

УДК 597.562

О МЕЖВИДОВЫХ ОТНОШЕНИЯХ ТИХООКЕАНСКОЙ ТРЕСКИ И МИНТАЯ**П. А. Балыкин**

На основании опубликованных данных о питании тихоокеанской трески и минтая в Беринговом море высказывается гипотеза о существовании между этими видами отношений «хищник – жертва». В обоснование данного предположения приводятся многолетние ряды уловов трески и минтая в западной части Берингова моря, а также индекса состояния их запасов (улова на траление стандартной траловой съёмки). Показано, что после появления урожайного поколения минтая фиксируется рост биомассы трески. Выполнен анализ перечисленных данных методом перекрёстного корреляционного анализа. Сделан вывод, что отношения «хищник – жертва» между треской и минтаем существуют, по крайней мере, в Беринговом море.

P. A. Balykin. About interspecies interactions between Pacific cod and walleye pollock // Research of water biological resources of Kamchatka and of the northwest part of Pacific Ocean: Selected Papers. Vol. 9. Petropavlovsk-Kamchatski: KamchatNIRO. 2007. P. 230–234.

The occurrence of the interactions “predator–prey” between Pacific cod and walleye Pollock has been hypothesized on the base of published data on feeding of these two species in the Bering Sea. The hypothesis suggested has been substantiated with the data on the catches of cod and pollock in the Western Bering Sea, and also on the index of stock abundance state of these species (catch per one trawling of standard trawl survey) collected for many years. It has been demonstrated that the growth of the biomass of cod gets fixed after abundant generation of walleye pollock emerging. The data mentioned have been analyzed with the method of cross correlation analysis. The suggesting made is that the interactions “predator–prey” between Pacific cod and walleye Pollock occur, at least in the Bering Sea.

О существовании корреляций между рядами численности промысловых видов рыб хорошо известно. Одним из наиболее гласных примеров является обратная связь между сельдью и минтаем, подробно исследованная для западной части Берингова моря (Науменко и др., 1990; Науменко, 2001, 2002; Naumenko, 1996, Naumenko at al., 2001). Главной причиной противонаправленности изменения запасов этих рыб считаются климатические условия: в «тёплые» периоды возрастает численность минтая, в «умеренно холодные» — сельди, что связано с улучшением условий воспроизводства и выживания на ранних стадиях.

Отмечается также, что происходят изменения и в донном ихтиоценозе западного сектора Берингова моря (Науменко, 2002). Так, в конце 1980-х и 1990-х гг. параллельно с сокращением ресурсов минтая уменьшилась и численность трески (Naumenko at al., 2001). Существование трофических связей между этими видами хорошо известно. Например, в зимнее время минтай составляет 90–97% пищи трески по весу (Vinnikov, 1996). С учётом мнения В.П. Шунтова с соавторами (1993), согласно которому всеми потребителями в 1980-х годах в Беринговом море выедалось ежегодно порядка 7 млн т минтая, можно заключить, что воздействие трески на его ресурсы, по крайней мере, сравнимо с промысловым, если не превосходит таковое. С другой стороны, американские исследователи полагают, что в восточ-

ной части Берингова моря минтаем выедается около 75% всей трески, потребляемой хищниками (Laevastu, Вах, 1990). Таким образом, отношения этих рыб амбивалентны: являясь одним из основных пищевых компонентов трески, минтай, в силу своей многочисленности, сам в значимой степени способен влиять на динамику численности трески, выедавая её молодь.

Расчёты с применением математических моделей показывают наличие взаимосвязей между этими видами (Левасту, Ларкинз, 1987). Исследование особенностей распределения массовых видов рыб в юго-западной части Берингова моря методами кластерного анализа показало, что треска и минтай (вместе с палтусами) образуют единую ветвь на дендрограмме с достоверностью выше третьего уровня значимости (Naumenko, 1996). О совместном обитании минтая и трески в восточной части Берингова моря сообщают японские учёные (Kichara, Shimada, 1988).

Для северо-западной части исследуемого водоёма нами выполнен корреляционный анализ размещения массовых промысловых рыб по результатам донной траловой съёмки, выполненной в июле 1996 г. (таблица 1). Очевидно, что наиболее статистически значимые отношения обнаруживаются между треской и минтаем. Столь высокие значения коэффициентов корреляции считаются «инерционными» (Яковлев, 1976) и позволяют проследить за вторым аргументом, зная только первый.

