

ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ КЕТЫ СЕВЕРО-ВОСТОКА КАМЧАТКИ И ДИНАМИКА ЕЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Л.О. Заварина

*Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и
океанографии, Петропавловск-Камчатский*

Северо-восточное побережье Камчатки (Карагинский и Олюторский районы) является одним из основных мест воспроизводства кеты. Ее доля от общего вылова лососей составляет в среднем 4,5%. Начиная с 1957 г., отмечено снижение численности кеты северо-востока Камчатки. Минимальные подходы имели место в 1971–1975 гг., максимальные — в 1986–1990 гг. В последующее пять лет численность кеты снижалась, а с конца 90-х гг. постепенно восстанавливается. С изменением численности произошли и изменения в биологической структуре стада кеты северо-восточного побережья Камчатки. В первую очередь изменился возрастной состав. Выше стал средний возраст созревания. С 1976 г. наблюдается снижение размерно-массовых характеристик. По рассматриваемым периодам средняя плодовитость кеты данного района снизилась с 2709 до 2435 и в дальнейшем до 2228 икринок. Изменения численности и соответственно биологических показателей кеты, по нашему мнению, связаны с численностью трофических конкурентов (горбуши и искусственно разводимой кеты японского происхождения), с глобальными климато-океанографическими преобразованиями, вызвавшими изменение условий нагула в океане.

TRENDS OF BIOLOGICAL PARAMETERS AND STOCK ABUNDANCE DYNAMICS OF NORTH-EAST KAMCHATKA CHUM SALMON

L.O. Zavarina

*Kamchatka Research Institute of Fisheries & Oceanography, Petropavlovsk-
Kamchatsky*

The north-east coast of Kamchatka (Karaginski and Olutorski Bays) is one of principal areas of chum salmon reproduction. Average contribution of this chum to the total salmon harvest in Kamchatka takes 4,5%. From 1957 the abundance of North-East Kamchatka chum salmon began decrease. The minimum returns were in 1971–1975, the maximum in 1986–1990. The abundance decreased for the next five years and began recover gradually from late 1990th. The stock abundance changes of North-East Kamchatka chum salmon were accompanied with the changes of biological parameters. Age composition went extensive transformations. Average age of maturation got older. From 1976 a size-weight reduce has been observed. The average fecundity of North-East Kamchatka chum salmon went reducing from 2709 to 2435 and then to 2228 eggs. On our view the dynamics of chum salmon abundance and biological parameters is determined by the abundance of trophic competitors (pink salmon and Japanese hatchery chum salmon), global changes of climate and oceanography conditions, causing transformations of ocean feeding conditions, and by high intensity of fishing.

Кета — один из наиболее распространенных и многочисленных видов тихоокеанских лососей (рис. 1). На Камчатке один из основных районов ее воспроизводства — северо-восточное побережье полуострова (Карагинский и Олюторский районы). Здесь кета является вторым по значимости объектом промысла, а в неурожайные для горбуши годы занимает в улове первое место. Так, с 1934 г. за 70-летний период вылов кеты превысил добычу горбуши в 7

случаях. Добыча кеты за это же время составляет в среднем около 22% от вылова горбуши. В среднем ее доля в промысле лососей на Камчатке составляет 4,5%. За период 1957–2004 годов минимальная и максимальная величина нерестовых подходов кеты к этому району Камчатки различается более чем в 30 раз. Поэтому данные о биологии кеты северо-восточного побережья полуострова представляют не только научный, но и практический интерес.

Целью исследования является выяснение причин флуктуаций численности и изменений качественных характеристик кеты северо-восточного побережья Камчатки.

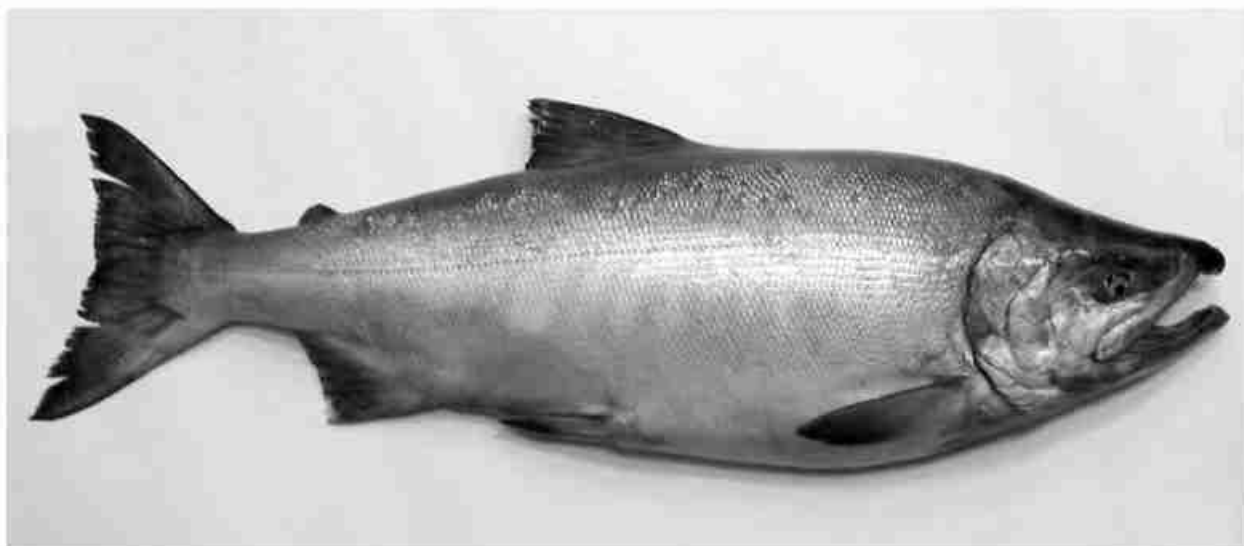


Рис. 1. Кета (фото А.А.Бонк)

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В работе использованы многолетние материалы наблюдений по биологии кеты, собранные на р. Хайлюля (Карагинский залив) с 1976 по 2004 гг. (рис. 2).

