

УДК 597.553.2

## К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ НЕКОТОРЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ВЕЛИЧИНУ ВОЗВРАТА КИЖУЧА *ONCORHYNCHUS KISUTSCH WALBAUM (SALMONIDAE)* Р. КАМЧАТКА

Ж. Х. Зорбиди



В последние годы отмечается стабильная тенденция к сокращению численности стада кижуча р. Камчатка и снижению его уловов, одной из причин которой является ухудшение условий нагула молоди в реке. Проведен анализ изменения уровня воды в год ската смолтов с промысловым возвратом поколений (по уловам) в бассейне р. Камчатка и связи водности реки с 22-летней солнечной активностью. Обнаружена высокая корреляционная зависимость между численностью возвращающихся поколений и количеством осадков в феврале в личиночный период развития кижуча.

Изучение динамики численности тихоокеанских лососей в условиях продолжающегося высокоинтенсивного промысла включает в себя широкий круг вопросов, среди которых влияние климатических факторов на характер колебания их продукции остается наиболее важным. В формировании урожайности рыб несомненна значимость нескольких этапов их жизненного цикла: это, прежде всего, периоды нереста, эмбрионально-личиночного развития, перехода на экзогенное питание и ската молоди. В каждом из них свои отношения организма со средой и свои диапазоны оптимальных условий.

В настоящее время накоплен большой материал о влиянии условий среды на выживаемость лососей на ранних этапах онтогенеза, в то же время не отрицается и роль численности родителей в формировании поколений (Костырев, 1964; Леванидов, 1964; Канидьев, 1973; Дементьева, 1976; Маркевич, 1998; Маркевич и Кинас, 1998). К наиболее значимым факторам относят высоту снежного покрова, уровень и термический режимы нерестовых водоемов и прибрежной зоны моря. Существует мнение о значительной смертности молоди от хищников после ската и под влиянием температуры воды (Каев, 1982; Гриценко и др., 1987; Николаева, 1992). Подобные работы в отношении камчатского кижуча проводились эпизодически. Фрагментарность же целого ряда сведений, касающихся экологии нереста (с учетом длительности нерестового хода) и развития икры не позволяет составить достаточно полную картину о его экологической пластичности.

Проводимые ранее исследования с целью выяснения степени зависимости запасов западнокамчатского кижуча от абиотических условий и от численности родительского стада позволили нам сделать определенные выводы. Оказалось, что связь в системе «родители – потомство» закономерно меняется как по тесноте, так и по знаку. Наиболее тесные отношения между родителями и потомством обнаруживаются только в отдельные, четко чередующиеся, годы, преимуще-

ственно на ветвях роста активности Солнца ( $r = 0,66$ ); в другие — проявляется зависимость от количества выпавших осадков и температуры воды во время нереста и постэмбрионального развития, также имеющая определенную периодичность. Несколько по иному складываются эти отношения на восточном побережье Камчатки: с 1974 г. по 2000 г. коэффициент корреляции между возвратом поколений и численностью родителей составил 0,71.

Предполагается, что наблюдающееся значительное сокращение запасов кижуча в камчатском регионе, в первую очередь в бассейне р. Камчатка, вызвано, прежде всего, влиянием каких-то климатических параметров глобального характера и сокращением числа производителей на нерестилищах. В настоящей работе представлен материал о воздействии факторов среды на разных этапах жизненного цикла молоди в реке, в частности, — уровня воды и количества атмосферных осадков в год рождения и ската на урожайность возвращающихся поколений.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В качестве информационной базы выбраны ГМС в поселках Ключи и Пушино (бассейн р. Камчатка), поскольку считается, что их данные по уровню реки и количеству выпавших осадков более показательны для характеристики нижнего и верхнего течений (Леман, 1995). Другие параметры среды не анализировались. Из-за отсутствия длительного ряда наблюдений о заполнении нерестилищ производителями, состояние запасов кижуча оценивали по его уловам в бассейне р. Камчатка.