Таблица 1. Коэффициенты корреляции между уловами разных рыб на час траления съёмки в северо-западной части Берингова моря в июле 1996 г.

Вид	Т	ЧП	БП	ПК	ДК	ЖК	Бычки	Скаты
Минтай	0,86/0,96	-0,09/-0,010	-0,13/-0,09	-0,13/-0,03	-0,12/-0,22	-0,14/-0,09	-0,16/-0,24	-0,06/-0,21
Треска (Т)		-0,06/-0,07	-0,12/-0,09	-0,07/0,02	-0,03/-0,12	-0,06/-0,07	-0,16/-0,21	0,00/-0,17
Чёрный палтус (ЧП)			0,57/0,92	-0,15/0,09	0,22/0,35	-0,10/-0,09	-0,10/-0,17	0,24/ 0,57
Белокорый палтус (БП)				-0,25/0,08	-0,12/0,28	-0,12/-0,11	-0,12/-0,22	-0,12/ 0,48
Палтусовид. камбала (ПК)					-0,11/-0,09	-0,07/-0,14	0,03/0,09	-0,01/0,02
Двухлинейн. камбала (ДК)						-0,13/-0,14	-0,14/0,03	0,86/0,32
Желтобрюх. камбала (ЖК)							-0,05/ 0,58	-0,07/-0,16
Бычки								0,08/-0,12

Примечание. По численности/по биомассе. Выделены значения, достоверные с вероятностью более 95%

Указанные факты позволяют предположить сопряжённость численности трески и минтая в западной части Берингова моря.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Для проверки вышеозначенной гипотезы мы, прежде всего, обратились к опубликованным данным об объёме добычи интересующих нас видов (Балыкин, 2004). На рис. 1 можно видеть ряды уловов трески и минтая за 1970–2003 гг. и соответствующие им тренды, полученные методом сглаживания по 5 точкам.

Уловы минтая значительно возросли с середины 1970-х к началу 1980-х гг., поддерживались на сравнительно высоком уровне всё это десятилетие, после чего пошли на убыль. В целом, тенденцию их изменения вплоть до 2000 г. можно оценивать как негативную. В первые годы XXI века наметился некоторый рост уловов (рис. 1).

Добыча трески в 1970-х гг. существенно уменьшилась вследствие нерегулируемого изъятия в конце 1960-х гг. В некоторые годы она изымалась только в качестве прилова к минтаю (Вершинин, 1987). Однако уже в начале 1980-х гг. уловы пошли в рост и к середине этого периода практически вернулись к прежнему уровню. Более 10 лет добыча трески оставалась достаточно высокой и лишь в конце XX и начале XXI века пошла на спад (рис. 1).

Таким образом, рост уловов минтая через несколько лет сопровождался увеличением добычи трески; после снижения вылова первого из видов через некоторое время происходило уменьшение и второго. С большей очевидностью это утверждение иллюстрируют кривые уловов, сглаженные методом скользящей средней — они весьма сходны по форме, но смещены относительно друг друга по оси времени — добыча трески «отстаёт» от минтая.

Показателем, характеризующим состояние запасов промысловых рыб в юго-западной части Берингова моря, служит улов в кг на часовое траление осенней донной траловой съёмки, выполняемой с 1958 г. (Naumenko, 1996). Динамика изменения этого индекса показана на рис. 2.

Показатель для минтая был сравнительно низок на протяжении 1960-х – первой половины 1970-х годов, достиг наибольших значений в середине 1980-х и вернулся к прежнему уровню к концу XX века. В первые годы текущего столетия отмечен рост индекса состояния запасов (рис. 2).

Улов трески на стандартное траление оставался небольшим вплоть до начала 1980-х гг., после чего появилась положительная тенденция его изменения. Рост продолжался до первой половины 1990-х гг. включительно. После этого данный показатель по-

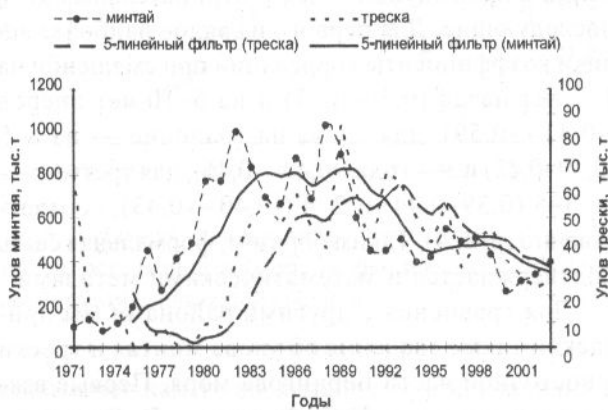


Рис. 1. Динамика уловов минтая и трески в западной части Берингова моря — фактическая и сглаженная методом скользящей средней

