

## ОТЧЕТ ПО ОБСЛЕДОВАНИЮ РУЧЬЯ ГОЛУБОЙ (КОРСАКОВСКИЙ РАЙОН)

*«Ручей Голубой примечателен тем, что его устье находится на территории производственного комплекса "Пригородное" компании "Сахалин Энерджи". Ручей разделяет комплекс зеленой полосой охранной зоны на нефтяную часть - нефтеотгрузочный терминал, начавший свои операции в прошлом году, и газоперерабатывающую часть. Такое тесное соседство хрупкой природы и самого современного производства уникально для мировой промышленности. Сахалинский завод СПГ - единственное в мире предприятие такого рода, по территории которого протекает нерестовый ручей»*

*По сообщению информационных агентств, август 2009 г.*

Компании, действительно, есть чем гордиться. Практически на территории крупнейшего промышленного объекта создана особо охраняемая природная территория – зона, свободная от браконьерства. Кроме того, построенные на этой территории коммуникации в основном благоприятны для воспроизводства водных ресурсов. Но все же у компании есть возможность улучшить условия миграций ценных видов лососевых рыб и восстановить биологическое разнообразие водотока. Данный отчет посвящен разработке предварительных рекомендаций для этого.



*Рис. 1 Территория завода СПГ  
(красным обозначены номера дорожных пересечений ручья Голубого)*

### 1. Описание ручья Голубой

Ручей Голубой длиной около 6 км берет начало на западных склонах горного массива Юнона и впадает в залив Анива на 15-м км к востоку от г. Корсаков. Площадь нерестилищ горбуши согласно Паспорту ручья составляет более 6 тысяч кв. м. Ихтиофауна ручья потенциально представлена 19 видами (Табл. 1), из которых 12 являются проходными, а из жилых по крайней мере 3 вида могут перемещаться между пресноводной и морской зонами (Васильева, 2004; Макеев, Афанасьев, 2004).

Табл. 1 Потенциальная ихтиофауна ручья Голубой

Вид	Латинское название	Экологическая группа
Горбуша	<i>Oncorhynchus gorbuscha</i>	проходная
Сима	<i>Oncorhynchus masou</i>	проходная
Кета	<i>Oncorhynchus keta</i>	проходная
Кунджа	<i>Salvelinus leucomaenis</i>	проходная
Южная мальма	<i>Salvelinus malma krascheninnikovi</i>	проходная
Ручьевая мальма	<i>Salvelinus malma curilus</i>	жилая
Зубастая корюшка	<i>Osmerus mordax dentex</i>	проходная
Малоротая корюшка	<i>Hypomesus nipponensis</i>	проходная
Крупночешуйная красноперка	<i>Tribolodon hakuensis</i>	проходная
Мелкочешуйная красноперка	<i>Tribolodon brandti</i>	проходная
Сахалинская красноперка	<i>Tribolodon ezoe</i>	проходная
Трехиглая колюшка	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	проходная
Тихоокеанская минога	<i>Lethenteron japonicum</i>	проходная
Дальневосточная ручьевая минога	<i>Lethenteron reissneri</i>	жилая
Сахалинская колюшка	<i>Pungitius tymensis</i>	жилая
Сибирский голец	<i>Barbatula toni</i>	жилая
Сахалинский подкаменщик	<i>Cottus amblystomopsis</i>	жилая
Дальневосточный бычок	<i>Chaenogobius urotaenia</i>	жилая
Голый родонихт	<i>Rhodoniichthys laevis</i>	жилая



Рис. 2 Годовик ручьевой мальмы



Рис. 3 Карликовый самец симы

Ручей Голубой по традиционной классификации, принятой в российской гидрологической практике, можно считать полугорной малой рекой (Маккавеев Н. И., 1955; Чалов, 2008). По классификации, предложенной для рек Камчатки (Леман, Есин, 2008), тип русла можно назвать горным с выраженным рельефом дна. По классификации горных рек Монтгомери-Баффингтона (Montgomery, Buffington, 1998) – рекой с чередованием ям-перекатов, усиленным древесными остатками (Pool-riffle reach ‘forced’ by woody debris). И, наконец, по наиболее популярной у гидрологов США классификации Росгена (Rosgen, 1994) – тип ручья почти на всем протяжении - С3: чередование яма-перекат; последовательное меандрирование; точечные косы; хорошо развитая пойма; берега стабильные; субстрат – средняя и крупная галька с примесью гравия, песка и ила.



