



Нерестилища реки Лютога

Оценка условий воспроизводства и обитания лососей в бассейне р. Лютога с применением методов ГИС-картирования и дистанционного зондирования

С. С. Макеев, Л. Квон

2010 г.

ОТЧЕТ
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

Оценка условий воспроизводства и обитания лососей
в бассейне р. Лютога
с применением методов ГИС-картирования
и дистанционного зондирования

Начальник Анивского отдела по ихтиологии, рыболовству, мониторингу водных биоресурсов и среды их обитания

Студент-дипломник Сахалинского государственного университета

подпись, дата

С. С. Макеев

подпись, дата

Л. Квон

Список исполнителей

В полевых работах на разных этапах принимали участие сотрудники Анивского отдела ихтиологии, рыболовства, мониторинга водных биоресурсов и среды их обитания ФГУ «Сахалинрыбвод» Макеев С. С. (12 дней), Макеева Л. И. (3 дня), Колесников Р. Н. (1 день) Фургал А. А. (1); студент-дипломник факультета природопользования Сахалинского государственного университета Квон Л. (7 дней), а также сотрудник СРОО «Экологическая вахта Сахалина» Воробьев Н. (1) и выпускник Дальневосточного государственного университета Юрченко А. Всего с 21 июля по 1 ноября 2010 г. на выполнение проекта было затрачено 27 человеко-дней.

Таблица участия в сплавах по паспортизации нерестилищ р. Лютога в 2010 г.

Табл. 1

Дата	Участок	Участники	Длина	Точки	Нерест.
Морфология русла/плес, перекат, яма, порог, LWD, заводь, побочень, остров, осередок					
21.07	Пятиречье-Бамбучки	С. Макеев, Л. Квон	18,87	109	
5.08	Тиобут	С. Макеев, А. Юрченко	20,09	93	
10.08	Бамбучки-Высокое	Л. Квон, Р. Колесников	29,7	72	
20.08	Быстрая	С. Макеев, Л. Квон	17,18	141	
22.08	Высокое-Огоньки	С. Макеев, Л. Макеева	8,38	37	
28.08	Огоньки-Анива	С. Макеев, Л. Квон	25	79	
Паспортизация/длина, ширина, процент, общая площадь потенциального нерестилища					
1.09	Чапланово-Бамбучки	С. Макеев, Л. Квон	11,03	48	52895
3.09	Высокое-Артек	С. Макеев, Л. Квон	20,06	42	154898
13.09	Бамбучки-Черноземка	С. Макеев, Р. Колесников	18,98	30	133865
14.09	Черноземка-Высокое	С. Макеев, Л. Макеева	11,62	15	70126
23.09	Артек-Воскресеновка	С. Макеев, Л. Квон, Н. Воробьев	9	21	49386
1.11	Артек-Воскресенское	С. Макеев, А. Фургал	9	21	
Лето 2009	Быстрая	С. Макеев, Л. Макеева	17,18	161	49576

Текст отчета составил Макеев С. С., карты готовил Квон Л.. Общее руководство и консультационную помощь осуществлял к. б. н. менеджер направления мониторинга АНО «Сахалинская лососевая инициатива» Семенченко А. Ю.

Реферат

Отчет: 6 частей., 41 стр., 7 диагр., 7 табл., 70 источников.

Оценка условий воспроизводства и обитания лососей в бассейне р. Лютога с применением методов ГИС-картирования и дистанционного зондирования

Объектом исследования является бассейн реки Лютоги, крупнейшего водоема для воспроизводства лососей в южной части острова Сахалин.

Основной целью исследований являлось дальнейшее развитие системы мониторинга лососевых популяций и мест их обитания, начатой АНО СЛИ в 2008-09 гг. с использованием методики «чередующихся конструкций». Содержание работ связано с непосредственной практической потребностью в усовершенствовании методик паспортизации нерестовых рек и развитии методов восстановления потенциала естественного воспроизводства лососевых.

В процессе работы по проекту на исследуемом участке были выполнены следующие задачи:

1. Продольное распределение русловых структур (плесы, перекаты, ямы, пороги).
2. Распределение особенностей русла (древесные завалы, острова/осередки, побочни).
3. Учет потенциальной и эффективной нерестовой площади горбуши и кеты.
4. Учет источников нерестового субстрата (осыпей, оползней, конусов выноса).
5. Учет производителей горбуши и кеты на нерестилищах.
6. Контроль за браконьерской деятельностью.
7. Учет и оценка участков береговой эрозии.

Все полученные результаты были занесены в таблицы атрибутов и сформированы в виде слоев ГИС-карты.

В результате исследования были получены сведения, характеризующие формы руслового рельефа, изучено состояние нерестового фонда горбуши и кеты, обнаружены проблемы, требующие внедрения новейших методов восстановления и улучшения местообитаний.

Ключевые слова:

Сокращения

АНО СЛИ – автономная некоммерческая организация «Сахалинская лососевая инициатива»

ГИС - географическая информационная система

ЛРЗ - лососевый рыболовный завод

ФГУ – федеральное государственное учреждение

LWD – Large Woody Debris – древесные заломы

НВУ - нерестово-выростные угодья

СКТУ - Сахалино-Курильское территориальное управление Росрыболовства

Содержание

КРАТКАЯ ФИЗИКО–ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	6
Описание русла р. Лютога из паспорта 1980-82 гг.	9
ГЕОМОРФОЛОГИЯ РУСЛА Р. ЛЮТОГИ.....	12
ПАСПОРТИЗАЦИЯ НЕРЕСТИЛИЩ ЛОСОСЕЙ.....	16
Нерестилища горбуши	18
Типы нерестилищ	21
Нерестилища кеты	25
Береговая эрозия	26
Последствия спрямления русла Лютоги	28
УЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ЛОСОСЕЙ.....	31
КОНТРОЛЬ ЗА БРАКОНЬЕРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ.....	32
ВОССТАНОВЛЕНИЕ РЕКИ	33
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	36
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	37
ЛИТЕРАТУРА	38



Лютога в районе лагеря «Сахалинский Артек» (участок 6)

КРАТКАЯ ФИЗИКО–ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Река Лютога – одна из крупнейших рек Сахалина, длина основного русла 134 км. Протекает по территории двух административных районов – Холмского и Анивского в меридиональном направлении и впадает в бухту Лососей залива Анива. Исток реки Лютоги находится на высоте 500 м над уровнем моря на восточном склоне Западно-Камышового хребта. При своем течении река принимает более 10 крупных притоков. Густота речной сети 1,6 км/км².

Площадь водосбора реки 1530 км². Уклон реки в среднем 3,7 м/км. Река относится к сравнительно крупным водотокам смешанного горно-равнинного типа. Общая длина всей системы с притоками первого порядка – 650 км, в которой суммарная площадь нерестилищ горбуши составляет 942,7 тыс. м² согласно паспорту реки, составленному Анивской контрольно-наблюдательной станцией ФГУ «Сахалинрыбвод» в 1980-82 гг.

Бассейн реки Лютоги относится к Южно-Сахалинской климатической области. Он испытывает влияние зимнего муссона и характеризуется активной циклонической деятельностью: большим количеством осадков, как зимних, так и летних. Среднегодовая температура воздуха 5,0° С. Самым холодным месяцем является январь (среднемесячная температура –10,7° С). Повышение температуры начинается в первой декаде февраля. Последние заморозки прекращаются в начале третьей декады мая. Самый теплый месяц август со средней температурой 16,9° С. Максимальная температура воздуха, зафиксированная в этом месяце, - 30° С. Продолжительность безморозного периода продолжается в среднем 144 дня. Осенью даты начала заморозков сильно колеблются из года в год. Средняя дата их появления – 14 октября.

Атмосферная циркуляция носит четко выраженный муссонный характер. В зимний период наблюдается преобладание ветров северного направления, для теплого периода характерны южные и юго-восточные ветры. Среднемесячная скорость ветра изменяется от 0,5 до 2,6 м/с.

Относительная влажность для данного района высока в течение всех сезонов. Все месяцы года преобладает пасмурное небо. В среднем за год наблюдается 39 дней с туманом. В зимний период на погоду основное влияние оказывает сибирский антициклон, а летом муссоны. Поэтому лето прохладное и дождливое, а зима холодная и с обильными снегопадами.

За год выпадает около 800 мм осадков. Средняя максимальная высота снежного покрова равна 136 см. Среднемесячное количество осадков в районе изменяется, по данным наблюдений гидрометеостанций, от 28 до 110 мм, составляя за год около 800 мм. Наибольшее их количество выпадает в сентябре в период нереста горбуши, наименьшее – в январе–феврале в период эмбрионально-личиночного развития.

Среднемесячное и годовое количество осадков (Табл. 2)

ГМС	Осадки по отдельным периодам*, мм												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Южно-Сахалинск	43	41	47	48	67	60	97	94	110	83	72	60	822

*Под числами, обозначающими периоды, следует понимать порядковый номер месяца.

В соответствии с рельефом местности, по характеру продольного профиля, река относится к горно-равнинному типу с выраженным профилем равновесия. В верхнем течении реки долины узкие с крутыми склонами, в нижнем течении они расширяются, переходя в прибрежную равнину. Профиль реки, в связи с большой протяженностью и изменением характера рельефа от горного в верховьях до равнинного в устье, в основном имеет вогнутый характер, что служит причиной замедления течения реки в нижнем течении.

Грунт на большей части бассейна сложен из слабосцементированных песчаников, песчаных глин, алевролитов и глин. Аллювиальные четвертичные отложения развиты в долинах рек и ручьев. Они представлены гравийно-галечными отложениями, суглинками, супесями, суглинками, глинами и песками. На наиболее крутых склонах встречаются песчано-каменные осыпи шириной до 100 м и длиной до 200 м.

Большую часть района занимают сельскохозяйственные земли, местами в сочетании с суходольными и низинными лугами на месте южно-таежных лесов. Облесенность верхнего течения рек составляет 80-90%, среднего и нижнего течения – 30-40%. Лес состоит в основном из массивов, появившихся на местах рубок и лесных пожаров.

Сток рек рассматриваемой территории формируется в процессе смешанного питания за счет снеговых, дождевых и подземных вод. Долевое участие отдельных видов питания изменяется по сезонам года: весной увеличивается роль талых снеговых вод, летом преобладает дождевое питание, а зимой оно исключительно подземное. Для реки Лютюга характерен смешанный тип питания. В суммарном годовом стоке доля весеннего половодья составляет 50–60%, подземного питания 20–25% и дождевого – 20–30%. При этом на весенний период приходится 55–60% стока, летний – 30–35% и зимний 6–9%. В годы с высокой циклонической деятельностью бывают исключения: в 1981 году 60% стока пришлось на летне-осенний период (тайфун «Филлис»). Максимальные расходы в реках наблюдаются с конца апреля по середину июня.

Весеннее половодье начинается в конце марта. В отдельные годы половодье может завершиться к середине мая, либо длиться до второй декады июня. В большинстве случаев это связано с количеством осадков, выпавших в зимнее время, и уровнем солнечной радиации в период таяния снегов.

Наряду со снеговыми водами, в формировании весеннего половодья принимают участие дождевые воды. Доля их невелика, но в отдельные годы она может достигать 20–30%. Подземное питание в период весеннего половодья во все годы незначительно, так как грунты в это время находятся в мерзлом состоянии. На период второй половины весеннего половодья приходится начало покатной миграции молоди.

Летне-осенний период характеризуется паводковым режимом. Основным источником питания рек в этот период являются дождевые осадки. В начальный период некоторую роль играют талые воды снегов, сохраняющихся в наиболее высоких горных районах.



Лютюга в районе «Зеркалки» (участок 6)

Наиболее низкая и продолжительная межень наблюдается в зимний период. Она начинается со времени перехода температуры через 0°C , с чем связаны прекращение выпадения дождевых осадков и переход рек исключительно на подземное питание водами Сусунайского артезианского бассейна. Период устойчивой межени на юге Сахалина продолжается 4–4,5 месяца.

Среднемесячная температура воды в течение декабря – марта составляет 0°C . Замерзание рек обычно продолжается 16–17 дней, но колебания его продолжительности весьма значительные. Оно может продолжаться от нескольких дней до месяца. Сплошной ледовый покров обычно образуется от смыкания заберегов в конце ноября – начале декабря. Средняя температура воды менее $0,2^{\circ}\text{C}$ устанавливается во второй половине ноября и вновь переходит эту отметку в период с 10 по 15 апреля. Однако, при ранней, теплой весне температура воды в третьей декаде марта может достигать отметки $0,8^{\circ}\text{C}$. Из-за таяния снега прогрев воды осуществляется медленно, ее температура достигает 4°C только к первой декаде мая. В период с 15 по 25 мая среднесуточная температура воды переходит за отметку 10°C , в период с июля по август теплосодержание вод во многом определяется солнечной радиацией.

Гидрологические характеристики рек определяются в основном рельефом местности, морфологии их среднего и верхнего течения. Долина реки Лютоги сильно извилиста, а меандры имеют преимущественно V-образную форму. Большую часть верхнего течения занимают перекаты, скорость течения воды на которых достигает 1,0–1,5 м/сек. В среднем течении, где грунт в основном представлен мелкой и средней галькой, скорость водотоков на плесах снижается в среднем до 0,4–0,6 м/сек, а на перекатах – до 0,8–1,1 м/сек. В нижнем течении преобладающие на плесах скорости составляют 0,4–0,7 м/сек, на перекатах – 0,7–1,2 м/сек. В половодье скорость течения увеличивается до 2,0–2,5 м/сек.

Некоторые характеристики бассейна Лютоги приведены в Табл.3

	Расстояние от истока, км	Уклон ср./средневзв. промилле	Площадь водосбора, кв. км	Средняя высота, м	Густота речной сети, км/кв. км	Лесистость, %
Лютога-Пятиречье	39	12/7,2	138	360	1,9	65
Лютога-Чапланово	52	9,7/5,6	667	350	1,6	50
Лютога-Огоньки	104	5,6/2,9	1350	270	1,6	60
Лютога-Анива	127	4,7/2,0	1530	270	1,6	60

Описание основного русла реки Лютоги и распределение нерестилищ лососевых

(из паспорта реки 1980-82 гг.)

Река Лютога по всей длине может быть разделена на 3 участка, различных по характеру – верхнее, среднее и нижнее течение. Верхнее течение реки имеет горный характер, в среднем течении, ниже п. Пятиречье, долина реки расширяется и появляются элементы равнинного характера, а в нижнем течении они преобладают.

