,07	н/а	н/а	н/а	н/а
	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	1,2	0,16	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2003	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	1,43	0,24	1,32	0,31	н/а	н/а
	VIII	н/а	н/а	н/а	н/а	1,5	0,17	1,79	0,59	1,34	0,09	н/а	н/а
2004	IV	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,98	0,11	н/а	н/а
	X - XI	н/а	н/а	н/а	н/а	1,9	0,13	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2004	XI	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,82	0,06	2,91	0,57
	VII	1,74	0,21	1,55	0,11	1,24	0,1	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
1998	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,73	0,37	н/а	н/а
	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,44	0,14	н/а	н/а
1999	XI - XII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,57	0,04	н/а	н/а
	XII	н/а	н/а	н/а	н/а	1,24	0,13	0,84	0,26	н/а	н/а	н/а	н/а
2000	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,72	0,06	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	V	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,62	0,08	н/а	н/а	н/а	н/а

3+

Год	Месяц	Прибыловский		Матвеевский		Наваринский		Корякский		Ологорский		Петропавловско-Командорский	
		М	м	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м
2001	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,85	0,14	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	1,06	0,1	н/а	н/а	н/а	н/а
	VIII	н/а	н/а	н/а	н/а	0,98	0,2	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2003	X - XI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,68	0,09	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	XI	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,02	н/а	н/а
2004	VII	1,22	0,13	0,8	0,07	0,74	0,05	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
1999													
	XII	н/а	н/а	н/а	н/а	0,75	0,04	0,41	0,02	н/а	н/а	н/а	н/а
2000	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	1,94	0,14	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	V	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,54	0,07	н/а	н/а	н/а	н/а
2003	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,46	0,04	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	X - XI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,38	0,02	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	XI	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,01	н/а	н/а
2004	VII	0,114	н/а	н/а	н/а	0,48	0,07	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
1999													
	XII	н/а	н/а	н/а	н/а	0,37	0,04	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2003	XI	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,04	н/а	н/а
	VII	н/а	н/а	0,176	0,046	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а

2+

1+

**Приложение 1.3.** Гонадосоматический индекс самцов минтая Берингова моря по районам и возрастам  
(обозначения те же, что и в приложении 1.1)

**Appendix 1.3.** Gonadosomatic index of the male pollock of the Bering Sea, by area and age (notation as in 1.1)

Год	Месяц	Прибыловский		Матвеевский		Наваринский		Корякский		Омоторский		Петропавловско-Командорский	
		М	м	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м
1999	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	2,99	0,49	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	3,02	0,42	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	IV	н/а	н/а	н/а	н/а	10,69	1,02	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2000	V	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	5,61	2,17	н/а	н/а	н/а	н/а
	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	2	0,4	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	VIII	н/а	н/а	н/а	н/а	1,9	0,21	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2002	IV	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	X-XI	н/а	н/а	н/а	н/а	5,64	0,99	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2004	II	н/а	н/а	н/а	н/а	6,38	0,74	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
						> 10 лет							
1998	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	1,62	0,22	н/а	н/а	н/а	н/а	1,94	0,13
	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	1,33	0,08	н/а	н/а	н/а	н/а	1,39	0,22
	VIII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	1,22	0,31	1,02	0,06	н/а	н/а
	IX	н/а	н/а	н/а	н/а	2,05	0,36	1,03	0,09	н/а	н/а	н/а	н/а
	X	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	3,21	0,16	2,05	0,14	н/а	н/а
	XI	н/а	н/а	н/а	н/а	5,99	0,47	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	XI-XII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	5,94	0,57	6,29	0,38	н/а	н/а
	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	1,89	0,22	1,63	0,23	1,76	0,37	н/а	н/а
	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	1,65	0,17	н/а	н/а
	XI-XII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	6,82	2,23	н/а	н/а
	XII	н/а	н/а	н/а	н/а	5,15	0,34	4,94	0,68	н/а	н/а	н/а	н/а
2000	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	2,35	0,18	0,88	0,13	1,08	0,13	н/а	н/а
	VIII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	1,37	0,17	н/а	н/а
2001	IV	н/а	н/а	н/а	н/а	3,62	1,25	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
						5-10 лет							

Продолжение прилож. 1.3.

Год	Месяц	Прибыловский		Матвеевский		Наваринский		Корякский		Олюторский		Петропавловско-Командорский	
		М	м	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м
2001	V	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	2,16	0,2	н/а	н/а	н/а	н/а
	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	1,85	0,13	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	1,3	0,17	1,12	0,2	н/а	н/а
	VIII	н/а	н/а	н/а	н/а	1,95	0,44	1,2	0,39	0,9	0,07	н/а	н/а
2002	IV	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	5,75	0,37	5,71	0,31	н/а	н/а
	X-XI	н/а	н/а	н/а	н/а	5,02	0,25	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2003	XI	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	5,84	0,31	9,55	0,41
	II	н/а	н/а	н/а	н/а	8,93	1,38	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2004	VII	1,83	0,36	1,75	0,32	1,35	0,18	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
1998	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	1,22	0,38	н/а	н/а	2,24	0,37	н/а	н/а
	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	0,99	0,11	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	VIII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,57	0,22	0,78	0,1	н/а	н/а
	IX	н/а	н/а	н/а	н/а	1,12	0,23	0,98	0,36	н/а	н/а	н/а	н/а
	X	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	2,15	0,22	н/а	н/а	н/а	н/а
	XI-XII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	6,44	1,82	4,15	0,46	н/а	н/а
	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	2,1	0,24	1,44	0,31	1,25	0,24	н/а	н/а
	XI-XII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	4,93	0,82	н/а	н/а
	XII	н/а	н/а	н/а	н/а	4,41	0,68	3,18	0,46	н/а	н/а	н/а	н/а
2000	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	1,91	0,35	н/а	н/а	0,2	0,05	н/а	н/а
	IV	н/а	н/а	н/а	н/а	6,71	0,18	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2001	V	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,8	0,15	н/а	н/а	н/а	н/а
	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	1,03	0,27	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2002	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	1,21	0,32	0,66	0,18	н/а	н/а
	VIII	н/а	н/а	н/а	н/а	1,06	0,16	1,39	0,37	0,7	0,23	н/а	н/а

