

УДК 597.5 (265.518)

ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТО-ОКЕАНОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА И ЧИСЛЕННОСТЬ ПОКОЛЕНИЙ НЕКОТОРЫХ ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ БЕРИНГОВА МОРЯ

П. А. Балыкин (Южный научный центр РАН, Ростов-на-Дону)



На основе собственных и литературных данных сравниваются сведения о численности поколений некоторых рыб Берингова моря и теплосодержании его вод. Показано, что поколения численностью выше средней появляются у корфо-карагинской сельди, западноберингоморской трески и желтопёрой камбалы — в «холодные», а у западноберингоморского минтая, карагинской трески и наваги — в «тёплые» периоды.

P. A. Balykin (RAS Southern Research Center, Rostov on Don). Shift of the climate-oceanographic regime and generation abundance of some commercial fish species of the Bering Sea // Research of water biological resources of Kamchatka and of the northwest part of Pacific Ocean: Selected Papers KamchatNIRO. Vol. 10. 2008. P. 26–39

Own and literary data about number of generations of fishes and a temperature mode of the Bering sea are analysed. It is shown, that generations number above average appear at a herring, a cod of the western Bering sea and yellowfin sole — during the cold periods. At a Alaska pollack, cod of Karaginsky and Olutorsky gulfs, saffron cod numerous generation arise during the warm periods.

Ключевой задачей рыбохозяйственной науки, определяющей успешность управления рыбными запасами, является предсказание их величины и, соответственно — оптимального допустимого улова. Большинство рыб относятся к животным со средней длительностью жизни; следовательно, каждый отдельный годовой класс играет значимую роль в промысле только несколько лет. Поэтому величина пополнения обычно является определяющим фактором, обуславливающим величину улова, что особенно проявляется у короткоцикловых рыб (Деметьева, 1976). На процесс формирования численности поколения влияют абиотические и биотические факторы, воздействие которых сочетается самым разным образом не только в связи со спецификой биологии вида, но и изменениями его численности, состояния внешней среды и т. д. На разных стадиях жизненного цикла могут быть предпочтительны те или иные условия среды, вдобавок их воздействие может быть не прямым, а косвенным и найти отклик через некоторое время (Shumacher, Alexander, 1999). В результате какие-то связи могут быть действительны лишь на определённом отрезке времени, после чего слабеют или вообще исчезают. Поэтому изучение механизма формирования численности поколений — пожалуй, самая трудная и важная задача рыбохозяйственных исследований, которая, несмотря на длительную историю, находится на первой ступени понимания. Подводя итоги более чем 60-летнего изучения корфо-карагинской сельди, Н.И. Науменко (2001) констатирует, что к числу слабо исследу-

емых относятся причины колебаний величины годовых классов, роль эмбрионального и личиночного этапов в формировании численности отдельных генераций. Немногим лучше исследована эта проблема для других промысловых рыб Берингова моря.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

При работе над статьёй были изучены доступные литературные источники, касающиеся темы исследований, на русском и английском языках. Перечень их можно видеть в конце работы. Следует сказать, что труды американских учёных гораздо многочисленнее, больше и набор факторов окружающей среды, которые они принимали во внимание при анализе колебаний численности годовых классов рыб. Анализ тематической литературы позволил выработать рабочую гипотезу, которая описана в третьем разделе статьи. Для её проверки использовали доступные сведения о численности поколений рыб западной части Берингова моря, которые приводятся в прогнозах ОДУ разных авторов. В качестве «контрольных» привлекли материалы донных траловых съёмок КамчатНИРО в Карагинском и Олюторском заливах, результаты которых уже нашли отражение в многочисленных научных публикациях, перечислять которые здесь нецелесообразно. Более подробно использованные материалы характеризуются в главах, где они применяются.

Статистическая обработка данных выполнена с применением пакета программ Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Гидрологические условия Берингова моря и их изменчивость

Берингово море — третье по величине в мире и занимает значительную часть Северной Пацифики. Оно отделяется от Арктического океана одноимённым проливом, а его южную границу обозначают гряда Алеутских островов и Командорские острова (рис. 1). Исследователи считают этот регион экстремальным по сезонным и межгодовым изменениям климато-океанологических условий (Niebauer et al., 1999). Можно предположить, что влияние внешних условий на численность поколений рыб здесь будет наиболее выраженным.

Все исследователи сходятся во мнении, что циркуляция вод в Беринговом море носит циклоническую направленность. Главным её «двигателем» служит заток тихоокеанских вод через проливы. Посередине моря, на значительной части повторяя направление материкового склона, существует мощное течение, названное Центрально-Берингоморским (рис. 1). Специалисты отмечают, что этот поток делит море на части, заметно отличающиеся океанологическими характеристиками (Pavlov, Pavlov, 1996). «В западной глубоководной зоне преобладает циклоническое движение вод, плавное пространственное изменение солёности, геострофические компоненты течений, а над обширным мелководьем восточной части моря — как антициклоническое (в его северной половине), так и циклоническое (в его южной половине) движение вод, большие горизонтальные

градиенты солёности, приливные течения» (Гидрометеорология ..., 2001).

Говоря об изменениях температурного, ледового режима, циркуляции вод, следует сообщить, что они обуславливаются взаимным положением двух климатообразующих центров атмосферного давления — Сибирского максимума и Алеутского минимума. В соответствии с их перемещением сдвигается гребень высокого давления; меняется циркуляция воздушных масс над Северной Пацификой (Давыдов, 1983; Davydov, 1989; Vasilevskaya et al., 2004), что, в свою очередь, приводит к изменению интенсивности и направления течений в Беринговом море. Ослабление или усиление водообмена с Тихим океаном обуславливает понижение или повышение теплосодержания водных масс. Наименьшим поступление тихоокеанских вод было в начале 1990-х гг. (Радченко, 2003).

Схожие взгляды у американских специалистов, согласно которым климатический режим складывается под влиянием южной осцилляции (Эль-Ниньо) и северо-тихоокеанского центра атмосферного давления (Stabeno et al., 1999; Niebauer et al., 1999; Hunt, Stabeno, 2001). Их взаимодействие определяет положение области низкого атмосферного давления над Беринговым морем; усиление или ослабление перемещений воздушных масс и, соответственно, преобладающие направление и силу ветров. В зависимости от преобладания на том или ином временном промежутке зонального либо меридионального переноса в атмосфере, формируется «тёплый» либо «холодный» океанический фон. В «холодные» и «средние» годы преобладают вет-



Рис. 1. Карта Берингова моря с указанием основных течений: 1 — Агту; 2 — Центрально-берингоморское; 3 — Наваринское; 4 — Камчатское; 5 — Аляскинское

ра северо-восточных румбов. «Тёплые» годы выделяются западно-восточным направлением переноса воздушных масс. Таким образом, можно заключить, что в «холодные» годы атмосферная циркуляция способствует движению водных масс в направлении шельфа в западной и — в сторону открытого моря — в восточной части Берингова моря. В «тёплые» годы, наоборот, перенос в направлении мелководья происходит на востоке, а на западе основной поток вод направлен в глубоководные районы.

Обзор современных знаний по этой проблеме даётся в книге В.П. Шунтова (2001). Резюмируя данные многих источников, указанный автор даёт классификацию ряда лет по теплосодержанию вод Берингова моря (табл. 1).

При этом в основу были положены сведения о площади ледового покрытия. В то же время указанный автор полагает, что имеется «много оснований для сомнений в том, что ледовитость моря является достаточно надёжным индикатором термодинамического состояния моря» (Шунтов, 2001). Иные предикторы привлекали другие специалисты. Так, в совместной публикации американских и японских учёных использованы данные об гидрометеорологических условиях в восточной части исследуемого водоёма: положение ледовой кромки вдоль меридиана 169° з.д., преобладающее направление ветров и придонная температура воды (Wyllie-Echeverria, Ohtani, 1999).