Участком верхнего течения считается участок от истока до впадения притока Чипиань. Длина участка – 40 км. Характер реки на этом участке горный, часто встречаются пороги. Скорость течения колеблется от 0,5 до 1,5 м/с. В 8 км ниже истока имеется водопад высотой около 4 м, эта преграда труднопреодолимая для лососей. Выше водопада нерестилищ немного – 800 м². Река здесь протекает по узкому ущелью, дно образовано скальными породами. Ниже водопада непосредственно в русле имеются выходы сернистых источников. Ввиду малого дебита, они не оказывают заметного влияния на ихтиофауну участка реки. После впадения р. Липовки (123-й км) долина реки расширяется, появляется пойма, часто односторонняя и прерывистая. На участке от 110 км до п. Пятиречье (93-й км) долина реки в нижней части расширяется до 500 м. Здесь появляются двойные террасы, которые использовались под сельхозугодья.

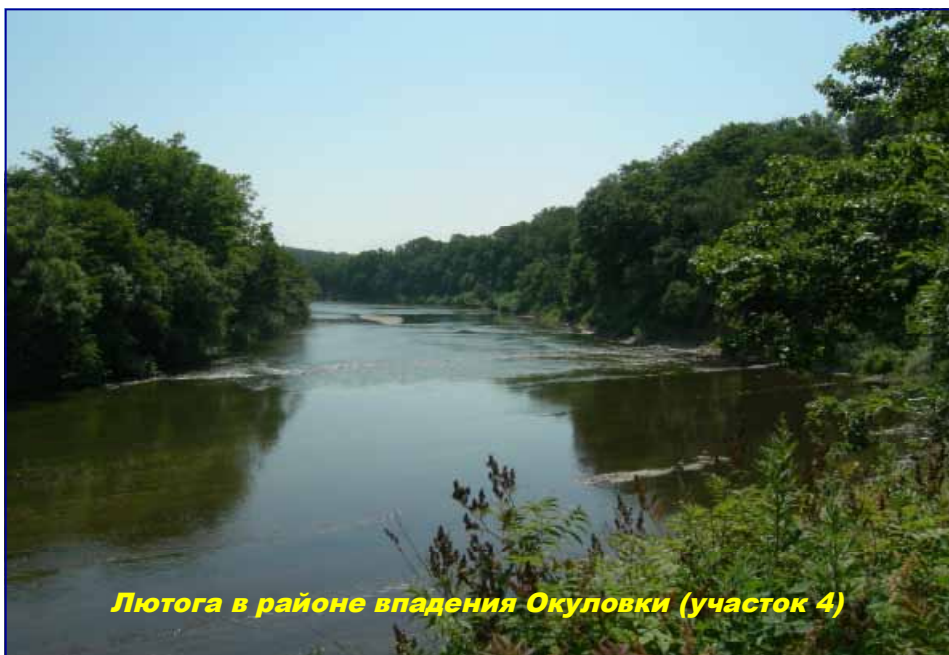
Нерестилища в верхнем течении р. Лютоги образованы крупным и мелким галечником. Качество хорошее, за исключением участков, где проходит лесовозная дорога, нарушена водоохранная полоса и имеются многочисленные переезды. Всего на участке верхнего течения 125000 м² нерестилищ горбуши.

Участок среднего течения от п. Пятиречья до п. Огоньки длиной 60 км. Ширина реки заметно возрастает, в среднем 25 м, появляются плесы от 100 до 200 м длиной. Плесы чередуются с ямами, порогами и перекатами. Ширина долины реки достигает 2 км. Пойма двусторонняя и практически полностью использовалась под сельхозугодья. Нерестилища горбуши расположены в основном на перекатах, которые сложены средней галькой с незначительной примесью валунов. Качество нерестилищ среднее, всего на данном участке 305000 м² нерестилищ.

Нижний участок – от п. Огоньки до устья – имеет характер ближе к равнинному, переходя в равнинный от п. Петропавловское (15-й км от устья). Скорость течения в среднем 0,1-0,4 м/с. Пороги имеются только в двух местах, в основном чередуются плесы, относительно глубокие ямы и перекаты. На протяжении 6-7 км от устья Лютога судоходна для маломерного флота. Долина реки широкая, после п. Петропавловское сливается с Сусунайской долиной, поверхность которой сложена четвертичными отложениями. Площадь нерестилищ незначительна относительно площади водного зеркала реки – 128390 м².

Влияние приливов ощущается от устья вверх до 10 км, при этом скорость течения колеблется в пределах от 0,1 до 0,2 м/сек. На этом участке характер течения приближается к равнинному, дно сильно заилено. В районе от п.

Благовещенское до п. Воскресенское (15-10 км от устья) в основном и в русле и в старице Безымянной имеются массовые выходы грунтовых вод, к этим участкам приурочены основные нерестилища осенней кеты. Горбуша эти участки использует для нереста в меньшей степени. Пойма нижнего течения рек этого района, как правило, подвергнута антропогенному воздействию, в результате чего численность кеты (основного вида, нерестующего на этих участках рек) в последние годы значительно сократилась.



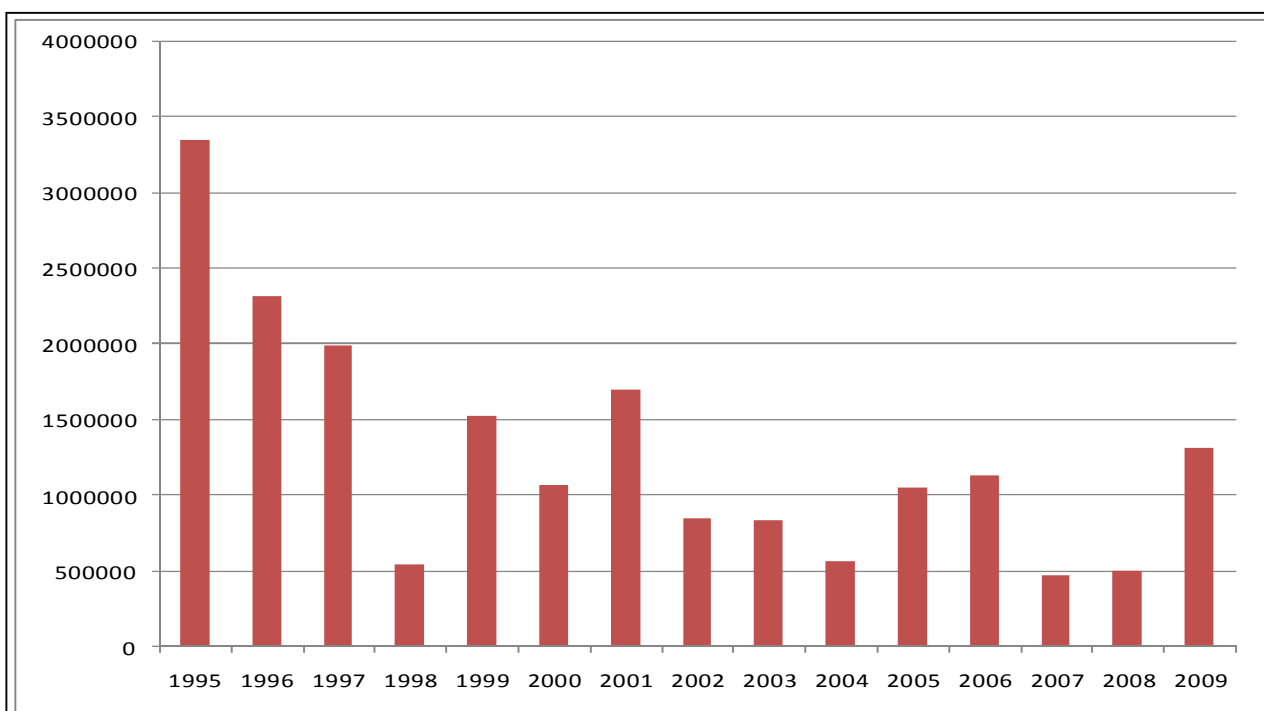
Лютога в районе впадения Окуловки (участок 4)

Река Лютога является важным водоемом для миграции и воспроизводства анадромных видов рыб. Здесь располагаются нерестилища ранней япономорской и поздней охотоморской горбуши. Вклад естественных нерестилищ р. Лютоги, а также Анивского ЛРЗ, в промысел остается очень высоким. Вылов горбуши на прилегающем промысловом участке доходил до 4500 т, с 1972 г. в среднем составил 1116 т (Диagr. 1). В отдельные годы массовый лов производился в русле реки, например, в 1995 г. – 3626 т.



Заполнение нерестилищ Лютоги производителями горбуши в последнее десятилетие снизилось, главным образом, благодаря депрессии стада япономорской горбуши и браконьерскому прессу.

Заполнение нерестилищ р. Лютоги производителями горбуши (Диagr. 2)



На участке нижнего течения р. Лютоги имеются нерестилища осенней кеты, приуроченные к выходам грунтовых вод. Площадь этих нерестилищ оценивалась в 1980-х годах (5200 кв. м), и требует уточнения. Кета нерестится также в старице Безымянной (около 300 кв. м нерестовой площади) и ранее нерестилась в старице Кетовой на участке «регуляции русла». В настоящий момент нерестилища старицы Кетовой уничтожены, нерестилища старицы Безымянной находятся под угрозой в связи с последствиями проекта «регуляции русла».

Количество заходящей на нерест осенней кеты в последние годы стабилизировалось на относительно низком уровне, не превышающем 6000 экз. (Диagr. 3).



ГЕОМОРФОЛОГИЯ РУСЛА Р. ЛЮТОГИ

Работы проводились на участке основного русла р. Лютоги от 93 до 7 км от устья, а также на участках русел крупных притоков Лютоги – Тиобут и Быстрая. Таким образом, обследовано 122,52 погонных км на геоморфологию и эрозию берегов, и 90,27 км на нерестилища. Всего около 335 км. Основное русло Лютоги было разбито на 8 участков, на 6 из них была проведена паспортизация нерестилищ и учет производителей. Не проведена паспортизация участков Пятиречье-Чапланово и Тиобут, в связи с относительно низким уровнем воды.

Применялся метод сплава на 2-местной лодке с одновременным точкованием GPS-приемником и фотографированием особенностей. Всего точек занесено 531 (морфология) + 338 (нерестилища) + 88 (эрозия) = 957. В период нереста горбуши и кеты проводился учет производителей. Оценивалась браконьерская активность, по каждому серьезному нарушению Правил рыболовства оперативно сообщалось в органы рыбоохраны.

Описание проводилось по следующей методике. Основное русло реки разбито на 8 участков длиной от 4,32 до 18,98 км, на которых проводились отдельные циклы наблюдений. Еще два участка обследованы на крупных притоках Тиобут (20,09 км) и Быстрая (17,18 км).

На резиновой лодке «Турист-2» или «Фрегат-2» вдвоем проплывали вниз по течению по стрежню реки. Применялся GPS-навигатор Garmin-72 или Garmin-60CSx. Длина пути измерялась одомером, ширина русла лазерным дальномером Leica Disto-A3. В верхней части каждого элемента формы руслового рельефа (плес или перекат) ставилась точка. Таким образом, собрана информация о частоте смены форм русла и протяженности каждого элемента. Кроме того, внутри элементов при их наличии отмечались их особенности (ямы глубиной от 1,2 м, пороги, острова или осередки, побочни, древесные завалы, заводи и др.). Для фотографирования применяли камеру Olympus-1010. Извилистость вычислялась по карте 1:100000 электронным курвиметром PlanWheel SA.

В Таблице 4 представлены основные характеристики участков русла.



Сплав по Лютоге в районе села Бамбучки (участок 3)

В работе изучалось состояние нерестилищ лососей в зависимости от типа русловых процессов (Чалов, 2008). В частности, использовалась классификационная схема, разработанная в МГУ им. М.В. Ломоносова (География..., 2004), дополненная и адаптированная к рекам Дальнего Востока в работах ТИГ ДВО РАН (Карасев и др., 2000). Она позволяет выделить 5 уровней однородных участков в реках (тип реки, тип геолого-геоморфологических условий, тип русла, форма русла и форма руслового рельефа), обусловленных двумя уровнями фоновых условий (мегаформа рельефа и природно-территориальный комплекс). Рис. 1. из Чалов С. Р. «Принципы классификации русловых процессов при изучении условий формирования речных экосистем». 2008.



Рис. 1. Структурная классификация русловых процессов

Классификация по мегаформам рельефа:

1, 9 и 10 участки – горная страна; 2-8 участки – равнинная страна.

По природно-территориальным комплексам:

1-6, 9 и 10 участки – транзитные ландшафты; 7 и 8 участки – аккумулярующие ландшафты.

По типам рек:

1-6, 9 и 10 участки – полугорные; 7 и 8 участки – равнинные.

По геолого-геоморфологическим условиям:

1-6, 9 и 10 участки – адаптированные; 7 и 8 участки – свободные.

По типам русла:

Все участки в разной степени меандрирующие, на отдельных отрезках прямолинейные.

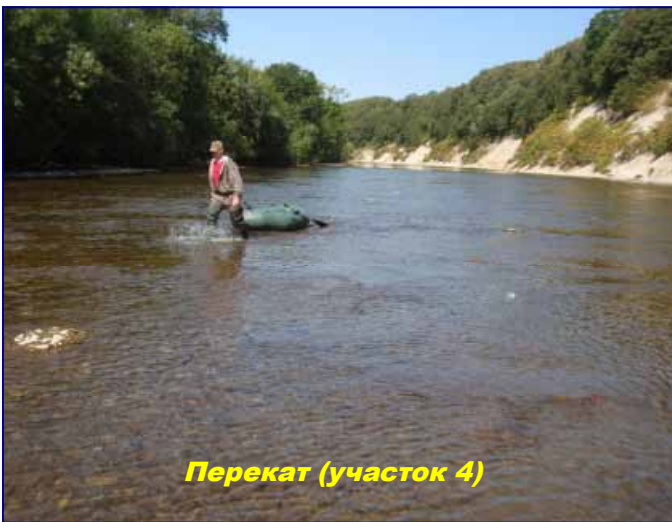
По принятой у гидрологов США многофакторной классификации рек Росгена (Rosgen D. L. A classification of natural rivers. 1994), большинство участков основного русла относятся к типу С (плес-пережат последовательно, меандрирование, точечные косы, хорошо развитая пойма, берега стабильные или нет). В равнинной части основного русла (участки 7-8) чаще отмечается тип Е (луговые меандры: хорошо развитая пойма; пережат-яма, относительно высокая доставка наносов). В верхней части участка 1 и притоков (участки 9 и 10) иногда можно выделить тип реки F (долинные меандры: надрезаны в склонах, узкая пойма, яма-пережат, берега стабильные или нет).

Наконец, по классификации Монтгомери-Баффингтона (Montgomery D. R., Buffington J. M. Channel-reach morphology in mountain drainage basins. 1993), более подходящей для горных рек, все участки относятся к категории D (pool-riffle channel).