4+

## Окончание прилож. 1.3.

Год	Месяц	Прибыловский		Матвеевский		Наваринский		Коряжский		Омоторский		Петропавловско-Командорский	
		М	м	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м
2002	IV	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,69	0,26	н/а	н/а
2003	X – XI	н/а	н/а	н/а	н/а	2,89	0,39	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2004	XI	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	3,1	0,28	8,57	0,53
	VII	1,24	0,15	1,23	0,2	0,83	0,13	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
1999	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,68	0,07	н/а	н/а
	XI – XII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,97	0,19	н/а	н/а
2000	XII	н/а	н/а	н/а	н/а	0,97	0,19	0,37	0,08	н/а	н/а	н/а	н/а
	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,66	0,15	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2001	V	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	1,88	0,12	н/а	н/а	н/а	н/а
	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,85	0,14	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2003	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,4	0,13	н/а	н/а	н/а	н/а
	VIII	н/а	н/а	н/а	н/а	0,94	0,37	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2004	X – XI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,8	0,28	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	XI	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,84	0,15	н/а	н/а
2004	VII	1,12	0,3	0,57	0,09	0,66	0,09	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	XII	н/а	н/а	н/а	н/а	0,39	0,57	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2000	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	1,01	0,17	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2001	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,36	0,16	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2003	X – XI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,4	0,27	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	XI	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,39	0,09	н/а	н/а
2004	VII	0,4	н/а	н/а	н/а	0,28	0,03	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а

**Приложение 1.4.** Индекс печени самок минтая Берингова моря по районам и возрастам (обозначения те же, что и в приложении 1.1)

**Appendix 1.4.** Hepatosomatic index of the female pollock of the Bering Sea, by area and age (notation as in 1.1)

Год	Месяц	Прибыловский		Матвеевский		Наваринский		Корякский		Олюторский		Петропавловско-Командорский				
		М	м	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м			
1998	VII	н/А	н/А	н/А	н/А	6,3	0,26	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	
		н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	7,92	1,29	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
1999	XI - XII	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	12,08	1,32	н/А	н/А	н/А	
		н/А	н/А	н/А	н/А	5,75	0,19	н/А	н/А	н/А	н/А	7,35	1,12	н/А	н/А	н/А
2000	XII	н/А	н/А	н/А	н/А	11,68	0,86	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
2001	VII	н/А	н/А	н/А	н/А	8,29	0,31	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
2001	IV	н/А	н/А	н/А	н/А	11,72	1,15	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
		н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	8,46	0,48	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
2002	V	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
		н/А	н/А	н/А	н/А	8,54	0,19	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
2002	VI	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
		н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
2003	VII	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
		н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
2003	VIII	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
		н/А	н/А	н/А	н/А	9,9	0,79	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
2004	IV	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
		н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
2004	X - XI	н/А	н/А	н/А	н/А	8,96	0,38	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
		н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
2004	XI	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
		н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
2004	II	н/А	н/А	н/А	н/А	7,86	0,33	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
		н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
1998	VI	н/А	н/А	н/А	н/А	5,36	0,46	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
		н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
1998	VII	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
		н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
1998	VIII	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
		н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
1998	IX	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
		н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
1998	X	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
		н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
1998	XI	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
		н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
1998	XI - XII	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
		н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А



Продолжение прилож. 1.4.

Год	Месяц	Прибыловский		Матвеевский		Наваринский		Корякский		Омторгский		Петропавловско-Командорский	
		М	м	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м
1999	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	5,13	0,16	6,17	0,16	5,92	0,14	н/а	н/а
	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	10,77	0,33	н/а	н/а
	XI - XII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	10,86	0,72	н/а	н/а
2000	XII	н/а	н/а	н/а	н/а	10,47	0,24	11,6	0,51	н/а	н/а	н/а	н/а
	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	7,86	0,18	9,36	0,2	8,86	0,28	н/а	н/а
	VIII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	10,22	0,16	н/а	н/а
2001	IV	н/а	н/а	н/а	н/а	7,16	0,3	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	V	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	5,7	0,16	н/а	н/а	н/а	н/а
	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	6,65	0,13	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2002	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	8,52	0,2	8,67	0,25	н/а	н/а
	VIII	н/а	н/а	н/а	н/а	6,94	0,29	10,9	0,29	10,46	0,18	н/а	н/а
	IV	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	8,22	0,51	6,99	0,15	н/а	н/а
2003	X - XI	н/а	н/а	н/а	н/а	7,76	0,15	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	XI	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	7,75	0,21	10,49	0,31
2004	II	н/а	н/а	н/а	н/а	8,96	0,46	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	VII	6,49	0,47	7,55	0,31	7,85	0,29	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
1998	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	5,12	0,51	н/а	н/а	7,73	0,33	н/а	н/а
	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	5,94	0,27	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	VIII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	9,88	0,48	н/а	н/а
	IX	н/а	н/а	н/а	н/а	9,76	0,71	9,74	0,77	н/а	н/а	н/а	н/а
	XI - XII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	8,94	0,46	н/а	н/а

