



GLOBAL
ENVIRONMENT
FACILITY



В.Н. Леман, А.А. Лошкарева

Справочное пособие

по природоохранным и мелиоративным мероприятиям
при производстве строительных и иных работ
в бассейнах лососевых нерестовых рек Камчатки



Сохранение
биоразнообразия
лососевых Камчатки
и их устойчивое
использование

*Проект ПРООН/ГЭФ "Сохранение
биоразнообразия лососевых Камчатки
и их устойчивое использование"*



В. Н. ЛЕМАН, А. А. ЛОШКАРЕВА

СПРАВОЧНОЕ ПОСОБИЕ

**ПО ПРИРОДООХРАННЫМ И МЕЛИОРАТИВНЫМ МЕРОПРИЯТИЯМ
ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ И ИНЫХ РАБОТ
В БАСЕЙНАХ ЛОСОСЕВЫХ НЕРЕСТОВЫХ РЕК
КАМЧАТКИ**

*Всероссийский научно-исследовательский
институт рыбного хозяйства и океанографии*



*Камчатский научно-исследовательский
институт рыбного хозяйства и океанографии*



УДК 502.3(03):556.5.02:626.8(282.257.21)

Леман В. Н., Лошкарева А. А.

Справочное пособие по природоохранным и мелиоративным мероприятиям при производстве строительных и иных работ в бассейнах лососевых нерестовых рек Камчатки. — М.: Тов. науч. изд-в КМК, 2009. — 192 с.

Обобщен отечественный и зарубежный опыт природоохранной деятельности в области сохранения лососевых рыб и среды их обитания в речных системах. Кратко рассмотрены экологические и антропогенные факторы и механизмы их воздействия, связи между биологической продуктивностью речных систем и состоянием среды обитания рыб. Приведены в наглядной форме проектные и строительные решения по предупреждению и уменьшению экологических последствий техногенного воздействия.

Для специалистов в области охраны природы, работников проектных, научно-исследовательских и контролирующих организаций, преподавателей, аспирантов и студентов ВУЗов, занимающихся проблемами природопользования.

Р е ц е н з е н т

кандидат биологический наук Э. Л. Бакштанский

Фото на обложке: А. В. Улатов, пороги р. Шануч (р. Ича, Западная Камчатка)

Мнение авторов необязательно отражает точку зрения ПРООН, других учреждений системы ООН и организаций, сотрудниками которых они являются.

Программа развития Организации Объединенных Наций (ПРООН) является глобальной сетью ООН в области развития, выступающей за позитивные изменения в жизни людей путем предоставления странам-участницам доступа к источникам знания, опыта и ресурсов.



Издание подготовлено при финансовой поддержке проекта ПРООН/ГЭФ "Сохранение биоразнообразия лососевых Камчатки и их устойчивое использование"

ISBN 978-5-87317-547-5

© Программа Развития ООН, 2009

Содержание

Введение	6
1. Общие замечания	7
2. Основные виды строительных работ и техногенные факторы воздействия на лососевых рыб и среду их обитания	8
3. Обзор природоохранных и рыбохозяйственных требований	10
3.1. Общие требования	10
3.2. Согласование хозяйственной деятельности с рыбохозяйственными организациями	13
3.3. Водные объекты рыбохозяйственного значения и их категории	14
3.4. Охрана водных объектов при проведении работ	14
3.5. Водоохранные зоны и прибрежные защитные полосы	15
3.6. Режим хозяйственной деятельности в пределах водоохранных зон и прибрежных защитных полос	16
3.7. Защитные леса, запретные и нерестовоохранные полосы лесов	16
3.8. Рыбоохранные зоны	18
3.9. Рыбохозяйственные заповедные зоны	20
3.10. Сточные воды и их сброс	20
3.11. Рыбохозяйственные требования к содержанию в воде взвешенных веществ	22
3.12. Рыбоводно-мелиоративные мероприятия	23
3.13. Требования по предотвращению гибели животных	23
3.14. Требования по обеспечению свободной миграции рыб	24
3.15. Рыбозащитные сооружения	25
3.16. Требования к прокладке трубопроводов	25
3.17. Сохранение плодородного слоя почвы и рекультивация земель	30
3.18. Организация мониторинга, его цели и задачи	32
3.19. Нормативно-методическая и правовая литература	35
Заключение к разделу 3	39
4. Факторы воздействия и основные требования лососевых рыб к среде обитания	41
4.1. Гидрологический режим	41
4.1.1. Потери икры рыб при икрометании. Рис. 4.1.	42
4.1.2. Обмеление нерестилищ. Рис. 4.2.	43
4.1.3. Истощение грунтового питания нерестилищ. Рис. 4.3.	44
4.1.4. Образование преград для миграции лососей. Рис. 4.4—4.6.	46
4.2. Взвешенные вещества в воде	49
4.2.1. Влияние взвесей на лососей. Рис. 4.7. Табл. 4.1, 4.2.	51
4.2.2. Влияние взвесей на зообентос. Табл. 4.3, 4.4.	55
4.2.3. Влияние взвесей на зоопланктон. Табл. 4.5.	56
4.2.4. Влияние взвесей на фитопланктон и перифитон	57

4.3.	Осаждение взвеси и заиление	58
4.3.1.	Заиление нерестилищ лососей. Рис. 4.8, 4.9. Табл. 4.6.	58
4.3.2.	Заиление донных сообществ. Рис. 4.10.	60
4.3.3.	Сокращение мест обитания молоди лососей. Рис. 4.11.	62
4.4.	Спрявление русел	63
4.5.	Хозяйственная деятельность на водосборах	63
4.6.	Фактор беспокойства	66
4.7.	Литература к разделу 4	67
5.	Естественное восстановление наземных и донных сообществ	74
5.1.	Особенности эрозионных процессов почв Камчатки. Табл. 5.1.	74
5.2.	Системы естественной очистки сточных вод. Табл. 5.2.	77
5.2.1.	Буферные водопоглотительные полосы	78
5.2.2.	Поля фильтрации. Табл. 5.3.	79
5.2.3.	Поля поверхностного стока. Рис. 5.1.	80
5.3.	Самозаращение растительностью	82
5.4.	Скорость восстановления донных сообществ	83
5.5.	Литература к разделу 5	86
6.	Типичные ошибки и нарушения при строительных работах в руслах, на речной пойме и склонах в бассейнах лососевых рек	91
	Рис. 6.1. Ошибочная отсыпка дорожного полотна мелким легкоразмываемым грунтом	91
	Рис. 6.2. Установка слишком короткого моста и кульверта	92
	Рис. 6.3. Неверное строительство кульвертов и руслоотводов	93
	Рис. 6.4. Ошибка выбора участка перехода	
	Ошибка выбора размера кульверта	94
	Рис. 6.5. Отсутствие противоэрозионных мероприятий	95
	Рис. 6.6. Небрежное строительство и обслуживание дороги	96
	Рис. 6.7. Проектная ошибка строительства руслоотвода	97
	Рис. 6.8. Искусственный руслоотводной канал	98
7.	Природоохранные и мелиоративные мероприятия	99
7.1.	Переезды через водотоки	99
7.1.1.	Переправа вброд. Рис. 7.1.	101
7.1.2.	Ледовая переправа. Рис. 7.2.	102
7.1.3.	Временные мостовые переходы	103
	Рис. 7.3. Съёмный бревенчатый переезд через ручей	104
	Рис. 7.4. Однопролетный свайный мост	105
	Рис. 7.5. Однопролетные мосты разной конструкции — на бревенчатом срубе или бетонных блоках	106
	Рис. 7.6. Действующие на Камчатке однопролетные мосты	107
7.1.4.	Водопрпускные трубы (кульверты)	108
	Рис. 7.7. Ошибочная установка кульверта	108
	Табл.7.1.Требования к гидрологическому режиму	109
	Рис. 7.8. Два способа укладки кульвертов	110
	Рис. 7.9. Кульверт, частично заглубленный ниже дна	111
	Рис.7.10.Правильная и неправильная установка водопропускных труб	112

	Рис. 7.11. Схема установки водопропускной трубы	113
	Рис. 7.12. Разные типы открытых кульвертов	115
	Рис. 7.13. Кульверт с рифленой поверхностью	116
	Рис. 7.14-а. Кульверт с гасителями и рассекателями потока	117
	Рис. 7.14-б. Кульверт с каскадом подпорных дамб	117
	Рис. 7.14-в. Кульверт с лестничным рыбоходом	118
	Рис. 7.14-г. Кульверт с рыбоходом типа "ёлочка"	118
7.2.	Прокладка трубопроводов через водотоки траншейным способом	121
	Рис. 7.15. Плужный траншеекопатель	121
	Рис. 7.16. Экскаватор на небольших реках и ручьях	122
	Рис. 7.17. Экскаватор на крупных реках	124
	Рис. 7.18. Драглайн (канатно-ковшовый экскаватор)	126
	Рис. 7.19. С устройством дамбы и откачкой воды насосом	128
	Рис. 7.20. С устройством дренажного колодца и откачкой воды мощными насосами	130
	Рис. 7.21. С устройством дамбы–перемычки	132
7.3.	Прокладка трубопроводов через водотоки бестраншейным способом	134
	Табл. 7.2. Классификация надземных переходов	134
	Рис. 7.22. Бестраншейный метод – горизонтальное бурение	135
	Рис. 7.23. Бестраншейный метод - горизонтально-наклонное бурение	136
	Рис. 7.24. Надземные переходы разного типа	138
	Рис. 7.25. Балочные переходы надземных трубопроводов	139
	Рис. 7.26. Балочный переход на стальной ферме	140
	Рис. 7.27. Длиннопролетный надземный переход	140
	Рис. 7.28. Подвесной вантовый надземный переход	141
7.4.	Об аварийных ситуациях на переходах через водотоки	143
	Рис. 7.29. Разрушение подземных и надземных переходов трубопроводов через водотоки	144
7.5.	Противоэрозионные мероприятия	146
	7.5.1. Дренаж поверхностных вод на дорогах. Рис. 7.30—7.33	146
	7.5.2. Укрепление дорожных откосов	148
	7.5.3. Дренаж поверхностных вод на строительных площадках	149
	Рис. 7.34. Поперечные водоотводные каналы и обваловка	150
	7.5.4. Дренажная система при прокладке трубопровода	151
	Рис. 7.35. Укрепление траншеи каменной наброской	151
	Рис. 7.36. Дренаж при прокладке изолированной траншеи	153
	Рис. 7.37. Способы укрепления траншей	154
	Рис. 7.38. Закрытый дренаж траншеи	155
	7.5.5. Производство земляных работ на склонах	156
	Рис. 7.39. Схема снятия, хранения и восстановления почвы	156
	Рис. 7.40. Варианты площадок для складирования грунта	157
	Рис. 7.41. Оптимальная схема организации производства работ при прокладке трубопровода с точки зрения последующей рекультивации	158

Рис. 7.42. Защита воды от иловых загрязнений	159
Рис. 7.43. Заграждения из соломенных блоков	160
7.5.6. Противоэрозионные мероприятия на склонах	161
Рис. 7.44. Использование связок тонких веток при овражной эрозии	161
Рис. 7.45. Использование вязанок из живых ветвей при плоскостной эрозии	162
Рис. 7.46. Укрепления склонов с применением связок стволов из быстро прорастающих древесных пород	163
Рис. 7.47. Посадка кустарников	164
7.5.7. Укрепление берегов	165
Рис. 7.48. Укрепление пологих и крутых берегов	165
Рис. 7.49. Применение габионов на речных склонах	166
Рис. 7.50. Укрепление берегов с помощью снопов из травы	167
Рис. 7.51. Укрепление берегов с помощью хвойных деревьев	168
Рис. 7.52. Укрепление берега с помощью хвойных деревьев и создания «живой изгороди»	170
Рис. 7.53. Укрепление берегов с помощью "живой изгороди"	171
Рис. 7.54. Укрепление берегов бревнами и балками	172
7.6. Рыбохозяйственная мелиорация	173
7.6.1. Подпор уровня воды перед водопропускной трубой. Рис. 7.55	174
7.6.2. Укладка валунов. Рис. 7.56, 7.57, Табл. 7.3	175
7.6.3. Использование стволов деревьев. Рис. 7.58	178
7.6.4. Валунные и бревенчатые подпруды. Рис. 7.59, 7.60	178
7.6.5. Отражатели потока. Рис. 7.61, 7.62	181
7.7. Литература к разделу 7	183
8. Адаптационные водоемы при лососевых рыбоводных заводах	185
Рис. 8.1. Простые способы расчленения канала	186
Литература к разделу 8	190
Заключение	191
Об авторах	192

Введение

Камчатка – приоритетно лососевый регион, ежегодно дающий 80—120 тыс. т лососей. Весь улов полностью обеспечивается естественным воспроизводством лососей на нерестилищах. Несмотря на то, что в последние годы повышается значение других отраслей хозяйства, нерестовые реки остаются экологической и экономической основой лососевого хозяйства Камчатки.

На Камчатке насчитывается свыше 140 тыс. рек и ручьев, имеющих рыбохозяйственное значение. Отличительной особенностью полуострова является высокая густота речной сети - на 1 км² приходится 0,7—0,9 км водотоков. Система рек и озер Камчатки — это, по сути, гигантский природный питомник, где молодь лососей рождается и проводит начальный период своей жизни. В таких условиях прокладывать дороги и трубопроводы, разрабатывать месторождения, осуществлять строительство и иную хозяйственную деятельность, не затрагивая рек и их охранные зоны, практически невозможно.

Выходом из противоречия между традиционно приоритетным лососевым статусом края и его потребностями в экономическом развитии мы видим в разработке типовых природоохранных и рыбоводно-мелиоративных требований и рекомендаций к хозяйственной и иной деятельности, адаптированных к условиям Камчатки.

Очевидно, что хозяйственная деятельность в бассейнах нерестовых лососевых рек требует особого подхода. Необходимы специальное оборудование и специально обученный персонал, особые проектные решения и контроль их качественного исполнения со стороны органов управления и надзора. Однако, в России документы, регламентирующие строительные работы, учитывают, в основном, инженерные параметры водотоков и грунтов, и направлены, в основном, на соблюдение технических условий эксплуатации водотоков, без достаточно полного освещения экологических аспектов.

Согласно статье 44 Федерального закона "О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов" в целях сохранения водных биоресурсов и среды их обитания должна проводиться рыбохозяйственная мелиорация водных объектов.

Рыбохозяйственные мероприятия природоохранных и мелиоративного назначения, включенные в данное пособие, рассматриваются в части обеспечения условий:

- свободной миграции лососевых рыб;
- сохранения мест обитания лососевых рыб;
- соблюдения требований к качеству воды нерестовых рек.

Предлагаемое пособие обобщает зарубежный и отечественный опыт, который может быть полезен при проведении рыбохозяйственной мелиорации и природоохранных мероприятий на лососевых реках. Большинство рассматриваемых проблем не являются специфическими, свойственными только Камчатке, и поэтому предлагаемые подходы к технологии строительных работ на реках могут быть использованы в других регионах Дальнего Востока.

Авторы признательны коллегам – научным сотрудникам КамчатНИРО (А.В. Улатову и О.О. Коваль) и ВНИРО (С.Р. Чалову) за консультационную помощь, оказанную по отдельным вопросам.

Авторы с благодарностью примут предложения по совершенствованию издания и учтут все пожелания в следующем издании пособия (salmon@vniro.ru).

1. Общие замечания

Основная часть полезных ископаемых и строительных материалов добывается из-под земли, и, для того чтобы их добывать, разрушаются естественные местообитания. Кроме того, естественные местообитания сокращаются в результате таких видов деятельности, как прокладка дорог, сельскохозяйственное использование угодий, посадка биологически однородных лесов, урбанизация территорий и т.д. Существует много программ рекультивации, разрабатываемых в рамках проектов хозяйственной деятельности, которые научно или экологически не обоснованы. Их зачастую готовят, основываясь на сложившихся традициях, не всегда выдерживающих проверок. Например, чем глубже и чище русло реки, тем лучше, его расчистка от древесных заломов благотворна, и т.п. К сожалению, накопление эмпирических данных по теории рекультивации отстает от нужд практики. Примеров, когда действительно были успешно проведены рекультивационные работы, особенно в водотоках, сравнительно немного.

К сожалению, рекультивация обычно финансируется коммерческими предприятиями, на которых долговременные экологические и кратковременные экономические цели часто вступают в противоречие. Понятно, что с точки зрения экономики, текущие доходы могут быть более ценными, чем будущие, что является "оправданием" сокращения расходов на охрану природы. Конечно, это экологически недальновидно. Но, тем не менее, прибыль — это важный фактор, который следует принимать во внимание при обсуждении программ рекультивации. Понятно также, что даже частичная реализация программ рекультивации приведет к росту стоимости проектов, но это будет реальная их стоимость, а не удешевление за счет потерь ценного биологического ресурса.

Последние годы распространилась практика восстановления поврежденных и деградировавших экосистем. Обычно выделяют 4 подхода (Митчелл, 2001):

- восстановить в точности то, что было раньше (восстановление);
- воссоздать что-то похожее на то, что было раньше (реабилитация);
- превратить местность в другую экосистему (замещение);
- оставить все в покое (невмешательство).

Конечно, на месте уничтоженных местообитаний можно создать полустественные. Вопрос заключается в том, стоит ли это делать. Есть мнения, что утвержденные проекты рекультиваций — это своего рода "лицензия на уничтожение местообитаний". Другими словами, уже не важно, что водоток уничтожается, раз потом мы можем его восстановить. Однако, не все так просто. Действительно, есть примеры успешного воссоздания водотоков, но большая часть таких попыток терпит неудачу, в основном потому, что вновь созданные водные места обитания нуждаются в постоянном контроле, а многие заказчики и исполнители проектов вряд ли способны взять на себя такие долгосрочные обязательства (Солбриг, Солбриг, 1982).

Следует признать, что, если имеется выбор, то сохранение местообитаний всегда предпочтительнее их воссоздания. Когда же местообитание уже уничтожено, техника их воссоздания может принести пользу, хотя и не всегда.

Особо следует подчеркнуть, что активное вмешательство в естественное восстановление (если таковое, конечно, наблюдается) является не всегда самым лучшим решением с экономической и экологической точки зрения. Иногда самым лучшим действием будет бездействие (но не безконтрольность!), а финансовые

средства, выделенные на восстановление, могут оказаться потраченными зря, причем существует риск нанести еще более серьезный экологический ущерб.

2. Основные виды строительных работ и техногенные факторы воздействия на лососевых рыб и среду их обитания

К хозяйственной и иной деятельности, при осуществлении которых рекомендуется использовать настоящее Пособие, относятся:

- рыбоводно-мелиоративные работы, планируемые предприятиями, организациями и учреждениями, проводившими на землях (в том числе на рыбопромысловых участках) работы, связанные с нарушением водотоков (русел, дна и берегов, качества воды) и прилегающих территорий в пределах прибрежных защитных полос, водоохранных и рыбоохранных зон;

- речные гидротехнические сооружения (плотины; здания гидроэлектростанций; водосбросные, водоспускные и водовыпускные сооружения; туннели, каналы; насосные станции; судоходные шлюзы, судоподъемники; сооружения, предназначенные для защиты от наводнений и разрушений берегов и дна русел рек, берегов озер и водохранилищ; сооружения-дамбы, ограждающие хранилища жидких отходов промышленных и сельскохозяйственных организаций; устройства от размыва на каналах), а также другие сооружения, предназначенные для использования водных ресурсов и предотвращения вредного воздействия;

- все виды земляных работ в руслах рек, на берегах, поймах и прилегающих к водоемам склонах, включая дноуглубительные работы, обустройство карьеров, мест расположения водозаборных сооружений, выпусков сточных вод, спрямления русел и береговые укрепления (размыв берегов, оползание откосов и др.). Причем даже малые по объему земляные работы, но производимые в межень, при малых расходах, могут сильно замутировать весь поток в русле;

- прокладка кабеля, трубопроводов, дорог и других коммуникаций;

- разведка и добыча полезных ископаемых (отведение поверхностного стока рек и ручьев за пределы горных работ по руслоотводному каналу, отведение ливневых потоков по системе нагорных канав, строительство плотин, перемычек и дамб обвалования для создания технологических и отстойных прудов, гидроотвалов и др., буровые и другие работы);

- сооружение гидромелиоративных систем и систем водоснабжения;

- планировки и застройки населенных пунктов, промышленных и сельскохозяйственных предприятий;

- противопоаводковые мероприятия;

- заготовка древесины на лесосеках на речных водосборах или вырубка древесины при переводе лесных земель в нелесные в целях, не связанных с ведением лесного хозяйства и использованием лесным фондом.

В процессе работ по строительству и реконструкции искусственных водных переходов (дорог, мостов, водопропускных сооружений, трубопроводов и пр.) в той или иной степени нарушаются естественные экологические условия пересекаемых водотоков на участках русла, поймы и прилегающих склонов, принадлежащих к площадке строительства. Наиболее очевидными из факторов, негативно воздействующих на гидробионтов, являются:

- изменение гидравлических условий потока вследствие стеснения русла и изменения его уклона, вызывающие затруднения анадромных миграций

рыб;

- временное повышение мутности воды при срезке берега, отсыпке насыпей разного назначения, укреплении русла и берегов, разработке и засыпке подводных траншей, котлованов, откачке воды, при перекрытии и временном отводе русла, при планировке берега в соответствии с проектным положением трубы или дороги, приводящее к снижению интенсивности биологических процессов, угнетению и гибели гидробионтов в зоне распространения шлейфа мутности;

- осаждение взвеси и заиливание нерестилищ лососевых рыб и донных сообществ бентоса в зоне воздействия строительных работ;

- загрязнение воды ливневым и талым стоком с дорожного полотна, строительных площадок, стоянок строительной техники, а также бытовыми стоками;

- засорение русла и поймы строительным мусором при сооружении временных опор, разборке и ремонте, облицовке и креплении опор и устоев и т.д.;

- нарушение почвенно–растительного покрытия берегов и поймы при подводно-строительных работах, на строительных площадках, временных и постоянных дорогах и т.п., что приводит к деградации прибрежных мест обитания рыб;

- отторжение участка дна под мостовые опоры, сваи, насыпи дорожных и противопаводковых дамб, укреплении берегов и прочее;

- акустические, визуальные и другие явления, оказывающие отпугивающее воздействие на рыб (фактор беспокойства);

- браконьерство, обусловленное обычным скоплением рыбы ниже мостов и водопропускных труб.

Воздействие повышенной мутности воды, как и фактора беспокойства, носит временный характер. Интенсивность этих факторов возрастает при переходе от подготовительных работ к работам собственно в русле рек, а в дальнейшем периодически усиливается за счет водной эрозии почвы и грунтов на нарушенных склонах в период дождей и таяния снега. Кроме этих негативных воздействий, ущерб рыбным запасам причиняется и другими, постоянно действующими факторами:

- исключением из биологического продуцирования участков водотоков, заключенных в водопропускную трубу, занятых насыпными дамбами, расположенных над закопанным трубопроводом или используемых под проезд автотехники;

- обеднением биоценозов донных организмов на оголовках водопропускных труб;

- невозможностью обеспечения миграции рыб по водопропускным трубам при условии, если скорость течения в них будет превышать допустимую для рыб–мигрантов.

3. Обзор природоохранных и рыбохозяйственных требований

В настоящем разделе изложены основные природоохранные и рыбохозяйственные требования, направленные на предотвращение гибели лососевых рыб и сохранение среды их обитания при осуществлении хозяйственной и иной деятельности.

3.1. Общие требования

Согласно статье 42 "Основные требования к использованию водных объектов" Водного кодекса РФ от 03.06.2006 №74-ФЗ (ред. от 23.07.2008) (далее — Водный кодекс) при проектировании, размещении, строительстве, реконструкции и эксплуатации гидротехнических сооружений должны предусматриваться и своевременно осуществляться мероприятия по охране водных объектов, а также водных биологических ресурсов и других объектов животного и растительного мира. При использовании водных объектов, входящих в водохозяйственные системы, не допускается изменение водного режима этих объектов, которое может привести к нарушению прав третьих лиц. Работы по изменению или обустройству водоема или водотока проводятся при условии сохранения его естественного происхождения.

Согласно статье 50 Федерального закона от 20.12.2004 №166-ФЗ (ред. 03.12.2008) "О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов" (далее — Закон о рыболовстве) при размещении, проектировании, строительстве, реконструкции и вводе в эксплуатацию хозяйственных и иных объектов, а также при внедрении новых технологических процессов должно учитываться их влияние на состояние водных биоресурсов и среду их обитания.

Согласно статье 34 Федерального закона от 10.01.2002 №7-ФЗ (ред. от 30.12.2008) "Об охране окружающей среды" (далее — Закон об ООС) размещение, проектирование, строительство, реконструкция, ввод в эксплуатацию, эксплуатация, консервация и ликвидация зданий, строений, сооружений и иных объектов, оказывающих прямое или косвенное негативное воздействие на окружающую среду, осуществляются в соответствии с требованиями в области охраны окружающей среды. При этом предусматриваются мероприятия по охране окружающей среды, ее восстановлению, рациональному использованию и воспроизводству природных ресурсов, обеспечению экологической безопасности.

Установлено в качестве обязательного условия при проектировании, размещении, строительстве, реконструкции и эксплуатации объектов, оказывающих прямое или косвенное негативное воздействие на окружающую среду, проведение государственной экологической экспертизы.

Экологическая экспертиза согласно статье 33 Федерального закона "Об охране окружающей среды" проводится в целях установления соответствия планируемой хозяйственной и иной деятельности требованиям в области охраны окружающей среды.

Отношения в области экологической экспертизы регулируются в соответствии с Федеральным законом от 23.11.1995 №174-ФЗ (ред. 30.12.2008) "Об экологической экспертизе" (далее — Закон об экологической экспертизе).

На стадии подготовки к проведению государственной экологической экспертизы в соответствии со статьей 14 Закона об экологической экспертизе формируются материалы по оценке воздействия на окружающую среду хозяйствен-

ной или иной деятельности, которая подлежит государственной экологической экспертизе, положительные документы и (или) согласования органов федерального надзора и контроля с органами местного самоуправления, заключения других федеральных органов исполнительной власти по объекту экспертизы в случае рассмотрения его ими, а также материалов обсуждений его с гражданами и общественными организациями (объединениями).

Согласно статье 32 "Проведение оценки воздействия на окружающую среду" Закона об ООС оценка воздействия на окружающую среду проводится в отношении планируемой хозяйственной и иной деятельности, которая может оказать прямое или косвенное воздействие на окружающую среду.

Оценка воздействия на окружающую среду проводится при разработке всех альтернативных вариантов предпроектной, в том числе прединвестиционной, и проектной документации, обосновывающей планируемую хозяйственную и иную деятельность, с участием общественных объединений.

Оценка воздействия — вид деятельности по выявлению, анализу и учету прямых, косвенных и иных последствий воздействия на окружающую среду планируемой хозяйственной и иной деятельности в целях принятия решения о возможности или невозможности ее осуществления.

Оценка воздействия на окружающую среду осуществляется согласно Положению об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в Российской Федерации, утвержденному Государственным комитетом РФ по охране окружающей среды от 16 мая 2000 г. №372. Согласно Закону об ООС проектная документация, не удовлетворяющая экологическим требованиям, не подлежит утверждению, а работы по ее реализации не финансируются.

О требованиях к экологическому обоснованию в предпроектной и проектной документации на строительство объектов хозяйственной и иной деятельности см. Инструкцию, утвержденную приказом Минприроды России от 29 декабря 1995 г. №539. Проектные материалы должны включать характеристику экосистем в зоне воздействия объекта, оценку фоновое состояние компонентов природной среды, устойчивости экосистем к воздействию и способности к восстановлению.

СНиП 1.02.01–85 «Инструкция о составе, порядке разработки, согласования и утверждения проектно–сметной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений» (1985) определяет порядок выбора участков строительства. Выбор участка строительства осуществляется комиссией, создаваемой заказчиком проекта, в которую входят представители государственных органов по охране природы и рыбных запасов.

Материалы, представляемые на согласование в рыбохозяйственные организации при размещении, проектировании, строительстве и эксплуатации хозяйственных объектов и проведении иных работ, расположенных на акватории рыбохозяйственных водоемов и в прибрежных полосах (зонах), должны, среди прочего, содержать:

— предложения по организации и срокам осуществления строительных работ в акватории рыбохозяйственных водоемов, прибрежных полосах (зонах), исходя из необходимости соблюдения условий для сохранения и воспроизводства рыбных запасов и других биологических ресурсов водоемов;

— перечень мероприятий, направленных на сохранение условий для естественного воспроизводства рыбных запасов и других биологических ресурсов водоемов;

- основные мероприятия по организации дночерпательных работ, их объем, потребность и характеристика важнейших механизмов, устройств и способов выполнения этих работ;

- общую площадь повреждения дна, заливаемой поймы;

- гранулометрический состав и гидравлическую крупность изымаемого или складированного грунта;

- гидрологическую характеристику затрагиваемых водоемов;

- расчетные данные по определению зоны повышенной мутности и зоны вторичного загрязнения (расстояние от места производства работ, сброса грунта до створа, где содержание взвешенных веществ и других загрязняющих веществ будет соответствовать рыбохозяйственным требованиям);

- принципиальные решения по сохранению гидрологического и гидро-биологического режимов водоемов и предотвращение ущерба рыбным запасам и другим биологическим ресурсам;

- материалы изысканий, подтверждающие невозможность замены взрывных работ другим способом, при использовании взрывных работ - намечаемые способы экранирования в целях снижения воздействия взрывной волны и защиты ихтиофауны при их производстве.

Полнота и объем инженерно-гидрометеорологических изысканий, в том числе гидрометеорологических характеристик водных преград на участках подводных переходов, должны отвечать требованиям норм и правил на инженерные изыскания в строительстве (СНиП 1.02.07–87 «Инженерные изыскания для строительства», 1987).

В случае невозможности предотвращения ущерба рыбным запасам предоставляются рыбоводно-биологические обоснования по определению его размера, направлению компенсационных мероприятий и размера капитальных вложений на их осуществление, которые включаются в сметную стоимость строительства (Закон о рыболовстве). Разработка указанных обоснований осуществляется в установленном порядке рыбохозяйственными научно-исследовательскими и проектными институтами.

Проект организации строительства должен содержать природоохранные мероприятия и технологии, обеспечивающие защиту и сохранение окружающей природной среды (СНиП 1.02.01–85).

Проект организации строительства с природоохранными мероприятиями и технологиями является обязательным документом для заказчика и подрядной строительной организации, на основании которого осуществляется разработка проекта производства работ.

Исчерпывающие данные по организации строительства хозяйственных объектов и природоохранных мероприятий должны быть представлены уже в составе технико-экономического обоснования (ТЭО) на строительство в соответствии с требованиями природоохранного законодательства (Закон об ООС).

Проекты организации строительства подлежат согласованию с рыбохозяйственными органами в части технологии производства подводных земляных работ, мест размещения отвалов грунта, производства взрывных работ в русле, пойме и на берегах, разработки карьеров строительного грунта на пойме и в русле. При этом процедура согласования не исключает выдачу отрицательного заключения на производство работ.

Расчет ущерба, наносимого рыбным запасам в результате хозяйственной деятельности, проводится на основе «Временной методики оценки ущерба, на-

носимого рыбным запасам в результате строительства, реконструкции и расширения предприятий, сооружений и других объектов и проведения различных видов работ на рыбохозяйственных водоемах (утв. Госкомприроды СССР 20.10.1989, Минрыбхозом СССР 18.12.1989).

3.2. Согласование хозяйственной деятельности с рыбохозяйственными организациями

До 14.08.2008 г. действовали Указания о порядке рассмотрения и согласования органами рыбоохраны намечаемых решений и проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений (ОНД 1–86), утвержденные приказом Минрыбхоза СССР от 22 сентября 1986 г. №506.

14 августа 2008 г. вступило в силу постановление Правительства РФ от 28 июля 2008 г. № 569 "Об утверждении Правил согласования размещения хозяйственных и иных объектов, а также внедрения новых технологических процессов, влияющих на состояние водных биологических ресурсов и среду их обитания" (далее — Правила согласования). В соответствии с Правилами согласования хозяйствующий субъект представляет в Федеральное Агентство по рыболовству и его территориальные органы (далее — Росрыболовство):

— документацию, обосновывающую размещение хозяйственных и иных объектов или внедрение новых технологических процессов, в т.ч. предпроектную документацию, проектную документацию и проекты технической документации;

— данные об оценке воздействия планируемой деятельности на состояние водных биологических ресурсов и среду их обитания с учетом рыбохозяйственного значения водных объектов;

— сведения о планируемых мероприятиях по предупреждению и снижению негативного воздействия на водные биологические ресурсы и среду их обитания, о возмещении наносимого вреда (компенсации ущерба) в соответствии с требованиями законодательства Российской Федерации о рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов и законодательства Российской Федерации в области охраны окружающей среды.

Решение о согласовании размещения хозяйственных и иных объектов, а также внедрения новых технологических процессов должно содержать:

— обоснованные выводы о допустимости размещения хозяйственных и иных объектов, а также внедрения новых технологических процессов;

— условия и ограничения, необходимые для предупреждения или уменьшения негативного воздействия на водные биоресурсы и среду их обитания (условия забора воды и отведения сточных вод, условия работ в водоохранной зоне, ограничения по срокам и способам производства работ на акватории и другие условия);

— рекомендации по доработке представленных на согласование материалов.

Основанием для отказа в согласовании представленных документов являются:

— непредставление заявителем в Росрыболовство или его территориальные органы в полном объеме документов, предусмотренных Правилами;

— несоответствие представленной документации требованиям, установленным законодательством РФ о рыболовстве и сохранении водных биоресурсов, а также законодательством РФ в области охраны окружающей среды.

3.3. Водные объекты рыбохозяйственного значения и их категории

В прежнем Водном кодексе РФ статья 140 предусматривала перечень водных объектов, предназначенных для сохранения, воспроизводства и добычи рыбных ресурсов. В новом Водном кодексе такого положения нет, однако статья 51 предусматривает использование водных объектов рыбохозяйственного значения, что предполагает существование водных объектов нерыбохозяйственного значения.

Водный кодекс не определяет преимущество использования водных объектов в целях рыболовства перед иными видами водопользования, за исключением питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения. При этом не учитывается, что все иные виды промышленного водопользования (производство электроэнергии, транспортное сообщение, сплав леса, разведка и добыча полезных ископаемых) существенно ограничивают возможность использования водного объекта в целях рыболовства.

Статья 16 Закона о рыболовстве водные объекты рыбохозяйственного значения определяет как водные объекты, которые используются или могут быть использованы для добычи (вылова) водных биоресурсов, отнесенных к объектам рыболовства (ФЗ №166 от 20.12.2004 г.).

Статья 17 того же Закона предусматривает, что водные объекты рыбохозяйственного значения подразделяются на категории. Категории водных объектов рыбохозяйственного значения и особенности их использования определяются Росрыболовством и Минсельхозом России (постановление Правительства РФ от 20 марта 2005 г. №317).

Помимо положений о классификации водных объектов рыбохозяйственного значения Закон о рыболовстве также устанавливает требования к водному режиму и качеству воды (статья 47), предусматривает наличие рыбоохранных зон вокруг акватории водных объектов (статья 48) и рыбохозяйственных заповедных зон на водных объектах (статья 49).

3.4. Охрана водных объектов при проведении работ

Согласно статье 61 Водного кодекса проведение строительных, дноуглубительных, взрывных, буровых и других работ, связанных с изменением дна и берегов водных объектов, в их водоохраных зонах, в границах особо ценных водно-болотных угодий осуществляется в соответствии с требованиями законодательства в области охраны окружающей среды и законодательства о градостроительной деятельности.

Согласно статье 50 Закона о рыболовстве при размещении, проектировании, строительстве, реконструкции и вводе в эксплуатацию хозяйственных и иных объектов, а также при внедрении новых технологических процессов должно учитываться их влияние на состояние водных биоресурсов и среду их обитания.

По статье 53 Закона о рыболовстве возмещение вреда, причиненного водным биоресурсам, осуществляется в добровольном порядке или по решению суда в соответствии с утвержденными в установленном порядке таксами и методиками исчисления размера причиненного водным биоресурсам вреда, а при их отсутствии исходя из затрат на восстановление водных биоресурсов.

Размер ущерба, причиненного водным биоресурсам, который следует считать крупным, и порядок его определения находятся в стадии разработки.

3.5. Водоохранные зоны и прибрежные защитные полосы

Согласно Водному кодексу (статья 65) водоохранными зонами являются территории, которые примыкают к береговой линии морей, рек, ручьев, каналов, озер, водохранилищ и на которых устанавливается специальный режим осуществления хозяйственной и иной деятельности в целях предотвращения загрязнения, засорения, заиления указанных водных объектов и истощения их вод, а также сохранения среды обитания водных биологических ресурсов и других объектов животного и растительного мира.

В границах водоохранных зон устанавливаются прибрежные защитные полосы, на территории которых вводятся дополнительные ограничения хозяйственной и иной деятельности.

Ширина водоохранной зоны водотоков устанавливается от их истока: для рек или ручьев протяженностью до 10 км — в размере 50 м, от 10 до 50 км — в размере 100 м, от 50 км и более — 200 м.

Для реки (ручья) протяженностью менее 10 км от истока до устья водоохранная зона совпадает с прибрежной защитной полосой. Радиус водоохранной зоны для истоков реки, ручья устанавливается в размере 50 м.

Ширина водоохранной зоны озера, водохранилища, за исключением озера, расположенного внутри болота, или озера, водохранилища с акваторией менее 0,5 км² устанавливается в размере 50 м. Ширина водоохранной зоны водохранилища, расположенного на водотоке, устанавливается равной ширине водоохранной зоны этого водотока.

Ширина водоохранной зоны моря составляет 500 м.

Ширина прибрежной защитной полосы устанавливается в зависимости от уклона берега водного объекта и составляет 30 м для обратного или нулевого уклона, 40 м - для уклона до 3° и 50 м для уклона 3° более градуса.

Для расположенных в границах болот проточных и сточных озер и соответствующих водотоков ширина прибрежной защитной полосы устанавливается в размере пятидесяти метров.

Ширина прибрежной защитной полосы озера, водохранилища, имеющих особо ценное рыбохозяйственное значение (места нереста, нагула, зимовки рыб и других водных биологических ресурсов), устанавливается в размере 200 м независимо от уклона прилегающих земель.

Порядок установления на местности границ водоохранных зон и прибрежных защитных полос водных объектов определяется "Правилами установления на местности границ водоохранных зон и границ прибрежных защитных полос водных объектов" (утв. постановлением Правительства РФ от 10 января 2009 г. N 17).

Ширина рыбоохранных зон определяется от границ водных объектов. В соответствии с Водным кодексом (статья 5, п. 4) "Береговая линия (граница водного объекта) определяется:

— для моря — по постоянному уровню воды, а в случае периодического изменения уровня воды — по линии максимального отлива;

— для реки, ручья, канала, озера, обводненного карьера — по средне-многолетнему уровню вод в период, когда они не покрыты льдом;

— для пруда, водохранилища — по нормальному подпорному уровню воды;

— для болота — по границе залежи торфа на нулевой глубине.

3.6. Режим хозяйственной деятельности в пределах водоохранных зон и прибрежных защитных полос

Режим деятельности установлен различным для водоохранных зон и их прибрежных защитных полос. Согласно ч. 2 статьи 65 Водного кодекса на территориях, устанавливаемых в границах водоохранных зон прибрежных защитных полос, вводятся дополнительные ограничения хозяйственной иной деятельности.

Так, в границах водоохранных зон действует запрет на осуществление следующих видов деятельности:

- использование сточных вод для удобрения почв;
- размещение кладбищ, скотомогильников, мест захоронения отходов производства и потребления, радиоактивных, химических, взрывчатых, токсичных, отравляющих и ядовитых веществ;
- осуществление авиационных мер по борьбе с вредителями и болезнями растений;
- движение и стоянки транспортных средств (кроме специальных транспортных средств), за исключением их движения по дорогам и стоянки на дорогах и в специально оборудованных местах, имеющих твердое покрытие.

В границах прибрежных защитных полос, кроме уже упомянутых видов деятельности, запрещается:

- распашка земель;
- размещение отвалов размываемых грунтов;
- выпас сельскохозяйственных животных и организация для них летних лагерей, ванн.

Прибрежные защитные полосы, как правило, должны быть заняты древесно-кустарниковой растительностью или залужены.

В границах водоохранных зон допускаются: проектирование, строительство, реконструкция, ввод в эксплуатацию, эксплуатация хозяйственных и иных объектов при условии оборудования таких объектов сооружениями, обеспечивающими охрану водных объектов от загрязнения, засорения и истощения вод в соответствии с водным законодательством и законодательством в области охраны окружающей среды.

3.7. Защитные леса, запретные и нерестовоохранные полосы лесов

Лесной Кодекс РФ от 04.12.2006 №200-ФЗ (ред. 22.07.2008) (далее — Лесной кодекс) вступил в силу с 01.01.2007 г. В статье 102 "Защитные леса и особо защитные участки лесов" защитные леса определяются как:

- леса, расположенные на особо охраняемых природных территориях;
- леса, расположенные в водоохранных зонах;
- леса, выполняющие функции защиты природных и иных объектов;
- ценные леса:
 - государственные защитные лесные полосы;
 - противозерозионные леса;
 - *запретные полосы лесов*, расположенные вдоль водных объектов (пункт введен в редакцию Лесного кодекса от 22.07.2008);
 - *нерестовоохранные полосы лесов* (пункт введен в редакцию Лесного кодекса от 22.07.2008).

Постановлениями Совета Министров РСФСР от 26.10.1973 г. № 554 и 07.08.1978 г. № 3883 в соответствии с ч. 6 ст. 102 Лесного кодекса были введены нерестовоохранные полосы лесов (леса 1 группы) шириной 1000 м, защищающие места нереста лососевых и осетровых рыб.

К *особо защитным участкам лесов* относятся:

— берегозащитные, почвозащитные участки лесов, расположенных вдоль водных объектов, склонов оврагов;
— и другие.

Особо защитные участки лесов могут быть выделены в защитных лесах (в ред. Лесного кодекса от 22.07.2008).

В защитных лесах и на особо защитных участках лесов запрещается осуществление деятельности, несовместимой с их целевым назначением и полезными функциями.

Отнесение лесов к ценным лесам и выделение особо защитных участков лесов, и установление их границ осуществляются органами государственной власти, органами местного самоуправления в пределах их полномочий, определенных в соответствии со статьями 81–84 Лесного Кодекса.

В соответствии со статьей 104 Лесного кодекса в лесах, расположенных в водоохраных зонах, запрещаются проведение сплошных рубок лесных насаждений, использование токсичных химических препаратов для охраны и защиты лесов, в том числе в научных целях.

В соответствии со статьей 106 Лесного кодекса в *ценных лесах* запрещается проведение сплошных рубок лесных насаждений.

Леса, расположенные в водоохраных зонах, леса, выполняющие функции защиты природных и иных объектов, *ценные леса* и леса, расположенные на особо защитных участках лесов, в соответствии с частью 4 статьи 12 Лесного кодекса Российской Федерации подлежат освоению в целях сохранения средообразующих, водоохраных, защитных, санитарно-гигиенических, оздоровительных и иных полезных функций лесов с одновременным использованием лесов при условии, если это использование совместимо с целевым назначением защитных лесов и выполняемыми ими полезными функциями.

Леса, расположенные в водоохраных зонах, леса, выполняющие функции защиты природных и иных объектов, *ценные леса* и леса, расположенные на *особо защитных участках лесов*, подлежат охране от пожаров, от загрязнения (в том числе радиоактивными веществами) и от иного негативного воздействия, а также защите от вредных организмов в соответствии с лесным законодательством Российской Федерации.

В соответствии с частью 1 статьи 104 Лесного кодекса Российской Федерации в лесах, расположенных в водоохраных зонах, запрещается использование токсичных химических препаратов для охраны и защиты лесов, в том числе в научных целях.

В соответствии с приказом МПР РФ от 22.01.2008 №13 «Об особенностях использования, охраны, защиты, воспроизводства лесов, расположенных в водоохраных зонах, лесов, выполняющих функции защиты природных и иных объектов, ценных лесов, а также лесов, расположенных на особо защитных участках лесов» в лесах, расположенных в прибрежных защитных полосах:

— не допускается ведение сельского хозяйства в части выпаса сельскохозяйственных животных и организации для них летних лагерей, ванн, а также выращивания сельскохозяйственных культур при распашке земель;

— не допускается выращивание лесных плодовых, ягодных, декоративных растений, лекарственных растений при распашке земель;

— движение трелевочных тракторов не допускается, рубки проводятся преимущественно в зимний период по промерзшему грунту, порубочные остатки выносятся за пределы прибрежных защитных полос;

— лесовосстановление осуществляется методами, исключаящими распашку земель.

Использование *ценных лесов* в целях строительства линий электропередачи, линий связи, дорог, трубопроводов и других линейных объектов допускается в случае отсутствия других вариантов возможного размещения указанных объектов.

При проведении работ по лесовосстановлению в противозерозионных лесах на склонах крутизной более 6 градусов не допускается сплошная распашка земель.

На *особо защитных участках лесов* проведение выборочных рубок допускается только в целях вырубki погибших и поврежденных лесных насаждений.

На *особо защитных участках лесов* выполнение работ по геологическому изучению недр и разработке месторождений полезных ископаемых, строительству линий электропередачи, линий связи, дорог, трубопроводов, других линейных объектов, строительству водохранилищ и других искусственных водных объектов, гидротехнических сооружений и специализированных портов допускается в случае отсутствия других вариантов возможного размещения указанных объектов.

3.8. Рыбоохранные зоны

Согласно статье 48 "Рыбоохранные зоны" Водного кодекса в целях сохранения условий для воспроизводства водных биоресурсов устанавливаются рыбоохранные зоны, на территорию которых вводятся ограничения хозяйственной и иной деятельности. Рыбоохранной зоной является территория, которая прилегает к акватории водного объекта рыбохозяйственного значения и на которой устанавливается особый режим осуществления хозяйственной и иной деятельности.

Рыбоохранные зоны определяются на основе Правил установления рыбоохранных зон (Постановление правительства РФ от 06.10.2008 г. № 743) и в соответствии со статьей 48 Закона о рыболовстве.

Рыбоохранной зоной является территория, прилегающая к акватории водного объекта рыбохозяйственного значения, на которой вводятся ограничения, и устанавливается особый режим хозяйственной и иной деятельности.

Ширина рыбоохранной зоны устанавливается:

— для рек и ручьев протяженностью от их истока: до 10 км — 50 м, от 10 до 50 км — 100 м, от 50 км и более — 200 м;

— для озер и водохранилищ (за исключением водохранилища, расположенного на водотоке, или озера, расположенного внутри болота) — в размере 50 м;

— для водохранилища, расположенного на водотоке — по ширине рыбоохранной зоны этого водотока;

— для моря — 500 м;

— для прудов и обводненных карьеров, имеющих гидравлическую связь с реками, ручьями, озерами, водохранилищами и морями — 50 м;

— для рек, ручьев, озер и водохранилищ, имеющих особо ценное рыбохозяйственное значение (места нагула, зимовки, нереста и размножения водных биологических ресурсов) — в размере 200 м.

Важно, что ширина рыбоохранных зон определяется от границ водных объектов. В соответствии с Водным кодексом (статья 5, п. 4) "Береговая линия (граница водного объекта) определяется:

— для моря по постоянному уровню воды, а в случае периодического изменения уровня воды — по линии максимального отлива;

— для реки, ручья, канала, озера, обводненного карьера — по средне-многолетнему уровню вод в период, когда они не покрыты льдом;

— для пруда, водохранилища — по нормальному подпорному уровню воды;

для болота — по границе залежи торфа на нулевой глубине.

Режим охраны и ограничений хозяйственной деятельности в пределах рыбоохранных зон находится в разработке, однако, исходя из общих природоохранных требований, в рыбоохранной зоне запрещается проведение различных работ, связанных с загрязнением и негативным влиянием на водный объект как среду обитания водных биологических ресурсов.

Разрешаются неотложные работы, обеспечивающие безопасность судоходства, по предотвращению условий, способных вызвать стихийные бедствия, угрожающие гибели людей и населенным пунктам, а также работы по воспроизводству, акклиматизации водных биологических ресурсов, рыбохозяйственной мелиорации, улучшающей условия обитания водных биоресурсов.

Размещение, строительство, реконструкция и ввод в эксплуатацию хозяйственных и иных объектов, производство различных видов работ, а также внедрение новых технологических процессов, влияющих на состояние водных биологических ресурсов и среду их обитания, будет осуществляться по согласованию с соответствующими органами.

В отношении этой согласованной в установленном порядке и разрешенной деятельности устанавливается особый режим и ограничения хозяйственной деятельности по срокам и местам проведения такой деятельности, исходя из биологических особенностей водных биоресурсов (нереста, нагула, зимовки и миграций).

Ограничение хозяйственной и иной деятельности в рыбоохранных зонах осуществляется с учетом сроков наиболее важных воспроизводственных процессов водных биоресурсов.

В предварительном обзоре Водного кодекса, в части положений, связанных с функционированием рыбохозяйственного комплекса (Росрыболовство), разъясняется, что установление водоохранных зон и прибрежных защитных полос направлено на предотвращение негативного воздействия на водные объекты и объекты животного мира при осуществлении хозяйственной деятельности. При этом статья 48 Закона о рыболовстве предусматривает также наличие рыбоохранных зон. Учитывая, что установление и водоохранных, и рыбоохранных зон связано с ограничением хозяйственной и иной деятельности на прилегающих к водным объектам территориям, а также то, что водоохранные зоны направлены на сохранение среды обитания водных биоресурсов и других объектов животного и растительного мира, рыбоохранные зоны не должны быть меньше водоохран-

ных зон. И водоохранная, и рыбоохранная зоны по своей сути являются особо охраняемыми природными территориями и подпадают под сферу регулирования ФЗ от 14 марта 1995 г. №3–ФЗ "Об особо охраняемых природных территориях" (далее — Закон об ООПТ).

В действующем Водном кодексе отсутствует норма о том, что минимальная ширина водоохранных зон водных объектов, для которых установлены запретные полосы лесов, защищающие нерестилища ценных промысловых видов рыб, принимается равной ширине этих полос.

3.9. Рыбохозяйственные заповедные зоны

Согласно статье 49 Водного кодекса рыбохозяйственной заповедной зоной является водный объект или его часть с прилегающей к ним территорией, имеющей важное значение для сохранения ценных видов водных биоресурсов и образованная в целях сохранения водных биоресурсов и создания условий для развития рыбоводства и рыболовства, на которых устанавливается особый режим хозяйственной и иной деятельности.

В настоящее время порядок образования рыбохозяйственных заповедных зон разрабатывается Росрыболовством.

По аналогии с установлением рыбоохранных зон процедура подготовки соответствующего решения включает разработку рыбоводно-биологического обоснования, с учетом рыбохозяйственной ценности (категории) водного объекта, с учетом которой может быть установлен особый режим и определены сроки действия ограничения хозяйственной и иной деятельности в создаваемой рыбохозяйственной заповедной зоне.

3.10. Сточные воды и их сброс

Согласно ГОСТ 17.1.3.13–86 сточные воды предприятия формируются в результате поступления в границы его земельного отвода атмосферных осадков и поверхностных вод, отведения дренажных вод, а также при использовании воды для технологических нужд.

Согласно Закону об ООС использование водных объектов для целей сброса сточных вод и (или) дренажных вод осуществляется с соблюдением требований, предусмотренных Водным кодексом и законодательством в области охраны окружающей среды.

Согласно действующим положениям Водного кодекса запрещается:

— сброс в водные объекты и захоронение в них отходов производства и потребления (статья 56);

— сброс в водные объекты сточных вод, содержание в которых радиоактивных веществ, пестицидов, агрохимикатов и других опасных для здоровья человека веществ и соединений превышает нормативы допустимого воздействия на водные объекты (статья 56);

— сброс в водные объекты сточных вод, не подвергшихся санитарной очистке, обезвреживанию (исходя из недопустимости превышения нормативов допустимого воздействия на водные объекты и нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водных объектах), а также сточных вод, не соответствующих требованиям технических регламентов (статья 60);

— сброс в водные объекты сточных вод, в которых содержатся возбудители инфекционных заболеваний, а также вредные вещества, для которых не установлены нормативы предельно допустимых концентраций (статья 60).

Проведение на водном объекте работ, в результате которых образуются твердые взвешенные частицы, допускается только в соответствии с требованиями законодательства Российской Федерации (статья 56 Водного кодекса).

Сброс сточных вод и (или) дренажных вод может быть ограничен, приостановлен или запрещен по основаниям и в порядке, которые установлены федеральными законами.

Общие требования к охране окружающей среды реализуются путем установления нормативов в области окружающей среды, т.е. установленных нормативов качества окружающей среды и нормативов допустимого воздействия на нее, при соблюдении которых обеспечивается устойчивое функционирование естественных экологических систем и сохраняется биологическое разнообразие.

Водный Кодекс предусматривает разработку нормативов допустимого воздействия на водные объекты.

В соответствии с пунктом 2 постановления Правительства РФ от 30 декабря 2006 года №881 "О порядке утверждения нормативов допустимого воздействия на водные объекты) разработаны и утверждены Методические указания по разработке нормативов допустимого воздействия на водные объекты (приказ МПР России от 12.12.2007 №328, регистрация в Минюсте РФ 23 января 2008 г. № 10974).