*Рис. 4 Перекат ручья Голубого*



*Рис. 5 Типичный нерестовый субстрат*

Обращает на себя внимание изобилие древесных остатков в русле и на берегах (отдельных стволов и древесных заломов), подрезанных берегов, корневых комов, нависающих деревьев и других речных структур. Эти особенности сильно разнообразят местообитания жилых и проходных рыб, создают укрытия и затененность, нерестовые и нагульные станции (Bisson et al, 1982; Doloff et al, 1993; Inoue, Nakano, 1998; Inoue, Nakano, 2001).



*Рис. 6 Древесный залом, сформировавший яму*



*Рис. 7 Нависающие деревья, создающие затенение*

Несколько по-другому выглядит нижнее течение ручья (Рис. 8). Здесь по берегам в основном произрастает травянистая растительность, не создающая достаточной затененности. Местообитания недостаточно разнообразны, имеются лишь 4 угловые ямы, созданные на поворотах русла (белые стрелки на Рис. 8).

В этих ямах отстаиваются производители горбуши перед тем, как подниматься вверх по течению на нерестилища. При массовых заходах горбуши возможно возникновение заморных явлений.

*Рис. 8 Нижнее течение ручья Голубой*



Участок впадения ручья в залив Анива характеризуется пляжем шириной до 40 м и однорукавным блокированным устьем, отмечающем направление вдольберегового перемещения наносов (Бровка и др., 2007). Устье ручья способно замываться песчаными наносами, что препятствует свободным миграциям рыб.



Рис. 9 Участок нижнего течения



Рис. 10 Устье ручья Голубой

## 2. Обследование дорожных пересечений ручья Голубого

Из четырех пересечений ручья автодорогами три сохраняют естественное русло. Одно из них представляет мостовой переход (№ 1 на Рис. 1), а два пересечения - арочные водопропуски (кульверты) (№ 3 и № 4 на Рис. 1). И только двойной кульверт на старой дороге Корсаков-Озерское (№ 2 на Рис. 1) представляет серьезную проблему для прохода рыб.

*Рис. 11 Мостовой переход на дорожном пересечении № 1*



К этому кульверту главный инженер ФГУ «Сахалинрыбвод» А. А. Цыбульский в 2003 г. пристроил простой и недорогой лестничный рыбоход. Так рыбоход выглядел сразу после строительства (Рис. 12). За период эксплуатации рыбоход не ремонтировался и постепенно начал разрушаться (Рис. 13).



*Рис. 12 Рыбоход на пересечении № 2 в начале эксплуатации (18.08.2003 г.)*



*Рис. 13 Этот же рыбоход в момент обследования (4.08.2009 г.)*

Водопропускные сооружения под автодорогами, служащие единственным путем расселения рыб, должны обеспечивать свободные естественные миграции животных («Требования...», 1996). Но на многих водотоках неправильно или небрежно установленные водопропускные трубы нарушают естественный гидрологический режим водотоков, движение наносов и древесных остатков, создают искусственные препятствия для миграции рыб (Вакер, Вотарка, 1990; «Строительство...», 2002; Леман, Музуров, 2004). Действующие на территории России ГОСТы и СНиПы не всегда рассчитаны на обеспечение свободных миграций рыб (СНиП 2.06.07-87).

Наше обследование проводилось согласно типовому протоколу обследования кульвертов, разработанного на основе многочисленных зарубежных публикаций в ходе выполнения проекта Анивского бассейнового совета по изучению препятствий для миграций лососевых (Макеев, 2009).

Координаты препятствия определены с помощью GPS-навигатора Garmin-72. Расстояния и линейные размеры - рулеткой, лазерным дальномером Leica Disto-A3 или курвиметром по спутниковому снимку из программы Google Earth. Для измерения уклона русла ручья, трубы и рыбохода применялся нивелир Vega-120. Скорость течения бралась как средняя арифметическая величина трех измерений с помощью поплавков и секундомера.



