

**ИССЛЕДОВАНИЕ РЫБНОГО СООБЩЕСТВА
РЕКИ БАРАБАШЕВКА В СВЯЗИ С СОЗДАНИЕМ
ПРОМЫШЛЕННЫХ СТАД ЛОСОСЕЙ**

А.Ю. Семенченко, Н.И. Крупянко

*Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр
(ФГУП ТИНРО-Центр), пер. Шевченко, 4, Владивосток, 690950, Россия.
E-mail: ansemench@tinro.ru*

Приведены результаты многолетних исследований состава рыбных сообществ и численности отдельных видов рыб в самой крупной лососевой реке Хасанского района Приморского края. После ввода в действие Барабашевского лососевого рыбопроизводного завода (ЛРЗ) в структуре рыбных сообществ стали проявляться некоторые изменения. Они могли быть вызваны непосредственной деятельностью ЛРЗ, связанной с интенсивным изъятием производителей из природной среды. Обсуждается возможное влияние на рыбное сообщество выпуска заводской продукции. Исследуются закономерности группового распределения особей и состава сообществ рыб, обусловленные сезонными миграциями и речным континуумом.

**RESEARCH OF THE FISH COMMUNITY OF BARABASHEVKA RIVER
IN CONNECTION WITH THE CREATION
OF INDUSTRIAL SALMON STOCKS**

A.Yu. Semenchenko, N.I. Krupjanko

*Pacific research fisheries centre (TINRO-centre), Schevchenko alley, 4, Vladivostok,
690950, Russia. E-mail: ansemench@tinro.ru*

Results of the long-term researches of the structure of fish communities and population of different species of the fish in the largest salmon river of Khasansky area (Primorsky Territory) are given. Some changes have begun to occur in the structure of the fish communities after commissioning of Barabash salmon hatchery. Its can be caused by close activity of salmon hatchery connected with intensive exception of the producers from natural habitat. Eventual influence of the emission of hatchery fish on nature fish communities is discussed. The variability of the structure of the fish communities caused by seasonal migrations and the river continuum is investigated.

Биотическое сообщество лососевых рек состоит из различных групп или жизненных форм водных организмов: бактерий, фито- и зообентоса, а также рыб. Рыбы как животные консументы второго порядка занимают в лотических сообществах высшие звенья пищевой пирамиды. Состояние сообществ водорослей и амфибиотических беспозвоночных, видовая структура основных таксономических групп, продуктивность и функциональные связи в малых лососевых реках юга Дальнего Востока изучены к настоящему времени достаточно полно (Богатов, 2003; Тиунова, 2001), чего нельзя сказать о рыбах. В лучшем случае, в последние годы для большинства речных бассейнов Приморья была завершена работа по выявлению списков рыб, обитающих в пресноводных и эстуарных комплексах (Семенченко, 2001; Шедько, 2001). Более глубокое формирование представлений об общем функционировании биотических сообществ в лососевых реках не может быть сформировано без базовых знаний о структуре рыбных сообществ

и ее изменчивости, определяемой пространственным распределением особей, сезонными пищевыми и репродуктивными миграциями пресноводных, полупроходных и анадромных видов рыб. Рыбы в экосистемах лососевых рек представляют также и различные трофические уровни, от всеядных до растительноядных и хищников (энтомофагов и ихтиофагов).

Основными кормовыми организмами для молоди лососей в реке являются личинки и имаго амфибиотических и наземных насекомых, амфиподы и хирономиды. После выпуска заводской молоди лососей в естественную среду изменяются трофические отношения между дикой молодью лососей и другими пресноводными рыбами. В одних случаях заводская молодь лососей вступает в пищевую конкуренцию с видами рыб, занимающими сходные биотопы и ниши, в других – эта молодь поедается молодью сима, кунджи и бычками. Технология выпуска молоди лососей, выращенной под контролем человека, по-прежнему не сбалансирована с емкостью природной среды, особенно в моменты залповых выпусков. Различные компоненты рыбного сообщества в периоды выпуска, в конце апреля и в мае, испытывают аномальные изменения: от резкого возрастания пищевой конкуренции до возникновения избыточного корма.

Необходим выбор оптимального соотношения между продуктивностью природных экосистем и допустимым количеством выпускаемой лососевым заводом молоди, использующей реку не только как транзитный путь, но и выростной водоем. Однако отсутствие сведений о структуре рыбного сообщества, как и недостаточное представление о закономерностях продольного распределения диких рыб в бассейне относительно небольшой лососевой реки, не позволяет создать полноценное и управляемое лососевое хозяйство.

Материал и методика

Ихтиологические исследования, направленные на оценку запасов лососей по р. Барабашевка, начались в 80-е годы прошлого века. На первом этапе проводили учеты зашедших в реку производителей кеты и сима, а затем стали регулярно выполнять количественные учеты дикой и заводской молоди кеты. Относительно недавно на Барабашевском лососевом рыбопроизводном заводе (БЛРЗ) стала развиваться поликультура. Кроме основного, запланированного для инкубации и подращивания заводского объекта – кеты, новыми видами рыб, включенными в технологический процесс, стали также дальневосточная красноперка, кижуч, горбуша и сима. Ежегодные учетные авианаблюдения производителей лососей в реках южного Приморья с 1997 г. по техническим причинам сменились мониторинговыми исследованиями, направленными на оценку численности молоди лососей. Такая работа стала проводиться специальным мальковым неводом на разнообразных станциях: перекатах и плесах. Район сбора материала по лососям охватывал практически все речное русло, за исключением самых нижних участков.

Техника неводного облова. Для облова молоди лососей на нерестовых плесах применялся закидной невод длиной 10 м, высотой 1,8 м, на крыльях которого ячея не превышала 6 мм, а в кутце – 4 мм. Подсчет мигрирующей по течению молоди лососей производили по методике выборочного учета с использованием коэффициента относительной плотности (КОП) на контрольных станциях с дальнейшим пересчетом на площади участков рек, пригодных для нереста.

Для оценок использованы формулы расчета: площадь контрольного нерестового участка, на котором проводился облов, м²:

$$S=LH,$$

где L – длина контрольного участка, м, определялась визуально; H – ширина контрольного участка, м, также определялась визуально.