Значения абиотических факторов сопоставляли с такими же по длительности материалами по возврату рыб. Продолжительность рядов наблюдений составила более 60 лет (1937–2000 гг.). Все цифровые значения выражали отклонениями от среднемноголетнего со сдвигом уловов на три и один год (т. е. на год рождения и год ската

поколений). Дополнительно использовали сведения об активности Солнца, выраженной в числах Вольфа, заимствованные из работы В.Ф. Чистякова (1997). Статистическую обработку материалов проводили в соответствии с общепринятыми методами, изложенными в руководстве Г.Ф. Лакина (1980).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В свое время Бирманом (1966) и Давыдовым (1989) было высказано предположение о связи динамики численности дальневосточных лососей с процессами, происходящими на Солнце. Установлено, что в многолетнем ряде изменчивости запасов западнокамчатских стад, существуют солнечнообусловленные циклы длительностью 7–8 лет. Впоследствии нами была обнаружена периодичность в уловах кижуча на восточном побережье Камчатки длительностью 4–5 и 7 лет (Давыдов, Зорбиди, 1978). Поэтому в работе проведен анализ динамики возврата кижуча р. Камчатка не только в целом за весь период наблюдений, но и в соответствии с изменениями солнечной активности.

Трудность сравнения с физическими параметрами среды, как указывалось выше, заключается в существовании многообразия форм связей различных биологических процессов с абиотическими и биотическими факторами. В период нереста и эмбрионально-личиночного развития кижуча имеют определяющее значение качество нерестовавших производителей, уровень воды и количество осадков (как показатель грунтового питания), температура и химизм грунтовых вод, которые вызывают разнокачественность эмбрионов и личинок, время их выхода из гнезд и степень элиминации (Зорбиди, 1988; 1998). В последующий этап перехода на внешнее питание увеличивается роль температуры воды и ее уровня, обуславливающих количество и качество (доступность) пищи в водоеме. Во всяком случае, по бассейну р. Большая получены достоверные коэффициенты обратной связи выживаемости в течение первого года жизни мальков с этими факторами среды. В дальнейшем повышение водности реки может играть положительную роль, способствуя освоению молодью новых стаций.

Многими авторами делалась и делается попытка использовать гелиобиологические связи для предвидения состояния запасов того или иного объекта. При этом считается, что степень колебаний различных природных процессов возникает в результате резкого изменения активности Солнца в течение 11-летних циклов (Дружинин, Хамьянова, 1969). Связь численности восточнокамчатского кижуча с процессами, происходящими на Солнце, обнаруживается при сопоставлении многолетнего хода отклонения вели-

чины его уловов от среднемноголетнего значения с экстремумами солнечной активности в 11-летних циклах. Данные рисунка 1 свидетельствуют о почти полном совпадении переломов кривой уловов в ходе 4–5-летней цикличности с годами максимальных изменений чисел Вольфа, причем наибольшее их соответствие происходит при сдвиге уловов на год, т. е. на время ската молоди.

Вместе с тем, при переходе от одного 11-летнего цикла к другому знак связи меняется на противоположный: в четные солнечные циклы (18, 20, 22) в год максимума и минимума активности — высокие положительные, в нечетные — высокие отрицательные отклонения. Некоторый сбой произошел в 22 солнечном цикле (1986–1996 гг.), но все же можно отметить сохранение указанной выше закономерности, хотя и на очень низком уровне.

С 1987 г. уловы кижуча стали заметно падать, а за последнее десятилетие ни разу не превысили среднемноголетнего значения (1940–1986 гг.); более того, они достигли катастрофически малых величин за весь 60-летний ряд наблюдений. В этом случае вероятно воздействие каких-то сложных атмосферных процессов на экологию нереста, развития и нагула молоди в пресной воде и эстуарии, совпавших по времени со стойким дефицитом производителей на нерестилищах, в результате происходящего в последнее время значительного перелома кижуча за счет несанкционированного промысла. Возможно, такое резкое сокращение его запасов является проявлением влияния 22-летнего солнечного цикла.

Как указывает Давыдов (1989), между четными и нечетными 11-летними циклами существуют различия качественного и количественного характера, которые опосредуются через изменение атмосферных процессов и появление лимитирующих физических факторов, отражающихся на формировании урожайности поколений. Отсюда и неадекватное воздействие солнечных четных и нечетных циклов на условия воспроизводства и роста молоди. В 22-летних циклах качественные и количественные различия по амплитуде превосходят проявление в атмосферных процессах 11-летнего цикла и значительно влияют на уровень выживаемости поколений кижуча в пресных водах. Предыдущий 22-летний цикл закончился в 1986 г., а с 1987 г. (очередной 22-летний цикл) начался период снижения запасов кижуча р. Камчатка.