Кроме упомянутых, ещё две градации предложены А.М. Харченко (1983) и И.В. Давыдовым (1984), причём обе они носят более общий характер (табл. 1). Первый характеризовал часть Тихого океана, прилегающую к западному побережью Северной Америки. В качестве индикатора теплосодержания вод он использовал аномалии температуры воды в мае на широте 50° с.ш.

И.В. Давыдов рассматривал в целом всю северо-западную часть Тихого океана. Главным показателем того, «тёплым» или «холодным» является год, служит температура воды в ядре холодного промежуточного слоя, на стандартных гидрологических разрезах, таких как Авачинский (Давыдов, 1984; Davydov, 1989).

Видимо, этой разницей в методических подходах и объясняется то обстоятельство, что некоторые годы по-разному классифицируются исследователями (табл. 1). «Наложение действий различных глобальных факторов (и цикличностей), а также влияние местных условий создают многовариантную картину гидрологической изменчивости, которая и заглушает общие и главные тенденции» (Шунтов, 2001).

Таблица 1. Типизация лет по теплосодержанию вод

Год	Источник			
	Шунтов, 2001	Wyllie Echeverria, Ohtani, 1999	Харченко, 1983	Давыдов, 1984
1957				X
1958				T
1959				T
1960	C			T
1961	X			X
1962	C			X
1963	C			
1964	X			X
1965	X			T
1966	T			T
1967	T			T
1968	T			X
1969	T			T
1970	C		T	T
1971	X		X	T
1972	X	X	X	T
1973	C	C	T	T
1974	C	X	X	X
1975	X	X	X	
1976	X	X	X	
1977	X	C	T	
1978	T	T	T	
1979	T	T	T	X
1980	C	X		X
1981	C	T		X
1982	T	T		X
1983	C	C		
1984	C	T		
1985	T	C		
1986	C	X		
1987	T	T		
1988	C	C		
1989	T	T		
1990	C	C		
1991	C	X		
1992	T	X		
1993	C	T		
1994	C	C		
1995	X	X		
1996	C	T		

Примечание: T — «тёплый», C — «средний», X — «холодный» типы года

Резюмируя сведения о многолетней изменчивости климато-океанологического режима, В.П. Шунтов делает следующие выводы: в Охотском море и северо-западной части Северной Пацифики 1970-е гг. были, в целом, холоднее, чем 1980-е и 1960-е гг. 1980-е гг. были тёплыми, в том числе и в Беринговом море. В 1990-х гг. здесь похолодало; эта тенденция сохранялась по 2000 г. включительно. В основном холодными, кроме 1970-х и 1990-х, были

и 1950-е гг. (Шунтов, 2001). Таким образом, выстраивается следующая классификация: 1950-е, 1970-е, 1990-е годы характеризовались, по большей части, пониженным теплосодержанием вод; 1960-е, 1980-е годы — напротив, повышенным. В первые годы XXI века отмечена устойчивая тенденция на потепление вод Берингова моря. Предполагается, что положительные аномалии сохранятся вплоть до 2007 г. (рис. 2 — Ustinova et al., 2004), после чего ожидается похолодание, возможно даже на 20–30 лет (Кровнин и др., 2003). Другие исследователи ожидают, что потепление охватит первые 10–20 лет текущего столетия (Радченко, 2003).

Таким образом, климато-океанологические условия в Беринговом море отличаются суровостью и значительной межгодовой изменчивостью. Эти обстоятельства должны неминуемо сказаться на численности поколений рыб. Ниже приводится краткий обзор доступных автору публикаций по затронутому вопросу.

Обзор современных представлений о причинах формирования поколений разной численности у рыб Берингова моря

Основное внимание исследователи уделяли традиционным для рыболовства видам, таким как сельдь, минтай, треска, камбалы.

Тихоокеанские сельди относятся к рыбам с резкой флуктуацией численности поколений. Причём наиболее выражено это явление именно у северных популяций, к числу которых относится и корфо-карагинская, населяющая юго-западную часть Берингова моря (Науменко, 2001). Самые высокочисленные годовые классы у нее превосходят минимальные в 400 раз (смежные — не более чем в 60 раз). Урожайные генерации появляются не чаще одного раза в 5 лет. Во второй половине

1950-х — первой половине 1960-х гг. поколения повышенной численности у корфо-карагинской сельди появлялись в периоды, когда алеутский минимум атмосферного давления был достаточно глубок, что характерно для «холодных лет». Соответственно, отмечено наличие обратной связи между численностью поколений и температурой воды в период эмбрионального и личиночного этапов (май и июнь). И.В. Давыдовым (1972) выдвинута гипотеза, объясняющая эту связь. По его мнению, в «холодные» годы основной поток вод направлен в юго-западном направлении, на мелководные участки Карагинского залива, где личинки сельди находят благоприятные условия для выживания. В «тёплые» годы перенос осуществляется в восточном направлении, в сторону открытого океана, что обуславливает повышенную смертность ранних стадий сельди. Доказательство этой гипотезы получено на более поздних данных. На схемах геострофических течений в юго-западной части Берингова моря, построенных Г.В. Хеном для первой половины 1990-х гг., отчётливо видно, что в 1993 г. основной перенос вод происходил с глубины в направлении материковой отмели (рис. 3), тогда как в 1991–1992 и 1995 гг. — вдоль батиали (Хен, 1997; Khen, 1999).

Именно в 1993 г. появилась самая многочисленная генерация корфо-карагинской сельди за последние 4–5 десятилетий.

Урожайные поколения сельди появляются в годы с пониженным температурным фоном, за счёт совпадения сроков массового выклева личинок и максимального обилия мелкого, «кормового» зоопланктона. Вышеупомянутое урожайное поколение 1993 г. народилось в год с аномально низкой температурой поверхностного слоя вод в Беринговом море. Таким образом, в «холодные» периоды

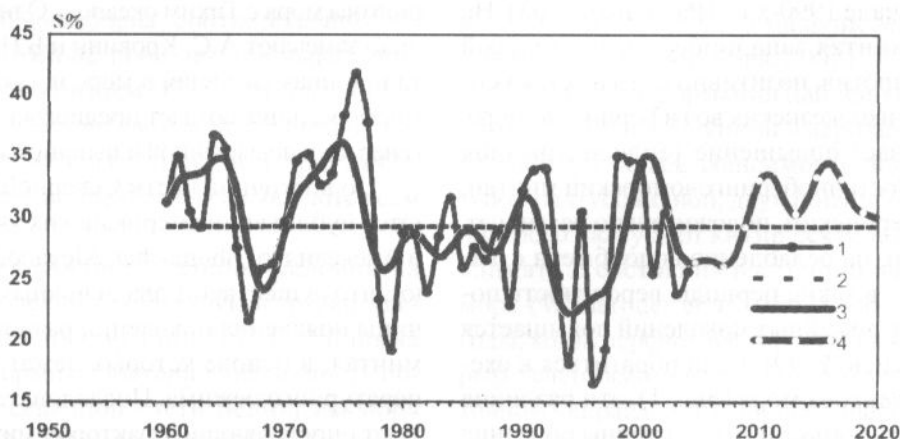


Рис. 2. Межгодовая изменчивость средней ледовитости Берингова моря (1), её среднеемноголетнее значение (2), спланированные (3) и прогнозируемые (4) значения (Ustinova et al., 2004)