*Рис. 14 Обследование дорожного пересечения № 2*

**Материалы обследования 4.08.2009 г.  
кульверта на дорожном пересечении № 2  
ручья Голубого**

Координаты: N 46.37.492; E 142.54.984.  
 Расстояние по руслу ручья до впадения в море: 225 м.  
 Ширина активного русла (bankfull) ниже по течению: 5,0-5,9 м.  
 Вход: не засорен, закрыт металлической решеткой, не создающей препятствия для миграции рыб. При меженных условиях используется большей частью правая труба.  
 Тип кульверта, материал, сечение: двойная бетонная труба с бетонными оголовками.  
 Диаметр каждой трубы 1,5 м.



*Рис. 15 Обследование дорожного пересечения № 2*

Высота насыпи: около 2,7 м.  
 Объем грунта в насыпи: более 250 куб. м (14 x 7 x 2,7).  
 Длина кульверта: 25,5 м.  
 Выход: Бетонный «фартук» у выхода разрушен и снесен предыдущими паводками. К правой трубе присоединен рыбоход длиной 11,7 м, на момент обследования частично разрушенный.  
 Высота прыжка: 0,5 м.  
 Параметры водопадной ямы: 3 x 0,8 x 0,35 м.  
 Уклон внутри кульверта: 1,37 %.  
 Уклон рыбохода: 7,43 % (6 ступеней, средний уклон каждой - 1,24 %).  
 Уклон ручья ниже кульверта: 1,28 %.  
 Расход воды: 0,23 куб. м/сек.  
 Скорость течения: в кульверте 1,6 м/с; в рыбоходе 1,1 м/с; в ручье от 0,7 до 1,2 м/с.

Табл. 2

Нивелирный ход ниже кульверта № 2

Вход кульверта	Выход кульверта (25,5 м)	Низ рыбохода (11,7 м)	7,2 м ниже	25 м ниже	18 м ниже	14 м ниже
Высота в см						
279	244	157	147	116	93	75
Уклон, см/м						
	1,37	7,44	1,39	1,24	1,28	1,29

Табл. 3

Скорости течения

В кульверте (длина 25,5 м)	В рыбоходе (11,7 м)	Разрез № 1 (20 м)	Разрез № 2 (30 м)
Время 15,7; 15,8; 16,0 сек	Время 10,6; 10,4; 10,9 сек	Время 15,6; 16,0; 19,6 сек	Время 34,7; 45,7; 47,0 сек
Ср. скорость 1,61 м/сек	Ср. скорость 1,10 м/сек	Ср. скорость 1,17 м/сек	Ср. скорость 0,71 м/сек



Рис. 16 Вход кульверта № 2



Рис. 17 Выход кульверта № 2

На кульверте № 2 выявлены следующие основные ошибки, допущенные при установке водопропускных труб:

- искусственное сужение русла в трубе (даже в двух трубах диаметром по 1,5 м) не адекватно ширине активного русла (5 м), поэтому при пропуске паводков создается участок повышенного гидрологического давления;

- уклон водопропускной трубы превышает естественный уклон русла ( $1,37 > 1,28$ ). В результате на выходе из трубы образовалась зона повышенной русловой эрозии с вымыванием мелких фракций, понижения уровня дна и «подвешиванием» в потоке нижнего края трубы;

- нижнее основание выходного отверстия трубы располагается над дном водотока с образованием искусственной преграды в виде порога высотой не менее 0,5 м;

- водопропускная труба установлена слишком высоко над уровнем естественного дна, без притапливания. В результате в меженный период водный поток расплывается по внутренней поверхности трубы ровным тонким слоем, создавая препятствие для рыб;

- поверхность трубы гладкая, без шероховатостей, поэтому скорость воды внутри трубы не снижается (1,6 м/сек);

- отсутствует заводь для отдыха рыб перед движением вверх по кульверту.

Таким образом, при неправильной установке водопропускных труб возник непреодолимый барьер для миграций рыб в виде сочетания условий: очень высокая скорость течения из-за крутого уклона трубы, малая глубина потока в трубе, отсутствие перед трубой площадки, удобной для отдыха рыб перед броском, слишком высокое расположение трубы над уровнем воды.