Анализ связи периодичности солнечной активности с характером хода отклонений значений уровня воды (по данным ГМС п. Ключи) в марте от среднемноголетнего значения показывает следующее (рис. 2). Во-первых, направление изменчивости водности реки меняется от цикла к циклу, увеличиваясь в основном в экстремаль-

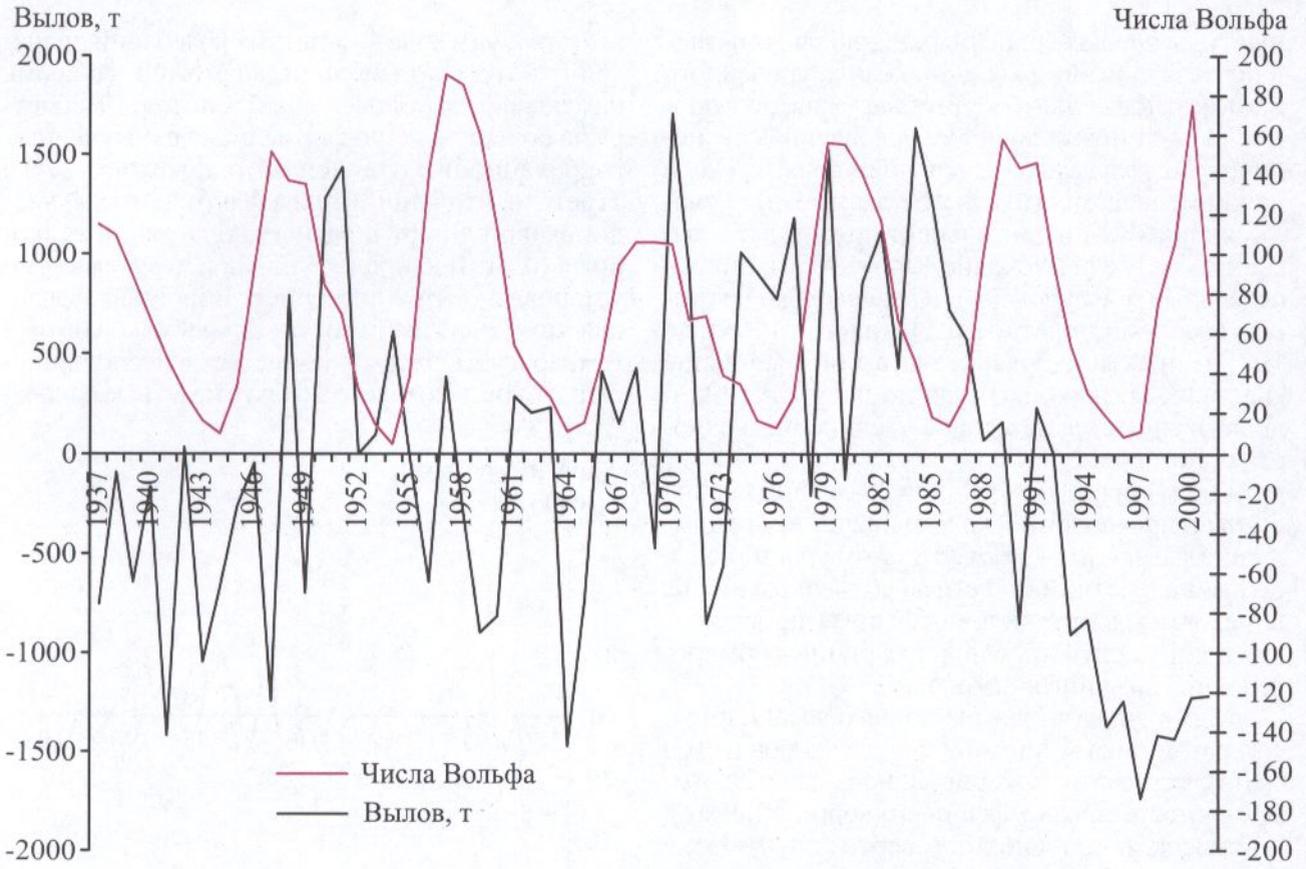


Рис. 1. Вылов кижуча в р. Камчатка (отклонения от средней многолетней, т) и солнечная активность