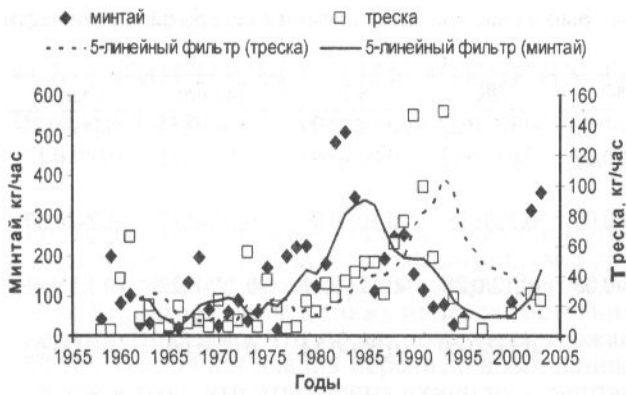


Рис. 2. Изменения улова на траление стандартной съёмки (кг/час) трески и минтая — фактические и сглаженные методом скользящей средней

шёл вниз и к настоящему времени, в среднем, не превышает таковой для 1960–1970-х гг. (рис. 2).

То есть индекс состояния запасов обоих видов демонстрирует наличие взаимозависимости — при низких его значениях для минтая имели место и небольшие уловы на траление для трески. Через некоторое время после роста этого показателя для первой из рыб происходило увеличение и для второй. Отрицательная тенденция изменения запасов минтая с определённым лагом сопровождается таковой и для трески. В последние годы улов на траление съёмки для минтая возрос; видимо, к концу 2010-х гг. увеличится этот предиктор и для трески.

Третьим блоком информации стали данные о среднем улове сеголеток минтая на траление стандартной осенней траловой съёмки и биомасса трески, полученная с применением математической модели SYNTHESIS (неопубликованные данные О.И. Ильина). Первый из показателей служит индикатором численности поколения (Балыкин, 1990). Значения обоих предикторов показаны на рис. 3. Уловы сеголеток были наиболее велики в 1978 (158 экз./трал) и 1986–1987 гг. (107

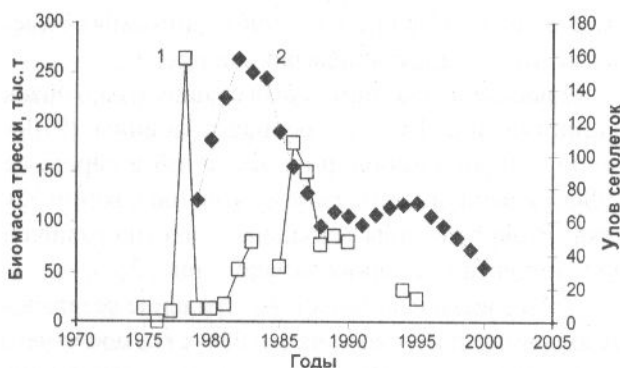


Рис. 3. Изменения улова сеголеток минтая на траление (1) и биомассы трески (2)

и 90 экз./трал, соответственно). В остальные годы этот показатель значительно меньше; минимум отмечен в 1976 г. — 0,3 экз./трал (рис. 3).

Биомасса трески была наибольшей в первой половине 1980-х гг., когда она достигала 264 тыс. т. К концу десятилетия она упала до уровня менее 100 тыс. т, после чего наступил период стабилизации и даже некоторого роста к середине 1990-х гг., когда был достигнут результат — 119 тыс. т. В конце XX века произошло дальнейшее снижение запасов — до 55 тыс. т в 2000 г. Таким образом, два выраженных пика численности сеголеток минтая (1978 и 1986–1987 гг.) сопровождаются «всплесками» на кривой динамики биомассы трески — в 1982–1984 и 1993–1995 гг. (рис. 3), что может свидетельствовать в пользу нашей гипотезы.