В соответствии с пунктом 2 постановления Правительства РФ от 23 июля 2007 года № 469 "О порядке утверждения нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей" разработана и утверждена Методика разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей (приказ МПР России от 17 декабря 2007 года № 333, регистрация в Минюсте России 21 февраля 2008 г., № 11198).

Нормативы предельно допустимых концентраций химических веществ, иных веществ и микроорганизмов — нормативы, которые установлены в соответствии с показателями предельно допустимого содержания химических веществ, иных веществ и микроорганизмов в окружающей среде и несоблюдение которых может привести к загрязнению окружающей среды, деградации естественных экологических систем.

Лимиты на сбросы загрязняющих веществ — ограничения сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду, установленные на период проведения мероприятий по охране окружающей среды, в том числе внедрения наилучших существующих технологий, в целях достижения нормативов в области охраны окружающей среды.

Согласно Закону о рыболовстве разрабатываются нормативы качества воды и требования к водному режиму водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения (статья 47). Порядок разработки и утверждения нормативов предельно допустимых воздействий на водные объекты утвержден постановлением Правительства РФ от 25.01.2006 г. № 33.

Согласно постановлению Правительства РФ от 12 июня 2003 г. № 344 установлены нормативы платы за сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления.

Сброс в водные объекты рыбохозяйственного значения и рыбоохранные зоны вредных веществ, предельно допустимые концентрации которых для рыбохозяйственных водных объектов не установлены, запрещается (статья 47 Закона о рыболовстве).

Установление требования к водному режиму водных объектов рыбохозяйственного значения (ограничение объема безвозвратного изъятия поверхностных вод, обеспечение оптимального уровня воды и сбросов вод в рыбохозяйственных целях) должно обеспечивать сохранение водных биоресурсов (статья 47 Закона о рыболовстве).

Согласно Правилам охраны поверхностных вод (1991), утративших силу в связи с принятием нового Водного кодекса, но фактически продолжающих действовать в связи с отсутствием иных нормативных документов:

— при сбросе сточных вод или при других видах хозяйственной деятельности, влияющих на состояние рыбохозяйственных водотоков и водоемов, нормы качества воды в водных объектах и ее природный состав и свойства должны соблюдаться в пределах всего рыбохозяйственного участка. Эти нормы должны соблюдаться, начиная с контрольного створа, определяемого в каждом конкретном случае, но не далее, чем в 500 метрах от места сброса сточных вод или расположения других источников примесей, влияющих на качество воды (мест добычи полезных ископаемых, производства работ на водном объекте и т.п.);

— водный объект или его участок считается загрязненным, если в местах водопользования не соблюдаются нормы качества воды в водном объекте.

Согласно Методическому руководству по биотестированию воды, утвержденному постановлением Госкомприроды СССР № 37 от 06.08.90 г. (РД 118–02–90) биотестирование проводят для определения токсичности сточной воды на сбросе в водный объект, воды в контрольном и других створах водопользования с целью проверки соответствия качества воды следующим нормативным требованиям:

— сточные воды на сбросе не должны оказывать острого токсического действия;

— вода в контрольном и других створах водопользования не должна оказывать хронического токсического действия на тест-объекты (ракообразные, водоросли, рыбы).

3.11. Рыбохозяйственные требования к содержанию в воде взвешенных веществ

Установленные условия сброса сточных вод и водоохраные требования к различным видам хозяйственной деятельности должны обеспечить нормативное качество воды в водных объектах рыбохозяйственного значения или, при их превышении, сохранение состава и свойств воды, сложившихся под влиянием природных процессов.

Согласно действующему Перечню рыбохозяйственных нормативов предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих ры-

бохозяйственное значение (1999), при сбросе сточных вод и производстве работ на водном объекте:

— содержание взвешенных веществ в контрольном створе не должно увеличиваться по сравнению с естественными условиями более чем на 0.25 мг/л для водоемов высшей и первой рыбохозяйственной категории и более чем на 0.75 мг/л для водоемов второй рыбохозяйственной категории;

— для водоемов, содержащих в межень более 30 мг/л природных взвешенных веществ, допускается увеличение содержания их в воде в пределах 5%;

— сточные воды, содержащие взвешенные вещества со скоростью осаждения более 0.4 мм/сек, запрещается сбрасывать в водотоки и более 0.2 мм/сек — в водоемы. На практике в условиях Камчатки это означает запрет на сброс минеральных взвесей с размерами частиц более 0.04–0.06 мм и 0.08–0.12 мм, соответственно.

3.12. Рыбоводно-мелиоративные мероприятия

Согласно статье 44 Закона о рыболовстве рыбохозяйственная мелиорация включает мероприятия по улучшению показателей гидрологического, гидрогеохимического, экологического состояния водных объектов в целях создания условий для сохранения и рационального использования водных биоресурсов.

Согласно разрабатываемым Правилам проведения рыбохозяйственной мелиорации водных объектов (2009) проекты мероприятий по рыбохозяйственной мелиорации водных объектов формируются на основании рекомендаций научно-исследовательских организаций и программ работ по рыбохозяйственной мелиорации, планируемых пользователями рыбопромысловых участков.

Программы работ по рыбохозяйственной мелиорации, планируемых пользователями рыбопромысловых участков, должны содержать перечень намеченных мелиоративных работ с указанием планируемых мест и сроков, методах и способах их проведения, а также обоснования целесообразности их проведения и информацию о предполагаемых источниках и объемам финансового обеспечения данных работ.

Проведение мелиоративных работ осуществляется в соответствии с требованиями законодательства в области охраны окружающей среды.

3.13. Требования по предотвращению гибели животных

В соответствии с Требованиями по предотвращению гибели объектов животного мира при осуществлении производственных процессов, а также при эксплуатации транспортных магистралей, трубопроводов, линий связи и электропередачи, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 13 августа 1996 г. № 997, запрещается (I, п. 3) (далее — Требования по предотвращению гибели объектов животного мира):

— выжигание растительности, хранение и применение ядохимикатов, удобрений, химических реагентов, горюче-смазочных материалов и других опасных для объектов животного мира и среды их обитания материалов, сырья и отходов производства без осуществления мер, гарантирующих предотвращение заболеваний и гибели объектов животного мира, ухудшения среды их обитания;

— установление сплошных, не имеющих специальных проходов заграждений и сооружений на путях массовых миграций животных;

— устройство в реках или протоках запаней или установление орудий лова, размеры которых превышают две трети ширины водотока;

— расчистка просек под линиями связи и электропередачи вдоль трубопроводов от подроста древесно-кустарниковой растительности в период размножения животных.

Данные Требования по предотвращению гибели объектов животного мира утверждаются органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации с учетом их природных и других особенностей.

3.14. Требования по обеспечению свободной миграции рыб

Согласно Требованиям по предотвращению гибели объектов животного мира (Постановление Правительства РФ № 997 от 13.08.1996):

— запрещается хранение и применение горюче-смазочных материалов и других опасных для объектов животного мира и среды их обитания материалов, сырья и отходов производства без осуществления мер, гарантирующих предотвращение заболеваний и гибели объектов животного мира, ухудшения среды их обитания (п. 3);

— запрещается установление сплошных, не имеющих специальных проходов заградений и сооружений на путях массовой миграции животных (п. 3);

— при сбросе производственных и иных сточных вод с промышленных площадок должны предусматриваться меры, исключающие загрязнение водной среды. Запрещается сброс любых сточных вод в местах нереста, зимовки и массовых скоплений водных и околводных животных (п. 21);

— при пересечении транспортными магистралями мелких рек и ручьев (поверхностных водотоков) должна обеспечиваться свободная миграция рыб и наземных животных (п. 26);

— при пересечении трубопроводом верховий рек и ручьев устраивается эстакада (п. 29);

— трубопроводы не должны пересекать нерестилища и зимовальные ямы рыб (п. 29);

— в месте пересечения водного объекта, участка концентрации наземных животных или на путях их миграции трубопровод должен оснащаться техническими устройствами, обеспечивающими отключение поврежденного в результате аварии участка трубопровода (п. 30);

— после завершения строительства, реконструкции или ремонта трубопровода запрещается оставлять неубранные конструкции, оборудование и незакрытые участки траншеи (п. 31);

— при проектировании и строительстве трубопроводов должны обеспечиваться меры защиты объектов животного мира, включая ограничение работ на строительстве трубопроводов в периоды массовой миграции, в местах размножения и линьки, выкармливания молодняка, нереста, нагула и ската молоди рыбы (п. 32);

— запрещается превышение нормативов предельно допустимых уровней воздействия электромагнитных полей и иных вредных физических воздействий линий электропередачи на объекты животного мира (VII, п. 36).

Согласно строительным нормам и правилам (СНиП 2.06.07-87) при проектировании водоотводных каналов, кульвертов и других водопропускных сооруже-

ний, могущих создавать преграды для миграции рыб, необходимо предусматривать рыбопропускные сооружения.

3.15. Рыбозащитные сооружения

Согласно статье 61 Водного кодекса водопользователи, использующие водные объекты для забора (изъятия) водных ресурсов, обязаны принимать меры по предотвращению попадания рыб и других водных биологических ресурсов в водозаборные сооружения.

Орошение, в том числе с использованием сточных вод, качество которых соответствует требованиям нормативов допустимого воздействия на водные объекты, осушение и другие мелиоративные работы должны проводиться одновременно с осуществлением мероприятий по охране окружающей среды, по защите водных объектов и их водосборных площадей.

Правила использования водных ресурсов водохранилища должны содержать, помимо прочего, состав и краткое описание рыбозащитных и рыбопропускных сооружений (статья 45 Водного кодекса).

Водный кодекс предусматривает обязанность водопользователей принимать меры по сокращению потерь и сбросов воды из мелиоративной сети, предотвращению попадания в рыбы в мелиоративную сеть при заборе (изъятии) водных ресурсов для любых нужд.

Требования по предотвращению гибели объектов животного мира регламентируют производственную деятельность в целях предотвращения гибели объектов животного мира, обитающих в условиях естественной свободы, в результате изменения среды обитания и нарушения путей миграции; попадания в водозаборные сооружения, узлы производственного оборудования, под движущийся транспорт и сельскохозяйственные машины; строительства промышленных и других объектов, добычи, переработки и транспортировки сырья; столкновения с проводами и электрошока, воздействия электромагнитных полей, шума, вибрации; технологических процессов животноводства и растениеводства.

В частности, Требования по предотвращению гибели объектов животного мира устанавливают, что при отборе воды из водоемов и водотоков должны предусматриваться меры по предотвращению гибели водных и околородных животных (выбор места водозабора, тип рыбозащитных устройств, возможный объем воды и другие), согласованные со специально уполномоченными государственными органами по охране, контролю и регулированию использования объектов животного мира и среды их обитания.

Также действует Инструкция о порядке осуществления контроля за эффективностью рыбозащитных устройств и проведения наблюдений за гибелью рыбы на водозаборных сооружениях (приказ Комитета РФ по рыболовству № 53 от 7.04.1995 г., зарегистрирован в Минюсте 27.04.1995 г. № 846).

3.16. Требования к прокладке трубопроводов через реки и ручьи

Исчерпывающие данные по строительству трубопроводов с природоохранными мероприятиями должны быть представлены уже в составе технико-экономического обоснования (ТЭО) на строительство в соответствии с требованиями природоохранного законодательства (Закон об ООС) и на основе выпол-

нения оценки воздействия на окружающую среду и уточнены на последующих стадиях проектирования (Временная инструкция ..., 1990).

Нормы отвода земель для магистральных трубопроводов определяются документом СН 452–73.

Определение створа перехода на участке реки, выбранном комиссией, осуществляет проектная организация после выполнения русловой съемки (ВСН 163–83 Учет деформаций речных русел и берегов водоемов в зоне подводных переходов магистральных трубопроводов (нефтегазопроводов)), инженерно-геологических изысканий с учетом обязательного заглубления забалластированного трубопровода не менее 0.5 м ниже линии прогнозируемой на 25 лет деформации русла реки после окончания строительства перехода, но не менее 1 м от естественных отметок дна водоема (СНиП 2.05.06–85 Магистральные трубопроводы).

Согласно действующим нормам проектирования магистральных газопроводов (СНиП 2.05.06–85) подводные переходы следует проектировать только на основе инженерных изысканий, срок давности которых не превышает два года. В действующих нормах проектирования подводных трубопроводов обращено особое внимание на тщательность изучения гидрологических и геологических характеристик каждой водной преграды с прогнозированием деформации русла и берегов водоемов в течение не менее 25 лет с начала эксплуатации переходов.

Для прогнозирования деформации дна русел, переформирования берегов и диапазона плановых и глубинных изменений инженерно-геологическая съемка участка перехода должна охватывать площадку строительства и примыкающие к ней прибрежные участки в пределах зоны возможных деформаций и переформирования берегов (от 2 до 10 км во все стороны от створа перехода или с захватом на реках одной излучины вверх и вниз по течению) (СНиП 1.02.07–87). В результате должна быть определена линия прогнозируемого размыва русла и переформирования берегов на участках переходов на весь срок их эксплуатации с обязательным учетом гранулометрического состава грунтов, используемых для обратной засыпки траншей.

В РАО «Газпром» существует ведомственный нормативно-технический документ - Регламент выполнения экологических требований при размещении, проектировании, строительстве и эксплуатации подводных переходов магистральных газопроводов (1988) (далее — Регламент). Этот документ является руководящим документом (РД) отрасли и обязателен для подведомственных ему организаций, предприятий, осуществляющих проектирование, строительство, эксплуатацию, реконструкцию и ремонт подводных переходов газопроводов, а также специализированных организаций, выполняющих эти работы по договорам с организациями предприятиями РАО «Газпром». Регламент разработан в целях обеспечения экологической безопасности при строительстве и эксплуатации подводных переходов магистральных газопроводов, которая достигается путем:

— стабилизации гидрологических и инженерно-геологических условий на участках подводных переходов посредством снижения опасности процессов размывов дна и берегов, эрозионных, оползневых, криогенных и других процессов;

— сведения до минимума риска возникновения на подводных переходах аварийных ситуаций из-за воздействия природных факторов;

— сохранности водоемов как объектов рыбохозяйственного значения.

При определении отрицательных последствий воздействия на окружающую среду водных преград при строительстве подводных переходов (Положение

..., 2000; Временная ..., 1990) должны быть предусмотрены способы их снижения (предупреждения) с учетом выполнения технических и технологических мероприятий и требований данного Регламента (1995).

При выборе створов подводных переходов на горно-предгорных реках с пойменным и долинным блужданием русел следует учитывать необходимость заглубления трубопровода по всей зоне блуждания русла на данном участке (Регламент, 1995). Створы переходов следует размещать на участках водоемов, которые характеризуются:

- меньшей шириной водоема при среднем уровне воды;
- плавностью подводного и надводного рельефа;
- отсутствием оползневых и просадочных явлений на береговых склонах;
- наименьшими деформациями над- и подводного склонов берегов;
- меньшими вдольбереговыми перемещениями наносов;
- отсутствием или минимальным наличием скальных пород.

Предпочтительно створы переходов располагать там, где берега и поймы сложены крупнообломочными, гравийно-галечниковыми или песчаными грунтами, глубоко залегают грунтовые воды, отсутствуют или слабо развиты мерзлотные процессы. Следует избегать участков косогорьев с льдонасыщенными глинистыми и переувлажненными пылеватými грунтами, мест образования заторов и зажоров льда, берегов с развивающимися на них оползневыми процессами.

В целях обеспечения экологической безопасности при эксплуатации подводных переходов следует предусматривать:

- крепление береговых склонов с учетом нагрузок на них при воздействии воды как на гидротехнические сооружения откосного типа (СНиП 2.06.04–82);
- сроки и способы производства работ на реках с учетом биологических ритмов ихтиофауны (нерест, миграция рыб и др.) (СНиП 3.02.01–87);
- применение защитных экранов и устройств, перекрывающих полосу русла в зоне работы и предотвращающих распространение мелких фракций разрабатываемого грунта и загрязнение ими водоемов (Регламент, 1995);
- границы отвалов грунта с учетом его складирования, исключаящего растекание или слив в реку посредством обвалования (Регламент, 1995);
- исключение сброса грунта в воду при разработке подводных траншей на малых переходах, особенно в зимний период (Регламент, 1995);
- использование грунта, извлекаемого из подводных траншей, для обратной засыпки, а также возможность замены его грунтом неразмываемых течением фракций (Регламент, 1995);
- исключение изъятия грунта для обратной засыпки непосредственно из дна реки на участке перехода, приводящее к изменению руслового режима реки и, соответственно, не учтенному в проекте воздействию на подводный трубопровод (Регламент, 1995).

Требованиями строительных норм на земляные сооружения (раздел «Охрана природы») в проекте организации строительства перехода (СНиП 3.02.01–87) предусматривают следующие правила:

- должна быть предусмотрена необходимость снятия плодородного слоя почвы с учетом его плодородия (в соответствии с действующими государственными стандартами), его перемещения и надежного хранения в отвалах для последующего использования при рекультивации;

- снятие и нанесение плодородного слоя почвы осуществляется в период, когда он находится в нёмёрзлом состоянии;

- для предотвращения развития опасных оползневых процессов, образования оврагов на береговых склонах должны быть заложены технические решения по сбору и отводу поверхностных и грунтовых вод, исключаящие опасность их стока по траншеям вдоль ниток укладываемых трубопроводов;

- при срезе крутых склонов (с крутизной более 3°) на берегах рек, особенно северных, следует предусматривать технические решения по снижению опасности активизации водной и термоэрозии и оврагообразования;

- время простаивания раскрытых траншей перед укладкой в них трубопроводов должно быть сокращено до минимума в целях предупреждения значительных разрушений откосов траншей и их оплывания под воздействием осадков, грунтовых и поверхностных вод.

Заказчик осуществляет жесткий контроль за (Регламент, 1995):

- качеством (особенно плотностью) обратной засыпки пойменных и береговых траншей;

- отсутствием перегрузки берегового склона отвалами неиспользованного при обратной засыпке грунта;

- восстановлением существовавшего до начала строительства перехода системы местного стока, расчисткой русел и ложбин водотоков от грунта, попавшего в них во время земляных работ.

В соответствии с Регламентом (1995) надежная инженерная защита береговых склонов на участках подводных переходов обеспечивается:

- квалифицированной оценкой и прогнозированием всех опасных природных факторов воздействия на береговые склоны в пространстве и во времени как в естественных природных условиях, так и в процессе строительства и эксплуатации проектируемых переходов;

- исключением опасности обвала или оползня берегового склона за счет перегрузки его отвалами грунта от разработки траншеи;

- исключением использования легкоразмываемых грунтов для обратной засыпки траншей на береговых склонах;

- применением специальных берегозащитных покрытий. Ко всем берегозащитным конструкциям предъявляются общие требования: сплошность, устойчивость к сдвигу, гибкость для плотного прилегания покрытия к основанию.

Границы берегоукрепительных работ закрепляются (Регламент, 1995):

- установкой опорных знаков и проверкой качества засыпки приурезных и береговых траншей до отметок укладки берегозащитных покрытий, а также планировкой откоса выше проектного уровня воды и разравниванием его в подводной части;

- отсыпкой гравия и щебня, наброски камня, укладкой крупноразмерных железобетонных плит после устройства упора (из железобетона или призмы из камня) снизу вверх.

Устройство берегоукрепления на переходах рекомендуется осуществлять в период плюсовой температуры воздуха, отсутствия значительных атмосферных осадков, вне периодов ледохода и паводков, с полным исключением опасности загрязнения почв, грунтов, воды отходами ГСМ как в границах выполнения инженерной защиты берегов, так и за их пределами.

Экологические требования при сооружении временных дорог и проездов к переходам:

— при разработке транспортной схемы доставки труб, техники и грузов должны быть предусмотрены решения по исключению повреждения растительно-покровного слоя за пределами отведенных участков, а также по устройству переездов через малые водотоки, с обязательным пропуском под ними воды без нарушения их гидрологического режима (Регламент, 1995);

— новые протоки, каналы, дамбы и т.д. должны быть оборудованы откосами, приведенные в состояние пригодное для ведения рыбного хозяйства. Откосы рыбохозяйственных водоемов должны быть спланированы: подводные до глубины 3 м — не круче 10°, надводные на высоту до 2 м — не круче 5°, а более 2 м — до 30° (Нормы ..., 1977). Устройство насыпи автодороги и струеотклоняющих дамб следует выполнять одновременно, а отсыпку стариц и проток производить без нарушения растительности и дернового покрова окружающей местности. Следует также обеспечить благоприятные условия для естественного зарастания засыпанных стариц, проток и откосов древесной порослью.

Государственный контроль соблюдения порядка установления режима хозяйственной и иной деятельности в пределах водоохранных зон и прибрежных защитных полос возлагается на, бассейновые и другие органы управления использованием и охраной водного фонда МПР РФ, специально уполномоченные государственные органы в области охраны окружающей природной среды в пределах их полномочий.

Заказчик осуществляет контроль берегоукрепительных работ согласно проекту. Приемка построенных подводных переходов без крепления берегов не допускается. Состояние берегоукрепления на каждом переходе контролируется службой эксплуатации магистрального газопровода ежегодно, после прохождения паводков (Регламент, 1995).

Производственный экологический контроль выполнения экологических требований при строительстве подводных переходов осуществляется в соответствии со статьей 71 ФЗ "Об охране окружающей природной среды" службой экологического контроля (ВСН 014–89). В задачу службы производственного экологического контроля входит проверка выполнения всех экологических требований и природоохранных мероприятий, предусмотренных Регламентом (1995) при строительстве переходов, особенно при производстве подводных земляных работ. В своей деятельности служба производственного контроля руководствуется Законом об ООС, Регламентом (1995) и проектами организации строительства переходов и производства работ. Затраты на содержание службы производственного экологического контроля предусматриваются в сметной документации строительства магистрального газопровода. Порядок организации и проведения производственного экологического контроля при сооружении подводных переходов утверждает заказчик строительства магистрального газопровода (Регламент, 1995). Указания представителя службы производственного экологического контроля обязательны для руководителя строительства перехода, на котором лежит персональная ответственность за выполнением природоохранных мероприятий (ВСН 014–89. Должностные лица службы производственного экологического контроля имеют право (Регламент, 1995):

— при сооружении переходов контролировать выполнение экологических требований Регламента, природоохранительного законодательства, а также природоохранных технических мероприятий, предусмотренных проектами;

— требовать от руководителей строительства устранения выявленных при сооружении подводных переходов нарушений экологических требований;

— информировать заказчика о необходимости приостановления работ на переходе и привлечения виновных к ответственности при грубых нарушениях экологических требований и невыполнении указаний службы производственного экологического контроля.

Руководитель службы производственного экологического контроля несет ответственность за полноту и точность всей информации по экологическим наблюдениям на участках строящихся и действующих подводных переходов и своевременность ее представления. В случаях резких и опасных изменений природных условий на участках переходов он обязан немедленно представить срочную оперативную информацию руководству предприятия (Регламент, 1995).

3.17. Сохранение плодородного слоя почвы и рекультивация земель

Основными законодательными актами, регулирующими сохранение почвенного покрова и рекультивацию земель, являются:

— Земельный Кодекс РФ от 25.10.2001 № 136-ФЗ (ст.ст. 13, 56, 88);

— закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ст.ст. 37–40, 42–44, 46);

— приказ Министерства охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ № 525 и Комитета РФ по земельным ресурсам и землеустройству № 67 от 22 декабря 1995 года «Об утверждении основных положений о рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы»;

— постановление Правительства РФ от 23 февраля 1994 г. № 140 «О рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы».

В этих документах прописаны основные положения по сохранению почв и рекультивации, а также возложена ответственность за это на собственников земельных участков, землепользователей, землевладельцев и арендаторов земельных участков (ст. 13 Земельного кодекса РФ). К вышеперечисленным законодательным актам можно добавить также Закон «О недрах», Лесной и Водный кодексы и др.

Существуют также многочисленные ведомственные и межведомственные методики, инструкции и другие нормативные документы, касающиеся сохранения и правил снятия почвенного покрова и рекультивации земель при проведении различных видов работ:

— распоряжение министерства транспорта РФ от 14.04.2003 г. № ОС–339–р «О введении в действия пособия дорожного мастера по охране окружающей среды»;

— регламент организации работ по охране окружающей среды при строительстве скважин (Утв. Минтопэнерго и Госкомэкологией в 2000 г.);

— инструкция по рекультивации земель, нарушенных и загрязненных при аварийном и капитальном ремонте магистральных нефтепроводов. РД 39–00147105–006–97 (Утв. 06.02.1007 г. ОАО «Транснефть»).

А также целый ряд ГОСТов:

— ГОСТ 17.5.1.01–83 Охрана природы. Рекультивация земель. Термины и определения;

— ГОСТ 17.5.1.02–85 Охрана природы. Земли. Классификация нарушенных земель для рекультивации;

— ГОСТ 17.5.1.03–86 Охрана природы. Земли. Классификация вскрышных и вмещающих пород для биологической рекультивации земель;

— ГОСТ 17.5.3.04–83 Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель;

— ГОСТ 17.5.3.05–84 Охрана природы. Рекультивация земель. Общие требования к землеванию;

— ГОСТ 17.5.3.06–85 Охрана природы. Земли. Требования к определению норм снятия плодородного слоя почвы при производстве земляных работ;

— ГОСТ 17.4.3.02–85 Охрана природы. Почвы. Требования к охране плодородного слоя почвы при производстве земляных работ.

Техническая рекультивация территории предусматривает выполнение следующих мероприятий:

— очистка территории от строительного мусора;

— восстановление системы местных стоков, существовавших ранее;

— планировка территорий, засыпка эрозионных форм (оврагов, промоин) и просадок грунта слоями до 1 м, с укладкой в головы оврагов эрозионно-устойчивых грунтов (глина, крупнозернистый песок, щебень);

— восстановление плодородного слоя почвы.

Техническая рекультивация, в первую очередь, должна быть осуществлена:

— на участках опасных эрозионных процессов: оползневых, обвальных и др.;

— на береговых участках подводных переходов на малых реках, где были устроены временные переезды, перемычки для прохода транспортных средств и строительной техники;

— на других участках в районе сооружения переходов, нарушенных и загрязненных в период производства работ, строительства руслоотводов и др.

В соответствии с требованиями строительных норм на земляные сооружения (раздел «Охрана природы») в проекте организации строительства должны быть предусмотрены (СНиП 3.02.01–87. Земляные сооружения. Основания и фундаменты):

— необходимость снятия плодородного слоя почвы с учетом его плодородия (в соответствии с действующими государственными стандартами), его перемещения и надежного хранения в отвалах для последующего использования при рекультивации;

— осуществление снятия и нанесения плодородного слоя почвы в период, когда он находится в нёмёрзлом состоянии.

Плодородный слой почвы, если его мощность на площади не менее 0.1 га составляет не менее 0.1 м, следует снимать селективно, складировать и хранить в условиях, исключающих ухудшением его качества (смешения с подстилающими породами, загрязнение материалами и жидкостями и т.п.) в соответствии с требованиями ГОСТ 17.4.3.02–85 для последующего использования в качестве корнеобитаемого слоя при рекультивации.

Уклон рекультивируемой местности не должен превышать 3–5°, а объем потенциально-плодородных пород или почвы при содержании в них фракции меньше 1 мм не менее 20–30 % быть достаточным для создания корнеобитаемого слоя на всех рекультивируемых землях. В случаях, когда уклон местности превышает 5° или техногенный комплекс представлен элементами с резко раз-

личными высотными отметками, на рекультивируемой поверхности следует создавать террасы.

Для предотвращения многократного затопления и последующего размыва корнеобитаемого слоя спланированная поверхность должна иметь превышение (с учетом его мощности) над средним многолетним уровнем паводковых вод не менее 0.5 м.

Биологическая рекультивация на участках большой протяженности заключается во внесении минеральных и органических удобрений, сплошной культивации, их предпосевном прикатывании для уплотнения, посеве семян многолетних быстрорастущих растений.

3.18. Организация мониторинга, его цели и задачи

В соответствии со статьей 63 Закона об ООС целью экологического мониторинга является «наблюдение за состоянием окружающей среды, в том числе в районах расположения источников антропогенного воздействия, и воздействием этих источников на окружающую среду, а также обеспечение потребностей государства, юридических и физических лиц в достоверной информации, необходимой для предотвращения и (или) уменьшения неблагоприятных последствий изменения состояния окружающей среды».

Варианты мониторинга как системы регулярных наблюдений за состоянием окружающей среды зависят от конкретных задач, ситуаций, сроков, масштабов, интенсивности воздействия и т.д. Ввиду важности для Камчатки вопросов, связанных с охраной рыбных ресурсов, экологический рыбохозяйственный мониторинг водотоков в зоне влияния хозяйственной деятельности по согласованию с территориальными органами Росрыболовства выделяется из общей программы мониторинга состояния окружающей среды в самостоятельное направление, включающее (Патин, 1997):

— *мониторинг источников загрязнения* включает измерения и наблюдения, которые выполняются непосредственно в производственной сфере (контроль и учет параметров сбросов, атмосферных выбросов и пр.) и которые называют, обычно, *производственно-технологическим (эксплуатационным) мониторингом*;

— *локальный (оперативный) мониторинг* — система оценки экологической ситуации и последствий хозяйственной деятельности на ограниченных участках, подверженных прямому и сильному техногенному воздействию, например при прокладке дорог через реки, сброса сточных вод в водотоки и др. Он предназначен для выявления зон и критичности нарушений биотических и абиотических характеристик среды в зависимости от интенсивности воздействия, а также для контроля за соблюдением природоохранных правил, норм и требований;

— *региональный (субрегиональный) мониторинг* включает периодические крупномасштабные наблюдения путем выполнения съемок по стандартной схеме с целью оценки текущего состояния и выявления долговременных трендов изменения основных параметров водных экосистем под влиянием природных и антропогенных факторов. По своим целям, задачам и методологии региональный мониторинг приближается к долгосрочным исследовательским программам экосистемного характера;

— *фоновый мониторинг* интактных районов, водотоков и уязвимых видов. Этот тип мониторинга предполагает периодические долговременные на-

блюдения в районах, где хозяйственная деятельность запрещена или сведена к минимуму (биосферные заповедники, заказники, места обитания редких и исчезающих видов). Такой мониторинг ориентирован обычно на получение информации о фоновых (глобальных) характеристиках качества среды или о состоянии популяций уязвимых видов, например, краснокнижного вида - камчатской семги. На конкретных водотоках фоновый мониторинг целесообразно проводить до начала хозяйственной деятельности с целью регистрации исходного состояния природной среды и использования полученных данных в качестве точки сравнения.

Таким образом, если исходить из главных целевых установок, то следует различать два основных типа экологического мониторинга. «*Обзорно-диагностический*» мониторинг заключается в выявлении (диагностике) кумулятивных экологических эффектов и последствий, обычно медленно нарастающих (и потому трудно уловимых) и постепенно охватывающих все более обширные акватории и территории. К этому типу мониторинга можно отнести, например, оценку экологической ситуации в прилегающих водотоках в результате хронического загрязнения и другие подобные наблюдения экосистемного порядка, основанные на сборе и анализе результатов регулярных исследований и больших массивов накопленной экологической информации.

Мониторинг «*соответствия*» заключается в обнаружении отклонений от заранее установленных критериев (например, стандартов и норм качества среды или лимитов на сброс отходов) и оценке степени достоверности прогнозических сценариев развития экологической ситуации (например, при сбросах сточных вод, аварийных ситуациях и пр.). Мониторинг «соответствия» чаще всего ограничен локальными и местными масштабами, его результаты служат основой для принятия либо корректировки соответствующих регулирующих мер природоохранного или рыбохозяйственного характера применительно к конкретному (как правило, локальному) источнику воздействия.

Основная цель *эколоγο-рыбохозяйственного мониторинга* - оценка, контроль и прогноз изменений продуктивности водотоков вследствие хозяйственной деятельности, а также разработка компенсационных мероприятий и рекомендаций по уменьшению (а по возможности и устранению) ущерба, наносимого воспроизводству и запасам лососевых рыб. Поскольку снижение рыбопродуктивности рек и, тем более, падение береговых уловов - это поздняя стадия деградации нерестовых рек, когда уже мало что можно изменить, целью рыбохозяйственного мониторинга является не регистрация снижения рыбопродуктивности, а ранняя диагностика надвигающихся антропогенных перемен.

Основные задачи *эколоγο-рыбохозяйственного мониторинга* (Патин, 1997):

- идентификация реальных или потенциально возможных факторов (источников) воздействия в районе мониторинга с учетом аналогичных прецедентов в других местах;

- регулярные наблюдения за состоянием среды и биоты с целью выявления и количественной регистрации изменений среды и биологических нарушений в организмах, популяциях и сообществах;

- установление причинно-следственных связей между зафиксированными биологическими эффектами (откликами) и факторами воздействия;

- достоверная оценка реального воздействия проекта на окружающую среду и конкретные виды биоресурсов;

- своевременное информирование стороны, ведущей хозяйственную деятельность, и государственных природоохранных органов о состоянии окружающей среды и воздействии производственных объектов на окружающую среду и конкретные виды биоресурсов;

- принятие хозяйствующей стороны и государственными природоохранными органами мер регулирующего характера, включая изменения в производственно-технологической сфере, корректировку норм и критериев на сброс, обоснование (в случае необходимости) ограничительных и превентивных мер и регулярный мониторинг соответствия реализации проекта с установленными природоохранными нормами и правилами.

Для оценки реального воздействия хозяйственной деятельности мониторинговые исследования водотоков в зоне техногенного влияния разделяются на три периода:

- период до начала интенсивного строительства для уточнения фоновых параметров среды и биоты;

- период начала и максимальной интенсивности строительных работ для оценки пикового воздействия и исходного состояния среды перед началом эксплуатации объектов;

- период завершения строительства и плановой работы.

В дополнение к эколого-рыбохозяйственному мониторингу в периоды строительства и эксплуатации осуществляется сбор информации по следующим направлениям:

- определение соответствия состояния окружающей среды на данном участке водного объекта проектной документации и материалам изысканий перед началом строительства;

- контроль соблюдения природоохранных требований и правил в ходе строительства, обеспечивающих экологичность проектных решений и максимальную сохранность водного объекта;

- контроль качества рекультивации дна и берегов водного объекта, а также поверхности пойменных массивов в пределах земельного отвода.

После консервации предприятия или рекультивации участка работ предусматривается:

- визуальное обследование русел, пойм и берегов рек для оценки качества проведения рекультивационных работ и выявления случаев не восстановленного нарушения рельефа русел и поймы, откосов каналов, склонов оврагов и балок;

- контроль эффективности работ по технической и биологической рекультивации прибрежных защитных полос, выявление случаев возникновения и активизации процессов эрозии и оползней на склонах берегов и долин;

- контроль восстановления существовавшей до начала строительства системы местного стока, расчисткой русел и ложбин водотоков от грунта, попавшего в них во время земляных работ.

Методически эколого-рыбохозяйственный мониторинг разделяется на два направления:

- традиционно применяемый метод аэровизуальных наблюдений за распределением производителей лососей и состоянием их нерестилищ, служащий для регистрации долговременных и масштабных изменений в водотоках, прилегающих к территории предприятия. При применении данного метода следует понимать, что численность лососей может значительно изменяться под

действием естественных причин, поэтому количественно выделить “вклад” негативно воздействующего объекта в динамику численности обитающих в реке лососей - сложная задача. Она может быть, например, решена на основе многолетних рядов аэровизуальных наблюдений за речным бассейном до и после начала работ. Другой подход может быть основан на сравнении многолетних колебаний численности лососей в реках-аналогах, имеющих относительно ненарушенные условия воспроизводства, или на участках рек, расположенных выше и ниже по течению от источника воздействия. Однако во всех случаях имеются ограничения на использование метода аэровизуального учета для оперативного контроля хозяйственной деятельности. Главное ограничение связано с тем, что этим методом снижение численности стада лососей из-за начавшихся работ может быть зарегистрировано только через 5—6 лет (для горбуши через 2 года), когда подойдет на нерест соответствующее поколение лососей, и еще требуется несколько лет для накопления статистически достоверных рядов наблюдений;

— второе направление включает комплекс наземных работ на постоянной сети наблюдательных полигонов на участках рек, примыкающих к объектам и участкам работ. При этом наземные исследования выполняют задачу ранней диагностики надвигающихся антропогенных изменений, а аэровизуальные наблюдения служат для регистрации долговременных процессов в состоянии условий воспроизводства рыб.

Программа рыбохозяйственного мониторинга экологического состояния водотоков разрабатывается с учетом нормативных требований и специальных технических условий к составу и видам инженерно-экологических исследований и в соответствии с правилами контроля качества воды водоемов и водотоков (ГОСТ 17.1.3.07–82). Программа мониторинга состоит из гидроэкологических, гидробиологических, ихтиологических и водно-токсикологических исследований состояния водотоков, находящихся в зоне техногенного влияния.

3.19. Нормативно-методическая и правовая литература

Водный кодекс от 03.06.2006 г. № 74–ФЗ (в ред. от 23.07.2008 г.).

Временная методика оценки ущерба, наносимого рыбным запасам в результате строительства, реконструкции и расширения предприятий, сооружений и других объектов и проведения различных видов работ на рыбохозяйственных водоемах. 1989. (Утв. Госкомприродой СССР 20.10.1989 г.). М.

ВСН 010–88. Строительство магистральных и промысловых трубопроводов (нефтегазопроводов). Подводные переходы. – М.: ВНИИСТ. 1989

ВСН 014–89. Строительство магистральных и промысловых трубопроводов (нефтегазопроводов). Охрана окружающей среды. ВНИИСТ, 1989.

ВСН 163–83. Учет деформаций речных русел и берегов водоемов в зоне подводных переходов магистральных трубопроводов (нефтегазопроводов). – М.: Госгидрометиздат, 1983.

ГОСТ 17.1.2.04–77 Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов.

ГОСТ 17.1.3.07–82 Правила контроля качества воды водоемов и водотоков.

ГОСТ 17.1.3.13–86. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения.

ГОСТ 17.4.2.02–83 «Номенклатура показателей пригодности нарушенного плодородного слоя почв для землевания».

ГОСТ 17.4.3.02–85 Охрана природы. Почвы. Требования к охране плодородного слоя почвы при производстве земляных работ.

ГОСТ 17.4.3.02–85. Почвы. Требования к охране плодородного слоя почвы при производстве земляных работ. — М.: изд-во стандартов, 1985, 3 с.

ГОСТ 17.5.1.01–83 Охрана природы. Рекультивация земель. Термины и определения.

ГОСТ 17.5.1.02–85 Охрана природы. Земли. Классификация нарушенных земель для рекультивации.

ГОСТ 17.5.1.03–86 Охрана природы. Земли. Классификация вскрышных и вмещающих пород для биологической рекультивации земель.

ГОСТ 17.5.1.06–84 Охрана природы. Земли. Классификация малопродуктивных угодий для землевания.

ГОСТ 17.5.3.02–90 Охрана природы. Земли. Нормы выделения на землях государственного лесного фонда защитных полос лесов вдоль железных и автомобильных дорог.

ГОСТ 17.5.3.04–83 Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель.

ГОСТ 17.5.3.05–84 Охрана природы. Рекультивация земель. Общие требования к землеванию.

ГОСТ 17.5.3.06–85 Охрана природы. Земли. Требования к определению норм снятия плодородного слоя почвы при производстве земляных работ.

Закон РФ "О животном мире" от 24.04.1995 г. № 52–ФЗ

Закон РФ "О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов" от 20.12.2004 г. N 166–ФЗ (ред. от 03.12.2008 г.).

Закон РФ "Об особо охраняемых природных территориях" (в ред. ФЗ от 30.12.2001 г. N 196–ФЗ).

Закон РФ «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 г. № 7–ФЗ.

Земельный Кодекс РФ от 25.10.2001 г. № 136–ФЗ.

Инструкция "О порядке осуществления контроля за эффективностью рыбозащитных устройств и проведения наблюдений за гибелью рыбы на водозаборных сооружениях" (приказ Комитета РФ по рыболовству № 53 от 7.04.1995 г., зарегистрирован в Минюсте 27.04.1995 г. № 846).

Инструкция «О требованиях к экологическому обоснованию в предпроектной и проектной документации на строительство объектов хозяйственной и иной деятельности», утвержденной приказом Минприроды России от 29.12.1995 г. № 539.

Лесной кодекс РФ от 04.12.2006 г. № 200–ФЗ.

Методические указания по разработке нормативов допустимого воздействия на водные объекты (приказ МПР России от 12.12.2007 г. № 328, регистрация в Минюсте РФ 23.01.2008 г. № 10974).

Методика разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей (приказ МПР России от 17.12.2007 г., № 333, регистрация в Минюсте России 21.02.2008 г. № 11198).

Нормы технологического проектирования предприятий промышленности нерудных строительных материалов. — Л.: Стройиздат, 1977.

ОДМ 218.011–98. Отраслевая дорожная методика «Автомобильные дороги общего пользования. Методические рекомендации по озеленению автомобильных дорог» (утв. ФДС России от 05.11.1998 г.).

Отраслевой дорожный методический документ. Методические рекомендации по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования (приняты Минтранс РФ от 17.03.2004 г.).

Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение (приказ Госкомрыболовства РФ № 96 от 28.04.1999 г.). — М.: ВНИРО, 1999.

Положение об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в Российской Федерации, 2000 (Приказ Госкомэкологии № 372 от 16.05.2000 г.).

Постановление Правительства РФ № 140 от 23.02.1994 г. «О рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы».

Постановление Правительства РФ № 997 от 13.08.1996 г. «Об утверждении требований по предотвращению гибели объектов животного мира при осуществлении производственных процессов, а также при эксплуатации транспортных магистралей, трубопроводов, линий связи и электропередачи».

Постановление правительства РФ от 06.10.2008 г. № 743 «Об утверждении правил установления рыбоохранных зон».

Постановление правительства РФ от 10.01.2009 г. N 17 «Об утверждении правил установления на местности границ водоохраных зон и границ прибрежных защитных полос водных объектов».

Постановление Правительства РФ от 23.02.1994 г. № 140 «О рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы».

Постановление Федерального горного и промышленного надзора России от 6.06.2003 г. N 71 «Об утверждении Правил охраны недр».

Правила охраны поверхностных вод. Типовые положения. – М.: Госкомприрода, 1991.

Правила проведения рыбохозяйственной мелиорации водных объектов (2009) *(находится в разработке)*.

Правила согласования размещения хозяйственных и иных объектов, а также внедрения новых технологических процессов, влияющих на состояние водных биологических ресурсов и среду их обитания (постановление Правительства РФ от 28.07.2008 г. № 569).

Правила технической и безопасной эксплуатации конденсатопродуктопроводов ВРД 39–1.10–049–2001. (Утв. 09.07.2001 г. ОАО «Газпром»).

Предварительный обзор Водного кодекса Российской Федерации (Федеральный закон от 03.06.2006 г. № 74–ФЗ), в части положений, связанных с функционированием рыбохозяйственного комплекса (Росрыболовство, служебная документация).

Приказ Министерства охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ № 525 и Комитета РФ по земельным ресурсам и землеустройству № 67 от 22.12.1995 г. «Об утверждении основных положений о рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы».

Приказ Минтранспорта РФ от 22.11.2001 г. «Об утверждении отраслевой дорожной методики "Руководство по оценке воздействия на окружающую среду (ОВОС) при проектировании, строительстве, реконструкции и эксплуатации объектов дорожного хозяйства».

Приказ МПР РФ от 22.01.2008 №13 «Об особенностях использования, охраны, защиты, воспроизводства лесов, расположенных в водоохранных зонах, лесов, выполняющих функции защиты природных и иных объектов, ценных лесов, а также лесов, расположенных на особо защитных участках лесов».

Р–51–156–90. Временная инструкция о порядке проведения оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) при разработке планов, технико-экономических обоснований и проектов строительства новых, реконструкции и технического перевооружения действующих объектов для освоения месторождений углеводородного сырья. — М.: ГК «Газпром», 1990.

Распоряжение Минтранспорта РФ от 14.04.2003 г. № ОС–339–р «О введении в действия пособия дорожного мастера по охране окружающей среды».

Распоряжение ОАО "Российские железные дороги" от 27.10.2005 г. N 1701р «Об утверждении инструкции о порядке разработки, согласования и утверждения проектной документации на строительство объектов, финансируемое ОАО "РЖД».

РД 118–02–90. Методическое руководство по биотестированию воды, утвержденному постановлением Госкомприроды СССР № 37 от 06.08.90 г.

РД 39–00147105–006–97. Инструкция по рекультивации земель, нарушенных и загрязненных при аварийном и капитальном ремонте магистральных нефтепроводов. (утв. 06.02.1007 г. ОАО «Транснефть»).

РД 39–133–94. Инструкция по охране окружающей среды при строительстве скважин на нефть и газ на суше. (утв. рядом различных комитетов и ведомств в 1994 г).

РД 51–1–96. Инструкция по охране окружающей среды при строительстве скважин на суше на месторождениях углеводородов поликомпонентного состава, в том числе сероводородсодержащих. (утв. рядом различных комитетов и ведомств в 1996 г).

РД 51–2–95. Регламент выполнения экологических требований при размещении, проектировании, строительстве и эксплуатации подводных переходов магистральных газопроводов. РАО «Газпром», Эколого-аналитический центр газовой промышленности (Москва, 1995).

Регламент организации работ по охране окружающей среды при строительстве скважин (утв. Минтопэнерго и Госкомэкологией в 2000 г.).

СН 452–73. Нормы отвода земель для магистральных трубопроводов.

СНиП 1.02.01–85. Инструкция о составе, порядке разработки и утверждения проектно-сметной документации на строительство предприятий и сооружений.

СНиП 1.02.07–87. Инженерные изыскания для строительства.

СНиП 2.05.06–85. Магистральные трубопроводы.

СНиП 2.06.04–82. Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов).

СНиП 2.06.07-87. Подпорные стены, судоходные шлюзы, рыбопропускные и рыбозащитные сооружения.

СНиП 3.02.01–87. Земляные сооружения. Основания и фундаменты.

Заключение к разделу 3

Краткий обзор действующего природоохранного законодательства позволяет заключить, что большинство из антропогенных факторов, воздействующих на лососевых рыб и среду их обитания в водотоках, устраняются или сводятся к минимуму общими природоохранными или специальными рыбоохранными мерами:

- при проектировании мостов и трубных водопропусков, по согласованию с местными органами рыбоохраны, в случае необходимости предусматривается скоростной и уровенный режим, позволяющий совершающим нерестовые миграции рыбам преодолевать течение. Совместно с рыбохозяйственными научно-исследовательскими организациями отрабатываются технические решения по обеспечению такого режима;

- размещение строительно-монтажных площадок, пунктов заправки и мойки техники, других временных и постоянных сооружений и прочее, по возможности, проектируется вне прибрежных защитных полос, водо- и рыбоохранных зон. Ливневые и талые стоки от них перехватываются сборной сетью и сбрасываются в реку после очистки в нефте-песколовушках. Обеспечивается такая же очистка загрязненного ливневого стока с полотна дороги;

- влияние фактора беспокойства и браконьерства в значительной степени снижается отказом или ограничениями на производство работ в русле и на пойме в период нерестовой миграции лососевых рыб, сроки которого, в зависимости от местных условий и межгодовых особенностей, ежегодно уточняются рыбохозяйственными организациями;

- для контроля выполнения принятых в проекте природоохранных мероприятий и принятия оперативных решений по условиям отдельных строительных операций на водоемах, имеющих особо важное рыбохозяйственное значение (возможность работы в нерестовый период, дополнительные технологические перерывы и др.), а также для профилактики браконьерства, предусматривается и согласовывается с рыбохозяйственными организациями обеспечение работы сезонных контрольно-наблюдательных постов или патрулей инспекторов рыбоохраны.

Однако, даже при выполнении всех перечисленных условий и ограничений, полностью предотвратить негативное воздействие на водные экосистемы и избежать причинения ущерба рыбным запасам невозможно. В этом случае он может быть компенсирован только *специальными рыбоводно-мелиоративными мероприятиями*, восполняющими потери естественной рыбопродуктивности за счет:

- работ по искусственному воспроизводству лососевых рыб — как на рыбоводных предприятиях, так и с помощью неза заводских способов разведения (гравийные инкубаторы, нерестово-инкубационные каналы, зарыбление пустующих ручьев);

- работ, повышающих продуктивность естественных нерестово-выростных или нагульных угодий рыб.

Таким образом, все природоохранные мероприятия, входящие в проект хозяйственной деятельности, подразделяются на мероприятия, предназначенные:

- для снижения или устранения *предотвращаемого* ущерба;
- для компенсации *непредотвращаемого* ущерба.

Следует также обратить внимание, что существенную часть экологических проблем можно предотвратить еще на стадии выбора площадки под строительство при условии обязательного участия рыбохозяйственных органов на всех стадиях согласования, начиная с обоснования лицензионной деятельности. Такой подход — в интересах стороны, планирующей хозяйственную деятельность, так как будущие возможные экологические проблемы влекут за собой дополнительные финансовые затраты на компенсацию и восстановление биологических ресурсов, что в конечном итоге снижает рентабельность проекта.

При обосновании выбора места размещения опасных промышленных объектов (обоганительные фабрики, склады химреагентов, хвостовые хозяйства и др.) рекомендуется руководствоваться:

— нежелательностью их размещения на тектонических разломах и в местах развития опасных геологических процессов, на водотоках и в долинах малых горных рек, на водосборах нерестовых рек, нетронутых хозяйственной деятельностью, в водоохраных и рыбоохраных зонах и лесных полосах, защищающих нерестилища ценных промысловых рыб;

— приоритетностью их размещения:

— на суходолах;

— вдали от водотоков и зон переувлажнения грунтов (с условиями минимального уровня выпадения атмосферных осадков, максимальной глубины залегания грунтовых вод, минимальной водопроницаемости подстилающих грунтов);

— на местности с максимально пологими формами рельефа;

— в местах отсутствия опасных геоэкологических процессов (солифлюкация, морозное пучение, термокарст, морозобойное растрескивание, склоновые оползни и т.д.);

— вблизи существующей транспортной и энергетической инфраструктуры;

— в иных местах с комплексом экологических и инженерно-геологических условий, максимально минимизирующих вред ценным водным биоресурсам и окружающей среде.

Следует четко осознать, что ввиду слабой оправдываемости прогнозов воздействия хозяйственной деятельности на рыбные запасы (обычно последствия оказываются более губительными, чем прогнозировалось в проектах) комплекс природоохранных мероприятий в составе проектов следует планировать исходя из принципа "*пессимистического прогноза*", т.е. максимальной величины возможного распространения неблагоприятного воздействия, его продолжительности и интенсивности.

4. Факторы воздействия и основные требования лососевых рыб к среде обитания

Хозяйственная и иная деятельность в руслах рек и на прилегающих территориях оказывает многофакторное воздействие на водные экосистемы, которое в гидрологическом отношении выражается в следующем:

— в воде увеличивается концентрация взвешенных веществ, которые, распространяясь в реках на десятки и сотни километров, являются ведущим фактором воздействия на биологическую продуктивность водных систем;

— оседание взвесей на дно приводит к снижению фильтрационных свойств речного грунта за счет увеличения мелких фракций, что ухудшает качество нерестилищ и приводит к изменению населения донного сообщества;

— изменение гидрологических параметров водотока при русловых и прибрежных работах, связанное со строительством дамб, каналов, насыпей, установкой водопропускных труб и мостов, как правило, приводит к увеличению скоростей потока и изоляции верхних участков реки, что может привести к исчезновению на них рыб.

Приведенные в данном разделе количественные связи могут быть использованы для расчета влияния изменения гидрологического режима на рыбохозяйственную ценность водотока. Эта задача возникает при проведении разного рода работ на водотоках - перекрытии рек дамбой, стеснении русла при берегоукрепительных работах, строительстве мостов, при техногенном увеличении расхода реки, спрямлении русел и т.д.

4.1. Гидрологический режим

Уровень воды и скорость течения являются факторами, влияющими на воспроизводственный потенциал нерестово-выростных угодий лососевых рек. В зоне переменного режима уровня реки возникают нестабильные и временные местообитания, губительные для свободноплавающих личинок и мальков лососевых рыб (Bain et al., 1988). Заметные изменения водности реки могут приводить к ряду экологических последствий в лососевых реках:

— изменение уровня реки прерывает (полностью или частично) нерест лососевых рыб и снижает его эффективность (Smith, 1973). Устойчивый уровень воды требуется на протяжении всего периода откладки икры в грунт, который для нерестующих пар длится от 3 до 10 суток, для отдельных видов — 1—2 мес., а для всех видов тихоокеанских лососей — с июля (чавыча, горбуша) по октябрь (кижуч). Рыбы, выбравшие для устройства нерестового гнезда оптимальный по гидрологическим условиям участок дна, после изменения уровня перераспределяются в поисках новых мест нереста в соответствии с новым установившимся расходом воды. При низком или высоком уровне воды часть нерестилищ могут быть недоступны из-за малой глубины или высокой скорости течения;

— в период размножения увеличение скорости течения и колебание уровня реки снижают эффективность нереста лососей в результате вымывания икры из гнезд в момент икрометания (Леман, Вронский, 1991);

— колебания уровня реки могут вызывать обмеление мелководных участков нерестилищ и ухудшать условия омытия икры в грунте на остальной нерестовой площади (Леман, 1992; White, 1990). Максимальная выживаемость эмбрионов лососей в нерестовых гнездах наблюдается только в постоянно увлаж-

ненной среде (Reiser, White, 1983). Свободные эмбрионы и личинки лососевых рыб выдерживают лишь кратковременное обезвоживание - не более 6 часов, которое является для них летальным (Becker et al., 1983). Этому фактору будут подвержены, в первую очередь, русловые нерестилища чавычи, горбуши и кеты. Несомненно, что выходы грунтовых вод смягчают, но не устраняют полностью, негативное воздействие переменного уровня, способного вызвать обсыхание развивающейся икры (Brick, 1986);

— перераспределение выходов грунтовых вод на дне реки при изменении уровня воды с нарушением водообмена в нерестовых гнездах и гибелью икры лососей (Леман, Упрямов, 2002; Curry et al., 1994);

— обсыхание молоди лососей в отшнуровавшихся заводях, старицах и ямах (Bain et al., 1988; Hvidstem, 1985);

— деградация бентосных сообществ при воздействии переменной водности реки (Ward, 1976), при этом видовое разнообразие бентоса чаще всего уменьшается, а биомасса в одних случаях уменьшается (при кратковременных колебаниях расхода реки), в других - увеличивается (при постоянном повышенном расходе потока). Последнее объясняется появлением крупных форм макрозообентоса. Экстремальные кратковременные флуктуации уровня являются всегда разрушительными для большинства донных организмов (Fisher, LaVoy, 1972).