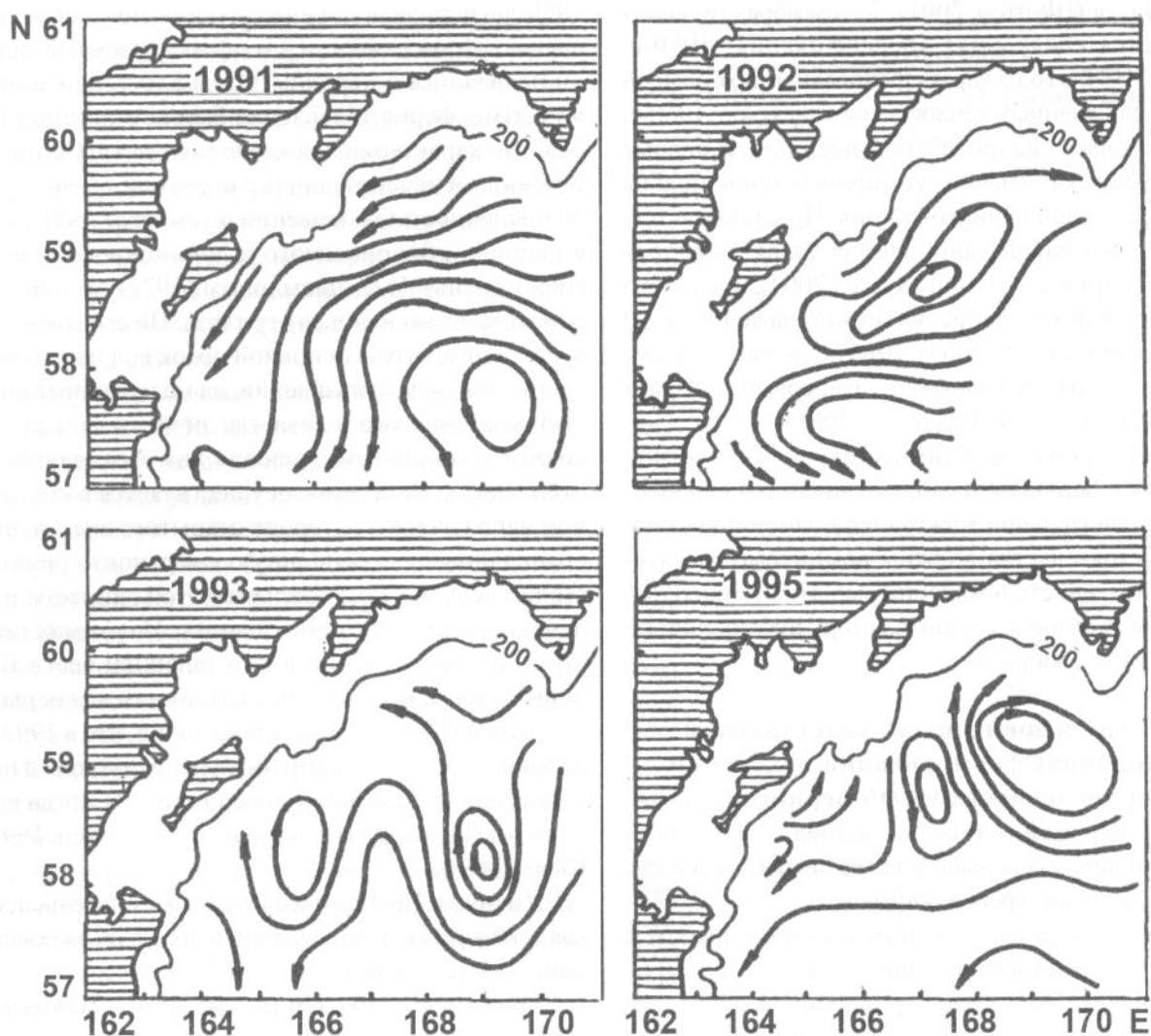


Рис. 3. Геострофические течения в юго-западной части Берингова моря летом, построенные относительно 500 дбар (Хен, 1997)

численность сельди увеличивается, а в «тёплые» — уменьшается (Науменко, 1998). Соответственно, для сельди благоприятна ситуация, когда водообмен с Тихим океаном ослабляется. Именно такой она и была в начале 1990-х гг. (Радченко, 2003). На численности минтая западноберингоморской популяции, напротив, позитивно сказывается усиление притока тихоокеанских вод в Берингово море, что обуславливает повышение теплосодержания водных масс. Восточноберингоморский минтай, синфазно с наваринским, положительно реагирует, подобно сельди, на ослабление водообмена с Тихим океаном — в такие периоды вероятность появления высокоурожайных поколений повышается (Кровнин, Котенев, 1999). Если обратиться к схеме течений Берингова моря (рис. 1), эти различия становятся вполне объяснимы — районы обитания минтая в его восточной части «остывают» при снижении поступления тихоокеанских вод с тёплым

Аляскинским течением. В западной половине к аналогичному результату приводит интенсификация холодного Камчатского течения, которое усиливается как раз при улучшении водообмена Берингова моря с Тихим океаном. Однако, как справедливо замечают А.С. Кровнин и Б.Н. Котенев (1999), та или иная ситуация в море и, соответственно, атмосфере, лишь создает предпосылки для появления генераций повышенной или пониженной величины.

По восточной части Северной Пацифики имеются публикации американских учёных. Шумахер и Александер (Shumacher, Alexander, 1999) сообщают, что существуют два основных взгляда на причины появления поколений разной численности у минтая, в основе которых лежат изменения температурного режима. Последователи первого считают определяющим фактором циклические изменения солнечной активности с периодом 11 лет. Последняя связана с площадью ледового покрова

в Беринговом море и таким образом влияет на теплосодержание его вод. Другие исследователи, проанализировав динамику Северо-Тихоокеанского индекса атмосферной циркуляции, обнаружили на периодограмме пики в точках 2 года, 6 лет и наиболее выраженный — 20 лет. Соответственно, ими обнаруживаются связи с указанной периодичностью.

Холловед с соавторами (Hollowed et al., 2001) исследовали влияние колебаний Эль-Ниньо и десятилетних тихоокеанских осцилляций на пополнение 34 видов рыб в разных районах. Результаты оказались неоднозначными. Так, хек, треска и минтай из залива Аляска обнаружили достоверную связь появления сильных годовых классов с состоянием Эль-Ниньо. Процессы пополнения у камбал зависят от второго из показателей. В большинстве случаев существование связи не доказано. Другие исследователи (Hunt et al., 2002; Mueter et al., 2006), разделяя взгляды о влиянии окружающей среды на процессы пополнения у рыб, выдвигают гипотезу, которая удовлетворительно объясняет его механизм. По мнению этих авторов, пополнение многих морских рыб, в том числе минтая, трески, американского стрелозубого палтуса, в холодные годы лимитируется «снизу», т. е. обилием корма, а в тёплые — «сверху» (численностью хищников). Веспестад и др. (Wespestad, Quinn, 1996; Wespestad et al., 2000) также считают, что фактором, определяющим численность молоди минтая в Беринговом море, является его выедание (главным образом — каннибализм). Однако интенсивность этого процесса и, соответственно, численность поколений, зависит от направления пассивных миграций молоди. Сильные годовые классы появляются в годы, когда мальки минтая течениями переносятся по направлению к берегу, где численность хищников невелика. Такая ситуация характерна для тёплых лет. В холодные годы интенсивность течений ослаблена, соответственно молодь остаётся в районе внешнего шельфа и выедается взрослым минтаем. По некоторым оценкам, в 1980-е гг. в Беринговом море ежегодно выедалось 7 млн т минтая (Шунтов и др., 1993). При этом основными потребителями являются сам минтай и треска.