Ранее было показано, что изменения, происходящие в биологической структуре стада кеты р. Хайлюля характерны и для кеты всего северо-восточного побережья Камчатки (Заварина, 2003а). Сбор материалов выполнен по общепринятой методике (Правдин, 1966). Для определения возраста брали чешую под спинным плавником выше боковой линии, а в последние годы по методике Клаттера и Уайтсела (Clutter, Whitesel, 1956). Численность нерестовых подходов определена исходя из статистики прибрежного вылова и данных по авиаучетам количества производителей на нерестилищах.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

За весь период исследований (1957–2004 гг.) величины нерестовых подходов кеты к северо-восточному побережью Камчатки различаются в 33,5 раза (минимальная — 0,127 млн. рыб в 1973 г. и максимальная — 4,249 млн. рыб в 1990 г.). Начиная с 1957 г., отмечено снижение численности кеты, а ее минимальный подход приходится на 1971–1975 гг. В дальнейшем численность

кеты постепенно возрастает и достигает максимальной величины в 1990 г. (рис. 3).

Позднее в 1991–1995 г. численность нерестовых подходов кеты снова снижается. Возможно, это связано с влиянием многочисленного поколения горбуши 1991 г. (около 100 млн. рыб), а также с максимальным приближением дрейтерного промысла к берегам Камчатки. Кроме того, с 1993 г. начал активно развиваться российский научный дрейтерный промысел с нерегулируемым и в не полной мере учтенным изъятием кеты (Заварина, 2003б).

С конца 1990-х годов численность кеты в этом районе Камчатки постепенно восстанавливается, что, на наш взгляд, является результатом ограничения дрейтерного промысла в конце лета и осенью в Беринговом море и Петропавловск-Командорской подзоне. Об этом свидетельствует, и выявленная отрицательная взаимосвязь между долей незрелой кеты в уловах в Беринговом море и величиной ее запаса в реках Карагинской подзоны ($r = -0,78$) (Заварина, 2004). Запрет дрейтерного промысла в конце лета и осенью в акватории Берингова моря, а соответственно и снижение вылова незрелых рыб привело к увеличению численности подходов кеты к нерестовым рекам.