Сравнивая полученные графики с образцами, иллюстрирующими зависимость «хищник – жертва», приводимыми в литературе (Уильямсон, 1975), можно прийти к выводу об их несомненном сходстве, хотя длительность рядов, анализируемых нами, уступает известным примерам. Для подтверждения или отрицания существования между треской и минтаем взаимоотношений указанного рода мы рассчитали перекрёстные коэффициенты корреляции между уловами, индексами состояния запаса трески и минтая, а также между биомассой первого вида и уловом сеголеток второго на траление с различным упреждением, воспользовавшись пакетом прикладных программ для ПК STATISTIKA. Этот метод является одним из стандартных при сравнении временных рядов (Тюрин, Макаров, 1998). Результаты представлены на рисунке 4.

Как видим, картина во всех трёх случаях весьма подобна: и уловы и запасы трески положительным образом связаны с аналогичными показателями минтая и индексами численности его поколений в предыдущие годы и отрицательным — в последующие. Для первого из рядов наиболее велики коэффициенты корреляции при смещении на 1–7 лет назад (0,56–0,73) и на 6–10 лет вперёд (-0,41– -0,59); для улова на траление — на 6–8 (0,39–0,42) и 3–4 года (-0,44– -0,46), для третьего — на 3–5 (0,39–0,44) и 2–4 (-0,40– -0,43), соответственно (рис. 4). Таким образом, формальная связь подтверждается и математическими методами.

Для сравнения с другими районами мы привлекли также сведения об улове минтая и трески в восточной части Берингова моря. Первые взяты нами из статьи Н.С. Фадеева и В. Веспестада (2001), вторые — на сайте Интернета www.fakr.noaa.gov/npmfc/. Сравнение этих рядов

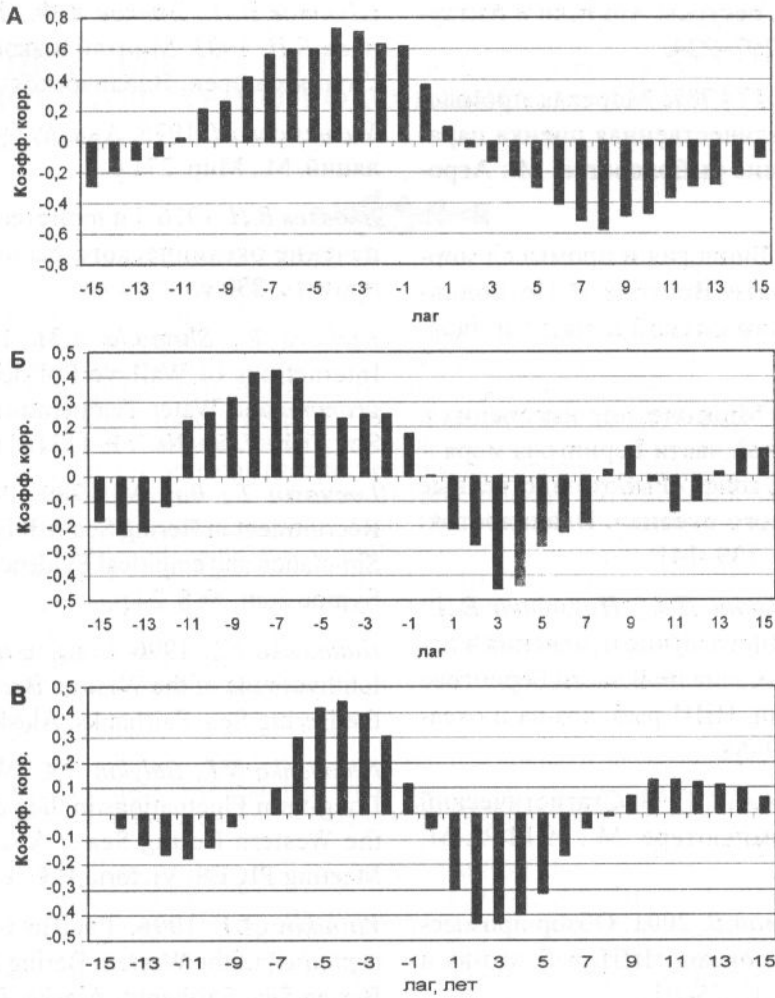


Рис. 4. Значения коэффициентов кросскорреляции между годовой добычей (А), уловами на траление стандартной съёмки (Б), биомассой и уловом сеголеток (В) трески и минтая с разным лагом