Рассматривая влияние внешних условий на численность поколений тихоокеанской трески, следует сослаться на публикации В.Г. Вершинина (1983, 1987), который сопоставил численность поколений трески северной части Берингова моря 1962–1976 гг. рождения с ледовитостью во время массового размножения (первая декада апреля) и обнаружил достоверную обратную связь. Однако

предложенное объяснение сути явления — снижение содержания кислорода в воде в годы с развитым ледовым покровом и соответствующее уменьшение эффективности воспроизводства трески — представляется необоснованным, хотя бы потому, что на глубинах, где размножается треска, газообмен с атмосферой минимален (Богданов, 2004). Более приемлемой видится косвенная связь, т. е. ледовитость характеризует теплосодержание вод Берингова моря, а последняя воздействует на выживаемость ранних стадий трески (Борец, 1997). Позднее эта связь была подтверждена (Терентьев и др., 2004).

В отличие от минтая и трески, тихоокеанская навага воспроизводится в прибрежных водах на глубине 2–10 м в зимнее время. Эти районы отличаются наибольшими колебаниями температуры и солёности в течение года, максимальной толщиной ледового покрова и длительностью его существования, развитостью приливно-отливного и волнового перемешивания. Так, колебания солёности в прибрежье Карагинского залива могут достигать 16‰ (Карпенко, 1998). Наверно, этими причинами объясняется отсутствие связи «родители–потомство» у наваги заливов Северо-Восточной Камчатки (Толстяк, 1990). Зато чрезвычайно велика роль температуры и солёности, особенно последней, что дало возможность рассчитать прогностическое уравнение связи численности поколений со значениями этих предикторов в феврале–июне (период размножения, эмбрионального и постэмбрионального развития). Урожайные генерации обычно формируются, когда температура воды не ниже среднемноголетней при повышенной солёности (Толстяк, 1983, 1990). Выполненное О.В. Новиковой сопоставление численности поколений наваги с типом года по классификации И.В. Давыдова (1984) показало, что урожайные когорты появляются в «тёплые», а малочисленные — в «холодные» годы (Новикова, 2002).

Немного информации найдено нами по камбалам и палтусам. Группой американских исследователей изучалась зависимость пополнения узкозубой палтусовидной, двухлинейной камбал и стрелозубого палтуса от квазидесятилетних колебаний климата и состояния восточной части Берингова моря (Wilderbuer et al., 2002). Обнаружено, что в годы, когда перенос ранних стадий перечисленных рыб течениями направлен на мелководье (в восточном направлении), пополнение преимущественно хорошее (1980-е гг.). Напротив, при ситуации с преобладанием движения вод на запад, в открытом море, выживаемость личинок уменьшается.

Первая ситуация характерна для «тёплых» лет; их и следует считать благоприятными для появления сильных годовых классов.

Шумахер и Александер (Shumasher, Alexander, 1999) сообщают, что вариации пополнения белого палтуса залива Аляска связаны с 18,6-летним циклом лунного прилива. По их данным, учёт факторов окружающей среды значительно повышает обеспеченность уравнения «запас – пополнение» для камбал. К похожим выводам приходят Бейли и соавторы (Bailey et al., 2003), рассматривающие особенности распределения личинок и пополнения запаса четырёхбугорчатой камбалы в заливе Аляска и восточной части Берингова моря. Они объясняют большую вариабельность численности этого вида в первом районе изменчивостью динамики вод и меньшей площадью мелководья, благоприятного для обитания личинок камбал. При этом также констатируется значимость пассивного переноса течениями в том или ином направлении. Наряду с воздействием факторов окружающей среды, указывается на возможность регуляции пополнения камбаловых хищниками (Bailey, 1994), причём опять же в связи с влиянием внешних условий. Последние могут обусловить совпадение и, наоборот, дифференцированность мест оседания мальков камбал и обитания их потребителей.

Таким образом, резюмируя все вышеуказанные источники, можно предложить следующее схематичное описание процесса формирования численности поколений рыб Берингова моря.

Под действием климатических процессов полушарного или глобального масштаба над северной частью Тихого океана реализуется одна из двух ситуаций, формирующая положительные («тёплые» годы) либо отрицательные («холодные» годы) аномалии теплосодержания водных масс. Учитывая общий циклонический характер циркуляции вод в Беринговом море, повышение поступления тихоокеанских вод приводит к усилению как тёплого Аляскинского течения, так и холодного Камчатского. При обратной ситуации оба потока ослабевают. Поскольку продолжительность водообмена в Беринговом море составляет 6–12 лет (Radchenko, 2001), изменение знака режима не всегда происходит синхронно в разных частях Берингова моря. Это явление может служить объяснением несовпадения сроков появления сильных и слабых годовых классов рыб одного вида (например, минтай) в разных частях Берингова моря (Шунтов и др., 1993), поскольку Аляскинское течение вызывает потепление в восточной, а Кам-

чатское — похолодание в западной его половине на первой фазе общей тенденции перемены климатического режима. Обратный эффект также возможен на этапе перехода от тёплых лет к холодным. Сведения о численности отдельных гидробионтов говорят о том, что её вариации могут распространяться в последовательности: залив Аляска и восточная часть Берингова моря — западная часть Берингова моря — восточнокамчатский и северокурильский районы — Охотское море (Шунтов, 2001).

В целом можно сделать вывод, что временные отрезки с преобладанием пониженного теплосодержания вод благоприятны для корфо-карагинской сельди; для западноберингоморского минтая, наоборот, предпочтительны «тёплые» периоды. Такое же заключение, судя по известным нам публикациям, можно сделать по отношению к западноберингоморской треске и наваге северо-восточных заливов Камчатки, хотя какого-либо доказательного толкования эта связь не получила. Исходя из того факта, что 1980-е гг. отличались повышенным уровнем пополнения камбаловых рыб в восточной части Берингова моря, можно полагать, что для них также благоприятны «тёплые» периоды. Большинство камбаловых нерестится в районах внешнего шельфа и материкового склона, т. е. примерно на тех же участках, что и минтай и треска. Сельдь и навага размножаются в прибрежье. Соответственно, эмбриогенез, выклев и личиночный период проходят в разных условиях. К осени районы обитания сеголеток всех этих рыб в значительной степени совпадают, что обуславливает схожие условия существования (Балыкин, 2002). Можно предположить, что разница в уровне численности поколений закладывается раньше, когда места их обитания ещё дифференцированы. В «холодные» годы сроки размножения и появления личинок сельди смещаются на более поздние, выклев совпадает с пиком биомассы мелкого зоопланктона, чем создаются хорошие возможности для выживания. Минтай, треска и камбалы нерестятся на глубине, где температурные условия относительно стабильны, соответственно, меньше варьируют и сроки размножения. Икра минтая и некоторых камбал развивается в верхнем деятельном слое водной толщи; там же и появляются их личинки; здесь же обитают на этой стадии треска и все камбалы. В холодных водах выживаемость их должна быть меньше, хотя бы за счёт слабого развития кормовой базы (установлена прямая связь продукции массовых видов зоопланктона с температурой воды — Максименков, Шагинян, 1991).