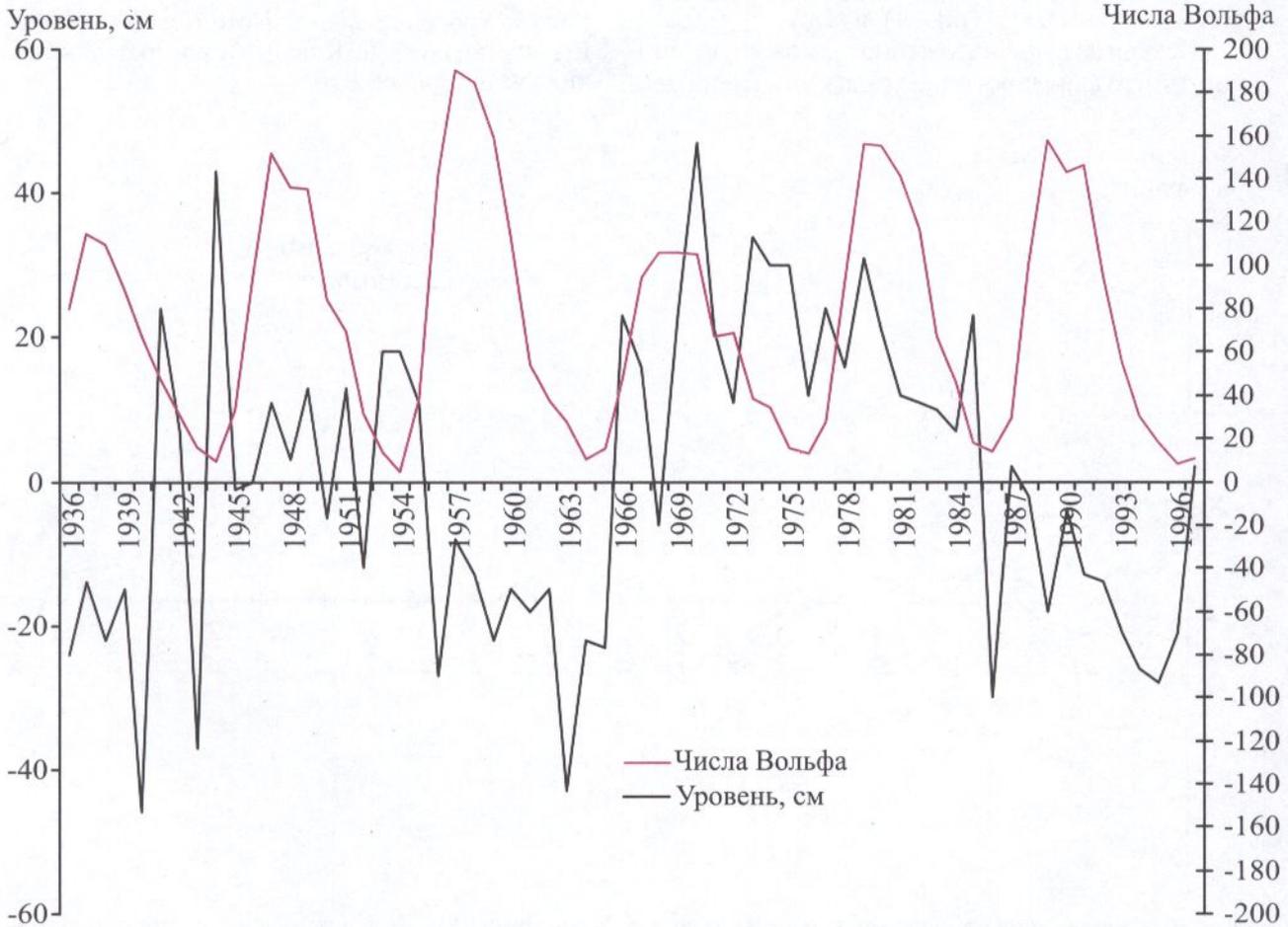


Рис. 2. Солнечная активность и уровень воды в марте в бассейне р. Камчатка (ГМС п.Ключи)