Длина выделяемой единицы геоморфологической структуры (плес и перекат) оказалась в среднем равна 226 м (0,2% от общего обследованного пути); средняя длина отрезка, применяемого для привязки нерестовых участков – 260 м (0,3%). Частота смены местообитания (плес/перекат) наивысшая в верхнем течении и в притоках.

На верхних участках, ближе к предгорьям, выше средняя скорость течения и относительно велики уклоны, наиболее значительно число порогов. Ямы на верхних и нижних участках различаются по происхождению. В верхнем течении и в притоках они в основном приурочены к многолетней деятельности воды и влекомых наносов в сужениях русла, проложенного потоком в коренных породах. В среднем и нижнем течении ямы образованы в аккумулятивных аллювиальных отложениях, и приурочены к крутым излучинам, подмытым берегам и крупным древесным заломам в русле.

Надежных закономерностей в распределении побочной и осередков не обнаружено. Возможно, причиной этого является недостаточное число наблюдений, масштаб и количество выбранных участков. Между тем, эти характеристики представляются наиболее важным в проведенных исследованиях наравне с частотой чередования плесов и перекатов.



Перекат — мелководный участок русла реки. Обычно перекат сложен рыхлыми отложениями (аллювием), пересекает русло и имеет вид вала: с пологим скатом, обращенным против течения, или с крутым скатом, обращенным по течению. Перекат часто встречается в местах расширения русла реки, близ устьев притоков. Как правило, по течению меандрирующей реки перекаты регулярно чередуются с более глубоководными участками - плесами. Порог - каменистый или скалистый участок в русле с повышенной скоростью течения и относительно большим падением отметок уровня воды, образовавшийся вследствие ступенчатого размыва русла, если материал его неоднороден. Яма - выраженное углубление в русле, глубиной более 1,5 м.



Осерёдок (участок 2)



Побочень (участок 3)

Осерёдок - наносное (подводное или надводное) отложение в русле реки, не имеющее растительности (ближе к берегу называется побочень, а у выпуклых берегах при меандрировании - пляж). Скопление наносов происходит при малой транспортирующей способности потока и большом поступлении наносов. В межень осерёдки выходят из воды и превращаются в острова. За счёт перемещения наносов осерёдки перемещаются вниз по реке путём размыва ухвостья и намыва приверха. Закрепляясь растительностью или по другим причинам осерёдки превращаются в русловые острова. Побочни представляют собой скопления аллювия последовательно то у левого берега, то у правого, в шахматном порядке.



Остров (участок 7)



LWD (участок 5)

Large woody debris (LWD) - крупные древесные заломы часто являются как причиной, так и следствием проявлений русловых процессов. Например, бревна скапливаются в головной части осерёдок и приводят к преобразованию их в острова. Количество LWD в русле реки зависит от состояния водоохранной полосы в бассейне реки, от стабильности берегов, степени интенсивности береговой эрозии, шероховатости русла. LWD несут целый ряд важных экологических функций, в том числе для лососей на разных стадиях жизненных циклов.

ПАСПОРТИЗАЦИЯ НЕРЕСТИЛИЦ ЛОСОСЕЙ

Повторный сплав проводился на тех же участках в период массового нереста горбуши. Применялись традиционные методики, применяемые в практике «Сахалинрыбвода» (Методики..., 2005), а также другие известные методики паспортизации (Золотухин, 2009; Горяинов, 2009; Shuett-Hames et al, 1999). При этом подсчитывалась площадь потенциальных нерестилиц, из них выделены участки прямолинейных плесов с горизонтальной фильтрацией вод подруслового потока, не используемые горбушей для нереста в условиях относительно маломощного захода. Также для каждого участка была проведена оценка площади дна со сплошными выходами коренных пород (плитняка).

Отдельно было отмечено наличие нереста производителей осенней кеты в нижнем течении, но в связи с малой численностью производителей, места нереста отмечены точечно.

Проблема паспортизации нерестовых площадей особенно остро встает перед управленцами в связи с уже обсуждаемой проблемой регулирования заполнения нерестовых рек производителями (Макеев, 2010). Нерестовый фонд рек Сахалина (Рухлов, 1970; Сахалинская область..., 1994), по нашему мнению, является явно заниженным – около 21 млн. кв. м.

В предлагаемой работе проведена типизация нерестилиц тихоокеанских лососей и предложено различать потенциальные нерестилища (нерестовый фонд) и эффективные нерестилища (средняя многолетняя площадь участков нерестового фонда, обеспечивающих высокую степень эффективности нереста тихоокеанских лососей и, как правило, ежегодно посещаемых производителями).

С. Ф. Золотухин (2009) на основе огромного практического опыта предлагает разделять понятия нерестового фонда и площади нерестилиц, и вводит основные определения, более четко характеризующие условия воспроизводства лососей:

Площадь нерестового фонда тихоокеанских лососей в бассейне контрольной реки – площадь всего дна русла, проток и притоков с физическими и гидрологическими параметрами, потенциально пригодными для нереста тихоокеанских лососей вне зависимости от эффективности их нереста;

Площадь нерестилиц – средняя многолетняя площадь участков нерестового фонда, обеспечивающих высокую степень эффективности нереста тихоокеанских лососей и, как правило, ежегодно посещаемых производителями;

Площадь мест нереста – общая площадь нерестовых гнезд в бассейне контрольной реки или в другом исследованном водотоке. Определяется двумя методами. Общее число отнерестившихся самок умножается на среднюю площадь нерестового гнезда, либо общее число нерестовых гнезд умножается на среднюю площадь нерестового гнезда.

Средняя плотность рыб на нерестилищах – среднее арифметическое данных по плотности рыб на всех учетных маршрутах в бассейне контрольной реки;

Доля площади мест нереста в нерестовом фонде учетного маршрута – отношение реальной площади мест нереста к площади нерестового фонда в текущем году как индекс межгодовой динамики заполняемости нерестилиц контрольной реки.



Одним из методов, позволяющих получать достоверные интегральные оценки численности кеты и горбуши в бассейнах нерестовых рек, является оценка по площади их нерестового фонда и плотности заполнения их нерестилиц. Для этого необходимо знать площадь нерестового фонда кеты и горбуши, доли рек (или групп рек) в воспроизводстве, и плотности производителей на нерестилищах контрольных участков контрольных рек (Золотухин, 2009).

Для чего нужен паспорт реки?

Для оперативного регулирования заполнения нерестилищ производителями лососей.

В условиях непрерывного воздействия естественных и антропогенных факторов данные о статусе нерестовых водоемов постепенно устаревают и нуждаются в уточнении. Важно четко ранжировать значение водоемов для воспроизводства лососей. Это необходимо для определения параметров нерестового фонда, в первую очередь оптимальной плотности заполнения нерестилищ. (Шунтов, 2005).

Для сохранения и восстановления природной среды.

Пока уделяется мало внимания функционально важным компонентам экосистем лососевых рек в условиях активизации хозяйственного освоения островов. Следует провести оценку текущего состояния экосистемы, определить нарушения ее функций, природоохранные приоритеты и будущие угрозы. Это необходимо для формирования природоохранного планирования в бассейне реки.

Паспорт используется при составлении рыбохозяйственных характеристик, рыбоводно-биологических обоснований, согласований различных пользований в бассейне реки.

Обширная программа паспортизации нерестовых рек проводилась в 1960-80 гг. подразделениями ФГУ «Сахалинрыбвод». При этом пользовались «Кратким руководством по определению количества нерестовой площади и численности лососей в нерестовых реках Сахалинской области» (Методики..., 2005). Приводим отрывок из «Краткого руководства...»:

«Нерестилищами горбуши предлагаем считать участки дна реки, которые сложены из гальки различных фракций с примесью булыжного камня или без него с глубинами от 10 до 100 см при скорости течения воды над нерестилищами от 0,15 до 1,5 м/сек.

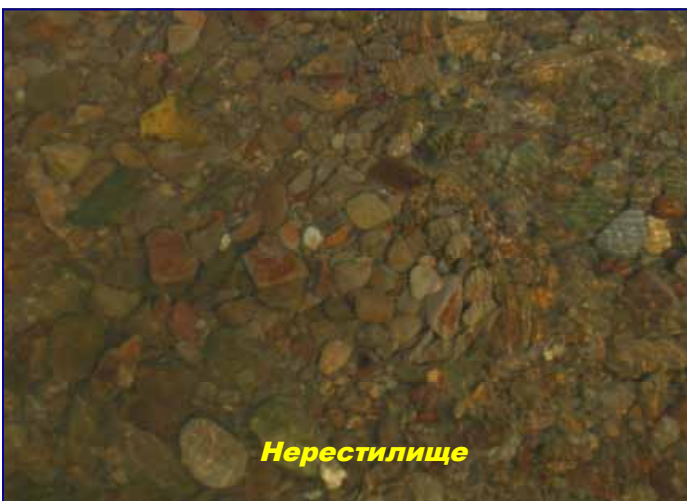
Не включать в площадь нерестилищ: ямы, глубокие плесы с медленным течением, участки дна реки, сложенные из мелкой гальки с большой примесью гравия и песка и те участки дна, которые представлены выходами скальных пород. В нерестовую площадь также не включать мелководные участки (менее 10 см), прилегающие к пологим косам и находящиеся на перекатах.

Сроки обследования рек для определения количества нерестовой площади желательно приурочить к моменту установления летней межени. Но, видимо, для более точного определения количества нерестилищ лучше проводить обследование рек в период массового нереста и в годы с высокой численностью горбуши, когда рыбой нерестовые площади используются максимально.

Площадь нерестилищ на участке реки можно определять двумя способами:

В том случае, если нерестилища представлены отдельными участками (на выходах из ям, на перекатах), то их площади измеряются непосредственно на месте и потом суммируются.

Если нерестилища располагаются на большом протяжении русла реки, перемежаясь с небольшими по площади не нерестовыми участками, то в данном случае оценивают, какой процент занимают нерестилища от площади водного зеркала реки и затем уже вычисляют их количество».



Нерестилище



Заиленное нерестилище

Подобным образом измеряются площади нерестилищ в пособии, применяемом на Северо-Западе США (Shuett-Hames et al., 1999). А. А. Горяинов (2009) при сплаве в нижнем течении р. Лангери применял глазомерную съемку, основанную на втором способе, но почему-то нерестилища называл нерестовыми плесами.

Нерестилища горбуши и кеты

Лососи выделяются в экологическую группу литофильных закапывающих икру рыб (Крыжановский, 1949; Смирнов, 1975; Павлов, 1989). Эволюция лососей шла в направлении выбора русловых нерестилищ. Они также относятся к проходным видам рыб, жизненный цикл которых включает в себя пресноводный, эстуарный, ранний морской и морской периоды. Каждому из этих периодов свойственны специфические условия существования вида.

В данной работе рассматриваются в основном условия формирования численности горбуши и кеты на ранних этапах их развития в грунте - в период эмбриогенеза и раннего онтогенеза. Этот период у горбуши занимает до 9 месяцев или 30-40% от общей продолжительности жизни, у кеты - от 17 до 30% в зависимости от продолжительности морского периода жизни. В этот период наиболее велики потери по отношению к стартовой величине популяционной плодовитости. Наибольшее значение для выживаемости имеют абиотические факторы среды, которые в большинстве случаев определяются физико-географическим положением районов воспроизводства и сложившимися в нем климато-гидрологическими условиями.

Нерестилища лососей очень разнообразны, существенно различаются особенностями морфологии, гидрологии и др., и будучи в целом специфичными для определенных видов (Леман, 2003), сезонных рас и форм, могут использоваться несколькими видами (Бугаев и др., 2007).

Для размножения основная масса горбуши избирает русла рек, протоки и ручьи, ложе которых омывается подрусловым аллювиальным потоком (Рухлов, 1969; Смирнов, 1975; Леман, 2003). Такие нерестилища на больших площадях имеют сходный режим и на них воспроизводятся чрезвычайно многочисленные популяции. Поскольку подрусловые потоки формируются из русловых вод, режим таких нерестилищ менее устойчив и зависит от климатических особенностей района, сезонных, суточных и непериодических изменений качества русловых вод.

Грунт нерестилищ галечно-гравийный со значительной примесью песка, преобладает фракция размером 4-8 см, местами встречается булыжник, примесь ила незначительна. Отмечается тяга к местам, затененным деревьями или высокими берегами. Сильно заиленные плесы, зарастающие и заболочиваемые участки горбуша не занимает.

На массовых нерестилищах преобладают глубины 20-50 см, реже они достигают 100, иногда 150 см. В засушливые годы и при переполнении нерестилищ гнезда встречаются на отмелях глубиной 10-15 см. В местах расположения гнезд скорость течения обычно варьирует от 30 до 100 см/сек, иногда достигает 140 см/сек. Непосредственно над буграми, в 5-7 см от вершин, скорость течения меньше и редко превышает 60-70 см/сек (Рухлов, 1968; Смирнов, 1975)

Поскольку в течение эмбрионально-личиночного периода жизни лососей основными элементами их физического окружения являются грунт нерестовых гнезд и омывающая их вода, то от их качества зависит успешность эмбриогенеза (Леванидов, 1968; Кляшторин и др., 1975; Гриценко и др., 1987). Выживание эмбрионов обеспечивается неподвижностью грунта, его проницаемостью для воды, малым содержанием ила, на окисление которого расходуется большое количество растворенного в воде кислорода.

Качество грунта и вод подруслового потока даже в пределах одного нерестилища изменяется из года в год. Оно зависит от особенностей уровня режима, с которым связаны заиляемость грунта и его стабильность, нарушаемая во время паводков, от водности года, определяющей расходы подруслового потока и уровень грунтовых вод. Основой нормального развития икры является адекватное ее потребностям снабжение кислородом. Доступность кислорода для икры определяется его поступлением в нерестовое гнездо с фильтрующейся через грунт водой. В неподвижной воде развивающаяся икра быстро потребляет кислород, находящийся в непосредственной близости от оболочки, в результате чего образуется бескислородная микрizona. Диффузия кислорода замедляется и икра погибает, несмотря на относительно высокое содержание растворенного кислорода.

Замедление или прекращение фильтрации воды через грунт создает в нерестовом гнезде условия, подобные кислородной недостаточности. Аналогичное дефициту кислорода действие оказывает падение проточности в нерестовых гнездах. Уменьшение проточности приводит также к накоплению в среде продуктов метаболизма икры: углекислоты и аммиака (Кляшторин и др., 1975).

Реки, в которых нерестится горбуша, имеют чистое каменисто-песчаное ложе, хорошо аэрированную воду, достаточно многоводны зимой, обильными снегами защищены от промерзания.