Вернувшись к Табл. 1, рассмотрим кульверт № 2 в связи с возможностью пропускать рыб вверх по течению. Для этого вводится понятие плавательной способности рыб (Радаков, Протасов, 1964; Павлов, 1979; Bainbridge, 1960; Katopodis, Gervais, 1991).

Согласно СНиП 2.06.07-87 в практике расчетов используются следующие показатели плавательной способности рыб:

Табл. 4

Вид рыб	Характерные для рыб скорости потока, м/с		
	пороговая	сносящая	бросковая
Проходные			
Лососевые - семга, горбуша и др.: взрослые особи	0,20-0,25	1,10-1,60	1,5-2,0
молодь	-	0,25-0,35	-
<p>Примечания: Пороговая скорость - минимальная скорость течения воды, при которой у рыб появляется реакция на поток. Сносящая скорость - скорость течения воды, при превышении которой рыб сносит потоком. Бросковая скорость - максимальная скорость течения, которую может преодолеть рыба в течение малого промежутка времени.</p>			

К сожалению, в указанных источниках невозможно найти исчерпывающие сведения по плавательной способности всех рыб, встречающихся в заливе Анива. Но оценив по известным скоростям движения рыб со сходными размерами, строением тела и экологией, мы можем предположить, что по крайней мере 5 видов анадромных рыб не способны проходить через кульверт № 2 (красный цвет заливки в Табл. 1). Еще для 7 анадромных видов кульверт № 2 представляет частичное или временное препятствие (желтый цвет заливки в Табл. 1). 3 вида являются диадромными или солоноватоводными (бело-красный цвет заливки в Табл. 1).

Установка рыбохода перед выходом правой трубы кульверта № 2 не решила полностью его проблем, а в свою очередь, создала новые. Рыбоход с вертикальными вливными щелями, расположенными поочередно (vertical slot fishway) (Рис. 12 и 16), является достаточно эффективным способом ликвидации недостатка в виде перепада высот между нижним основанием трубы и поверхностью воды (Katorpodis, 1991; Kamula, 2001). Но деревянные перегородки, формирующие поток воды в рыбоходе, со временем были разрушены. Кроме того, рыбоход не является панацеей от других перечисленных выше проблем.

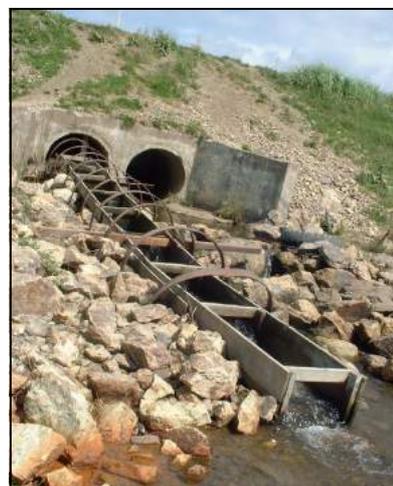


Рис. 16 Рыбоход 18.08.2003 г.

Рыбоходы, наряду с очевидными достоинствами, имеют свои специфические недостатки: непреодолимые для рыб различных видов и стадий жизненного цикла высокие скорости в рыбоходном тракте рыбохода; малая глубина заполнения лотков; слабое выделение привлекающих рыбу потоков воды в нижнем бьефе; низкая пропускная способность; значительная их протяженность; существенные затраты рыбами мускульной энергии и скат их из сооружения и др. (Введенский, 2009). Поэтому мы считаем, что в нашем случае нет необходимости восстанавливать рыбоход, а нужно решать все проблемы радикально путем полной замены водопропуска на дружественный для миграций рыб мостовой переход или арочный кульверт.

Удаление устаревшего кульверта вместе с рыбоходом будет являться наилучшим решением. В случае же, если будет принято решение о реконструкции рыбохода, следует учесть, что все проблемы самого кульверта останутся, и их все равно надо будет решать. Например, с помощью размещения внутри трубы снижающих скорость течения deflectоров, как на Рис. 19.