Изложенная гипотеза, на наш взгляд, удовлетворительно объясняет, почему для корфо-карагинской сельди благоприятны «холодные», а для западноберинговоморских минтая, трески и восточноберинговоморских камбал — «тёплые» годы. Остаётся открытым вопрос с навагой — этот вид размножается, как и сельдь, в прибрежных водах, на него влияют те же факторы, тем не менее для него более подходящими являются «тёплые» годы. Известно, что навага размножается и проходит эмбриональный период при отрицательной температуре воды. Тем не менее более тесная связь обнаруживается с солёностью. Средне- и высокоурожайные генерации появляются как при отрицательных, так и положительных аномалиях температуры, но исключительно при повышенной, относительно среднемноголетней, солёности (Толстяк, 1990). Экспериментами С.И. Дорошева и Т.М. Аронович (Doroshev, Aronovich, 1974) установлено, что оплодотворяемость икры наваги зависит от содержания солей в воде. Оптимальной является солёность 28,9‰, увеличение или уменьшение её не сказывается на выживании уже оплодотворённых эмбрионов. Халинная структура вод побережья слагается под влиянием материкового стока и адвекции из открытых районов моря. Последняя, очевидно, интенсифицируется вместе с общим усилением циркуляции вод, которая, как мы знаем, характерна для «тёплых» периодов. Таким образом, мы полагаем, что появление урожайных поколений наваги связано с именно этими обстоятельствами.

Флуктуации численности поколений промысловых рыб в 1970–1990-х гг.

Для проверки нашей гипотезы рассмотрим динамику флуктуаций численности поколений некоторых рыб западной части Берингова моря. При этом мы использовали данные А.А. Бонка (корфо-карагинская сельдь), Д.А. Терентьева (карагинская и анадырско-наваринская треска), О.В. Новиковой (навага северо-востока Камчатки), А.О. Золотова (желтопёрая камбала Карагинского и Олюторского заливов) и собственные (западноберинговоморский минтай), представленные перечисленными специалистами в ежегодных прогнозах ОДУ. Поскольку ряды отличаются по длительности, мы зафиксировали только положительные или отрицательные отклонения от среднемноголетней величины (табл. 2).

Следует сообщить, что во всех случаях численность поколения рассчитывалась в возрасте массового пополнения промыслового запаса с применением различных модификаций виртуально-популяци-

онного анализа. При сопоставлении с табл. 1 становится очевидным, что как обильные, так и немногочисленные генерации всех видов могут появляться в разные по теплосодержанию вод годы. То есть имеет смысл говорить о благоприятности «тёплых» и «холодных» периодов времени, а не конкретных лет. Поэтому мы рассчитали тренд каждого ряда из табл. 2 путем скользящего осреднения по пяти точкам (рис. 4), разделив данные на 2 группы.

В первую вошли корфо-карагинская сельдь, западноберинговоморский минтай и навага северо-восточных заливов Камчатки. Во вторую — треска карагинская, анадырско-наваринская и желтопёрая камбала Карагинского и Олюторского заливов. При этом исходили из следующих соображений. Минтай и сельдь помещены на одном рисунке, поскольку отрицательная корреляция между запасами этих рыб хорошо известна (Науменко и др., 1990; Naumenko et al., 2001). На том же графике размещены сведения по наваге, с тем, чтобы проверить правомерность высказанной гипотезы о том, что для неё, в отличие от сельди, благоприятны «тёплые» периоды. На другом рисунке расположены ряды для карагинской и анадырско-наваринской трески, а также желтопёрой камбалы Карагинского и Олюторского заливов. Это позволяет сравнить динамику изменения годовых классов двух соседних популяций одного вида, а также позволяет сопоставить два вида донных рыб, отличающихся по биологии размножения: треску и камбалу.

Как можно видеть, в долгосрочном аспекте тенденции численности годовых классов корфо-карагинской сельди и западноберинговоморского минтая действительно находятся в противофазе; генерации первой в 1970-х – первой половине 1980-х редко превышали средний уровень и лишь в 1987–1990 гг. появилось несколько относительно сильных годовых классов (табл. 2, рис. 4). В 1990-х гг. появилось только 3 генерации уровня выше среднего, но одна из них — очень обильная (1993 г.). Впрочем, на численность поколений сельди весьма сильное негативное воздействие оказало возобновление во второй половине 1990-х гг. тралового промысла сельди, в ходе которого было выловлено большое количество молоди (Бонк, Золотов, 2003), причём не только сельди, но и минтая (Балыкин, 2006). Промысловое воздействие вкупе с похолоданием привели к тому, что в 1990-х гг. все его генерации оказались ниже среднего (табл. 2, рис. 4). На наш взгляд, нашла подтверждение и гипотеза о противоположности трендов динамики численности поколений сельди и наваги (табл. 2, рис. 4). Карагинская треска демонстрирует сходство с мин-

Таблица 2. Годы положительных (1) или отрицательных отклонений (-1) численности поколений рыб от среднегодовой

Год	Сельдь корфо-карагинская	Треска карагинская	Треска анад.-наваринская	Минтай западно-беринговоморский	Навага	Камбала желтопёрая
1973	-1			1		
1974	-1			1		
1975	-1			-1		-1
1976	-1			-1		0*
1977	-1			1		0
1978	1			1		0
1979	1	1		1		0
1980	-1	1		1		0
1981	-1	1		-1		-1
1982	-1	1	-1	1		1
1983	-1	1	-1	1		1
1984	-1	1	1	1		1
1985	-1	-1	-1	1		1
1986	-1	1	1	1		1
1987	1	-1	1	-1		1
1988	1	-1	1	-1	1	1
1989	1	-1	-1	-1	-1	1
1990	1	-1	-1	1	-1	1
1991	-1	-1	1	-1	-1	1
1992	-1	-1	-1	-1	1	-1
1993	1	1	1	-1	1	-1
1994	-1	1	1	-1	-1	1
1995	-1	-1	-1	-1	-1	-1
1996	-1	-1	-1	-1	1	-1
1997	1	-1	1	-1	-1	-1
1998	-1	-1	-1	-1	-1	-1
1999	-1	-1	-1	-1	-1	-1
2000	1	-1	-1	-1	1	

*— на уровне среднегодовой

таем и навагой северо-востока Камчатки; в то же время с западноберинговоморской треской тенденции, скорее, противоположны. Выше мы уже упоминали о том, что периоды, благоприятные для западноберинговоморского и наваринского минтая, не совпадают. То же мы наблюдаем и у трески — карагинская и анадырско-наваринская (западноберинговоморская) популяции в этом плане отличаются. Динамика численности поколений желтопёрой камбалы Карагинского и Олюторского заливов подобна таковой для сельди и обратна по сравнению с карагинской треской (рис. 4). Последняя более сходна с западноберинговоморским минтаем и навагой.

Вторым кластером информации об относительной численности поколений промысловых рыб стали результаты стандартных донных траловых съёмки, проводимых в Карагинском и Олюторском заливах с 1958 г. Работы выполняются тралом с мелкоячейной вставкой, который удовлетворительно улавливает молодь рыб, начиная со стадии сеголетка, хотя лучше облавливаются рыбы в воз-

расте 1–2 года. Очевидно, что улов на стандартное траление в экземплярах увеличивается при наличии урожайных генераций. Понятно, что в этом случае динамика показателя связана не с одним годовым классом, а с двумя–тремя. Тем не менее, при осреднении по 5 точкам можно получить представление о благоприятных и неблагоприятных периодах для той или иной рыбы. На рис. 5 показаны тренды изменения отклонения от среднегодового значения (41 точка) улова на стандартное траление в экземплярах корфо-карагинской сельди, западноберинговоморского минтая, наваги северо-востока Камчатки, карагинской трески и камбал. Последняя группа по видам не разделялась. Однако, поскольку желтопёрая камбала составляет более 80% уловов (Науменко и др., 2003), можно попытаться связать динамику улова на усилие с изменениями численности годовых классов именно этого вида.