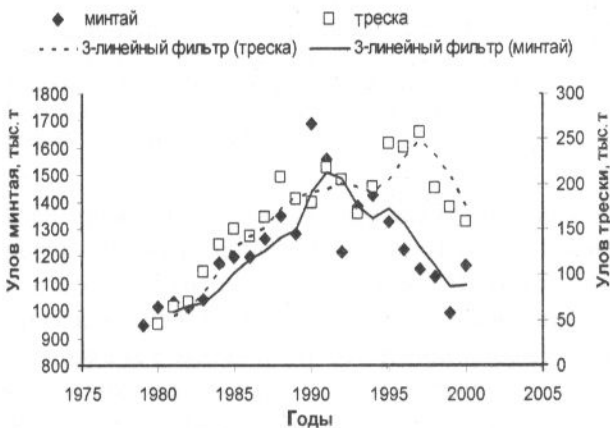


Рис. 5. Динамика уловов минтая и трески (тыс. т) в восточной части Берингова моря — фактическая и сглаженная методом скользящей средней

показывает нам то же явление, что и в западной части моря — увеличение уловов минтая через несколько лет сопровождается ростом добычи трески (рис. 5).

Вышеизложенные материалы не оставляют сомнений в существовании между треской и минтаем отношений «хищник – жертва», по крайней мере, в Беринговом море. Насколько это явление распространено по всему ареалу и через какие механизмы оно реализуется — ответы на эти вопросы требуют более подробных исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Балыкин П.А. 1990. Биология и состояние запасов минтая западной части Берингова моря // Автореф. дис... канд. биол. наук. Петропавловск-Камчатский: Ко ТИНРО, 23 с.

Балыкин П.А. 2004. Рыболовство в западной части Берингова моря. Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана // Сб. науч. тр. Камчат. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Вып. 7. С. 27–34.

Вершинин В.Г. 1987. О биологии и современном состоянии запасов трески северной части Бе-

- рингова моря // Биол. ресурсы Арктики и Антарктики. М.: Наука. С. 207–224.
- Левасту Т., Ларкинз Г.* 1987. Морская промысловая экосистема. Количественная оценка параметров и регулирование рыболовства. М.: Агропромиздат, 165 с.
- Науменко Н.И.* 2001. Биология и промысел морских сельдей Дальнего Востока // Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор, 330 с.
- Науменко Н.И.* 2002. Многолетние изменения в ихтиоценозе юго-западной части Берингова моря // Тр. II Междунар. науч. конф. «Рыбохозяйственные исследования Мирового океана». Владивосток: Дальрыбвтуз. 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.
- Тюрин Ю.Н., Макаров А.А.* 1998. Статистический анализ данных на компьютере. М.: ИНФРА-М, 528 с.
- Фадеев Н.С., Веспестад В.* 2001. Обзор промысла минтая // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 128. С. 75–91.
- Шунтов В.П., Волков А.Ф., Темных О.С., Дуленова Е.П.* 1993. Минтай в экосистемах дальневосточных морей. Владивосток: ТИНРО, 426 с.
- Уильямсон М.* 1975. Анализ биологических популяций. М.: Мир, 271 с.
- Яковлев В.Н.* 1976. Гидрометеорологическое обеспечение океанического рыболовства. М.: Пищ. пром-ть, 230 с.
- Kichara K., Shimada A.M.* 1988. Prey-Predator Interactions of Walleye Pollock *Theragra chalcogramma* and Water Temperature // Bull. Japan Soc. Sci. Fish. V. 54. № 7. P. 1131–1135.
- Laevastu T., Bax N.* 1989. Predation controlled Recruitment in Bering Sea fish Ecosystem: numerical Simulation and empirical Evidence // Paper ICES MSM Symposium. № 8, 24 p.
- Naumenko N.I.* 1996. Long-term Fluctuations in the Ichthyofauna of the Western Bering Sea // Ecology of the Bering Sea. Fairbanks, Alaska. P. 143–158.
- Naumenko N.I., Balykin P.A., Naumenko E.A.* 2001. Long-term Fluctuations in the pelagic Community of the Western Bering Sea // Abstracts of X Annual Meeting PICES. Victoria B.C. Canada, 125 p.
- Vinnikov A.V.* 1996. Pacific Cod (*Gadus macrocephalus*) of the Western Bering Sea // Ecology of the Bering Sea. Fairbanks, Alaska. P. 183–202.