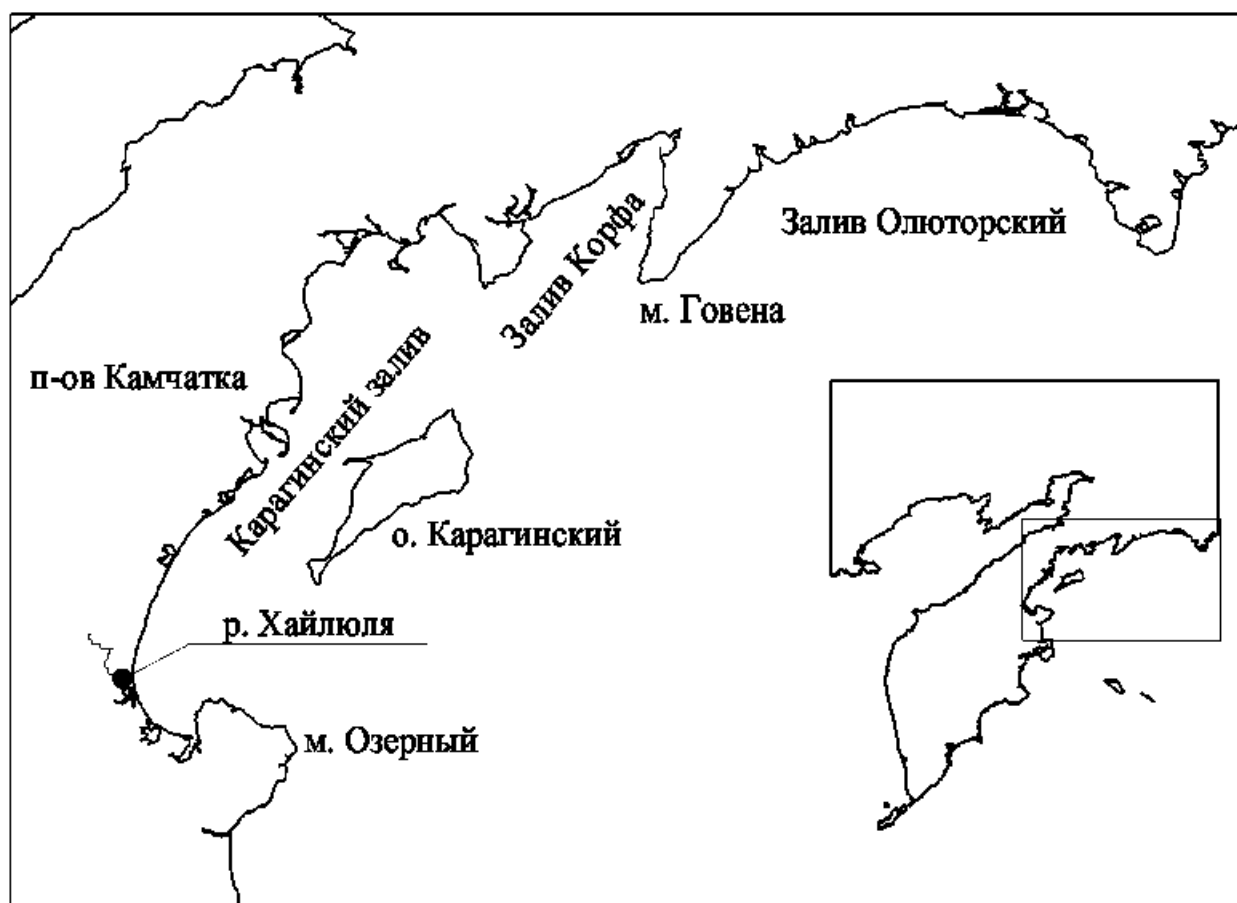


Рис. 2. Район исследований

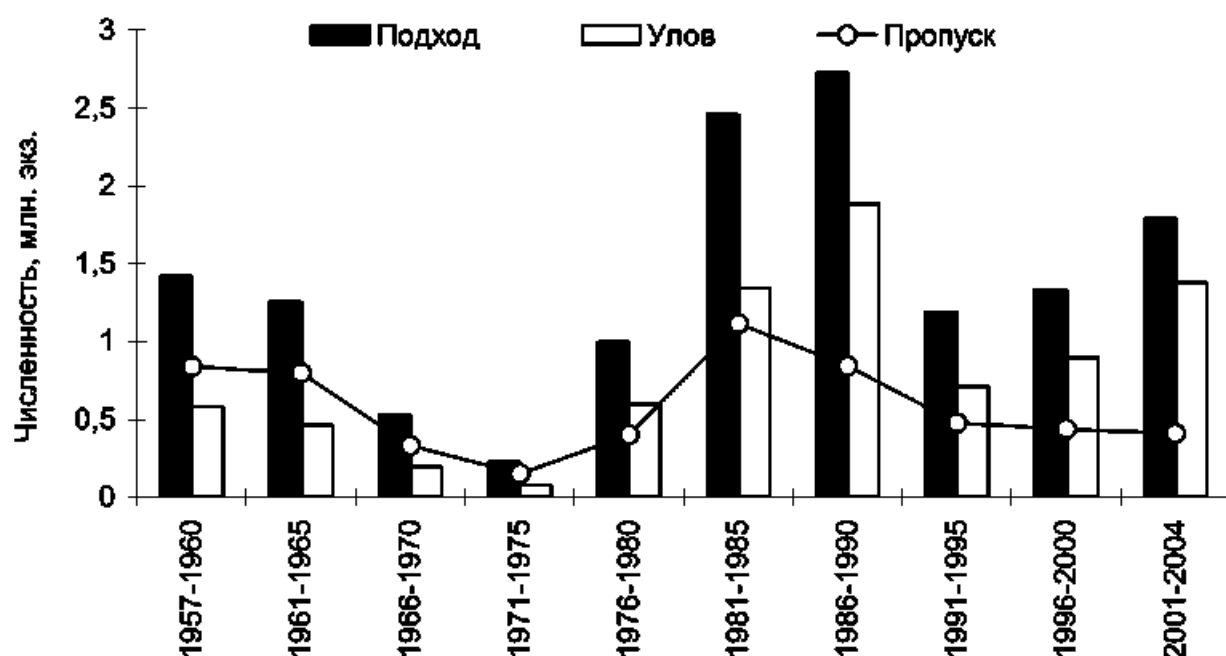


Рис. 3. Изменение численности нерестовых подходов, уловов и пропуска на нерестилища кеты северо-восточного побережья Камчатки, млн. экз.

Колебания численности обуславливают изменения биологической структуры кеты этого региона. В первую очередь, изменился возрастной состав. Так, с 1976–1980 гг. по 1986–1990 гг. снизилась относительная численность рыб возрастов 2+ с 4,5 до 0,9% и 3+ с 60 до 39,6%, но повысилась доля особей старших возрастных групп: 4+ — с 35 до 53,3% и 5+ — с 0,5 до 6,2%, соответственно. В 2001–2004 гг. их доля составляла: 2+ — 2,8; 3+ — 39,9; 4+ — 40,9; 5+ — 16,2; 6+ — 0,2%. Выше стал средний возраст созревания (табл. 1).

Таблица 1. Изменение возрастного состава (%) кеты в нерестовых подходах северо-восточного побережья Камчатки

Годы	1+	2+	3+	4+	5+	6+	Средний возраст
1976-1980	-	4,5	60,0	35,0	0,5	-	3,43
1981-1985	-	9,0	49,6	38,0	3,4	-	3,36
1986-1990	+	0,9	39,6	53,3	6,2	+	3,65
1991-1995	-	0,5	40,8	47,5	11,1	0,1	3,70
1996-2000	-	3,1	34,9	48,1	13,2	0,7	3,74
2001-2004	-	2,8	39,9	40,9	16,2	0,2	3,71

Примечание: + - доля рыб менее 0,1%

Независимо от численности кеты, начало нерестового хода составляют старшие рыбы, а заход основной массы ее наиболее молодых, рано созревающих особей приходится на конец анадромной миграции.

Соотношение полов в нерестовых стадах кеты обычно близко к 1:1, хотя в отдельные годы наблюдаются отклонения. В среднем за 29 летний период доля самок составила 46% (25–66,3%).

С 1976 г. отмечается снижение, как длины, так и массы рыб. Так, в 1976–1980 гг. средняя длина кеты равнялась 64,8 см, масса — 3,69 кг; 1986–1990 гг. — 63,2 см и 3,66 кг; 2001–2004 гг. — 62,3 см и 3,35 кг (рис. 4); минимальные значения зарегистрированы в 1991–1995 гг. В целом с 1976 г. и по настоящее время средняя длина рыб уменьшилась на 2,5 см, а масса — на 0,34 кг.