4+

Года	Месяц	Прибыловский		Матвеевский		Наваринский		Корякский		Олюторский		Петропавловско-Командорский	
		М	м	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м
1999	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	4	0,73	5,87	0,56	6,7	0,39	н/а	н/а
	XI – XII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	11,28	0,52	н/а	н/а
	XII	н/а	н/а	н/а	н/а	8,73	0,39	11,58	0,4	н/а	н/а	н/а	н/а
2000	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	6,81	0,43	н/а	н/а	8,94	0,64	н/а	н/а
2001	IV	н/а	н/а	н/а	н/а	5,13	1,11	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	V	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	5,06	0,26	н/а	н/а	н/а	н/а
2002	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	4,15	0,34	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	VIII	н/а	н/а	н/а	н/а	7,63	0,37	13,99	0,34	10,58	0,59	н/а	н/а
2003	IV	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	5,02	0,18	н/а	н/а
	X – XI	н/а	н/а	н/а	н/а	8,75	0,31	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2004	XI	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	7,11	0,27	10,11	0,66
	VII	8,08	0,36	7,75	0,24	8,56	0,25	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
1998	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	2,32	0,12	н/а	н/а	7,08	0,52	н/а	н/а
	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	5,63	0,57	н/а	н/а
2000	XI – XII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	10,62	0,79	н/а	н/а
	XII	н/а	н/а	н/а	н/а	9,73	0,43	11,09	0,55	н/а	н/а	н/а	н/а
2001	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	4,66	0,24	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	V	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	3,26	0,64	н/а	н/а	н/а	н/а
2002	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	4,64	0,74	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а

3+

Окончание прилож. 1.4.

Год	Месяц	Прибыловский		Матвеевский		Наваринский		Корякский		Олиторский		Петропавловско-Командорский	
		М	м	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м
2001	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	9,72	0,34	н/а	н/а	н/а	н/а
		н/а	н/а	н/а	н/а	9,09	0,19	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2003	X – XI	н/а	н/а	н/а	н/а	8,51	0,35	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
		н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	6,38	0,2	н/а
2004	VII	6,97	0,67	6,98	0,67	9,66	0,27	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2+													
1999	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	3,11	0,32	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
		н/а	н/а	н/а	н/а	9,72	0,26	11,49	0,28	н/а	н/а	н/а	н/а
2000	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	6,72	0,38	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
		н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	3,47	0,73	н/а	н/а	н/а	н/а
2001	V	н/а	н/а	н/а	н/а	4,99	0,54	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
		н/а	н/а	н/а	н/а	8,11	0,52	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2003	X – XI	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
		н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	6,67	0,21	н/а
2004	VII	4,82	н/а	6,6	0,82	9,99	0,6	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
		1+											
1999	XII	н/а	н/а	н/а	н/а	9,31	2,64	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
		н/а	н/а	н/а	н/а	5,72	0,51	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2000	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	5,32	0,65	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
		н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	3,11	0,33	н/а
2003	X – XI	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
		н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2004	VII	н/а	н/а	7,6	0,22	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
		0+											
1999	XII	н/а	н/а	н/а	н/а	9,01	1,03	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2003	X – XI	н/а	н/а	н/а	н/а	3,44	0,34	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
		н/а	н/а	н/а	н/а								

**Приложение 1.5.** Индекс печени самцов минтая Берингова моря по районам и возрастам  
(обозначения те же, что и в приложении 1.1)

**Appendix 1.5.** Hepatosomatic index of the male pollock of the Bering Sea, by area and age (notation as in 1.1)

Год	Месяц	Прибыловский		Матвеевский		Наваринский		Корякский		Олюторский		Петропавловско-Командорский	
		М	м	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м
1999	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	3,7	0,19	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	6,52	0,42	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	IV	н/а	н/а	н/а	н/а	8,85	0,58	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2000	V	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	4,89	1,46	н/а	н/а	н/а	н/а
	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	5,76	0,38	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	VIII	н/а	н/а	н/а	н/а	7,01	0,28	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2002	IV	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	X-XI	н/а	н/а	н/а	н/а	7,87	0,52	н/а	н/а	н/а	6,41	0,41	н/а
	II	н/а	н/а	н/а	н/а	6,02	0,32	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
1998	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	3,95	0,43	н/а	н/а	н/а	5,74	0,12	н/а
	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	4,22	0,18	н/а	н/а	н/а	5,96	0,33	н/а
	VIII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	5,31	0,47	8,08	0,1	н/а	н/а
1999	IX	н/а	н/а	н/а	н/а	8,52	0,36	8,77	0,41	н/а	н/а	н/а	н/а
	X	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	11,24	0,21	8,26	0,21	н/а	н/а
	XI	н/а	н/а	н/а	н/а	8,82	0,36	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2000	XI-XII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	7,87	0,58	8,07	0,2	н/а	н/а
	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	3,62	0,16	5,69	0,35	5,13	0,27	н/а	н/а
	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	8,78	0,3	н/а	н/а
2000	XI-XII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	12,26	1,09	н/а	н/а
	XII	н/а	н/а	н/а	н/а	8,04	0,23	11,21	0,41	н/а	н/а	н/а	н/а
	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	5,71	0,17	9,02	0,38	9,13	0,63	н/а	н/а
2000	VIII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	8,6	0,24	н/а	н/а