Обследование нерестовых рек Сахалина, проведенное экспедицией Сахалинрыбвода в 1955-1963 гг., показало, что подавляющее большинство (свыше 90%) нерестилищ острова относятся к горбушевым (Рухлов, 1970). По характеру течения реки на Сахалине различаются на горные, реки предгорий и низменностей и реки смешанного типа. На водотоках, где более или менее выражены плесы и перекаты, горбуша обычно нерестится там, где начинается переход от плесов к перекатам и на перекатах, хотя гребни их используются редко. На этих участках вода за счет разницы уровней выше и ниже переката фильтруется в грунт русла. Значительно более интенсивный, чем на других участках, ток воды в грунте создает благоприятные условия для развития икры. Илистые частицы оказывают вредное влияние на икру. Поэтому обычно рыба закладывает икру на участках с интенсивным заилением более глубоко.

Нерестилища и нерестовые бугры горбуши в основном состоят из гравия и гальки, с примесью песка. Многочисленное стадо производителей вынуждено занимать и нерестилища более низкого качества. Но при постройке гнезд многочисленное поколение проводит и более существенную мелиорацию нерестилищ. В нечетные (урожайные) годы содержание мелких фракций в буграх ниже.

Основными факторами, определяющими количество покатной молоди являются численность производителей на нерестилищах и водность рек в нерестовый и посленерестовый периоды. При повышенном уровне воды часть производителей горбуши откладывает икру на участках, которые впоследствии обсыхают. При прохождении паводковой волны происходит размыв нерестовых бугров и гибель икры от вымывания и механического воздействия в период повышенной чувствительности. Уровень воды в реке, как критерий водности, является интегрирующим. Маловодность и паводки отрицательно сказываются на эффективности воспроизводства горбуши. Оказалось, что оптимальным для некоторых регионов является минимальный уровень воды (Койдан, 1990). Однако снижение водности ниже определенного уровня приводит к сокращению нерестовой площади. Но на реках материкового побережья Охотского моря это условие не соблюдается, по-видимому, это обусловлено требованиями горбуши к скорости течения воды на нерестилищах.

Численность производителей оказывает существенное воздействие на эффективность воспроизводства при условии неполного использования нерестовой площади реки. При переполнении нерестилищ количество покатной молоди определяется размерами нерестовой площади. В этой связи вводятся понятия эффективной и потенциальной нерестовой площади. Эффективная нерестовая площадь, введенная Б. Н. Койданом (1990) – это отношение количества покатной молоди к среднему количеству молоди с единицы площади, не подвергшейся размыву. В оптимальных для воспроизводства условиях, когда отсутствуют паводки и производителями заняты все нерестилища, она равна потенциальной (Койдан, 1990).

Лососи – превосходные мелиораторы. В процессе устройства нерестовых гнезд они быстро и интенсивно очищают дно от донных отложений ила и даже водной растительности (Кузнецов, 1928; Таранец, 1939; А. Г. Смирнов, 1947; Семко, 1954; Леванидов, 1964; Рухлов, 1969; А. И. Смирнов, 1975; Остроумов, 1975; Гриценко и др., 1987; Гриценко, 2002; Бугаев, 2007), хотя все же главные мелиораторы нерестилищ – дожди и весенние паводки (Золотухин, 2003). Если же рыбы мало, то очищенные от ила галечно-песчаные площади отчетливо выделяются округлыми глянцево-светлыми пятнами на фоне темно-серых заиленных площадей.

Наблюдения, проведенные на Камчатке, показали, что полного вывода нерестилищ из строя не происходит даже при многолетнем отсутствии производителей на нерестилищах. Это может случиться лишь при изменении гидрологического режима. Восстановление численности лососей в водоеме вело за собой очищение от ила и использование всех прежних нерестовых площадей. Тем не менее, заиление является крайне нежелательным явлением, ухудшающим условия нереста лососей и развития икры. При многолетнем отсутствии рыбы, процесс заиления и зарастания проток и ключей идет значительно быстрее, чем в условиях, когда ежегодно нерестится много рыбы (Семко, 1954; Остроумов, 1975; Бугаев, 2007).

Промерзания грунта нерестилищ в бассейне Лютоги не имеет широкого распространения. Если даже слой галечного грунта промерзает на глубину 5-10 см, глубже обнаруживаются свободно циркулирующая вода и живая икра.

Пороги в основном русле Лютоги не являются непреодолимым препятствием для горбуши

Реки южного Сахалина относятся к рекам горно-лесной зоны умеренного климата. Водный режим характеризуется весенним половодьем с максимумом в середине мая, летними и осенними паводками, существенно превышающими в отдельные годы половодья. В эти периоды русла рек подвергаются значительной деформации, что не может не сказаться на определенной части заложенной в грунт икры.

Отрицательное влияние паводков на условия нереста лососей отмечалось неоднократно. Подвижки грунта вызывают гибель икры, находящейся в буграх. Паводки размывают ранее построенные бугры.

Ф. Н. Рухлов (1969) пришел к выводу, что паводки не разрушают гнезда, устроенные на перекатах, так как в период подъема уровня происходит намывание перекатов, а в период падения – размывание, эмбрионы же постоянно находятся ниже подвижного слоя грунта. Однако паводки, образуя новые и перемещая старые древесные завалы, нарушают сложившиеся в реках системы плесов и перекатов. Образование новых и размыв старых перекатов, естественно, ослабляют действие защитного механизма.

Вскрытие нерестовых гнезд после тайфунов показывает, что паводок сравнивает бугры, но икра остается на месте и повышенного отхода за эмбрионально-личиночный период развития не наблюдается. И хотя факты уничтожения гнезд паводками наблюдались, это не является правилом. Горбуша в процессе филогенеза приспособилась к гидрометеорологическим условиям своего ареала.



Типы нерестилищ в основном русле р. Лютоги:

1. Мозаично расположенные участки с нерестовым субстратом перед гребнями порогов на напорном слое грунта;
2. Участки плесов перед переходом в перекаты;
3. Участки вдоль галечных побочней;
4. Участки с выходами грунтовых вод;
5. Участки с элементами вертикальной фильтрации вод подруслового потока;
6. Участки с горизонтальной фильтрацией вод подруслового потока.

Чаще всего как лучшие нерестилища в литературе указываются участки переходов от плесов к перекатам (Рухлов, 1969; Смирнов, 1975; Гриценко и др., 1987; Бугаев и др., 2007). По многочисленным наблюдениям (Махинов, 2006; Чалов, 2008; наши наблюдения) площадь используемых нерестилищ увеличивается на участках осередкового разветвления и пойменной многорукавности. Наибольшей продуктивностью характеризуются нерестилища в протоках, находящихся в стадии относительно устойчивого состояния. Нерестилища горбуши в основном русле реки тяготеют также к верхним по течению частям излучин вдоль выпуклого и нижним частям излучин у вогнутого берегов. Подводные прибрежные отмели именно на этих участках русла отличаются хорошей сортированностью и незначительной заиленностью аллювиальных отложений.

Таким образом, участки с потенциально лучшими нерестилищами могут быть выделены при анализе пространственного распространения таких русловых структур, как острова, осередки и побочни, а также частоты чередования плесов и перекатов. В то же время, ямы и приглубые плесы используются лососями для отставания до нереста, пороги и валунные кластеры играют роль поддержания достаточного содержания кислорода в воде, древесные заломы создают укрытия для рыб, а нависающие деревья создают затененность и контролируют температуру воды. Изучая разнообразие таких абиотических факторов, мы можем делать выводы о потенциале естественного воспроизводства рек и их участков.

Конечно, эффективность нереста лососей является сложной функцией большого числа переменных величин, а не только геоморфологических характеристик, поэтому пока собранных сведений недостаточно для исчерпывающего анализа. В частности, много зависит от количества производителей и соотношения полов на нерестилищах в связи с эффектами превышения оптимальной численности и средообразующей деятельности лососей (Леванидов, 1968; Кольцов, 1995; Живоглядов, 2004).

Не вызывает сомнения огромное воздействие гидрометеорологических факторов на разных этапах жизненного цикла лососей. Причем часто это могут быть разнонаправленные воздействия. Так, осадки могут вызвать как увеличение эффективности нереста путем расширения площади, увеличения глубины и водности, снижения температуры воды. Но могут привести и к снижению эффективности путем увеличения скорости течения, разрушения нерестовых бугров, сноса и гибели икры.



Нерестилище горбуши 2 типа (участок 4)

Самые большие по площади нерестилища лососей находятся в основном русле реки и ее притоков 1-го и 2-го порядков (приток, впадающий непосредственно в основное русло реки – приток первого порядка; приток, впадающий в приток 1-го порядка – это приток 2-го порядка и т. д.). С увеличением порядкового номера притока размеры нерестилищ, занимаемых лососями, резко убывают (Бугаев и др., 2007). Благодаря извилинам-меандрам увеличивается длина реки, а с ней и емкость нерестилищ.

Горбуша нерестится в основном в реках и притоках горного и полугорного типа. Многочисленные выходы коренных пород направляют подрусловый поток на поверхность, там вода обогащается кислородом. Грунт нерестилищ, обладающий высокой порозностью, обеспечивают обильное снабжение икры водой (Рухлов, 1968).

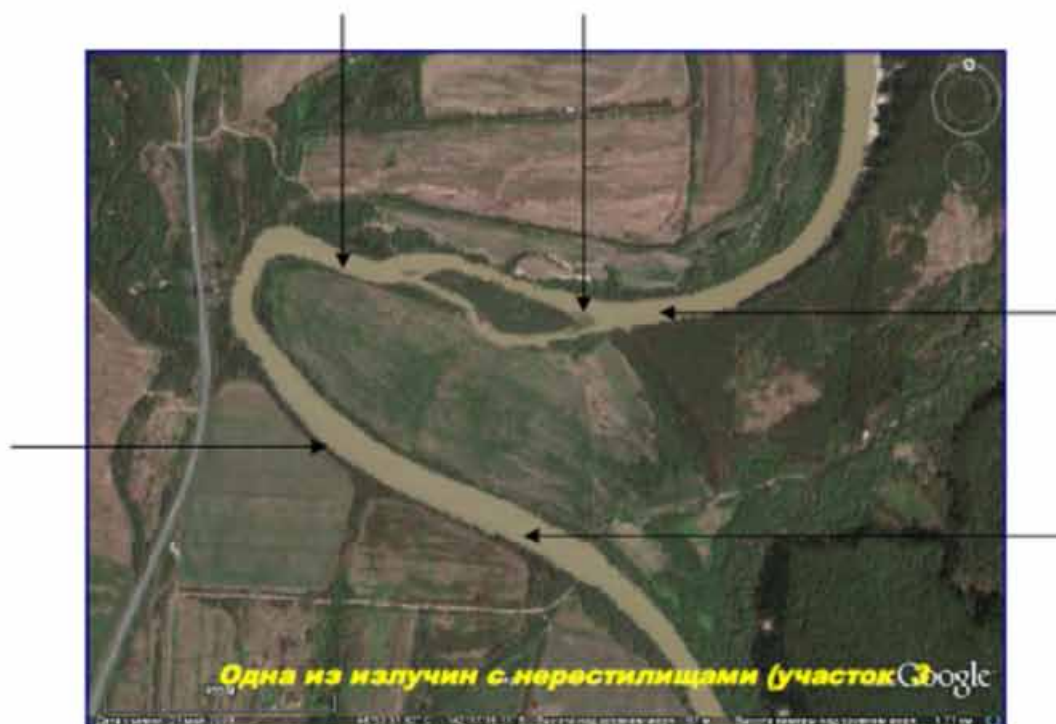
На водотоках, где более или менее выражены плесы и перекаты, горбуша нерестится обычно там, где начинается переход от плесов к перекатам, и на перекатах, хотя их гребни используются редко. На этих участках вода за счет разницы уровней выше и ниже переката фильтруется в грунт русла. Значительно более интенсивный, чем на других участках, ток воды в грунте создает благоприятные условия для развития икры (Рухлов, 1969).

Нерестилища лососей располагаются главным образом на перекатах и плесах, и значительно реже – на так называемых продольных косах (Остроумов, 1975; Бугаев и др., 2007). Продольная коса – это одна из форм отложения наносов. Представляет собой как бы удлиненные выпуклые берега плеса. Они образуются часто непосредственно ниже очень крутых вогнутостей реки. Постепенно удлиняясь, косы могут завалить нижележащий плес в его верхней части. Нерестилища размещаются на таких косах или по их краям.

Представляя собой естественные плотины, перекаты создают подпор, способствуют турбулентному перемешиванию, что ведет к обогащению воды кислородом, возникновению явления просачивания вод в нижних слоях аллювия по кратчайшим направлениям от одного изгиба к другому, что улучшает омывание икры и удаление продуктов ее жизнедеятельности.

Как правило, все слишком крутые изгибы мало пригодны для нереста, т. к. при резких поворотах у одного берега глубины обычно небольшие, грунт рыхлый, наносной, а под другим берегом – быстрое течение и большие глубины. Дно здесь интенсивно размывается. На перекатах с очень плотным грунтом и в ямах у вершин крутых поворотов производители лососей нерестовать избегают. Эти места служат естественными интервалами, отделяющими засеянные икрой поля друг от друга.

Учитывая все выше сказанное, иногда можно «читать реку» на спутниковых снимках, предполагая наличие нерестилищ по форме русла.



Проведенные в последние годы специальные исследования на реках Камчатки (Леман и др., 2005; Ермакова и др., 2005; Chalov, Esin, 2007; Леман, Есин, 2008; Есин и др., 2009) позволили адаптировать существующие типизации русловых процессов под задачи изучения структуры биотопов в пределах речной сети, районирования речных экосистем. Важнейшей задачей при этом становится поиск принципов выделения однородных участков рек.

Существенную роль играет специфика морфологии русла и динамики потока, а также размер реки и при изучении нерестового фонда рек. Например, С. Р. Чалов (2007, 2008) на реках Камчатки обнаружил максимальное разнообразие условий нереста лососей в пределах пойменно-русловых разветвлений. Интенсивность нереста и площадь используемых нерестилищ тихоокеанских лососей р. *Oncorhynchus* увеличивается на участках осередкового разветвления и достигает максимума в пределах пойменно-русловой многорукавности, что обуславливается наличием участков русла с медленным течением (плесовые ложины, подвалье переката) и с быстрым течением (гребень переката). Поэтому здесь наиболее благоприятны условия для размножения разных видов лососей, нуждающихся в специфических гидродинамических условиях нереста (Леман, 2003). Разнообразие элементов руслового рельефа значительно меньше в пределах участка меандрирующего и прямолинейного русла, что определяет снижение здесь показателей нереста. Именно поэтому нерестилища часто располагаются в небольших, часто отшнурованных, протоках, отличающихся высокой долей грунтового питания (лососевых ключах) (Леванидов, 1981).