ные годы четных солнечных циклов и снижаясь в нечетные. Во-вторых, в динамике уровня режима р. Камчатка в марте обнаруживается примерно 22-летняя солнечнообусловленная периодичность: годы с низким уровнем воды в реке (в целом меньше многолетнего показателя) сменяются таким же по длительности рядом лет с высоким. Так, если в течение 1944–1965 гг. лишь в отдельные годы уровень воды несколько превышал среднемноголетние значения, то с 1966 г. до 1987 г. практически постоянно он был выше среднего. И, наконец, судя по всему, с 1995 г. вновь начинается некоторое увеличение водности р. Камчатка.

Таким образом, очередной 22-летний период с 1987 г. проявился несколько иначе, чем предыдущие, а именно — в более низком уровне воды, особенно в четном 11-летнем солнечном цикле, и, вероятно, в других атмосферных процессах, что могло послужить одной из причин формирования неурожайных поколений.

Между показателями уровня воды в марте и возвратом поколений (при сдвиге уловов на год ската), как явствует из рис. 3, наблюдается прямое соответствие. Коэффициент корреляции хотя и невысок, но вполне достоверен ( $r = 0,495$ ); в экстремальные годы проявляется еще более тесная связь между ними: в феврале при сдвиге уловов на год  $r = 0,623$  (рис. 4), в марте  $r = 0,672$ .

Исходя из вышеизложенного, можно предполагать, что формирование урожайности поколе-

ний кижуча в ходе 4–5-летних колебаний происходит в год ската молоди, возможно, во время нахождения ее в опресненной зоне моря. Несмотря на большую долю формализма в полученных корреляционных зависимостях, можно все же заметить, что одни и те же факторы среды неодинаково влияют в разных водоемах в те или иные годы. Так, предыдущими исследованиями установлено, что в бассейне р. Воровская (Западная Камчатка) значимость количества осадков и температуры воздуха возрастает в период инкубации икры в ноябре–декабре в нечетные солнеч-



Рис. 3. Уровень воды в марте (см) в бассейне р. Камчатка (ГМС п. Ключи) и возврат поколений кижуча (сдвиг на 1 год)