Динамика улова на траление корфо-карагинской сельди и западноберинговоморского минтая также противоположна; показатели первой в

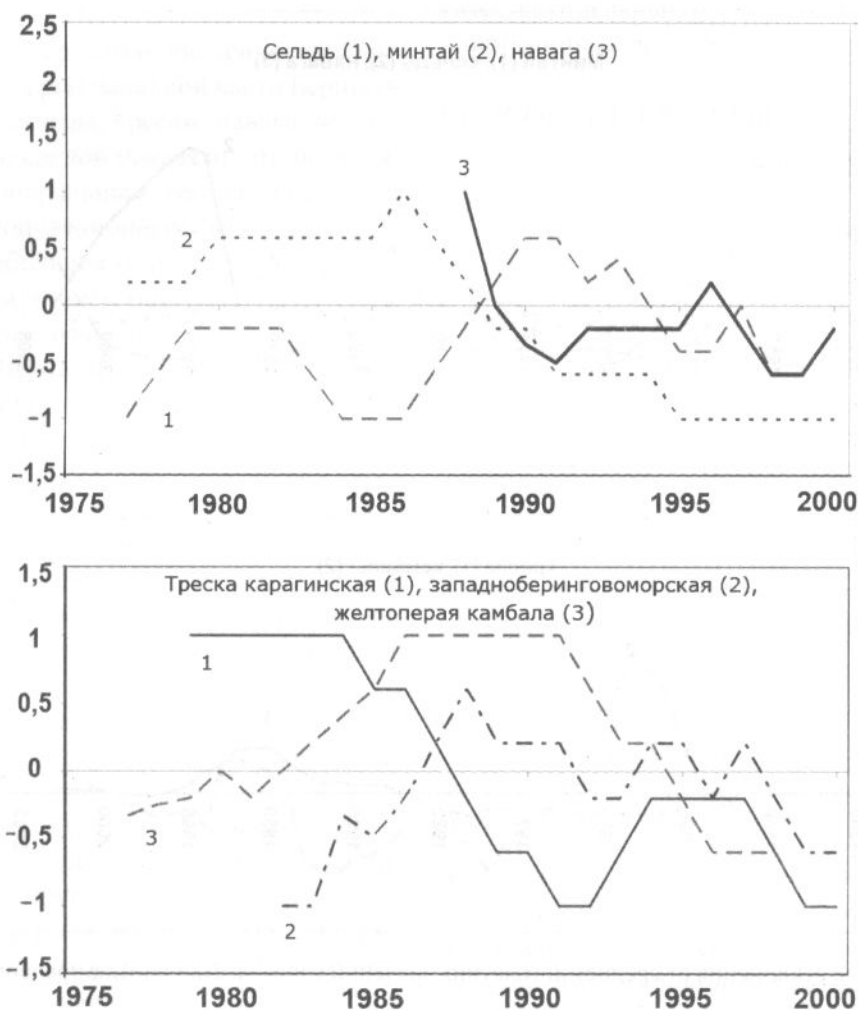


Рис. 4. Осреднённые знаки отклонения от среднееголетних значений численности поколений промысловых рыб

1970–1980-х не превышали средний уровень и только в 1990-х гг. существенно возросли (рис. 5), поскольку в это время появилось 3 поколения уровня выше среднего, включая урожайное поколение 1993 г. Очевидно, что тренды для сельди и наваги отличаются (рис. 5). Последняя демонстрирует сходство с карагинской треской. Отклонения улова на усиление камбал Карагинского и Олюторского заливов, подобно сельди, отрицательны на протяжении 1970-х и в первой половине 1980-х гг. и положительны в конце 1980-х – первой половине 1990-х гг. (рис. 5). Можно видеть, что флуктуации относительной численности камбал противоположны таковым для минтая. В целом можно сделать вывод, что результаты учёта рыб посредством донной траловой съёмки не опровергают заключений о благоприятных и неблагоприятных периодах для исследуемых видов рыб, сделанных нами выше.

Таким образом, исходя из сходства рядов знаков отклонения численности поколений, рыб можно разделить на 2 группы:

— корфо-карагинская сельдь, западноберингоморская треска, желтопёрая камбала Карагинского и Олюторского заливов;

— западноберингоморский минтай, карагинская треска, навага северо-востока Камчатки.

Первые 3 вида на протяжении 1970–1980-х гг. большей частью характеризовались отрицательными отклонениями численности поколений от среднееголетнего значения; вторые — положительными. Если исходить из классификации В.П. Шунтова (2001), следует признать благоприятными для первой группы «холодные», а для второй — «тёплые» периоды. Если вернуться к предыдущему разделу, то для западноберингоморской трески отмечалась благоприятность именно «тёплых» периодов. Видимо, смена климато-океанологического режима, произошедшая в 1976–1977 гг. в Беринговом море (Hunt et al., 2002), привела к изменению характера связи урожайности трески с условиями среды. Из рис. 6 следует, что годы, считавшиеся до 1977 г. «тёплыми», после этого раздела вполне могут именоваться «холодными».

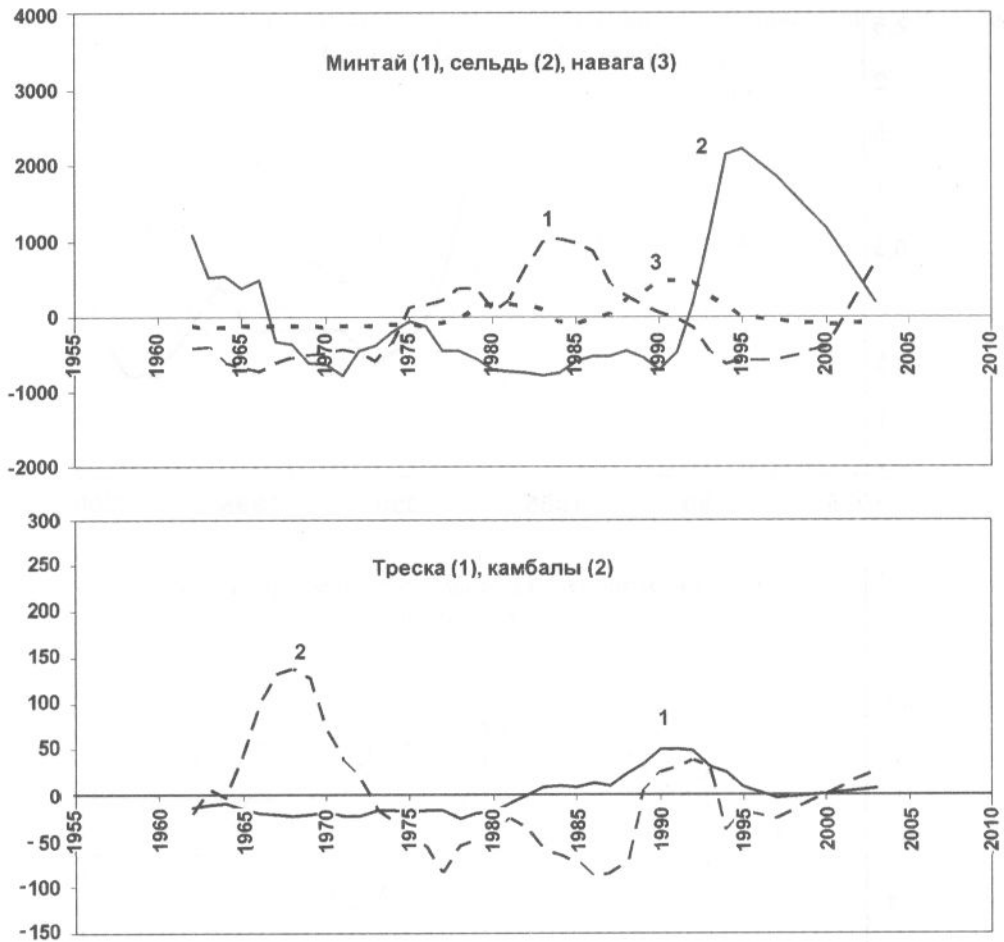


Рис. 5. Осреднённые отклонения от среднемноголетних значений улова на стандартное траление в экз.