Площадь облова молоди неводом, м²:

$$s=lh,$$

где l – длина обловленного участка, м; h – ширина участка, м.

Количество мальков на контролируемом нерестовом участке, экз.:

$$N_1=Sn/sk,$$

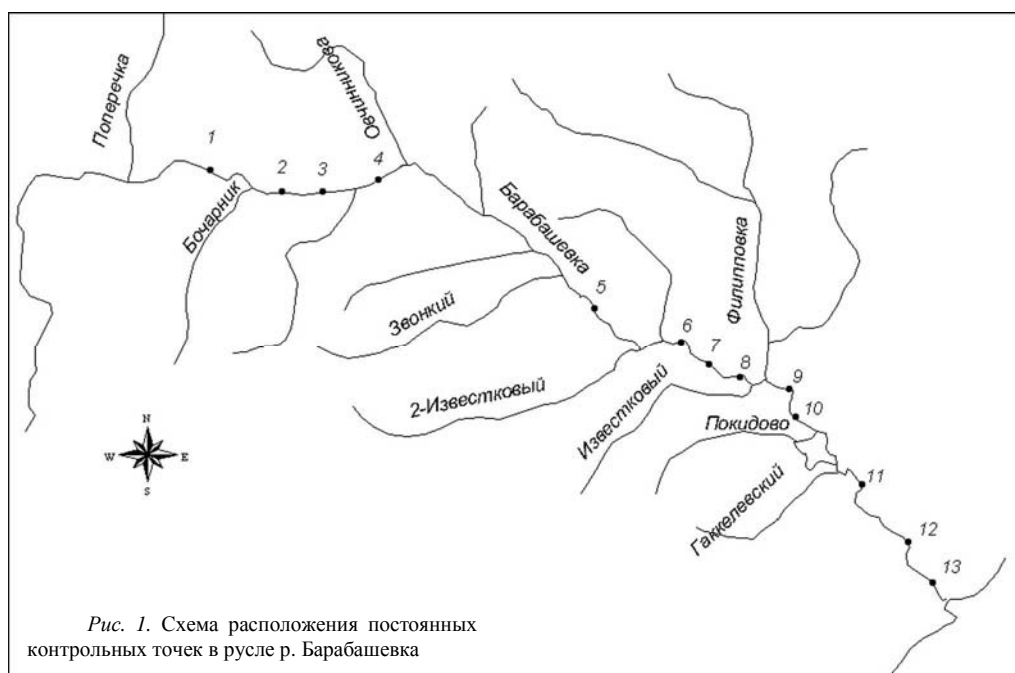
где S – площадь контрольного нерестового участка, на котором проводился облов, м²; n – фактический улов молоди, шт.; s – площадь облова неводом, м²; k – коэффициент уловистости, который принят за 1.

Общее количество молоди на нерестовых участках бассейна, экз.:

$$N=N_1+N_2+N_3,$$

где N_1 – количество молоди кеты на контрольных участках, млн шт.; N_2 – количество молоди на неконтролируемых по техническим причинам участках, которое определяется экспертным путем, %; N_3 – количество молоди на участках, не охваченных учетными работами (конечные участки нерестилищ), которое определяется экспертной оценкой, %.

Для учета относительной численности молоди лососей обследовался 39-километровый участок среднего и нижнего течения р. Барабашевка, где дважды в год, весной и осенью, в контрольных точках проводили неводные обловы (рис. 1). Контрольный участок основного русла р. Барабашевка, заметно различный по гидрологии водотока, разделили на два отрезка – верхний и нижний. Границей между ними служит отрезок реки в районе пос. Барабаш.



Постоянная контрольная точка (ПКТ) представляет собой участок русла длиной от 50 до 150 м, где осуществляли от 1 до 3 заметов мальковым неводом. По возможности облавливались все типичные для молоди лососей станции (перекат, плес, яма). На большинстве станций обловы выполнялись с большей частотой. При неводных обловах визу-

ально оценивали площадь, охваченную обловом, и ширину реки. Молодь после отлова просчитывалась и выпускалась в реку.

Относительную численность молоди (N) на обследованных участках небольших рек и притоков первого порядка (Барабашевка и др.) вычисляли по формуле:

$$N = \frac{K_1 + K_2}{2} \times S_1 + \frac{K_2 + K_3}{2} \times S_2 + \dots + \frac{K_n + K_{n+1}}{2} \times S_k,$$

где K – коэффициент относительной плотности молоди в контрольной точке облова, шт./м², S – площадь русла реки между контрольными точками, м².

Вдоль основного русла реки была выделена 21 станция, где в разные годы проведены 10 неводных съемок, включающих около 200 неводных обловов. Затем была определена средняя плотность рыб разных видов на каждой станции. Результирующие величины данного исследования показывают видовое разнообразие в каждой серии наблюдений. Для оценки разнообразия, доминирования и сравнительного анализа результатов был использован индекс Шеннона, широко используемый при оценке сложности любых типов природных систем, который был заимствован из теории информации. Известно, что этот индекс придает больший вес редким видам. Индекс Шеннона вычисляется по следующей формуле: $\bar{H} = -\sum n_i / N \log(n_i / N)$, где H – видовое разнообразие в битах; n_i – число особей каждого вида во всех пробах; N – общее число особей всех видов в пробах. При каждой неводной съемке невод проходит обширную площадь дна, отбирая не только особей массовых видов рыб: симу, голянов, но и редких представителей: мальму, кунджу и щиповок. Краткая гидрологическая характеристика р. Барабашевка приведена в работе Т.М. Тиуновой с соавторами (2003).

Основные результаты

Лососевые исследования, проводимые по рыбохозяйственной программе ТИПРО на реках Приморья, имеют ресурсную направленность. Главная цель каждой неводной мальковой съемки – оценить численность молоди лососей во время ее нагула в реке и покатной миграции к морю. Полученные результаты затем используются при формировании долгосрочного прогноза величины возврата взрослых лососей в конкретный речной бассейн. Приморские лососи разных видов имеют существенное биологическое различие в продолжительности речного периода. Поэтому конечная интерпретация результатов оценки численности покатников кеты, не задерживающейся надолго в реке, не вызывает затруднений, в то время как для молоди симы необходим постоянный учет соотношения доли мигрантов, убывающих в море (смолтов), и особей, остающихся на 1–2 года в реке (пеструшки).