4.1.1. Потери икры рыб при икрометании

Увеличение водности водотока влияет на эффективность нереста лососей. Известно (Леман, Вронский, 1991), что у лососей в процессе икрометания часть половых продуктов вымывается из гнезд, и доля этих потерь тем больше, чем сильнее течение (рис. 4.1).

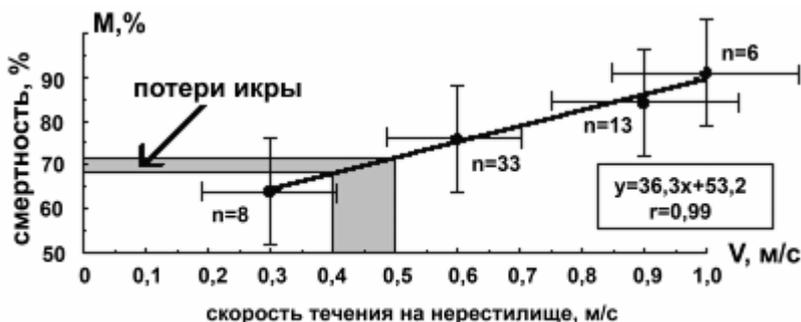


Рис. 4.1. Потери икры лососей (в процентах) в момент икрометания при увеличении водности реки в нерестовый период (Леман и др., 2000).

Зависимость, описанную на рис. 4.1, можно использовать для оценки ущерба, наносимого воспроизводству лососей при увеличении скорости течения на нерестилищах. Прирост скорости на каждые 0,1 м/сек приводит к увеличению потерь икры на 3—4 %. Практически это означает, что при двух — трехкратном увеличении расхода воды скорость увеличивается на 0,2—0,3 м/с, вызывая дополнительные потери икры равные 5—10 % от абсолютной плодовитости.

4.1.2. Обмеление нерестилищ

Вокруг карьерных выработок обычно формируется воронка депрессии грунтовых вод, происходит изменение пьезометрической поверхности подземных водоносных горизонтов, в том числе на прилегающей территории (рис. 4.2). Днища карьерных выработок в речных долинах часто располагаются ниже естественной отметки речного дна. В результате происходит снижение уровня грунтовых вод. Причем положение последних может оказаться ниже уровня воды в реке: режим разгрузки грунтовых вод сменяется на режим инфильтрации речных вод в подземный горизонт. На Камчатке напорные грунтовые воды обычно залегают в аллювиальных отложениях, сложенных галечниками с примесью крупнозернистых песков. Для таких пластов характерна высокая урвнепроводность и водопроницаемость, в результате изменения в нижележащих горизонтах грунтовых вод распространяются за пределы горных выработок. Дальность распространения пониженных уровней грунтовых вод зависит от уклона поверхности. При совершенно плоском рельефе активная зона влияния горных выработок на природные экосистемы достигает максимальных значений.

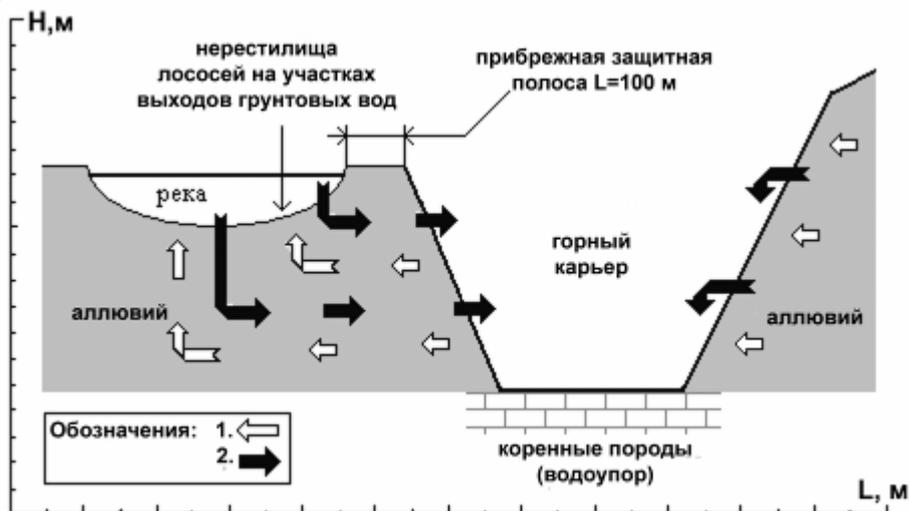


Рис. 4.2. Схема влияния карьерной разработки на водность нерестовых рек (р. Левтыриновьям, бассейн р. Вывенка, Корякия): 1 — направленность потоков грунтовых вод при естественных условиях и 2 — после создания карьера в долине реки (Чалов и др., 2005).

Видно, что дно реки располагается гораздо выше дна карьерной выработки. Перепад уровня воды приводит к инверсии взаимодействия поверхностных и грунтовых вод в районе работ. Разгрузка грунтовых вод в реку сменяется на инфильтрацию поверхностных вод в подземные водоносные горизонты и карьерное пространство.

Водность прилегающего нерестового участка реки может при этом существенно уменьшаться. Так, на р. Левтыриновьям (р. Вывенка, Корякия) это привело к 6-кратному сужению русла и пропорциональному сокращению расхода воды (Чалов и др., 2005).

4.1.3. Истощение грунтового питания нерестилищ

В местах выходов грунтовых вод нерестуют многие виды лососевых рыб. На Камчатке к ним относятся кета, нерка, кижуч и гольцы (мальма и кунджа). Выживаемость икры и личинок этих видов определяется устойчивым грунтовым питанием нерестилищ на протяжении всего инкубационного развития — с июля—ноября по март—апрель. Один из ведущих факторов выживания в этот период — истощение запасов подземных вод, вызывающее сокращение площади выходов грунтовых вод на нерестилищах и гибель эмбрионов лососей на участках, оказавшихся за их пределами (Леман, 1987, 1992).

В естественных условиях разгрузка грунтовых вод в озерах и крупных реках обычно происходит с максимальным расходом непосредственно под берегом и уменьшается по экспоненциальной зависимости по мере удаления от него (Pfannkuch, Winter, 1984).

При колебаниях уровня реки меняется локализация и мощность выходов грунтовых вод. Участки с максимальным расходом грунтовых вод перемещаются вслед за отступающим (или наступающим) урезом берега (Curry et al., 1994). В результате на нерестилищах при понижении уровня реки напоры и разгрузка грунтовых вод возрастают, напротив, при подъеме воды — ослабевают.

Обычно на нерестилищах лососей, расположенных на выходах грунтовых вод, выделяется центральная и краевая зоны, где сезонное истощение грунтового питания проходит с разной интенсивностью. Для центральной части характерны высокая плотность нереста, устойчивое грунговое питание на протяжении всего эмбрионального развития, высокая выживаемость икры (70—90 %). Ближе к внешним границам нерестилища плотность нереста уменьшается, зимой именно отсюда начинается истощение грунтового питания, а выживаемость икры снижается до 5—15 % (Леман, 1987; Леман, Упрямов, 2002).

В теплое время года подземное питание рек складывается из водоотдачи многих водоносных горизонтов, расположенных ярусами один над другим. С наступлением холодов, когда пополнение подземных вод за счет осадков прекращается, наблюдается постепенное истощение водоносных горизонтов, начиная с самых верхних. Масштабы указанных сезонных явлений хорошо видны на примере бассейна р. Камчатка, доля подземного питания которой в августе—сентябре (в пик нереста кеты и нерки) составляет 11—14 %, а в феврале—апреле (конец эмбрионально-личиночного развития) — 5—6 % от годового подземного стока реки, т.е. уменьшается более чем вдвое (Бабкин, Вуглинский, 1982).

Влияние строительных и иных работ в бассейнах нерестовых лососевых рек на формирование режима грунтовых вод, питающих нерестилища лососей, может осуществляться несколькими основными способами:

— карьерные выработки вскрывают водоносные горизонты и перехватывают потоки грунтовых вод (рис. 4.3). В результате происходит активное дренирование грунтовых вод в отработанные карьеры. По расчетным данным, подземный водоприток в границы горных работ может быть довольно значительным. Для предотвращения затопления карьеров дренажные воды откачивают в отстойники, подают на естественные очистные системы или сбрасывают в реки, т.е. подземные водоносные горизонты переводят в поверхностный сток, сокращая грунговое питание нерестилищ на прилегающих участках рек (Леман и др., 2000);

— строительство дорог может сопровождаться изменением уровня грунтовых вод на прилегающей территории. Насыпь дороги, выступая в качестве своего рода “дамбы”, перехватывает склоновый сток и часть почвенно–грунтового потока (особенно в весеннее время), что вызывает повышение отметок уровня грунтовых вод на участках, лежащих выше по склону от дороги, и их понижение — ниже по склону. В понижениях рельефа, особенно вблизи рек, наблюдается подтопление местности. Так, уровни грунтовых вод на одной из лососевых рек после ввода в эксплуатацию автодороги упали, примерно, на 0,2 м (Hetherington, 1982). Этот эффект может быть и выше в зависимости от местных условий, т.е. от крутизны пересекаемого дорогой склона и “водного зеркала” грунтового потока. Несомненно, что при прочих равных условиях дальность влияния будет увеличиваться по мере уменьшения наклона рельефа;



Рис. 4.3. Схема влияния карьерной разработки на грунтовое питание нерестилищ лососей.

Внешне река остается нетронутой, так как карьеры могут располагаться вне прибрежных защитных полос. Однако перехват грунтового потока сокращает выходы грунтовых вод в реках, что приводит к уничтожению нерестилищ лососей, чья икра омывается грунтовыми водами (Леман и др., 2000).

— при горнотехнической рекультивации горные выработки, каналы и другие техногенные выемки засыпаются разрыхленным грунтом, имеющим высокую водопроницаемость. Естественная гидрогеологическая структура речной долины с эволюционно возникшими фильтрационными потоками безвозвратно утрачивается. В новых гидрогеологических условиях грунтовые потоки фильтруются по разрыхленной породе, ограниченной более плотным грунтом естественного залегания. Тем самым, не только меняется локализация нерестилищ лососей, но и исчезают условия, поддерживающие их существованию;

— при прокладке трубопровода траншейным способом перпендикулярно линиям фильтрации грунтовых вод сама траншея с сложенной в нее трубой является, по сути, подземной дренажной для грунтовых вод. Рыхлый грунт и отсутствие противогрунтофильтрационных перемычек в траншее создают благоприятные условия для формирования продольного фильтрационного потока грунтовых вод в тран-

шее (и особенно вдоль внешней стенки трубы). Разгрузка этих грунтовых вод происходит в ближайшем водотоке, пересекаемом трубопроводом.

4.1.4. Образование преград для миграции лососей

Регуляционные работы на водотоках, связанные с созданием подпора воды, экранированием ложа потока (в руслоотводах), укладкой водопропускных труб (кульвертов), приводят к изменению скоростного режима потока. В тех случаях, когда такого рода работы проводятся на лососевых реках и ручьях, в целях сохранения рыбных запасов водопропускные сооружения должны отвечать требованиям, предъявляемым к рыбопропускным сооружениям (СНиП 2.06.07-87), т.е. обеспечивать пропуск проходных, полупроходных и мигрирующих жилых рыб из нижней части речного бассейна в верхний.

Плавательная способность характеризуется временем, в течение которого рыбы могут двигаться с доступной для них максимальной скоростью (Пособие ..., 1990). В российской нормативной литературе принято различать бросковые, максимальные и крейсерские скорости плавания (СНиП 2.06.07-87. Подпорные стены, судоходные шлюзы, рыбопропускные и рыбозащитные сооружения).

При преодолении водопадов, порогов и стремнин, входных окон рыбоходов и водоприемников лососи могут развивать бросковые скорости, достигающие 30—40 длин тела в секунду. Продолжительность бросковой скорости крайне невелика — доля секунды.

В режиме крейсерских и максимальных скоростей рыбы передвигаются в потоке, совершают миграции, удерживаются на участках с определенными гидравлическими условиями и сохраняют места своего постоянного обитания. Значения этих скоростей для разных видов и стадий жизненного цикла рыб изменяются — от 3—7 до 14 длин тела/с и от 15 до 20 длин тела/с соответственно.

Крейсерскую скорость рыбы выдерживают неизменно долго, сохраняя в то же время способность совершать короткие быстрые рывки. Это — наиболее экономичный ход, с такой скоростью проходные рыбы (лососи) совершают сезонные миграции. Максимальные скорости рыбы выдерживают недолго — от 20 секунд до нескольких минут — во время сильного испуга или уходя от преследования.

Критическая (или сносящая) скорость течения - это верхняя граница того интервала скоростей, в котором возможно удержание рыб в потоке. Ее величина равна скорости потока, который сносит рыб, в пределах 6—14 длин тела рыбы в секунду. Для взрослых лососевых рыб сносящая скорость течения составляет 1,10—1,60 м/с, для молодежи — 0,25—0,35 м/с.

В канадской и американской литературе выделяют четыре скорости плавания — "cruising" (крейсерская), "sustained" (поддерживающая), "prolonged" (продленная) и "burst" (бросковая), которые рыбы могут сохранять в течение, соответственно, дней, часов, минут и секунд (Hydraulic ..., 2007). Между этими показателями существуют следующие соотношения:

$$V_s = 1/2 V_m ,$$

$$V_c = 1/6 V_m ,$$

где V_m — бросковая скорость, V_c — крейсерская скорость и V_s — поддерживающая скорость плавания рыб (рис. 4.4).

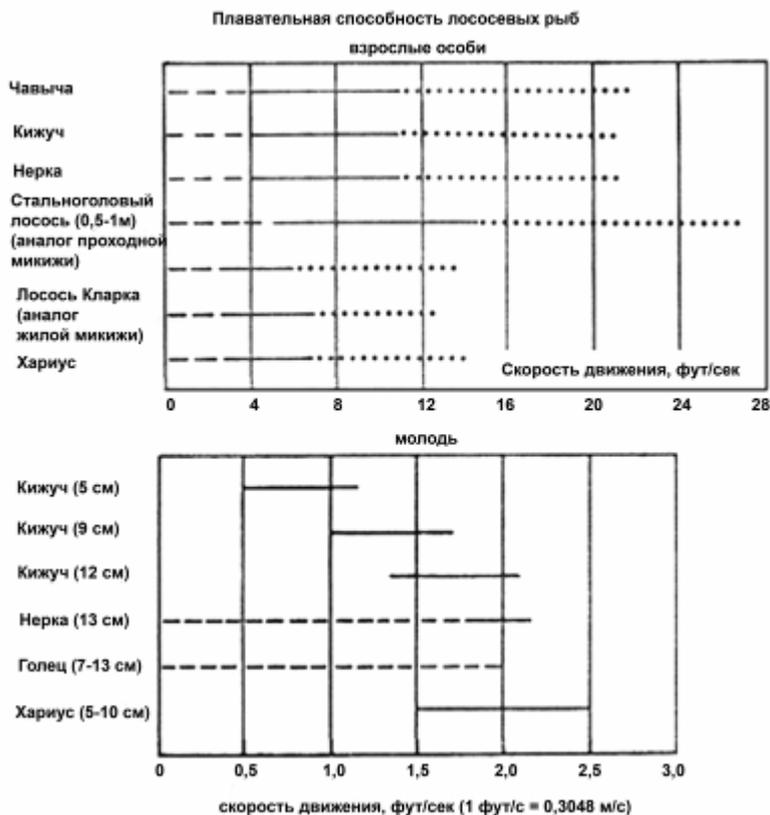


Рис. 4.4. Плавательная способность лососевых рыб (Bell, 1986): пунктирная, сплошная и точечная линии обозначают, соответственно, крейсерскую, поддерживаемую и бросковую скорости плавания рыб.

Помимо продолжительности движения при заданной скорости потока плавательную способность рыб можно охарактеризовать по расстоянию, которые они могут преодолеть в данных условиях. Между скоростью и продолжительностью плавания, скоростью течения и пройденным расстоянием имеются определенные соотношения. Понятно, что чем быстрее рыба плавает, тем быстрее утомляется и может в результате преодолеть меньшее расстояние (рис. 4.5). Если длина водопропускной трубы окажется больше расчетного расстояния, которое может пройти рыба при заданных условиях, то после установки такой трубы на пути миграции возникнет трудно- или непреодолимое для рыб искусственное препятствие.

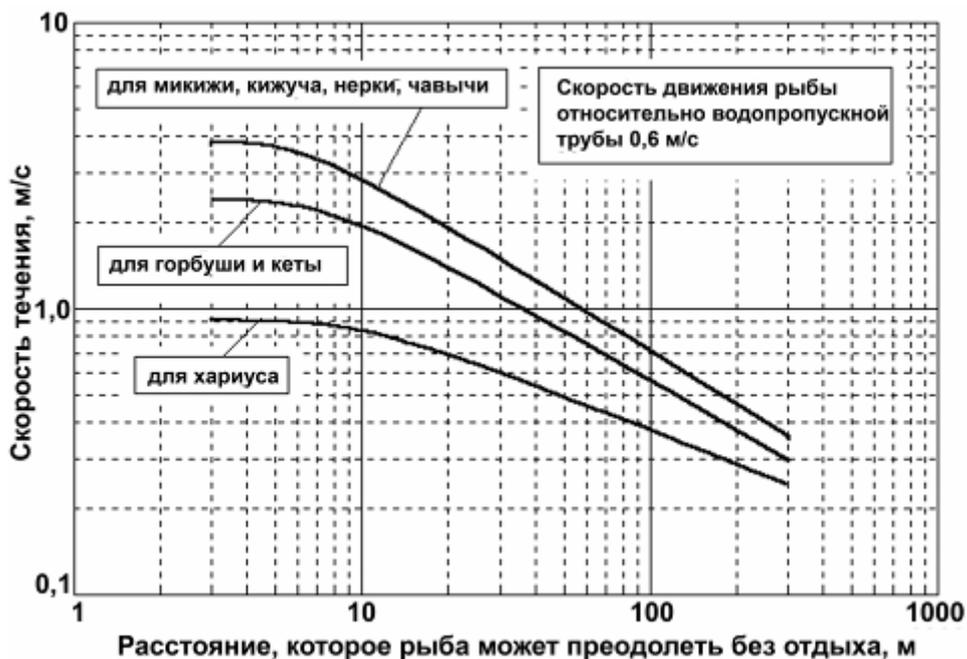


Рис. 4.5. Плавательная способность взрослых особей лососевых рыб (Dane, 1978).

Таким образом, миграционная способность рыб сохраняется в скоростном интервале от 0,2 до 3 м/с. При этом скорости от 0,5 до 3 м/с в зависимости от вида рыб преодолеваются ими только в незначительный временной промежуток, после которого рыба должна попасть в более спокойные условия.

Как правило, в естественных руслах всегда имеются местообитания с подходящими для миграции и отдыха рыб гидрологическими условиями, и рыбы в потоках стремятся удержаться в местах, где скорости течения соответствуют их плавательной способности. В то же время в бетонированных руслах рек, каналах, водопропускных трубах и т.д. средние скорости потока на всем протяжении искусственных русел обычно значительно превышают максимально преодолеваемые рыбами. И даже в период межени скорости течения в них значительны.

На Камчатке обычным препятствием для лососей (как взрослых, так и молоди) являются водопропускные трубы, уложенные под дорогами. Очень часто сочетание нескольких условий — высокая скорость течений, малая глубина воды внутри трубы, гладкие стенки и излишне большая длина трубы, наличие перепада между трубой и уровнем реки — образуют непреодолимое препятствие для рыб. Типичные проблемы, возникающие для лососевых рыб, для наглядности представлены на рис. 4.6.

В результате водопропускные трубы не только утрачивают рыбопропускную способность, присущую рекам в естественном состоянии, но и отсекают нерестово-выростные угодья рыб, расположенные в верхней части бассейна.

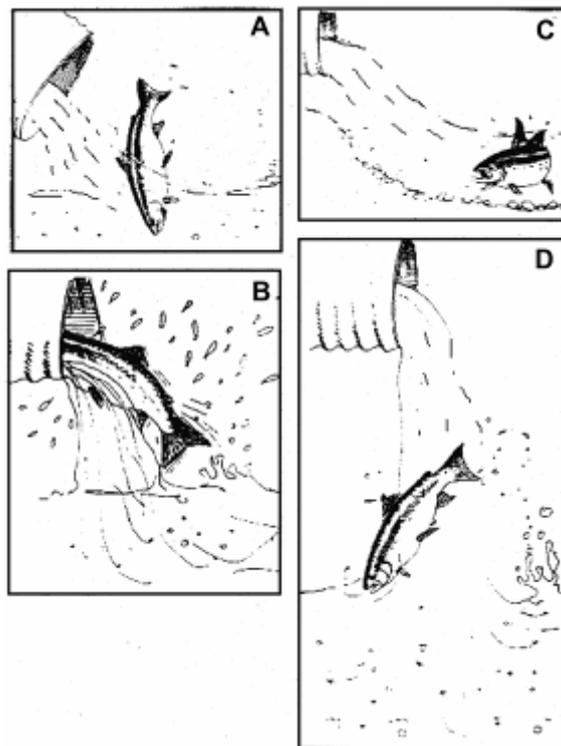


Рис. 4.6. Неправильная установка водопропускной трубы (Furniss et. al., 1991):
a — очень высокая скорость течения из-за крутого уклона трубы; *в* — малая глубина потока в трубе; *с* — отсутствие перед трубой площадки, удобной для отдыха рыб перед броском; *d* — слишком высокое расположение трубы над уровнем воды.

4.2. Взвешенные вещества в воде

Увеличение мутности и накопление осадков на дне оказывают влияние на все элементы речной экосистемы и приводят к ее изменениям. Особенно опасно поступление взвесей в горные реки, поскольку населяющие их сообщества гидробионтов, в частности лососевые и сиговые, приспособлены к существованию при очень низкой естественной мутности (до 5—10 мг/л) и чистом незаиленном грунте (Charman, 1988; Lloyd, 1987 и др.). Для рыб пресноводного предгорного комплекса толерантность к минеральному взвешенному веществу в воде установлена в диапазоне до 10 - 15 мг/л (Русанов и др., 1990).

Несмотря на существующие технологические схемы “бессточного водоснабжения”, а также проекты противоэрозионных мероприятий, отмечается загрязнение воды взвешенным веществом, которое образуется в результате смыва почвенного слоя и измельчения горных пород. Размеры частиц технологических вод гидравлических разработок не превышают 0,05 мм, содержание частиц менее 1,5 мкм (0,0015 мм) из дренажных карьеров колеблется от 23 до 70 % (Богданов и др., 1996). Размеры почвенных частиц столь же малы.

Действующие нормативы (см. раздел 3.11) выдержать чрезвычайно трудно, так как для обеспечения программы очистки воды и оборотного водоснабжения необходимы ежегодно отстойники площадью, большей отводимой под собственно хозяйственную деятельность. Это может нанести гораздо больший ущерб, чем сброс мелких фракций грунта в водоемы. При разработке песчаных грунтов доля мелких фракций сравнительно невелика, но при разработке пород с большим содержанием глинистого наполнителя их доля в воде может достигать 20 % от объема разработанного грунта, что может приводить к 10—100-кратному превышению установленных нормативов качества воды.

Единственно радикальным мероприятием защиты водоема от загрязнения следует считать организацию работы на оборотном водоснабжении, а также организацию противозерозионных мероприятий. Однако на практике в зонах избыточного увлажнения схему оборотного водоснабжения без сброса избытка воды организовать почти невозможно. Однако при этом следует учитывать, что:

- технологическая сбрасываемая вода неизбежно загрязнена мелкими частицами грунта диаметром 0,25—0,001 мм. Осаждение таких частиц при больших расходах воды представляет сложную техническую задачу;

- интенсивность улавливания отдельных фракций взвешенных частиц отстойниками снижается по мере уменьшения крупности классов (Матвеев, Волкова, 1981). Если содержание частиц мельчайших классов (<1,5 мкм) во взвесах при поступлении в отстойники не превышает 25—35 %, то содержание их в сливах отстойников составляет 50—88 %. В сбросных водах россыпных месторождений Сейнав—Гальмозанского платиноносного горного узла (Корякия, р. Вывенка) преобладают неосаждаемые частицы размером менее 10 мкм, в илоотстойниках их содержание достигает 56—96 % (Леман и др., 2000). Таким образом, при сливе отстойников в реки попадают практически неосаждаемые методом отстаивания фракции взвесей, и снижение их концентраций возможно только разбавлением;

- существующие нормативы допустимых сбросов в водоемы взвесей нередко значительно ниже наличия их в естественном состоянии. Уровень взвесей в природных водах может меняться по периодам года в пределах от десяти до сотни раз. При этом существующий норматив не учитывает состояние водоема в паводковые и послепаводковые периоды, когда естественный сток твердых взвесей с водой в несколько раз выше нормативных величин.

Влияние взвешенных твердых частиц на водные экосистемы лососевых нерестовых рек реализуется по следующим основным направлениям:

- заиление нерестовых бугров лососей с ослаблением проточности в них и ухудшением кислородного режима;

- прямое воздействие твердых минеральных частиц, имеющих обычно острые грани, на икру, эмбрионы и на эпителий жабр и кожу молоди лососей с последующими возможными кожными заболеваниями и нарушением функции дыхания и водно-солевого регулирования в период смолтификации;

- воздействие на зообентос;

- воздействие на первичную продукцию перифитона из-за уменьшения прозрачности воды;

- уменьшение доступности кормовых организмов для рыб в результате снижения прозрачности воды;

— изменение территориально-поведенческих реакций молоди рыб в связи с изменением дистанции визуального контакта и взаимного антагонистического реагирования.

4.2.1. Влияние взвесей на лососей

Икра. Постоянная обработка икры мелкими и крупными фракциями взвешенных частиц в концентрациях 15, 20 и 40 мг/л показала (Русанов, Турицына, 1979), что на ранних стадиях развития отход ниже, чем на поздних, связанных с появлением кровообращения, а отход при действии мелких частиц выше отходов икры в варианте с крупными фракциями взвесей при тех же концентрациях (табл. 4.1). Гибель икры форели при действии взвешенных веществ зависит от размера частиц, их концентрации в воде и интенсивности осаждения. Более крупные частицы покрывают икру толстым рыхлым слоем, которые, однако, при промывке чистой водой легко смываются, после чего икра развивается без особых отклонений от нормы. Мелкие частицы (менее 50 мкм) более прочно удерживаются оболочкой икры. Двухчасовое воздействие взвесей в концентрации 20 мг/л вызывает различную степень осаждения частиц в зависимости от диаметра икры и ее состояния. На оболочках погибшей икры взвесей осаждаются меньше, и они легко смываются водой. В результате «активного» осаждения взвесей на живой икре даже после длительной отмывки остается тонкий налет частиц.

Таблица 4.1. Влияние минеральных взвесей на выживание икры форели

Стадия развития	Контроль	Отход икры, %					
		Крупные фракции, мг/л			Мелкие фракции, мг/л		
		15	20	40	15	20	40
После закрытия бластопора	8	38,4	32,2	52,6	48,0	60,0	68,0
Пигментация глаз	-	69,0	74,0	90,0	57,0	100,0	100,0
Перед выклевом	11	78,0	96,8	100,0	86,0	100,0	100,0

Помимо прямого воздействия взвесей на икру они способствуют распространению грибкового заболевания. В опытах, начатых на икре со стадии пигментации глаз, скорость распространения гифов грибка в заиленной икре в 3 раза выше, чем на чистой икре. Через 48 часов доля пораженной икры в опыте составила 37 %, в контроле — 11 %, через 60 часов — соответственно 73 и 19 %. Потребление кислорода икрой форели снижается во всех исследованных концентрациях взвесей, а при 40 мг/л — в 2–3 раза ниже контрольного. Наблюдается преждевременный выклев личинок, составивший 30 % при концентрации взвешенных веществ 40 мг/л и 19 % при 20 мг/л, что связано с ограниченным доступом кислорода.

При подаче мутной воды в инкубационные аппараты форелевого хозяйства — несмотря на высокое содержание кислорода в воде (8,1–13,8 мг/л), выход свободных эмбрионов при концентрации взвеси 35–40 мг/л снизился в 3 раза, т.е. составил всего 23,5–25,6% (Галасун, Булатович, 1976).

Известно (Пыркин, Силаев, 1997), что средние и крупные (более 20–30 мкм) частицы твердой взвеси быстро выпадают из турбулентного потока; частицы 8–20 мкм, составляющие 50–60 % общей массы взвеси, накапливаются в

4—6 мм от дна; и только частицы размером менее 6—8 мкм распределяются равномерно в толще воды.

При воздействии взвеси на икру наблюдается обратная зависимость между крупностью частиц и отходом икры. Экспериментально установлено, что если на 1 см² дна выпадает 20 мг мелких фракций глины, 60 мг крупных фракций глины или 100—110 мг песчаной взвеси крупного кварца, то отход икры форели составляет 50 %. Отход в размере 100 % наблюдается при осаждении 230—250 мг/см² песчаной взвеси. При оседании взвесей в количестве 15 и 20 мг/см² в расчете на одну икринку интенсивность дыхания икры снижается почти в 2 раза относительно контроля. Пороговые величины (близкие к контролю) для мелких и крупных фракций — 10—12 и 25—68 мг/см² соответственно. Причем наиболее токсичными для икры форели оказались взвеси почвенной органики, их влияние обнаруживается уже при осаждении 3 мг/см² (Русанов и др., 1990).

Количественная оценка осевших глинистых частиц на икру форели (табл. 4.2) показала, что при содержании глинистых веществ до 300 мг/л и точности 0,5 л/мин на одну икринку за 1 час оседает около 1 мг взвешенных частиц, или в пересчете на 1 см² — 6.2 мг.

Таблица 4.2. Влияние осевших взвесей на выживаемость и интенсивность дыхания икры форели (Русанов и др., 1990)

Количество частиц		Выживаемость, %	Интенсивность дыхания по отношению к контролю (K = 1)
На одной икринке, мг	На 1 см ²		
20	136	39	0,49
15	93,0	48	0,46
10	62,0	36	0,78
5	31,0	62	0,90
3	18,6	67	0,93
1	6,2	75	1,0
Контроль	-	83	1,0

В связи с тем, что в большинстве случаев зоны влияния земляных и рудовых работ на речные системы носят локальный характер, целесообразно производить расчеты зон загрязнения и ущерба рыбному хозяйству по интенсивности осаждения взвеси на икру: для мелких глин это осаждение 15 мг/см², для крупных — 25 мг/см², а для песчаной взвеси — 65 мг/см². Участок реки, находящийся внутри зоны с интенсивностью осаждения выше этих значений, следует относить к зоне техногенного заиления, оказывающего негативное воздействие на икру лососевых рыб. На рис. 4.7 представлена осредненная зависимость выживаемости икры форели от интенсивности оседания глинистых и песчаных частиц (без учета данных по влиянию взвеси почвенной органики).

Расчеты для рек Сибири и Урала, произведенные на основании полученных показателей, дают следующие зоны влияния: р. Ирень — д. Сухая Речка — 1,3 км, р. Ирень — Карьево — 0,5 км, р. Колва — 0,4—6,0 км, р. Чусовая — 0,2 км, р. Сылва — 0,5 км, р. Балык — более 30 км (Русанов и др., 1990).

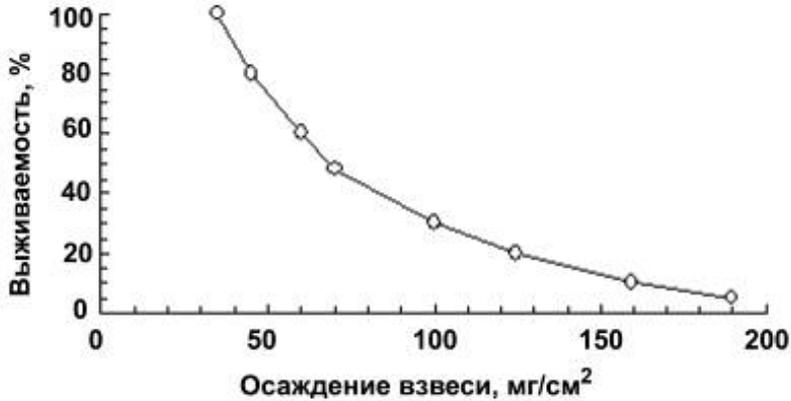


Рис. 4.7. Осредненная кривая зависимости выживаемости икры форели от интенсивности оседания из взвеси глинистых и песчаных взвешенных частиц (перерасчет по Русанову и др., 1990).

Таким образом, взвешенные вещества, механически повреждая оболочку икры, снижают процесс газообмена, уменьшают защитные функции оболочки и ее способность противостоять грибковым заболеваниям, и в целом, создают неблагоприятные условия для инкубации, вызывая значительную гибель икры.

Молодь. Минеральные взвеси оказывают на молодь рыб как прямое, так и косвенное воздействие. Во всех описанных в литературе случаях концентрация взвесей в воде в период гибели рыб достигает значительных величин. Полная гибель в течение 48 часов наблюдается при содержании взвесей для личинок пеляди и форели — 1,2 г/л, для мальков форели — 10 г/л (Русанов, Пашкевич, 1976).

Совершенно очевидно, что такие величины, полученные в острых опытах, не могут служить даже приближенными критериями для оценки влияния данного загрязнения на рыб. Известно, что даже относительно низкие концентрации взвесей (от 1,2 до 10 мг/л) могут вызывать в течение 48 часов полную гибель личинок пеляди и форели, мальков плотвы, окуня и форели. У молоди рыб при повышении содержания взвешенных веществ в воде свыше 2,5 мг/л происходит резкое снижение потребления кислорода, способное привести к их гибели (Русанов, Турицына, 1979).

Распределение рыб в загрязненной зоне зависит не только от непосредственного воздействия взвешенных частиц на их организм, но и от ухудшения дыхания в связи с засорением жаберного аппарата мелкими частицами и от деградации кормовой базы. В опытах по выявлению влияния взвесей на интенсивность дыхания установлено, что уже при концентрации 20 мг/л у мальков форели отмечается аритмичный "кашель", который с концентрации 50 мг/л становится частым и постоянным до конца опыта. При 70 мг/л амплитуда (глубина) дыхания при почти неизменной его частоте увеличивается до 252,3 мкв (при контроле 216,6 мкв), а при 80 мг/л — до 360 мкв, после чего наступает асфиксия.

Личинки лососевых рыб отличаются большей устойчивостью к заилению, чем икра (Stuart, 1953; Cooper, 1956). Уже сразу после выклева они, активно двигая плавниками, способны усиливать ток воды и освобождаться от иловых час-

тиц, а по мере роста — перемещаться в грунте, отыскивая более благоприятные участки. Очень чувствительны к минеральным взвесям поднимающиеся “наплав” личинки с остатками желточного мешка, поскольку минеральные зерна с острыми гранями легко повреждают, а глинистые рыхлые частицы налипают на их тонкие кожные покровы и жабры. Смертность этих мальков после 4-дневного содержания в садках при концентрации взвеси 400 мг/л может составлять 50 %, тогда как в контрольной реке — всего 10 % (Reynolds, Simmons, Burkholder, 1989). Повышение мутности в реке до 35 мг/л в период со 2 по 72 день инкубации икры снижает урожайность личинок кижуча на искусственных нерестилищах, в среднем, до 1,16 %. Если увеличение мутности происходит уже во время выклева, то урожайность личинок мало отличается от контроля — 13,4 и 16,2 % соответственно (Shaw, Maga, 1943).

Сеголетки и годовики хариуса при садковом содержании в реках, используемых в промысловых целях, страдали от повреждения жаберных тканей, асфиксии и бактериальных инфекций, а также от голодания, что, в общем, привело к снижению их темпа роста и развития. Голодание рыб в реках с повышенной мутностью определяется снижением обилия кормовых организмов бентоса и ухудшением видимости. Последнее важно для лососевых рыб, так как у них зрение — основной орган-анализатор при поимке добычи. Эксперименты показали, что снижение освещенности в толще воды снижает пищевую активность молоди лососей. При мутности 500—1000 нефелометрических единиц (400—900 мг/л) на глубину 0,1 м проникает всего 0,3—5,0 % солнечного света. В этих условиях молодь хариуса не питается даже при обилии кормовых организмов (Reynolds, Simmons, Burkholder, 1989). В эксперименте установлена не действующая на привес ихтиомассы взрослой рыбы (годовик форели) хроническая концентрация взвеси равная 25 мг/л, для икры форели — 5 мг/л, для личинок форели — 2 мг/л, для икры и личинок пеляди — 2,5 и 1 мг/л соответственно (Кокуричева и др., 1981).

Численность рыб в реках. Увеличение мутности рек вызывает падение численности популяции лососевых рыб. Заиление нерестилищ в зоне осаднения взвесей вследствие постепенной урбанизации водосбора на о. Принца Эдуарда привело к снижению численности гольцов на 25—70 % в зависимости от степени деградации русла отдельных водотоков (Saunders, Smith, 1965). Снижение выживаемости икры и личинок привели к полному исчезновению популяции хариуса в р. Нясьма, когда мутность в ней достигла 20—30 мг/л (Русанов, Турицына, 1979). Отмечено снижение рыбопродуктивности лососевых нерестовых рек в 3—6 раз, наблюдаемое при их загрязнении минеральными взвесями (Vinyard, O'Brien, 1976; Hartman, Scrivener, 1990 и др.). Водотоки бассейна р. Лена, загрязняемые минеральными взвесями, потеряли свое промысловое значение — хариус исчез полностью, сиги, таймени, гольяны встречаются единично (Зюсько, Матвеев, 1986). Анализ многолетних исследований в бассейне р. Олекмы (Иркутская обл.) с достаточной степенью достоверности показал, что в реках, загрязнение которых минеральными взвесями в летний период периодически достигает уровня 40—60 мг/л, численность хариуса снижается от 4 до 20 раз; реки с более высокой и постоянной мутностью практически безрыбны (Зюсько, Русанов, 1989). Установлено отсутствие рыбы в сетях на расстоянии не менее 500 м выше и ниже по течению и на всей площади замутнения, констатировано наличие погибших личинок рыб в зоне работы грейфера и землесоса — до 21,2 % от их общего улова (Кокуричева и др., 1981). Хотя при классификации рек Англии, Шотландии и

Уэльса четко определенные концентрации минеральных взвесей, наносящих ущерб популяции форелей, установить не удалось, стало очевидным, что критические значения находятся в диапазоне от 100 до 300 мг/л (Herbert, Richards, 1963). Это — уровень уже заметных, далеко зашедших изменений, начальный же антропогенный сдвиг наступает при гораздо меньших концентрациях взвеси. По данным Shapovalov (1937), увеличение мутности в реке в течение всего 9 дней после сильных дождей снизило выход личинок стальноголового лосося до 29,8 %, тогда как в контрольном водоеме он составлял 80 %. На основании этих наблюдений авторы прогнозировали значительное снижение эффективности естественного воспроизводства лососей в районах хозяйственной деятельности.

Таким образом, даже при отсутствии острого прямого воздействия повышенных концентраций минеральных взвесей на рыб происходит потеря рыбохозяйственного значения рек. Следует отметить, что выявление отклонений у рыб наблюдались даже при содержании взвесей близком к предельно допустимой концентрации взвешенных веществ, но при условии ее постоянного воздействия в течение всего годового цикла.

4.2.2. Влияние взвесей на зообентос

Песчаная взвесь до 70 мг/л не оказывает влияние на выживаемость личинок хирономид (табл. 4.3). Однако наблюдаются изменения в поведении и питании, проявляющиеся в миграции личинок в относительно чистые участки и увеличении размеров домиков, что свидетельствует об ухудшении условий дыхания. В кишечниках опытных личинок увеличивается содержание минеральных частиц (до 54 %). В то время как у контрольных животных 64,6 % приходится на органический детрит. Увеличение концентрации глинистых частиц приводит к снижению выживаемости хирономид. При концентрации 40—60 мг/л выживаемость составила 9,3 %, а при 100—150 мг/л — 2,3 %. Концентрации глинистых взвесей до 60 мг/л не влияют на выживаемость малощетинковых червей, увеличение взвеси до 150—170 мг/л приводит к гибели 70 % животных (Русанов и др., 1990).

Таблица 4.3. Зависимость выживаемости хирономиды *Chironomus plumosus* от различных концентраций взвешенных частиц

Опыт	мг/л	Число особей	Выживаемость, %
Контроль	4–8	153/115 *	75
Кварц	20–72	150/113	75
Крупная глина	40–60	146/14	9,3
	70–100	150/7	4,3
	100–150	150/8	2,3

* В числителе – начало опыта, в знаменателе – конец.

Опыты по изучению влияния минеральных взвесей на дрейф бентосных организмов показали, что при воздействии мелких фракций глинистой взвеси в концентрациях от 20 мг/л уже в первые часы опыта наблюдается интенсивный дрейф гаммарид, веснянок и поденок (табл. 4.4). Хирономиды и олигохеты поки-

дают участки русла при более длительном воздействии взвесей и больших концентрациях. Важно, что при различных фоновых показателях взвешенных веществ в речной воде (контроль равен 3 и 15 мг/л) наблюдается разная интенсивность дрефта не только одних и тех же групп, но и видов. Так, *Gammarus lacustris*, обитающий в карстовом ручье, где содержание взвесей 3 мг/л, начинает мигрировать из зоны загрязнения уже при концентрации 10 мг/л, а при 20 мг/л 90 % животных покидают опытный участок реки. В то же время гаммарусы, живущие в р. Сылве при фоновом содержании взвесей в период опыта 15 мг/л, начинают дрефт только при 20 мг/л (Русанов и др., 1990).

Таким образом, при увеличении концентрации минеральных взвесей свыше 40 мг/л изменяется поведение олигохет и личинок хирономид, характер их питания. Концентрация 40—60 мг/л глинистых взвесей приводит к гибели 90 % хирономид, но не оказывает существенного влияния на выживаемость олигохет. Концентрация глинистых частиц 150 мг/л является летальной для хирономид и вызывает гибель 70 % олигохет. С увеличением в воде содержания глинистых взвесей усиливается скорость дрефта бентосных организмов.

Таблица 4.4. Интенсивность дрефта бентосных организмов при воздействии различных концентраций глинистой взвеси, % к исходной численности

Группа организмов	Контроль	Концентрация, мг/л					
		5	10	20	40	80	160
Гаммариды	3/6*	4/-	28/-	90/20	95/92	94/97	98/97
Веснянки	5/4	2/-	10/-	40/8	51/29	57/46	69/58
Поденки	3/6	2/-	15/-	47/11	60/34	78/62	86/68
Ручейники	-	-	5/-	22/9	40/-	59/-	-
Хирономиды	5/-	4/-	10/-	20/12	59/20	68/46	71/57
Олигохеты	4/8	3/-	5/-	6/4	29/12	44/31	58/46

* В числителе – контроль (равен 3 мг/л), в знаменателе – 15 мг/л

Увеличение концентрации минеральных частиц в толще воды ухудшает также условия питания бентосных организмов, принадлежащих к экологической группе фильтраторов (личинки мошек и некоторые ручейники), засоряя их фильтрационные и ловчие аппараты. В результате происходит резкое снижение численности и даже полное исчезновение этих важных, особенно для лососевых рек, литореофильных компонентов бентофауны (Семушин, 1989).

4.2.3. Влияние взвесей на зоопланктон

Мутность воды вызывает прямую гибель рачков-фильтраторов, засоряя их фильтрационный аппарат. В опытах на дафнии *Daphnia magna* достоверное влияние мелкой фракции глинистой взвеси отмечается при концентрации 80 мг/л, где у некоторых самок отмечена задержка полового созревания на 2—3 суток. Для более крупных кварцевых частиц подобная картина наблюдается при 320 мг/л (табл. 4.5). Для *Cladocera* и *Soropoda* критические концентрации были

300—500 мг/л. Для *Daphnia magna* опасные концентрации составили для каолинита 392 мг/л, монтмориллонита 102 мг/л и древесного угля — 82 мг/л. При мутности 300 мг/л у дафний через 6 сут. происходит полная гибель, при 150 мг/л замедляется рост. Животные при концентрации 75 мг/л не отличаются по темпу роста от контроля более чем на 4,5 %. (Русанов и др., 1990).

Таблица 4.5. Смертность дафний в различных концентрациях взвесей, % (Русанов и др., 1990)

Сутки опыта	1 *	Концентрации, мг/л							
		5	10	20	40	80	160	320	640
6	-	1/1**	2/1	3/0	4/3	4/2	5/5	12/12	22/21
12	3	2/1	2/3	1/2	3/2	5/2	10/1	17/5	30/17
18	1	3/0	0/1	2/1	3/3	9/2	6/0	16/5	17/20
24	2	0/1	4/4	3/2	2/0	1/0	8/1	5/2	20/4
30	3	1/0	1/0	2/2	0/2	5/0	10/2	8/5	3/5
Средняя выживаемость за период опыта	91	$\frac{93}{97}$	$\frac{91}{91}$	$\frac{89}{93}$	$\frac{88}{90}$	$\frac{81}{92}$	$\frac{69}{91}$	$\frac{47}{71}$	$\frac{8}{48}$

Примечание. * контроль (концентрация взвесей 1 мг/л).
 ** в числителе – глина (размер <0.0005 мм),
 в знаменателе – кварц (песок)

Повышение содержания взвешенных веществ во время дражных разработок до 1,5 г/л приводит к снижению численности зоопланктона, который восстанавливается только в 50—70 км от разработок. При этом отмечается повышенное количество мертвых представителей зоопланктона в зоне работ — до 5,5—16,4 % по сравнению с контрольным участком, а также увеличение числа абортированных яиц и зародышей *Cladocera* в зоне мутности (Кокуричева и др., 1981).

4.2.4. Влияние взвесей на перифитон

В экосистемах лососевых рек первичная автохтонная продукция создается эпиплитическими водорослями, главным образом диатомовыми, входящими в состав перифитона. В чистых водотоках полугорного и горного типа валовая продукция (O_2 мг/сутки) может изменяться от 0,2—0,3 ранней весной до 1,2—1,8 в начале осени. Этот показатель в реках со средней антропогенной нагрузкой на 50 % ниже, хотя фотосинтетическая активность, примерно, в 2 раза выше. Максимальная биомасса перифитона, измеренная по хлорофиллу-а, в контрольных реках варьировала осенью (после 13-ти недельной экспозиции) в пределах от 4,5 до 11,8 мг-chl.a/м, при средней антропогенной нагрузки - не превышала 3,8 мг-chl.a/м, а в интенсивно эксплуатируемых реках вообще не поддавалась определению (Van Nieuwenhuysе, LaPerriere, 1986).

Снижение первичной продукции в реках в районах разработки россыпей, связано с мутностью воды, которая препятствует проникновению солнечного све-

та на грунт, покрытый эпиплитическими водорослями. При мутности 250 нефелометрических единиц (для Камчатки это около 200—250 мг/л) в толщу воды на глубину 0,3 м, обычную для лососевых рек, проникает всего 1 % фотосинтетически активной солнечной радиации. Валовая первичная продукция (O_2 мг/сутки) и биомасса перифитона в таких реках может уменьшаться в несколько раз, вплоть до не определяемых уровней (Van Nieuwenhuysse, LaPerriere, 1986).

4.3. Осаждение взвеси и заиление

4.3.1. Заиление нерестилищ лососей

Осаждение взвешенных частиц начинается при скорости течения в придонном слое до 0,35 м/с; при скорости 0,2 м/с оседает средний и мелкий песок, а при 0,15 м/с — пылевидные и глинистые частицы диаметром до 0,001 мм (Сидоров и др., 1989). Участки с течением более 0,35 м/с также подвергаются заилению, поскольку взвешенные частицы, оседая на дно и проникая вместе с водой в толщу грунта, заполняют промежутки между галькой, тем самым “цементируя” их, что приводит к ослаблению проточности в грунте (рис. 4.8).



Рис. 4.8. Зависимость содержания в грунте частиц $< 1 \text{ мм}$ от скорости течения на участках русла разной степени заиленности (Леман и др., 2000).

Негативное воздействие природного и техногенного заиления на лососевых рыб реализуется по трем основным направлениям:

— заиление дна вызывает сокращение мест, удобных для нереста. Для лососей, размножающихся в местах выхода грунтовых вод, главным ориентиром при выборе места для икрометания являются восходящие токи воды на поверхности дна (Леман, 1988; Stuart, 1953; Snyder, 1959). Кумжа чувствовала слабую проточность в грунте и не строила гнезд на гравии, загрязненной осадками, даже если дно расчищали от ила, чтобы она не отличалась по виду от соседних участков (Stuart, 1953). Сходно вел себя лосось Кларка, который покидал нерестилища, если при рытье гнезд обнаруживался ил (Snyder, 1959). При мощном слое ила на дне уровень подрусловых вод может снижаться на 0,25—0,38 м, а электропроводность увеличиваться вдвое, что указывает на гидроизоляцию подру-

словых вод (Bjerklie, LaPerriere, 1985). При этом сокращение водо- и газообмена внутри грунта приводит к дефициту кислорода в подрусловых водах — 0,33—2,94 мг/л на техногенно измененных участках против 6,82—7,36 мг/л на чистых участках;

— заилиние нерестовых бугров в период развития икры с ослаблением проточности в них и ухудшением кислородного режима;

— накопление в течение зимней межени поверхностного слоя ила и мелкого песка на нерестилищах с образованием сравнительно мощного “физического барьера”, препятствующего выходу из нерестовых гнезд личинок лососей. Для мальков, выходящих из грунта при длине 30—40 мм, это — сравнительно серьезный фактор смертности. Достаточно легко пробираясь через песчано-гравийные слои, они не всегда способны преодолеть плотные и вязкие илистые отложения.

Фактором, серьезно ограничивающим фильтрацию воды в грунте, являются мелкие фракции грунта. К настоящему времени признано (Charman, 1988; Tappel, Bjornn, 1983; Леман, 1990), что критический размер частиц грунта, могущий тормозить фильтрацию воды, составляет 0,8—1,0 мм (рис. 4.9).

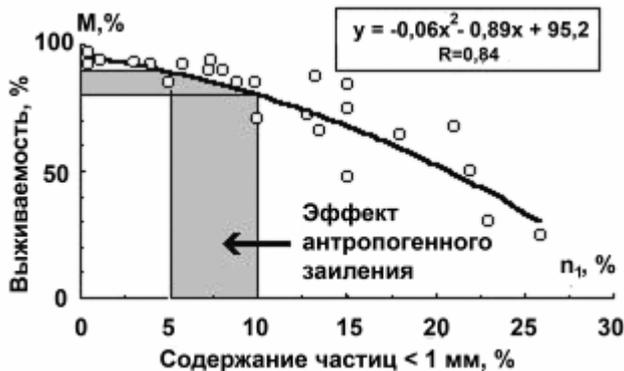


Рис. 4.9. Зависимость выживаемости (в процентах) икры и личинок лососей при заилинии нерестилищ.

Заилиние грунта нерестилищ выражается через суммарное содержание частиц грунта размером менее 1 мм, выраженное в процентах от общей массы грунта. Данная зависимость верна при условии фильтрации через грунт чистой воды, не содержащей илистые частицы. Илистая взвесь может вызывать дополнительную смертность, и тогда график зависимости сместится вниз по оси Y (см. раздел по влиянию мутности воды) (Леман и др., 2000).

В чистой воде, фильтрующейся через грунт, оптимальные условия в нерестовых гнездах, при которых выживаемость эмбрионов лососей превышает 80 %, наблюдаются при содержании мелких (менее 1 мм) частиц грунта менее 15—20 % от массы грунта, что соответствует скорости фильтрации более 0,4 см/с и концентрации кислорода не ниже 3—4 мг/л.

В естественных условиях критическими уровнями являются скорости фильтрации 0,008—0,016 см/с, содержание кислорода 2—3 мг/л, коэффициент фильтрации 0,001—0,01 см/с, ниже которых развитие эмбрионов угнетается, а икра в массе гибнет (Пухлов, 1969; Alderdice, Wickett, 1958; Coble, 1966; Cooper, 1965; Silver et al., 1963; Turnpenny, Williams, 1980; Wickett, 1954 и др.).

При содержании в грунте частиц размером менее 1 мм на уровне 25—30 % (по массе) коэффициент фильтрации падает ниже 0,1—0,2 см/с, а смертность возрастает до 80—90 % (Леман, Кляшторин, 1987).