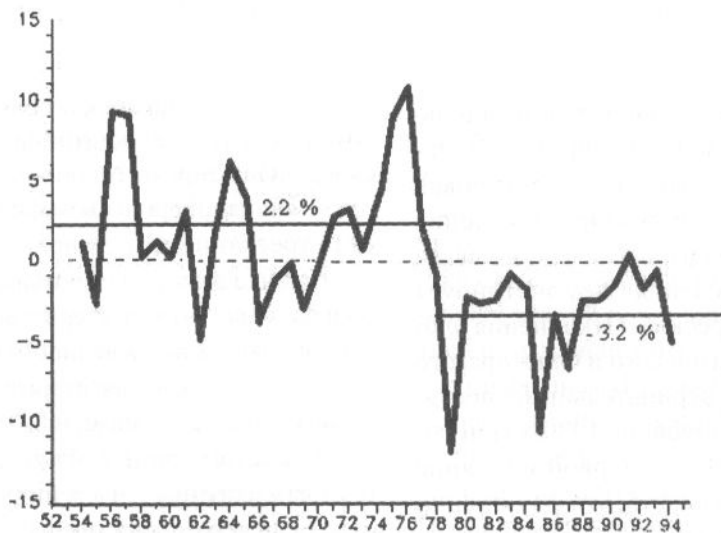


Рис. 6. Аномалии распространения ледового покрова в Беринговом море, 1952–1994 гг., по Niebauer et al., 1999

Следующий климатический сдвиг в Северной Пацифике произошёл в последние годы XX века (The Status..., 2003). Вероятно, именно этим обстоятельством можно объяснить факт отрицательных аномалий численности поколений у всех рыб,

за редким исключением, в последние 3 года прошлого столетия (табл. 1). Вполне возможно, изменятся также характер и знак связи отклонений численности поколений исследованных рыб с факторами окружающей среды.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование характера связи численности поколений промысловых рыб западной части Берингова моря (сельди, минтая, трески, наваги, желтопёрой камбалы) со средой показало, что он меняется в связи с темпоральным, географическим и, соответственно, популяционным факторами. Специфика условий обитания конкретной популяции вида играет, по-видимому, определяющую роль. Поэтому общие классификации, построенные для Берингова моря (Шунтов, 2001) или даже северо-западной части Тихого океана в целом (Давыдов, 1984), зачастую не позволяют прийти к однозначным выводам о влиянии климато-океанологического режима на численность поколений рыб.

Исходя из экологии размножения, исследуемые рыбы делятся на:

— воспроизводящихся в прибрежье (сельдь, навага) и открытых морских водах (минтай, треска, желтопёрая камбала);

— откладывающих икру на донный субстрат (сельдь, навага, треска) и в водную толщу (минтай, желтопёрая камбала).

Исходя из сходства тренда отклонений численности поколений от среднескользящих значений, выделяются другие группы:

— корфо-карагинская сельдь, западноберинговоморская треска, желтопёрая камбала Карагинского и Олюторского заливов;

— западноберинговоморский минтай, карагинская треска, навага северо-востока Камчатки.

В исследуемый период у первых поколения численности выше средней чаще появлялись в «холодные», а у вторых — в «тёплые» периоды. И та и другая включают рыб с прибрежным и «морским» размножением, пелагической и донной икрой. Таким образом, эти факторы не влияют на характер связи динамики численности поколений со средой. Можно полагать, что окончательное формирование величины годового класса происходит после выклева личинок. На изучении постэмбриональных этапов раннего онтогенеза рыб следует сосредоточить дальнейшие усилия исследователей.

Попадание двух соседних популяций трески в разные группы подчёркивает существенные отличия в океанологическом режиме между юго-западным (заливы Северо-Восточной Камчатки) и северо-западным (Олюторско-Наваринский район) секторами Берингова моря, что отмечали исследователи ранее (Борец, 1997; Микулин, 2003; Глубоков, 2005), и подтверждает необходимость выделения Карагинского и Олюторского заливов в

качестве отдельного района при промысловом районировании Дальневосточного бассейна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Балыкин П.А. 2002. Распределение сеголеток тресковых рыб и сельди в западной части Берингова моря // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 130. С. 1188–1189.

Балыкин П.А. 2006. Состояние и ресурсы рыболовства в западной части Берингова моря // М.: ВНИРО. 142 с.

Богданов Г.А. 2004. О распределении и запасах тихоокеанской трески // Водные биол. ресурсы, их состояние и использование. М.: ВНИЭРХ. № 2, 41 с.

Бонк А.А., Золотов А.О. 2004. К вопросу о рациональном использовании ресурсов сельди западной части Берингова моря (корфо-карагинская популяция) // Рыб. хоз-во. № 5. С. 32–35.

Борец Л.А. 1997. Донные ихтиоцены Российского шельфа дальневосточных морей: состав, структура, элементы функционирования и промысловое значение. Владивосток: ТИНРО, 217 с.

Вершинин В.Г. 1983. К вопросу о возможности прогнозирования численности поколений трески северо-западной части Берингова моря по ледовитости // Тез. докл. научно-практ. конф. по методам промыслового прогнозирования. Мурманск: ПИНРО. С. 27.

Вершинин В.Г. 1987. О биологии и современном состоянии запасов трески северной части Берингова моря // Биологические ресурсы Арктики и Антарктики. М.: Наука. С. 207–224.

Гидрометеорология и гидрохимия морей. 2001. Т. X. Берингово море. Вып. 2. Гидрохимические и океанологические основы формирования биологической продуктивности. С-Пб.: Гидрометеиздат, 235 с.

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

Давыдов И.В. 1972. К вопросу об океанологических основах формирования урожайности отдельных поколений сельди западной части Берингова моря // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 82. С. 281–307.

Давыдов И.В. 1983. Гидрометеорологические основы долгосрочного прогнозирования численности