Видовой состав рыб в неводных пробах. Фауна рыб в ритрале по данным многократных отловов представлена 13 видами рыб, входящими в 7 семейств (табл. 1). К истинно пресноводным рыбам относятся 9 видов, а к проходным – 4. Среди лососевидных рыб анадромный образ жизни ведут кета, сима и кунджа, а среди карповых – только красноперки двух видов, мелкочешуйной и крупночешуйной. Полупроходные рыбы представлены только 9-иглой колошкой, щиповка, голяны и бычки относятся к оседлым рыбам. Известны редкие находки в реке проходной мальмы, но в верхней части ручьев постоянно обитает жилая самовоспроизводящаяся жилая ручьевая форма мальмы. В бассейне реки состав сообщества в разных точках сбора представлен различными видовыми композициями рыб в зависимости от положения и размеров водотока, состава грунта и расстояния от моря и экологических условий в локальных участках. Вполне вероятно, что неводом слабо облавливались редкие виды рыб, а также рыбы и рыбообразные, ведущие скрытный образ жизни: щиповки, бычки и миноги. Высокое видовое разнообразие отмечается для самых нижних участков реки, где смешиваются рыбы, образующие различные комплексы – эстуарные, морские и пресноводные.

Таблица 1

**Видовой состав пресноводных и анадромных видов рыб р. Барабашевки
(по неводным уловам)**

Сем. Salmonidae	Сем. Cobitidae
<i>Brachymystax lenok</i> (Pallas) – ленок	<i>Cobitis lutheri</i> Rendahl – щиповка Лютера
<i>Oncorhynchus keta</i> (Walbaum) – кета	Сем. Balitoridae
<i>Oncorhynchus masou</i> (Brevoort) – сима	<i>Barbatula toni</i> (Dybowski) – сибирский голец
<i>Salvelinus leucomaenis</i> (Pallas) – кунджа	Сем. Gasterosteidae
<i>Salvelinus malma krascheninnikovi</i> (Walbaum) – мальма	<i>Pungitius sinensis</i> (Guichenot) – китайская девятиглая колюшка
Сем. Cyprinidae	Сем. Cottidae
<i>Tribolodon brandtii</i> (Dybowski) – красноперка мелко-чешуйная	<i>Cottus czerskii</i> Berg – подкаменщик Черского
<i>Phoxinus lagowskii</i> (Pallas) – голянь Лаговского	Сем. Eleotridae
<i>Phoxinus phoxinus</i> (Linnaeus) – голянь обыкновенный	<i>Percottus glenii</i> Dybowski – ротан-головешка

Изменчивость структуры сообществ. Основные результаты обследования рыб р. Барабашевка представлены в табл. 2. Для каждой из 10 съемок показано среднее обилие особей рыб на 21 станции, отдельно для банальных и для более редких видов. Цель такого анализа заключается в исследовании пространственной и сезонной изменчивости состава рыбного сообщества. Статистические величины показывают очень высокую дисперсность в распределении всех видов по станциям, о чем свидетельствуют высокие значения среднеквадратических отклонений, пределов колебаний вариант и стандартных ошибок. Если исследовать продольную изменчивость распределения видов, то можно заметить, что все пробы показывают довольно широкий спектр оценок обилия – от полного отсутствия в пробах до экстремально высоких плотностей. Как видно в данной таблице, доминирующая группа складывается из трех видов: молоди симы и двух видов голяньев. По доле встречаемости на всех контрольных станциях лидирующее положение занимает молодь симы: 47,6–90,5 %. Голяньи, обыкновенный и Лаговского занимают субдоминирующее положение. Для этих двух видов характерна высокая изменчивость плотностных показателей как по станциям, так и по сезонам. Например, максимальная плотность, отмеченная у обыкновенного голяня во время первой съемки, достигала 3,44 экз./м² и 8,67 экз./м² во время контрольного облова реки 26–29 апреля 2004 г. Сезонная изменчивость концентраций, наблюдаемая в весеннее и осеннее время у этих двух видов, связана с миграцией расселения молоди младших возрастных групп и значительной элиминацией хищными рыбами. Такое же снижение плотности рыб происходит и у лососей: симы и кеты. Молодь симы уже к июню расселяется по всему бассейну, за исключением мелких водотоков, а вся молодая кета к концу мая полностью уходит из реки.

Таблица 2

**Изменение среднего обилия популяций рыб (экз./м²) в сообществе р. Барабашевка
на 21 стандартных станциях (ПКТ – постоянные контрольные точки)**

Виды рыб	Встречаемость на ПКТ, %	Количественные характеристики обилия					Н
		Mean	St.Err	Std.Dev.	lim	Sum	
1-я съемка, 11–12 июля 1997 г.							
Молодь симы	90,5	0,265	0,047	0,217	0-0,727	5,573	1,538
Голянь Лаговского	95,2	0,221	0,054	0,247	0-1,080	4,639	
Голянь обыкновенный	90,5	0,526	0,162	0,741	0-3,444	11,05	
Бычок подкаменщик	76,1	0,074	0,032	0,144	0-0,556	1,557	
Красноперка	61,9	0,136	0,045	0,207	0-0,640	2,860	