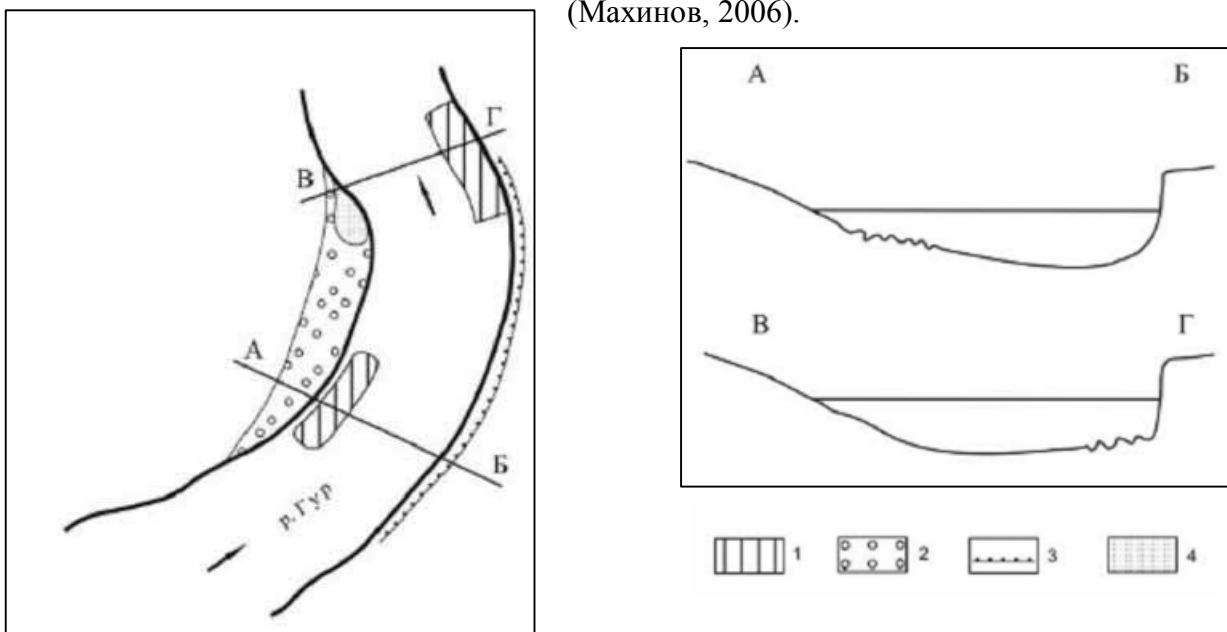
А. Н. Махинов (2006) уточняет, что в нижнем течении р. Гур нерестилища приурочены к нешироким (15–30 м) слабоизвилистым протокам с умеренными скоростями течения и глубиной 0,8–1,5 м. Значительно реже нерестилища располагаются в главном русле. В этом случае они тяготеют к верхним по течению частям излучин вдоль выпуклого и нижним частям излучин у вогнутого берегов (Рис. 2). Подводные прибрежные отмели именно на этих участках русла отличаются хорошей сортированностью и незначительной заиленностью аллювиальных отложений.

Наибольшей продуктивностью характеризуются нерестилища в протоках, находящихся в стадии относительно устойчивого состояния. Они испытывают незначительные преобразования, выражающиеся в исключительно слабом размыве берегов и углублении дна.

Активно растущие (молодые) и отмирающие протоки обладают существенно худшими условиями для создания нерестилищ вследствие неустойчивости водного и руслового режимов реки. Нерестилища в их пределах постепенно вырождаются. Поэтому устойчивость рукавов реки является важнейшим положительным фактором, способствующим нормальному функционированию нерестилищ в течение длительного времени (Махинов, 2006).

Рис. 2. Типы нерестилищ по положению относительно русловых форм в главном русле

(Махинов, 2006).



1—площади нерестилищ, 2—галечниковая коса, 3—размываемые обрывистые берега, 4—песчаные участки кос

Наши исследования проводились в условиях относительно низкой численности производителей на нерестилищах, поэтому мы по традиции измеряли площадь нерестового фонда, которая оказалась близка к цифрам паспортизации 1980-х годов. Мы сделали также попытку дифференциации мест нереста (типизации нерестилищ). Кроме того, при этом мы выделили часть площадей нерестилищ, пригодных для нереста в условиях переполнения нерестилищ производителями.

Эти потенциальные нерестилища расположены на участках с горизонтальной фильтрацией воды в грунте (Леман, 1988, 2003). Отсутствие вертикальной фильтрации связано с наличием на данном участке слабопроницаемого пласта, отделяющего речные воды от подруслового потока (рис. 3, б). Такие участки не имеют существенного значения для воспроизводства лососей. Нерест на них идет только после заполнения русловых нерестилищ, с которыми они обычно граничат.



Рис. 3. Фильтрационный режим в грунте типичных нерестилищ лососевых рыб и вертикальная зональность подземных водоносных горизонтов: а – инфильтрация речных вод в дно русла, б – участки с горизонтальной фильтрацией воды в речном грунте, в – выходы вод подруслового потока, г – выходы напорных грунтовых вод (из Леман, 2003)

В нашем исследовании мы также оценили примерную долю площади дна, занятую выходами коренных пород (плитняка). Наибольший процент таких мест оказался на притоке Быстрой. Мы связываем этот факт с несколькими основными причинами: последствиями молевого сплава древесины до 1960-х гг., относительно большими уклонами русла, низкой шероховатостью русла, недостатком источников нерестового субстрата.

Этот участок предлагается под восстановление с внесением нерестового субстрата извне и закреплением его в русле.



Нерестилища кеты

В отличие от горбуши, кета нерестится в основном на участках с локальным апвеллингом. В. Н. Леман (1988, 2003) указывает для кеты два типа нерестовых стаций:

А) на выходах напорных грунтовых вод.

Выходы грунтовых вод характерны для предгорных районов, где моноклиально залегающие водоносные горизонты, фильтруясь под водоупорными породами, затем поднимаются на поверхность (Михайлов, 1985). Вследствие этого создается гидростатический напор, приводящий к появлению восходящих источников, иногда по линиям, повторяющим конфигурацию подножия склонов гор. В руслах рек напорные грунтовые воды выходят на поверхность в разнообразных местах, не обнаруживая связи с рельефом дна и морфологией русла, хотя наиболее часто их выходы приурочены к коренному берегу.

Нерестилища этого типа располагаются в разного рода водоемах на местах выходов грунтовых вод. Эти воды беднее кислородом, содержат много свободной углекислоты, имеют слабую кислую реакцию. Их режим стабильнее, не стоит в прямой связи с колебаниями температуры воздуха и речной воды, и на подобных участках нерест может проходить в разные сезоны, в том числе глубокой осенью и зимой.

Нерестилища на выходе грунтовых вод характеризуются тем, что для них свойственен избыточный напор воды в грунте и термические аномалии – летом они холодные, зимой теплые по сравнению с поверхностным потоком, осенью и весной временно наблюдается изотермия. Температура в грунте в среднем равна 3-5 С. Содержание кислорода пониженное вплоть до 1,1 мг/л (Леман, 1988).

Характерны нерестовые ключи, связанные с массовыми выходами грунтовых вод (Леванидов, 1968). В бассейне р. Лютюга можно выделить только один из 7 типов по классификации Крохина-Крогнус (1937) и Остроумова (1975, 1982): тип 2 - длинные извилистые ключи однообразной ширины: дериваты речных проток, реокрены.

Поздняя кета нерестится в нижнем течении на выходах грунтовых вод.

Б) на выходах вод подруслового потока.

При наличии локального водоупорного пласта, отделяющего подрусловые и поверхностные воды, воды подруслового потока могут приобретать местный небольшой напор. Соседние участки реки почти всегда располагаются на разных уровнях, что вызывает фильтрацию воды от вышележащих участков к нижележащим через аллювиальные отложения, разделяющие их. В результате между соседними протоками, а в излучинах рек между участками, лежащими выше и ниже прирусловой отмели, идет постоянная фильтрация подрусловых вод в направлении наибольшего местного уклона русла.

Эти нерестилища располагаются в реках и омываются подрусловым потоком с некоторой примесью грунтовых вод поверхностного залегания. В этих случаях термический и гидрохимический режимы нерестовых бугров находятся в тесной зависимости от степени охлаждения вод, чем объясняются затухание икротетания при осеннем похолодании и высокая гибель потомства в суровые зимы.

Кета раннего хода выбирает в качестве нерестилищ места вливания подруслового потока. Нередко наблюдается близкое расположение нерестилищ горбуши и летней кеты. Условия развития горбуши стабильнее, ее гнезда аэрируются лучше. Благодаря выбору различных стаций эти виды почти не вступают в противоречие из-за нерестовых площадей. Кета выбирает для нереста места с глубиной 60-100 см и, как правило, ближе к берегам, где есть тень (Кузнецов, 1928).

По нашим оценкам, летняя кета заходит в р. Лютюга единично и нерестится в среднем течении на нерестилищах типа Б (участки 2-4). Осенняя кета имеет довольно сложную популяционную структуру. Около 60% всей кеты нерестится в основном русле нижнего течения (участок 7) на выходах грунтовых вод Сусунайского артезианского бассейна. Доля воспроизводства кеты в ключевых нерестово-выростных угодьях (НВУ) за последние годы снизилась до 5-10%. Единично нерестится кета на подрусловых водах участков 5-6. Есть популяция притока Быстрая, которая воспроизводится на выходах грунтовых вод в притоке Ковровка и единично на подрусловых водах в основном русле Быстрой. Осеннюю кету этой популяции поддерживает Анивский ЛРЗ - всего около 20% от общей численности кеты в бассейне р. Лютюга.

Береговая эрозия

Береговая эрозия - одна из разновидностей эрозии почв; размыв берегов движущейся водой рек и перенос твердых частиц почвы в поймы и русла рек, в моря или озера, куда впадают реки. Береговая эрозия - естественный геологический процесс, происходящий под влиянием инерции воды рек в связи с вращением земного шара и действием центробежной силы воды в местах искривления русла реки. Процессы береговой эрозии резко усиливаются и могут принимать катастрофические размеры при неправильном использовании пойменных земель.

Установлено, что повышенное содержание взвешенных в воде частиц ухудшает условия естественного воспроизводства лососей (Рухлов, 1970; Рухлов, 1973; Кляшторин и др., 1975; Сирин, 1981; Bash et al., 2001). Оседая на дно рек и проникая внутрь грунта, мелкие фракции снижают выживаемость икры и личинок (Кузнецов, 1928; Леванидов, 1954; Рухлов, 1969; Рухлов, 1970; Рухлов, 1973; Шершнева и др., 1981; Шершнева, Ардавичус, 1994).

Наблюдения показали, что горбуша и кета избегает участков с содержанием взвешенных частиц выше 220 мг/л (Рухлов, 1971; Рухлов, 1973). Это дает основание к назначению различных работ, приводящих к повышению мутности, на зимний период, хотя с другой стороны, это приводит к заилению нерестовых гнезд. Считаем, что разрешение этого противоречия имеет большое значение для сохранения условий воспроизводства лососей, так как неизбежно возрастает интенсивность хозяйственной деятельности в руслах рек и на прилегающих территориях. Эта деятельность оказывает многофакторное воздействие на водные экосистемы, которое выражается в следующем (Леман, Лошкарева, 2009):

- в воде увеличивается концентрация взвешенных веществ, которые, распространяясь в реках, являются ведущими факторами воздействия на биологическую продуктивность водных систем;
- оседание взвесей на дно приводит к снижению фильтрационных свойств речного грунта за счет увеличения мелких фракций, что ухудшает пригодность нерестилищ и приводит к изменению донного сообщества;
- изменение гидрологических параметров водотока при русловых и прибрежных работах приводит к увеличению скоростей потока и изоляции верхних участков реки, что может привести к исчезновению на них рыб.

В нижнем течении реки известны участки русла, дно которых образовано илисто-песчаными грунтами. Большинство речных нерестилищ подвержено заилению в меньшей степени, главным образом, вследствие более высоких скоростей течения. Оседание и коагуляция ила (проникновение в грунт) происходят в основном в межнерестовый период. Ил может проникать вглубь галечного грунта на 5-10 см и более.

В нашем исследовании мы отмечали участки, подверженные эрозии, на обоих берегах основного русла и главных притоков. Интенсивность эрозии увеличивалась сверху вниз по течению. Более всего подвержены береговой и русловой эрозии участки основного русла в районе спрямления. Вследствие этого на берегах нижнего течения Лютоги скопилось огромное количество LWD.

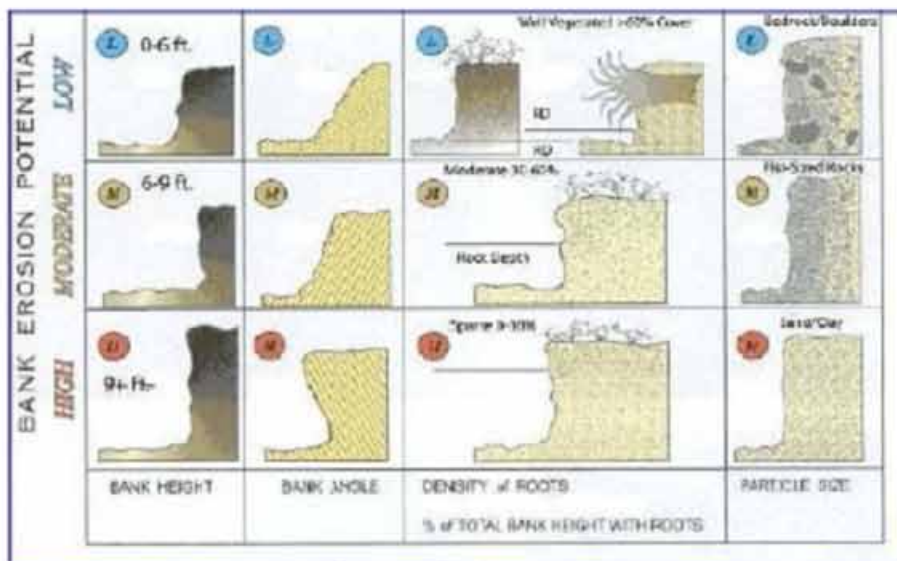
Кроме береговой эрозии, учитывались потенциальные источники нерестового субстрата (осыпи, оползни, конусы выноса ручьев).