Индивидуальная абсолютная плодовитость составляет 550–6097 икринок, а средние значения колеблются от 1302 (1995 г.) до 2900 (1977 г.) икринок. Изменения численности подходов, их возрастной структуры и размерно-массовых показателей кеты повлекли за собой и изменения ее абсолютной плодовитости. С 1976 по 2004 г. средняя плодовитость кеты снизилась с 2709 до 2228 икринок, а их масса повысилась с 163 до 208 мг (рис. 5).

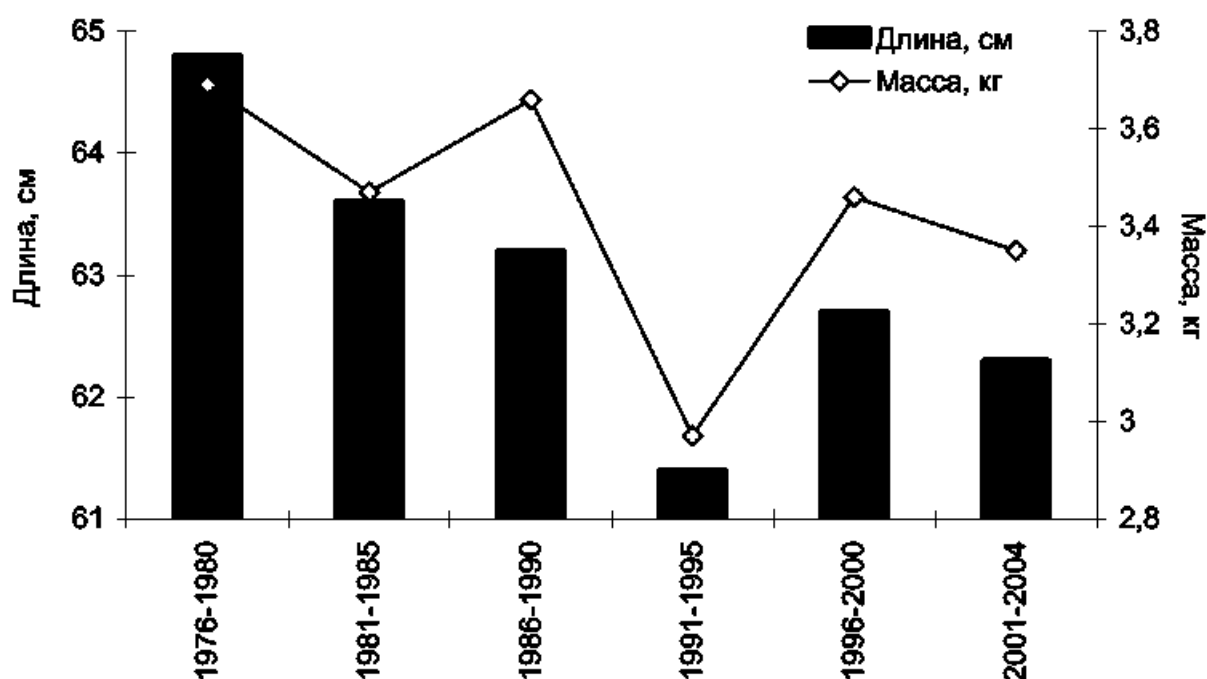


Рис. 4. Изменение длины и массы кеты в нерестовых подходах северо-восточного побережья Камчатки

При анализе изменений плодовитости самок разной длины, массы и возраста установлено, что прослеживается прямая зависимость абсолютной плодовитости от длины ($y = 80,597x - 2607,5$; $R^2 = 0,878$) и веса тела ($y = 523,41x + 643,13$; $R^2 = 0,931$), что характерно как для рыб различных возрастных групп, так и в целом. Эти связи во всех случаях оказались достоверными, и причем, абсолютная плодовитость сильнее зависит от массы рыб. Коэффициенты аппроксимации находятся в пределах $R^2 = 0,57–0,87$ при зависимости плодовитости от длины самок и при зависимости плодовитости от массы самок $R^2 = 0,63–0,93$. Аналогичные связи свойственны кете из других водоемов и районов воспроизводства (Костарев, 1969; Николаева, 1974; Иванков, 1983; Каев, 2002).

Связь абсолютной плодовитости с возрастом самок представлена на рисунке 6.