- некоторых популяций рыб дальневосточных морей // Тез. докл. науч.-практ. конф. по методам промыслового прогнозирования. Мурманск: ПИНРО. С. 25–26.
- Давыдов И.В. 1984. О сопряжённости развития океанологических условий в основных рыбопромысловых районах дальневосточных морей // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 109. С. 3–16.
- Дементьева Т.Ф. 1976. Биологическое обоснование промысловых прогнозов. М: Пищ. пром-сть. 236 с.
- Кровнин А.С., Котенев Б.Н. 1999. Изменения урожайности минтая Берингова моря в связи с колебаниями климатических условий в северной части Тихого океана // Тез. докл. 9-й Всерос. конф. по пром. океанографии. М.: ВНИРО. С. 85–86.
- Кровнин А.С., Кловач Н.В., Борисов В.М. и др. 2003. Крупномасштабные флуктуации запасов морских промысловых организмов // Рыб. хоз-во. № 4. С. 20–23.
- Максименков В.В., Шагинян Э.Р. 1991. Продукция массовых видов копепод и её связь с температурой воды у берегов Камчатки // Иссл. биологии и динамики числ. промысловых рыб камчатского шельфа. Петропавловск-Камчатский. Ко ТИНРО. Вып. 1. Ч. 2. С. 170–176.
- Микулин А.Е. 2003. Зоогеография рыб. М.: ВНИРО, 436 с.
- Науменко Н.И. 1988. Условия питания молоди и величина пополнения промзапаса корфо-карагинской сельди // Тез. докл. Всес. конф. «Питание морских рыб и использование кормовой базы как элемента пром. прогнозирования». Мурманск: ПИНРО. С. 125–126.
- Науменко Н.И. 1998. Многолетняя динамика запасов сельди дальневосточных морей // Тез. докл. 7-й Всерос. конф. по проблемам пром. прогнозирования. Мурманск: ПИНРО. С. 142–143.
- Науменко Н.И. 2001. Биология и промысел морских сельдей Дальнего Востока. Петропавловск-Камчатский: Камчат. печат. двор. 330 с.
- Науменко Н.И. 2002. Многолетние изменения в ихтиоценое юго-западной части Берингова моря // Тр. II Междунар. науч. конф. «Рыбохозяйственные исследования Мирового океана». Владивосток. Т. 1. С. 139–141.
- Науменко Н.И., Балыкин П.А., Науменко Е.А., Шагинян Э.Р. 1990. Многолетние изменения в пелагических ихтиоценозах западной части Берингова моря // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 111. С. 49–58.
- Науменко Н.И., Антонов Н.П., Курриянов С.В. 2003. Состояние запасов и промысел желтопёрой камбалы северо-востока Камчатки // Вопр. рыболовства. Т. 4. № 2. С. 315–326.
- Новикова О.В. 2002. Промысел, распределение и некоторые особенности биологии наваги (*Eleginus gracilis* (Tilesius)) прикамчатских вод // Сб. науч. тр. Камчат. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Вып. 6. С. 120–130.
- Радченко В.И. 2003. Изменения климата и перспективы рыболовства в Беринговом море в первой половине XXI века // Тез. докл. междунар. конф. «Рациональное природопользование и управление морскими биоресурсами: экосистемный подход». Владивосток: ТИНРО. С. 51–53.
- Терентьев Д.А., Винников А.В., Тепнин О.Б. 2004. Прогнозирование запаса тихоокеанской трески *Gadus macrocephalus* Tilesius 1810 (Gadidae) северо-западной части Берингова моря на основе анализа абиотических факторов // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 137. С. 292–300.
- Хен Г.В. 1997. Межгодовая динамика гидрологических областей на шельфе западной части Берингова моря в связи с меандрированием Камчатского течения // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 122. С. 484–496.
- Шунтов В.П. 2001. Биологические ресурсы дальневосточных морей. Т. 1. Владивосток: ТИНРО, 580 с.
- Шунтов В.П., Волков А.Ф., Темных О.С., Дулепова Е.П. 1993. Минтай в экосистемах дальневосточных морей. Владивосток: ТИНРО, 426 с.
- Bailey K.M. 1994. Predation on juvenile flatfish and recruitment variability // Netherlands Journal of Sea Research. Vol. 32. № 2. P. 175–189.
- Bailey K.M., Brown E.S., Duffy-Anderson J.T. 2003. Aspect of distribution, transport and recruitment of Alaska plaice (*Pleuronectes quadrituberculatus*) in the Gulf of Alaska and eastern Bering sea: comparison of marginal and central populations // Journal of Sea Research. Vol. 50. № 2–3. P. 87–95.

- Davydov I.V.* 1989. Characteristics of development of atmospheric circulation in the Northern Pacific Ocean and their role in determining long-time changes in the Abundance of certain Fishes // Effect of Ocean Variability on Recruitment and an Evaluation of Parameters used in Stock Assessment Models. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. Vol. 108. P. 181–194.
- Doroshev S.I., Aronovich T.M.* 1974. The effects of salinity on embryonic and larval development of *Eleginus navaga* (Pallas), *Boreogadus saida* (Lepechin) and *Liopsetta glacialis* (Pallas) // Aquaculture. Vol. 4. P. 353–362.
- Hunt G.L., Stabeno Ph., Walters G. et al.* 2002. Climate change and control of the southeastern Bering Sea pelagic ecosystem // Deep Sea Research Part II: Topical studies in Oceanography. Vol. 49. № 26. P. 5821–5853.
- Hollowed A.B., Hare S.R., Wooster W.S.* 2001. Pacific basin climate variability and patterns of Northeast Pacific marine fish production // Progress in Oceanography. Vol. 49. № 1–4. P. 257–282.
- Khen G.V.* 1999. Hydrography of Western Bering Sea Shelf Water // Dynamics of the Bering Sea. Fairbanks. Alaska. USA. University of Alaska Sea Grant. PICES. P. 161–176.
- Mueter F.J., Ladd C., Palmer M.C., Norcross B.L.* 2006. Bottom-up and top-down controls of walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) on the Eastern Bering Sea shelf // Progress in Oceanography. V. 68. № 2–4. P. 152–183.
- Naumenko N.I., Balykin P.A., Naumenko E.A.* 2001. Long-term Fluctuations in the pelagic Community of the Western Bering Sea // Abstracts PICES X Annual Meeting. Victoria B.C. Canada. P. 125.
- Niebauer H.J., Bond N.A., Yakunin L.P., Plotnikov V.V.* 1999. An Update on the Climatology and Sea Ice of the Bering Sea // Dynamics of the Bering Sea. Fairbanks. Alaska. USA. University of Alaska Sea Grant. PICES. P. 29–59.
- Pavlov V.K., Pavlov P.V.* 1996. Oceanographic Description of the Bering Sea // Ecology of the Bering Sea. Fairbanks, Alaska. P. 1–96.
- Radchenko V.I.* 2001. The western Bering Sea: changes in physical environment and pollock stocks // Abstracts PICES X Annual Meeting. Victoria B.C. Canada. P. 126.
- Schumacher J.D., Alexander V.* 1999. Variability and Role of the Physical Environment in the Bering Sea Ecosystem // Dynamics of the Bering Sea. Fairbanks. Alaska. USA. University of Alaska Sea Grant. PICES. P. 147–160.
- Stabeno P.J., Schumacher J.D., Ohtani K.* 1999. The Physical Oceanography of the Bering Sea // Dynamics of the Bering Sea. Fairbanks. Alaska. USA. University of Alaska Sea Grant. PICES. P. 1–28.
- The Status of North Pacific Marine Ecosystems. 2003. Report of the PICES North Pacific Ecosystem Status Report Working Group at the NPESR Workshop, 25–27 August 2003, Victoria, Canada, 38 p.
- Ustinova E.I., Sorocin Yu.D., Khen G.V.* 2004. Ice cover variability and long-term forecasting in the far-eastern Seas // Proceeding of the 19th International Symposium on Okhotsk Sea and Sea Ice. P. 75–80.
- Vasilevskaya L.N., Muktepavel L.S., Tzhuravleva T.M.* 2004. About connection of ice processes of the Okhotsk and Bering Seas // PICES scientific report. No 26. P. 114–115.
- Wespestad V.G., Fritz L.W., Ingraham J., Megrey B.A.* 2000. On relationships between cannibalism, climate variability, physical transport, and recruitment success of Bering Sea walleye Pollock (*Theragra chalcogramma*) // ICES Journal of Marine Science. Vol. 57. № 2. P. 272–278.
- Wespestad V.G., Quinn T.J.* 1996. Importance of cannibalism in the population dynamics of walleye pollock *Theragra chalcogramma* // NOAA Tech. Rep. NMFS. V. 126. P. 212–216.
- Widerbuer T.K., Hollowed A.B., Ingraham W.I. et al.* 2002. Flatfish recruitment response to decadal climatic variability and ocean conditions in the eastern Bering Sea // Progress in Oceanography. Vol. 55. № 1–2. P. 235–247.
- Wyllie-Echeverria T., Ohtani K.* 1999. Seasonal Sea Ice Variability and the Bering Sea Ecosystem // Dynamics of the Bering Sea. Fairbanks. Alaska. USA. University of Alaska Sea Grant. PICES. P. 435–451.