Расчетные соотношения между толщиной техногенных наносов, оседающих на дно, степенью заиления грунта и уровнем смертности икры лососей приведены в табл. 4.6. Для расчетов приняты следующие исходные данные: средняя глубина закладки икры 0,25 м от поверхности дна; площадь нерестового бугра 0,8 м²; средняя удельная плотность донных отложений при естественном залегании 1,4727 т/м³; средняя удельная плотность фракции частиц размером менее 1 мм с учетом коэффициента разрыхления — 1,0909 т/м³.

Таблица 4.6. Соотношение между толщиной донных отложений (наилка) и процентным содержанием фракций с размерами частиц менее 1 мм

Средняя выживаемость, %	Содержание частиц размером < 1 мм (в %)	Толщина поверхностного заиления, мм	Величина дополнительной смертности при техногенном заилении, %
> 80 (норма)	< 10	< 50	0
65	15	50	15
50	20	70	30
30	25	80	50
15	30	10	65
0	> 30	> 10	80

С увеличением толщины донных отложений мелких частиц размером менее 1 мм пропорционально увеличивается относительное содержание этой фракции в процентах от общей массы грунта. По расчетным данным, пороговый слой поверхностного заиления, при котором может наблюдаться повышение смертности икры и личинок лососей на 15 % начинается с толщины 50 мм.

Важно, что показатель смертности при разном уровне заиления грунта частицами размером менее 1 мм, может служить надежным критерием для оценки влияния данного загрязнения для рыб только при условии развития икры и личинок в чистой воде, не загрязненной взвешенными частицами.

4.3.2. Заиление донных сообществ

Аккумуляция в донных отложениях минеральной взвеси отрицательно влияет на зообентос (Allan, 1975; Minshall, Minshall, 1977; Williams, Mundie, 1978; Khalaf, Tachet, 1980; Reice, 1980; Williams, 1980; Culp et al., 1983). Так, антропогенное заиление притоков двух рек в Калифорнии привело к резкому снижению продукции бентоса, в заиленных притоках она составляла всего 40—63 % от наблюдавшихся в чистых притоках (Sumner, Smith, 1939). Снижение продуктивности бентоса на 50 % по тем же причинам наблюдалось и в р. Сейгел—Крик, штат Айдахо (Casey, 1959). Аккумуляция взвеси на одном из участков русла р. Колорадо вызвала изменения структуры донных биоценозов. Типичные для галечно-гравийных биотопов амфибиотические насекомые исчезли, что нанесло ощутимый ущерб лососевым рыбам, поскольку ручейники, поденки и веснянки являлись более предпочитаемым кормом, благодаря своим размерам и доступности,

чем пелореофильные хирономиды и олигохеты, занявшие их место в экосистеме реки (Eustis, Hillen, 1954). Аналогичное обеднение донной фауны при антропогенном заилении биотопов описано и для других рек (Zibell, 1957; Cordone, Pennoyer, 1960 и др.).

Взвешенные частицы, оседая на дно, изолируют богатые пищей слои субстрата — перифитон, лиственный опад, детрит, а также заполняют пространство между частицами грунта, лишая гидробионтов удобных мест обитания. При этом осевшие частицы взвеси воздействуют на зообентос не только через снижение трофности субстрата и сокращение укрытий, но и посредством ухудшения условий дыхания, механически повреждая их покровы и засоряя жаберный аппарат. Мелкофракционные осадки неблагоприятны для большинства зообентосных организмов, нуждающихся в твердых субстратах для прикрепления, движения и размножения (Морозов, 1979; Волкова, 1984; Culp, Davies, 1983). Первыми покидают изменившиеся биотопы мошки Simuliidae, ручейники Trichoptera и наиболее чувствительные виды поденок Ephemeroptera, веснянок Plecoptera и хирономид п/сем. Diamesinae и Orthocladiinae. В результате на грунтах с повышенным содержанием песка и ила, бедных органикой, формируются сообщества по составу близкие к исходным, но со значительно более низкими количественными показателями (Злобина, Русанова, 1989; Будаева, 1991; Благовидова, Важенин, 1983; Петрова и др., 1989; Добринская и др., 1985 и др.). Поэтому в качестве интегрального показателя состава грунта обычно используется средний диаметр частиц грунта, по мере уменьшения которого наблюдается устойчивое снижение биомассы зообентоса (рис. 4.10). Уменьшается также и средняя масса гидробионтов, что свидетельствует о том, что биомасса уменьшается не только в связи с падением численности организмов, но и благодаря сокращению доли крупных гидробионтов. На Камчатке это - литореофильные ручейники, поденки, веснянки, не выдерживающие заиление (Леман, Чебанова, 2005).

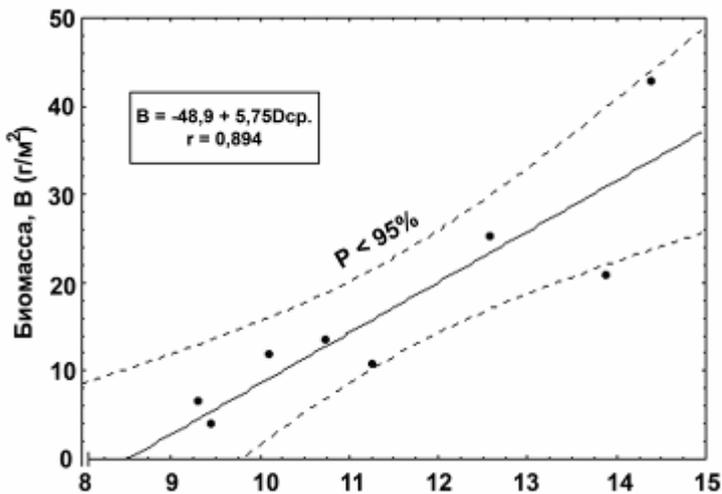


Рис. 4.10. Изменение биомассы зообентоса в зависимости от среднего диаметра частиц грунта (р. Первая Красная, Камчатка) (Леман, Чебанова, 2005).

При дальнейшем заилении доля литореофилов уменьшается, а пелореофилов увеличивается. Другими словами, ухудшение качества грунта, произошедшее в результате заиления, вызывает обеднение исходного литореофильного сообщества, а на сильно измененных грунтах — его полное разрушение, в результате происходит закономерная смена литореофильного комплекса на менее продуктивный пелореофильный (Леман, Чебанова, 2005).

4.3.3. Сокращение мест обитания молоди лососей

Заиление рек, возникающее при любом хозяйственном освоении водосбора, приводит к выравниванию поверхности дна за счет заполнения мелкими фракциями естественных понижений дна. Особенно интенсивно эти процессы протекают у берега, где слабое течение способствует возникновению небольших зон аккумуляции взвеси в заводях, вымоинах, ямах, где зачастую скапливается молодь. В хозяйственно развитых районах структура русла по этой причине постепенно меняется, а удобные для рыб местообитания быстро исчезают (Swales, 1982; Wesche, 1985), что влечет за собой снижение рыбопродуктивности рек (Wesche, 1974). На одной из камчатских рек установлено (Леман и др., 2000), что участок реки, находившийся в зоне аккумуляции донных отложений, оказался более мелководным и ровным, чем верхний, чистый (в среднем, на 0,15—0,20 м), в результате выравнивания поверхности дна. Снижение неоднородности русла привело к снижению плотности заселения заиленного участка в 2—3 раза по сравнению с чистым участком (рис. 4.11).

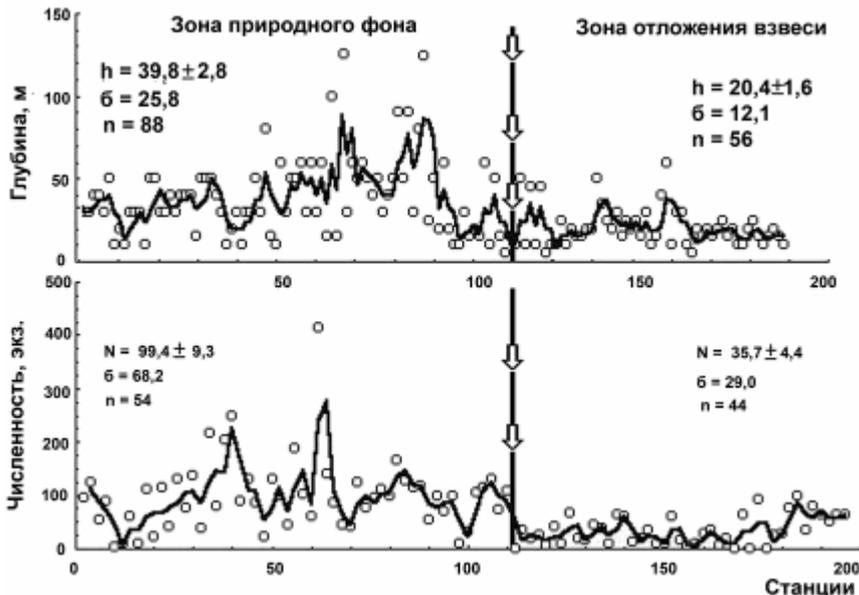


Рис. 4.11. Глубина русла (вверху) и численность сеголеток кижуча (внизу) на участке р. Первая Красная (р. Большая, Западная Камчатка) выше и ниже по течению от точки поступления техногенного твердого стока. По оси абсцисс - расстояние, м (Леман и др., 2000).

4.4. Спрямление русел

При самой разной хозяйственной деятельности возникает потребность в русловых работах, спрямлении русел рек и ручьев, укреплении берегов, строительстве руслоотводных каналов и т.д.

Основными компонентами мест обитания лососевых рыб являются места нагула и укрытия, способствующие более эффективному использованию кормовой базы (Hunter, 1973) и защите от очень быстрого течения и хищников (Giger, 1973). Именно в таких местообитаниях рыба проводит основную часть времени. Изобилие подходящих укрытий определяет количество участков обитания и величину популяции.

При этом типичной микростацией является, так называемая, неконтактная микростация, когда рыбки находятся в толще воды, на расстоянии от грунта и, постоянно подрабатывая плавниками, удерживаются около крупного выступающего элемента (куртина водяного лютика, яма, выступ берега, понижение дна, топляк и т.д.). Сложный по структуре поток, возникающий от препятствия, позволяет лососям лавировать в водяном подпоре от препятствия (или за ним), оставаясь в "точке" гидродинамического равновесия (Веселов, 1993). Сносимые потоком кормовые организмы (дрифт беспозвоночных) попадают в завихрения, где кормится молодь; близость берега дает хорошую защиту от хищников. Такого рода станции чрезвычайно благоприятны для обитания молоди, и их обилие определяет рыбохозяйственную ценность участка реки. Именно поэтому биомасса и продукция лососевых рыб на спрямленных участках рек существенно ниже, чем в естественных (Portt Cameron et al., 1986, Jutila, 1985, Bastien-Daigle et al., 1991).

О действительной важности удобных стаций обитания для лососей говорят последствия их ликвидации. Особенно это касается видов, проводящих в реке более одного года — нерка, кижуч, чавыча, гольцы, микижа. Определено (Elsler, 1968), что на участке с ненарушенными укрытиями собирается на 78 % больше лососей, чем на участке, где 80 % укрытий разрушено. Уничтожение зарослей кустарника и ликвидация береговых вымоин на определенном участке речки приводят к последовательному сокращению численности и массы постоянно обитающих на нем лососей. Подобные явления были зарегистрированы на 12 форелевых водотоках (Boussu, 1954). Уменьшение плотности заселения молоди лососей с 6—9 до 1—4 экз. на 100 м², наблюдаемое при мелиорации (спрямлении) русла, привело к ежегодной потере в уловах 10—20 т взрослых рыб (Jutila, 1985).

Таким образом, конфигурация русла, устойчивость и строение берегов, рельеф дна, скорость течения и глубина, характер грунта и т.д. определяют степень пригодности участка для обитания рыб.

4.5. Хозяйственная деятельность на водосборах

Большую опасность для водоемов представляют не одноразовые, точечные, а постоянные вредные воздействия от рассредоточенных источников, которые снижают продуктивность экосистемы (Ebel, 1985; Sidle, Sharpley, 1991). Лесные разработки, сельскохозяйственные угодья, осушительная мелиорация, торфоразработки, прокладка дорог, рекреационная нагрузка и т.д. — суммарный эффект от таких воздействий проявляется не сразу, трудно количественно регистрируется, слабо поддается контролю, но зато действует широкомасштабно и

носит необратимый, устойчивый характер, воздействуя на все элементы речной экосистемы (Ebel, 1985; Sidle, Sharpley, 1991).

Река и ее водосбор — единая система, реагирующая на любое хозяйственное вмешательство на водосборной территории. Изменение экологических условий на части водосборной площади неизменно приводит к пропорциональному снижению биологической продуктивности прибрежных биотопов и донных биоценозов на прилегающих участках водотоков. Сохранность естественного почвенно-растительного покрова в пределах прибрежных защитных полос смягчает, но не устраняет полностью это воздействие. Часто хозяйственная деятельность ведется на водосборах ручьев, которые из-за своих малых размеров и относительной простоте связей в системе "водоток — водосбор" чрезвычайно чувствительны к любому антропогенному воздействию, реагируя на него раньше и резче, чем более крупные водотоки.

Помимо взвешенных частиц загрязняющие воду вещества — это органические вещества почвы, торфа, уничтоженной растительности и продукты их микробиологического разложения. Их содержание может достигать 15—20 ПДК (Савченко, Рачук, Савченко, 1997).

Антропогенные преобразования речных систем вызываются при любых формах хозяйственной деятельности на водосборах, и даже сельскохозяйственных (Sidle, Sharpley, 1991). Например, осушение — необходимое условие превращения заболоченных земель в культурные угодья, сопровождается склоновой эрозией и заилением примыкающих участков рек (Mills, 1981), хотя сами реки внешне остаются нетронутыми. Дноуглубительные работы зачастую необходимы для ускорения стока с мелиорируемых полей (McCarthy, 1985). При освоении новых водосборов часто оказывается необходимым обустройство мостов и удобных проездов через реки, что также может требовать планирования русла. И даже чрезмерное стравливание пастбищных угодий по берегам рек имеет малозаметные, но, тем не менее, отрицательные последствия для лососевых ручьев (Rinne, 1988).

Эрозионные процессы в придорожных ландшафтах неизбежно приводят к увеличению мутности воды в водотоках и заилению их придонных биотопов. Исследования 20 рек в штате Орегон (США) показали, что количество тонких осадков (диаметром менее 1 мм) при строительстве и эксплуатации дорог увеличивается в 2—5 раз (Adams, Beschta, 1980). Авторы подсчитали, что, если лесовозные дороги занимают 4 % площади элементарного водосбора, воздействие их на экосистемы малых горных водотоков эквивалентно полной вырубке леса на этом водосборе. На примере двух лососевых рек Сев. Калифорнии (США) показано (Burns, 1972), что после ввода в эксплуатацию дорог и мостовых переходов количество тонких взвесей (с размером частиц менее 0,8 мм), особенно опасных для речных систем, возрастает до 30—35 %; а во время дождей средней мощности эрозия и смыв твердого материала с дорожного полотна приводят к увеличению мутности до 3000 мг/л. Спустя 2 года, несмотря на рекультивацию нарушенных склонов и дорожной насыпи, доля тонких взвесей в твердом стоке этих рек не падала ниже 28,5 %. Увеличение твердого стока на 22 % после строительства дорог и выборочной рубки леса на водосборе отмечено и для р. Кэриэйн-Крик в Британской Колумбии, Канада (Hartman, Scrivener, 1990). Убедительно иллюстрирует влияние дороги при лесоразработках и заилению р. Алсей (Орегон, США). Накопление осадков в ее русле за счет минеральных частиц (размером менее 0,85 мм), поступавших с дорожного покрытия, увеличивалось с 20—97 до 90—

300 т/км² в год (Beschta, 1978, цит. по Hartman, Scrivener, 1990). Заиление рек вследствие строительства дорог и мостов, а также распахивания полей на о-ве Принца Эдуарда привело к снижению численности гольцов на 25—70 % в зависимости от степени деградации русла отдельных водотоков (Saunders, Smith, 1965).

Влияние автодорог на развитие эрозионных процессов продолжается и по завершению их строительства. В горном районе штата Айдахо (США) на 29 стоковых площадках измеряли масштаб седиментации наносов с размываемых дорожных гравийных откосов на лесных коллекторных дорогах (ширина площадок 1,8 м, длина 4,6 м); параметры исследуемых откосов — крутизна от 34 до 41°, величина смыва от 0,2 до 94,8 мг/га в год, проективное покрытие от 1 до 93 %, эрозионный индекс дождей от 19 до 452 Мл мм/га в час. На основе полученных 22-летних наблюдений установлено, что только величина проективного покрытия грунтовой поверхности и эрозионный индекс жидких осадков достоверно влияют на масштаб аккумуляции наносов в процессе эрозии откосов. Доказано, что к исследуемым процессам вполне применимо универсальное уравнение смыва, особенно в отношении параметров длины и крутизны склона. Разработана эмпирическая прогнозная модель — формула расчета величины седиментации в зависимости от эрозионного индекса для безморозного покрытия и проективного покрытия почвогрунтовой поверхности (Megahan et al., 1991).

Строительство лесовозных дорог в гористом районе на северо-западе Тихоокеанского побережья США привело к нарушению 6 % общей площади территории при среднем расстоянии трелевки 215 м (Ротачер, 1970). В результате содержание взвешенных наносов в поверхностном стоке, вызванном первыми (после окончания строительства дорог) ливнями, в 250 раз превышало их концентрацию в потоке, протекавшем на соседнем участке с ненарушенной структурой почвенного покрова. В районе одной из дренажных систем на западе штата Орегон 72 % случаев массовой эрозии почв, вызванных крупным паводком, были в той или иной мере связаны со строительством лесовозных дорог и прокладкой трелевочных волоков (Ротачер, 1970).

Нарушение целостности торфяной залежи в ходе земляных работ в дальнейшем оказывает многолетнее, отрицательное влияние на окружающую среду. Торф содержит до 11—12 % водорастворимых органических веществ, которые вымываются осадками и поверхностными водами и служат источниками фенолов, нитритов, углеводов типа легких бензинов. При вскрыше торф аэрируется, в нем развиваются аэробные микробиологические процессы, которые способствуют увеличению количества подвижной органики, попадающей в итоге в речные воды (Савченко, Рачук, Савченко, 1997).

На Камчатке хозяйственное развитие сопровождается освоением новых территорий и соответствующим дорожным строительством. Большие земельные площади, лишённые защитных органических слоев, оказываются подверженными поверхностной эрозии, а перемещение почвы и породы в огромных количествах часто приводит к образованию неустойчивых склонов, на которых наблюдается массовый смыв почв. Строительство дорог часто ведется на относительно крутых склонах, и поэтому почвенный покров нарушается в большей степени, чем при строительстве в речных долинах. Положение усугубляется тем, что на Камчатке в силу особенностей природных условий дороги обычно прокладывают вдоль русел нерестовых лососевых рек, зачастую непосредственно в пределах водоохранных полос, прибрежных защитных полос и просто вдоль берега. Такой

подход с точки зрения развития процессов эрозии и заиления водотоков и, следовательно, нанесения ущерба воспроизводству лососей, является наилучшим.

Наиболее эффективный подход к охране вод от рассредоточенных источников загрязнения состоит в эффективных мерах, направленных на сокращение или полное предупреждение проникновения загрязняющих веществ в реки и ручьи. Всякое нарушение состояния водосбора может приводить к ухудшению качества воды, следовательно, с попаданием загрязняющих веществ в воду можно бороться путем снижения числа таких нарушений водосбора до минимума (Восстановление ..., 1989). Сохранение прибрежной растительности и буферных зеленых полос и другие противоэрозионные меры ограничивают возможность смыва загрязнителей в реки поверхностным стоком.

4.6. Фактор беспокойства

Временные потери воспроизводства рыб от фактора беспокойства (акустические эффекты при работе строительной техники, гидродинамические при забивке свай, сооружении и разборке конструкций, оптические и механические от взмучивания воды при контакте строительных конструкций с грунтом дна и т.д.) в современной практике хозяйственной деятельности не учитываются.

Воздействие данного фактора на рыб, постоянно обитающих и нагуливающих в районе строительства, будет кратковременным (большинство видов рыб легко адаптируются к шумовым эффектам).

Однако через створ работ может проходить нерестовая миграция лососевых рыб вверх по реке, летом и осенью, а весной и летом — скат основной массы сеголетков рыб, народившихся в верховых нерестилищах.

Принимаемый в проектах хозяйственной деятельности календарный график строительных операций не должен создавать помех миграции производителей лососей, в худшем случае может быть допущена лишь кратковременная задержка или смещение миграционного маршрута от одного берега к другому.

Еще менее значительно воздействие фактора беспокойства на скат молоди, так как, во-первых, непосредственного препятствия скату различные физические эффекты не оказывают, а во-вторых, скат обычно идет ночью, когда работы не ведутся.

Тем не менее, при организации русловых работ желательно учитывать не только сезон нерестовых миграций и нереста, но и места естественного скопления рыб, отмечаемые обычно в излуцинах, на свале глубин, за участками естественного или искусственного сужения русла. Для молоди лососевых рыб это обычно там, где из-за перераспределения струй течения молодь выносятся из прибрежного мелководья на более глубокие места.

Более существенное значение фактор беспокойства имеет для лососей в период их нереста. Выбор нерестового участка, расчистка и раскапывание грунта, брачные игры, икрометание и процесс закапывания икры занимает у производителей лососей несколько дней. И еще 9—14 дней самка остается на гнезде, охраняя его (Смирнов, 1975). Требования к месту откладки икры и обустройству нерестового гнезда достаточно высокие, так как от условий в гнезде зависит успешность развития икры и численность потомства. Постоянное беспокойство со стороны браконьеров, туристов, рыбаков-любителей заметно снижает эффективность нереста.

4.7. Литература к разделу 4

- Бабкин В.И., Вуглинский В.С. Водный баланс речных бассейнов. — Л: Гидрометеоздат, 1982. — 183 с.
- Багазеев В.К., Валиев Н.Г., Русанов В.В. Гидротехника при разработке россыпей: Учебное пособие. — Екатеринбург: Изд. УГГГА, 1999. — 86 с.
- Благовидова Л.А., Важенин Г.Г. Влияние дноуглубительных работ на состояние макробентоса р. Обь // Гидробиологический журнал.— 1983. — Вып. 19. — С.18—22.
- Будаева Л.М. Биологический мониторинг рек Большого Кавказа // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем.— Л: Гидрометеоздат, 1991. — Т.13. — С.54—60.
- Веселов А.Е. Распределение и поведение молоди атлантического лосося (*Salmo salar* L.) в потоке воды. Автореф. дисс... канд. бил. наук. — М: МГУ, 1993. — 24 с.
- Волкова В.М. Повышение эффективности дражных разработок глинистых россыпей путем реагентной обработки полигонов и совершенствования схем водоснабжения: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — М., 1987.
- Восстановление и охрана малых рек: Теория и практика / Пер. с англ. А.Э. Габриэляна, Ю.А. Смирнова / Под ред. К.К. Эдельштейна, М.И. Сахаровой. — М.: Агропромиздат, 1989. — 317 с.
- Вронский Б.Б., Леман В.Н. Нерестовые станции, гидрологический режим и выживание потомства в гнездах чавычи *Oncorhynchus tshawytscha* // Вопросы ихтиологии. — 1991. — Т.31. — Вып.2. — С.282—291.
- Галасун П.Т., Булатович М.А. Влияние взвешенных частиц на инкубацию икры и выращивание свободных эмбрионов радужной форели // Сб. "Рыбное хозяйство". — Киев: Ураджай. — 1976. — №23. — С.20—24.
- Добринская А.А. и др. Характеристика гидробионтов и среды их обитания. — Перспективы рационального использования речных экосистем Приобского Севера при разработке полезных ископаемых // Доклады УНЦ АН СССР. — Свердловск, 1985. — С.9—29.
- Злобина Н.Ф., Русанова А.И. Современное состояние донных сообществ реки Томи на отработанных карьерах // Рационал. исполъз. природн. ресурсов Сибири: Тез. докл. научн. конф. Томск, 24-25 октября 1989. — Томск, 1989. — С.200.
- Зюсько А. Я., Матвеев А. А. Состояние ихтиоценозов рек в зонах горных работ // 5-й Съезд Всес. гидробиол. об-ва, Тольятти, 15—19 сент. 1986. Тез. докл. Ч. 2. - Куйбышев, 1986. — С.60—62.
- Зюсько А.Я., Русанов В.В. Состояние популяции хариусов в районах проведения горных работ // Экологическая обусловленность фенотипа рыб и структура их популяций. — 1989. — С. 125—128.
- Кокуричева М.П., Калиничева В.Г., Бикунова Л.П. и др. Влияние взвешенных веществ при добыче песка на водные организмы // Гидромеханизация и проблемы охраны окружающей среды. — М., 1981. — С.46—48.
- Леман В.Н. Анализ влияния атмосферных осадков предшествующих лет на динамику подземных вод и эффективность воспроизводства кеты // Вопросы физиологии морских и проходных рыб. Сб. научн. тр. ВНИРО. — М.: ВНИРО, 1987. — С.113—123.

Леман В.Н. Типизация нерестилищ лососей рода *Oncorhynchus* по фильтрационному и термическому режиму в речном грунте бассейна реки Камчатки // Вопросы ихтиологии. — 1988. — Т.28. - Вып.5. — С.754—763.

Леман В.Н. Экологическая специфика нерестилищ тихоокеанских лососей р.*Oncorhynchus*. Автореферат дисс. на соискание уч. ст. канд. биол. наук. — М., 1990. — 22 с.

Леман В.Н. Нерестовые станции кеты *Oncorhynchus keta*: микрогидрологический режим и выживаемость потомства в нерестовых буграх (бассейн р. Камчатка) // Вопросы ихтиологии. — 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. — Владивосток: Дальнаука, 2003. — Вып.2. — С.12—34.

Леман В.Н., Кляшторин Л.Б. Методические указания по оценке состояния нерестилищ тихоокеанских лососей. — М.: ВНИРО, 1987. — 28 с.

Леман В.Н., Упрямов В.Е. Анализ влияния осушительной мелиорации на условия развития икры и личинок лососей р.*Oncorhynchus* в грунте нерестилищ // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана, Сб. научн. трудов КамчатНИРО. — Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2002. — Вып. 6. — С.296—302.

Леман В.Н., Упрямов В.Е., Чебанова В.В. Экологические проблемы добычи россыпного и рудного золота в бассейнах лососевых нерестовых рек Камчатки // Проблемы охраны и рационального использования биоресурсов Камчатки. Докл. Второй Камчатской областной научно-практической конференции. — Петропавловск-Камчатский, 2000. — С.49—60.

Леман В.Н., Чебанова В.В. Реакция литофильного зообентоса на изменение гранулометрического состава грунта в метаритрале малой предгорной реки (юго-запад Камчатки) // Экология. — 2005. — №1. — С.1—6.

Матвеев А.А., Волкова В.М. Вещественный состав твердой фазы дражных сточных вод // Разработка россыпных месторождений: Межвузовский научный сборник. — М., 1981. — №2. — С.111—119.

Морозов А.Е. Донная фауна малых рек и влияние на нее взвешенных веществ дражных вод // Труды Пермской лаборатории ГосНИОРХ. — 1979. — Вып.2. — С.128—131.

Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. — М.: ВНИРО, 1999.

Петрова Н.А., Уварова В.И., Бутакова Т.А. Влияние добычи нерудных строительных материалов на гидробионтов в русле реки Иртыш // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. — 1989. — №305. — С. 135—145.

СпраПособие

скоростью (Пособие ..., 1990). Рыбы в потоках стремятся удержаться в местах, где скорости течения соответствуют их плавательной способности.

Пыркин Ю.Г., Силаев М.А. О влиянии параметров водного потока на дальность распространения взвешенной твердой примеси // Метеорология и гидрология. — 1997. — №3. — С.103—108.

Ротачер Д.С. Ведение лесного хозяйства с целью сохранения качества воды // Докл. иностр. ученых на Междунар. симпозиуме по влиянию леса на внешнюю среду. — М., 1970. — С.116—143.

Русанов В.В., Зюсько А.Я., Ольшванг В.Н. Состояние отдельных компонентов водных биоценозов при разработке россыпных месторождений дражным способом. — Свердловск: УРО АН СССР, 1990. — 123 с.

Русанов В.В., Пашкевич Н.В. Влияние твердый взвесей на физиологическое состояние и выживание рыб // Тез. докл. Третьей Всесоюз. конф. — Киев, 1976. — С.101—102.

Русанов В.В., Турицына О.С. Влияние глинистых взвесей на ранние стадии онтогенеза рыб // Труды Пермской лаборатории ГосНИОРХ. — 1979. — Вып.2. — С.122—127.

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 // Вопросы ихтиологии. — 1969. — Том 9. — Вып.5(58). — С.839—849.

Савченко И. Ф., Рачук В. В., Савченко М.Н. Экология амурского золота // Экология и промышленность России. — 1997. — №5.

Семушин Р.Д. Роль мошек в самоочищении текучих водоемов // Динамика зооценозов, проблемы охраны и рацион. использ. животного мира Белоруссии. Тез. докл. зоол. конф., Витебск, 19-21 сентября 1989, АН БССР ин-т зоол. — Минск, 1989. — С.182—183.

Сидоров Г.П. и др. Влияние горных разработок на лососевые реки Урала // Сер. препринтов сообщ. "Научн. рекомендации народному хоз-ву", АН СССР, Коми научн.центр, Ур.О. — Сыктывкар, 1989. — Вып. 81. — 16 с.

Смирнов А.И. Биология, размножение и развитие тихоокеанских лососей. — М.: Московский университет, 1975. — 334 с.

СНиП 2.06.07–87. Строительные нормы и правила. Подпорные стены, суходоходные шлюзы, рыбопропускные и рыбозащитные сооружения. 1988. — 12 с.

Справочное пособие к СНиП 2.04.02-84. "Водоснабжение. Наружные сети и сооружения". Проектирование сооружений для забора поверхностных вод. М.: Стройиздат, 1990. — 177 с.

Чалов С.Р., Чебанова В.В., Леман В.Н., Песков К.А. Техногенные изменения русла малой лососевой реки и их влияние на сообщество макрозообентоса и лососевых рыб (юго-восточные отроги Корякского нагорья) // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. — Владивосток: Дальнаука, 2005. — Вып.3. — С.36—48.

Adams J.N. and Beschta R.L. Gravel bed composition in Oregon coastal streams // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. — 1980. — 37. — P.1514—1521.

Alderdice D.F., Wickett W.P. A note on the response on developing chum salmon eggs to free carbon dioxide in solution // J. Fish. Res. Board Can. — 1958. — 15 (15). — P.797—799.

Allan J.D. The distributional ecology and diversity of benthic insects in Cement Creek, Colorado // Ecology. — 1975. — V.56. — №5. — P.1040—1053.

Bain M.B., Finn J.T., Booke H.E. Streamflow regulation and fish community structure // Ecology. — 1988. — 69. — P.382—392.

Bastien-Daigle S., Vromans A., MacLean M. A guide for fish habitat improvement in New Brunswick // Can. Tech. Rep. Fish. Aq. Sc. — 1991. — N1786.

Becker C.D., Neitzel D.A., Abernethy C.S. Effects of dewatering on chinook salmon redds: Tolerance of four developmental phases to one-time dewatering // *N. Am. J. Fish. Mgmt.* — 1983. — 3. — P.373—382.

Bell M. *Fisheries Handbook of Engineering Requirements and Biological Criteria.* — Portland: Oregon:US Army Corps of Engineers, North Pacific Division, 1990. — 35 p.

Bjerklie D.M., LaPerriere J.D. Gold-mining effects on stream hydrology and water quality, Circle Quadrangle, Alaska // *Water Resources Bulletin.* — 1985. — V. 21. — N2. — P.235—243.

Boussu M.F. Relationship between trout populations and cover on a small stream // *J. Wildl. Mgmt.* — 1954. — V.18. — P.229—239.

Brick C. A model of groundwater response to reservoir management and the implications for kokanee salmon spawning. Flathead Lake. Montana. M. Sc. Thesis. — University of Montana, 1986.

Burns G.W. Some effects of logging and associated road construction on Northern California streams // *Trans. Am. Fish. Soc.* — 1972. — V.101. — №1. — P.1—17.

Casey O.E. The effects of placer mining (dredging) on a trout stream // *Ann. Prog. Rept., Project F34-R-1, Water Quality Investigations, Federal Aid in Fish Restoration, Idaho Dept. of Fish and Game, 1959.* — P.20—27.

Chapman D.W. Critical review of variables used to define effects of fines in redds of large salmonids // *Trans. Am. Fish. Soc.* — 1988. — V.117. — N1. — P.1—21.

Coble D. W. Influence of water exchange and dissolved oxygen in redds on survival of steelhead trout embryos // *Trans. Am. Fish. Soc.* — 1966. — 90 (4). — P. 469—474.

Cooper A.C. The effect of transported stream sediments on the survival of sockeye and pink salmon eggs and alevin // *Int. Pac. Salmon. Fish. Comm., Bull.* — 1965, — XYIII. — 71 p.

Cordone A.J., Pennoyer S. Notes on silt pollution in the Truckee River drainage // *Calif. Dept. Fish and Game.* — 1960. — N60 — 14. — 25 p.

Culp J.M., Davies R.W. Responses of benthic macroinvertebrate species to manipulation of interstitial detritus in Carnation Creek, British Columbia // *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science.* — 1985. — 42. — P.139—46.

Culp J.M., Walde S.J., Davies R.W. Relative importance of substrate particle size and detritus to stream benthic macroinvertebrate microdistribution // *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* — 1983. — V.40. — N5. — P.1568—1574.

Curry R.A., Gehrels J., Noakes D.L.G., Swainson R. Effects of river flow fluctuations on groundwater discharge through brook trout, *Salvelinus fontinalis*, spawning and incubation habitats // *Hydrobiologia.* — 1994. — 277. — P.121—134.

Dane B. G. Culvert guidelines: recommendations for the design and installation of culvert in British Columbia to avoid conflict with anadromous fish // *Fish. Mar. Serv. Tech. Rep.* — 1978. — №811. — 57 p.

Ebel W.J. Review of effects of environmental degradation on the freshwater stages of anadromous fish // *Habitat Modification and Freshwater Fisheries* (J.S. Alabaster, ed.). — 1985. — P.62—79.

Elser A.A. Fish populations of a trout stream in relation to major habitat zones and channel alterations // *Trans. Amer. Fish. Soc.* — 1968. — V.97. — N4. — P.389—397.

Eustis A.B., Hillen R.H. Stream sediment removal by controlled reservoir releases // *Prog. Fish-Cult.* — 1954. — V.16. — N1. — P.30—35.

Fischer S.G., LaVoy A. Differences in littoral fauna due to fluctuating water levels below a hydroelectric dam // *J. Fish. Res. Board Can.* — 1972. — 29. — P.1472—1476.

Furniss M.J., Roelofs T.D., Yee C.S. Road construction and maintenance // Influences of forest and rangeland management on salmonid fisheries and their habitats, Chapter 8, American Fisheries Society — Special Publication. — 1991. — N19. — P.297—323.

Giger R.D. Streamflow requirements of salmonids // Final Report on Project AFS 62-1. Oregon Wildlife Comm., Portland, 1973. — 41 p.

Hartman J.F., Scrivener G.C. Impacts of forestry practices, on a coastal stream ecosystem, Carnation Creek, British Columbia // *Can. Bull. Fish. Aquat. Sci.* — 1990. — N223. — 148 p.

Herbert D. W. M., Richards J. M. The growth and survival of fish in some suspensions of solids of industrial origin // *Int. J. Air Wat. Poll.* — 1963. — V.7 — P.297—302.

Hetherington F.D. Effects of forest harvesting on the hydrologic regime of Carnation Creek experimental watershed: a preliminary assessment // Proceeding of the Carnation Hydrologi Simposium 1982, National Research of Canada, Ontario. — 1982. — P.247—267.

Hydraulic design of energy dissipators for culverts and channels // Design For Fish Passage at Roadway - Stream Crossings: Synthesis Report. — Publication No. FHWA-HIF-07-033 June 2007. — 2007 (сайт National Park Service U.S. Department of the Interior).

Hooper D.R. Evaluation of the effects of Elows on trout stream ecology — Emeryville, Calif.: Pacific Gas and Electric Co, 1973. — 55 p.

Hunter J.W. A discussion of game fish in the state of Washington as related to water requirements. — Fish Mgmt. Div. Report. Washington State Dept. of Game, Olympia, 1973. — 150 p.

Hvidsten N.A. Mortality of pre-smolt Atlantic salmon *Salmo salar* L. and brown trout *Salmo trutta* L., caused by fluctuating water levels in the regulated River Niberta, central Norway // *J. Fish Biol.* — 1985. — 27. — P.711—718.

Jutila E. Dredging of rapids for timber-floating in Finland and its effects on river-spawning fish stocks // Habitat Modif. Freshwater Fish. Proc. Symp. Eur. Inland Fish. Adv. Commiss., Aarhus, 23-25, May, 1984, London. — 1985. — P.104—108.

Khalaf G., Tachet H. Colonization of artificial substrata by macroinvertebrates in a stream and variations according to stone size // *Freshwater Biol.* — 1980. — V.10. — N2. — P.475—482.

LaPerriere J.D., Wagener S.M., Bjerklie D.M. Gold-mining effects on heavy metals in streams, Circle Quadrangle, Alaska // *Water Resources Bulletin.* — 1985. — V.21. — N2. — P.245—252.

Lloyd D.S., Turbidity as a water quality standart for salmonid habitats in Alaska // *N. Am. J. Fish. Manage.* — 1987. — V.7. — P.34—45.

McCarthy D.T. The adverse effects of channelization and their amelioration // Habitat Modif. and Freshwater Fish. Proc. Symp. Eur. Inland Fish. Adv. Commiss., Aarhus, 23-25, May, 1984, London e.a. — 1985. — P.83—97.

Megahan W.F., Stephen M.B., Monte W.D. Probability of sediment yields from surface erosion on gneitic roadfields in Ydaho // *J. Environ. Qual.* — 1991. — V.20. — №1. — P.53—60.

- Mills D. The effects of afforestation on salmon rivers and suggestions for their amelioration // *Saumons*. — 1981. — N36. — P.9—11.
- Minshall G.W., Minshall J.N. Microdistribution of benthic invertebrates in a Rocky Mountain stream // *Hydrobiologia*. — 1977. — V.55. — №1. — P.231—249.
- Narf R.P. Aquatic insect colonization and substrate changes in a relocated stream segment // *Great Lakes Entomol.* — 1985. — №18. — P.83—92.
- Plankkuch H.D., Winter T.C. Effect of anisotropy and groundwater system geometry on seepage through lakebeds // *J. Hydrol.* — 1984. — 75. — P.213—237.
- Port Cameron B., Balon Eugene K., Noakes David L. Biomass and production of fishes in natural and channelized streams // *Can. J. Fish. and Aquat. Sci.* — 1986. — 43. — 10. — P.1926—1934.
- Reice S.R. The Role of Substratum in Benthic Macroinvertebrate Microdistribution and Litter Decomposition in a Woodland Stream. *Verh. Int. Theor. Aug. Limnol.*, — 1980. — 20. — P.1396—400.
- Reiser D.W., White R.G. Effects of complete redd dewatering on salmonid egg-hatching success and development of juveniles // *Trans. Am. Fish. Soc.* — 1983. — 112. — P.532—540.
- Reynolds J., Simmons R.C., Burkholder A.R. Effects of placer mining discharge on health and food of arctic grayling // *Water Resources Bulletin*. — 1989. — V.25.— N3. — P.625—635.
- Rinne J.N. Grazing effects on stream habitat and fishes: research design considerations // *N. Am. J. Fish. Manage.*, — 1988. — V.8/ — P.240—247.
- Saunders G.W., Smith M.W. Changes in stream pollution of trout, associated with increased silt // *J. Fish. Res. Bd Can.* — 1965. — V.22. — .395—404.
- Shapovalov L. Experiments in hatching steelhead eggs in gravel // *Calif. Fish and Game*. — V.23. — N3. — P.208—214.
- Shaw P.A., Maga J.A. The effect of mining silt on yield of fry from salmon spawning beds // *California Fish and Game*. — 1943. — V.9. — P.29—41.
- Sidle R.C. Sharpley A.N. Cumulative effects of land management on soil and water resources: an overview // *J. Environ. Qual.* — 1991. — V.20. — N1. — P.1—3.
- Silver S.T., Waaren Ch.E., Doudoroff P. Dissolved oxygen requirements of developing steelhead trout, and chinook salmon embryos at different water velocities // *Trans. Am. Fish. Soc.* — 1963. — 92 (4). — P.327—343.
- Smith A.K. Development and application of spawning velocity and depth criteria for Oregon salmonids // *Trans. Am. Fish. Soc.* — 1973. — 102. — P.312—316.
- Snyder J.R. Evaluation of cutthroat reproduction in Trappers Lake inlet // *G. Rep. Colo. Rish. Res. Un.* — 1959. — N5. — P.12—52.
- Stuart T.A. Spawning migration, reproduction and young stages of loch trout (*Salmo trutta L.*) // *Freshw. Salm. Fish. Res.* — 1953. — N5. — P.253—258.
- Sumner F.H., Smith O.R. A biological study of the effect of mining debris, dams and hydraulic mining on fish life in the Yuba and American Rivers in California // *Mineographed report to U.S. District Engineers Office, Sacramento, California*. Stanford. — California, Stanford University, 1939.
- Swales S. Environmental effects of river channel works used in land drainage improvement // *J. Environm. Manage.* — 1982. — V.14. — P.103—126.
- Tappel P.D., Bjornn T.C. New method of relating size of spawning gravel to salmonid embryo survival // *North Am. J. Fish. Management*. — 1983. — V.3. — P.123—135.

Turnpenny A.W.H., Williams R. Effects of sedimentation on the gravel of an industrial river system // *J. Fish. Biol.* — 1980. — V.17. — P.681—693.

Van Nieuwenhuysse E.E., LaPerriere J.D. Effects of placer gold mining on primary production in subarctic streams of Alaska // *Water Resources Bulletin.* — 1986. — V.22. — N1. — P.91—99.

Vinyard G. L., O'Brien W. J. Effects of light and turbidity on reactive distance of bluegill (*Lepomis macrochirus*) // *J. Fish. Res. Board Can.* — 1976. — V33. — N12. — P.2845—2849.

Ward J.V. Effects of flow patterns below large dams on stream benthos: a review // J.F. Orsborn and C.H. Allman [ed.] *Instream Flow Needs Symp. Am. Fish. Soc.* — 1976. — P.235—253.

Weaver W.E., Hagans D.K. Handbook for forest and ranch roads. A guide for planning, designing, constructing, reconstructing, maintaining and closing wildland roads. Prepared for The Mendocino County Resource Conservation District in cooperation with The California Department of Forestry and Fire Protection and The U.S.D.A. Soil Conservation Service. — 1994. — 161 p. (+ appendix).

Wesche T.A. Relationship of discharge reductions to available trout habitat for recommending suitable streamflows // *Water Resources series, N3 Laramie: Univ. of Wyoming.* — 1974.

Wesche T.A. Stream channel modifications and reclamation structures to enhance fish habitat // *Restorat. Rives and Streams: Theor. and Exper., Boston e.a.* — 1985. — P.103—163.

White D.S. Biological relationships to convective flow patterns within stream beds // *Hydrobiology.* — 1990. — 196. — P.149—158.

Wickett W.P. The oxygen supply to salmon eggs in spawning beds // *J. Fish. Res. Bd. Canada.* — 1954. — V.2. — N6. — P.933—953.

Williams D.D. Temporal patterns in recolonization of stream benthos. // *Arch. Hydrobiol.* - 1980. - V.90., N1. — P.56—74.

Williams D.D., Mundie J.H. Substrate size selection by stream invertebrates and the influence of sand // *Limnol., Oceanogr.*—1978.—V.23.—№5.—P.1030—1033.

Ziebell C.D. Silt and pollution (Wash. Poll. Control Comm.) // *Information Series.* — 1957. — N57-1. — 4 p.

5. Естественное восстановление наземных и донных сообществ

5.1. Особенности эрозионных процессов почв Камчатки

Увеличение количества частиц в водотоках связано не только со строительными работами в руслах рек, но и с развитием эрозионных процессов вследствие нарушения растительности по берегам рек и прилегающих склоновых территорий. Следы и колеи, имеющие продольный уклон, практически всегда являются начальными очагами стока и эрозии почв на склоновых землях. Суммарная эрозионная уязвимость основных почв земельного фонда Камчатки оценивается свыше 10 баллов (Зархина, 1984), и они выделяются в самостоятельный тип особо комплексно-уязвимых вулканогенных почв. Важно, что нанесенный первоначально ущерб природной системе далее самопроизвольно развивается. В связи с этим крайне важен контроль эрозионных процессов при любых строительных работах в бассейнах нерестовых лососевых рек, учет источников массовой водной эрозии почв и грунта, учет сноса грунта с техногенных участков берегов — дорог, мостов, насыпей, производственных площадок и пр.

Почти все почвы Камчатки отличаются легким механическим составом (супеси и легкие суглинки), благоприятным для земледелия водно-физическими свойствами и выраженным дефицитом почвенного тепла. Для них характерны глубокая гумусированность и высокое содержание гумуса — 7—12 %. В целом, эрозионные особенности Камчатки определяются следующим сочетанием основных факторов (табл. 5.1): легкий механический состав, рыхлость, специфическая слоистость, неоднородность сложения и молодость почв; затяжные уклоны, характерные для хозяйственно освоенных территорий Камчатки; дефицит почвенного тепла; позднее установление и медленное накопление снежного покрова в начале зимы, низкая его сохранность на открытых участках равнин в этот период (40—60 %); избыточное снегонакопление (до 100—150 см) в конце зимы, высокие запасы воды в снеге к началу снеготаяния (до 7—8 млн. л на 1 га); напряженный ветровой режим.

Почвы хозяйственно-освоенных территорий Камчатки относятся к II и IV типам эрозионной уязвимости (Зархина, 1983). Однако, суммарные потери гумуса, — интегральный показатель разрушаемости почв, — здесь значительно выше максимальных потерь на материковой части Дальнего Востока. Снижение гумусированности почв на 30—50 % происходит на Камчатке не за 10—20 лет, как, например, в Приамурье, а за 5—6 лет, несмотря на регулярное внесение органических удобрений — до 40 т на 1 га в год. “Срабатываемость” (скорость снижения мощности) осваиваемых торфяников в условиях Камчатки достигает 10 см в год, что в 2 раза быстрее, чем в Приамурье. Если учесть и потери площадей из-за чрезвычайно развитой на Камчатке линейной эрозии, то суммарную уязвимость (Зархина, 1984) основных почв земельного фонда Камчатки следует оценивать выше 10 баллов, выделяя их в самостоятельный тип эрозионно-уязвимых особо комплексно-уязвимых вулканогенных почв.

К эрозионным особенностям Камчатки относится бесприммерно высокая размываемость почв талыми водами. Даже при незначительных уклонах, здесь развивается сильный поверхностный и внутрипочвенный (суффозия) размыв. Так при уклоне менее 1°, на аллювиальных легкосуглинистых почвах, только за один сезон снеготаяния количество водорослей на каждые 100 м² пашни достигает 50—60 шт., а суммарный объем вынесенного материала — 110—120 м³ с 1 га. Водо-

роины имеют извилистый, неравномерный характер, обвальные края, большую протяженность (до 200—300 м), активно концентрируют сток. Ширина их достигает 3—6 м, при глубине 4—5 см (до 10—13 см местами). В тех местах, где концентрируется сток от межрядовых борозд, глубина промоин, даже на коротких, менее 100 м, склонах, за один сезон достигает 30—35 см, при ширине 120—150 см (Зархина, 1985).

Таблица 5.1. Характеристика эрозионной опасности горных лесных почв Камчатки (по Заславский, 1979; Тупикин, 1982)

Фактор	Показатель
Климат	Осадки в течение года 400—800 мм в равнинных условиях и 800—1600 мм в предгорных и горных районах. Частые и длительные дожди продолжительностью ≥ 2 суток, образующие большой слой осадков. Мощный снежный покров (100—200 см) на промерзшей, насыщенной водой почве. Малая сумма активных температур (1200—1850 °С). Частые сильные ветры ≥ 10 —20 м/с.
Рельеф	Склоны разной крутизны (1—40 °) и экспозиции, т.к. 2/3 территории Камчатки занимают горные области. Густота расчлененности склонов речными долинами, ложбинами и промоинами. Величина местных и основных базисов эрозии, колеблющихся от 10 до сотен метров.
Геология	Малая противозэрозионная устойчивость почвообразующих и подстилающих пород вулканического происхождения. Наличие экзогенных процессов: суффозии, солифлюкции, речной боковой эрозии, эрозии “сухих” рек и эндогенных процессов (частых землетрясений, вулканической деятельности).
Почвы	Малая противозэрозионная устойчивость вулканических почв. Незначительная (в среднем 5 см) мощность гумусового горизонта. Легкий, в основном супесчаный и песчаный механический состав и рыхлое бесструктурное сложение вулканических горных лесных почв. Насыщение водой мерзлых почв в период снеготаяния и стока. Насыщенность водой почв в период выпадения жидких осадков и слабая сопротивляемость механическому сдвигу.
Растительность	Малая устойчивость горной растительности к рекреационным нагрузкам. Медленное естественное зарастание травянистой и лесной растительностью гарей и различного рода обнажений. Многочисленные разрывы дернины на склонах сопков в пригородных лесах.
Антропогенное воздействие	Рубка леса и бессистемное механическое повреждение напочвенного покрова и верхних почвенных горизонтов. Неправильная прокладка изыскательских, лесовозных дорог и волокон при рубке леса на склонах увалов и сопков. Неправильная трелевка леса на склонах. Интенсивная рекреационная нагрузка в пригородных горных лесах. Раскорчевка и распашка склонов. Лесные пожары.

Попытки нейтрализовать поверхностный сток с помощью водозадерживающих валов неизменно приводят к усилению эрозионных процессов. Вдоль таких валов, пересекающих пологие (менее 2°) затяжные склоны, формируются промоины глубиной до 80—90 см, шириной 2—3 м. Для таких промоин характерно интенсивное обваливание откосов, выводящее из строя большие площади прилегающих территорий. Нередко вдоль валов формируются внутрпочвенные дрены диаметром до 0.3—0.5 м, а над ними образуются многочисленные просадки почвенно-растительной поверхности. Весьма интенсивно развивается линейная эрозия на почвах увалов и предгорий при техногенных нарушениях поверхности. Так, на склоне протяженностью 140—150 м, с уклонами от $2\text{—}3$ до $5\text{—}10^\circ$, скорость потока талых вод по тракторным колеям достигала 400 кг в час. Между тем, остаточные запасы снега, питающие поток, в этот период составляли на его водосборе менее 20 м^3 .

Несмотря на высокий эрозионный потенциал, почвы Камчатки под естественным лесным покровом не эродированы, либо эродированы незначительно, — даже на склонах крутизной $30\text{—}40^\circ$ (Гавва, 1972, Тупикин, 1982). Объем весенне-летнего смыва в горных лиственничниках Камчатки достигает $5\text{—}6\text{ м}^3/\text{год}$ с 1 га, тогда как в тех же условиях при техногенном нарушении растительного покрова развивается катастрофический смыв: до $720\text{ м}^3/\text{год}$ с 1 га (Тупикин, 1982), а на выположенных территориях — до $100\text{ м}^3/\text{год}$ с 1 га (Гавва, 1972). Наблюдавшиеся эрозионные явления (Зархина, 1985) во всех случаях были связаны с техногенной минерализацией почв, особенно — с нарушениями линейного характера: дороги, борозды, колеи тракторов и т.д. На неминерализованных участках, несмотря на весьма слабое развитие подстилки (мощность 3—4 см), авторам не удалось зарегистрировать ни одного случая размыва даже в местах концентрации стока талых вод. Даже большие скопления снега под пологом леса дают замедленный, “заторможенный” сток. Так, в конце мая на северном облесенном склоне, где покрытие почвы снежным покровом еще достигало 60—80 %, а высота покрова — 30—50 см, кайма снегового увлажнения вокруг крупных пятен снега обычно была не шире 10—15 см, местами до 30—40 см. На склоне крутизной 10° подток от границы снега вниз по микроложбинам (поверхностное стояние неподвижной талой воды) отмечался не более чем на 3—4 м. Лишь в крупной ложбине по поверхности подстилки шел прозрачный, неразмывающий поток талой воды. В основном же снеговая вода на облесенных склонах впитывается без формирования эрозионно-опасного поверхностного стока.

Весьма характерным элементом антропогенных ландшафтов Камчатки являются, так называемые, “свалы” — валы земли и корчевальных остатков, сгребенные к окраинам осваиваемой территории. Они, как правило, зарастают молодыми деревьями, но весьма, неравномерно; кроме того, деревья перекрещиваются на них под различными углами, формируя вместе с высоким валом земли (1.5—2 м) крайне неблагоприятную лесомелиоративную структуру полосы. Ширина свалов достигает 10—20 м, местами — 60—100 м. Древесная растительность на них, помимо изначальной хаотичности размещения, как правило, сильно захлапнена, постоянно прогорает, находится в различной степени деградации. Близ свалов скапливается поверхностный сток, в результате чего они становятся очагами линейной эрозии, — как и специально создаваемые водозадерживающие валы.