Продолжение табл. 2

Виды рыб	Встречаемость на ПКТ, %	Количественные характеристики обилия					Н
		Mean	St.Err	Std.Dev.	lim	Sum	
Голец сибирский	14,3	0,001	0,001	0,003	0-0,009	0,023	Н
Колюшка 9-иглая	9,5	0,008	-	-	0-0,106	0,173	
Щиповка Лютера	4,8	0,003	-	-	0-0,061	0,061	
2-я съемка, 6 октября 2000 г.							
Молодь сими	33,3	0,030	0,019	0,086	0-0,389	0,638	1,127
Гольян Лаговского	14,3	0,020	0,013	0,060	0-0,260	0,420	
Гольян обыкновенный	9,5	0,006	-	-	0-0,113	0,133	
Бычок подкаменщик	14,3	0,002	0,001	0,005	0-0,020	0,033	
Кунджа	4,8	0,001	-	-	0-0,013	0,013	
3-я съемка 17–18 октября 2001 г.							
Молодь сими	42,9	0,168	0,065	0,299	0-1,200	3,518	0,932
Гольян Лаговского	28,6	0,027	0,012	0,054	0-0,200	0,565	
Гольян обыкновенный	33,3	0,133	0,069	0,315	0-1,278	2,789	
Бычок подкаменщик	9,5	0,001	-	-	0-0,015	0,026	
4-я съемка, 28–30 апреля 2002 г.							
Молодь сими	52,4	0,115	0,036	0,164	0-0,593	2,412	0,930
Молодь кеты	19,0	0,018	0,013	0,058	0-0,256	0,388	
Гольян Лаговского	4,8	0,001	0,001	0,003	0-0,013	0,013	
Гольян обыкновенный	28,6	0,035	0,020	0,093	0-0,350	0,725	
Бычок подкаменщик	28,6	0,003	0,001	0,006	0-0,022	0,065	
5-я съемка, 6–7 октября 2002 г.							
Молодь сими	52,4	0,078	0,025	0,114	0-0,444	1,640	0,989
Гольян Лаговского	23,8	0,031	0,016	0,075	0-0,320	0,642	
Гольян обыкновенный	47,6	0,151	0,066	0,304	0-1,280	3,171	
Бычок подкаменщик	9,5	0,001	0,001	0,003	0-0,011	0,018	
Красноперка	4,8	0,002	-	-	0-0,036	0,036	
6-я съемка, 6–8 мая 2003 г.							
Молодь сими	57,1	0,056	0,013	0,059	0-0,169	1,180	1,049
Кета	33,3	0,047	0,024	0,110	0-0,445	0,982	
Гольян Лаговского	42,9	0,021	0,010	0,044	0-0,197	0,432	
Гольян обыкновенный	52,4	0,250	0,101	0,463	0-1,754	5,242	
Бычок подкаменщик	42,9	0,005	0,002	0,007	0-0,021	0,111	
Красноперка	4,8	0,000	-	-	0-0,005	0,005	
Колюшка 9-иглая	4,8	0,001	-	-	0-0,018	0,018	
7-я съемка, 16–17 сентября 2003 г.							
Молодь сими	47,6	0,076	0,024	0,108	0-0,379	1,590	0,704
Гольян Лаговского	23,8	0,015	0,009	0,040	0-0,149	0,316	
Гольян обыкновенный	38,1	0,252	0,128	0,586	0-2,500	5,284	
Бычок подкаменщик	4,8	0,000	-	-	0-0,006	0,006	
Ленок	4,8	0,000	-	-	0-0,004	0,004	
8-я съемка, 26–29 апреля 2004 г.							
Молодь сими	76,2	0,100	0,023	0,105	0-0,311	2,107	1,115
Кета	23,8	0,196	0,173	0,795	0-3,654	4,121	
Гольян Лаговского	23,8	0,039	0,032	0,145	0-0,667	0,810	
Гольян обыкновенный	33,3	0,438	0,412	1,886	0-8,667	9,202	

Виды рыб	Встречаемость на ПКТ, %	Количественные характеристики обилия					H
		Mean	St.Err	Std.Dev.	lim	Sum	
Бычок подкаменщик	28,6	0,003	0,001	0,006	0-0,016	0,068	
Ленок	4,8	0,001	-	-	0-0,011	0,011	
9-я съемка, 11–14 мая 2004 г.							
Молодь сими	71,4	0,062	0,015	0,069	0-0,257	1,308	1,057
Кета	19,0	0,072	0,047	0,215	0-0,909	1,503	
Гольян Лаговского	57,1	0,110	0,079	0,360	0-1,666	2,306	
Гольян обыкновенный	47,6	0,431	0,315	1,445	0-6,666	9,041	
Бычок подкаменщик	23,8	0,002	0,001	0,003	0-0,013	0,032	
10-я съемка, 15–17 сентября 2004 г.							
Молодь сими	57,1	0,113	0,028	0,128	0-0,381	2,374	1,251
Гольян Лаговского	57,1	0,113	0,027	0,126	0-0,356	2,367	
Гольян обыкновенный	57,1	0,209	0,076	0,348	0-1,538	4,386	
Бычок подкаменщик	19,0	0,001	0,001	0,003	0-0,011	0,029	
Красноперка	14,3	0,027	0,021	0,098	0-0,444	0,574	
Щиповка Лютера	4,8	0,001	-	-	0-0,011	0,011	
Ленок	4,8	0,001	-	-	0-0,019	0,019	

Примечания. Частота встречаемости вида: Mean – средняя плотность, экз./ м², St.Err – ошибка средней, Std.Dev. – среднее квадратическое отклонение, lim – пределы колебания признака, Sum – сумма плотностей вида по всем станциям, H – индекс Шеннона – индекс видового разнообразия (Одум, 1986).

Обобщенная информационная характеристика, помещенная в последнюю колонку таблицы (индекс Шеннона), показывает как видовое разнообразие рыб при каждой съемке, так и соотношение обилия между доминирующими и редкими видами (Одум, 1986). Наиболее высокое значение было в единственной летней пробе – 1,538, а низкое – в осенней пробе во время седьмой съемки – 0,704. Отмечена достоверная корреляция между указанным коэффициентом и встречаемостью сими в пробах в периоды всех весенних съемок, в то время как осенью, после расселения сими из нерестовых участков в различные стации в пределах русла, такая зависимость отсутствовала.

Кривые распределения по каждой съемке на всех контрольных станциях показаны на рис. 2. На серии рисунков демонстрируется не только высокая изменчивость показателей плотности, но и возрастание плотностей рыб книзу реки, и локальные повышения концентраций обыкновенного гольяна в районе станций 9 и 10. Причем близкий характер распределения особей сохраняется в разные периоды наблюдений (5–10-я съемки). Для того чтобы лучше понять, как изменяется обилие рыб вдоль оси речного русла, от верхних точек наблюдения к нижним, были объединены все полученные данные по концентрации особей разных видов за все годы отдельно для каждой станции. Графическое отражение этой зависимости показано на рис. 3. В весеннее время и осенью наблюдается сходная закономерность: суммарный показатель обилия всего сообщества рыб возрастает по направлению к нижним станциям. Интересный результат такого анализа – экстремально высокие значения в весеннее время зарегистрированы на станции 11 (станция в районе Барабашевского совхоза). Основные причины такого явления могли быть связаны с благоприятными для всех ассоциаций рыб сочетаниями целого ряда параметров среды: это место слияния трех крупных притоков, основного русла, ручьев Филипповка, Известковый. На этом отрезке отмечены выходы вод глубокого залегания, большая толща речного аллювия, пронизанная развитым подрусловым потоком, и расширенная речная долина. Мы полагаем, что и в других речных бассейнах закономерная континуальная изменчивость видового разнообразия рыб и состава их сообществ может прерываться локальными зонами высокой продуктивности всей водной биоты.