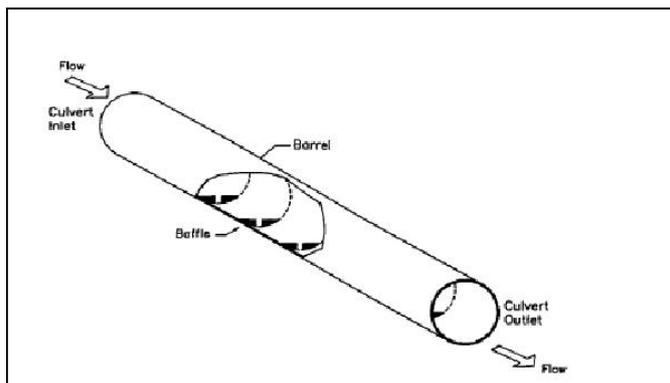


Рис 19 Возможное решение для кульверта № 2

А теперь рассмотрим арочные кульверты № 3 и № 4, установленные на дорожных пересечениях выше по течению ручья Лугового (Рис. 20 и 21). Оба водопропуска лишены многих недостатков кульверта № 2. Но между ними есть существенная разница. Если дно кульверта № 4 представляет собой естественное русло ручья, то у № 3 – это бетонные плиты. Недостаток шероховатости и широкая плоская поверхность дна создают повышенные скорости течения при паводках и низкий уровень воды в меженный период. Лососи, осуществляющие анадромные миграции, могут испытывать затруднения при проходе через этот кульверт.



Рис. 20 Арочный кульверт № 3

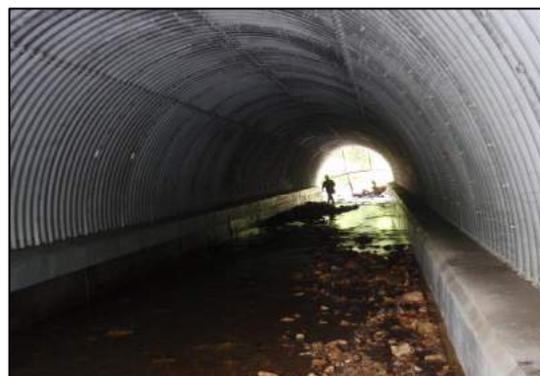


Рис. 21 Арочный кульверт № 4

Решением проблемы в данном случае могла бы стать инсталляция в донную поверхность кульверта № 3 дополнительных структур в виде отражающих deflectоров (baffles) для снижения скорости потока и увеличения глубины (Рис. 22) (Culverts..., 2000; Design..., 2003).

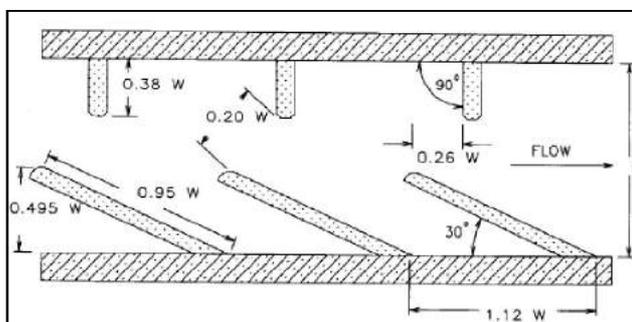


Рис. 22 Возможное решение для поверхности дна кульверта № 3

Как минимум, для того, чтобы дать обоснованные рекомендации, следует провести дополнительные наблюдения за поведением рыб в этом месте при различных условиях.

### 3. Обследование нижнего течения ручья Голубой

Необходимость специального обследования участка нижнего течения ручья Голубой обоснована тем, что после удаления кульверта № 2 возникнет потребность симулировать естественное русло с тем, чтобы сохранить и улучшить все его функции (Stream Simulation..., 2008).

На этом участке выполнено 2 поперечных разреза ручья (желтые метки на Рис. 8)

Разрез 1 (2 м ниже рыбохода):

Ширина русла 2 м (wet, по урезу воды); 5,9 м (bankfull, активное русло по отметкам паводка).

Максимальная глубина 0,18 м (wet); 0,50 м (bankfull).

Средняя глубина (wet) 0,098 м.

Живое сечение 0,196 кв. м.