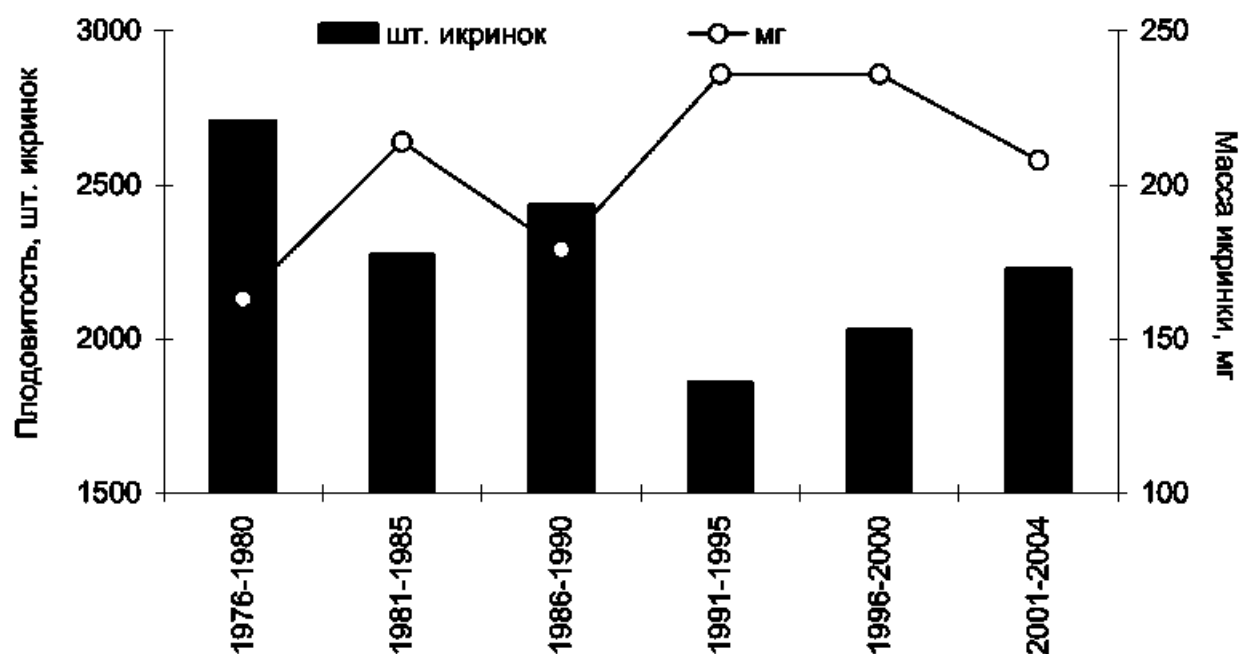


Рис. 5. Изменение плодовитости и массы икринки кеты северо-восточного побережья Камчатки

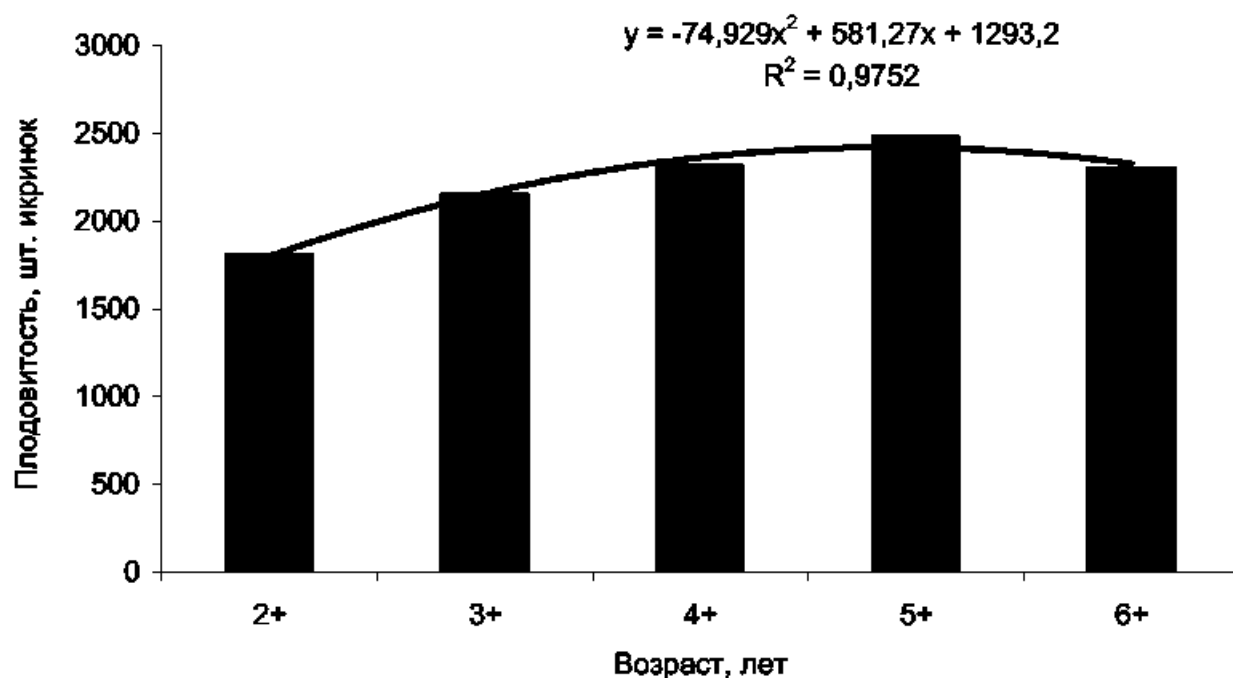


Рис. 6. Значения плодовитости у кеты разного возраста

Коэффициент корреляции абсолютной плодовитости с возрастом у кеты этого региона довольно высок $r = 0,82$, что близко к рыбам р. Большая (0,85) и

выше, чем р. Камчатка (0,54) (Николаева, 1974). Однако при анализе плодовитости и среднего возраста рыб в нерестовых подходах за весь период наблюдений связь отсутствует. Наибольший коэффициент корреляции между этими показателями наблюдается в период с 1993 по 1999 гг. $r = -0,76$ и в последнее время (1999–2004 г.) $r = +0,83$. Зависимость массы икринок от величины плодовитости находится в плотной обратной линейной связи (рис. 7) ($y = -0,0921x + 411,31$; $R^2 = 0,781$), как у разновозрастных рыб, так и у особей одного возраста. Масса икринки выше у кеты старших возрастных групп, чем у младших (рис. 8). Корреляция между возрастом и массой икринки составляет 75%.