>10 лет  
5-10 лет

Год	Месяц	Прибыловский		Матвеевский		Наваринский		Корякский		Олоторский		Петропавловско-Командорский	
		М	м	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м
2001	IV	н/а	н/а	н/а	н/а	6,27	0,63	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	V	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	4,55	0,16	н/а	н/а	н/а	н/а
	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	4,4	0,14	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2002	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	8	0,25	6,36	0,32	н/а	н/а
	VIII	н/а	н/а	н/а	н/а	6,06	0,23	9,5	0,52	9,57	0,25	н/а	н/а
	IV	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	5,97	0,27	5,57	0,13	н/а	н/а
2003	X - XI	н/а	н/а	н/а	н/а	6,59	0,19	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	XI	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	7,16	0,22	8,94	0,19
2004	II	н/а	н/а	н/а	н/а	6,02	0,32	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	VII	6,93	0,6	6,88	0,4	6,7	0,4	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
1998													
	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	3,94	0,71	н/а	н/а	6,2	0,32	н/а	н/а
	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	5,28	0,34	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	VIII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	8,22	0,25	9,47	0,29	н/а	н/а
	IX	н/а	н/а	н/а	н/а	7,6	0,68	10,06	0,56	н/а	н/а	н/а	н/а
	X	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	8,41	0,65	н/а	н/а	н/а	н/а
	XI - XII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	8,82	0,77	8,6	0,23	н/а	н/а
	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	3,96	0,47	6,98	0,53	6,5	0,46	н/а	н/а
	XI-XII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	11,77	0,52	н/а	н/а
	XII	н/а	н/а	н/а	н/а	8,27	0,43	11,17	0,31	н/а	н/а	н/а	н/а
2000	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	5,32	0,38	н/а	н/а	9,13	0,63	н/а	н/а
2001	IV	н/а	н/а	н/а	н/а	6,71	0,18	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	V	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	4,1	0,24	н/а	н/а	н/а	н/а

4+

Продолжение прилож. 1.5.

Года	Месяц	Прибыловский		Матвеевский		Наваринский		Корякский		Олоторский		Петропавловско-Командорский	
		М	м	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м
2001	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	3,08	0,28	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	12,01	0,5	11,71	0,63	н/а	н/а
	VIII	н/а	н/а	н/а	н/а	7,41	0,45	12,41	0,44	11,51	0,6	н/а	н/а
2002	IV	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	5,12	0,24	н/а	н/а
	X - XI	н/а	н/а	н/а	н/а	7,36	0,27	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2003	XI	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	7,06	0,2	9,43	0,29
	VII	7,77	0,23	7,53	0,28	8,64	0,23	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
1999	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	3,52	0,38	н/а	н/а	6,32	0,91	н/а	н/а
	XI - XII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	8,55	0,51	н/а	н/а
	XII	н/а	н/а	н/а	н/а	8,55	0,51	12,09	0,38	н/а	н/а	н/а	н/а
2000	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	4,9	0,29	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	V	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	3,57	0,55	н/а	н/а	н/а	н/а
2001	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	4,72	0,48	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	10,18	0,43	н/а	н/а	н/а	н/а
	VIII	н/а	н/а	н/а	н/а	8,64	1,11	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2003	X - XI	н/а	н/а	н/а	н/а	8,61	0,54	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	XI	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	6,02	0,21	н/а	н/а
2004	VII	7,53	0,71	8	0,38	10,1	0,25	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	3,43	0,31	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
1999	XII	н/а	н/а	н/а	н/а	9,44	0,22	11,75	0,25	н/а	н/а	н/а	н/а

3+

2+



**Приложение 1.6.** Селезеносоматический индекс самок минтая Берингова моря по районам и возрастам (обозначения те же, что и в приложении 1.1)

**Appendix 1.6.** Spleensomatic index of the female pollock of the Bering Sea, by area and age (notation as in 1.1)

Год	Прибыловский		Матвеевский		Наваринский		Корякский		Олоторский		Петропавловско-Командорский	
	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м
1999	VI	н/А	н/А	н/А	0,19	0,001	0,192	0,022	0,203	0,002	н/А	н/А
	XII	н/А	н/А	н/А	0,156	0,015	0,16	0,028	н/А	н/А	н/А	н/А
	VII	н/А	н/А	н/А	0,158	0,009	0,186	0,015	0,176	0,016	н/А	н/А
	IV	н/А	н/А	н/А	0,15	0,009	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
	V	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	0,182	0,019	н/А	н/А	н/А	н/А
2000	VI	н/А	н/А	н/А	0,186	0,006	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
	VII	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	0,265	0,022	н/А	н/А
	VIII	н/А	н/А	н/А	0,153	0,018	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
	IV	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	0,194	0,008	н/А	н/А
	X-XI	н/А	н/А	н/А	0,174	0,009	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
2003	XI	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	0,151	0,028	н/А	н/А
	II	н/А	н/А	н/А	0,164	0,003	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
	VI	н/А	н/А	н/А	0,165	0,006	0,182	0,007	0,186	0,006	н/А	н/А
	VII	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	0,172	0,01	н/А	н/А
	XI-XII	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	0,195	0,028	н/А	н/А
2000	XII	н/А	н/А	н/А	0,16	0,005	0,17	0,013	н/А	н/А	н/А	н/А
	VII	н/А	н/А	н/А	0,171	0,006	0,149	0,011	0,169	0,007	н/А	н/А
	VIII	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	0,205	0,007	н/А	н/А
	IV	н/А	н/А	н/А	0,178	0,026	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
	V	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	0,152	0,003	н/А	н/А	н/А	н/А

>10 лет

5-10 лет



Продолжение прилож. 1.6.