В горных районах шлейфы склонов, ложбины и другие понижения, а также конусы выноса, поймы и террасы рек и ручьев сложены из рыхлого (объемная

масса 0,30—0,96 г/см³) вулканического происхождения материала, который легко перемещается в больших объемах постоянными и временными текучими водами, что подтверждается данными мутности рек.

В целом, при всех неблагоприятных “эрозионных” особенностях, лесная растительность Камчатки обладает весьма высокими почвозащитными свойствами.

В исследованиях В.И. Тупикина (1980, 1981, 1982) показано, что в условиях Камчатки в весенне–летний период на склонах под листовенничными насаждениями наблюдается ускоренная эрозия — с поверхности почвы ежегодно смывается слой, равный 0,6 мм (6 м³ с 1 га) на световых и 0,5 мм (5 м³ с 1 га) на теневых склонах. Смыв почвы идет как с поверхности, так и из профиля почвы. При снеготаянии и в период дождей талые и дождевые воды текут со склонов тремя отдельными потоками. Первый поток воды идет по поверхности лесной подстилки, второй — под лесной подстилкой по поверхности почвы и третий — внутри почвы по промытым в почвенной массе пустотам — дренам, которые расположены на разной глубине в пределах почвенного профиля. Дрены приурочены к микропонижениям и выклиниваются на поверхность почвы и лесной подстилки в нижней пологой части склона или у подножия. Общий суммарный коэффициент стока в среднем равен 0,48 (поверхностный 0,02, подподстилочный 0,14 и внутрипочвенный 0,32). В местах выхода на поверхность двух последних потоков происходит отложение мелкозема, в среднем 5—6 мм в год, а в отдельные годы — 10—12 см.

При нарушении или уничтожении естественного растительного покрова на склонах (раскорчевка и распашка, рубка леса и трелевка его вдоль склона и др.) эрозионные процессы значительно усиливаются, и поверхностный смыв достигает 720 м³ мелкозема с 1 га.

При прокладке дорог вдоль склона происходит их интенсивный размыв. Так, на месте лесовозной дороги, проложенной в пойме ручья с уклоном до 7°, образовался овраг, который за 8 лет достиг 70 м длины, 7,5 м ширины и 2,5 м глубины. Следующая дорога была проложена по увалу крутизной до 6° и тоже вдоль склона. Эта дорога была размыта за 4 года, на ее месте образовался овраг — промоина длиной 890 м, шириной от 0,5 до 4 м, глубиной от 0,2 до 1,0 м (Тупикин, 1982).

При перебросе стока ручья при строительстве руслоотвода на россыпном месторождении и выводе его на речную террасу с ненарушенным, но слабым почвенно–растительным покровом, за 10 лет образовался мощный овраг глубиной 2—3 м, шириной десятки метров и длиной около километра (рис. 6.7). Проектное решение сброса воды на поверхность рельефа для ее очистки в почвенно–растительной дернине оказалось несостоятельным (Мониторинг ..., 2007).

Итак, на Камчатке эрозионные процессы в горных условиях вызываются поверхностным и внутрипочвенным жидким стоком, в основном, талых вод и сильно усиливаются при хозяйственном освоении территории.

5.2. Системы естественной очистки сточных вод

Известно несколько способов естественной очистки сточных вод: поля фильтрации; коммунальные поля орошения, скользящие поля запахивания, земледельческие поля орошения, поля поверхностного стока, очистка на заболоченных землях и различные биологические пруды.

Естественные способы очистки сточных вод требуют строительства мелиоративных систем, проведения в процессе эксплуатации тех или иных мелиоративных мероприятий, при этом эффективность их работы как очистных систем в значительной мере зависит от времени года и метеорологических условий.

Особого внимания заслуживают три типа естественных систем — поля фильтрации, поля поверхностного стока и буферные водопоглотительные полосы, которые предназначены для очистки сточных вод без сельскохозяйственного использования земель. Их основные характеристики и оптимальные условия применения приведены в табл. 5.2.

Таблица 5.2. Типизация естественных способов очистки сточных вод (Казначеева, 1984)

Показатели	Поля фильтрации	Поля поверхностного стока
Виды сточных вод	Хозяйственно-бытовые, промышленные	Хозяйственно-бытовые, промышленные
Почвогрунты	очень легкие	Тяжелые и очень тяжелые
Уклоны	до 0.002	0.01-0.08
Сезонные нагрузки, м ³ /га·сут	80-160	100-800
Способы подачи	Затопление	Поверхностный сброс
Расходование и потери воды, %:		
испарение	5-10	10-20
фильтрация	90-95	до 5
поверхностный сброс	-	60-90

5.2.1. Буферные водопоглотительные полосы

Рассредоточенность поверхностного стока по большой территории, неравномерность его поступления делают невозможным использование промышленных способов очистки воды. В то же время естественные “зеленые” полосы оказывают положительное влияние на качество вод поверхностного и внутрипочвенного стока. В сточной воде, прошедшей через полосу естественной растительности, уменьшается концентрация и количество твердого стока, фосфора, аммиачного и нитратного азота, пестицидов, часть поверхностного стока переводится во внутрипочвенный. Очистка вод поверхностного стока, в основном, происходит в результате фильтрации вод в глубинные горизонты, а также за счет сорбции загрязняющих ингредиентов почвенно-поглощающим слоем.

Отмеченные особенности почвенной дернины обуславливают участие ее в задержании загрязняющих воду ингредиентов и переводе части поверхностного стока во внутрипочвенных. Отсюда следует, что водоохранные полосы можно использовать в качестве биологического фильтра очистки воды.

Ширину водопоглотительной полосы на полное поглощение воды с вышележащего склона определяют по уравнению водного баланса. Ширина полосы равна (Мельчанов, Курганова, 1997):

$$B = [L (S - P_c) / P_n - P_c],$$

где B — ширина водопоглотительной полосы, м; L — длина склона от нижней части водоохранной зоны до водораздела, м; S — интенсивность водоотдачи при таянии снега, мм/мин; P_c — средняя водопроницаемость отдельных участков склона, мм/мин; P_n — водопроницаемость почв водоохранной полосы, мм/мин.

Ширина водопоглотительной полосы имеет прямую зависимость от длины склона и интенсивности снеготаяния (ливня) и обратную - от водопроницаемости почв в лесной полосе. При расчете необходимой площади на полное водопоглощение на том или ином небольшом водосборе, имеющем устье выхода вод в реку, используют данные по площадям. В местах концентрированного стока рекомендуется создавать простейшие земляные гидротехнические устройства - распылители стока и т.д.

5.2.2. Поля фильтрации

Поля фильтрации — это специально спланированные земельные участки, предназначенные для очистки сточных вод.

Поля фильтрации устраиваются на легких грунтах с нагрузками 80—160 м³/га·сут, и рассчитываются они исходя из фильтрационных свойств почвогрунтов. При этом поверхностный сток сточных вод с обвалованных чеков исключается, потери на испарение сравнительно невелики. Способы подачи воды — затопление.

Рекомендуемые уклоны на полях фильтрации — менее 0,002.

Поля фильтрации подразделяются на два типа — медленной и скорой фильтрации.

На системе медленной фильтрации сточные воды подаются на поверхность с небольшим уклоном, поросшую травами, реже — древесной растительностью. Очистка осуществляется при взаимодействии сточных вод с растительно-почвенным комплексом в результате биологического окисления органических веществ, абсорбции при инфильтрации через почвенный слой взвешенных веществ, потребления в процессе жизнедеятельности растений (Бессребренников, 1989). По сравнению с другими естественными методами этот способ обеспечивает наиболее высокую степень очистки (табл. 5.3).

Таблица 5.3. Ожидаемое качество сточной воды после почвенной очистки, мг/л (Бессребренников, 1989)

Показатель	Способ очистки					
	Поля фильтрации				Поля поверхностного стока	
	Медленная фильтрация		Скорая фильтрация		В склоне стоке	
	среднее	максимум	среднее	максимум	среднее	максимум
Биохимическое потребление кислорода (БПК)	< 2,0	< 5,0	2,0	< 5	10	< 15
Взвесь	< 1,0	< 5,0	2,0	< 5	10	< 20
Азот:						
— аммиачный	< 0,5	< 2,0	0,5	< 2	0,8	< 2
— общий	3,0	< 8,0	10,0	< 20	3,0	< 5
Общий фосфор	< 0,1	< 0,3	1,0	< 5	4,0	< 6

Обязательным условием в системе медленной фильтрации является применение резервуара — накопителя, используемого для хранения сточных вод. Он позволяет при необходимости снизить норму нагрузки сточных вод, прекратить ее подачу во вневегетационный период года или в случае выхода полей фильтрации из строя. Повысить качество очищаемой воды позволяет введение нескольких ступеней предварительной очистки на полях фильтрации.

Существуют факторы, ограничивающие применение системы медленной фильтрации. Так, не все травянистые и древесные породы обладают достаточной устойчивостью к избыточной обводненности и отложению минеральной взвеси на поверхности почвы.

Во многих случаях вследствие многолетней перегрузки происходит закупорка почвенных пор полей фильтрации, и процесс просачивания через них сточных вод замедляется или совсем прекращается (Доливо–Добровольская, 1980). Поэтому при самых незначительных нарушениях режима эксплуатации система медленной фильтрации может выходить из строя.

При использовании системы скорой фильтрации сточные воды подаются по картам-чекам на незадернованную поверхность, сложенную легкопроницаемыми грунтами — песками, супесями и т.п. Просачиваясь сквозь почву, они очищаются вследствие абсорбции и поступают в грунтовые воды. Полнота очистки зависит от физических и химических свойств почвы, мощности фильтрующей толщи и времени фильтрования. Повысить эффективность очистки сточных вод можно путем снижения нормы их подачи на очистку.

В систему очистки сточных вод способом скорой инфильтрации входят колодцы и дрены для подъема очищенной воды с целью ее повторного использования, а также резервуар — стокохранилище.

5.2.3. Поля поверхностного стока

Устройство полей фильтрации не рекомендуется на почвах с низкой фильтрующей способностью, так как она не позволяет использовать самоочищающую способность почвы. В этом случае применяется очистка сточных вод методом поверхностного стока по склонам или террасам, густо заросшим травой.

Появление полей поверхностного стока значительно расширило возможности внедрения естественных методов очистки сточных вод за счет ликвидации пробела в зоне минимальных коэффициентов фильтрации и больших уклонов поверхности полей (табл. 5.2).

Области возможного применения разных способов естественной очистки сточных вод в зависимости от проницаемости почвогрунтов и уклонов поверхности показаны на рис. 5.1.

Принцип работы полей поверхностного стока заключается в том, что сточная вода, стекая тонким слоем по одернованной, закустаренной или залесяной поверхности склона, интенсивно взаимодействует с воздухом, растениями и почвой.

Поля поверхностного стока устраиваются на пологих относительно водонепроницаемых склонах при уклонах 2—8 %, сложенных тяжелыми почвами и грунтами. Сточные воды должны стекать по поверхности почвы широким фронтом, а не по ложбинам и канавам.

В стоковой воде, прошедшей через лесные насаждения, уменьшается концентрация и количество твердого стока, а часть поверхностного стока пере-

водится в почвенный сток. Очистка вод поверхностного стока происходит в результате фильтрации воды в глубинные горизонты, а также за счет сорбции загрязняющих ингредиентов почвенно-поглощающим слоем, почвенно-растительной подстилкой и растительностью.

Способ очистки в склоновом стоке применяется для дополнительной очистки сточных вод после их отстаивания. При организации полей поверхностного стока возможно устройство накопителей, аккумулирующих сточные воды в холодное время года.

Поля поверхностного стока рассчитаны на сравнительно большие сезонные нагрузки сточных вод, которые могут меняться от 100 до 800 м³/га-сут.

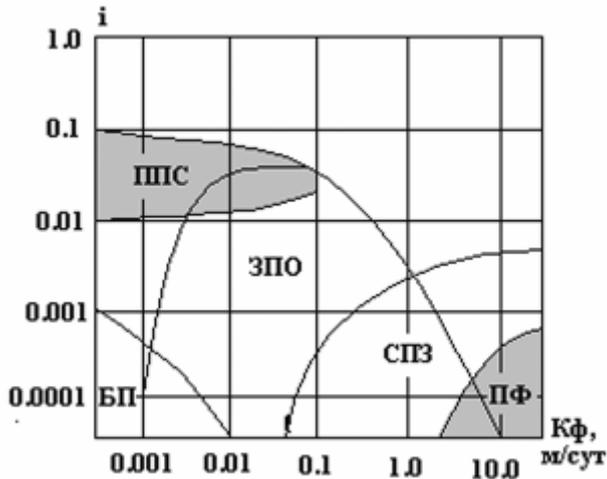


Рис. 5.1. Области применения систем естественной очистки по отношению к проницаемости грунтов и уклонам поверхности (Казначеева, 1984).

ПШС — поля поверхностного стока, ЗПО — земледельческие поля орошения, СПЗ — скользящие поля захавывания, ПФ — поля фильтрации. i — уклон поверхности, Kф — коэффициент фильтрации почво-грунтов.

Примыкают к полям поверхностного стока системы очистки сточных вод, основанные на использовании заболоченных земель и торфяников. Эффективность таких систем достаточно высока. При исходном содержании взвесей в сточных водах 860 мг/л их содержание после очистки в системе “луг — болото” может снижаться до 43 мг/л, на участке заболоченной земли — до 57 мг/л (Бес-сребренников, 1989).

Общим недостатком рассмотренных систем естественной очистки сточных вод является низкая устойчивость почвенно-растительного комплекса к избыточному отложению на них минеральной взвеси и повышенной увлажненности. Естественная растительность увеличивает водопроницаемость верхних и нижних горизонтов почвы. Корни древесных и кустарниковых растений, расчленивая уплотненные нижние горизонты почвы и создавая сеть ходов, после отмирания способствуют увеличению ее водопроницаемости. Нижние слои почв, лишённые дренирующего и структурообразующего воздействия корней, постепенно заиливаются и становятся трудно проницаемыми для воды и воздуха. Этот процесс ярко проявился на одном из месторождений россыпной платины, где до 65 % объема сточных вод (2,65 м³/с) сбрасывается на очистку в обширный бо-

лотный массив (шириной около 20 км). Очистка сточных вод, содержащих 85—95 % мелких взвесей размером менее 0,005 мм, была эффективна только первые несколько лет. Если через 2 года после начала отработки месторождения мутность сточных вод в болотном массиве уменьшалась до неопределяемого уровня через 2—3 км от точки сброса в болото, то через 5—7 лет на болоте образовались мощные иловые отложения, а сточные воды стали напрямую поступать в ручей, дренирующий болото. Причем мутность ручья увеличилась до 1000—2000 мг/л (Леман, 2006).

Затруднения с очисткой сточных вод сопровождаются гибелью растительности. При растекании сточных вод по пологому рельефу глинистые и пылеватые частицы, выпадая из воды и оседая на поверхности земли, закрывают доступ воздуха к корневой системе растений, в результате чего часть растительности погибает. Кроме того, некоторые растения, постоянно находясь в полузатопленном состоянии, не выдерживают длительное повышенное увлажнение.

5.3. Самозарастание растительностью

Площади бывших хозяйственных работ содержат техногенные нарушения растительного покрова различного масштаба, характера, сроков воздействия — в зависимости от технологии и сроков проведения работ. В таких местах уничтожен или сильно нарушен исходный тип растительного покрова.

Процессы регенерации растительных группировок на техногенных территориях находятся в прямой зависимости от совокупности факторов окружающей среды — климатических, геоботанических, геоморфологических и почвенных условий участков размещения техногенных образований, а также от состава и свойств горных пород.

На Камчатке наибольшим потенциалом восстановления обладают ольховые стланики, вейниковые, вейниково–высокотравные сообщества. Ива и чозения вне типичных мест произрастания (аллювиальные отложения) могут формировать лишь временные стадии со сменой пород. Почти не восстанавливаются компоненты горнотундровых группировок, загрязненные места хранения горючесмазочных материалов (только поlying пышная), а также сильно уплотненных грунтов (стоянки техники, площадки поселков, отсыпанные гравием).

В предгорных районах центральной Камчатки (Бараньевское месторождение) скорости зарастания нарушенных участков низки, за 15—20 лет проективное покрытие достигает, в среднем, 25 %. Характер распределения древесных видов — всходы самосева и группы молодняка, травянистых многолетников — зарослями, латками, одиночными побегами. Сообщества, которые можно было бы охарактеризовать как восстановительные стадии исходных типов, отсутствуют. На недавних нарушениях (сюда относятся и рекультивированные участки) отмечаются всходы. Лучше зарастают небольшие неглубокие площадки — за счет вегетативного возобновления (вейник, кипрей), а также площади, сохранившие фрагменты исходных сообществ. Очень медленно идет восстановление сообществ под отвалами траншей, здесь явны признаки повреждения и гибели отдельных стволов древостоя (Леман, 2003). В ландшафтах, покрытых лесной и стланиковой растительностью, через 6 лет после завершения геологоразведочных работ наблюдается интенсивное зарастание поверхностных горных выработок и транспортных магистралей. Можно предположить, что при проведении ре-

культивации срок полного восстановления растительного покрова может составлять не более 10 лет (Зонтов, 1995).

На Агинском месторождении, расположенном в том же районе центральной Камчатки, на техногенных образованиях, сформированных при геологоразведочном опробовании рудного поля — канавы, траншеи, расчистки, буровые площадки, расположенных на высоте более 1000—1050 м над уровнем моря — регенерация растительности в поясе гольцов и горных тундр альпийских лугов происходит в течение 5—10 лет до уровня формирования рыхлых травяных группировок. В их составе доминируют иван-чай узколистый, полынь арктическая, осоки карагинская и длинноклювая, а также родиола розовая (Оценка ..., 2003).

Более благоприятные условия для регенерации растительности наблюдаются в высотном поясе «стелющихся лесов» в долине р. Ага, в диапазоне абсолютных отметок 930—1050 м на участках плоскостных нарушений (площадки производственных и вспомогательных объектов геологоразведочной экспедиции) и на бермах ранее эксплуатируемых подъездных технологических дорог. Здесь в течение 5—10 лет развиваются устойчивые растительные группировки с проективным покрытием до 50%, в составе которых доминируют вейник Лангсдорфа, иван-чай узколистый, родиола розовая, камнеломки, а также загущенные вытянутые куртины мертвопокровных молодых ивнячков. На откосах одноярусных отвалов горных пород и технологических дорог, сложенных крупнообломочными породами, регенерация растительности происходит крайне медленно отдельными куртинами вейника Лангсдорфа преимущественно на участках скопления мелкозема.

Гораздо севернее, в бассейне р. Пенжина при благоприятных местных условиях скорость зарастания древесно-злаковой растительностью на участках бывших разработок (ручьи Ясный, Первая и Вторая Ушканья, Горный, Правый Осиновый) достигает 20—80 % за 10 лет. Более быстро зарастание идет на участках с сохранившимися древесно-растительными остатками (до 100% за 7 лет). В то же время процессы зарастания травянистой растительностью идут более медленно, чем древесной (Леман, 1998).

5.4. Скорость восстановления донных сообществ

Восстановление исходных характеристик речного грунта на нерестилищах после заиления (техногенного или природного) обычно занимает короткий срок. Если русловые работы проводились зимой, то первого весеннего паводка бывает достаточно для промывки нерестилищ от поверхностного заиления.

Восстановление же сообществ речного зообентоса после разрушения биотопов при экстремальных природных ситуациях (паводки, промерзание) и антропогенном нарушении (гидромеханизированные работы, обработка инсектицидами) осуществляется путем реколонизации, имеющей 4 источника — дрифт, роение имаго и откладка яиц, миграции вверх по течению в потоке воды и по поверхности субстрата. Наиболее важным источником реколонизации является дрифт, обеспечивающий 45 % иммигрантов; доля беспозвоночных, появившихся в разрушенном биотопе из яйцекладок, составляет 28 %, мигрировавших против течения в толще воды и по субстрату — 8 % и 19 % соответственно (Williams, Hynes, 1976). Ведущая роль дрифта в реколонизационных процессах отмечалась неоднократно (Tevesz, 1978; Gore, 1979; Dudgeon, 1992).

Время реколонизации ограничено вегетационным периодом. В осенне-зимний период дрейфт в дальневосточных реках минимален, так как при низких температурах донные беспозвоночные малоактивны. Интенсивный дрейфт и, соответственно, расселение донных беспозвоночных на Камчатке, начинается в апреле–мае, в зависимости от температурного режима года, в Канаде — в марте, а завершается в сентябре (Чебанова, 1992, 2002; Williams, 1980; Lake, Doeg, 1985; Doeg et al., 1989).

Реколонизация дна после работы тяжелой техники и, тем более, прокладки траншеи существенно отличается от реколонизации после паводка. Паводки, изменяя морфологию дна, мало влияют на общий гранулометрический состав поверхностного слоя грунта, на поверхности гравия и гальки остаются водные растения, по крайней мере, пленка диатомовых водорослей (Smock et al., 1994; Lytle et al., 2000), а донные беспозвоночные до известной степени приспособлены противостоять вымыванию. Разрушительные последствия только катастрофических паводков, например, восстановление зообентоса в одной из ирландских рек после такого паводка длилось более 3 лет (Giller et al., 1991). Если при прокладке трубопровода удален верхний слой гравия и обнажен подрусловой аллювий, то восстановление полноценного сообщества донных беспозвоночных на участке работ не может начаться прежде восстановления его кормовой базы, а именно образования на твердом субстрате перифитона и накопления грубого и тонкого детрита, поскольку подавляющее большинство видов донных беспозвоночных питается растительным материалом: водорослями, мхами, листовым опадом, водными грибами и детритом на разных стадиях разложения (Леванидов, 1981). Учитывая отсутствие органической пленки на грунте, поднятом на поверхность при прокладке траншеи (Geesey et al., 1978; Rounick, Winterbourn, 1983), можно считать, что длительность формирования на нем автотрофного и гетеротрофного перифитона сходна с заселением экспериментальных субстратов. По литературным данным, пик биомассы водорослевых обрастаний наступал через полтора месяца после начала колонизации субстрата, однако формирование полноценного автотрофного и гетеротрофного перифитона с высоким уровнем разнообразия длилось около двух с половиной — трех месяцев (Kjeldsen, 1996; Lowe et al., 1996; Hunt, Parry, 1998; Romani, Sabater, 1999 и др.).

На вновь заселяемых участках дна доминирует ранняя молодежь амфибиотических насекомых. Такой возрастной состав иммигрантов в заселяемом биотопе обусловлен самими источниками реколонизации, первый — дрейфт, состоящий преимущественно из расселяющихся личинок ранних возрастов, а второй — появление молодежи из яйцекладок, отложенных амфибиотическими насекомыми в данном биотопе (Williams, 1980; Gaston et al., 1985; Deutsch, 1984 и др.). Преобладание молодежи, во-первых, свидетельствует лишь о начальном этапе сукцессии, а, во-вторых, о низкой биомассе формирующегося сообщества (Cowell, 1984).

Характер реколонизации зависит от интенсивности и состава дрейфта, а, следовательно, от расхода воды, видового состава и плотности бентоса на вышележащих ненарушенных участках речного русла (Богатов, 1985, 1988; Allan, 1987; Koetsier et al., 1996; Lancaster et al., 1996; Winterbottom et al., 1997 и др.). Кроме того, заселение искусственных субстратов полноценным донным сообществом должно идти параллельно с образованием перифитона.

Скорость колонизации искусственных субстратов (контейнеров с различным грунтом, стеклянных и бетонных пластин) высока только в начале эксперимента, затем значительно падает, поскольку мигрирующие в толще воды беспоз-

звоночные, встретив неблагоприятные условия в точке оседания, вновь переходят в дрейф (Ulfstrand et al., 1971; Meier et al., 1979; Malmqvist, Otto, 1987 и др.). По данным В.В. Хренникова (1978), проводившего эксперименты по реколонизации в лососевой реке Лимже, в течение августа суммарное оседание организмов в контейнерах с промытой речной галькой составило 60 % по численности и 57 % по биомассе от исходных показателей. Только через 1—1,5 месяца численность зообентоса на искусственных субстратах стабилизируется, а видовой состав иммигрантов приближается к населению окружающих естественных грунтов (Williams et al., 1977; Cline, Ward, 1979; Johnson, Vaughn, 1995; Matthae et al., 1996; Ledger, Hildrew, 2001). Однако это не говорит о полном формировании сообщества. По литературным данным, естественная плотность бентоса на новых субстратах достигается через 1—3 месяца, в зависимости от сезона и климатических условий, и совпадает по времени с окончательным формированием растительных ассоциаций (Hynes, 1975; Townsend, Hildrew, 1976; Schaw, Minshall, 1980).

К масштабным антропогенным нарушениям русловых биотопов относятся гидромеханизированные работы, строительство мостов, руслоотводов, дамб и проч., а также загрязнение, в частности заиление, естественных русловых биотопов. В этих случаях реколонизация, несмотря на постоянный дрейф с вышележащих участков русла, не происходит до тех пор, пока нарушенное дно не сможет обеспечить донных беспозвоночных достаточным количеством пищи и укрытий. Если при прокладке газопровода нарушенный участок составляет, учитывая осадконакопление ниже по течению, сотни метров, то мигрирующие (преимущественно ночью) беспозвоночные будут оседать на него днем, однако, попав на грунт, выходящий за пределы их адаптаций, с наступлением сумерек продолжат движение в поисках подходящих субстратов. На участке реки, превращенном в канал со скрытыми берегами и выровненным, благодаря мелкофракционным осадкам, дном, нет условий для аккумуляции листового опада, развития перифитона, интерстициальной фауны и обычного для лососевых рек литореофильного бентоса, отличающегося большим разнообразием и продуктивностью (Cogerino et al., 1995; Evrard, Micha, 1995). В результате на грунтах с повышенным содержанием песка и ила, бедных органикой, формируются сообщества по составу близкие к исходным, но со значительно более низкими количественными показателями (Русанов и др., 1990; Злобина, Русанов, 1989; Петрова и др., 1989; Cordone, Kelley, 1961; Culp et al., 1983).

Сведения о темпах реколонизации дна при масштабных антропогенных нарушениях речных русел отрывочны, но дают представление о длительности этого процесса. Так, на вымывание глинисто-илистых осадков и формирование на очистившейся гальке полноценного литореофильного бентоса в искусственном речном канале понадобилось 5 лет (Narf, 1985). В реках, пострадавших от пеплопада при извержении в 1980 г. вулкана Сант Хелен, восстановление сообществ водорослей началось быстро, но и через 15 месяцев они оставались на ранних этапах сукцессии (Rushforth et al., 1986), а восстановление сообществ ручейников в этом районе длилось более 5 лет (Anderson, Wisseman, 1987). В руслоотводе на р. Левтыриновьям (Камчатка) в конце августа 1997 г., т.е. через 3 месяца после ввода его в строй, встречалось 20 из 53 обитавших в реке видов донных беспозвоночных, их численность составляла 50 %, биомасса — 15 % относительно соответствующих показателей зообентоса выше руслоотвода. Низкая биомасса объяснялась тем, что 90 % иммигрантов составляла ранняя молодь

амфибиотических насекомых. В августе 1998 г. число видов достигло 25, количественные характеристики увеличились незначительно, существенно изменился лишь возрастной состав иммигрантов — доля старших возрастных групп возросла с 10 до 40 %. Завершилась колонизация лишь в 2000 г. (Чалов и др., 2005).

Примером, более близким к прокладке трубопровода, можно считать естественное нарушение русла небольшой горной р. Кварц Крик — притока третьего порядка р. МакКензи (Орегон, США). После оползня, произошедшего в конце февраля 1986 г., 500-метровый участок речного русла оказался покрыт камнями, почвой и обломками деревьев. В течение 1986 г. на нем сформировалось сообщество ранних колонистов — наиболее мобильных хириноид и поденок рода *Baetis*, относящихся к группе подбирающих коллекторов. Однако соскребатели, детритофаги и хищники (в частности, менее подвижные ручейники, пиявки и моллюски) появились только в 1987 г. и в небольшом количестве. Максимальные первичная продукция и плотность макрозообентоса на нарушенном участке русла р. Кварц Крик наблюдались только в конце 1987 г., т.е. на его реколонизацию ушло два года (Lamberti et al., 1991).

Из краткой литературной справки можно заключить, что при масштабных нарушениях речных русел (на сотни метров или несколько километров), которые обычны при строительстве искусственных каналов и руслоотводных канав, продолжительность восстановления зообентосного сообщества максимальна и изменяется от 3 до 15 лет. При локальных воздействиях, таких как прокладка трубопроводов через реки при полосе нарушений от 20 до 60 метров, восстановление бентосных сообществ до исходного уровня биологической продуктивности, видового и возрастного состава следует ожидать в течение двух лет.

5.5. Литература к разделу 5

Бессребренников Н.К. Проектирование систем почвенной очистки городских сточных вод в США // Мелиорация и водное хозяйство. Комплексное использование и охрана водных ресурсов: Обзорная информ. ЦБНТИ Минводхоза СССР. — М., 1989. — Вып. 6. — С. 41.

Богатов В.В. Метод расчета миграционной активности и дистанции дреффта бентоса в крупных реках. // Гидробиологический журнал. — 1985. — 21. — №3. — С.86—89.

Богатов В.В. Классификация дреффта речного бентоса. // Гидробиологический журнал. — 1988. — 24. — №1. — С.29—33.

Временная инструкция по рекультивации земель, нарушенных при разработке многолетнемерзлых россыпей Северо-Востока СССР. — Магадан, 1990. — 86 с.

Гавва О.И. Развитие эрозии на Камчатке // Камчатская лесная опытная станция — производству. — Петропавловск-Камчатский, 1972. — С.29—31.

Гавва О.И. Процессы эрозии почв на Камчатке, их последствия и возможные способы защиты // Почвы и растительность мерзлотных районов СССР. — Магадан, 1973.

Доливо-Добровольская Л.Б. Почвенная очистка бытовых и городских сточных вод за рубежом. — М., 1980. — 48 с.

Зархина Е.С. О рациональном подходе к освоению лесных земель под сельскохозяйственное пользование // Использование и воспроизводство лесных ресурсов Дальнего Востока. — Хабаровск, 1984. — С.12—24.

Зархина Е.С. Эрозионные и лесомелиоративные особенности сельскохозяйственного земельного фонда Камчатки // Труды ДальНИИ лесного хозяйства "Повышение продуктивности лесов Дальнего Востока". — 1985. — Вып.27. — С.37—46.

Заславский М.Н. Эрозия почв. — М.: Колос, 1979.

Злобина Н.Ф., Русанова А.И. Современное состояние донных сообществ реки Томи на отработанных карьерах // Рацион. исполъз. природн. ресурсов Сибири: Тез. докл. научн. конф. Томск, 24-25 октября 1989. — Томск, 1989. — С.200.

Зонтов В.Н. Отчет по теме "Комплексная эколого-геохимическая оценка золоторудных объектов Камчатской области" (ОМР) за 1991 - 1995 гг." В 2-х книгах. — Петропавловск-Камчатский, 1995.

Казначеева О. Е. Сравнительная характеристика и области применения систем естественной очистки сточных вод // Совершенствование мелиоративных систем в Нечерноземной зоне РСФСР. — Л., 1984. — С.100—105.

Капелькина Л.П. Характеристика хвостохранилищ в связи с их рекультивацией // Гидромеханизация и проблемы охраны окружающей среды. Тез. Докл. Всесоюзн. Научно-техн. Конф. "Проблемы охраны окружающей среды при производстве работ средствами гидромеханизации", Москва, 25-27 ноября 1981. — Москва, 1981. — С.109—113.

Леванидов В.Я., Леванидова И.М. Дрифт личинок насекомых в крупной предгорной реке на примере р. Хор (бассейн Уссури) // Беспозвоночные животные в экосистемах лососевых рек дальнего Востока. — Владивосток, 1981. — С.22—37.

Леман В.Н. Рыбохозяйственный мониторинг и оценка воздействия на воспроизводство лососей в бассейне р. Вывенка в связи с освоением россыпных месторождений Сейнав-Гальмознанского платиноносного горного узла Олюторского района КАО // Отчет о НИР. — Петропавловск-Камчатский: ВНИРО, КамчатНИРО, 1998. — 136 с.

Леман В.Н. Современное состояние природной среды и мониторинг водной биоты, условий обитания и воспроизводства лососевых рыб на территории Бараньевского месторождения и рудного поля Золотого в 2001-2003 гг. // Отчет о НИР. — Петропавловск-Камчатский: ВНИРО, КамчатНИРО, 2003. — 214 с.

Леман В.Н. Экологические проблемы в районе разработки россыпного месторождения платины в бассейне р. Вывенка (1994 - 2006 гг.) // Материалы VII научной конференции «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей», 28-29.11.2006. — Петропавловск-Камчатский, 2006. — С. 224—227.

Мониторинг воздействия геологоразведочных работ и разработки россыпных месторождений платины на условия воспроизводства и состояние рыбных запасов в бассейне р. Вывенка // Отчет о НИР. Леман В.Н., Чалов С.Р. - Петропавловск-Камчатский, Москва: КамчатНИРО, ВНИРО, 2007. — 53 с.

Мельчанов В. Курганова Н. Лесные фильтры для стоковых вод // Экоинформ. — 1997. — №10. — С.36—39.

О рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы, 1994. (постановление Правительства №140 от 23.02.1994 г.).

Оценка воздействий на окружающую среду строительства Агинского золотодобывающего предприятия (корректировка технико-экономического обоснования) (в 2-х томах). — Магадан: ЗАО "Камголд", ОАО "ВНИИ-1", 2003.

Петрова Н.А., Уварова В.И., Бутакова Т.А. Влияние добычи нерудных строительных материалов на гидробионтов в русле реки Иртыш // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. — 1989. — №305. — С.135—145.

Русанов В.В., Зюсько А.Я., Ольшванг В.Н. Состояние отдельных компонентов водных биоценозов при разработке россыпных месторождений дражным способом — Свердловск: УРО АН СССР, 1990. — 123 с.

СНИП 2.06.07-87. Подпорные стены, судоходные шлюзы, рыбопропускные и рыбозащитные сооружения.

Тупикин В.И. Эрозия горных лесных почв Камчатки // Проблемы комплексного географического изучения и освоения горных территорий. Тезисы докл. Седьмого съезда Геогр. об-ва СССР. — Л., 1980. — С.44—46.

Тупикин В.И. Эрозия горных лесных почв Камчатки и меры борьбы с ней // Информ. листок Камч. ЦНТИ. — 1980. — N74. — 5 с.

Тупикин В.И. Водная эрозия на Камчатке // Закономерности проявления эрозийных и русловых процессов в различных природных условиях. — М. — 1981. — С.33—34.

Тупикин В.И. Нормальная и ускоренная эрозия почв в лесах Камчатки // Почвоведение. — 1982. — N1. — С.104—108.

Хренников В.В. Бентос притоков онежского озера. // Лососевые нерестовые реки Онежского озера. — 1978. — С.41—50.

Чалов С.Р., Чебанова В.В., Леман В.Н., Песков К.А. Техногенные изменения русла малой лососевой реки и их влияние на сообщество макрозообентоса и лососевых рыб (юго-восточные отроги Корякского нагорья) // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. — Владивосток: Дальнаука, 2005. — Вып. 3. — С.36—48.

Чебанова В.В. Динамика дрефта беспозвоночных в лососевых реках разного типа (юго-восток Камчатки) // Гидробиол. журн. — 1992. — Т.28. — №4. — С.31—39.

Чебанова В.В. Кормовая база молоди лососей в бассейнах рр. Большой и Паратунки (Камчатка) // Труды ВНИРО. — 2002. — т.141. — С.229—239.

Allan G.D. Macroinvertebrate drift in a rocky mountain stream. // Hydrobiologia. — 1987. — 144. — №3. — P.261—268.

Anderson N.H., Wisseman R.W. Recovery of the Trichoptera fauna near Mt. St. Helens five years after the 1980 eruption // Proc. of the 5th Int. Symp. on Trichoptera. Dr. W. Junk Publishers. Dordrecht. The Netherlands. — 1987. — P.367—373.

Cline L.D., Ward J.V. The impact of highway construction on a small, high mountain stream // Bull. Ecol. Soc. Am. — 1979. — 60 (2). — P.122.

Cogerino L., Cellot B., Bournaud M. Microhabitat diversity and associated macroinvertebrates in aquatic banks of a large European river // Hydrobiologia. — 1995. — V.304. — №2. — P.103—115.

Cordone A.J., Kelley D.W. The influences of inorganic sediment on the aquatic life of streams // California Fish and Game. — 1961. — V.47. — N2. — P.189—228.

Cowell B.C. Benthic invertebrate recolonization of small-scale disturbances in the littoral zone of a subtropical Florida lake. // Hydrobiologia. — 1984. — 109. — №3. — P.193—205.

Culp J.M., Walde S.J., Davies R.W. Relative importance of substrate particle size and detritus to stream benthic macroinvertebrate microdistribution // Can. J. Fish. Aquat. Sci. — 1983. — V.40. — N5. — P.1568—1574.

Deutsch W.G. Oviposition of Hydropsychidae (Trichoptera) in a large river // *Can. J. Zool.* — 1984. — V.62. — P.1988—1994.

Doeg T.J., Lake P.S., Marchant R. Colonization of experimentally disturbed patches by stream macroinvertebrates in the Acheron River, Victoria // *Aust. J. Ecol.* — 1989. — N14. — P.207—220.

Dudgeon D. Effects of water transfer on aquatic insects in a stream in Hong Kong. // *Regulated Rivers: Research and Management* — 1992. — 7. — №4. — P.369—377.

Evrard M., Micha J.-C. Relation entre la diversité du substrat et la diversité faunistique dans un bief belge de la rivière Meuse // *Annls Limnol.* — 1995. — 31. — P.93—103.

Gaston G.R., Rutledge P.A., Walther M.L. The effects of hypoxia and brine on recolonization by macrobenthos off Cameron, Louisiana (USA) // *Contributions in Marine Science.* — 1985. — 28. — P.79—93.

Geesey G.G., Mutch R., Costerton J.W., Green R.B. Sessile bacteria: an important component of the microbial population in small mountain streams // *Limnol. Oceanogr.* — 1978. — V.23. — P.1214—1223.

Giller P.S., Sangpradub N., Twomey H. Catastrophic flooding and macroinvertebrate community structure // *Verh. Int. Ver. Limnol.* — 1991. — V.24. — N3. — P.1724—1729.

Gore J.A. Patterns of initial benthic recolonization of reclaimed coal strip-mined river channel. // *Can. J. Zool.* — 1979. — 57 (12). — P.2429—2439.

Hunt A.P., Parry J.D. The effect of substratum roughness and river flow rate on the development of a freshwater biofilm community // *Biofouling.* — 1998. — 12. — №4. — P.287—303.

Hynes J.D. Downstream drift of invertebrates in a river in southern Ghana // *Freshwater Biol.* — 1975. — V.5. — №6. — P.515—531.

Johnson S.L., Vaughn C.C. A hierarchical study of macroinvertebrate recolonization of disturbed patches along a longitudinal gradient in prairie river // *Freshwater Biol.* — 1995. — 34. — №3. — P.531—540.

Kjeldsen K. Regulation of algal biomass in small lowland stream: Field experiments on the role of invertebrate grazing, phosphorus and irradiance // *Freshwater Biology.* — 1996. — 36. — №3. — P.535—546.

Koetsier P., Minshall G., Robinson Ch.T. Benthos and macroinvertebrate drift in six streams differing in alkalinity // *Hydrobiologia.* — 1996. — 317. — №1. — P.41—49.

Lake P.S., Doeg T.J. Macroinvertebrate colonization of stones in two upland southern Australian streams // *Hydrobiologia.* — 1985. — V.126. — N1. — P.199—212.

Lamberti G.A., Gregory S.V., Ashkenas L.R., Wildman R.C., Moore K.M.S. Stream ecosystem recovery following a catastrophic debris flow // *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* V. — 1991. — 48. — №2. — P.196—208.

Lancaster J., Hildrew A.G., Gjerlov Ch. Invertebrate drift and longitudinal transport processes in stream // *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* — 1996. — 53. — №3. — P.572—582.

Ledger M.E., Hildrew A.G. Recolonization by benthos of an acid stream following a drought // *Archiv fuer Hydrobiologie.* — 2001. — 152. — №1. — P.1—17.

Lowe R.L., Guckert J.B., Belanger S.E., Davidson D.H., Johnson D.W. An evaluation of periphyton community structure and function on tile and cobble substrata

in experimental stream mesocosms // *Hydrobiologia*. — 1996. — 328. — №2. — P.35—46.

Lytle D.A. Biotic and abiotic effects of flash flooding in a montane desert stream // *Arch. Hydrobiol.* — 2000. — 150. — №1. — P.85—100.

Malmqvist B., Otto C. The influence of substrate stability on the composition of stream benthos — an experimental study // *Oikos*. — 1987. — V.48. — N1. — P.33—38.

Matthaei Ch.D., Uehlinger Urs., Meyer E., Frutiger A. Reconization by benthic invertebrates after disturbance in a Swiss prealpine river // *Freshwater Biol.* — 1996. — 35. — №2. — P.233—248.

Meier P.G., Penrose D.L., Polak L. The rate of colonization by macroinvertebrates on artificial substrate samplers // *Freshwater Biol.* — 1979. — V.9. — №4. — P.381—392.

Narf R.P. Aquatic insect colonization and substrate changes in a relocated stream segment // *Great Lakes Entomol.* — 1985. — №18. — P.83—92.

Romani A.M., Sabater S. Effect of primary producers on the heterotrophic metabolism of a stream biofilm // *Freshwater Biology*. — 1999. — 41. — №4. — P.729—736.

Rounick J.S., Winterbourn M.J. The formation, structure and utilization of stone surface organic layers in two New Zealand streams // *Freshwater Biol.* — 1983. — V.13. — N1. — P.57—72.

Rushforth S.R., Squires L.E., Cushing C.E. Algal communities of springs and streams in the Mt. St. Helens region, Washington, U.S.A. following the May 1980 eruption // *Journal of Phycology*. — 1986. — 22. — №2. — P.129—137.

Smock L.A., Smith L.C., Jones J.B., Hooper S.M. Effects of drought and a hurricane on a coastal headwater stream // *Archiv fur Hydrobiologie. Stuttgart*. — 1994. — 131. — №1. — P.25—38.

Schaw D.W., Minshall G.W. Colonization of an introduced substrate by stream macroinvertebrates // *Oikos*. — 1980. — V.34. — N3. — P.259—271.

Tevesz M.J.S. Benthic recolonization patterns in the Vermilion River, ohio // *Kirtlandia*. — 1978. — №2. — P.1—17.

Townsend C.R., Hildrew A.G. Field experiments on the drifting, colonization and continuous redistribution of stream benthos // *J. Anim. Ecol.* — 1976. — V.45. — N3. — P.759—772.

Ulfstrand S., Svensson B., Enckell P.H., Hagerman L., Otto C. Benthic insect communities of streams in Stora Sjöfallet National Park, Swedish Lapland // *Entomol. Scand.* — 1971. — V.2. — N4. — P.309—336.

Williams D.D. Temporal patterns in recolonization of stream benthos // *Arch. Hydrobiol.* — 1980. — V.90. — N1. — P.56—74.

Williams D.D., Hynes, H.B.N. The recolonization mechanisms of stream benthos // *Oikos*. — 1976. — 27. — №2. — P.265—272.

Williams D.D., Mundie J.H., Mounce D.E. Benthic production in a salmonid rearing channel // *J.Fish.Res.Bd.Can.* — 1977. — 34. — №11. — P.2133—2141.

Winterbottom J., Orton S.E., Hildrew A.G. Field experiments on the mobility of benthic invertebrates in a southern English stream // *Freshwater Biol.* — 1997. — 38. — №1. — P.37—47.

6. Типичные ошибки и нарушения при строительных работах в руслах, на речной пойме и склонах в бассейнах лососевых рек



6.1-а



6.1-б



6.1-в



6.1-г

Рис. 6.1. Ошибочная отсыпка дорожного полотна легкоразмываемым мелким грунтом:

- отсыпка на мосту земляной подушки, которая быстро размывается и разбивается транспортом, требует регулярной подсыпки. При выравнивании дороги грейдером грунт попадает в воду (6.1-а, -б, -г);
- свал грунта в русло при строительстве (6.1-а, -г, -в, -г);
- отсутствие боковых откосов, предохраняющих примостовую насыпь от размыва во время паводка (6.1-а, -г, -в, -г);
- отсутствие бортика, предупреждающего осыпание грунта (6.1-г).

Отрицательное воздействие на среду обитания рыб реализуется через загрязнение воды взвешенными веществами, из-за потери части русла из-за его засыпки грунтом и в результате увеличения скоростного напора при сужении русла в подмостовом пространстве.



6.2-a



6.2-b



6.2-v



6.2-г

Рис. 6.2. Установка слишком короткого моста и кульверта:

- при установке короткого моста сопряжение моста с берегом достигается подсыпкой насыпи в русло со стороны берега (6.2-a);
- установка коротких водопропускных труб (меньше ширины основания дорожного полотна) (6.2-б, -в, -г).

Отрицательное воздействие на среду обитания лососевых рыб реализуется в результате увеличения скорости течения при сужении русла реки под мостом из-за строительства примостовой насыпи, потери части дна реки при его засыпки строительным грунтом и образования препятствия для миграции рыб из-за засыпки устья трубы.



6.3-а



6.3-б



6.3-в



6.3-г

Рис. 6.3. Неверное строительство кульвертов и руслоотводов:

- малый диаметр трубы (6.3-в);
- образование порога между рекой и трубой (6.3-б);
- неверный уклон трубы (6.3-г).
- образование искусственного порога (6.3-в).

Отрицательное воздействие проявляется в виде образования трудно- или непреодолимых препятствий для мигрирующих вверх по течению лососевых рыб в результате действия нескольких причин в разных сочетаниях — перепад уровня воды в реке и трубе, высокая скорость течения, слишком малая глубина воды в трубе, гладкие стенки и дно трубы.



6.4-а



6.4-б



6.4-в



6.4-г

Рис. 6.4. Ошибка выбора участка перехода и ошибка выбора размера кульверта:

- размывание моста при его установке в излучине реки (6.4-а, -б, -г).
- размыв дорожной насыпи (6.4-в).

Строительство мостов и кульвертов на нестабильных, меандрирующих участках русла, а также несоответствие размера кульверта максимальной водности потока. Основное отрицательное воздействие на среду обитания рыб сводится к повторному загрязнению реки при разрушении мостовых переходов и проведении ремонтных работ.



Рис. 6.5. Отсутствие противоэрозионных мероприятий:

- отсыпка дорожных откосов вблизи ручьев мелким размываемым грунтом (6.5-а, -б);
- уклон дороги в сторону мостового перехода (6.5-а, -в);
- длинные пологие кюветы, способствующие нарастанию скорости воды до размываемых значений (6.5-а);
- размыв дорожного полотна (6.5-г).

Основное воздействие сводится к хроническому загрязнению рек иловыми массами и взвесями.



6.6-а



6.6-б



6.6-в



6.6-г

Рис. 6.6. Небрежное строительство и обслуживание дороги:

- проседание мостового пролета (6.6-а);
- связка бревен вместо водопропускной трубы (6.6-б);
- плотное примыкание дороги к берегу ручья (6.6-в);
- захламление трубы хворостом (6.6-г).

Перечисленные здесь нарушения создают препятствие для рыб, мигрирующих вверх по течению.

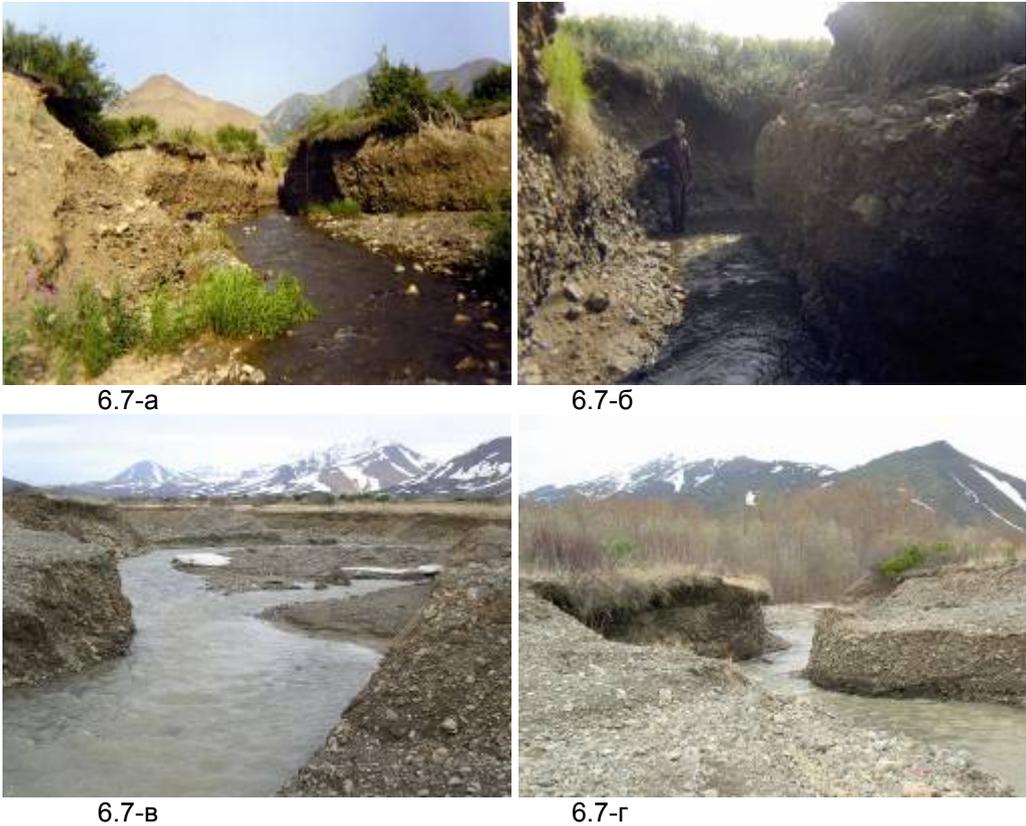


Рис. 6.7. Проектная ошибка строительства руслоотводного канала.

При освоении россыпного месторождения русло ручья было отведено в сторону руслоотводным каналом. На фотографиях запечатлено последовательное развитие руслоотводного канала. Вначале руслоотводной канал сбрасывал сток ручья на речную террасу в 1 км от приемной реки. За прошедшие годы ручей, растекаясь и фильтруясь, прорезал новое русло. На фотографиях вид устья ручья в разное время после начала сброса стока ручья на рельеф: сверху (6.7-а) — через 8 лет (2003 г.), внизу (6.7-в и 6.7-г) — через 12 лет (2007 г.). До начала строительства здесь была ровная речная терраса с почвенно-растительным покровом. Главные факторы воздействия на среду обитания рыб — вынос продуктов эрозии в реку, загрязнение реки взвешенным материалом, заиление грунта.



6.8-а



6.8-б

Рис. 6.8. Искусственный руслоотводной канал.

Отрицательное воздействие на среду обитания рыб проявляется в образовании непреодолимого препятствия в виде искусственного русла, имеющего крутой уклон поверхности, сильное течение, гладное ложе (6.8-б). Вверху — тот же участок ручья до строительства водоотвода (6.8-а).

7. Природоохранные и мелиоративные мероприятия

Минимальное нарушение донных и береговых биотопов, прибрежной растительности при максимальном сохранении естественного гидрологического режима — основные задачи при сохранении среды обитания лососевых рыб в период проведения строительных работ.

7.1. Переезды через водотоки

При дорожном строительстве к ограничительным противоэрозионным мерам относятся запрещение производства любых видов работ, нарушающих устойчивость склонов, а также природоохранные нормы, соблюдение которых рекомендуется во всех возможных случаях (Ротачер, 1970):

- запретить строительство дорог по берегам рек, используя, где возможно, естественные террасы;

- сохранять во всех возможных случаях буферные полосы растительности между дорогами и водотоками. Использовать для определения их ширины таблицы расчета расстояния от дороги, на которое будут перемещаться взвеси, в зависимости от крутизны и шероховатости склона. Содержание взвесей в поверхностном стоке, вызванном первыми (после окончания строительства) дождями, в 250 раз превышает их концентрацию на участке с ненарушенной почвой;

- запретить (максимально ограничить) строительство дорог в районах с неустойчивым почвенным покровом, являющимся потенциальным очагом массовой эрозии. Такие районы должны быть под особым контролем природоохранных органов. Для каждого из них перед строительным сезоном должна быть разработана единая программа дорожно-строительных и противоэрозионных работ, при этом дорожно-строительные работы не должны опережать природоохранные;

- контролировать прокладку основной трассы и вспомогательных дорог (временные, подъездные, объезды), сводя до минимума их протяженность и ширину. Планирование сети лесовозных дорог в масштабе речного бассейна может сократить длину дорог на 0,4 км на каждый квадратный километр территории;

- использовать выемочный и насыпной грунт во всех возможных случаях в качестве заполняющего материала. Складирование излишков грунта производить только в тех местах, где он не будет размываться и окажется вне досягаемости воды в период паводков;

- создавать дороги с максимально пологим уклоном полотна. Возможное введение запрета на строительство дорог на склонах круче 30 % во избежание излишнего нарушения почвенного покрова;

- строго соблюдать правило: строить только тот участок дороги, который можно завершить в течение текущего строительного сезона;

- участки дороги, требующие заполнения породой, строить только в то время, когда уровень почвенной влаги позволяет добиться хорошего уплотнения полотна дороги.