Численность кеты в нерестовых подходах северо-восточного побережья Камчатки и значения ее биологических характеристик сопряжены, однако за весь период наблюдений связь не выражена и наиболее высокие коэффициенты корреляции наблюдаются в период с 1998 по 2004 гг. (табл. 2).

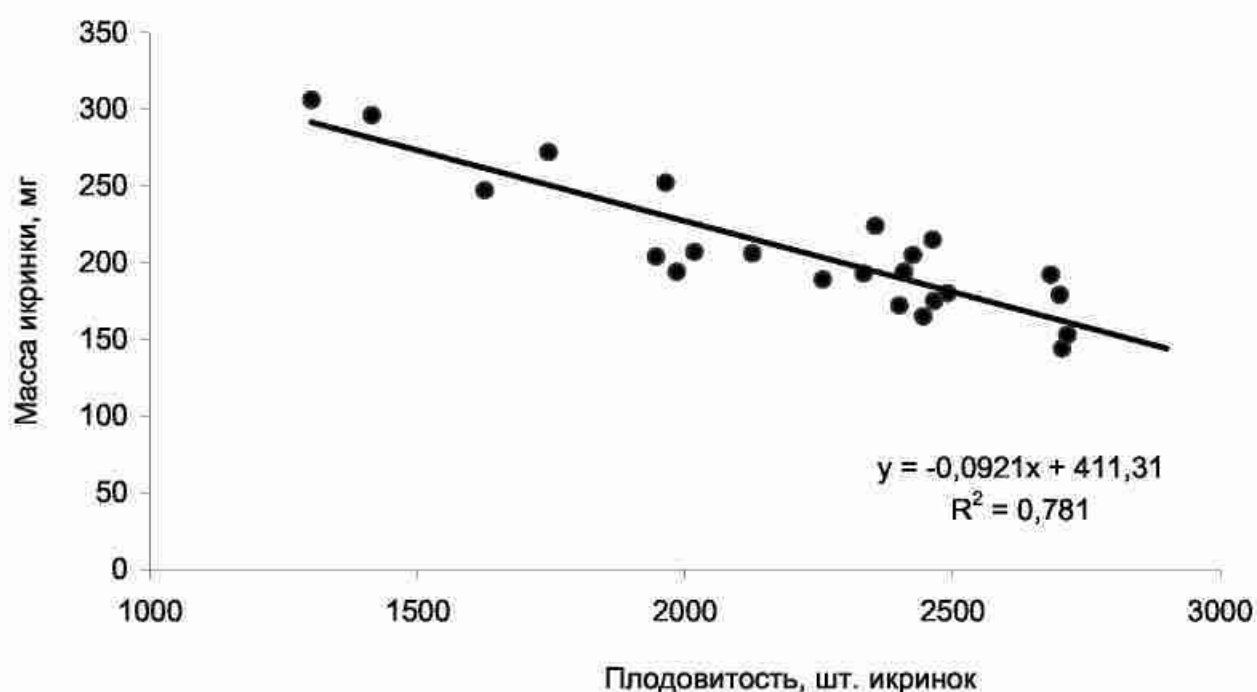


Рис. 7. Связь массы икринки с величиной плодовитости без учета возрастных групп

Изменение биологических показателей рыб, т.е. формирование разнокачественности особей является реакцией популяции, состоящей из рыб разного пола, размера, возраста на внешние воздействия. Ее изучение является частью исследований формирования воспроизводительной способности биологической структуры, под которой понимается темп восстановления нерестового стада за счет пополнения (Монастырский, 1949). Наиболее важное ее свойство - плодовитость, которая зависит от ряда биологических показателей. В настоящее время имеется много публикаций, свидетельствующих об ухудшении биологических показателей кеты (Гриценко и др., 2000; Zavarina, 2001; Заварина, 2003а), обусловленных влиянием неблагоприятных климатических, а также плотностных факторов.