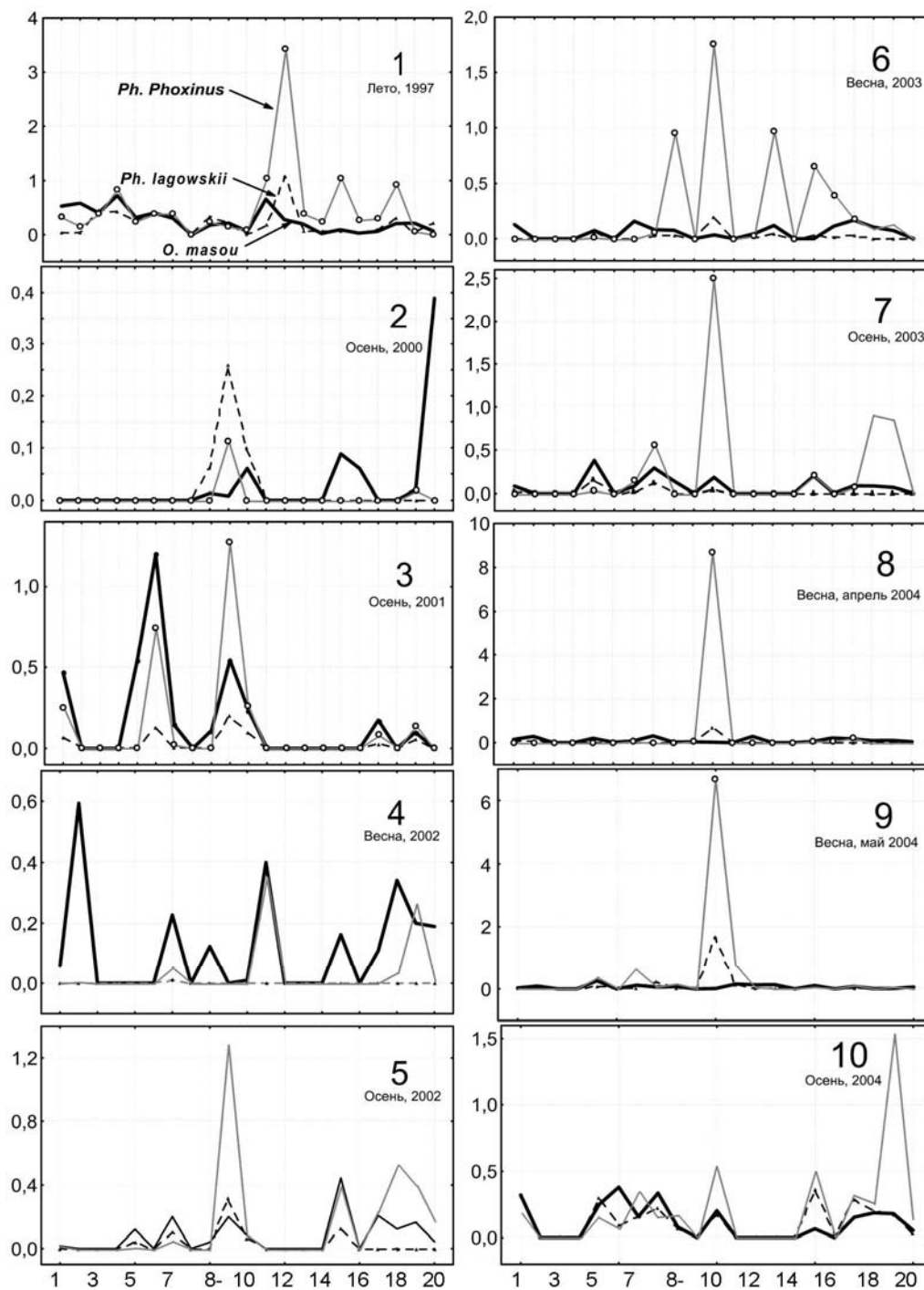


Рис. 2. Продольное распределение трех доминирующих видов рыб в р. Барабашевка. На оси ординат – плотность, экз./м², на оси абсцисс – номера станций, цифрой в верхнем правом углу графиков обозначен номер съемки

Количественные связи между полученными характеристиками мы проследили при помощи корреляционного анализа. В матрицу состояния признаков были включены пространственные характеристики речной системы и оценки обилия разных видов. Достовер-

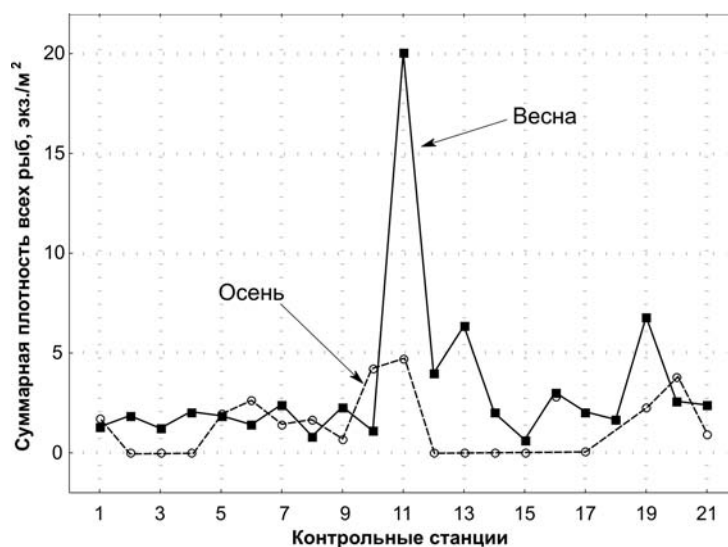


Рис. 3. Продольное распределение рыб вдоль русла реки (интегральный показатель плотности всех видов)