Год	Месяц	Прибыловский		Матвеевский		Наваринский		Корякский		Одотгорский		Петропавловско-Командорский	
		М	м	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м
2001	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,157	0,003	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,143	0,007	0,142	0,008	н/а	н/а
	VIII	н/а	н/а	н/а	н/а	0,137	0,008	0,162	0,008	0,135	0,004	н/а	н/а
	IV	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,135	0,009	0,168	0,005	н/а	н/а
2002	X - XI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,182	0,004	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	XI	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,204	0,009	0,206	0,008
2004	II	н/а	н/а	н/а	н/а	0,163	0,013	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	VII	0,186	0,013	0,192	0,01	0,19	0,011	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
1999	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,189	0,029	0,148	0,011	0,181	0,002	н/а	н/а
	XI - XII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,184	0,016	н/а	н/а
	XII	н/а	н/а	н/а	н/а	0,162	0,01	0,146	0,007	н/а	н/а	н/а	н/а
	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	0,21	0,004	н/а	н/а	0,139	0,016	н/а	н/а
2000	IV	н/а	н/а	н/а	н/а	0,131	0,017	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	V	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,125	0,006	н/а	н/а	н/а	н/а
2001	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,155	0,015	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,124	0,005	0,15	0,008	н/а	н/а
	VIII	н/а	н/а	н/а	н/а	0,12	0,006	0,114	0,013	0,159	0,043	н/а	н/а
	IV	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,126	0,007	н/а	н/а
2002	X - XI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,173	0,006	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	XI	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,139	0,007	н/а	н/а
2003	XI	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,139	0,007	0,357	0,039
	VII	0,166	0,01	0,174	0,006	0,176	0,006	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а

4+

Год	Месяц	Прибыловский		Матвеевский		Наваринский		Корякский		Олюторский		Петропавловско-Командорский	
		М	м	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м
1999	XI-XII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,15	0,009	н/а	н/а
	XII	н/а	н/а	н/а	н/а	0,21	0,011	0,15	0,009	н/а	н/а	н/а	н/а
	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,194	0,018	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2000	V	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,131	0,021	н/а	н/а	н/а	н/а
	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,206	0,026	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2001	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,123	0,006	н/а	н/а	н/а	н/а
	VIII	н/а	н/а	н/а	н/а	0,109	0,011	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	X-XI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,156	0,009	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2003	XI	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,136	0,006	н/а	н/а
	VII	0,145	0,015	0,153	0,008	0,152	0,008	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2004	XII	н/а	н/а	н/а	н/а	0,169	0,006	0,148	0,001	н/а	н/а	н/а	н/а
	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,378	0,062	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2001	V	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,198	0,025	н/а	н/а	н/а	н/а
	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,176	0,014	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2003	X-XI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,135	0,007	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	XI	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,146	0,006	н/а	н/а
2004	VII	0,12	н/а	н/а	н/а	0,121	0,01	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а

3+

2+

Год	Месяц	Прибыловский		Матвеевский		Наваринский		Корякский		Олоторский		Петропавловско-Командорский	
		М	м	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м
1999	XII	н/а	н/а	н/а	н/а	0,157	0,021	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2003	X – XI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,15	0,019	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	XI	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,174	0,025	н/а	н/а

1 +

**Приложение 1.7.** Селезеноносатиматический индекс самцов минтая Берингова моря по районам и возрастам  
(обозначения те же, что и в приложении 1.1)

**Appendix 1.7.** Spleensomatic index of the male pollock of the Bering Sea, by area and age (notation as in 1.1)

Год	Месяц	Прибыловский		Матвеевский		Наваринский		Корякский		Олюторский		Петропавловско-Командорский	
		М	м	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м
				>10 лет									
1999	VI	н/А	н/А	н/А	н/А	0,231	0,002	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
2000	VII	н/А	н/А	н/А	н/А	0,225	0,038	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
2001	IV	н/А	н/А	н/А	н/А	0,155	0,044	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
	V	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	0,142	0,017	н/А	н/А	н/А	н/А
	VI	н/А	н/А	н/А	н/А	0,24	0,022	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
	VIII	н/А	н/А	н/А	н/А	0,217	0,051	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
2002	IV	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	0,221	0,009	н/А	н/А
2003	X-XI	н/А	н/А	н/А	н/А	0,252	0,02	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
2004	II	н/А	н/А	н/А	н/А	0,176	0,008	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
				5-10 лет									
1999	VI	н/А	н/А	н/А	н/А	0,181	0,009	0,157	0,016	0,205	0,018	н/А	н/А
	VII	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	0,173	0,009	н/А	н/А
	XI-XII	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	0,237	0,064	н/А	н/А
	XII	н/А	н/А	н/А	н/А	0,168	0,008	0,173	0,009	н/А	н/А	н/А	н/А
2000	VII	н/А	н/А	н/А	н/А	0,189	0,011	0,149	0,011	0,164	0,009	н/А	н/А
	VIII	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	0,217	0,014	н/А	н/А
2001	IV	н/А	н/А	н/А	н/А	0,147	0,013	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
	V	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	0,157	0,005	н/А	н/А	н/А	н/А

Продолжение прилож. 1.7.