Табл. 6. Береговая эрозия и источники нерестового субстрата

№	Протяженность берегов	Эрозия, шт.	шт/1 км берегов	Эрозия, м	%	Источники субстрата	шт/км
1	15,68	2	0,13	40	0,2	5	0,32
2	22,06	3	0,14	740	3,3	10	0,45
3	37,96	14	0,37	2300	6,1	7	0,18
4	23,24	7	0,3	1740	7,5	0	0
5	16,76	10	0,6	1400	8,3	2	0,12
6	23,36	4	0,17	170	0,7	12	0,51
7	22,8	21	0,92	7870	34,5	0	0
8	8,64	7	0,81	2330	27	0	0
1-8	170,5	68	0,4	16590	9,7	36	0,21
9	40,18	5	0,12	190	0,5	10	0,25
10	34,36	3	0,09	110	0,3	20	0,58

На отдельных эрозионных участках проводилась оценка индекса эрозии (Bank Erosion Hazard Index - BEHI) (Rosgen, 2001). Согласно этому индексу, риск дальнейшего разрушения берега зависит от ряда показателей: типа грунта, стратификации, высоты и крутизны склона, защищенности (корнями, упавшими деревьями). Оценка BEHI дается от очень низкой до экстремальной, или от 0 до 10 баллов.



**Последствия спрямления русла по проекту
«Регуляция русла р. Лютога в районе пос. Благовешенское»**

Чтобы наглядно представить себе район проведения работ, прикладываем спутниковый снимок участка на 15-м км от устья р. Лютоги.



Необходимость этих работ была вызвана регулярным подмывом полотна автодороги (точка А на снимке), подтоплением дачного поселка (В) и угрозой подмыва территории водозабора (С). У кого-то возникла идея избавиться от всех трех проблем разом, спрямив меандру длиной около 2 км прямолинейным каналом длиной 600 м. Проектировщиков не смутило то, что река Лютога является крупнейшим нерестовым водоемом юга области. Длина реки 134 км, площадь водосбора 1530 кв. км, максимальный расход на ГМС Огоньки (32-й км от устья) в августе 1981 г. (тайфун Филлис, 1 раз в 100 лет) – 2520 куб. м/сек.

Работы проводились по заказу ОГУ «Управление капитального строительства Администрации Сахалинской области» подрядной организацией ООО «Сах-Юг» по проекту, разработанному в 2004 г. ГУП «Автодорпроект» совместно с ПБОЮЛ Ефанов В. Н.

Порядок проведенных в 2005-07 гг. работ:

1. Был вырыт котлован на участке будущего канала от Е до М. Он был отделен от русла Лютоги узким перешейком в точке Е. В точке D канал пересекал заглубленный водовод от водозабора до Анивы.
2. В мае 2005 перешеек был прорван (по утверждениям, естественным путем). При этом пльвушиными деревьями был поврежден водовод в точке D. Чтобы его восстановить и дать в город воду, дамбу в точке Е срочно восстановили, а реку пустили по старому руслу. Откос левого берега канала укрепили каменной наброской.
3. Продолжились работы на канале от Е до М, который расширили и спланировали. Выбранный грунт вывозили на правый берег и высыпали буртом (защитной дамбой) вдоль берега по линии G-H-F. При этом в точках G и H была пересыпана боковая протока. Дамба никак не была укреплена, и 1 мая 2006 г. ее быстро смыло в этих точках. Река несколько выше канала повела себя следующим образом: начала размывать облесенный левый берег в зоне I и аккумулировать наносы на правом берегу в зоне K. Канал перед половодьем открыли, и снесенные деревья вместе с большим количеством наносов отложились в канале, почти полностью забив его. При этом образовались дополнительные прибрежные косы K, L и M.

Зимой 2007 г. проведены следующие работы: убраны наносы в канале от Е до М, а также косы в точках L, M, K, O и Q. Заглублен водовод в точке D. Спрявлено русло в зоне Q-O-K-L, то есть длина участка спрямления удвоилась. Поставлена каменная защитная шпора длиной 60 м на правом берегу в точке R (благодаря рекомендациям специалистов, привлеченных нами в ходе мониторинга проекта).

Работы велись тяжелой техникой прямо в русле реки, чем оказывалось существенное отрицательное воздействие на нерестилища и местообитания лососевых и других ценных рыб ниже по течению. Следует заметить, что работы велись в основном в зимний период, когда икра и личинки наиболее чувствительны к негативному воздействию мелкодисперсных фракций грунта. Кроме того, вследствие проводимых работ было неизбежно проявления непредвиденных русловых деформаций, которые привели к непредсказуемым последствиям.

Нам стало известно об этом проекте в 2001 г., когда прокладывался водовод С-D-J от нового водозабора до Анивы. В связи с этим мы провели обследование участка с точным учетом нерестовых площадей и оформили его в виде Акта от 15.10.2001 г.. Первая попытка пройти Государственную экологическую экспертизу проекта оказалась неудачной, поскольку Ростехнадзор с привлечением н. с. ФГУП «СахНИРО» Лабая В. С. обратил внимание на особую ценность участка.

Проведение работ стало возможным после получения положительного заключения Государственной экологической экспертизы Управления Росприроднадзора по Сахалинской области № 15-05/02 от 21 июня 2005 г. сроком на 3 года. К сожалению, материалы, представленные на экспертизу, не соответствовали истинному состоянию водоема. В частности, в составленном в апреле 2004 г. «Акте о результатах физико-географического обследования и ихтиологической характеристике участка спрямления р. Лютога» утверждалось, что «...нерестилища тихоокеанских лососей, ... и других ценных видов рыб ... располагаются выше по течению от места проведения работ, а также в притоках». Благодаря этому ложному утверждению, расчет ущерба рыбному хозяйству был проведен только для воспроизводства зубастой корюшки и для кормового бентоса, т. е. стало возможным чрезвычайно опасное строительство практически без компенсации ущерба рыбным ресурсам.

Приводим основные последствия проведения проекта, отмеченные нами:

1. Усиливается эрозия левого берега выше по течению от точки Q (обрыв высотой 1,5 – 2 м), падающие деревья высотой до 25 м сносятся и откладываются в русле ниже по течению. Почти на всем протяжении нижнего течения в русле и на берегах огромные скопления LWD повышают шероховатость русла и снижают его пропускную способность, что увеличивает угрозы подтопления населенных пунктов и инфраструктуры, расположенных в пойме.
2. В начале июля 2008 г. на расстоянии 1 км вниз по течению от канала дополнительный объем движущихся наносов забил русло в районе крутой меандры с побочными, что вызвало дополнительное спрямление русла (1). При этом осушено около 500 кв. м нерестилищ, в остаточных водоемах погибла молодь местных рыб. Отрезано от реки начало правобережной старицы Безымянной (2) – еще одно нерестилище осенней кеты поставлено под серьезную угрозу, так как старица питается смешанно – как грунтовыми водами, так и стоком из Лютоги. Количество отнерестившихся особей осенней кеты в старице Безымянной в 2006 г. составило 300-350 экз., ранее доходило до 3-4 тыс. экз. Справедливости ради надо отметить, что в 2010 г. очередным паводком старица опять соединилась с рекой в другом месте (3).



3. Полностью уничтожены нерестилища старицы Кетовой (около 200 кв. м). Отрезанные от реки остатки старицы Кетовой заливались в связи с тем, что мультитрубный кульверт, расположенный между точками E и D, засорился, от основного русла реки была отрезана молодь красноперки и других рыб. Отметим, что наша деятельность привела к ликвидации в 2008 г. этого кульверта, остатки ручья теперь доступны.

4. Слишком широкий вход в спрямляющий канал и сам канал E-M. Образуется обширное мелководье, на котором преобладают участки с горизонтальной фильтрацией подруслового потока.

5. Сильно заилилось и постепенно выводится из воспроизводства старое русло FABJM. На 80-90% в этой протоке погибли нерестилища горбуши и кеты (3910 кв. м согласно Акту от 15.10.2001 г.).

6. Заилены нерестилища горбуши и кеты ниже по течению от канала (оценочно по участкам на каждом километре: 6650-7600-2400-4000-4000-3000 – всего 27650 кв. м).

7. На всем протяжении нижнего течения, даже в черте города Анива заметны иловые отложения до 10-20 см толщиной. В устье реки образовался большой остров из иловых наносов.



На фото слева: устье старицы Кетовой до лета 2008 г.; справа: после ликвидации кульверта.



Слева: размываемый левый берег в точке Q; справа: зарастающий нерестовый ключ Безьямный.

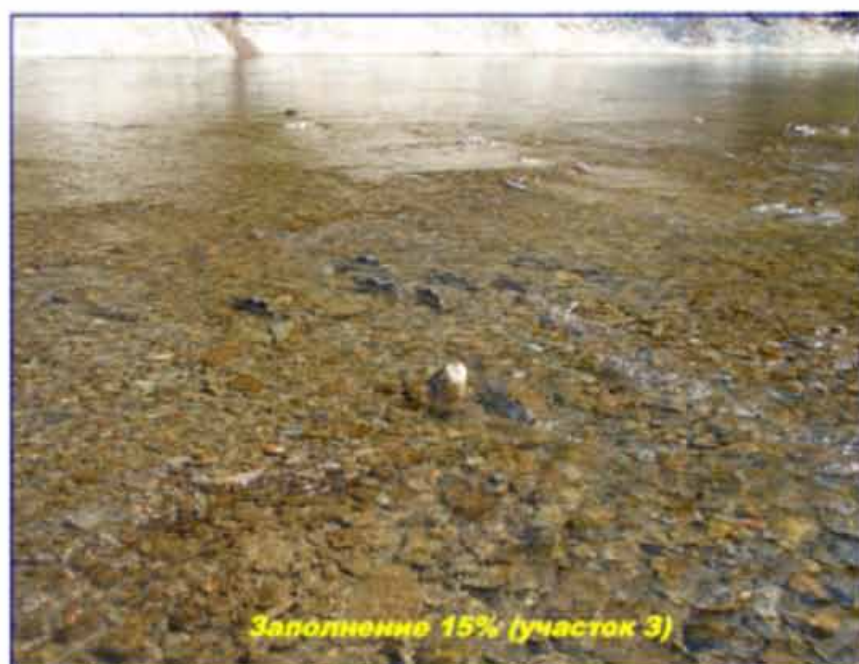
УЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ЛОСОСЕЙ

В период массового нереста горбуши проведен примерный учет живых, погибших и посленерестовых производителей, согласно существующим методикам (Методики..., 2005; Золотухин, 2009). Эта работа входит в экспедиционный план работ отделов «Сахалинрыбвода», и выполнялась параллельно с основными исследованиями.

По результатам учетов выяснилось, что заполнение обследованных участков находилось в пределах 15-90% от принятой нормы (200 особей на 100 кв. м нерестилищ). Общее заполнение нерестилищ реки Лютога с притоками в 2010 г. составило 90 шт. на 100 кв. м, или 45% от принятой нормы. Отмечен заход относительно мощной группировки япономорской горбуши. Что связано с приостановкой промысла на юго-западном побережье Сахалина. В целом заполнение бассейна р. Лютога можно считать удовлетворительным для года с низкой численностью охотоморской горбуши. Итогового заполнения в 45% от нормы удалось достичь также благодаря прекращению промысла с 21 августа 2010 г.

Табл. 7. Заполнение нерестилищ р. Лютога по участкам

№	Участок	Нерестовая площадь, кв. м	Заполнение, шт.	Плотность, шт./100 кв. м	%
1	Пятиречье-Чапаново	39500	25000	63,3	31,6
2	Чапаново-Бамбучки	52895	20000	37,8	18,9
3	Бамбучки-Черноземка	133865	40000	29,9	14,9
4	Черноземка-Высокое	70126	70000	99,8	49,9
5	Высокое-Огоньки	54741	100000	182,7	91,3
6	Огоньки-Артек	100157	100000	99,8	49,9
7	Артек-Воскресенское	49386	60000	121,5	60,7
8	Воскресенское-Анива	0	0	0	0
9	Тиобут	161000	115000	71,4	35,7
10	Быстрая	113820	230000	202,1	101,0



КОНТРОЛЬ ЗА БРАКОНЬЕРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ

Как известно, главным фактором, лимитирующим успешность воспроизводства лососей в бассейнах наших рек, является браконьерство. Река Лютога не исключение, напротив, давление на ее популяции особо выражено благодаря доступности русла на всем протяжении.

В нашем исследовании мы выделяли браконьерство по 4-м разновидностям, как это уже было представлено в многочисленных публикациях (Сергеев, Спиридонов, 2006; Ксенофонтов, Гольденберг, 2008; Региональная концепция..., 2008). К ним добавили пятый вид браконьерства – лов рыболовами-любителями за пределами лицензионных участков и без лицензий.

1. Промышленное браконьерство: промысловая деятельность предприятий рыбохозяйственного комплекса в той ее части, которая связана с превышением выделенных им квот;
2. Криминальное браконьерство: организованная нелегальная промысловая деятельность, осуществляемая в промышленных масштабах и ориентированная преимущественно на заготовку икры, как наиболее дорогостоящей продукции;
3. Бытовое браконьерство I типа: неорганизованная нелегальная промысловая деятельность местного населения, имеющая своей целью последующую продажу рыбы и икры (на рынке и/или предприятиям рыбохозяйственного комплекса и/или нелегальным заготовителям);
4. Бытовое браконьерство II типа: неорганизованная промысловая деятельность местного населения без разрешений, имеющая своей целью обеспечение потребностей домашних хозяйств в продовольствии (рыбной продукции).
5. Вылов лососей без разрешений в процессе спортивно-любительского и рекреационного рыболовства.

Места встречи браконьеров каждого типа наносились на карту. В необходимых случаях оперативная информация передавалась в органы рыбоохраны Анивского и Холмского отделов СКТУ. Отдельные участки, активно используемые браконьерскими группами 2 и 3 вида, предлагалось брать на особый контроль.



ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ВОСТАНОВИТЕЛЬНЫМ РАБОТАМ В РУСЛЕ Р. ЛЮТОГИ

В последние годы участились случаи искусственного изменения русла рек в целях регулирования, борьбы с паводками, прокладки коммуникаций и сети шоссейных дорог. В том числе, в бассейне р. Лютога выполнен крупный проект по спрямлению русла, выполняются проекты противопаводковых мероприятий путем углубления и расширения русла, берегоукрепления, проекты строительства мостов, трубопереходов и прокладки кабеля. При этом последствия для окружающей среды не всегда учитываются, хотя негативные изменения могут коснуться не только участка работ, но и выше и ниже по течению.