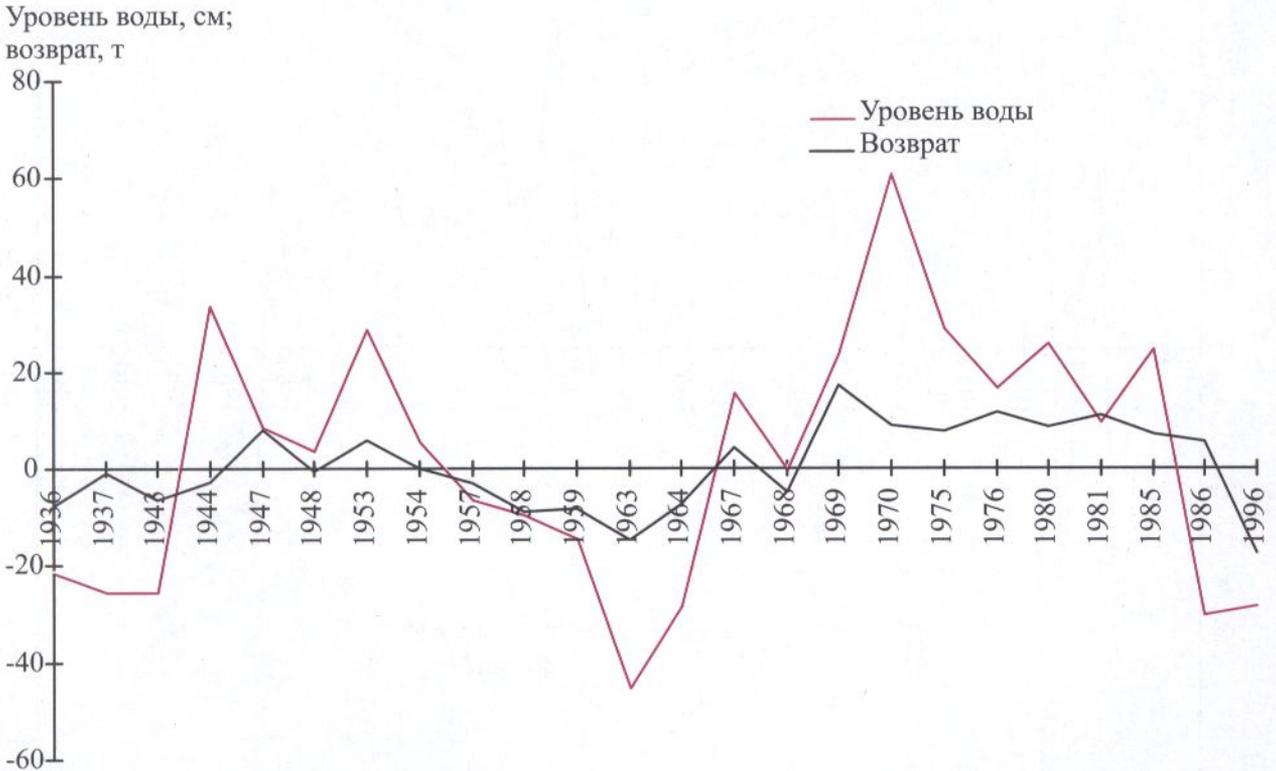


Рис. 4. Уровень воды в феврале (см) в бассейне р. Камчатка (ГМС п. Ключи) в экстремальные годы и возврат поколений кижуча (сдвиг на 1 год)

ные циклы ( $r = -0,59$ ), а уровня воды в это же время — в четные ( $r = 0,54$ ).

Анализ режима атмосферных осадков, выпавших в феврале–марте в бассейне р. Камчатка в период нахождения кижуча в грунте на стадии поздней личинки, и возврата поколений позволил установить достаточно высокую связь ( $r = -0,631$ ). Именно этот период и время перехода личинок на экзогенное питание являются критическими в формировании урожайности поколений (Зорбиди, 1998). Сила корреляционных отношений между возвратом и осадками в феврале колеблется в пределах от  $-0,54$  до  $-0,77$ , но в большей степени их влияние на выживаемость кижуча возрастает в четные солнечные циклы (таблица).

Таблица. Корреляционная зависимость ( $r$ ) между количеством осадков и численностью возвращающихся поколений кижуча (сдвиг уловов на 3 года)

Солнечные циклы, №	Годы	Осадки в феврале (ГМС п. Ключи)	Осадки в марте (ГМС п. Пушино)
17	1935–1943	-0,63	нет данных
18	1944–1954	-0,76	—
19	1955–1964	-0,54	-0,23
20	1965–1976	-0,28	-0,695
21	1977–1986	-0,64	-0,31
22	1987–1995	-0,77	-0,561

Исключение из общего ряда наблюдений составили 1965–1976 годы (20-й солнечный цикл). Возможно, это связано с более поздним выклевом личинок или с высокой численностью нагуливающих поколений предыдущих лет. При этом знак связи сохраняется постоянно. Как показали наши более ранние исследования, количество выпадающих осадков не коррелирует с уровнем режимом реки. Их воздействие обуславливает увеличение или уменьшение уровня грунтовых вод, ее мутность и температуру. Вследствие этого возможен сдвиг сроков выклева личинок и их перехода на внешнее питание, а также снижение доступности кормовых организмов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изложенные выше соображения и приведенные фактические данные позволяют предварительно заключить, что в ходе изменений уровней воды р. Камчатка существует такая же 22-летняя цикличность, как и в ходе многолетних уловов кижуча и активности Солнца. На формирование урожайности поколений кижуча существенное влияние оказывает водность реки в марте в год ската молоди либо во время ее нахождения в опресненной зоне моря; определяющее значение данного фактора особенно проявляется в экстремальные годы.

Выживаемость поколений кижуча в период развития в грунте на этапе поздней личинки и, видимо, при переходе вышедших из гнезд личинок на активное питание обнаруживает обратную связь с количеством выпадающих осадков в феврале–марте.