Практически невозможно охватить активными мероприятиями значительные территории одновременно. Поэтому необходимо широкое проведение профилактических мер, комплекс которых предусматривает:

- максимальное ограничение выкорчевки деревьев на склонах;

- защиту оснований склонов насыпью щебнистой породы в местах с неустойчивыми почвами;

— максимальное сокращение грунтовых дорог на склонах и организация надлежащего их содержания с целью предотвращения преобразования их в овраги, осложненные оползнями;

— укрепление верховых откосов дорожных выемок на неустойчивых склонах, где необходимо удерживать слой грунта, который в результате увеличения крутизны и потери упора начинает при разработке выемки смещаться вниз блоками вместе с деревьями и кустами;

— покрытие гравием и другим материалом участков дорожного полотна и придорожного ландшафта в местах сильной почвенной эрозии. В случае вымывания мелких частиц из гравийной насыпи — обустройство отстойников;

— предотвращение потери растительного покрова на склонах с высокой крутизной, покрытых сильно эродируемыми почвами, так как небольшие оползни приводят к погребению значительной части почвы;

— запрет террасирования оползнеопасных склонов, так как террасы нарушают поверхностный сток и, способствуя накоплению на склонах запасов воды, первоначально препятствуют эрозии почвы, но в дальнейшем приводят к развитию оползней;

— исключение сброса вод, в том числе из придорожных канав, на неустойчивые обнаженные склоны, так как это может вызвать локальное перераспределение грунтов с усилением оползневых подвижек;

— проведение, при необходимости, гидромелиорации — предотвращение проникновения поверхностных вод в грунт на неустойчивых обнаженных склонах, отвод их системой нагорных канав.

Очаги эрозии в придорожных ландшафтах могут развиваться в кюветах, на входе и выходе водопропускных сооружений. При прокладке дороги вблизи лога (водотока, промоины, оврага) или с пересечением в любой его зоне надо:

— предусмотреть закрепление лога от размыва с верховой и нижней стороны. Опасно расположение дороги на узком водоразделе между двумя оврагами. Большие продольные уклоны боковых канав и недостаточное укрепление их дна и стенок способствуют размыванию. Чтобы канава сама не превратилась в овраг, в ней устраивают перепады, гасящие скорость потока (Краткий ..., 1972);

— учесть, что установка водопропускной трубы на участке пересечения конуса выноса наносов нежелательна, так как последует ее быстрое заиливание. Даже небольшое увеличение подпора перед трубой приводит сначала к просачиванию воды в грунт насыпи за стенками трубы, а затем к размыву с прорывом насыпи. Поэтому в таких местах желательна постройка моста с увеличенной пропускной способностью, чтобы исключить угрозу прорыва насыпи в результате заиливания подмостового пространства русла;

— при расчете размера трубы и мер по укреплению нижнего бьефа водослива учитывать, что дорога будет являться своеобразной дамбой, концентрирующей поверхностный сток, и через водопропускные сооружения будет сбрасываться большой объем воды, чем наблюдался в данном месте в естественном состоянии до строительства дороги. Зачастую естественные небольшие впадины (русла сезонно-текущих водотоков, ложбины, промоины, небольшие распадки, овраги), имеющие извилистое русло, большие коэффициенты шероховатости и малую пропускную способность, требуют при использовании их в качестве водоприемника работ по укреплению и предохранению русла и берегов от эрозии, вызванной сбросом большего, чем до строительства, количества воды с вышерасположенного искусственно увеличенного водосбора;

— прокладывать трассу дороги при пересечении промоины, лога или небольшого водотока, не требующего строительства моста, в зоне транзита наносов с устройством водопропускного сооружения. В этом случае следует обратить особое внимание на тщательное укрепление нижнего бьефа водослива, поскольку нередки случаи, когда развитие оврагов начинается от размыва в нижнем бьефе. В верхнем бьефе водопропускного сооружения устраивают решетки и наносоуловители в виде приямков перед входом в трубу. Для того чтобы избежать отложений в нижнем бьефе, продольный уклон водопропускного сооружения не должен быть больше уклона лога в нижнем бьефе;

— выбирать размеры водопропускных труб и частоту их расположения с учетом, что они должны обеспечивать пропуск поверхностного стока и предотвращать размыв кюветов. Устраивать понижения на дорогах следует на таком расстоянии друг от друга, которое обеспечивает устранение эрозионных объемов и скоростей воды в местах, где планируется заложение водопропускной трубы;

— обязательно сооружать укрепленные водосливы и защищенные склоны ниже и выше входных и выходных отверстий дренажных труб, для чего проще всего использовать бутовую кладку, т.е. кладку из естественных камней различной формы, скрепленных бетонным раствором;

— планировать регулярную очистку труб и кюветов до начала и в течение весеннего половодья. Водоотводящие устройства должны защищать поверхность дороги (даже временной) от перетекания по ней воды.

7.1.1. Переправа вброд

При редких и немногочисленных поездках, переезд через водоток вброд может оказывать более щадящее экологическое воздействие по сравнению со строительством временных мостовых и водопропускных сооружений (рис. 7.1).

Решение в пользу устройства бродов следует принимать для участков водотоков, удовлетворяющих следующим условиям:

— на пересыхающих ручьях в меженный период;

— на относительно мелких (глубина до 1 м) и узких водотоках, с галечно-валунными отложениями;

— на ручьях и реках, чье дно и берега сложены из камней и валунов, гальки размером более 10 см, а также другого субстрата (скала, вулканические шлаки и др.), непригодного для нереста лососевых рыб;

— на ручьях и реках, испытывающих мощное негативное воздействие природного характера (грязекаменные селевые потоки, лахары*, сильная русловая и береговая эрозия и др.);

— в устьях рек в зоне приливно-отливной и прибойной полосы, с отложениями берегами, желательными сложенными из каменисто-галечных отложений.

Использование брода может быть ограничено:

— при значительных разрушениях после проезда тяжелой техники;

— в период нереста и активной миграции рыб;

— при слишком частых переправах.

* лахары — грязевой вулканический поток, состоящий из смеси воды и вулканического пепла, пемзы, горных пород.

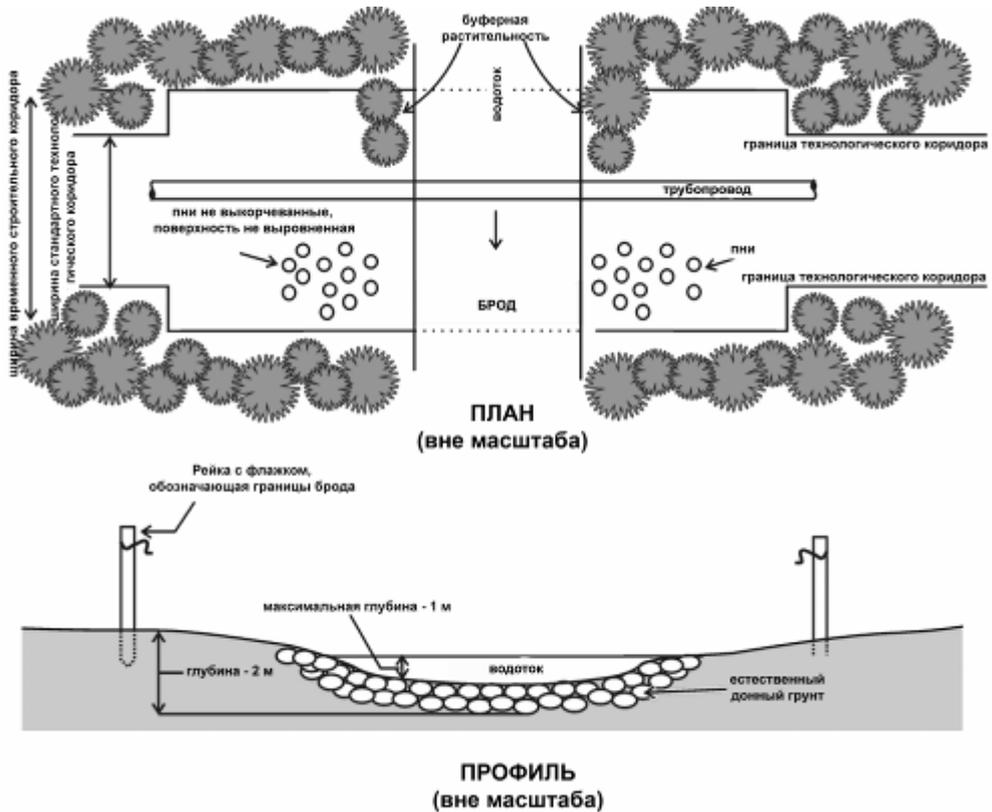


Рис. 7.1. Переправа вброд (Water Crossings, 2005).

Берега и подъезды к броду рекомендуется укреплять с помощью гравийной насыпи, под которую подстилается геотекстильный материал (Технические ..., 1988). Границы брода должны быть четко обозначены вешками с обеих сторон водотока. Выравнивание дороги грейдером не рекомендуется.

После прекращения эксплуатации переправы следует выполнить рекультивацию берегов и русла. Берегоукрепительные насыпи разбираются только в случае, если они препятствуют миграции рыб в периоды низкой воды.

7.1.2. Ледовая переправа

Ледовая переправа обустраивается в зимний период после установления безопасной толщины льда (рис. 7.2). Ледовую переправу лучше организовывать в местах с пологими берегами, чтобы избежать дополнительных работ по выравниванию рельефа. Максимально используется снег и лед в качестве уплотняющих материалов: лед вначале заливается водой, а затем подсыпается снег, что повышает прочность переправы. Для укрепления «моста» возможно использование бревен. Такой мост не влияет на характеристики потока.

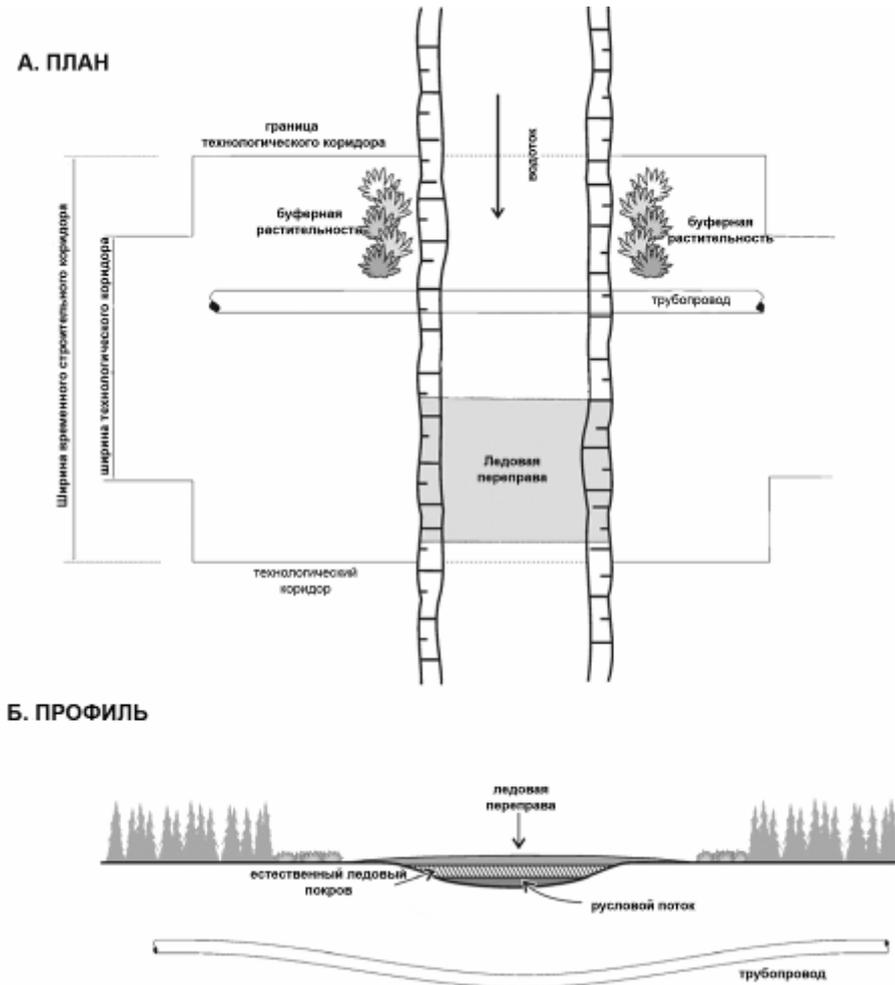


Рис. 7.2. Ледовая переправа (Water Crossings, 2005).

При эксплуатации ледовой переправы следует обновлять лед и удалять посторонние предметы, убирать треснувший лед для предотвращения ледяных заторов, убирать бревна и любые другие вспомогательные предметы до начала весеннего периода. Восстановительные работы на берегу должны быть произведены до начала весеннего паводка.

7.1.3. Временные мостовые переходы

Слани. На небольших водотоках с шириной русла до 2—3 м и глубиной в период открытой воды до 0,5 м целесообразно устраивать переезды по сланям. В качестве сланей можно использовать бетонные плиты размером 1,5х3 м, укладываемые в 2 ряда поперек русла. Вес одной плиты толщиной 17 см составляет около 1,8 тонн. Такие слани сохраняют устойчивость в русле на весь период работ. Их воздействие на донные грунты ограничится полосой русла шириной 3—

4 м. При наличии благоприятных условий (устойчивые берега, малая скорость течения, ширина и глубина русла) слани можно укладывать на железобетонные блоки или бревна.

Достаточно простая схема временного сезонного переезда изображена на рис. 7.3. Устройство таких переездов пригодно на мелких ручьях с широким руслом и пологими берегами. Настил из бревен, связанный тросом, позволяет быстро его убирать. Не рекомендуется длительное применение такого переезда на лососевых реках в период нерестовой миграции и ската рыб.

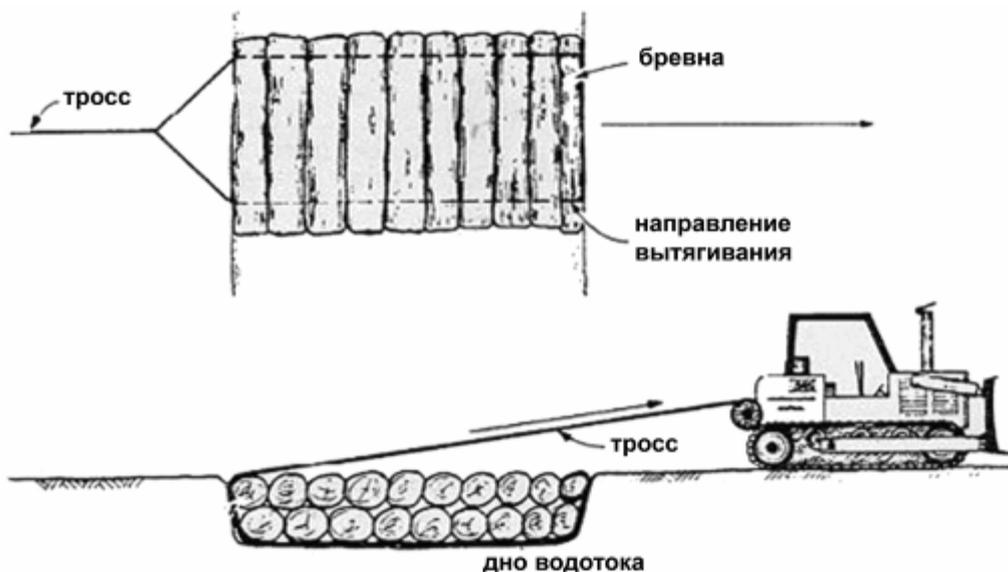


Рис. 7.3. Съёмный бревенчатый переезд через ручей (Environmental ..., 1998).

Мостовой переезд из водопропускных опорных труб и настила. Через водные преграды шириной до 10 м и глубиной до 1 м (при среднем стоке) можно рекомендовать строительство временных переездных мостов с двумя – тремя водопропускными трубами в основании (две трубы — у берегов, остальные — в центре русла, сверху настил из бетонных плит). Их сопряжение с берегом может обеспечиваться подсыпкой привозного гравийно–галечного грунта, взятого за пределами прибрежной полосы. В качестве опор можно использовать железобетонные трубы — водопропуски квадратного сечения, укладываемые вдоль русла на расстоянии 2—3 м друг от друга (в зависимости от длины бетонных плит, укладываемых сверху). Количество водопропускных труб для каждого переезда должно определяться расчетным путем. При этом расширение полосы отвода под дорогу при строительстве такого переезда не происходит. Укладку таких переездных мостов следует производить в короткий период предшествующий весенне-летнему паводку, так как их эксплуатация рассчитана на один сезон, а полный демонтаж производится сразу после завершения проезда колонны техники.

Простые однопролетные мосты. На водотоках шириной менее 30 м, с неустойчивыми берегами и деформируемым руслом можно также рекомендовать строительство временных мостов (рис. 7.4, 7.5).

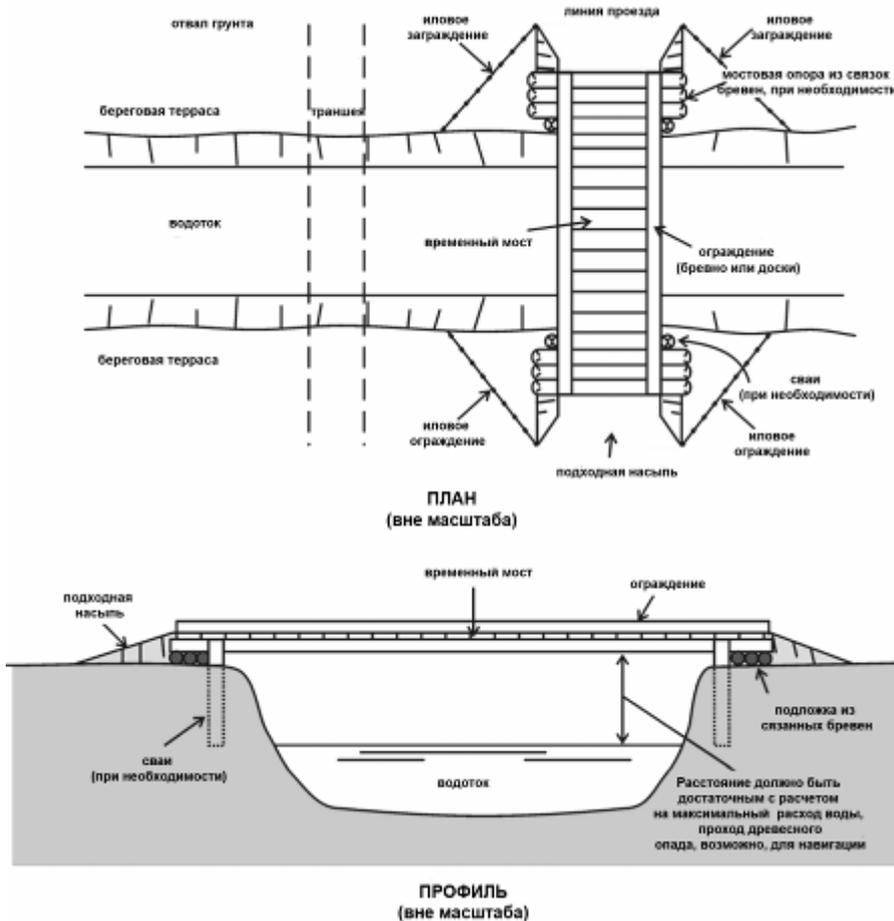


Рис. 7.4. Однопролетный свайный мост
(Watercourse ..., 2005; Environmental ..., 1998).

Его основная особенность — сохранение берегов и отсутствие стока воды с дорожного полотна на поверхность моста.

Но и для временных мостовых переходов следует в обязательном порядке предусматривать:

- сохранение берегов за счет бревенчатого настила, укладываемого на почвенно-растительный слой;
- устилание пленки на мосту, предохраняющей смыв в реки грунта;
- обустройство въезда на мост с обратным уклоном дорожного полотна, что устраняет поступление в реки стока мутной воды с дорожного полотна;
- установка защитных боковых бортиков по обеим сторонам моста для предотвращения ссыпания грунта в воду;
- запрет на сужение русла за счет подсыпки с берега предмостных дамб;

- обеспечение высоты просвета между мостом и водотоком, достаточной для пропуска максимальных расходов воды и корчехода;
- разборка мостов сразу после окончания использования;
- усиление конструкции моста для периода половодья с расчетом на повышенные нагрузки от максимальных расходов воды и ледовых явлений.

Такие временные мосты используются, когда водоток имеет достаточно большую глубину или ширину, что не позволяет применить иные способы переезда техники. Их использование минимизирует попадание взвешенных веществ в водоток, а также восстановительные работы в русле и на берегах водотока.

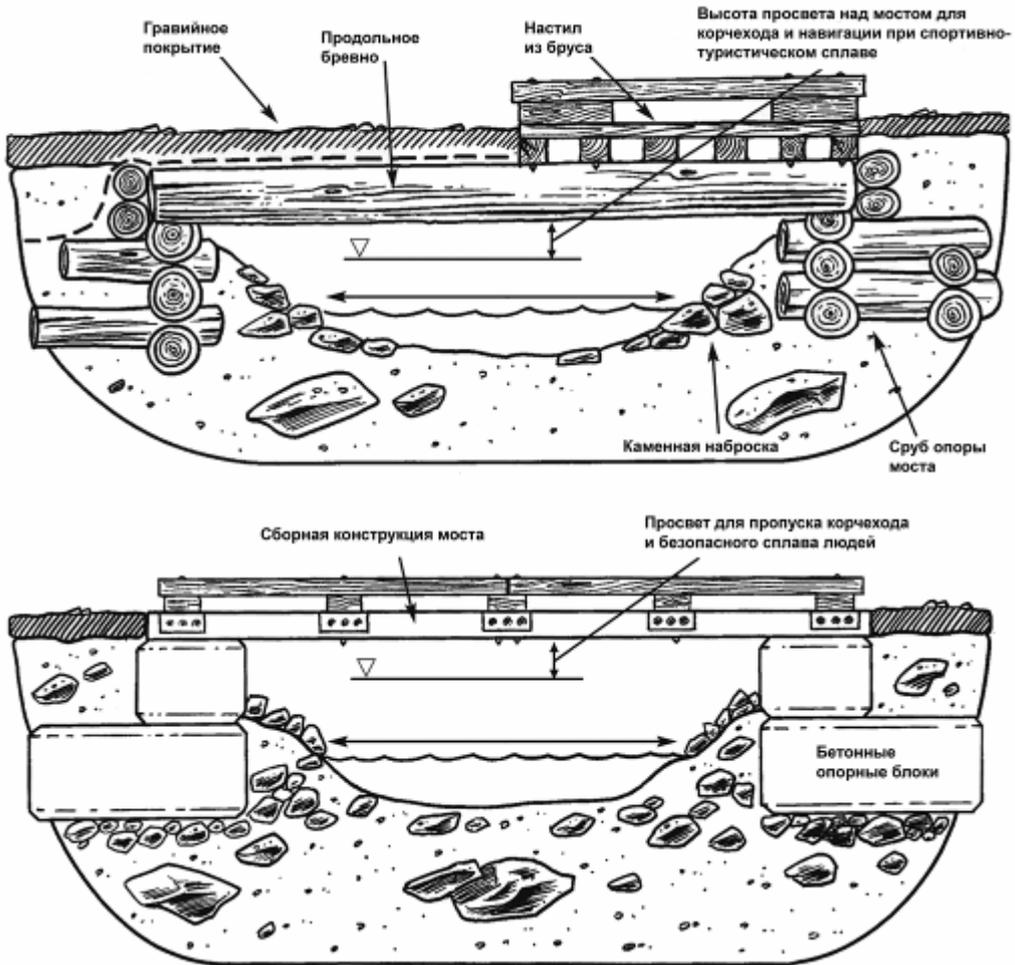


Рис. 7.5 (а, б). Однопролетные мосты разной конструкции – на бревенчатых срубах и бетонных блоках (Fish-stream ..., 2002).

Балочные мосты. На горных участках для переездов через реки с крутыми береговыми уклонами следует строить балочные мосты из двутавровых балок на бетонном фундаменте. Поскольку крупные горные реки характеризуются

ся высокой изменчивостью гидрологического режима, для переправы тяжелой техники через такие реки должны строиться капитальные мосты. Однако строительство капитальных мостов для их кратковременного использования (от одного сезона до 2—4 лет) не представляется рациональным по экономическим (а в некоторых случаях и по экологическим) причинам, поэтому их конструкция должна быть разборной и согласовываться в каждом конкретном случае.

Некоторые удачные решения строительства мостов, реализованные на Камчатке, приведены на рис. 7.6.



7.6–а



7.6–б



7.6–в



7.6–г

Рис. 7.6. Однопролетные мосты, действующие на Камчатке, с минимальным разрушением берегов и загрязнением рек взвесью:

- настил из досок (7.5–а, –б);
- пленка из геотекстильного полот на (7.5-а, –б –в);
- высокий бортик (7.5–а, –б, –в);
- бревенчатые срубы, устанавливаемые с минимальным нарушением берегов (7.5–г).

7.1.4. Водопрпускные трубы (кульверты)

Водопрпускные сооружения под автодорогами, служащие единственным путем расселения рыб, а также выводков водоплавающих птиц, должны обеспечивать свободные естественные миграции животных.

Это требование касается любых водотоков:

— постоянно или временно текущие водотоки. Расширение области применения экологических требований на временные водотоки не является случайным или чрезмерным. Часто встречаются временно пересыхающие протоки, превращающиеся при подъеме уровня воды в полноценные водотоки, в которых возобновляется нерестовая миграция лососей. Неправильно установленная на таких протоках водопрпускная труба превращается в непреодолимое препятствие для лососей (рис. 7.7). Длина таких проток может достигать от сотен метров до нескольких километров, что исключает возможность возврата рыб назад в основное русло. Этому также препятствует инстинкт лососей, вызывающий у них стремление к движению вверх по реке;

— водотоки или их части, используемые рыбами (для нереста, нагула, зимовки или миграции) существенную часть года;

— пустующих водотоков, которые исторически были рыбными и чье современное состояние позволяет восстановить численность рыб в будущем.



Рис. 7.7 (а, б). Ошибочная установка кульверта (протока р. Левая Самка, р. Ича, Западная Камчатка).

При обследовании 17.08.2005 г. перед водосбросом в протоке наблюдалось скопление мигрирующей горбуши, пытающейся запрыгнуть в трубу. В маловодные периоды эта протока пересыхает, как это было летом 2006 г.

При принятии решения по выбору типа перехода через водоток, проектных решениях и способа производства работ следует знать:

- видовой и размерный состав рыб, обитающих в данной реке;
- их жизненную стратегию;
- стадию жизненного цикла рыб, на которую оказывается воздействие;
- сроки нерестовой миграции, ската и расселения разных видов рыб.

Исходя из общих соображений, проект водопропускного сооружения (кульверта) должен разрабатываться, исходя из возможности обеспечения свободного пропуска рыб, находящихся на самой слабой жизненной стадии, а в пределах этой группы — самой слабой особи. Однако, если верхний участок водотока используется молодью короткое время года, то можно ограничиться пропуском вверх только взрослых рыб, идущих на нерест. В этом случае требования к водопропускному сооружению могут быть не столь жесткими. Хотя и в этом случае следует помнить, что расселение молоди лососевых рыб по речной системе вплоть до самых мелких ручьев обеспечивает эффективное использование пространства всего речного бассейна, и поэтому любые преграды на их пути могут снижать суммарную биологическую продукцию реки.

Согласно рекомендациям (Guidelines ..., 2004), разработанным для штата Орегон (США), которые вполне можно принять в качестве аналога для Камчатки и Корьякии, необязательно параметры водопропускных труб, укладываемых под дорогами, должны рассчитываться исходя из максимальных расходов половодья. Миграция лососевых рыб обычно происходит после прохождения максимальных расходов воды. Приемлемые гидравлические параметры кульвертов определяются на основе гидравлического анализа. Минимальная глубина воды внутри кульвертов должна соответствовать среднему минимальному 7-дневному расходу воды, или расходу воды 95 %-ной обеспеченности, за период миграции данного вида рыб. Максимальная пропускная способность кульверта, зависящая от размера входного отверстия и уклона, должна рассчитываться по расходу потока 10%-ной обеспеченности ($Q_{10\%}$) для периода нерестовой миграции лососей. Для случаев, когда двухлетний максимальный расход воды (Q_2) принимает значения выше $1,25 \text{ м}^3/\text{с}$, величина $Q_{10\%}$ вычисляется по уравнению $Q_{10\%} = 0,18 \times Q_2 + 36$. При Q_2 меньшей $1,25 \text{ м}^3/\text{с}$, величина $Q_{10\%}$ принимается равной Q_2 .

При выборе типа кульверта и способа его установки на лососевых ручьях следует исходить из требований (Guidelines ..., 2004; Hydraulic ..., 2007), обобщенных в табл. 7.1.

Таблица 7.1. Требования к гидрологическому режиму внутри водопропускных сооружений на лососевых ручьях (с пояснением в тексте)

Длина кульверта	Чавыча, кижуч, нерка, проходная микижи	Горбуша, кета, жилая форма микижи, мальма, кунджа	Гольцы, хариус и др. виды длиной менее 15 см	Молодь лососевых рыб
Максимальная скорость течения (м/с) в трубе				
от 3 до 20 м	1,8	1,5	1,2	0,6
20—30 м	1,5	1,2	1,2	0,6
30—60 м	1,2	0,9	0,9	см. пояснения
60—90 м	0,9	0,6	0,6	
свыше 90 м	0,6	0,6	0,3	в тексте
Минимальная глубина (м) воды в трубе				
	0,30	0,25	0,25	
Максимальный перепад уровня воды (м) на входе в трубу				
	0,30	0,25	0,15—0,25	

Максимальная скорость течения, приведенная в таблице 7.1 для водопропускных сооружений, должна наблюдаться при максимальных расходах воды. Следует учитывать, что средняя скорость потока в реках и ручьях, находящихся в естественном состоянии, обычно выше табличных значений, что, однако, не мешает лососям, благодаря турбулентности потока и неоднородности русла, всегда находить участки с подходящими для миграции глубинами и скоростями течения. Превышение рекомендуемых скоростей течения в водопропускных сооружениях должно быть обосновано и согласовано с рыбохозяйственными организациями.

Кульверты, устанавливаемые на лососевых ручьях и реках, могут быть разной конструкции:

- круглая труба разного диаметра с гладкими (рис. 7.9) или рифлеными (рис. 7.13) стенками;
- кульверты квадратного сечения (рис. 6.3–г);
- кульверт, просто уложенный на поверхность дна русла (рис. 7.7–а) или вкопанный на разную глубину ниже отметки дна (рис. 7.9–б);
- кульверт арочного типа с открытым дном (рис. 7.12–г);
- кульверты с имитацией естественного русла водотока (рис. 7.9–в);
- кульверты с гасителями течения и разделителями потока (рис. 7.14–а);
- кульверты с рыбоходами (рис. 7.14–б, в, г).

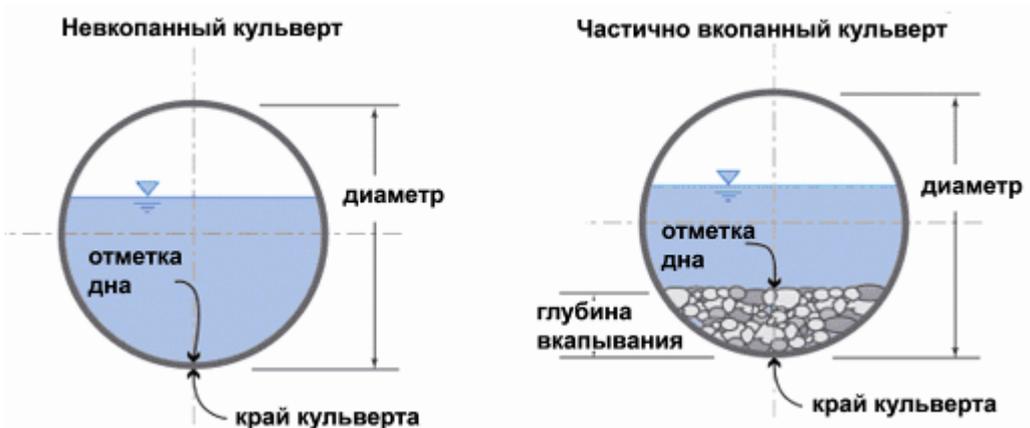


Рис. 7.8. Два способа укладки кульвертов в лососевых ручьях (слева - неправильно, справа – правильно).

см. сайт (http://www.fsl.orst.edu/geowater/FX3/help/3_Running_FishXing/Crossing_Input_Window/Culvert_Information/Entering_Embedded_Culvert_Data.htm)

Водопропускные сооружения, предназначенные для обеспечения миграции и расселения лососевых рыб, должны быть частично вкопанными ниже отметки дна и имитировать структуру дна смежных участков русла.

Минимальная глубина воды для частично вкопанных кульвертов должна быть не меньше глубины на смежных участках русла. Это условие должно поддерживаться при низком расходе воды в трубе и в период нерестовой миграции рыб. Во всех остальных случаях минимальная глубина воды в водопропускной трубе должна составлять:

- 30 см для половозрелой чавычи и проходной микижи;

- 25 см для производителей тихоокеанских лососей (кроме чавычи и проходной микижи) и других лососевых рыб с длиной тела более 50 см;
- 20 см для лососевых рыб длиной менее 50 см.



Рис. 7.9 (а, б, в). Кульверт, частично заглубленный в грунт ниже отметки дна ручья (Planning..., 2009; Hydraulic..., 2007; Oregon ..., 2003).

Особенность водопропускных труб этого типа состоит в том, что они закапываются ниже отметки дна почти на 20—50% от своей высоты, а грунт из камни специально уложенные камни создают турбулентность потока внутри гладкой трубы.

Максимальный вертикальный перепад уровня воды на входе в водопропускную трубу не должен превышать высоту прыжка рыб, принимая следующие максимальные значения:

- 30 см для половозрелых тихоокеанских лососей и проходной микижи;
- 15 см для остальных видов лососей.

Следует также в обязательном порядке принимать во внимание, что:

— полузатопленное входное отверстие водопропускной трубы всегда лучше иных вариантов;

— глубина на участке русла перед входным отверстием должна быть в 1,5 раза больше максимальной высоты перепада воды, но не меньше 0,5 м, что важно для разгона рыбы перед прыжком;

— при неизбежности с точки зрения проектировщиков и строителей перепада уровня воды между трубой и рекой они должны объяснить, почему им не удалось избежать этого.

В дополнение к вышеперечисленным требованиям для обеспечения свободной миграции лососевых рыб при установке водопропускных сооружений следует руководствоваться следующими основными требованиями (рис. 10 и 7.11):

— водопропускные трубы устанавливаются на относительно небольших водотоках, где, тем не менее, необходимо предотвратить попадание взвешенных веществ в воду и сохранить свободным проход для рыб;

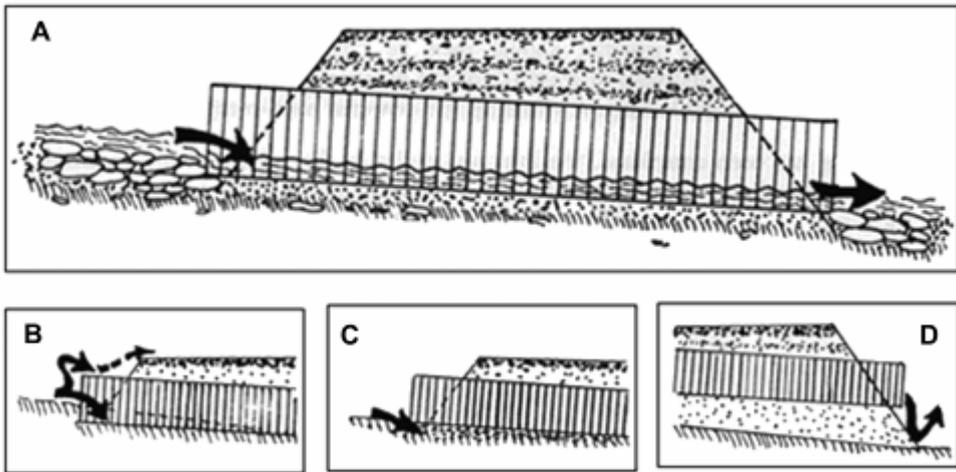


Рис. 7.10. Правильная и неправильная установка водопропускной трубы (Weaver, Hagans, 1994):

a — при правильной установке трубы уровень воды в ней несколько ниже, чем в естественном русле; а вход и выход защищены каменной отмосткой;

б — установка трубы слишком глубоко в днище русла может быть причиной замыкания входного отверстия и перелив через дорогу;

с — установка трубы слишком высоко над дном вызывает размыв грунта под ее основанием;

d — установка нижнего конца трубы в дорожной насыпи слишком высоко может приводить к размыву самой насыпи и прилегающего участка русла.

— водопропускная труба в меженный период должна быть естественным продолжением русла, наклон трубы не должен превышать естественный уклон водной поверхности ниже по течению при гидравлических условиях малого потока; не допускается затопление входного отверстия водопропускной трубы в па-

водковый период, а также установка трубы слишком высоко или низко относительно речного дна;

— расчетная скорость течения в водопропускной трубе должна оставаться равной скорости течения в естественных условиях. При пропуске пика паводков 50 % и 75 % вероятности превышения (средние и маловодные годы) эти скорости могут быть близки к критическим бросковым скоростям взрослых лососевых рыб;

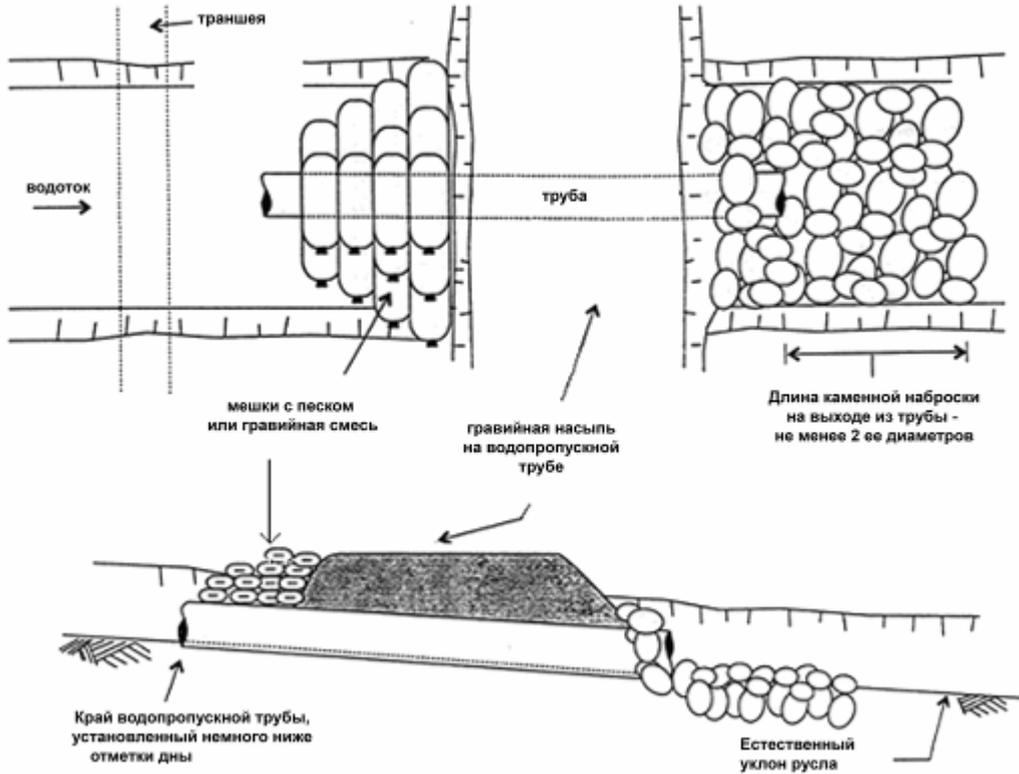


Рис. 7.11. Схема установки водопропускной трубы (Watercourse ..., 1999; Environmental ..., 1988).

— створы переходов с использованием водопропускных труб через реки надлежит выбирать на прямолинейных устойчивых плесовых участках с пологими неразрываемыми берегами при минимальной ширине заливаемой поймы. Створ перехода следует, как правило, предусматривать перпендикулярно динамической оси потока, избегая участков, сложенных скальными грунтами. Укладка труб на перекатах, как правило, не допускается;

— во все гидрологические фазы площадь водного зеркала в водопропускном устройстве должна быть постоянной, чему в наибольшей степени способствует его прямоугольное сечение;

— диаметр трубы определяется из расчета пропуска расходов воды, составляющих 150 % от максимально ожидаемого паводка или 5-летнего уровня

половодья. Учитывается также характер миграции рыб (плотность обитания, видовой и размерный состав), параметры потока, его скорость течения. Важно также учесть в расчетах, что в результате концентрации поверхностного стока дорогой, играющей роль дамбы, через дорожные водопропускные сооружения обычно сбрасывается больший объем воды, чем наблюдался в данном месте в естественном состоянии до строительства дороги;

— скорость течения в трубе должна быть не больше плавательной способности рыб. При строительстве она регулируется изменением наклона трубы и глубиной ее заложения и рассчитывается по формуле:

$$V = (r^{2/3} \times \sqrt{S}) / n,$$

где r — гидравлический радиус; S — безразмерный наклон, n — показатель шероховатости Маннинга. График плавательной способности лососевых рыб для расчета длины водопропускной трубы и скорости течения приведен на рис. 4.5 (стр. 48);

— концы водопропускной трубы должны быть расположены ниже уровня естественного русла. Величина заглубления трубы зависит от параметров русла и размеров трубы, а также прогнозируемых параметров потока после завершения строительства. Все встроенные трубы (круглые, прямоугольные и в виде арки) должны закапываться на 30 см ниже отметки дна или, по меньшей мере, на 20 % от их высоты, какой бы большой она ни была;

— если необходимость временного проезда отпала, следует удалить водопропускную трубу. Лучше это делать в межсезонный период (зимой или летом), с последующей рекультивацией русла и берегов.

Несмотря на достаточно хорошую теоретическую и практическую проработанность водопропускных сооружений, представленных на рис. 7.9 — 7.11, желательно во всех случаях, где это возможно, отдавать предпочтение в пользу кульвертов открытого типа (рис. 7.12).

Кульверты арочного типа, как и любые другие типы водопропускных труб, имитирующих естественное русло, должны быть уложены с уклоном, равным или почти равным естественному уклону русла на смежных участках.

Выбор между кульвертом арочного типа со свободным дном (рис. 7.12–г) и закрытым кульвертом в виде частично вкопанной трубы (рис. 7.8 и 7.9) определяется характером грунта в русле ручья. На устойчивом грунте (на скальном или валунисто–каменистом основании) рекомендуется применять кульверты арочного типа. Рыхлый и неустойчивый грунт в виде галечника с песчаным наполнителем — индикатор неустойчивого фундамента, что является главной причиной выбора в пользу закрытого кульверта в виде трубы круглого или квадратного сечения. Кроме того, частично вкопанный кульверт требует в отличие от арочного проведения дноуглубительных русловых работ.

Следует отметить, что гофрированные трубы для кульвертов, имеющие неровную внутреннюю поверхность, обеспечивают лучшие условия для миграции через них молоди лососевых рыб (рис. 7.13), и потому имеют преимущество перед кульвертами с гладкими стенками, независимо от того, какое сечение они имеют — круглое или квадратное. Причем, чем более выражена внутренняя неровность стенок, тем лучше.

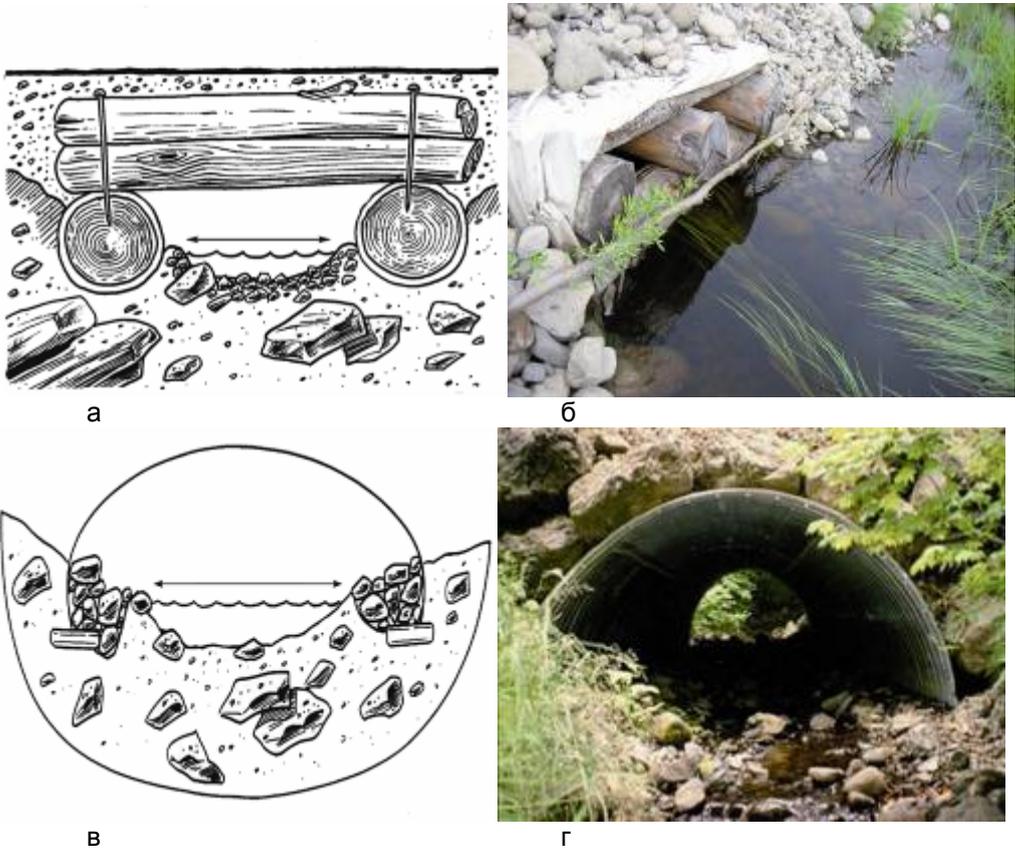


Рис. 7.12. Разные типы открытых водопропускных сооружений:

- а* — водопропускное сооружение на основе сруба с открытым дном (Fish-stream ..., 2002);
- б* — пересечение ручья дорогой на Шанучское месторождение (р. Ича, Кетачан, Центральная Камчатка);
- в* — водопропускное сооружение типа свободной арки (Fish-stream ..., 2002);
- г* — National Park Service U.S. Department of the Interior (фото с сайта <http://www.nps.gov/ncrc/portals/rivers/projpg/stream.htm>).

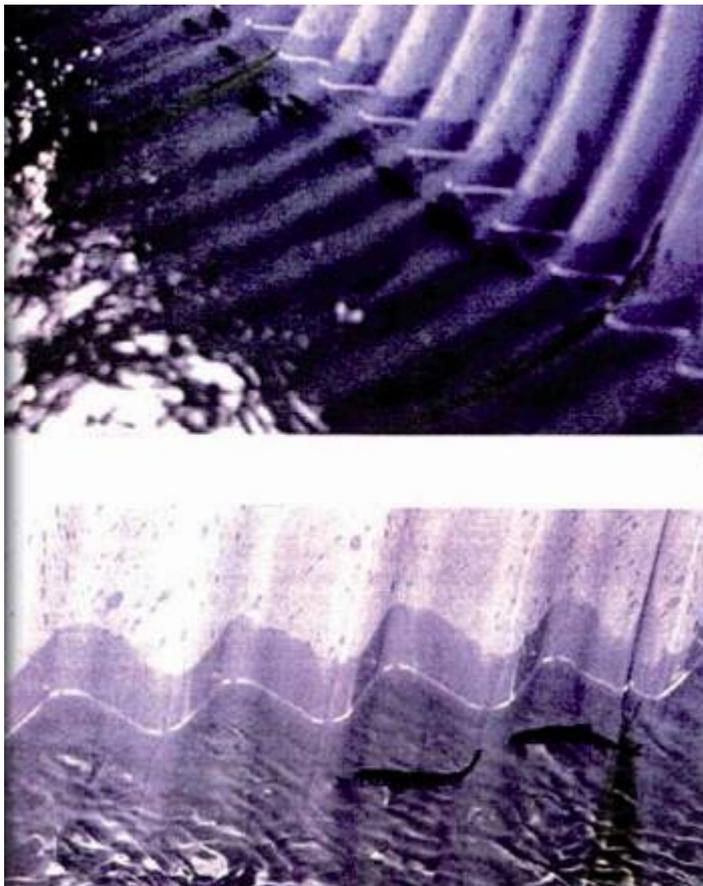


Рис. 7.13. Кульверт с рифленой поверхностью.

фото с сайта — www.tfhrc.gov/trnsptr/feb04/index.htm

Кульверт, такой как изображен на фотографии, за счет дополнительной турбулентности потока создает более подходящие условия для расселения вверх по течению молоди кижуча и гольца. На фотографии хорошо видны плывущие вверх по течению мальки лососевых рыб. На цветных фото видны мальки лососей, поднимающихся вверх по течению.

В тех случаях, когда простыми технологиями не удастся обеспечить свободную миграцию лососевых рыб под дорогами, разрабатываются проекты кульвертов с разными конструктивными решениями этой проблемы (рис. 7.14).



Рис. 7.14-а. Кульверт круглого сечения с внутренними перегородками — гасителями течения и рассекателями потока. Косые перегородки, идущие под углом к потоку, с уменьшающейся высотой, обеспечивают свободный проход молоди лососевых рыб. Между перегородками видны зоны отдыха для рыб (Hydraulic..., 2007).



Рис. 7.14-б. Кульверт с каскадом подпорных дамб (Hydraulic..., 2007). Главная особенность - ступенчатое повышение уровня воды и центральные пороги для пропуска рыбы.



Рис. 7.14-в. Кульверт с лестничным рыбоходом (Hydraulic..., 2007).



Рис. 7.14-г. Кульверт с рыбоходом (Llanos, 2004).

Адаптируя к условиям Камчатки рекомендации по установке кульвертов и мостов, разработанные в штате Орегон для лососевых водотоков (Guidelines ..., 2004), кратко их можно свести к нижеследующим положениям.

При согласовании проектов кульвертов с рыбохозяйственными организациями рекомендуется обращать особое внимание на следующие проектные решения:

1. Мост (с отсутствием дорожной насыпи в главном русле). Должным образом установленные мосты оказывают наименьшее воздействие на водотоки, и потому всегда более предпочтительны по сравнению с кульвертами. Их строительство возможно при любом уклоне русла. Понятно, что затраты на мостовой переход относительно велики, и поэтому эти проектные затраты должны быть твердо обоснованы экологами при рассмотрении альтернативных проектных решений и отклонении проекта кульверта.

2. Проекты кульвертов должны быть разработаны и реализованы во всех случаях, когда возникает беспокойство за обеспечение свободной миграции лососевых рыб. При этом проектировщики должны руководствоваться изложенными в данном разделе требованиями и критериями и учитывать видовой и размерный состав лососевых рыб и специфику их жизненного цикла в данном водотоке. Высокая скорость потока, низкий уровень воды внутри водопропускной трубы, чрезмерный вертикальный перепад уровня воды на выходе из трубы и древесные остатки, блокирующие проход — самые частые причины затруднения свободной миграции рыб через водопропускные трубы.

2.1. Кульверты, имитирующие естественное русло — арка со свободным дном или закрытый кульверт (с круглым или квадратным сечением), частично заглубленный в дно.

2.2. Кульверты, имитирующие естественное русло — круглые металлические трубы, частично заглубленные в грунт, или монолитные бетонные кульверты квадратного сечения.

2.3. Кульверты, не заглубленные ниже отметки дна, просто уложенные на его поверхность, с уклонами меньше чем 0,5 %.

2.4. Кульверты различной конструкции с гасителями течения и разделителями потока, размещаемые под уклоном от 0,5 до 12 % или имеющие встроенные рыбоходы.

Таким образом, крайне важно, что водопропускные устройства любых конструкций должны имитировать естественную структуру русла, обеспечивая, тем самым, свободную миграцию рыб вверх по течению.

Наклон и размер водопропускных сооружений — важнейший фактор, влияющий на скорость течения.

Наклон для кульвертов, уложенных на поверхность дна и без внутренних гасителей течения и разделителей потока, не должен превышать 0,5 % и должен создавать подходящую глубину по всей длине кульверта, если, конечно, уровень воды в нижнем бьефе не способствует ее затеканию назад в трубу.

Должным образом построенные кульверты с внутренними гасителями скорости и разделителями потока пригодны для установки с более крутыми уклонами в зависимости от типа проекта. Более сложные водопропускные сооружения с встроенными рыбоходами обычно используют, когда наклон трубы превышает 5 %, и нет возможности для имитации структуры потока внутри трубы.

Открытые арочные кульверты и все типы кульвертов, не заглубленных в дно, должны укладываться с наклоном равным или почти равным естественному

наклону русла и быть, по меньшей мере, такими же широкими как русловой канал. Все вкопанные кульверты должны заглубляться на 30 см в дно русла или, по меньшей мере, на 20% их высоты, какой бы она ни была.