В принципе возможны изменения следующих характеристик участка реки:

- морфологии русла;
- гидравлики русла;
- процессов размыва и отложения наносов;
- качества воды;
- мест обитания водной биоты;
- эстетических особенностей местности;
- пригодности для отдыха и туризма;
- береговых сообществ

Правильным подходом к восстановлению и улучшению рек следует считать тщательное и всестороннее планирование мероприятий до начала их осуществления с целью найти такое решение, при котором реконструированный участок будет в наибольшей степени имитировать ненарушенный естественный участок.

Основными компонентами мест обитания лососевых рыб являются:

- качество воды;
- места нагула;
- участки для нереста и развития икры;
- укрытия.

Достаточно подробные физико-гидравлические описания могут служить критериями выбора методов мелиорации. Различают два основных типа мест обитания в реках – перекаты и плесы. Перекаты имеют скорость течения выше средней, глубину меньше средней и донный субстрат, состоящий преимущественно из гальки и булыжника. Плесы характеризуются скоростью течения ниже средней, глубиной больше средней и донными субстратами, представленными илом, песком и мелким гравием.

Установлено, что местами нагула являются в основном перекаты. Это связано с тем, что водные беспозвоночные предпочитают участки со средней скоростью течения, галечным субстратом и небольшой глубиной. Продуктивность плесов, как правило, гораздо меньше. Водные насекомые становятся доступными для питания лососевых во время дрейфа вниз по течению, а количество дрейфующих организмов больше на участках с более быстрым течением. То есть, при большей кормности участка рыба может прокормиться на меньшей площади, и плотность популяции на участке может возрасти.

Что касается участков для нереста и развития икры, определены их следующие показатели: скорость течения, глубина потока и размеры частиц донного грунта. Подходящие для икромета участки характеризуются скоростями течения 0,15 – 0,9 м/сек, глубиной 0,15 м и более, размерами частиц субстрата 0,6 – 7,6 см.

Важнейшим химическим показателем благоприятной среды для развития икры в грунте является содержание в воде растворенного кислорода. К гидравлическим показателям относятся скорость фильтрации воды в грунте нерестилища, чередование плесов и перекатов, а также наличие выходов грунтовых вод. Обеспечивая икру кислородом и удаляя продукты обмена фильтрация (просачивание) влияет на условия развития зародышей – они лучше там, где больше интенсивность водообмена.

Отличные условия для нереста имеются в местах перехода плесов в стремнины – здесь скорость течения достаточна, чтобы уносить ил и мусор, не давая им заполнять субстрат нерестовых бугров. Кроме того, речное дно в нижнем конце плесов постепенно, по мере приближения к перекату, становится выпуклым, что способствует проникновению воды в субстрат. Повышенная проницаемость и выпуклость речного русла приводит к направленному вниз движению воды. Благодаря такому движению воды в гравии икра бесперебойно снабжается кислородом, а продукты обмена уносятся прочь. Кроме того, такое направленное вниз движение воды может помочь самке во время икрометания противостоять сносу течением.

Наибольшее значение для развития икры имеют такие физические факторы, как температура воды и водопроницаемость субстрата. Проницаемость имеет значение в двух отношениях: 1) с просачивающейся водой к икре поступает растворенный кислород; 2) просачивающаяся вода уносит от икры продукты, выделяющиеся в процессе обмена веществ. Проницаемость материала зависит от: а) плотности и вязкости воды; б) порозности ложа водотока и в) размера, формы и расположения твердых частиц. Действия самки при сооружении гнезда приводят к взмучиванию и вымыванию мелких частиц грунта и, следовательно, к повышению проницаемости гравия. Однако различные пользования на берегах рек, приводящие к эрозии русла и берегов, вызывают увеличение стока наносов, которые отлагаются в порах гравийных нерестилищ, что снижает проницаемость субстрата.

Таким образом, успешное воспроизводство лососевых зависит от наличия в водотоках достаточного количества мест, пригодных для икрометания и обеспечивающих условия, благоприятные для развития икры и личинок.

Укрытие можно определить как такое место в водотоке, которое обеспечивает рыбе защиту от очень быстрого течения, от хищников и браконьеров. Укрытиями могут служить нависающая растительность, подмываемые берега, погруженная растительность, затопленные предметы (пни, бревна, корни, камни), плавник и турбулентность воды. Укрытия играют важную роль на всех этапах жизненного цикла лососей. Изобилие подходящих укрытий определяет количество участков обитания и, следовательно, величину популяции.

Таким образом, учитывая все, что было сказано о компонентах местообитания, основной интегральной характеристикой любой продуктивной среды обитания в водотоке является ее разнообразие.

Для расширения среды обитания рыб в водотоках можно использовать разные методы. К ним относятся:

- регулирование речного стока;
- улучшение водосбора и регулирование землепользований;
- улучшение растительности вдоль берега;
- общее благоустройство русла, включая перемещение донных отложений и создание искусственных меандров;
- укрепление и улучшение речных берегов;
- удаление препятствий для потока;
- сооружение искусственных нерестилищ;
- размещение в русле различных устройств.

Применение этих основных методов или их комбинации зависит в каждом случае от конкретных условий и технической политики, проводимой органами управления. Но всегда мы должны помнить, что создание рек и пойм происходило в результате длительной эволюции и привело к созданию системы, являющейся в сложившихся условиях оптимальной. Нам надлежит тщательно изучить ее и удостовериться, что производимые изменения не противоречат велениям природы. Каковы эти веления природы и есть первый вопрос при планировании изменений. При условии, что ответ на первый вопрос найден, можно поставить и второй – какой метод или сочетание методов будет оптимальным для улучшения или расширения данного местообитания в соответствии с этими велениями природы? После того, как будет найден ответ и на второй вопрос, все, что останется сделать, – это реализовать принятую программу и, исполняясь надежды, наблюдать течение процессов с тем, чтобы со временем определить успех или неудачу.

(«Восстановление и охрана малых рек. Теория и практика». 1989)

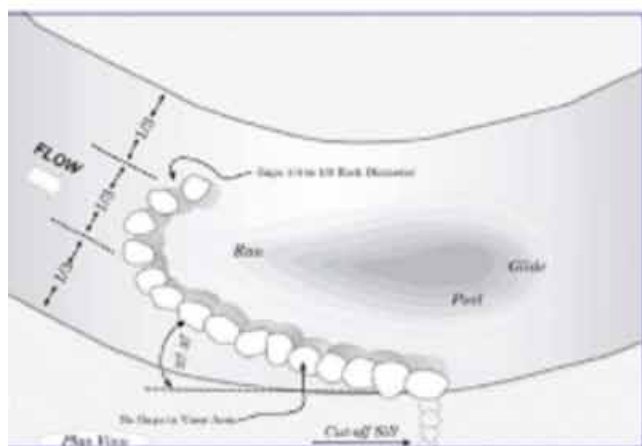
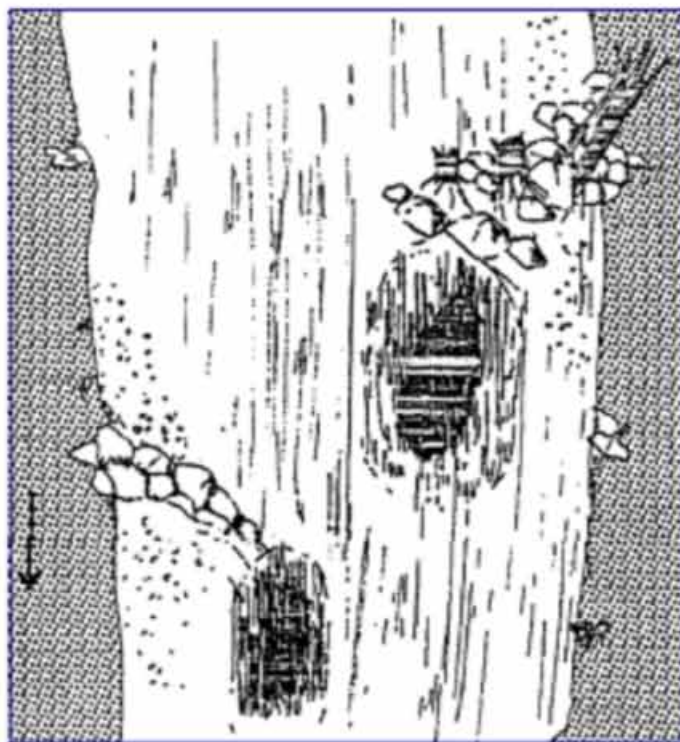
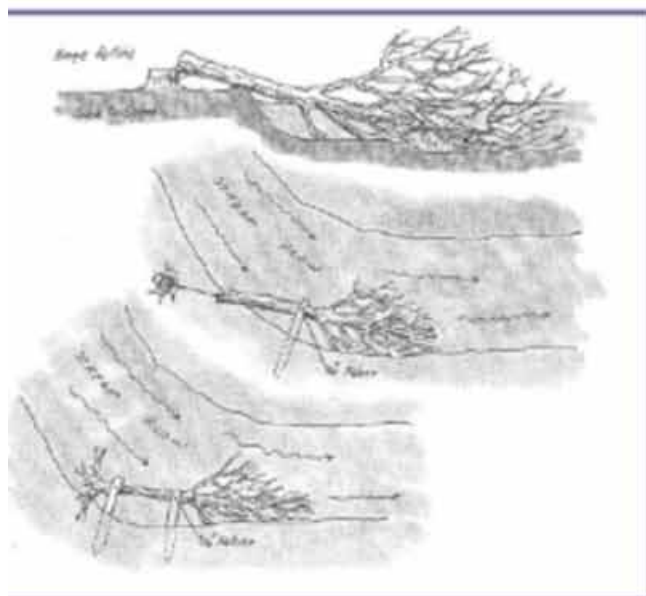
Мы нашли несколько проблем нерестовых угодий реки Лютога и предлагаем мероприятия для их решения:

1. Заиление и ухудшение условий нереста, связанное с береговой эрозией.
2. Недостаток нерестового субстрата.
3. Преобладание выходов коренных пород (плитняка).
4. Наличие протяженных участков с горизонтальной фильтрацией подруслового потока.
5. Недостаточное разнообразие обитаний для рыб на разных стадиях развития.

Некоторые возможные методы восстановления нерестовых рек:

1. Крепление упавших и нависающих деревьев на береговой линии.
2. Устройство древесно-валунных структур для:
 - 2.1. Контроля береговой эрозии.
 - 2.2. Накопления скатывающегося нерестового субстрата.
 - 2.3. Усложнения речных местообитаний.
 - 2.4. Появления укрытий для рыб.
 - 2.5. Улучшения гидрологических условий (снижение температуры, повышение содержания кислорода).

Несколько примеров из зарубежной литературы (Рис. 5-7) (Olson et al., 1996; Rosgen, 2006).



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данная работа отличается ориентацией на работу с GPS и ГИС-картированием материалов, проведенной дифференциацией форм руслового рельефа и мест нереста (типизация нерестилиц), а также получение данных, удобных для обработки и хранения на компьютере.

В ходе выполнения проекта было проведено изучение форм руслового рельефа основного русла реки Лютоги с главными притоками Тиобут и Быстрая (плесы, перекаты, ямы, пороги), а также некоторых особенностей, характеризующих разнообразие мест обитаний лососей (острова и осередки, побочни, древесные заломы – LWD). Эта работа вместе с уже собранными материалами по рекам Таранай, Найча, Кура, Дудинка, Бахура, Анна и Венгери предоставляет сравнительный материал по типизации и региональной классификации нерестовых рек Сахалина. Собранный материал поддается анализу на наличие корреляционных связей между параметрами русла и интенсивностью использования участков русла разными видами лососей на разных этапах жизненного цикла.

Проведена паспортизация нерестилиц основного русла и главных притоков, впервые с начала 1980-х гг. Отмечены недостатки методик паспортизации нерестилиц, применяемых ФГУ «Сахалинрыбвод» и предложено вести отдельный учет потенциального нерестового фонда, эффективной площади нерестилиц и площади мест нереста в конкретном нерестовом сезоне. В ходе исследования русловых нерестилиц, из общего нерестового фонда выделен тип нерестилиц с горизонтальной фильтрацией подруслового потока. Проведена оценка площадей, занятых этим типом нерестилиц (20-33% от нерестового фонда на восьми участках основного русла), и сделан вывод о возможности улучшения этих мест обитаний.

Проведена также глазомерная оценка участков дна обследованных рек со сплошными выходами коренных пород (плитняка). Для восстановления нерестовых мест обитаний предложены участки, учтенные в русле р. Быстрая, где их доля достигает 60% от площади дна. Представлены предполагаемые причины этого явления и разработаны рекомендации по их устранению.

Основными способами улучшения и расширения среды обитания лососей на проблемных участках предлагаются меры по усложнению рельефа и повышению шероховатости русла. Это может быть достигнуто путем установки в русле специальных структур из природных материалов – валунов и бревен. Структуры способны существенно разнообразить места обитания рыб, создать участки нерестовых и кормовых обитаний, укрытия для рыб, улучшить природную среду. К сожалению, сама возможность выполнения подобных проектов пока под вопросом в связи с отсутствием руководящих документов по применению таких методов. Поэтому на нынешнем этапе следует ограничиться сбором первичной информации и прогнозным проектированием.

Еще одна угроза нерестовым местообитаниям лосося обнаружена при изучении степени береговой эрозии. Эта работа проводилась раньше с применением современных методов оценки (индикаторы bank erosion hazard index-БЕНИ и near-bank stress-NBS) и сбором фотоматериалов для ежегодного мониторинга изменений. Предложен простейший малозатратный метод контроля береговой эрозии с помощью надежного закрепления нависших и падающих стволов. Оставшись на подмываемом берегу, они будут защищать берег от дальнейшего разрушения, накапливать сносимые течением наносы и создавать укрытия и кормовые местообитания для рыб. С учетом береговой инфраструктуры выбран наиболее важный участок берега реки Лютоги для применения метода. Он будет предложен для выполнения проекта по контролю береговой эрозии в рамках работы Анивского бассейнового совета в 2011 г.

В ходе сплавов велось наблюдение за браконьерской деятельностью. В случае необходимости, о нарушениях оперативно сообщалось в органы рыбоохраны Холмского и Анивского отделов СКТУ. По разным признакам выделены участки с преобладанием одного из пяти видов браконьерства. Эти наблюдения будут переданы в органы рыбоохраны для более тщательной охраны на отмеченных проблемных участках.