Скорость течения 1,17 м/сек.

Расход воды 0,23 куб. м/сек.

Разрез 2 (25 м ниже от разреза 1):

Ширина русла 3 м (wet); 5 м (bankfull).

Максимальная глубина 0,24 м (wet); 0,70 м (bankfull).

Средняя глубина (wet) 0,127 м.

Живое сечение 0,336 кв. м.

Скорость течения 0,7 м/сек.

Расход воды 0,23 куб. м/сек.



Рис.23 Русло ручья в районе разреза 2

В момент обследования кульверта № 2 ниже по течению находилось скопление производителей горбуши – около 500 экз., единично рыба подымалась по рыбоходу и проходила в верхний бьеф. По устным сообщениям сотрудников компании, ежегодно отмечается значительная донерестовая гибель производителей, не сумевших подняться через рыбоход и кульверт (до 70% от общей численности). Температура воды в момент обследования составляла 13,9 С, содержание растворенного кислорода 9,0 мг/л.

### 4. Выводы и рекомендации

Обследованы 4 дорожных пересечения ручья Голубого. Наибольшие проблемы для миграций рыб представляет кульверт № 2 с рыбоходом. Его технические характеристики таковы, что создаваемые препятствия являются труднопреодолимыми для всех видов анадромных рыб. Несколько видов, по-видимому, даже выпали из ихтиофауны водотока. Поэтому наилучшим методом хозяйствования было бы удаление этого кульверта вместе с рыбоходом и установка дружественного для всех видов рыб на всех стадиях жизненных циклов пересечения.

В случае же реконструкции рыбохода следует оставить примененный тип рыбохода с вертикальными вливными щелями, расположенными поочередно. Но при этом придется решать дополнительные технические проблемы, связанные с устройством самого кульверта: дефлекторы внутри трубы, водоем для отдыха рыб и др..

Чтобы определиться с рекомендациями для кульверта № 3, следует провести дополнительные наблюдения.

Эти рекомендации можно внести в разряд обязательных. Остальные предлагаем считать желательными для дальнейшего обсуждения

Дополнительные рекомендации  
по улучшению местообитаний  
в русле ручья Голубой

Учитывая имеющиеся возможности по применению наилучших методов хозяйствования и поддержку экологического имиджа компании «Сахалинская энергия», ФГУ «Сахалинрыбвод» предлагает выполнить следующие работы в русле ручья Голубой:

1. Установить ряд природоприближенных речных структур для улучшения местообитаний нижнего течения ручья (создания дополнительных ям, укрытий и каскадов).
2. Провести посадки прирусловой растительности для увеличения затененности в нижнем течении ручья (ольха волосистая *Alnus hirsuta*, ива Шверина *Salix schwerinii*, бузина Зибольда *Sambucus sieboldiana*) и т. п..
3. Рассмотреть вопрос о строительстве моловой структуры (jetty) для противодействия блокирования устья ручья песчаными наносами.

Литература:

- Бровка П. Ф., Горбунов А. О., Сон Е. Г., Терентьев Н. С. Изучение динамики устьев рек Сахалина (по материалам аэрофотосъемки). ДВГУ. 2007
- Васильева Е. Д. «Популярный атлас-определитель. Рыбы». М. Дрофа. 2004. 400 с.
- Введенский О. Г. Технология пропуска рыб через гидроузел по типу природной. Успехи современного естествознания. РАЕ. № 8. 2009
- Леман В. Н., Есин Е. В. Иллюстрированный определитель лососеобразных рыб Камчатки // М. ВНИРО. 2008. 100 с.
- Леман В. Н., Музуров Е. Л. Сохранение среды обитания лососевых рыб при строительстве магистрального газопровода (Западная Камчатка). 2006. <http://www.terrakamchatka.org/conf/conf-7/3-7.htm>
- Макеев С. С. Кульверты Анивского района. Анивский бассейновый совет. 2009. 31 с.
- Макеев С. С., Афанасьев С. П. Школьный атлас-определитель пресноводных рыб Сахалина // Южно-Сахалинск. 2004. 44 с.
- Маккавеев Н. И. Русло реки и эрозия в ее бассейне. М.: Изд-во АН СССР. 1955. 343 с.
- Радаков Д. В., Протасов В. Р. Скорости движения и некоторые особенности зрения рыб. 1964
- Павлов Д. С. Биологические основы управления поведением рыб в потоке воды. 1979
- СНиП 2.06.07-87 Подпорные стены, судоходные шлюзы, рыбопропускные и рыбозащитные сооружения.
- Строительство лесных дорог и установка кульвертов на ручьях в местах обитания лососевых: наилучшие методы хозяйствования и уроки для бассейна реки Самарги // Подготовлено Майклом Звирном для Центра Дикого Лосося. 2002
- Требования по предотвращению гибели объектов животного мира при осуществлении производственных процессов, а также при эксплуатации транспортных магистралей, трубопроводов, линий связи и электропередачи (постановление Правительства РФ № 997 от 13 августа 1996 г.)
- Чалов С. Р. Принципы классификации русловых процессов при изучении условий формирования речных экосистем // Чтения памяти В. Я. Леванидова. Вып. 4. Владивосток. 2008. с. 5-15