На небольших лососевых ручьях проекты водопропускных сооружений и их установка могут быть согласованы без серьезной эколого-гидрологической съемки и расчетов, но только при соблюдении двух условий:

- расположения трубы с почти плоским наклоном (0.5 % и меньше);

- обеспечения минимально требуемой глубины воды на всем протяжении трубы.

В случае, если эти два условия не выполняются, следует соблюдать перечисленные выше требования и критерии.

Решетки–уловители мусора не рекомендуется ставить непосредственно на входное отверстие труб. Но, если это необходимо, их можно устанавливать выше отметки максимально высокого уровня воды.

Для кульвертов длиной свыше 60 м может потребоваться освещение.

Кульверты и связанные с их строительством мероприятия должны основываться на проектных решениях, рассчитанных для редких максимальных расходах, наблюдаемых 1 раз в 100 лет.

Разрушение русла и берегов должно быть минимизировано при установке кульвертов, укреплении берегов и любых других требуемых русловых работах, связанных с их установкой. Все нарушенные участки должны быть защищены от водной эрозии в течение семи (7) календарных дней после завершения проекта, с использованием растительности или других средств. Повторная рекультивация берегов должна быть выполнена в течение одного года с применением местных видов растений. Саженцы древесных растений следует высаживать с интервалом не более 1 м (в центре) с гарантированной выживаемости 80 %.

Установка кульвертов по согласованным проектам рекомендуется осуществлять на осушенных, где это возможно, руслах. При наличии живого потока строительная площадка должна изолироваться от воды разными способами:

- сооружением обводного канала, установкой наклонного желоба или временной трубы;

- сооружение стенки из мешков с песком или шпунтовой изгороди;

- водонепроницаемая перемычка, отделяющая зону работ;

- откачкой воды из зоны работ.

7.2. Прокладка трубопроводов через водотоки траншейным способом

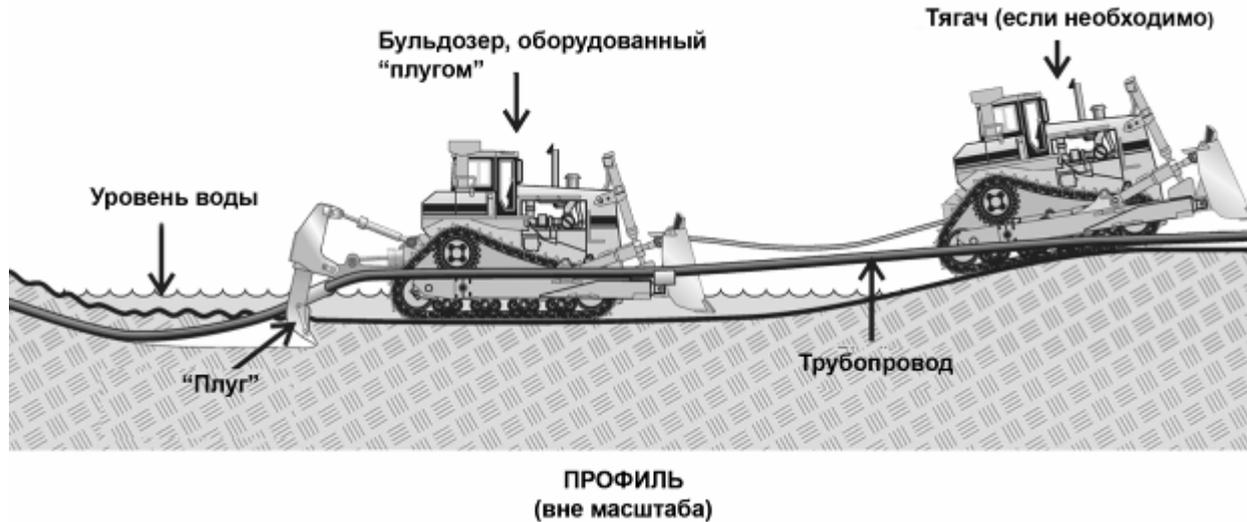


Рис. 7.15. Укладка трубопровода плужным траншеекопателем (Watercourse..., 2005).

Применение плужного траншеекопателя для укладки трубопровода имеет следующие особенности:

- дополнительные площадки для складирования грунта и хранения почвы не требуются;
- развитие эрозионных процессов, загрязнение воды взвешенными частицами, заиление донных биотопов не превышает нормальных показателей;
- для транспортировки техники необходимо выравнивание берегов;
- за один проход техники через водный переход производится полный объем работ по укладке секции трубопровода в русле водотока. Однократное техногенное воздействие — минимальные экологические последствия;
- в некоторых случаях возникает необходимость в привлечении дополнительного бульдозера для подтягивания траншеекопателя;
- после окончания работ на берегах водотока необходимо выполнить рекультивационные работы.

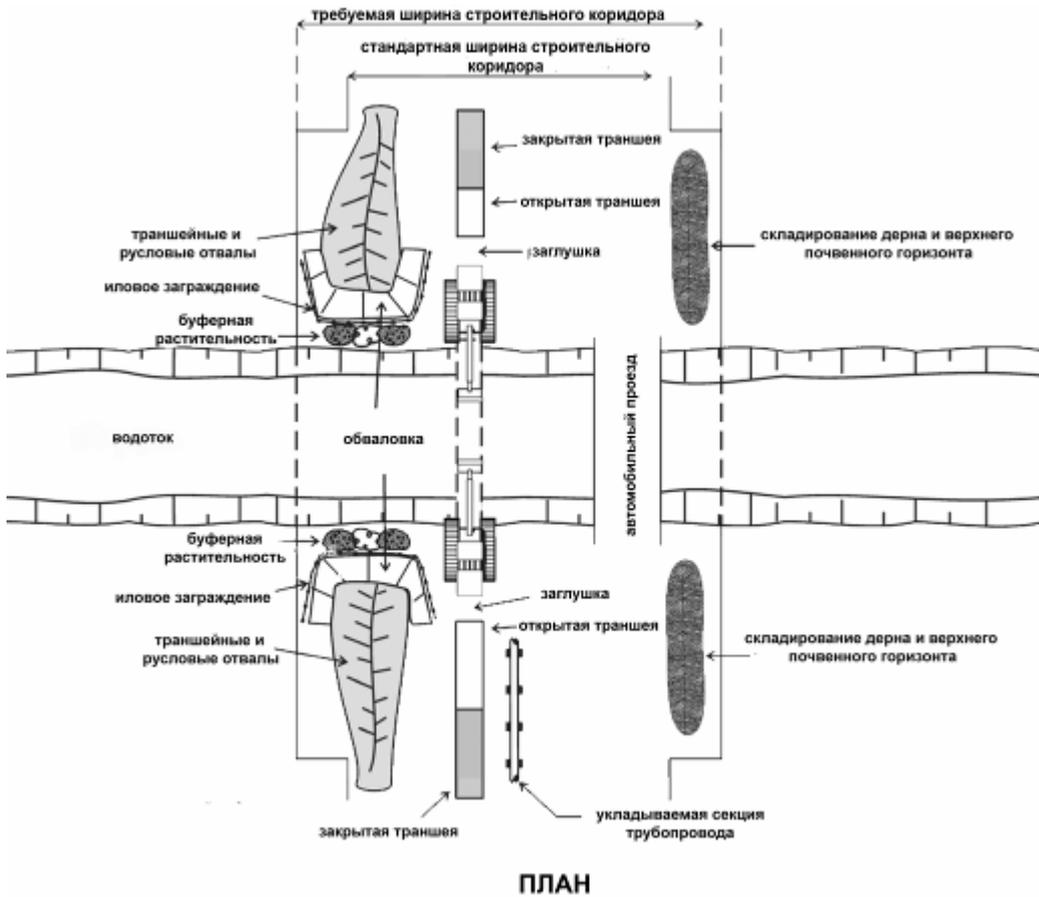


Рис. 7.16. Строительство водного перехода экскаватором через небольшие водотоки, вид в плане (вне масштаба) (Watercourse..., 2005).

Пояснения к рисунку 7.16.

При прокладке трубопровода через небольшие реки и ручьи с помощью экскаватора:

- необходимо выделение дополнительных площадей под отвалы грунта на берегах;
- возможно, потребуется установка временного моста для проезда строительной техники;
- обязательны противоэрозионные мероприятия, контроль качества воды;
- выполняется полный объем работ по установке секции трубопровода. Тестирование трубопровода и его очистка производится заранее;
- рытье траншеи поперек русла водотока может вызывать оползание берегов. Необходимо организовать складирование донных отложений, почвенно-растительного слоя и провести мероприятия по укреплению берегов;
- общая продолжительность работ должна составлять не более 24 часов. Необходимо провести немедленную засыпку траншеи и максимально полное восстановление берегов и водотока;
- для проверки состояния траншей в них устанавливают заглушки; воду откачивают на рельеф, а не в водоток;
- после окончания работы необходимо выполнить комплекс рекультивационных мероприятий.

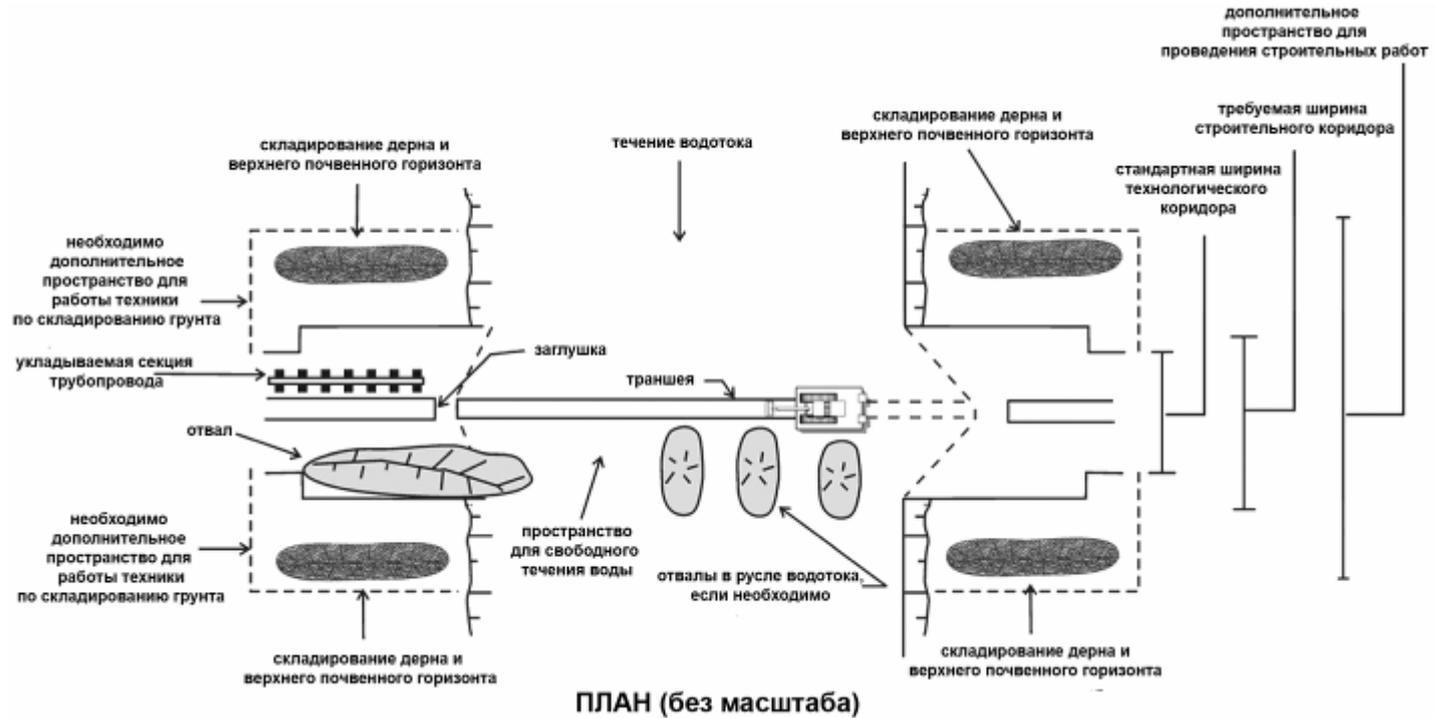


Рис. 7.17. Строительство водного перехода экскаватором через крупные водотоки, вид в плане (вне масштаба) (Watercourse ..., 2005).

Пояснения к рисунку 7.17.

В дополнение к пояснениям, приведённым непосредственно на рисунке, следует также соблюдать следующие меры:

— заглушки на траншее необходимо ликвидировать непосредственно перед установкой секции трубопровода. В отвалы необходимо вывести как можно больше донного грунта. При размещении отвалов в русле водотока, нужно избегать участков с максимальными скоростями течения. Наименьшее развитие эрозийные процессы получают, когда отвалы организуются вдоль течения. Не стоит блокировать отвалом более 2/3 русла водотока, по возможности сохранять параметры течения воды. Точные требования к траншее и складированию отвалов будут зависеть от локальных условий и оборудования, которым располагает застройщик;

— необходимо ликвидировать траншею как можно быстрее, максимально полно восстановить параметры берегов и водотока. Постараться провести работы так быстро, как это возможно;

— необходимо восстановить водоток и прилегающую территорию до состояния, максимально близкого к естественному.

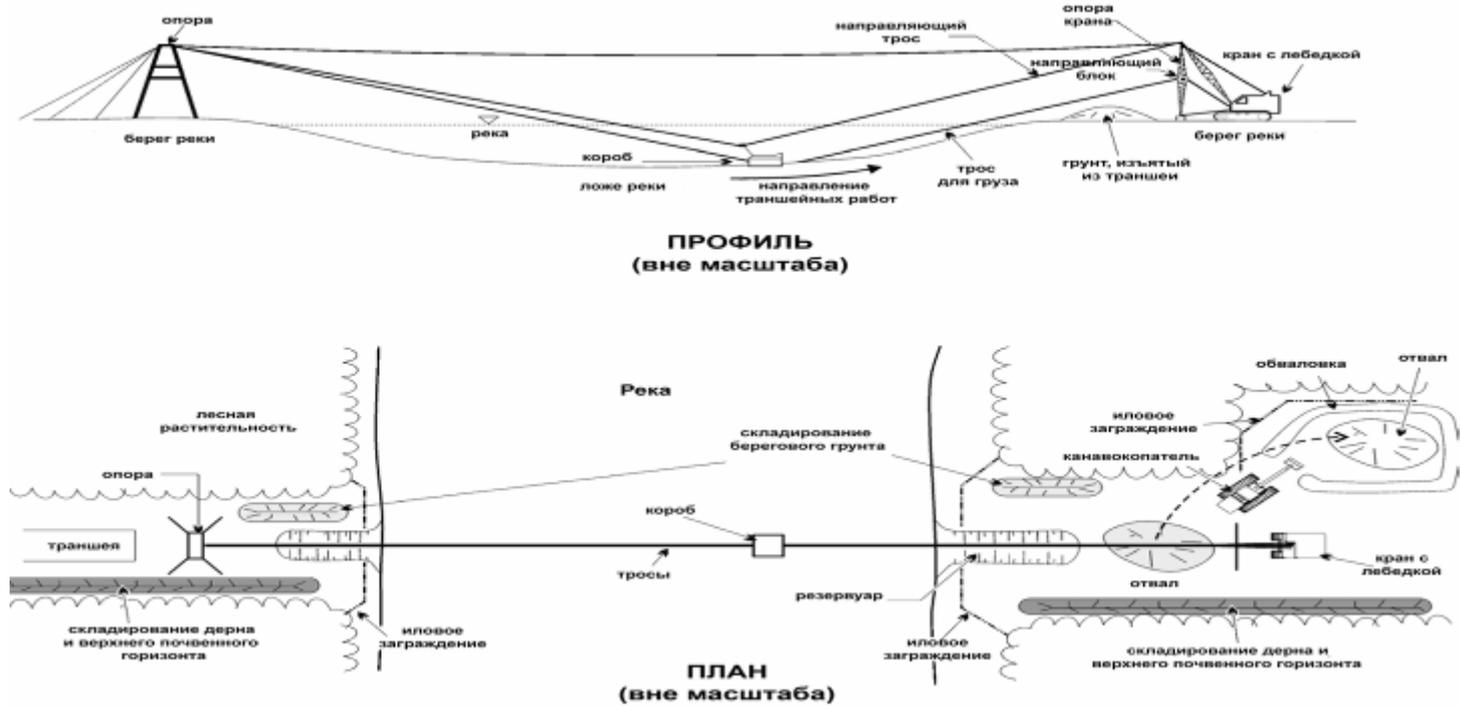


Рис. 7.18. Драглайн (канатно-ковшовый экскаватор) (Watercourse ..., 2005).

Пояснения к рисунку 7.18.

При прокладке трубопровода с помощью драглайна:

- предпочтительно выполнение работ в меженьный период;
- требуется дополнительная площадь для размещения отвалов донных отложений на берегах водотока;
- обеспечивается полный объем русловых работ по установке секции трубопровода. При этом необходимо заранее провести процедуры тестирования трубопровода и его очистки;
- необходимо соорудить обваловку для предотвращения попадания грунта в водоток. Для помещения грунта в отвалы используется наземная техника. По возможности, необходимо как можно быстрее закончить работы в русле водотока;
- по окончании работ необходимо выполнить комплекс рекультивационных мероприятий и восстановить водоток и прилегающую территорию до состояния, максимально близкого к естественному.

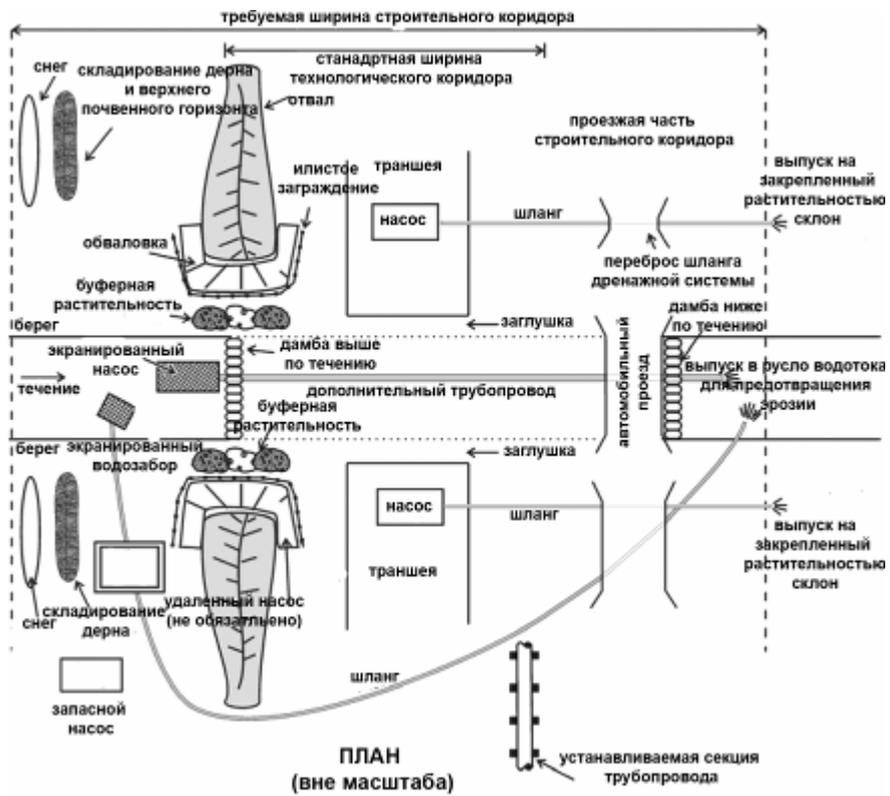


Рис. 7.19. Использование насоса и дамбы при прокладке трубопровода (Watercourse ..., 2005).

Пояснения к рисунку 7.19.

При данном способе прокладки трубопровода:

- технологический проезд следует размещать на той стороне водотока, где будут вестись работы;
- мощность насоса и размер трубы должны соответствовать параметрам водотока;
- до начала русловых работ следует подготовить все необходимые материалы, включая укладываемую секцию трубопровода;
- русловые работы начинают после проверки работы насосной системы. Скорость изъятия грунта из траншеи должна соответствовать скорости откачки воды;
- во избежание попадания ила в водоток необходимо использовать мощные насосы. Откачанную воду следует сбрасывать на рельеф, убедившись в отсутствии обратного стока в реку;
- после установки секции трубопровода, при наполнении русла водой, загрязненную воду из водовода откачивают;
- после выполнения всех работ следует аккуратно демонтировать заграждения (дамбы) выше и ниже водного перехода;
- по окончании работ необходимо выполнить комплекс рекультивационных мероприятий и восстановить водоток и прилегающую территорию до состояния, максимально близкого к естественному.

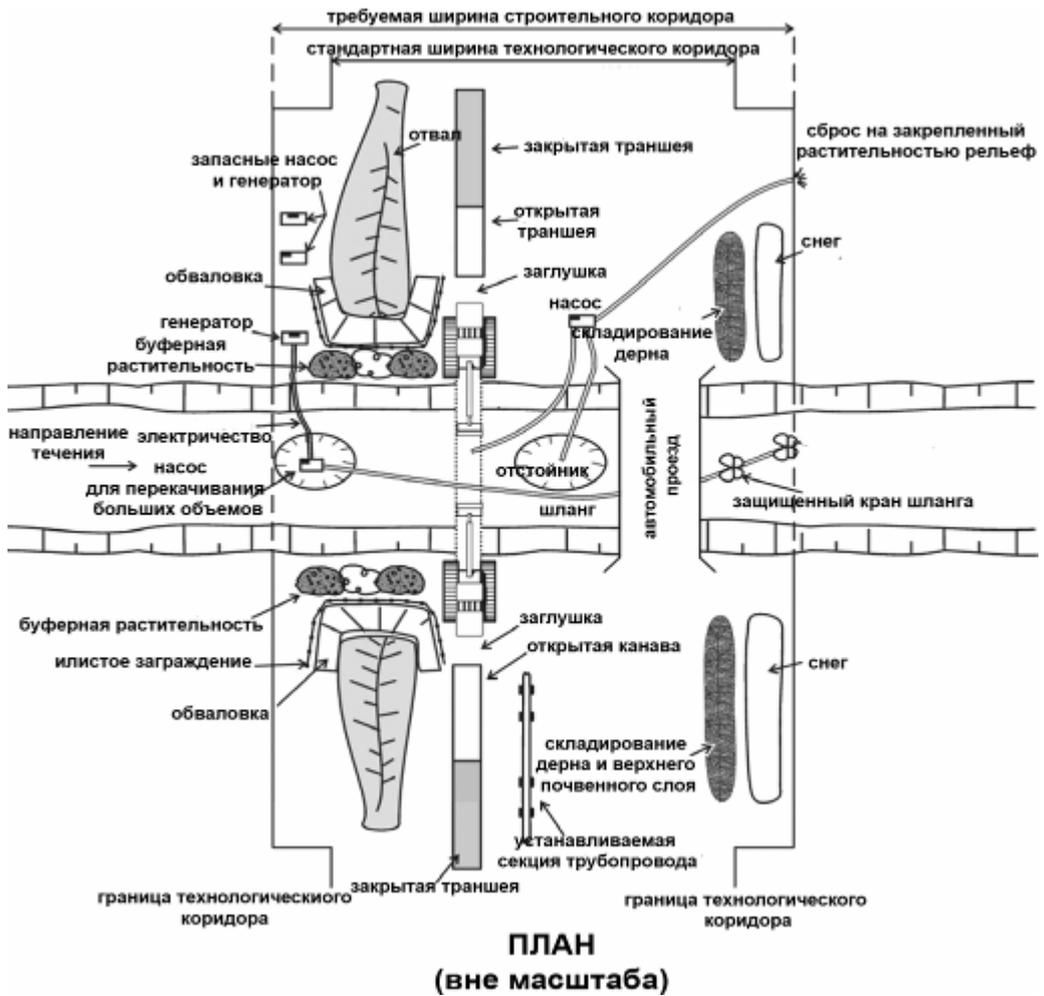


Рис. 7.20. Схема проведения работ при использовании дренажного колодца и насосов высокой мощности (Watercourse ..., 2005; Environmental ..., 1988).

Пояснения к рисунку 7.20.

При использовании данного способа прокладки трубопровода необходимо:

- индивидуальное проектирование для каждого водного перехода;
- предусмотреть, что пространство в перемычке должно быть достаточным для рытья траншеи;
- обустроить гасители скоростей течения;
- соорудить перемычку из подручных материалов (мешки с песком, шпунтовых креплений, бетонных блоков и др.);
- в пределах перемычки установить водонепроницаемый барьер;
- укрепить перемычку каменной кладкой против размыва;
- установить водосборный колодец для сбора утечек, откуда вода будет перебрасываться на рельеф насосами;
- убедиться, перед сбросом стока на рельеф, в достаточной приемной емкости и отсутствии обратного стока в водоток;
- после окончания траншейных работ сделать обратную засыпку, выравнивание и пометить положение конца трубы;
- затем следует снести перемычку и выполнить рекультивацию берегов;
- после этого следует выполнить тот же порядок действий на противоположном берегу.

Пояснения к рисунку 7.21.

При данном способе прокладки трубопровода:

— необходимо разработать подобную схему размещения объектов с учетом ситуации на конкретном переходе;

— пространства в пределах дамбы должно быть достаточно для проведения работ;

— при большой скорости течения можно установить барьеры (например, срединные), задерживающие поток, чтобы была возможность для сооружения дамбы-перемычки;

— дамбу-перемычку можно соорудить из местных (подручных) материалов, мешков с песком, деревянных перегородок, гравия и из любого другого подходящего материала;

— в пределах дамбы-перемычки необходимо установить водонепроницаемый барьер;

— с подмываемой стороны необходимо соорудить каменную наброску, чтобы защитить дамбу от эрозии, если она построена из размываемого материала;

— определить места для складирования отвалов, образованных фильтративным материалом от откачанных с помощью насосов водами;

— необходимо убедиться, что площадка, выделенная для сброса откачиваемой воды на рельеф, обладает достаточной емкостью, и заболачивания местности не произойдет;

— по завершении траншейных работ траншею необходимо закопать, отметить расположение конца трубы, дамбу удалить. На берегах необходимо выполнить рекультивационные работы.

— Затем повторить весь комплекс работ на противоположном берегу.

7.3. Прокладка трубопроводов через водотоки бестраншейным способом

Как показывает многолетний опыт эксплуатации, подводные переходы при траншейной их прокладке зачастую оказываются не столь надежными и являются дорогими, при этом основная часть затрат приходится на текущие обследования и дальнейшие работы по ликвидации оголений, провисаний трубопроводов и проведения берегоукрепительных мероприятий. Стоимость производства работ методами наклонно–направленного бурения (рис. 7.22) и тоннелирования (рис. 7.23), получившими в последние годы широкое признание, на 40—50 % выше, чем при траншейном способе (Автахов, 2004). Оба метода достаточно трудоемки и имеют немалые ограничения на производство работ, и поэтому не всегда целесообразно укладывать трубопроводы в грунт, зачастую проще и дешевле проложить трубопровод поверху, возводя надземные трубопроводные переходы. Их основными достоинствами являются: возможность визуального контроля состояния трубопровода и опор, безопасность и надежность эксплуатации трубопровода при прохождении трассы в сложных гидрогеологических условиях, отсутствие необходимости ведения строительно-монтажных работ в русле реки, что важно с точки зрения экологической безопасности и пр.

Разнообразные способы надземной прокладки трубопроводов через естественные и искусственные преграды, включая водные объекты, детально рассмотрены в классической монографии (Петров, Спиридонов, 1965), переизданной в 1973 г.* Их упрощенная классификация представлена в таблице 7.2. Некоторые типы надземных переходов представлены на рис. 7.24.

Таблица 7.2. Классификация надземных переходов (Автахов, 2004)

с самонесущим рабочим трубопроводом	балочные	с компенсаторами
		без компенсаторов
	арочные	однотрубные
		многотрубные
провисающие нити	однотрубные	
	многотрубные	
с вспомогательными поддерживающими элементами	в виде трубы	усиленные кожухом
		усиленные трубой над рабочим трубопроводом
	в виде тросов	висячие переходы
		вантовые переходы
	в виде консольных опор	T-образные
		вантовые
в виде сфер	пространственных	

* см. также сайт <http://www.neftelib.ru/neft-book/022/0/index.shtml> (Нефтегазовая промышленность. NEFTELIB.RU).

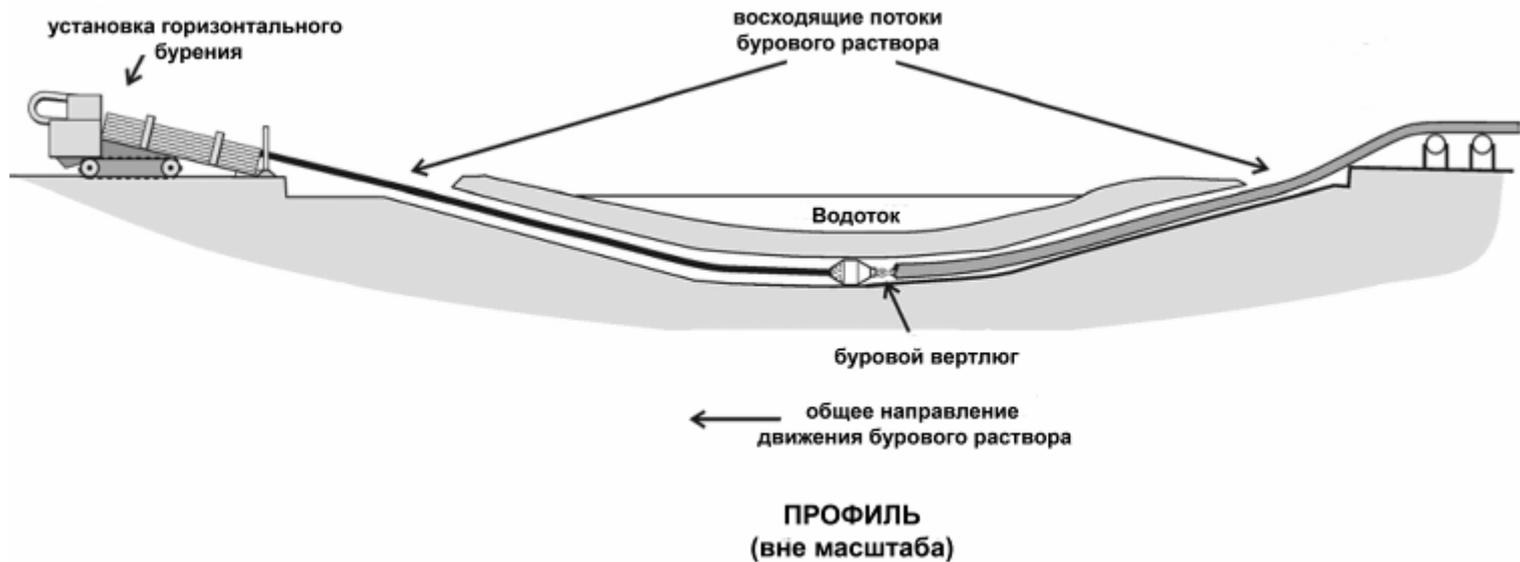


Рис. 7.22. Схема прокладки трубопровода при горизонтально-наклонном бурении (Watercourse ..., 2005):

- для реализации данного метода строительства необходимы подробные инженерно-геологические изыскания. На некоторых видах пород бурение невозможно;
- оборудование устанавливается за пределами водотока, нет необходимости вырубki растительности или грейдирования;
- используемый буровой раствор должен иметь бентонитовую основу, применение иных материалов — потенциально опасно для биоты водотока. Необходим постоянный контроль за возможным проникновением бурового раствора и грязевых потоков в водоток;
- приемники бурового раствора должны иметь объем, соответствующий намечаемому объему работ — необходимо избегать их переполнения. Можно установить дополнительные лотки для улавливания бурового раствора ниже по склону от буровой установки;
- необходимо иметь план утилизации отработанного бурового раствора.

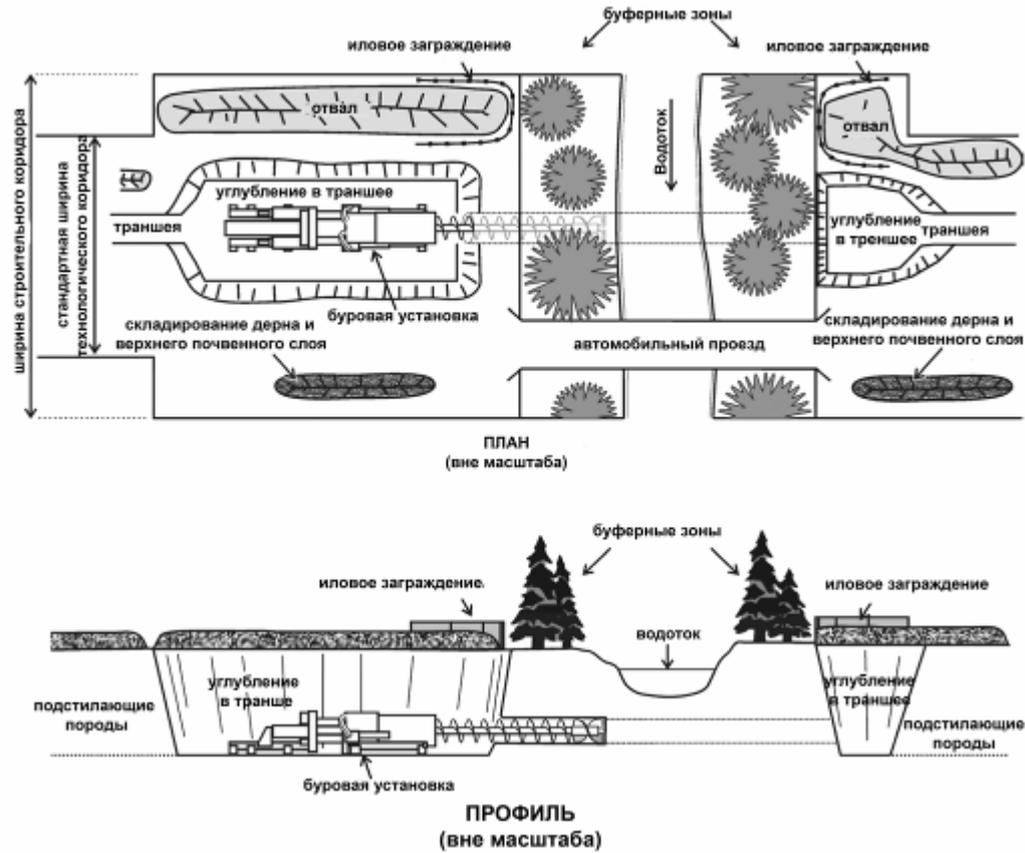


Рис. 7.23. Бестраншейный метод — бурение (Watercourse ..., 2005; Environmental ..., 1988).

Пояснения к рисунку 7.23.

При данном способе прокладки трубопровода:

- требуется дополнительное рабочее пространство для размещения строительной техники;
- оборудование устанавливается вне русла водотока; грейдирование в пределах буферной зоны не требуется, только в случае необходимости при оборудовании технологического коридора.

Рекомендуется придерживаться следующего порядка выполнения работ:

- вырыть углубление в траншее, отвал расположить на противоположной стороне проезда;
- выполнить бурение и осуществить присоединение укладываемой секции трубы к основной магистрали;
- при необходимости воду из траншеи можно откачивать насосом. Откачаные воды должны сбрасываться на устойчивый грунт, покрытый растительностью, а не напрямую в водоток.
- закопать траншею и уплотнить грунт.

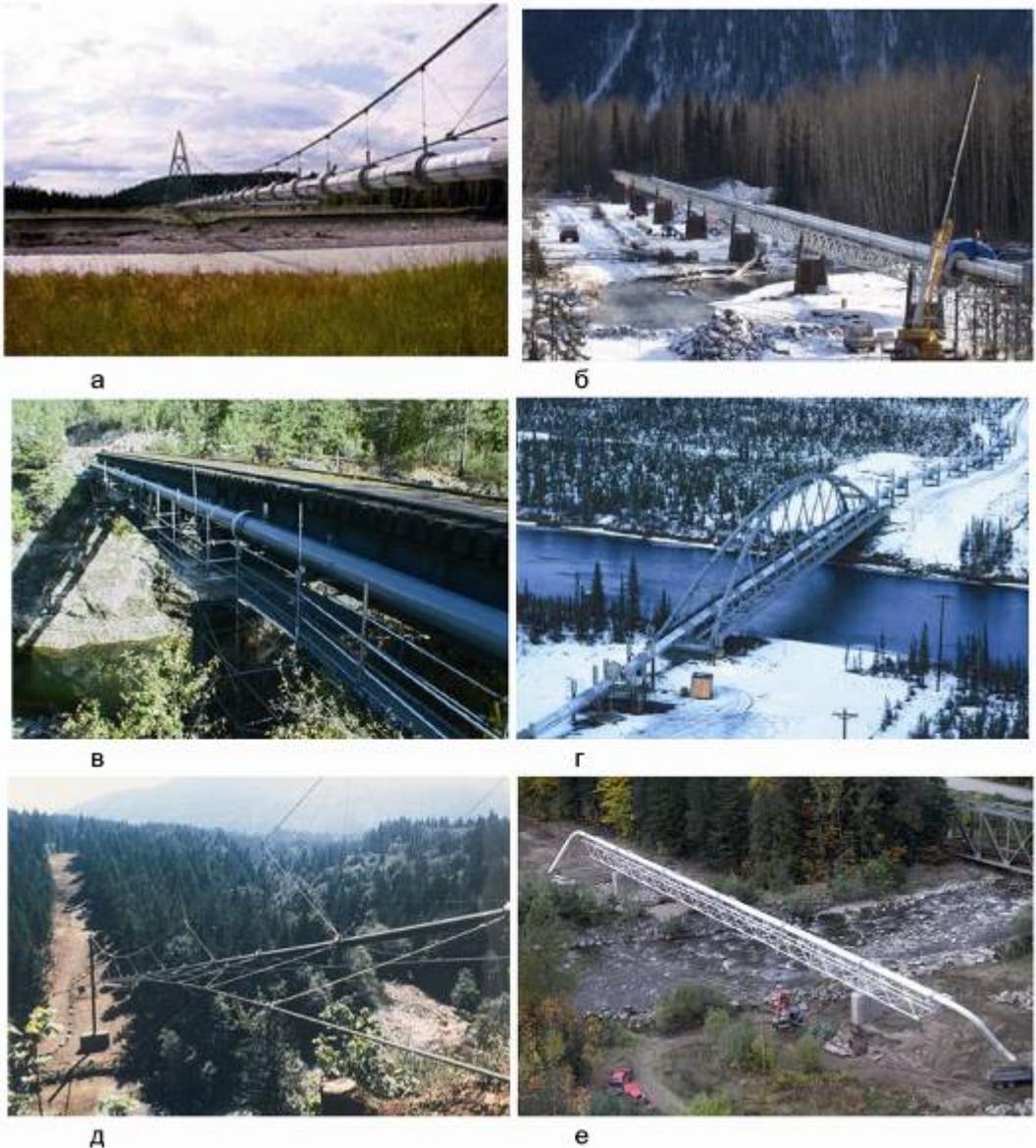


Рис. 7.24. Разные типы надземных переходов трубопроводов
через водные преграды: *

*а — Аляска, США (Tazlina river); б — Британская Колумбия, США (Pine river);
в — Британская Колумбия, Канада (Kettle river); г — Аляска, США (Gulkana river);
д — Ванкувер, Канада (речной каньон); е — Британская Колумбия, Канада
(Silverhope creek) (сайты компаний Buekland & Taylor Ltd, CTDGroup и др.).*

* иллюстрации даны по американским и канадским материалам в связи с их наличием в интернете, а не потому, что в России нет таких реализованных проектов.

Согласно СНиП 2.05.06–85 "Надземная прокладка трубопроводов" прокладка трубопроводов по поверхности земли в насыпи (наземная прокладка) или на опорах (надземная прокладка) допускается только как исключение при соответствующем обосновании.

К таким исключениям относятся:

- пересечение оврагов и малых рек с крутыми берегами;
- на горных реках с блуждающим руслом и сильно размываемым дном;
- на плотных скальных грунтах;
- на неустойчивых грунтах, в районе оползней;
- в районах горных выработок;
- при пересечении селевых русел;
- в болотистых местностях;
- на переходах через естественные и искусственные препятствия.

В условиях же Крайнего Севера и вечной мерзлоты надземная прокладка — основной способ сооружения трубопроводов.

Балочные переходы. При строительстве надземных трубопроводов большой протяженности, как правило, применяют простейшие системы конструкций, в которых трубопровод работает как неразрезная балка. Наиболее дешевыми при строительстве, простыми и удобными в эксплуатации являются различные балочные системы (рис. 7.25). В местах пересечения небольших оврагов и рек трубопровод укладывают прямолинейно, без устройства специальных опор в местах выхода его из грунта. В отдельных случаях при слабых грунтах, неустойчивых откосах и при максимальных расчетных пролетах в местах выхода трубопровода из грунта под трубопровод кладут железобетонные плиты, уменьшающие давление на грунт. Аналогично однопролетным переходам могут устраиваться и двух- и трехпролетные переходы.

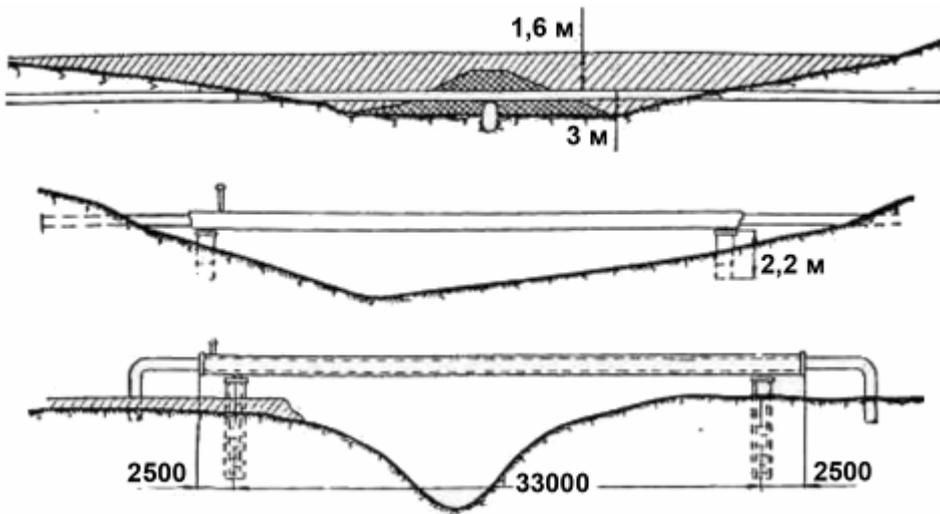


Рис. 7.25. Балочные переходы надземных трубопроводов (<http://www.neftelib.ru/neft-book/022/0/index.shtml>).

Достаточно прост, надежен и соответствует самым жестким экологическим требованиям балочный трубопроводный переход (рис. 7.26), опирающийся на концевые опоры, с поддерживающим элементом в виде стальной фермы, которая может иметь либо прямоугольное поперечное сечение, либо сечение в виде равнобедренного треугольника. Внутри фермы размещается трубопровод.



Рис. 7.26. Балочный переход надземного трубопровода с применением стальной фермы.

При необходимости увеличения длины перекрываемого пролета, но в условиях ограничения выбора мест расположения опор надземного трубопровода, также может быть использован длиннопролетный переход надземного трубопровода (рис. 7.27). Такая конструкция обеспечивает упрощение конструкции длиннопролетного перехода, снижение трудоемкости и сроков строительно-монтажных работ при его возведении и ремонте, а также повышение эксплуатационной надежности надземного трубопровода на участках переходов через преграды.

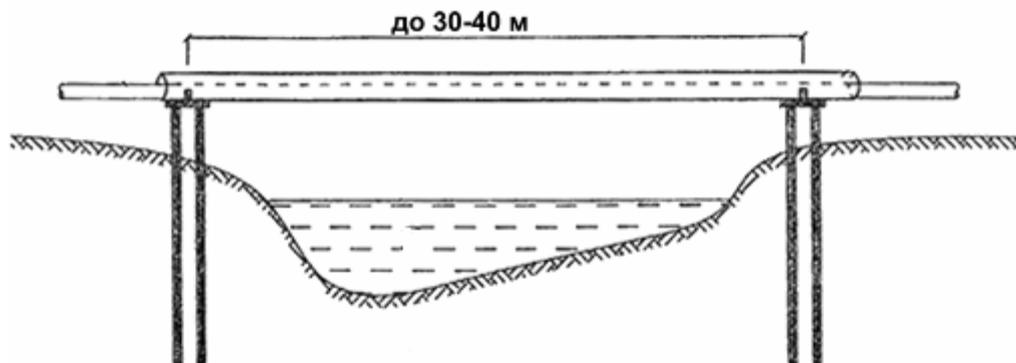


Рис. 7.27. Длиннопролетный переход надземного трубопровода (Минкин и др., 2004).

Висячие системы переходов. Большие пролеты наиболее часто перекрывают висячими системами, которые наиболее целесообразны при пролетах переходов трубопроводов 80 и более метров.

Висячие переходы имеют разнообразные схемы и конструктивные решения (рис. 7.28). Их устраивают с наклонными несущими вантами, с одним или несколькими несущими канатами, к которым на подвесках крепят трубопровод. При значительных пролетах для обеспечения необходимой жесткости конструкции в

горизонтальной плоскости устанавливают ветровые канаты. Многообразие конструктивных решений висячих систем переходов обусловлено множеством различных факторов, важнейшими из которых являются — величина перекрываемого пролета, необходимость использования перехода для проезда машин или прохода людей, климат и рельеф местности, инженерно-геологические данные, способ и средства монтажа, наличие материалов, диаметр трубопровода и др.

С увеличением пролетов и диаметра трубопровода конструкция висячих переходов усложняется. Появляется необходимость в двух и большем количестве несущих канатов, сложнее становятся опоры. В ряде случаев может быть рационально применена конструкция самонесущего висячего трубопровода в виде провисающей нити типа «висячая труба».

Особенность висячих систем переходов трубопроводов — малая их жесткость, что иногда может вызвать вибрацию трубопровода в ветровом потоке.

Арочные конструкции надземных переходов применяются реже, чем балочные и висячие системы. При пересечении небольших горных рек, ущелий, рек, каналов и особенно арывков распространены простейшие однотрубные арочные переходы небольших пролетов - до 30—40 м, не требующие устройства сложных опор.

При необходимости перекрытия арками больших пролетов и большим числе трубопроводов или при малом их диаметре несущую конструкцию выполняют в виде пространственной арки, по которой прокладывают трубопроводы.

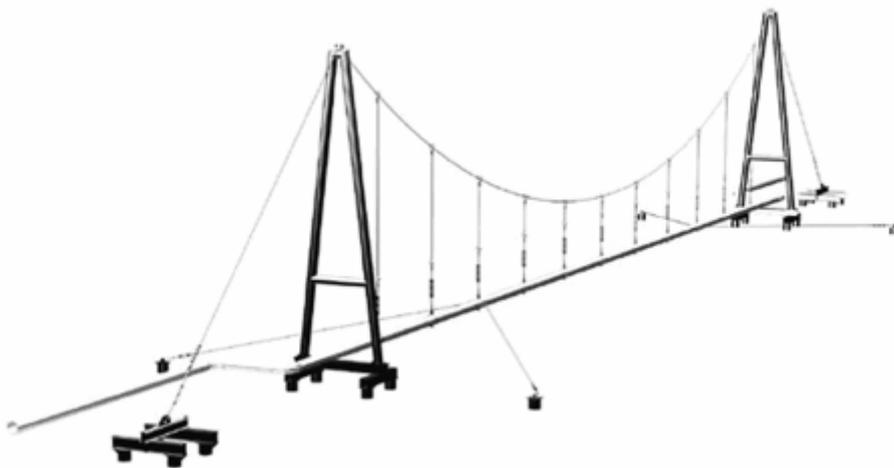


Рис. 7.28. Подвесной вантовый переход надземного трубопровода РЗ–25 (52–НЦ/3–03–АС)

(http://www.uemz.com/opor_travers/images/opor1.jpg)

Многообразие природных условий и различных других факторов заставляет проектировщиков применять множество различных конструктивных решений переходов. На основе анализа этих решений создаются новые, еще более экономичные конструкции переходов. Общей тенденцией является снижение веса конструкций, разработка наиболее простых методов монтажа переходов и технологичность изготовления конструкций надземных переходов. Этому способствует

типизация отдельных, наиболее употребительных систем переходов и специализация строительных организаций, занимающихся их сооружением.

Каждый надземный переход или участок надземной прокладки трубопроводов должны удовлетворять ряду требований производственного, эксплуатационного, расчетно-конструктивного, экономического и архитектурного характера, а также экологической и природоохранной безопасности.

Следует отметить важность соблюдения при надземной прокладке трубопровода через водотоки расстояния между трубой и уровнем воды в реке. Согласно СНиП 2.05.06–85 "Надземная прокладка трубопроводов" при прокладке надземных трубопроводов через препятствия, в том числе овраги и балки, расстояние от низа трубы или пролетного строения следует принимать при пересечении:

— оврагов и балок — не менее 0,5 м до уровня воды при 5 %-ной обеспеченности;

— несудоходных, несплавных рек и больших оврагов, где возможен ледоход, — не менее 0,2 м до уровня воды при 1 %-ной обеспеченности и от наивысшего горизонта ледохода;

— судоходных и сплавных рек — не менее величины, установленной нормами проектирования подмостовых габаритов на судоходных реках и основными требованиями к расположению мостов.

Возвышение низа трубы или пролетных строений при наличии на несудоходных и несплавных реках заломов или корчеходов устанавливается особо в каждом конкретном случае, но должно быть не менее 1 м над горизонтом высоких вод (по году 1 %-ной обеспеченности).

В то же время этот СНиП не учитывает, что на многих реках, пересекаемых трубопроводными системами, проложены официально утвержденные сплавные маршруты водного туризма и спортивного рыболовства. Несомненно, что в таких случаях расстояние от низа трубы или пролетных сооружений до максимального уровня воды должно обеспечивать безопасность людей, сплавляющихся по рекам.

7.4. Об аварийных ситуациях на переходах через водотоки

Следует понимать, что ни траншейный, ни надземный способ прокладки трубопровода через естественные и искусственные преграды не является однозначно лучше или хуже в сравнении друг с другом. Всё зависит от конкретных местных условий, конструкторских решений и серьезности экологических требований.

Наиболее опасными участками линейной части трубопроводов, определяющими их надежность в целом, являются участки, находящиеся в сложном напряженном состоянии – участки трубопровода на продольном склоне в зоне действия оползней, переходы трубопроводов через водные преграды и болота, криволинейные участки и т.п.

Достаточно часто наблюдается размыв подземных переходов трубопроводов, проложенных траншейным способом через водные преграды (Петров, Спиридонов, 1965). Обычными причинами таких размывов являются:

- подмыв и вскрытие трубопровода под воздействием быстрого течения;
- размыв берега при боковом изменении русла во время или после прохода паводка.

Участки переходов трубопроводов через водотоки весьма уязвимы также в зоне распространения многолетнемерзлых пород. Даже небольшие реки, весьма часто встречающиеся, вызывают значительные проблемы, связанные с обеспечением прочности и герметичности трубопровода. На участках подземных переходов трубопроводов происходит постепенное вытеснение "холодных" трубопроводов из подводной траншеи на поверхность, вследствие чего трубопровод приходит в аварийное состояние. Опорные конструкции надземных переходов трубопроводов через реки очень часто теряют устойчивость, нередко имеют место случаи аномального сезонного выталкивания свайных опор в зимний период, и по этой причине они приходят в аварийное состояние (Пазиняк и др., 2006).

Нормативные документы, в том числе СНиП, ВСН и другие нормы и рекомендации, не учитывают подобных воздействий на сооружения, которые реально существуют в природных условиях. Так, зафиксирован пример выталкивания "холодного" трубопровода диаметром 325 мм подводного перехода через р. Марелова–Яха (рис. 7.29–а). Следует отметить, что переход был уложен в полном соответствии с проектом, т.е. в траншею на глубину 1 м ниже дна реки и засыпан; трубопровод всегда обладал отрицательной плавучестью, кроме того, был забалластирован в русле реки железобетонными утяжелителями (Пазиняк и др., 2006).

На рис. 7.29–б приведен характерный пример разрушения надземной опоры газопровода (диаметр 1420 мм), зафиксированный на надземном переходе через старицу р. Ен–Яха. Четырехсвайная опора состоит из металлических прокатных элементов — труб диаметром 325 мм. Опора выдавлена из грунта при его промерзании.

Многолетний опыт эксплуатации трубопроводов в криолитозоне показал, что трубопроводы на ряде участков, таких как мелкие водотоки, обводненные низины, ложбины, имеют аномально большие вертикальные деформации, величина которых намного превышает величину нормативного морозного пучения грунтов при промерзании слоя сезонного оттаивания. На третьей нитке подводного перехода газопровода (диаметр 1420 мм) через р. Арка–Таб–Яха при транс-

портировке охлажденного газа произошло выдавливание дюкера с чугунными утяжелителями вверх из подводной траншеи (рис. 7.29-в).



7.29-а



7.29-б



7.29-в

Рис. 7.29. Разрушение подземных и надземных переходов трубопроводов через водотоки в результате выталкивания — трубопровода из русла (а), свай надземного перехода (б) и дюкера (в) (Пазиняк и др., 2006).