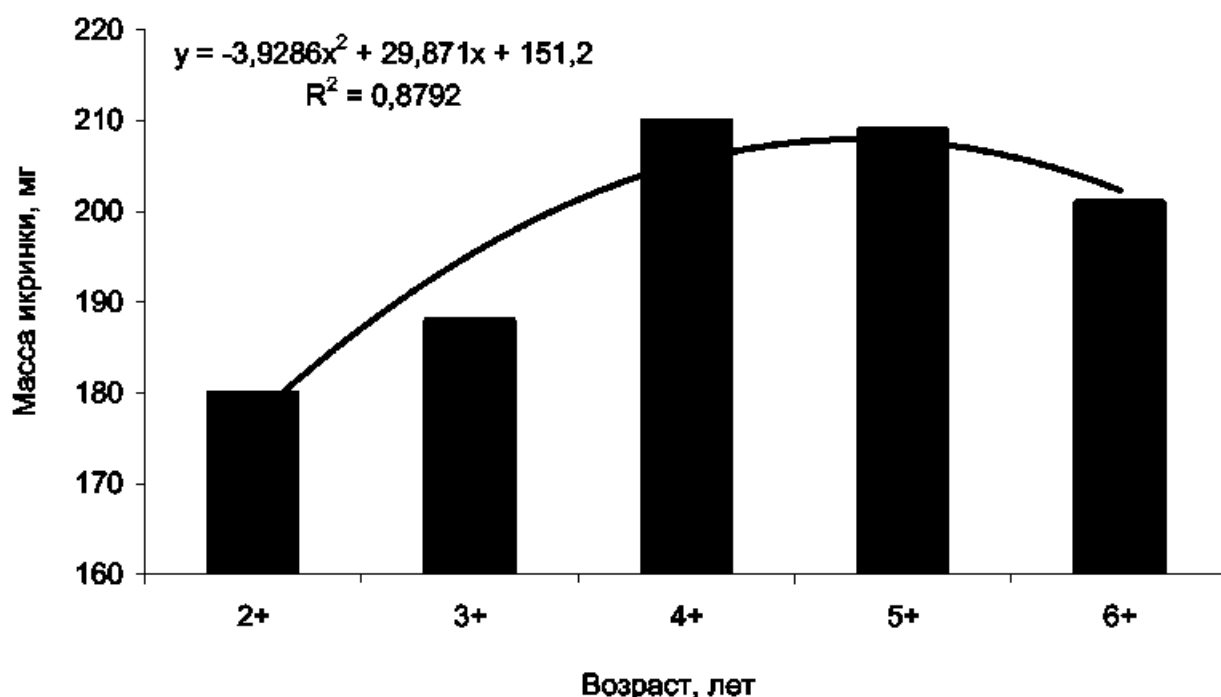


Рис. 8. Масса икринки у кеты разных возрастных групп

Таблица 2. Связь численности нерестовых подходов кеты северо-восточного побережья Камчатки с ее биологическими характеристиками (1998-2004 гг.)

Биологические характеристики	Коэффициент корреляции
Средний возраст	0,803
Средняя длина	0,721
Средняя масса	0,755
Средняя абсолютная плодовитость	0,790
Средняя масса икринки	-0,500

Существенные перестройки в структуре зоопланктонных сообществ в дальневосточных морях и сопредельных водах океана, которые произошли в начале 1990-х годов в связи с глобальными климато-океанологическими преобразованиями (Шунтов, 1994; Шунтов и др., 1997) вызвали изменение состояния кормовой базы, определяющей условия нагула в океане в последние годы (Капенко et. al., 2006). Замедление роста рыб отмечено для разных популяций кеты как по азиатскому (Каев, 2003), так и по американскому (Helle, Hoffman, 1995) побережьям Тихого океана. Следовательно, это явление имеет глобальный характер.

Снижение размеров тела кеты обусловлено не только воздействием плотностного фактора в результате значительного увеличения ее численности из-за повышения с начала 1980-х годов доли искусственного воспроизводства этого вида (Гриценко и др., 2000). Размеры и возраст созревания кеты не всегда тесно связаны с ее численностью, и часто определяются превосходящей численностью

горбуши данного района, с которой она совместно нагуливается (Бирман, 1985). Влияние горбуши начинает сказываться на кете на самых ранних этапах жизненного цикла при скате молоди этих видов (Заварина, Шевляков, 2004; Шевляков, Заварина, 2004). Ранее ряд авторов отмечали влияние горбуши на кету из-за напряженных пищевых отношений (Андриевская, 1958, 1966, 1975; Карпенко, 1981, 1983, 1998, 2000). Так, в Карагинском заливе при скате высокоурожайных поколений горбуши в пище молоди кеты увеличивается доля второстепенных, малоэнергоемких пищевых организмов (Шершнева, Коваль, 2004). В годы ската неурожайных поколений горбуши, состав пищи обоих видов — кеты и горбуши обычно сходен. Однако и в том и другом случае накормленность молоди кеты обычно ниже, чем у горбуши (Карпенко, 1981, 1983, 1998, 2000). При высокой численности других лососей происходит значительное расширение пищевого спектра кеты, а при неблагоприятных кормовых условиях в нем присутствует большое количество малокалорийных объектов, что отражается на ее темпе роста, скорости созревания и возраста возврата на нерест (Карпенко, 2005).

Кета, как вид с более длинным жизненным циклом, нагуливается сразу с несколькими поколениями горбуши, как многочисленными, так и относительно малочисленными, тем не менее, превосходящими по численности в несколько раз соответствующее поколение кеты. Данные по биологическим показателям лососей в море (Бирман, 1985) и гистологических исследований (Иевлева, 1964, 1968) показали, что у подавляющего большинства рыб созревание, т.е. переход половых продуктов к стадии активного ово- и сперматогенеза начинается незадолго до начала нерестовой миграции. Решающее значение здесь имеют условия нагула рыб в период, непосредственно предшествующий нерестовой миграции. Основная масса кеты впервые созревает в возрасте 3+, и, очевидно, наиболее ответственным за темп пополнения ее запасов являются условия жизни в конце третьего года жизни. Именно от них, и, в частности, от того, какова была в этот период на местах нагула численность горбуши, зависит, в каком возрасте возвратится основная масса кеты на нерестилище — на четвертом или на пятом году жизни. Увеличение в отдельных нерестовых стадах кеты пятилеток происходит на следующий год после возвращения на нерест в реки данного района высокоурожайных поколений горбуши.

Таким образом, изменения численности и соответственно биологических показателей кеты, по нашему мнению, в короткие периоды связаны с численностью трофических конкурентов (горбуши и искусственно разводимой кеты японского происхождения), а на длительных этапах — с глобальными климато-океанологическими преобразованиями, вызвавшими изменение условий нагула лососей в океане.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Андриевская Л.Д. 1958. Питание тихоокеанских лососей в северо-западной части Тихого океана // Матер. по биологии морского периода жизни лососей. М.: ВНИРО. С. 64–75.
- Андриевская Л.Д. 1966. Пищевые взаимоотношения тихоокеанских лососей в море // Вопр. ихтиологии. Вып. 6. С. 84–90.
- Андриевская Л.Д. 1975. Питание тихоокеанских лососей в морской период жизни: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток: ТИНРО. 28 с.

Бирман И.Б. 1985. Морской период жизни и вопросы динамики стада тихоокеанских лососей. М.: Агропромиздат. 208 с.