В течение последних лет, начиная с 1987 г., отмечается резкое сокращение запасов кижуча этого стада, а продолжающийся в больших масштабах рост неконтролируемого промысла может воспрепятствовать их восстановлению.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Бирман И.Б.* 1966. Влияние климатических факторов, условий на динамику численности горбуши // *Вопр. ихтиологии*. Т. 6. Вып. 2. С. 208–221.

*Гриценко О.Ф., Ковтун А.А., Косткин В.К.* 1987. Экология и воспроизводство кеты и горбуши // М.: Агропромиздат. 166 с.

*Давыдов И.В.* 1989. К вопросу о долгосрочном рыбохозяйственном прогнозировании в дальневосточных морях // *Долгопериодная изменчивость условий среды и некоторые вопросы рыбохозяйственного прогнозирования*. Сб. трудов ВНИРО. М. С. 153–177.

*Давыдов И.В., Зорбиди Ж.Х.* 1978. Закономерности динамики численности популяций кижуча р. Камчатка, как основа величины его возрастов // *Вопр. ихтиологии*. Т. 18. Вып. 2 (104). С. 362–365.

*Дементьева Т.Ф.* 1976. Биологическое обоснование промысловых прогнозов. М. 253 с.

*Дружинин И.Н., Хамьянова Н.В.* 1969. Солнечная активность и переломы в ходе природных процессов на земле. М.: Наука. 224 с.

*Зорбиди Ж.Х.* 1988. Экология ранних стадий развития кижуча *Oncorhynchus kisutch* (Walb.) поздней расы // *Вопр. ихтиологии*. Т. 28. Вып. 1. С. 70–76.

*Зорбиди Ж.Х.* 1998. Морфологическая разнокачественность и выживаемость кижуча *Oncorhynchus kisutch* (Walb.) в период раннего онтогенеза на примере поздней расы // *Исслед. биологии и динамики численности пром. рыб камчатского шельфа*. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. Вып. 4. С. 131–139.

*Каев А.М.* 1983. Экология и формирование численности кеты *Oncorhynchus keta* (Walb.) в ранний морской период жизни // *Вопр. ихтиологии*. Т. 23. Вып. 5. С. 724–734.

*Канидьев А.Н.* 1973. Закономерности изменения численности сахалинской горбуши и промысловые прогнозы // *Труды ВНИРО*. Т. 91. С. 9–32.

*Костырев В.Л.* 1964. О связи урожайности молоди кеты с высотой снежного покрова и температурой воздуха в зимний период // Рыбн. хоз-во. № 9. С. 28–30.

*Лакин Г.Ф.* Биометрия. 1980. М.: Высш. шк. 292 с.

*Леванидов В.Я.* 1964. О связи между плотностью заполнения нерестилиц и эффективностью нереста амурских лососей // Изв. Тихоокеан. НИИ рыбн. хоз-ва и океанографии. Т.55. С.65–73.

*Леман В.Н.* 1995. Предельные возможности повышения точности прогноза численности кеты, при использовании архивных гидрометеоданных // Исслед. биологии и динамики численности пром. рыб камчатского шельфа. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. Вып. 3. С. 7–11.

*Маркевич Н.Б.* 1998. Адаптированность горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* Walbaum к термическим

условиям нереста и ее воспроизводство (на примере р. Утка) // Исслед. биологии и динамики численности пром. рыб камчатского шельфа. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. Вып. 4. С. 77–84.

*Маркевич Н.Б., Кинас Н.М.* 1998. Сроки ската молоди горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* Walbaum из р. Утка (Западная Камчатка) и последующие возвраты производителей // Исслед. биологии и динамики численности пром. рыб камчатского шельфа. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. Вып. 4. С. 85–93.

*Николаева Е.Т.* 1992. Динамика и возможность прогнозирования численности кеты бассейна р. Камчатка // Вопр. ихтиологии. Т. 32. С. 76–84.

*Чистяков В.Ф.* 1997. Физические вариации Солнца и его активность // Изв. Тихоокеан. НИИ рыбн. хоз-ва и океанографии. Т. 122. С. 40–94.