Год	Месяц	Прибыловский		Матвеевский		Наваринский		Корякский		Омторгский		Петропавловско-Командорский	
		М	м	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м
2001	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,177	0,006	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,137	0,006	0,201	0,025	н/а	н/а
	VIII	н/а	н/а	н/а	н/а	0,147	0,011	0,127	0,009	0,148	0,007	н/а	н/а
2002	IV	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,149	0,008	0,187	0,007	н/а	н/а
	X - XI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,21	0,006	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2003	XI	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,18	0,006	0,27	0,012
	VII	0,188	0,013	0,205	0,012	0,193	0,01	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
1999	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,146	0,017	0,161	0,026	0,138	0,005	н/а	н/а
	XI - XII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,184	0,016	н/а	н/а
	XII	н/а	н/а	н/а	н/а	0,211	0,035	0,161	0,015	н/а	н/а	н/а	н/а
2000	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	0,175	0,016	н/а	н/а	0,219	0,014	н/а	н/а
	IV	н/а	н/а	н/а	н/а	0,153	0,021	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2001	V	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,122	0,005	н/а	н/а	н/а	н/а
	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,163	0,012	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,122	0,008	0,142	0,008	н/а	н/а
2002	VIII	н/а	н/а	н/а	н/а	0,132	0,019	0,106	0,004	0,125	0,023	н/а	н/а
	IV	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,182	0,031	н/а	н/а
2003	X - XI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,177	0,009	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	XI	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,181	0,015	0,324	0,024

4+

Окончание прилож. 1.7.

Год	Месяц	Прибыловский		Матвеевский		Наваринский		Коряжский		Олоторский		Петропавловско-Командорский	
		М	м	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м
2004	VII	0,172	0,007	0,173	0,006	0,185	0,011	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
1999	XI - XII	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	0,173	0,011	н/А	н/А
2000	XII	н/А	н/А	н/А	н/А	0,172	0,012	0,15	0,01	н/А	н/А	н/А	н/А
2000	VI	н/А	н/А	н/А	н/А	0,19	0,022	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
2000	V	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	0,128	0,016	н/А	н/А	н/А	н/А
2001	VI	н/А	н/А	н/А	н/А	0,164	0,013	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
2001	VII	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	0,147	0,014	н/А	н/А	н/А	н/А
2001	VIII	н/А	н/А	н/А	н/А	0,099	0,013	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
2003	X - XI	н/А	н/А	н/А	н/А	0,168	0,011	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
2003	XI	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	0,007	н/А	н/А
2004	VII	0,156	0,009	0,157	0,007	0,157	0,007	н/А	н/А	0,146	н/А	н/А	н/А
2000	VI	н/А	н/А	н/А	н/А	0,246	0,013	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
2001	V	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	0,128	0,001	н/А	н/А	н/А	н/А
2001	VI	н/А	н/А	н/А	н/А	0,156	0,018	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
2003	X - XI	н/А	н/А	н/А	н/А	0,138	0,009	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
2003	XI	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	0,157	0,005	н/А	н/А
2004	VII	0,1	н/А	0,141	0,061	0,124	0,013	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
2003	X - XI	н/А	н/А	н/А	н/А	0,108	0,021	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А
2003	XI	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	н/А	0,228	0,033	н/А	н/А

**Приложение 1.8.** Сердечносоматический индекс самок минтая Берингова моря по районам и возрастам  
(обозначения те же, что и в приложении 1.1)

**Appendix 1.8.** Cardiosomatic index of the female pollock of the Bering Sea, by area and age (notation as in 1.1)

Год	Прибыловский		Матвеевский		Наваринский		Корякский		Олюторский		Петропавловско-Командорский	
	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м
1999	VI	н/а	н/а	н/а	0,344	0,007	0,29	0,017	0,298	0,011	н/а	н/а
	XII	н/а	н/а	н/а	0,257	0,033	0,198	0,01	н/а	н/а	н/а	н/а
	VII	н/а	н/а	н/а	0,259	0,006	0,268	0,031	0,244	0,011	н/а	н/а
2000	IV	н/а	н/а	н/а	0,296	0,033	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	V	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,244	0,003	н/а	н/а	н/а	н/а
	VI	н/а	н/а	н/а	0,279	0,005	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2001	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,271	0,017	н/а	н/а
	IV	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,328	0,025	н/а	н/а
	X-XI	н/а	н/а	н/а	0,245	0,005	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2002	XI	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,172	0,022	н/а	н/а
	VI	н/а	н/а	н/а	0,316	0,006	0,294	0,006	0,314	0,005	н/а	н/а
	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,245	0,009	н/а	н/а
2000	XI-XII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,258	0,009	н/а	н/а
	XII	н/а	н/а	н/а	0,251	0,006	0,221	0,01	н/а	н/а	н/а	н/а
	VII	н/а	н/а	н/а	0,255	0,006	0,256	0,004	0,25	0,003	н/а	н/а
2001	VIII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,26	0,004	н/а	н/а
	IV	н/а	н/а	н/а	0,238	0,007	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а