Гриценко О.Ф., Заварина Л.О., Ковтун А.А., Путивкин С.В. 2000. Экологические последствия крупномасштабного искусственного разведения кеты // Сб. науч. тр. Промыслово-биологические исследования рыб в тихоокеанских водах Курильских островов и прилегающих районах Охотского и Берингова морей в 1992–1998 гг. М.: ВНИРО. С. 241–246.

Заварина Л.О. 2003а. Биологическая структура кеты *Oncorhynchus keta* северо-восточного побережья Камчатки // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 2. (Владивосток, 19–21 марта 2003 г.). Владивосток: Дальнаука. С. 531–540.

Заварина Л.О. 2003б. Промысловое использование кеты северо-востока Камчатки // Рациональное природопользование и управление морскими биоресурсами: экосистемный подход: Тез. докл. Межд. конф. (Владивосток, 23–26 сентября 2003 г.). Владивосток: ТИНРО-Центр. С. 118–120.

Заварина Л.О. 2004. Некоторые данные о неполовозрелой кете *Oncorhynchus keta* (Walbaum) в летне-осенний период нагула в открытых водах Тихого океана // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей. Матер. V науч. конф. (Петропавловск-Камчатский, 22–24 ноября 2004 г.). Петропавловск-Камчатский: Изд-во «Камчатпресс». С. 212–215.

Заварина Л.О., Шевляков Е.А. 2004. Возможный механизм формирования цикличности урожайных поколений кеты на северо-восточном побережье Камчатки // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей. Матер. V науч. конф. (Петропавловск-Камчатский, 22–24 ноября 2004 г.). Петропавловск-Камчатский: Изд-во «Камчатпресс». С. 52–55.

Иванков В.Н. 1983. О причинах изменчивости плодовитости и возраста полового созревания у моноциклических рыб на примере лососей р. *Oncorhynchus* // Вопр. ихтиологии. Т. 23. Вып. 5. С. 805–812.

Иевлева М.Я. 1964. Гистологическое строение гонад лососей в период морских миграций // Лососевое хоз-во Дальнего Востока. М.: Наука. С. 127–141.

Иевлева М.Я. 1968. Состояние гонад горбуши на морском этапе нерестовой миграции // Изв. ТИНРО. Т. 64. С. 53–72.

Каев А.М. 2002. Особенности воспроизводства кеты в связи с ее размерно-возрастной структурой. Южно-Сахалинск. 287 с.

Каев А.М. 2003. Особенности воспроизводства кеты *Oncorhynchus keta* в связи с ее размерно-возрастной структурой: Автореф. дис. ...докт. биол. наук. Владивосток. 48 с.

Карпенко В. И. 1981. Кормовая база и питание молоди горбуши *Oncorhynchus gorbusha* (Walbaum) и кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum) в прибрежных водах Карагинского залива Берингова моря // Вопр. ихтиологии. Т. 21. Вып. 4. С. 675–686.

Карпенко В.И. 1983. Влияние факторов среды на формирование качественных показателей молоди дальневосточных лососей рода *Oncorhynchus* (Salmonidae) в прикамчатских водах Берингова моря // Вопр. ихтиологии. Т. 23. Вып. 5. С. 813–820.

Карпенко В.И. 1998. Ранний морской период жизни тихоокеанских лососей. М.: ВНИРО. 166 с.

Карпенко В.И. 2000. Роль раннего морского периода жизни в формировании урожайности поколений дальневосточных лососей // Исследования водных биол.

ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. Вып. 5. С. 35–41.

Костарев В.Л. 1969. Некоторые вопросы динамики численности и естественного воспроизводства охотской кеты: Автореф. дис. ...канд. биол. наук. Владивосток. 20 с.

Монастырский Г.Н. 1949. О теории оптимального улова рыб проф. Ф.И. Баранова // Успехи современной биологии. Т. 28. Вып. 3 (6). С. 415–428.

Николаева Е.Т. 1974. О плодовитости камчатской кеты // Изв. ТИНРО. Т. 90. С. 145–172.

Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая пром-ть. 374 с.

Шевляков Е.А., Заварина Л. О. 2004. Об особенностях динамики численности и методиках прогнозирования запасов кеты (*Oncorhynchus keta*) Западной Камчатки // Исследования водных биол. ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. Вып. 7. С. 181–186.

Шершнева В.И., Коваль М.В. 2004. Калорийность массовых видов зоопланктона и ихтиопланктона прикамчатских вод // Изв. ТИНРО. Т. 139. С. 349–369.

Шунтов В.П. 1994. Новые данные о перестройках в пелагических экосистемах дальневосточных морей // Вестн. ДВО РАН. № 2 (54). С. 59–66.

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 // Изв. ТИНРО. Т. 122. С. 3–15.

Clutter, R.I., Whitesel L.E. 1956. Collection and interpretation of sockeye salmon scales. Int. Pacific Salmon Fish. Comm. 9: 159 p.

Helle J.H., Hoffman M.S. 1995. Size decline and older at maturity of two chum salmon (*Oncorhynchus keta*) stocks in western North America, 1972–92 // Climate change and northern fish populations. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. Vol. 121. P. 245–260.

Karpenko V.E., Volkov A.F., Koval M.V. 2006. Ocean diets of Pacific salmon as an indicator of plankton production. Bull. NPAFC. № 4. In press.

Lidiya O. Zavarina. 2001. Biological and age-specific changes of the mature part of the Kamchatka river Chum Salmon – *Oncorhynchus keta* (Walbaum) // PICES. Tenth Anniversary Meeting. Abstracts. Victoria, B. C., Canada, October 5–13. P. 156.