ные коэффициенты парной корреляции показаны в табл. 3. По отношению к градиенту речного русла было найдено сходство у молоди лососей, симы и кеты, а также у относительно редких видов: бычка Черского и красноперки. Наибольшее количество достоверных связей обнаружено во время весенних съемок. Причина этого связана с перераспре-

Т а б л и ц а 3

Корреляционная структура между показателями обилия рыб разных видов на 21 станции и градиентом речного русла р. Барабашевка (расстоянием от истока к устью, км)

Параметры	Градиент	Молодь симы	Гольян Лаговского	Гольян обыкновенный	Бычок Черского	Красноперка
Молодь симы	1/-0,64 2 /0,45	***	-	-	-	-
Молодь кеты	6/0,48 8/0,49	-	-	-	-	-
Гольян Лаговского	-	3/0,71 5/0,57 7/0,86 10/0,69	***	-	-	-
Гольян обыкновенный	-	3/0,71 4/0,46 5/0,56	1/0,80 2/0,89 3/0,96 5/0,81 6/0,84 8/0,99 9/0,99 10/0,46	***	-	-
Бычок Черского	1/0,52 4/0,53 6/0,59	1/0,52	10/0,49	10/0,69	***	-
Красноперка	1/0,51	-	-	1/0,47	1/0,82 10/0,68	***
Кунджа	-	-	-	10/0,88	10/0,48	10/0,98
Сумма г:	8	8	9	3	3	1

П р и м е ч а н и е. Показаны достоверные коэффициенты корреляции со значимостью $p > 0,05$, $N = 21$; перед чертой указан номер съемки, за чертой – значение коэффициента.

делением мигрирующих в море молодых лососей и увеличением локальных концентраций рыб хищников. Здесь следует отметить, что в пищевом комке молоди симы мы находили до 12 мальков кеты. К местам выпуска заводской кеты в устье ручья Известковый весной собираются многочисленные стайки симы и голянов. Численность пестряток симы также скоррелирована с обилием двух видов голянов, как и во всех съемках, прослеживается связь между концентрациями двух видов голянов. Таким образом, тип сообщества в контрольной р. Барабашевка по структуре доминирования может быть назван как «симво-голянье» сообщество. Однако в отдельные периоды года в пространстве реки происходят многократные колебания численности и биомассы, обусловленные миграцией и эмиграцией проходных видов рыб.

Теперь рассмотрим влияние рыболовной деятельности на состояние диких сообществ рыб в бассейне р. Барабашевка.

Взаимоотношение популяций лососей и рыболовной продукции

Внимание рыболовов концентрируется исключительно на «внутризаводских» проблемах. В первую очередь, на отлове производителей, количествах заложенной икры и выпущенной молоди. После окончания технологического процесса молодь выпускается в пруд, откуда самостоятельно уходит в реку. Все проблемы, связанные с адаптацией молодых лососей на первых этапах транзита в реку и дальнейшей жизнью в природных условиях, остаются за рамками интересов рыболовов.

Многие рыбопроизводные предприятия работали и продолжают работать так, как будто они независимы от природных экосистем, куда идет выпуск выращенной рыбы. Такие факторы, как «емкость» местообитаний в реках и эстуариях, обеспеченность пищей, естественные колебания продуктивности, взаимоотношения с другими видами рыб и воздействие одомашнивания на способность выращенных рыб выжить в природе, обычно не берутся во внимание.

Сегодня и наши исследования в этих областях в лучшем случае фрагментарны. Научные и практические разработки, которые способствовали бы получению знаний об особенностях взаимоотношений заводских и природных популяций и оказывали бы влияние на повышение эффективности искусственного воспроизводства лососей, практически отсутствуют*.

Может ли недоучет экологических ситуаций в реках и открытых водах морей вызвать реальные проблемы при работе ЛРЗ? Мы проанализировали деятельность Барабашевского ЛРЗ за 17 лет и приводим некоторые примеры таких последствий.

Особенностью Барабашевского ЛРЗ является то, что он построен на реке, где существовала естественная популяция кеты, численность которой обеспечивала воспроизводство 2–7 млн молоди при среднем возврате производителей около 1 % (рис. 4). Вполне очевидно, что деятельность завода должна была быть ориентирована на максимальное сохранение высокого уровня естественного размножения и оба способа воспроизводства должны действовать как единый механизм, направленный на увеличение численности кеты.

Однако уже через 5 лет работы Барабашевского ЛРЗ вклад природной популяции кеты в общий баланс воспроизводства (в данном случае – по количеству природной и заводской молоди) снизился с 46 до 3 % (рис. 4). С 1992 г. наблюдается крайне низкое заполнение нерестилищ р. Барабашевка, что связано не только со снижением численно-

* Авторы признают некорректность определения «природная популяция» применительно к заводским лососям. Согласно Н.Ф. Реймерсу (1990), популяция (П) – совокупность особей одного вида, в течение большого числа поколений населяющих определенное пространство, внутри которого практически осуществляется та или иная степень панмиксии. П. способна долго развиваться при подходящих условиях окружающей ее среды. К заводскому лососеводству более применимо определение «заводское стадо», которое создается при частичном контроле со стороны человека.

сти подходов кеты, но и с чрезмерно высоким уровнем изъятия производителей для коммерческих целей и искусственного разведения. На фоне почти полного отсутствия естественного нереста проявилась низкая эффективность искусственного разведения. Возврат кеты заводского происхождения оказался почти в 4 раза ниже природной – 0,25 % (1,1–0,04 %).