&gt;10 лет

5-10 лет

Год	Месяц	Прибыловский		Матвеевский		Наваринский		Коряжский		Олоторский		Петропавловско-Камандорский	
		М	м	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м
2001	V	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,244	0,003	н/а	н/а	н/а	н/а
	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,253	0,002	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,236	0,01	0,251	0,005	н/а	н/а
2002	IV	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,263	0,011	0,262	0,003	н/а	н/а
	X - XI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,239	0,002	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2003	XI	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,203	0,007	0,201	0,007
	VII	0,252	0,005	0,244	0,004	0,244	0,006	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
1999	V	н/а	н/а	н/а	н/а	0,287	0,019	0,286	0,014	0,289	0,016	н/а	н/а
	XI - XII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,238	0,01	н/а	н/а
	XII	н/а	н/а	н/а	н/а	0,242	0,011	0,231	0,006	н/а	н/а	н/а	н/а
2000	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	0,295	0,015	н/а	н/а	0,219	0,014	н/а	н/а
	IV	н/а	н/а	н/а	н/а	0,253	0,029	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2001	V	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,268	0,013	н/а	н/а	н/а	н/а
	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,251	0,008	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,241	0,009	0,276	0,006	н/а	н/а
2002	IV	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,256	0,004	н/а	н/а
	X - XI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,23	0,006	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2003	XI	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,202	0,006	0,22	0,01
	VII	0,246	0,005	0,247	0,004	0,238	0,003	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
1999	XI - XII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,247	0,009	н/а	н/а
	XII	н/а	н/а	н/а	н/а	0,281	0,002	0,256	0,008	н/а	н/а	н/а	н/а

4+

3+



Год	Месяц	Прибыловский		Матвеевский		Наваринский		Корякский		Омторский		Петропавловско-Командорский	
		М	м	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м
2000	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,297	0,011	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2001	V	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,298	0,026	н/а	н/а	н/а	н/а
	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,284	0,019	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,259	0,008	н/а	н/а	н/а	н/а
2003	X - XI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,249	0,01	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	XI	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,201	0,004	н/а	н/а
2004	VII	0,241	0,016	0,256	0,01	0,253	0,006	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2+													
1999	XII	н/а	н/а	н/а	н/а	0,29	0,009	0,259	0,008	н/а	н/а	н/а	н/а
2000	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,366	0,011	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2001	V	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,272	0,026	н/а	н/а	н/а	н/а
	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,262	0,018	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2003	X - XI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,236	0,007	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	XI	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,237	0,007	н/а	н/а
2004	VII	0,241	н/а	н/а	н/а	0,276	0,008	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
1+													
1999	XII	н/а	н/а	н/а	н/а	0,367	0,023	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2003	X - XI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,22	0,011	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	XI	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,278	0,032	н/а	н/а

**Приложение 1.9.** Сердечнососудистический индекс самцов минтая Берингова моря по районам и возрастам  
(обозначения те же, что и в приложении 1.1)

**Appendix 1.9.** Cardiovascular index of the male pollock of the Bering Sea, by area and age (notation as in 1.1)

Год	Месяц	Прибыловский		Матвеевский		Наваринский		Корякский		Олюторский		Петропавловско-Командорский	
		М	м	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м
1999	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,244	0,008	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	0,276	0,003	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	IV	н/а	н/а	н/а	н/а	0,239	0,048	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	V	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,198	0,01	н/а	н/а	н/а	н/а
	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,244	0,008	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
2002	IV	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,252	0,003	н/а
	X-XI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,231	0,006	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
1999	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,282	0,007	0,265	0,007	0,304	0,013	н/а	н/а
	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,228	0,004	н/а	н/а
	XI-XII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,213	0,006	н/а	н/а
	XII	н/а	н/а	н/а	н/а	0,263	0,011	0,227	0,006	н/а	н/а	н/а	н/а
	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	0,25	0,004	0,259	0,007	0,235	0,005	н/а	н/а
2001	VIII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,25	0,008	н/а	н/а
	IV	н/а	н/а	н/а	н/а	0,263	0,019	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	V	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,24	0,004	н/а	н/а	н/а	н/а
	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,253	0,002	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,23	0,005	0,251	0,005	н/а	н/а

>10 лет

5-10 лет

Года	Месяц	Прибыловский		Матвеевский		Наваринский		Корякский		Олоторский		Петропавловско-Командорский		
		М	м	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м	
2002	IV	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,235	0,005	0,25	0,004	н/а	н/а	
2003	X-XI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,231	0,006	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	
	XI	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,195	0,008	0,215	0,008	
2004	VII	0,245	0,007	0,246	0,006	0,236	0,004	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	
						4+								
1999	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,267	0,01	0,297	0,013	0,298	0,019	н/а	н/а	
	XI-XII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,238	0,01	н/а	н/а	
	XII	н/а	н/а	н/а	н/а	0,294	0,026	0,248	0,009	н/а	н/а	н/а	н/а	
2000	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	0,286	0,016	н/а	н/а	0,225	0,012	н/а	н/а	
	IV	н/а	н/а	н/а	н/а	0,263	0,019	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	
	V	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,254	0,007	н/а	н/а	н/а	н/а	
2001	VI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,232	0,005	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	
	VII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,244	0,009	0,272	0,006	н/а	н/а	
2002	IV	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,271	0,009	н/а	н/а	
2003	X-XI	н/а	н/а	н/а	н/а	0,229	0,008	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	
	XI	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,188	0,008	0,253	0,013	
2004	VII	0,246	0,005	0,241	0,004	0,248	0,005	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	
						3+								
1999	XI-XII	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	0,247	0,009	н/а	н/а	



# ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
ГЛАВА 1. Краткая океанографическая характеристика северо-западной, северной и северо-восточной частей Берингова моря .....	15
ГЛАВА 2. Пространственно-временное распределение минтая .....	25
2.1. Периоды низкой и средней численности .....	26
2.2. Период высокой численности .....	38
ГЛАВА 3. Особенности воспроизводства минтая в северной и прилегающих частях Берингова моря .....	54
3.1. Размножение, пространственная дифференциация основных нерестилищ .....	54
3.2. Урожайность поколений .....	65
3.3. Скорость полового созревания .....	68
ГЛАВА 4. Размерно-возрастная структура и рост минтая северной и прилегающих частей Берингова моря .....	73
ГЛАВА 5. Морфофизиологические адаптации минтая к специфическим условиям обитания в различных районах Берингова моря (Олюторский, Корякский, Наваринский, Матвеевский, Прибыловский) и Восточной Камчатки (Кроноцкий залив) .....	88
5.1. Коэффициент упитанности .....	89
5.2. Гонадосоматический индекс .....	93
5.3. Печеносоматический индекс .....	99
5.4. Селезеносоматический индекс .....	104
5.5. Сердечносоматический индекс .....	108
ГЛАВА 6. Популяционный статус минтая северной части Берингова моря ..	112
6.1. Генетическая структура .....	113
6.2. Популяционная структура .....	134
ГЛАВА 7. Оценка состояния наваринского запаса и меры регулирования его промысла .....	138
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	146
ЛИТЕРАТУРА .....	148
Приложение 1.1. Коэффициент упитанности минтая Берингова моря по районам и возрастам .....	165
Приложение 1.2. Гонадосоматический индекс самок минтая Берингова моря по районам и возрастам .....	168

Приложение 1.3. Гонадосоматический индекс самцов минтая Берингова моря по районам и возрастам . . . . .	172
Приложение 1.4. Индекс печени самок минтая Берингова моря по районам и возрастам . . . . .	175
Приложение 1.5. Индекс печени самцов минтая Берингова моря по районам и возрастам . . . . .	179
Приложение 1.6. Селезеночносоматический индекс самок минтая Берингова моря по районам и возрастам . . . . .	183
Приложение 1.7. Селезеночносоматический индекс самцов минтая Берингова моря по районам и возрастам . . . . .	187
Приложение 1.8. Сердечносоматический индекс самок минтая Берингова моря по районам и возрастам . . . . .	190
Приложение 1.9. Сердечносоматический индекс самцов минтая Берингова моря по районам и возрастам . . . . .	193

# CONTENTS

INTRODUCTION .....	5
CHAPTER 1. Brief oceanographic description of the Northwest, North and Northeast Bering Sea .....	15
CHAPTER 2. Spatial-temporal distribution of pollock .....	25
2.1. Medium and low abundance .....	26
2.2. High abundance .....	38
CHAPTER 3. Peculiarities of reproduction of pollock in the northern and adjacent areas of the Bering Sea .....	54
3.1. Breeding, spatial differentiation of the main spawning grounds .....	54
3.2. Year-classes strength .....	65
3.3. Maturation rate .....	68
CHAPTER 4. Size-age structure and growth of pollock in the North Bering Sea and adjacent areas .....	73
CHAPTER 5. Morphophysiological adaptation of pollock to specific conditions in various areas of the Bering Sea (Olyutor, Koryak, Navarin, St. Matthew, Pribiloff) and East Kamchatka (Kronotskiy Bay) .....	88
5.1. Cubic condition index .....	89
5.2. Gonadosomatic index .....	93
5.3. Hepatosomatic index .....	99
5.4. Spleensomatic index .....	104
5.5. Cardiosomatic index .....	108
CHAPTER 6. Population status of the North Bering Sea pollock .....	112
6.1. Genetic structure .....	113
6.2. Population structure .....	134
CHAPTER 7. Assessment of the Navarin stock, and fishery management .....	138
CONCLUSION .....	146
REFERENCES .....	148
Appendix 1.1. Cubic condition index of the Bering Sea pollock, by area and age .....	165
Appendix 1.2. Gonadosomatic index of the female pollock of the Bering Sea, by area and age .....	168
Appendix 1.3. Gonadosomatic index of the male pollock of the Bering Sea, by area and age .....	172

Appendix 1.4. Hepatosomatic index of the female pollock of the Bering Sea, by area and age . . . . .	175
Appendix 1.5. Hepatosomatic index of the male pollock of the Bering Sea, by area and age . . . . .	179
Appendix 1.6. Splenosomatic index of the female pollock of the Bering Sea, by area and age . . . . .	183
Appendix 1.7. Splenosomatic index of the male pollock of the Bering Sea, by area and age. . . . .	187
Appendix 1.8. Cardiosomatic index of the female pollock of the Bering Sea, by area and age . . . . .	190
Appendix 1.9. Cardiosomatic index of the male pollock of the Bering Sea, by area and age . . . . .	193



*Глубоков Александр Иванович*  
*Котенев Борис Николаевич*

**Популяционная структура минтая**  
***Theragra chalcogramma***  
**северной части Берингова моря**

Заведующая редакцией *Г.П. Короткова*  
Редактор *Е.П. Яковлева*  
Корректор *Е.Н. Гаврилова*  
Художественный редактор *В.В. Веселова*  
Технический редактор *И.И. Алиева*  
Компьютерная верстка *И.И. Алиевой*

Подписано в печать 25.12.2006.  
Печ. л. 12,5. Формат 70×100 1/16.  
Тираж 200. Заказ № 1054.

Издательство ВНИРО  
107140, Москва, ул. Верхняя Красносельская, 17  
Тел.: (499) 264-65-33  
Факс: (499) 264-91-87