- Bainbridge R. Speed and stamina in three fish. *J. Exp. Biol.* 37(1): 1960. p. 129-153
- Baker C.O., Votapka F.E. *Fish Passage Through Culverts*. San Dimas, CA:USDA, Forest Service Technology and Development Center. FHWA-FL-90-006: 1990. 67 p.
- Bisson P. A., Nielson J. L., Palmason R. A., Grove L. E.. A system of naming habitat types in small streams, with examples of habitat utilization by salmonids during low stream flow. 1982
- Culverts and Fish Passage // BC. Ministry of Transportation and Highways. 2000. 6 p. [http://www.th.gov.bc.ca/publications/eng\\_publications/environment/references/Culverts\\_and\\_Fish\\_Passage.pdf](http://www.th.gov.bc.ca/publications/eng_publications/environment/references/Culverts_and_Fish_Passage.pdf)
- Design of Road Culverts for Fish Passage // WDFW. 2003. [http://wdfw.wa.gov/hab/engineer/cm/culvert\\_manual\\_final.pdf](http://wdfw.wa.gov/hab/engineer/cm/culvert_manual_final.pdf)
- Doloff C. A., Hankin D. G., Reeves G. H. *Basinwide Estimation of Habitat and Fish Populations in Streams*. 1993
- Inoue M., Nakano S. Effects of woody debris on the habitat of juvenile masu salmon (*Oncorhynchus masou*) in northern Japanese streams. *Freshwater Biology*. 1998. 40, p. 1–16.
- Inoue M., Nakano S. Fish abundance and habitat relationships in forest and grassland stream, northern Hokkaido, Japan. *Ecological Research*. 2001. 16, p. 233–247
- Kamula R. Flow over weirs with application to fish passage facilities. Department of Process and Environmental Engineering, University, Finland. 2001
- Katopodis C. *Introduction to Fishway Design*. Winnipeg, Manitoba: Freshwater Institute, Central and Arctic Region. 1991
- Katopodis C., Gervais R. *Ichthyomechanics*. Working Document, Freshwater Institute, Central and Arctic Region, Department of Fisheries and Oceans, Winnipeg, Manitoba, Canada. 1991. 11 p.
- Montgomery D. R., Buffington J. M. Channel processes, classification, and response. In: *River Ecology and Management* (Eds. R.J. Naiman and R.E. Bilby), Springer Verlag. 1998
- Rosgen D. L. A classification of natural rivers. *Catena*. Vol. 22. 1994. p. 169-199
- Stream Simulation: An Ecological Approach to Providing Passage for Aquatic Organisms at Road-Stream Crossings* // U.S. Department of Agriculture Forest Service National Technology and Development Program. 2008. 646 p. <http://www.fs.fed.us/eng/pubs/pdf/StreamSimulation/index.shtml>

© ФГУ «Сахалинрыбвод»

Обследование провели: Макеев С.С., Власов А. О., Федорчук Д. В.

Отчет составил: Макеев С. С., тел/факс. (42441)51425, 52807; сот. +79621209746;

E-mail: smak02@mail.ru; www.aniva-online.ru

3.10.2009 г.