Таким образом, выполнение проекта позволило применить несколько современных методических подходов, а главное, направлена на практическое внедрение методов восстановления и улучшения местообитаний лососевых.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

1. Полевая часть исследований

- 1.1. Сбор сведений по геоморфологии русла.
 - 1.1.1. Плесы и перекаты.
 - 1.1.2. Ямы и пороги.
 - 1.1.3. LWD, побочни, острова/осередки.
- 1.2. Паспортизация нерестилиц
 - 1.2.1. Нерестовый фонд горбуши.
 - 1.2.2. Участки с горизонтальной фильтрацией подруслового потока.
 - 1.2.3. Выходы коренных пород (плитняка).
 - 1.2.4. Нерестилица осенней кеты в основном русле.
- 1.3. Изучение береговой эрозии и источников нерестового субстрата
 - 1.3.1. Участки береговой эрозии (длиной от 30 м).
 - 1.3.2. Осыпи, оползни, конусы выноса.
- 1.4. Учет производителей лососей на нерестилищах
 - 1.4.1. Горбуша.
 - 1.4.2. Осенняя кета.
- 1.5. Контроль за браконьерской деятельностью.

2. Обработка собранных материалов

- 2.1. Измерение извилистости участков русла.
- 2.2. Составление таблиц Excel.
 - 2.2.1. Основные геоморфологические характеристики русла.
 - 2.2.2. Характеристики нерестового фонда.
 - 2.2.3. Учет производителей горбуши и кеты.
 - 2.2.4. Контроль за браконьерской деятельностью.
- 2.3. Составление ГИС-карт.
 - 2.3.1. Плесы. Перекаты.
 - 2.3.2. Ямы. Пороги.
 - 2.3.3. Побочни. Острова и осередки. Древесные завалы (LWD).
 - 2.3.4. Нерестовый фонд горбуши.
 - 2.3.5. Плотность нерестилиц.
 - 2.3.6. Участки с горизонтальной фильтрацией подруслового потока.
 - 2.3.7. Выходы коренных пород (плитняка).
 - 2.3.8. Нерестилица осенней кеты.
 - 2.3.9. Береговая эрозия.
 - 2.3.10. Источники нерестового субстрата.
 - 2.3.11. Распределение производителей горбуши и кеты.
 - 2.3.12. Браконьерство по видам.
- 2.4. Классификация исследованных участков рек.
- 2.5. Краткая физико-географическая характеристика р. Лютога.
- 2.6. Сравнительный анализ применяемых методов паспортизации нерестилиц.
- 2.7. Анализ антропогенных факторов, влияющих на состояние нерестового фонда горбуши и кеты.
- 2.8. Оценка степени эрозии берегов.
- 2.9. Оценка объемов потенциальных источников нерестового субстрата.
- 2.10. Анализ браконьерской нагрузки.

3. Перспективы развития проекта и примененных методов

- 3.1. Описание нерестовых рек.
- 3.2. Развитие методов паспортизации.
- 3.3. Типизация нерестилиц.
- 3.4. Первичная оценка потребности восстановления и улучшения мест обитания.
- 3.5. Мониторинг изменений в русле нерестовой реки.

Литература

- Бугаев В. Ф., Вронский Б. Б., Заварина Л. О., Зорбиди Ж. Х., Остроумов А. Г., Тиллер И. В. Рыбы реки Камчатка. П-К. Изд-во КамчатНИРО. 2007. 459 с.
- Восстановление и охрана малых рек. Теория и практика. Ред. Эдельштейн К. К., Сахарова М. И. М. Агропромиздат. 1989. 317 с.
- География, общество и окружающая среда. Том 6. Динамика и взаимодействия атмосферы и гидросферы. М.: Городец. 2004. 592 с.
- Горяинов А. А., Койнов А. А., Смирнов В. В. Нерестовый ход горбуши на реке Лангери (Северо-Восточный Сахалин). Бюл. № 4 реализации "Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей". Владивосток : ТИНРО-центр, 2009. с. 257-264
- Гриценко О. Ф., Ковтун А. А., Косткин В. К. 1987 «Экология и воспроизводство кеты и горбуши». М. ВО «Агропромиздат». 166 с.
- Гриценко О. Ф. Проходные рыбы острова Сахалин (систематика, экология, промысел). М. Изд. ВНИРО. 2002. 248 с.
- Ермакова А. С., Есин В. В., Чалов С. Р. Разнообразие условий среды обитания и структуры сообществ молоди рыб в водотоках бассейна р. Большой. Предварительные результаты исследования // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: материалы VI науч. конф. Петропавловск-Камчатский. 2005. с. 40–43
- Есин В. В., Чебанова В. В., Леман В. Н. Экосистема малой лососевой реки Западной Камчатки (среда обитания, донное население и ихтиофауна). М. КМК. 2009. 171 с.
- Живоглядов А. А. Структура и механизмы функционирования сообществ рыб малых нерестовых рек острова Сахалин. М. ВНИРО. 2004. 128 с.
- Золотухин С. Ф. Методические указания по учету тихоокеанских лососей на нерестилищах. ХфТИНРО-центр. Хабаровск. 2009. 9 с.
- Инструкция о порядке проведения обязательных наблюдений за дальневосточными лососевыми на КНС и КНП бассейновых управлений рыбоохраны и стационарах ТИНРО.- Владивосток: ТИНРО.- 1987.- 23 с.
- Карасев М. С., Гарцман Б. И., Таши С. М. Пространственные закономерности руслового морфогенеза горных стран муссонной зоны // География и природные ресурсы. № 1. 2000. с. 105–116
- Кляшторин Л. Б., Яржомбек А. А., Рухлов Ф. Н. О роли грунтового протока и кислородного режима в формировании условий развития икры лососевых // Тр. ВНИРО. 1975. т. 106. с. 123–129
- Койдан Б. Н. Закономерности формирования динамики численности горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum) материкового побережья Охотского моря. Автореф. дисс. ... к. б. н. Москва, 1990. 22 с.
- Кольцов Д. В. Средаобразующая деятельность проходных рыб в период нереста (на примере ихтиопена р. Даги, Северо-Восточный Сахалин). Вопр. ихтиол. т. 15. вып. 1. 1995. с. 75-78
- Крыжановский С. Г. Экологические группы рыб и закономерности их развития. Изв. ТИНРО. 1948. т. 27. с. 3-114
- Крохин Е. М., Крогнус Ф. В. Очерк бассейна р. Большой и нерестилищ, расположенных в нем. Изв. ТИНРО. т. 9. 1937. 80 с.
- Ксенофонтов М. Ю., Гольденберг И. А. Экономика лососевого хозяйства Камчатки. М.: Права человека, 2008. 152 с.
- Кузнецов И. И. Некоторые наблюдения над размножением амурских и камчатских лососей. (Изв. тихоокеан. науч.-промысл. станции; т. 2, вып. 3. 1928. 196 с.

- Леванидов В. Я. Материалы по биологии размножения осенней кеты р. Хор // Изв. ТИНРО. 1954. т. 41. с. 231–251
- Леванидов В. Я. О связи между плотностью заполнения нерестилищ и эффективностью нереста амурских лососей. Изв. ТИНРО. 1964. т. 55. с. 65–74
- Леванидов В. Я. О гидрологическом режиме нерестилищ кеты и горбуши // Изв. ТИНРО. 1968. т. 64. с. 101–125
- Леванидов В. Я. Экосистемы лососевых рек Дальнего Востока // Беспозвоночные животные в экосистемах лососевых рек Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. 1981. с. 3–21
- Леман В. Н. Типизация нерестилищ лососей рода *Oncorhynchus* по фильтрационному и термическому режиму в речном грунте бассейна реки Камчатки // Вопр. ихтиол. 1988. Т. 28, вып. 5. с. 754–763
- Леман В. Н. Нерестовые стаии кеты *Oncorhynchus keta*: микрогидрологический режим и выживаемость потомства в нерестовых буграх (бассейн р. Камчатка) // Вопр. ихтиол. 1992. Т. 32, вып. 5. С. 120–131
- Леман В. Н. Экологическая и видовая специфика нерестилищ тихоокеанских лососей р. *Oncorhynchus* на Камчатке // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. 2003. Вып. 2. Владивосток: Дальнаука. с. 12–34
- Леман В. Н., Есин Е. В. Иллюстрированный определитель лососеобразных рыб Камчатки. М. ВНИРО. 2008. 100 с.
- Леман В. Н., Есин В. В., Чалов С. Р., Чебанова В. В. Продольное зонирование малой лососевой реки по характеру русловых процессов, макрозообентосу и ихтиофауне (р. Начилова, Западная Камчатка) // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 3. Владивосток: Дальнаука. 2005. с. 18–35
- Леман В. Н., Лошкарева А. А. Справочное пособие по природоохранным и мелиоративным мероприятиям при производстве строительства и иных работ в бассейнах лососевых нерестовых рек Камчатки. М. КМК. 2009. 192 с.
- Макеев С. С. Регулирование заполнения нерестовых рек производителями лососей. 2010. 27 с. www.aniva-online.ru
- Маккавеев Н. И. Русло реки и эрозия в ее бассейне. М.: Изд-во АН СССР. 1955. 343 с.
- Махинов А. Н. Геоморфологическое положение нерестилищ в нижнем течении реки Гур. // Пресноводные экосистемы бассейна реки Амур. 2008. с. 45–53
- Методики ихтиологических исследований. Сост. Макеев С. С. Южно-Сахалинск. 2005. 38 с.
- Михайлов Л. Е. Гидрогеология. Л.: Гидрометеониздат. 1985. 263 с.
- Остроумов А. Г. Нерестовый фонд и состояние запасов дальневосточных лососей в водоемах п-ова Камчатка и Корякского нагорья в 1957–1971 гг. (по материалам авиаучетов и аэрофотосъемок). Тр. ВНИРО. 1975. т. 106. с. 21–33
- Остроумов А. Г. Нерестовые ключи Камчатки. Рыбн. Хоз. 1982. № 4. с. 38–41
- Павлов Д. А. Лососевые. (Биология развития и воспроизводство). МГУ. 1989. 216 с.
- Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. М. Пищепромиздат. 1966. 376 с.
- Программа экспедиционных обследований рыбохозяйственных водоемов Сахалинской области. ФГУ «Сахалинрыбвод». Южно-Сахалинск. 1982
- Региональная концепция сокращения незаконной добычи лососевых рыб в Камчатском крае. М. ВНИРО. 108 с.
- Ресурсы поверхностных вод. Основные гидрологические характеристики. т. 18. вып. 4. 1976. с. 83

- Рухлов Ф. Н. Речной период жизни сахалинской горбуши. Рыбн. хоз. 1968. № 12. с. 15-17
- Рухлов Ф. Н. Материалы по характеристике механического состава грунта нерестилищ и нерестовых бугров горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum) и осенней кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum) на Сахалине. Вопр. ихтиол. 1969. Т. 9. вып. 5. с. 839-849
- Рухлов Ф. Н. Влияние лесозаготовок в бассейнах нерестовых рек на воспроизводство лососей. Рыбн. хоз. 1971. № 5. с. 19-22
- Рухлов Ф. Н. О речном периоде жизни нерестовой осенней кеты и горбуши Сахалина. Изв. ТИНРО. 1973. т. 91. с. 25-30
- Сахалинская область. Географический очерк. Приложение к Атласу Сахалинской области. Ресурсы и экономика. Южно-Сахалинск. 1994. 234 с.
- Семко Р. С. 1954 «Запасы западнокамчатских лососей и их промысловое значение». Изв. ТИНРО. т. 41. с. 3-109
- Сергеев С. Н., Спиридонов В. А. Угрозы лососевым рыбам Камчатки. М. 2006. 26 с.
- Сирин А. А. Влияние лесной среды на условия обитания лососевых (по зарубежным данным). Лесоведение. № 1. Наука. 1981
- Смирнов А. Г. Состояние запасов амурских лососей и причины их численных колебаний. Изв. ТИНРО. 1947. т. 25
- Смирнов А. И. Биология, размножение и развитие тихоокеанских лососей. М.: Изд-во МГУ, 1975. 335 с.
- Таранец А. Я. Исследование нерестилищ кеты и горбуши в реке Иски. Рыбн. хоз. 1939. № 12. с. 1-4
- Шершнева А. П., Ардавичус А. И. Влияние мелких частиц грунта на выживаемость икры горбуши в период эмбрионально-личиночного развития. Рыбохозяйственные исследования в Сахалино-Курильском районе и сопредельных акваториях. СахНИРО, Южно-Сахалинск, 1994. С. 68-71
- Шершнева А. П., Руднев В. А., Белобржеский В. А. Влияние лесозаготовительных работ на естественное воспроизводство горбуши рек Сахалина. Рыбн. Хоз. № 1. 1982. с. 32-33
- Шунтов В. П. Концепция дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей на период 2006-2010 гг. Владивосток: ТИНРО-центр. 2005. 62 с.
- Чалов С.Р. Гидрологические функции разветвлений русла: автореф. дис. канд. геогр. наук. М. 2007. 24 с.
- Чалов С. Р. Принципы классификации русловых процессов при изучении условий формирования речных экосистем. Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. 2008. Вып. 4. Владивосток: Дальнаука. с. 5-15
- Bash J., Berman C., Bolton S. Effects of turbidity and suspended solids on salmonids. 2001. 80 p.
- Chalov S. R., Esin E.V. Influence of the channel patterns types on the stream communities of the Kamchatka peninsula rivers. Proceedings of the tenth international symposium on river sedimentation. Vol. 5. Moscow. 2007. p. 31-37
- Kondolf G., Williams J., Horner T., Milan D. Assessing Physical Quality of Spawning Habitat. American Fisheries Society Symposium. 2008. 26 p.
- Levy D. A. A review of habitat capacity for salmon spawning and rearing. 1999
- Montgomery D. R., Buffington J. M. Channel-reach morphology in mountain drainage basins. 1993
- Olsen A. D., West J. R. Evaluation of instream fish habitat restoration structures in Klamath river tributary. 1989. 36 p.

Reiser D. W., Bjorn T. C. Influence of forest and rangeland management on anadromous fish habitat in western North America: habitat requirements of anadromous salmonids. USDA Forest Service Gen. Tech. Rpt. PNW-96. Pac. Northwest For. Range Exp. Stat. Portland. 1979. 63 p.

Rosgen D. L. A classification of natural rivers // Catena. Vol. 22. 1994. p. 169–199

Rosgen D. L. A practical method of computing streambank erosion rate. 2001. 10 p.

Rosgen D. L. The cross-vane, w-weir and J-hook vane structures. 2006. 32 p.

Schuetz-Hames D., Pleus A. E., Smith D. TFW Monitoring Program method manual for the salmonid spawning gravel scour survey. Prepared for the Washington State Dept. of Natural Resources under the Timber, Fish, and Wildlife Agreement. TFW-AM9-99-008. DNR #110. December. 1999. 41 p.

www.nwifc.wa.gov

Schuetz-Hames D., Pleus A. Literature review and monitoring recommendations for salmonid spawning habitat availability. Northwest Indian Fisheries Commission. 1996. 34 p.

Watershed Stewardship. A learning guide. OSU. 2000