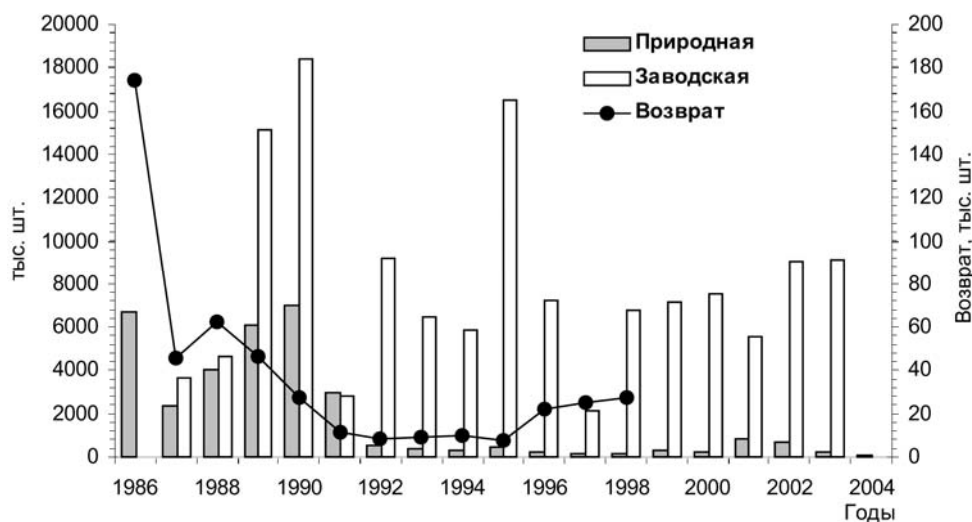


Рис. 4. Количество скатившейся природной и выпущенной заводской молоди кеты и возврат от этих поколений (в 1987–1991 гг. суммированный возврат природной и заводской)

Длительное отсутствие нереста в реке оказывает также негативное влияние и на гидрологическое состояние природных нерестилищ кеты. Происходит постепенная деградация нерестового фонда вследствие занесения илом и осадочным материалом. По нашей оценке, площадь нерестилищ кеты р. Барабашевка к последнему времени уже сократилась на 20–25 %.

Быстрое замещение природной популяции кеты заводским стадом уже оказывает негативное влияние на само рыборазведение (дефицит производителей для закладки икры на ЛРЗ) и может иметь в будущем более глубокие последствия. Природная кета не только компенсировала низкую эффективность заводского воспроизводства, но и поддерживала на определенном уровне численность и генетическое разнообразие популяции. «Замена» приводит к постепенному «одомашниванию» рыб, так как в процессе воспроизводства постоянно участвует ограниченное число потомков, имеющих искусственное происхождение. У заводской молоди снижены адаптивные реакции к речным условиям (Шустов, 1995), она лишена информации о структуре местообитаний, источниках пищи и хищниках. Эти причины снижают ее выживание в естественной среде. Например, гибель заводской молоди кеты от хищников в р. Барабашевка (1991 г.) составила 10,3 % и была в 3,5 раза выше, чем природной (Крупянко, Скирин, 1998). Известно, что на Сахалине (р. Ясноморка) хищные рыбы уничтожают около 6 % молоди, выпущенной заводом (Канидьев, 1984). Исследования лососей показывают, что у рыб заводского происхождения при размножении в естественных условиях имеются нарушения в нерестовом поведении. В результате эффективный нерест наблюдается у 46 % самцов и 82 % самок по сравнению с дикими рыбами (Fleming, Gross, 1993).

Отрицательную роль в период нерестового хода кеты играет «забойка» Барабашевского ЛРЗ, функционирующая с конца сентября (в последние годы с начала сентября) по середину ноября, она является препятствием для прохода рыб. Забойка – это искусственное препятствие для миграций лососей к нерестилищам, необходимое для отбора и сортировки будущих производителей. В первые годы после ввода в действие завода ры-

ба еще пропускалась на нерестилища. Однако при снижении численности подходов и дефиците производителей для закладки икры кету не пропускают, и она может пройти вверх только в случае паводка при подтоплении заграждения или после снятия «забойки». Рыбоводное заграждение препятствует нерестовому ходу не только кеты, но и другим анадромным рыбам: осенней сими и кундже. Причем немногочисленная популяция последней уже практически перестала существовать.

Начало работы Барабашевского ЛРЗ совпало с естественным подъемом численности природных популяций кеты в Приморье. Высокий возврат в этот период, вероятно, был обусловлен повышенной продуктивностью прибрежных и открытых вод морей.

Изменения в природе, происходящие под воздействием солнечной активности и других факторов, влияют на циркуляцию и продуктивность вод мирового океана. Такие процессы повторяются с определенной периодичностью, поэтому за подъемом продуктивности обычно следует спад. Можно предположить, что с конца 80-х годов прошлого столетия экологическая обстановка как в прибрежье, так и в открытых водах постепенно изменялась и вышла на другой, более низкий, продукционный уровень. Вероятно, в эти годы количество выпускаемой заводами молоди превышало уровень «экологической емкости» среды. В таких случаях стали функционировать механизмы «регуляции» численности. Подтверждением этому служат синхронные изменения продуктивности лососей в популяциях ближних рек и регионе в целом. Возврат заводской и природной кеты в этот период синхронно снижался, причем более значительно в заводских популяциях как на юге Приморья (Крупянюк, Скирин, 2003), так и на юго-западном Сахалине (Любаева и др., 1999). Аналогичным образом с начала 90-х годов падала численность приморской горбуши. Косвенным подтверждением ухудшения условий нагула в море являются изменения размерно-возрастной структуры приморской кеты.

Таким образом, представления о том, что заводское воспроизводство способно заменить природное и сгладить естественные колебания численности лососей, оказываются не состоятельными. Очевидно и то, что заводские популяции в большей степени подвержены влиянию периодических изменений продуктивности прибрежных и открытых вод морей, так как адаптивные возможности заводских рыб ниже, чем природных.

Разведение сими на Барабашевском ЛРЗ начато недавно (2000 г.). Технологическая схема воспроизводства сими на заводе сходна с воспроизводством кеты, однако далека от совершенства. Мальков после короткого периода подращивания выпускают в реку в количестве 700–900 тыс.

Выпуск частично подрощенной на заводе сими (средняя масса 0,4–0,7 г) в весеннее время 2002–2004 гг. показал, что выживаемость заводских мальков до осени (октябрь) крайне мала, по расчетам она не превышает 3–4 %. В то же время выживаемость природной молоди за более длительный период времени (от отложенной самками икры) находится в пределах 20–25 %. Высокая смертность заводской сими связана с низкими стартовыми размерами рыб и созданием высокой плотности в местах их выпуска. Мальков выпускают без учета особенностей их биологии на ранних этапах онтогенеза, зачастую в одно место, создавая тем самым неблагоприятные условия для их выживания. Таким образом, количество изъятых из природной популяции производителей и количество выпущенной молоди неадекватно эффекту, получаемому от рыбоводных мероприятий.

Продукционные возможности небольших горных рек Приморского края ограничены, поэтому недоучет этой особенности при выпуске с заводов молоди сими в количествах, превышающих «экологическую емкость среды», может иметь негативные последствия для природной популяции и рыбного сообщества реки в целом.

Весной 1999 г. Рязановский ЭПЗ выпустил молодь сими в р. Рязановка без учета того, что численность природной популяции была близка к оптимальной. В результате плотность рыб в среднем течении реки возросла в 2 раза. Превышение продукционной возможности реки, способной обеспечить нормальный рост и выживаемость определенного количества молоди, привело к заметному снижению роста как природных, так и

заводских рыб. В результате весной смолтифицировалось не более 20 % годовиков, остальные остались в реке еще на год (Крупяно, Скирин, 2001).

В 1991 г. американцы констатировали исчезновение природной популяции кижуча из низовий р. Колумбия. При анализе ситуации был сделан вывод о том, что большую ответственность за потерю этого вида несут рыбопроизводные заводы. Одним из факторов гибели явилась «экспансия» водотоков заводскими мальками, т. е. выпуск молоди в больших количествах, чем это могло поддерживаться емкостью среды обитания (Flagg et al., 1995). Это является еще одним примером проблемы, появившейся при отсутствии внимания к судьбе рыб после выпуска и недостатке глубокого понимания функционирования экосистем.

На самом деле существуют и другие проблемы, но они даже не определены из-за отсутствия более глубокого анализа деятельности рыбозаводского завода.

Во многих случаях ЛРЗ показывают себя вполне успешными предприятиями при выращивании «здоровой» молоди в искусственных условиях. К сожалению, этот успех, часто без адекватного анализа и проверки, переносится на весь онтогенетический цикл лососей, протекающий в совсем других условиях – за пределами завода, в естественной среде. Чтобы исправить это положение и повысить эффективность работы заводов, их деятельность должна быть серьезно пересмотрена и реформирована.

Таким образом, характеризуя рыбное сообщество лососевой реки, мы можем определить его основные свойства:

- это очень динамичная система с коротким периодом поступления в реку высокой биомассы производителей проходных рыб (лососей и дальневосточных красноперок) и оттоком ее в периоды ската молоди;

- это маловидовое сообщество рыб, состоящее из различных постоянных и временных элементов, разнообразие которых обусловлено речным континуумом и экологически связанными видами. Взаимодействие популяций разных видов выражается типом – *протокооперацией*, когда рыбы разных видов получают выгоду от образования крупных ассоциаций. Межвидовая конкуренция ослаблена за счет пищевой специализации;

- лососи с длительным пресноводным циклом сохраняют тесную трофическую связь с рекой, где занимают доминирующее положение среди типично пресноводных рыб;

- пространственное распределение рыб в бассейне реки связано с локальными гидробиологическими условиями в биотопах, положением зоны обитания в бассейне, с речным континуумом. Близкое сходство величин обилия среди разных видов в пространстве реки свидетельствует не о высокой конкуренции, а о *различном функциональном статусе* популяций рыб, занимающих разные экологические ниши;

- выделены участки русла с высокой продуктивностью и видовым разнообразием, где агрегация особей связана с сочетанием комфортных условий среды и в связи с процессом размножения: кеты, голянов, красноперки;

- деятельность заводов должна быть скоординирована с трофической емкостью реки, куда выпускается продукция, и продуктивными закономерностями сосуществования рыбных сообществ.

Литература

- Богатов В.В. Основные итоги изучения структурно-функциональной организации пресноводных экосистем Дальнего Востока России // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Владивосток: Дальнаука, 2003. Вып. 2. С. 5–11.
- Канидьев А.Н. Биологические основы искусственного разведения лососевых рыб. М.: Легк. и пищ. пром-сть, 1984. 216 с.
- Крупяно Н.И., Скирин В.И. Выедание хищными рыбами молоди кеты и горбуши в реках южного Приморья // 1998. С. 381–390. (Изв. ТИНРО; т. 123).

- Крупянюк Н.И., Скирин В.И. Проблемы и перспективы искусственного воспроизводства симы на рыбопроизводных заводах Приморья // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Владивосток: Дальнаука, 2001. Вып. 1. С. 350–358.
- Крупянюк Н.И., Скирин В.И. Эффективность воспроизводства кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum) в южном Приморье // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Владивосток: Дальнаука, 2003. Вып. 2. С. 511–522.
- Любаева Т.Н., Любаев В.Я., Сидорова С.В. Формирование заводских популяций кеты и их вселение в естественную среду (на примере Охотского ЛРЗ) // Рос.-америк. конф. по сохранению лососей. Хабаровск: Интерпресс, 1999. С. 70–79.
- Одум Ю. Экология. М.: Мир, 1986. 328 с.
- Реймерс Н.Ф. Популярный биологический словарь. М.: Наука, 1990. 544 с.
- Семенченко А. Ю. Фауна и структура рыбных сообществ в ритрале рек Приморья // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Владивосток: Дальнаука, 2001. Вып. 1. С. 217–228.
- Тиунова Т.М. Современное состояние и перспективы изучения экосистем лососевых рек юга Дальнего Востока // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Владивосток: Дальнаука, 2001. Вып. 1. С. 25–30.
- Тиунова Т.М., Тесленко В.А., Арефина Т.И., Макаренченко М.А., Зорина О.В. Фауна амфибиотических насекомых бассейна реки Барабашевка (Южное Приморье) // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Владивосток: Дальнаука, 2003. Вып. 2. С. 62–69.
- Шедько С.В. Список и круглоротых и рыб пресных вод побережья Приморья // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Владивосток: Дальнаука, 2001. Вып. 1. С. 229–249.
- Шустов Ю.А. Экологические аспекты поведения молоди лососевых рыб в речных условиях. СПб.: Наука, 1995. 160 с.
- Flagg T.A., Waknitz F.W., Maynard D.J., Milner G.B., Mahnken C.V.W. The effect of hatcheries on native coho salmon populations in the lower Columbia River // American Fisheries Society Symposium. Bethesda, MD. 1995. 15. P. 366–375.
- Fleming I.A., Gross M.R. Breeding success of hatchery and wild coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) in competition // Ecological Applications. 1993. V. 3 (2). P. 230–245.