Следует отметить, что приведенные примеры – не единичные проявления нарушений устойчивости трубопроводов в криолитозоне. Такого рода деформации носят массовый характер (Хренов, 2005).

Участок трубопровода, проложенный на продольном склоне, подвергается воздействию прилегающих прямолинейных участков, причем подвижки оползающего грунта могут происходить не по всему продольному склону, а только по части его. В период активизации оползней становится актуальным выявление наиболее опасных оползневых участков, разработка рекомендаций по дальнейшей их эксплуатации и конструктивных решений, снижающих нагрузки на трубопровод от воздействия оползня. В качестве временной, неотложной меры, способствующей незамедлительному снижению уровня действующих в трубопроводе усилий и напряжений, предложено вскрытие трубопровода в средней его части и разработкой в последующем соответствующих долговременных технических решений (Быков, Шувалов, 2006).

7.5. Противозрозионные мероприятия и рекультивация

7.5.1. Дренаж поверхностных вод на дорогах

Выбор места размещения, размера водопропускных труб (кульвертов) и расстояния между ними должны обеспечивать пропуск поверхностного стока и предотвращать размыв кюветов. Устраивать понижения на дорогах следует на таком расстоянии друг от друга, которое обеспечивает устранение эрозионных объемов и скоростей воды в местах, где планируется заложение водопропускной трубы (рис. 7.30).

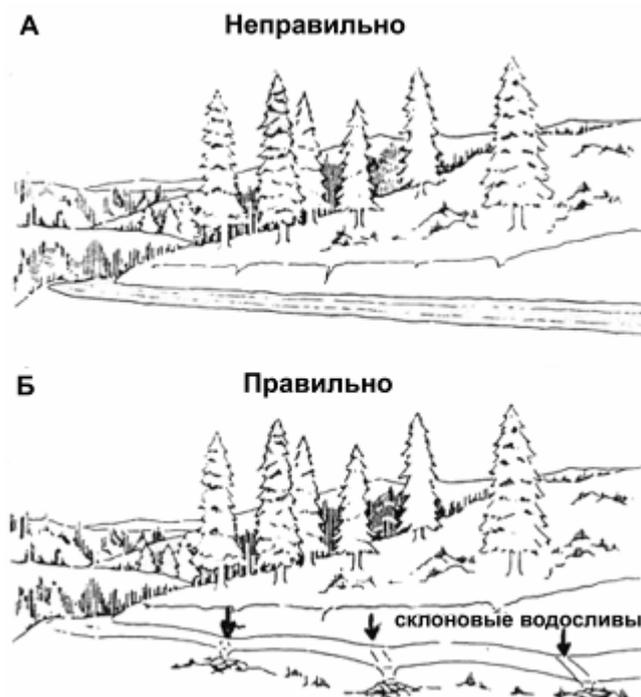


Рис. 7.30. Дренаж склонового стока через дорогу с помощью специальных водосливов, сооружаемых на каждом логе, промоине, овраге и временном водотоке. Такой подход исключает перехват стока дорогой, образование продольных промоин и смыв грунта вдоль дороги в ручьи (Weaver, Hagans, 1994).

Прокладка дорог на крутых и пологих склонах требует планирования не только продольного наклона дороги, но и поперечного наклона дорожной полки. Различают дороги с прямым и обратным уклоном дорожной полки (рис. 7.31). При прямом уклоне вода перетекает через дорогу по линиям естественного стока, а при обратном уклоне сток перехватывается внутренним кюветом и сбрасывается под дорогой по трубе. Дорожная полка с обратным уклоном всегда предпочтительнее, однако иногда линейная серия родников вдоль трассы

требует их организованного пропуска под дорогой. Кроме того, нарушение линий местного стока может приводить к развитию очагов эрозии (рис. 7.32).

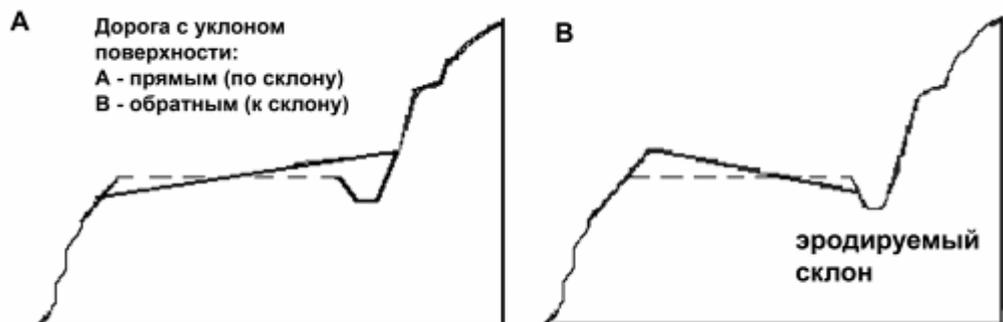


Рис. 7.31. Дорога с прямым (по склону) уклоном дорожной полки и без канавы (А) и дорога с обратным (к склону) уклоном дорожной полки с открытой канавой (В) (Weaver, Hagans, 1994).

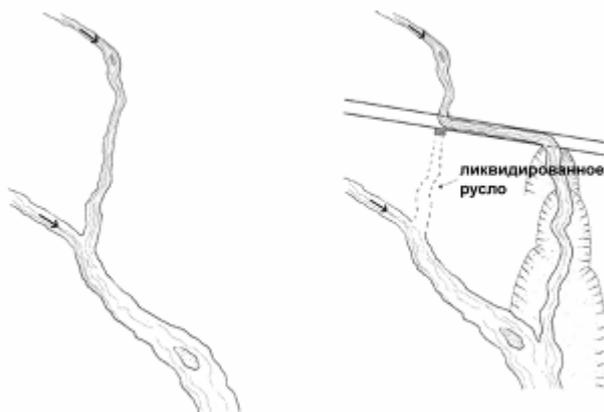


Рис. 7.32. Пример нарушения местных линий стока и возникновения линейных очагов обрабообразования (Furniss et al., 1997).

Эрозионные формы рельефа (пересыхающие русла, ложбины, промоины, небольшие распадки, овраги) часто имеют извилистое русло, большие коэффициенты шероховатости и малую пропускную способность. В связи с этим при использовании их под водоприемник они также требуют проведения специальных работ по организации местного стока и предохранению русла и берегов от эрозии, вызванной сбросом большего (чем до строительства) объема воды с вышерасположенного искусственно увеличенного водосбора. Следует предусмотреть не только закрепление лога от размыва, как с верховой, так и с низовой стороны в виде каменной наброски (рис. 7.11), но организацию местного стока (рис. 7.33).

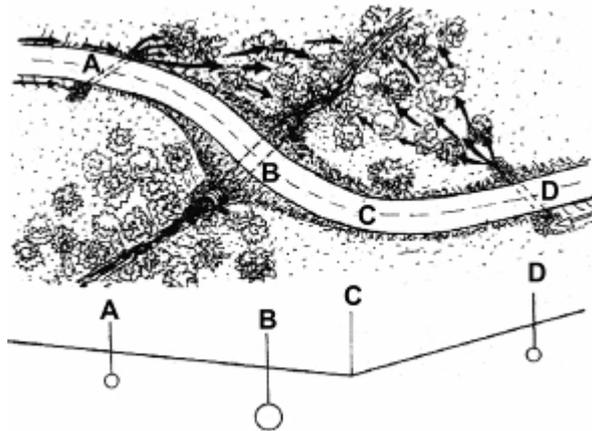


Рис. 7.33. На участках, где дорога пересекает постоянный водоток (В), сток придорожной канавы может перехватываться вспомогательными водопропускными трубами и сбрасываться вниз по склону для фильтрации в почвенно-растительном покрове. При забивании трубы растительными остатками или ее недостаточном диаметре, сток придорожной канавы будет переливаться через дорогу в точке С, размывая ее (Weaver, Hagans, 1994).

Размывание кюветов усиливается при больших продольных уклонах и недостаточном креплении ложа и откосов, поэтому в кюветах следует устраивать перепады (гасители потока), снижающие эрозионные скорости течения, или устанавливать дополнительные водопропускные трубы по схеме, изображенной на рис. 7.33. Водоотводящие устройства должны защищать поверхность дороги (даже временной) от перетекания по ней воды.

7.5.2. Укрепление дорожных откосов

При планировании мер по укреплению нижнего бьефа водопропускных труб следует учитывать, что в результате концентрации поверхностного стока дорогой, играющей роль дамбы, через водопропускные сооружения обычно сбрасывается больший объем воды, чем наблюдался в данном месте в естественном состоянии до строительства дороги. При этом очаг эрозии может развиваться в придорожных кюветах, на входе и выходе водопропускных сооружений.

Противоэрозионные мероприятия планируются при выборе места размещения труб, их строительстве и дальнейшем обслуживании. Основные меры, осуществляемые при установке кульвертов, обобщены на рис. 7.10 и 7.11.

В обязательном порядке следует предусматривать защиту дорожных откосов ниже и выше входных/выходных отверстий водопропускных труб. Для этого проще всего использовать дерн, предварительно снятый вместе с плодородным слоем почвы перед отсыпкой дорожного полотна. Также необходимо проводить укрепление водосливов с помощью бутовой кладки (т.е. кладки из естественных камней разнообразной формы, скрепленных раствором), мешков с песком и т.д. Протяженность руслевой каменной наброски должна составлять не менее двух диаметров трубы.

Водопрпускное сооружение целесообразно устанавливать при пересечении дорогой промоины, лога или небольшого водотока в зоне транзита наносов. Нежелательно прокладывать дорогу через конус выноса наносов.

В зоне транзита наносов следует обратить особое внимание на тщательное укрепление нижнего бьефа водослива, поскольку нередки случаи, когда развитие оврагов начинается от размыва в нижнем бьефе. В верхнем бьефе водопрпускного сооружения устраивают решетки и наносоуловители в виде прямиков перед входом в трубу. Для того чтобы избежать отложений в нижнем бьефе, продольный уклон водопрпускного сооружения не должен быть больше уклона водотока в нижнем бьефе

При установке водопрпускной трубы в конусе выноса она быстро заиливается, ее водопрпускная способность уменьшается, а появление перед трубой подпора, даже небольшого, приводит сначала к просачиванию воды в грунт насыпи за стенками трубы, а затем к ее размыву и прорыву. Поэтому в таких местах желательна постройка моста с увеличенным отверстием, чтобы исключить угрозу прорыва насыпи и заиливания русла.

После завершения работ требуется регулярный осмотр водопрпускных сооружений с очисткой труб и кюветов до и во время весеннего половодья.

Участки дорожного полотна и придорожного ландшафта в тех местах, где почвы в сильной степени подвержены эрозии, следует покрывать гравием или другим материалом. В случае вымывания взвешенных частиц из песчано-гравийной смеси следует строить отстойники.

На неустойчивых склонах следует укреплять верховые откосы дорожных выемок, где необходимо удержать слой деллювия, который в результате увеличения крутизны и потери упора начинает при разработке выемки смещаться вниз блоками вместе с деревьями и кустами.

7.5.3. Дренаж поверхностных вод на строительных площадках

Водоотводные канавы и обваловка организуются на стадии уборки территории после строительства и проведения рекультивации с целью отведения поверхностного стока от строительных площадок, дорог и свежезарытых траншей (рис. 7.34).

Во время земляных работ из верхнего слоя почвы и грунта отсыпается обваловка. С этой же целью используются ненужные части труб, бревна, связки веток, мешки с песком. Если естественный грунт в сильной степени неустойчив к водной эрозии, то он укрепляется слоем дерна и геотекстильного материала, уложенного на глубине 16—20 см от поверхности. Эффективны также каркасные решетки и мешки с песком.

Средняя высота водоотводной обваловки составляет от 30 до 75 см. После сильных дождей, а также после весеннего снеготаяния местами может потребоваться ее восстановление.

В случаях, когда экспозиция склона и направление поверхностного стока направлены почти перпендикулярно к коридору строительства трубопровода, рекомендуется размечать диагональные водоотводящие обваловки, а когда экспозиция склона и направление поверхностного стока параллельны коридору строительства трубопровода, лучше использовать обваловки типа «елочкой» с пересечением водоотводной канавы.

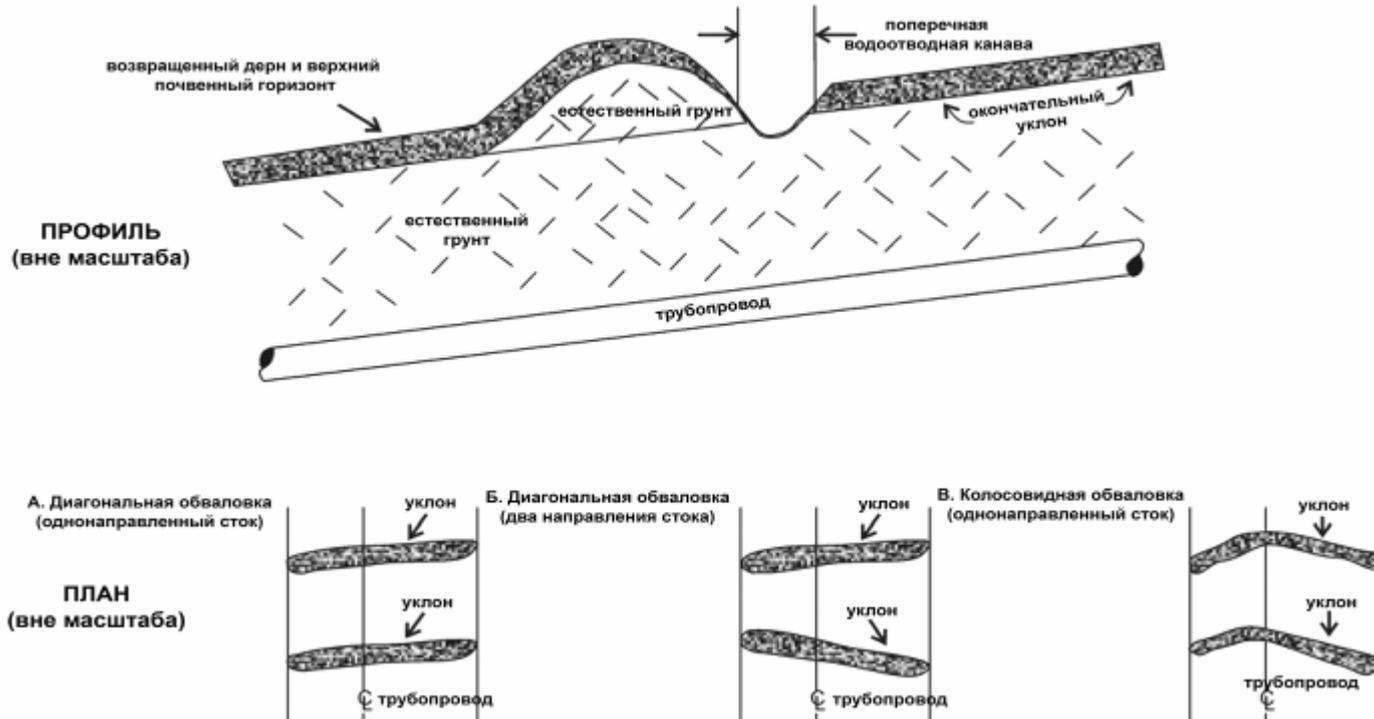


Рис. 7.34. Поперечные водоотводные каналы и водоотводящая обваловка (Environmental ..., 1988; Watercouse..., 1999).

Расположение и направление обваловок и канав определяются топографией местности и расположением дренирующей ручейковой сетью.

Уклон обваловки задается из расчета 5—10 % от градиента склона.

Расстояние между обваловками:

Градиент склона, %	Рекомендуемое расстояние, м*
<8; <15	по ситуации
8—14; 15—25	45
14—17; 25—30	34
17—20; 30—35	20
>20; >35	10—15

* В действительности, расстояние определяется в зависимости от ситуации на местности. Например, при работе на интенсивно эродируемых поверхностях, частота расположения обваловок увеличивается на 50%.

7.5.4. Дренажная система при прокладке трубопровода

Участок берега реки в коридоре трубопровода требует дополнительного укрепления (рис. 7.35). При этом необходимо руководствоваться следующими рекомендациями:

— необходимо удалить весь строительный мусор, древесные остатки и остатки стройматериалов из водотока, выровнять берега в направлении, соответствующем естественной конфигурации русла;

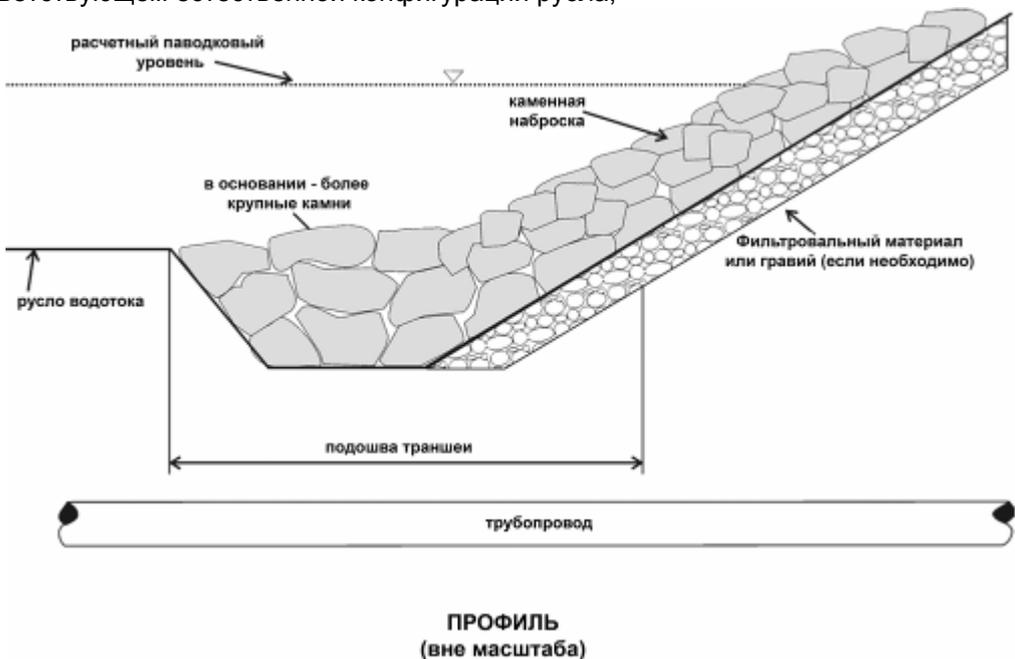


Рис. 7.35. Укрепление траншеи у водотока в виде каменной отсыпки (Watercouse..., 1999).

- вырыть небольшую траншею у подошвы склона, на котором создается укрепление;

- выложить геотекстильный материал или гравийный фильтровальный слой;

- выложить каменную отсыпку на защищаемый склон;

- отсыпка должна быть плотной, устойчивой, однородной по всей длине склона, состоящей из чистого, неокатанного материала;

- размеры частиц, используемых для отсыпки, зависят от уклона укрепляемого борта и скорости течения;

- отсыпка должна быть выполнена таким образом, чтобы по краям армированного участка не образовывались участки размыва;

- отсыпка должна быть минимум на 0,5 м выше проектируемого уровня воды в водотоке. Если допускается возможность возникновения разливов воды в половодье и паводки, то обваловка должна покрывать и вершину берега.

Последовательность действий и экологические требования при прокладке изолированной траншеи (рис. 7.36) можно свести к следующим рекомендациям:

- необходимо организовать проезд для автотехники в пределах технологического коридора на той стороне водотока, где будут выполняться работы;

- необходимо подобрать и установить водопропускную трубу, соответствующего расхода и диаметра;

- заранее, до начала русловых работ, подготовить все необходимые материалы для выполнения работ, включая укладываемую секцию трубопровода;

- подобрать и установить боковые экраны для перехвата стока воды выше и ниже по течению от места работ;

- убедившись в качественной сборке дренажной системы, можно приступать к непосредственной установке секции трубопровода. Скорость рытья траншеи должна соответствовать со скоростью откачки воды через водопропускную трубу;

- чтобы избежать попадания илистой массы в водоток, необходимо использовать мощные насосы. Откачанную воду следует сбрасывать на рельеф, но только убедившись в отсутствии обратного течения;

- установить секцию трубопровода;

- заполнить русло водой, откачивая грязную воду из руслового участка перехода;

- аккуратно демонтировать боковые экраны выше и ниже участка перехода;

- завершается работа рекультивацией водотока и прилегающей территории до состояния, максимально близкого к естественному.

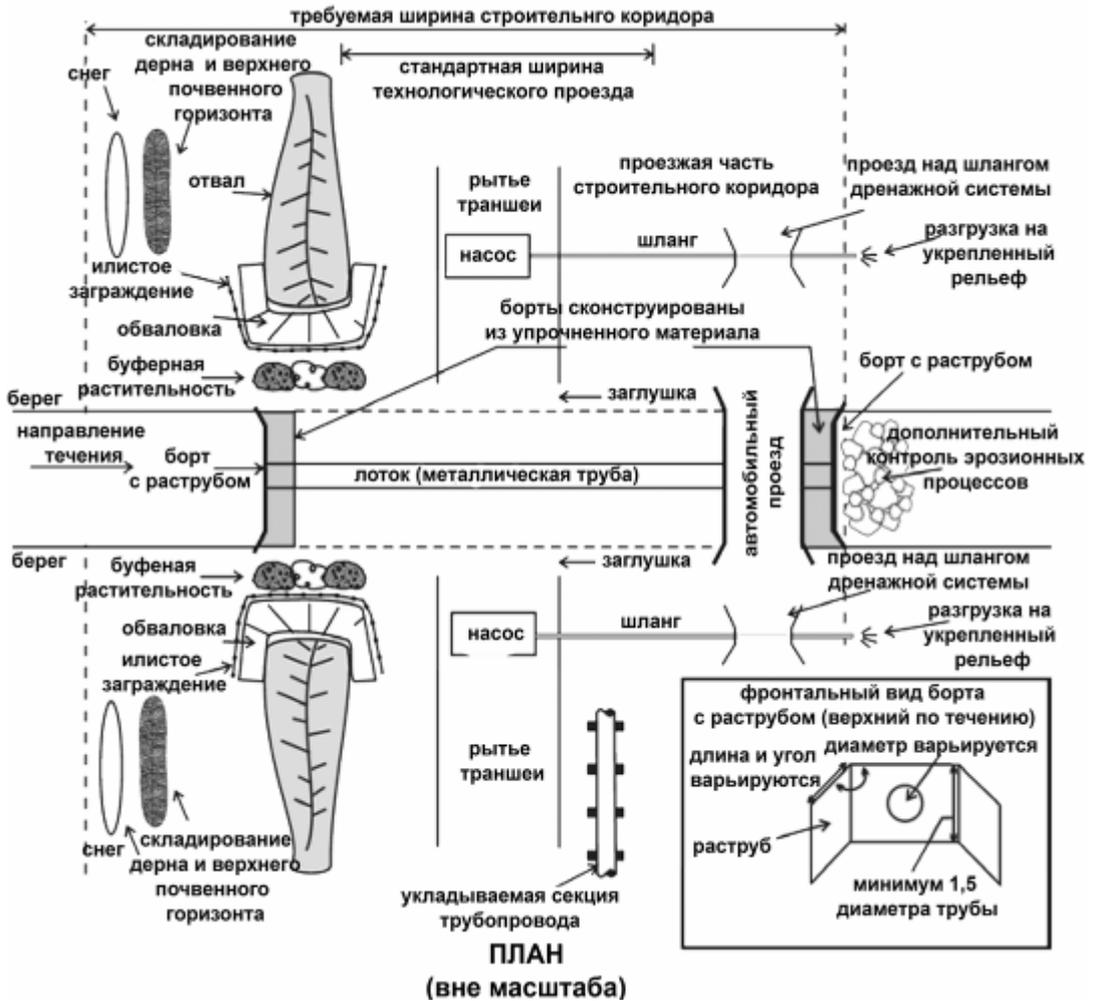
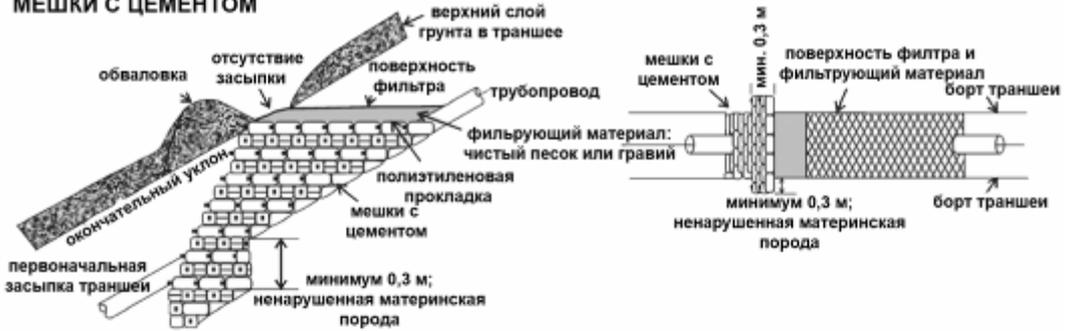
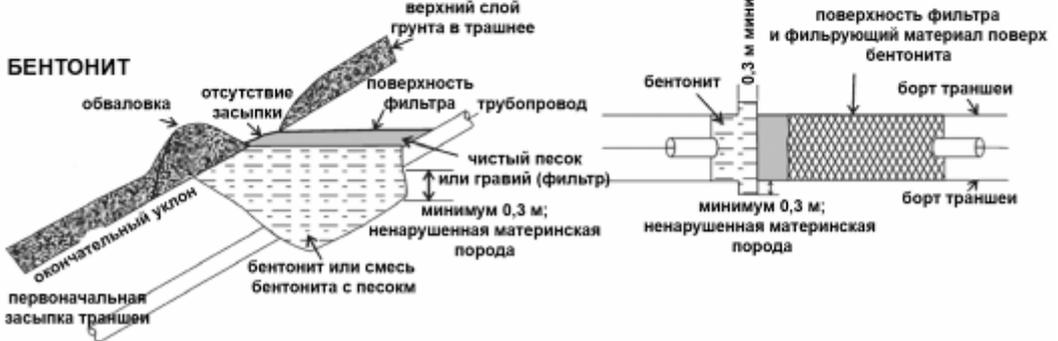


Рис. 7.36. Дренажная система при прокладке изолированной траншеи (Watercouse..., 1999).

Существуют различные способы укрепления траншей (рис. 7.37), предназначенные для предотвращения фильтрации жидких илов и мутной воды вдоль траншеи, размыва ее дна и бортов после обратной засыпки траншеи: Для усиления стенок дна и бортов траншеи необходимо установить несколько несущих стержней. Затем дно и борта траншеи укрываются геотекстильным фильтрующим материалом, а поверх укладывается заполнитель — мешки с грунтом, бентонит, пенопластовые блоки и другие подходящие материалы. После обратной засыпки траншеи на поверхности ставятся метки, указывающие на расположение противофильтрационных экранов. Поперечные водоотводные каналы не должны располагаться над укреплениями.

МЕШКИ С ЦЕМЕНТОМ**ПЕНОПЛАСТ****БЕНТОНИТ**

ПРОФИЛЬ
(вне масштаба)

ПЛАН
(вне масштаба)

Рис. 7.37. Способы укрепления траншей (Watercouse..., 1999).

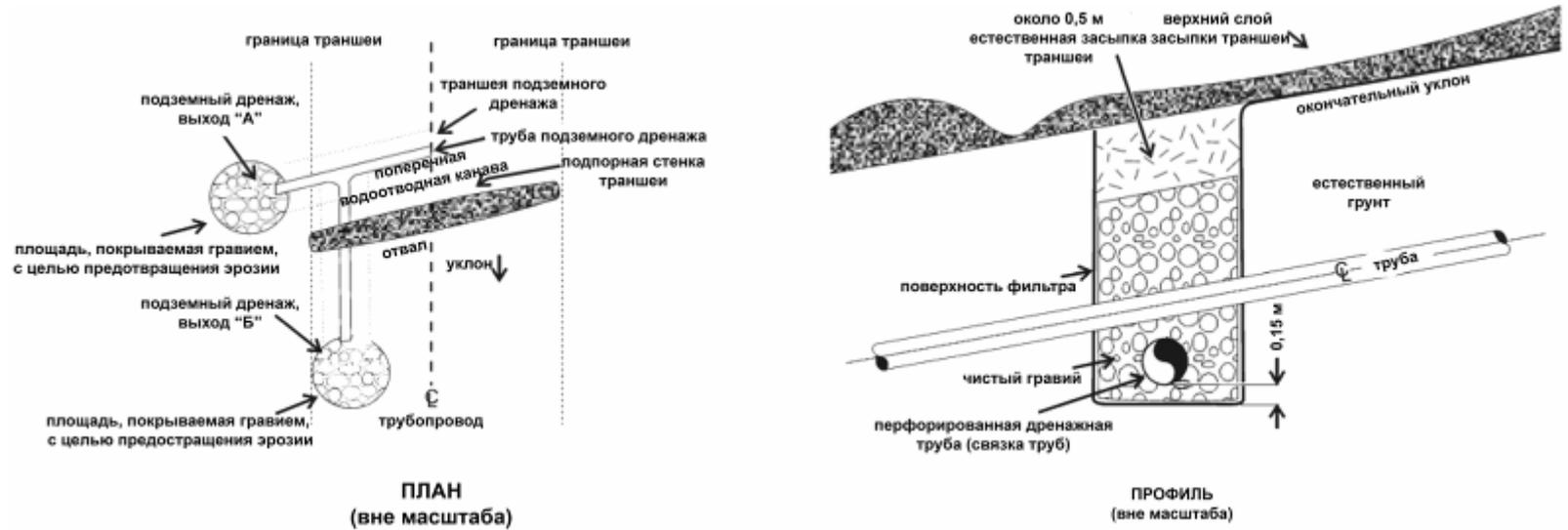


Рис. 7.38. Закрытый дренаж траншеи (Environmental ..., 1988; Watercouse..., 1999).

Закрытый дренаж сооружается с целью отведения внутригрунтовых стоков от трубопровода, а также для укрепления склонов. Очищенный гравий и фильтровальный материал помогают в предотвращении размывания засыпанного в траншею грунта. В некоторых ситуациях закрытый дренаж может быть организован параллельно трубопроводу ниже по склону. Решения принимаются по результатам инженерно-геологических изысканий.

7.5.5. Производство земляных работ на склонах

Наиболее ответственными участками трассы, как с точки зрения экологической безопасности, так и технических решений, являются земляные работы на склонах вблизи водотоков. Все строительные-монтажные работы проводятся строго в пределах временного отвода земель. Строительно-монтажные работы в прибрежной полосе выполняются в соответствии с требованиями законодательства. Для обустройства водоохраных зон и прибрежных полос следует предусматривать планировку нарушенной полосы после завершения строительства, а также техническую и биологическую рекультивацию земель, включающую снятие, складирование и восстановление плодородного слоя почвы.

Почвенно-растительный слой в обязательном порядке сохраняется и затем используется при биологической рекультивации, при этом не требуется залужение поверхности.

Оптимальная схема организации строительства с учетом последующей рекультивации нарушенных земель приведена на рис. 7.39, 7.40 и 7.41.

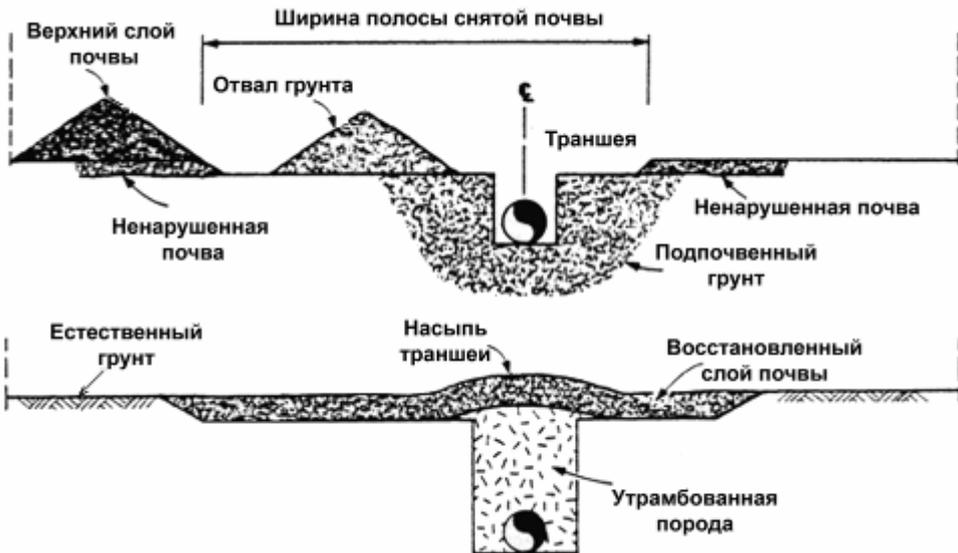


Рис. 7.39. Схема снятия, хранения и восстановления почвенно-растительного покрова (Environmental ..., 1988).

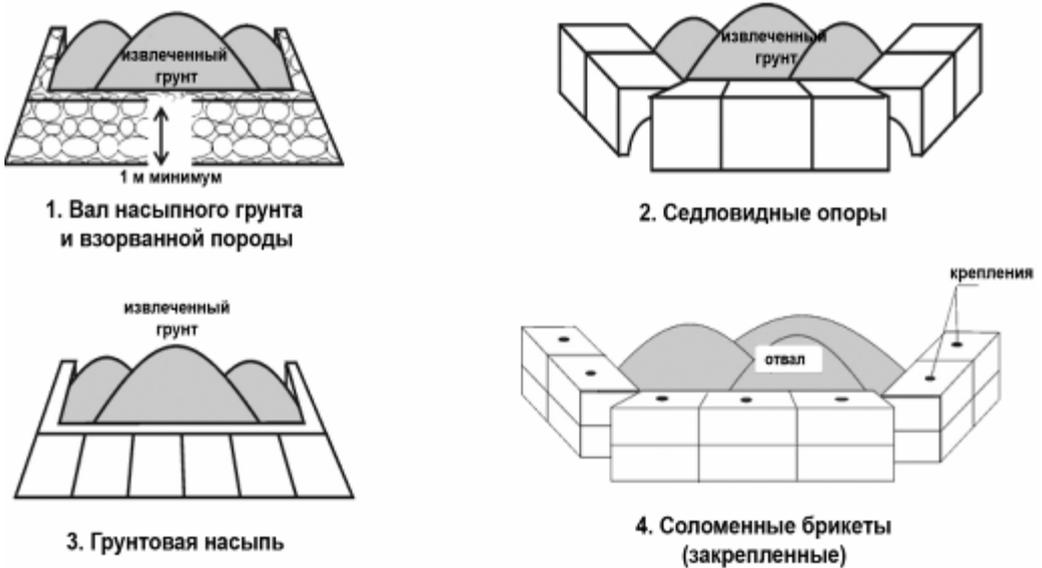


Рис. 7.40. Варианты площадок для складирования изъятых грунта (Watercouse..., 1999).

Основные требования к площадкам складирования изъятых из траншеи грунта можно свести к следующим:

- площадки должны быть организованы таким образом, чтобы предотвращать попадание илстых стоков в водоток;
- аккуратно снятые полосы дерна также могут использоваться в качестве обваловки площадки хранения изъятых грунта;
- площадка должна находиться на некотором расстоянии от кромки воды;
- если площадка обвалована грунтом, пропускающим воду, то необходимо выложить ее дно и стенки геотекстильным материалом, что предотвратит попадание илстых стоков в водоток.

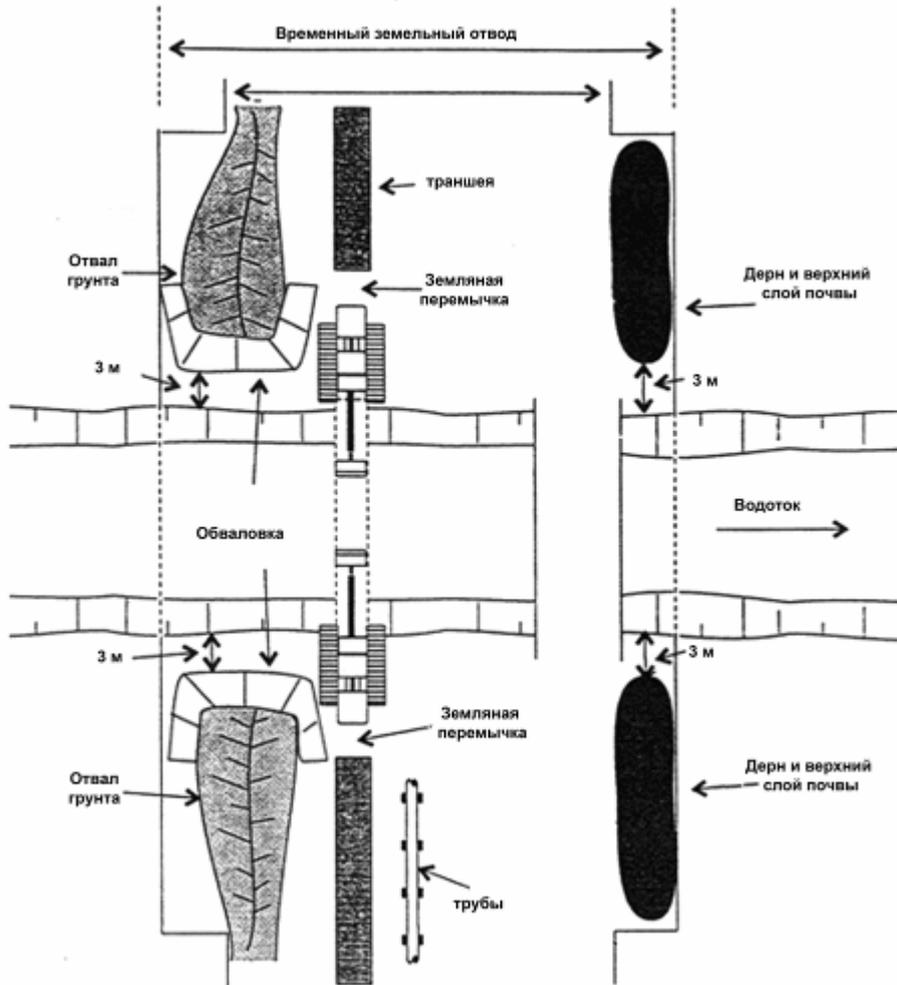


Рис. 7.41. Оптимальная схема организации производства работ с точки зрения последующей технической и биологической рекультивации (Environmental ..., 1988; Watercouse..., 1999).

Земляная перемычка между рекой и траншеей, обваловка отвалов грунта, ненарушенная буферная полоса почвенно-растительного покрова шириной около 3 м препятствуют смыву в реки взвешенных частиц. Складирование верхнего слоя почвы производится с противоположной стороны от отвалов грунта. При откачке насосами воды, попавшей в траншею, производится ее фильтрация перед сбросом в ручей через песчано-гравийную колонку в специальной емкости. Откачка воды из траншеи может производиться и в расположенные поблизости бессточные понижения местности

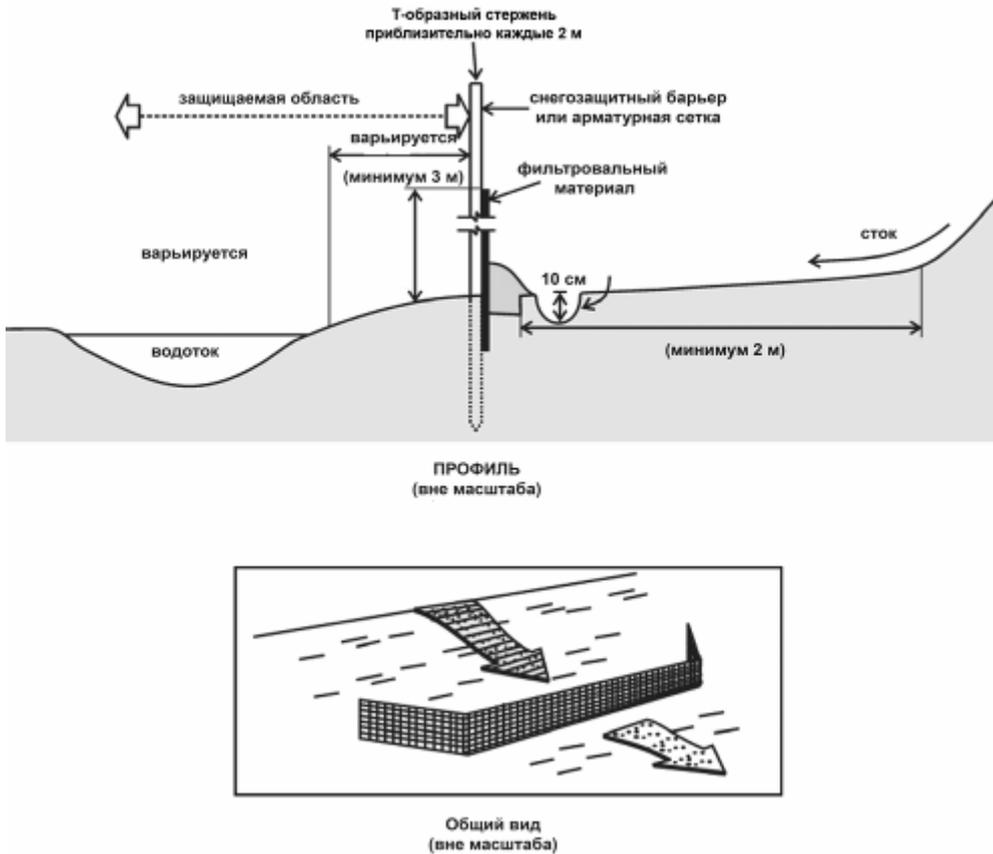


Рис. 7.42. Типичная конструкция илового ограждения (Watercouse..., 1999):

- водотоки с пологими склонами террас могут нуждаться в сооружении иловых заграждений;
- иловые заграждения следует устраивать в основании склонов, которые будут расчищаться и разравниваться;
- иловое заграждение должно быть прочно закреплено в грунте, для чего она врезается в узкие канавы и засыпается грунтом;
- иловое заграждение должно быть установлено хотя бы в 2 м от подошвы склона, с тем, чтобы был запас прочности при увеличении нагрузки;
- в период строительства может потребоваться усиление заграждений;
- в случае повреждения илового заграждения, его следует тут же восстановить или построить заново;
- в районах с интенсивным движением транспорта и строительной техники следует устанавливать по две или больше иловых заграждения, друг за другом или с перекрытием друг друга.

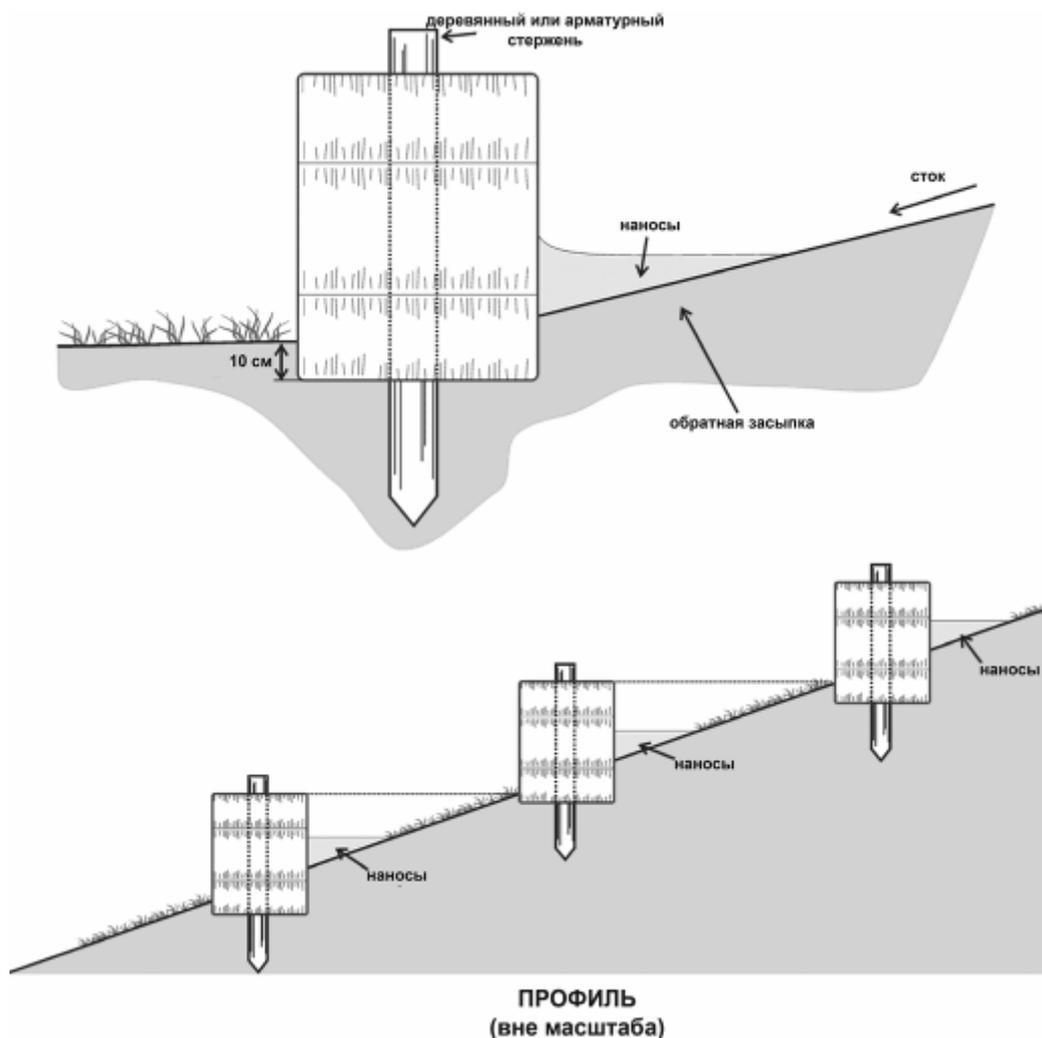


Рис. 7.43. Заграждения из соломенных блоков (Watercouse..., 1999):

- заграждения из соломенных блоков сооружаются для предотвращения попадания иловых масс и мутной воды в водоток;
- данный прием подходит для продолжительной защиты склонов от водной эрозии;
- максимальная эффективность подобной конструкции достигается, когда вершина нижестоящего блока находится на уровне основания вышестоящего блока.

7.5.6. Противоэрозионные мероприятия на склонах

Основные проблемы, возникающие при рекультивации склонов, сводятся к их укреплению от негативного воздействия поверхностной эрозии. При этом поверхностная эрозия может развиваться в виде плоскостной мелколучевой сети и линейных очагов эрозии (рытвин, водороин), перерастающих в дальнейшем в начальную стадию оврагообразования. Особенности укрепления склонов для этих двух случаев представлены на рис. 7.44 и 7.45.

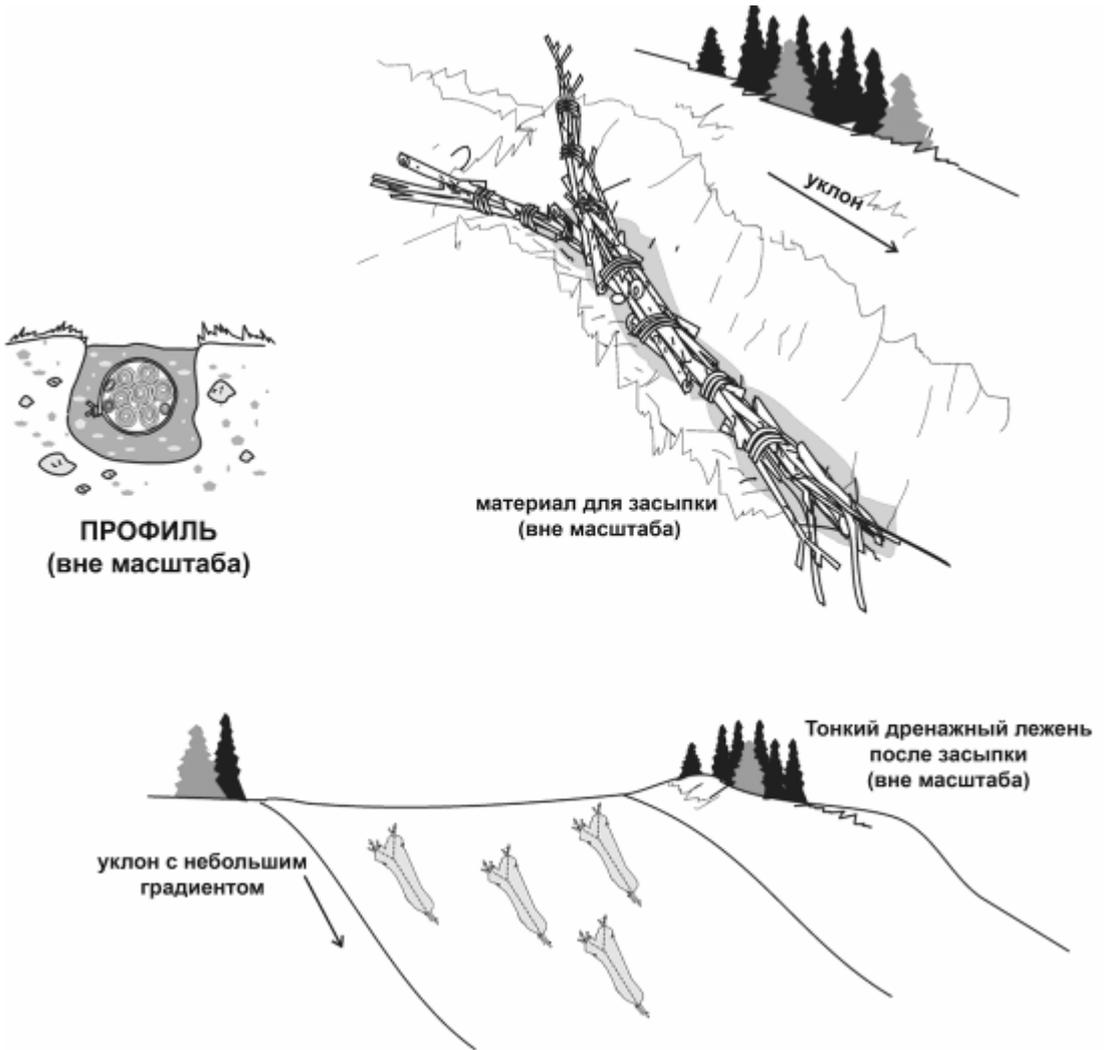


Рис. 7.44. Использование связок тонких ветвей при овражной эрозии (Watercouse..., 1999):

Для борьбы против линейных очагов эрозии (рис. 7.44) следует вырыть неглубокие канавы параллельно склону и в местах скопления ручейковой воды. Тонкие ветки, остатки тканей и материалов скрутить в плотные вязанки, перевязав их в двух местах. При этом торчащие в стороны сучки и ветви не надо выравнивать, так как они создают дополнительный каркас, скрепляющий грунт. Далее следует уложить вязанки в канавы и засыпать их грунтом, оставив концы ветвей на поверхности, и утрамбовать грунт. Такого рода рекультивационные меры будут препятствовать развитию обширной склоновой эрозии.

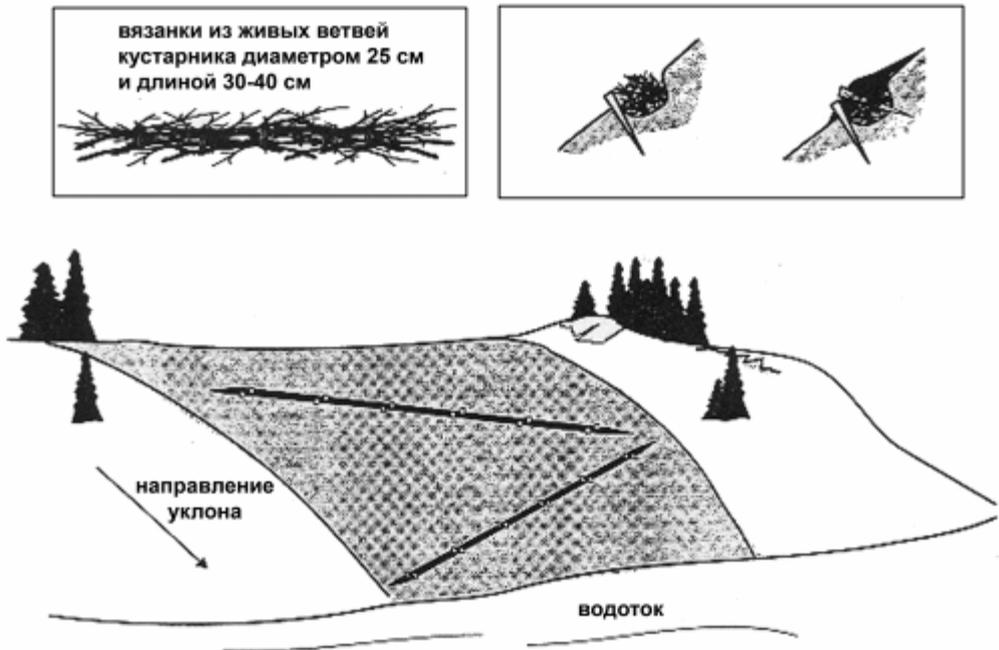


Рис. 7.45. Предупреждение плоскостной эрозии на широких и пологих склонах с помощью вязанок из живых ветвей (Watercouse..., 1999).

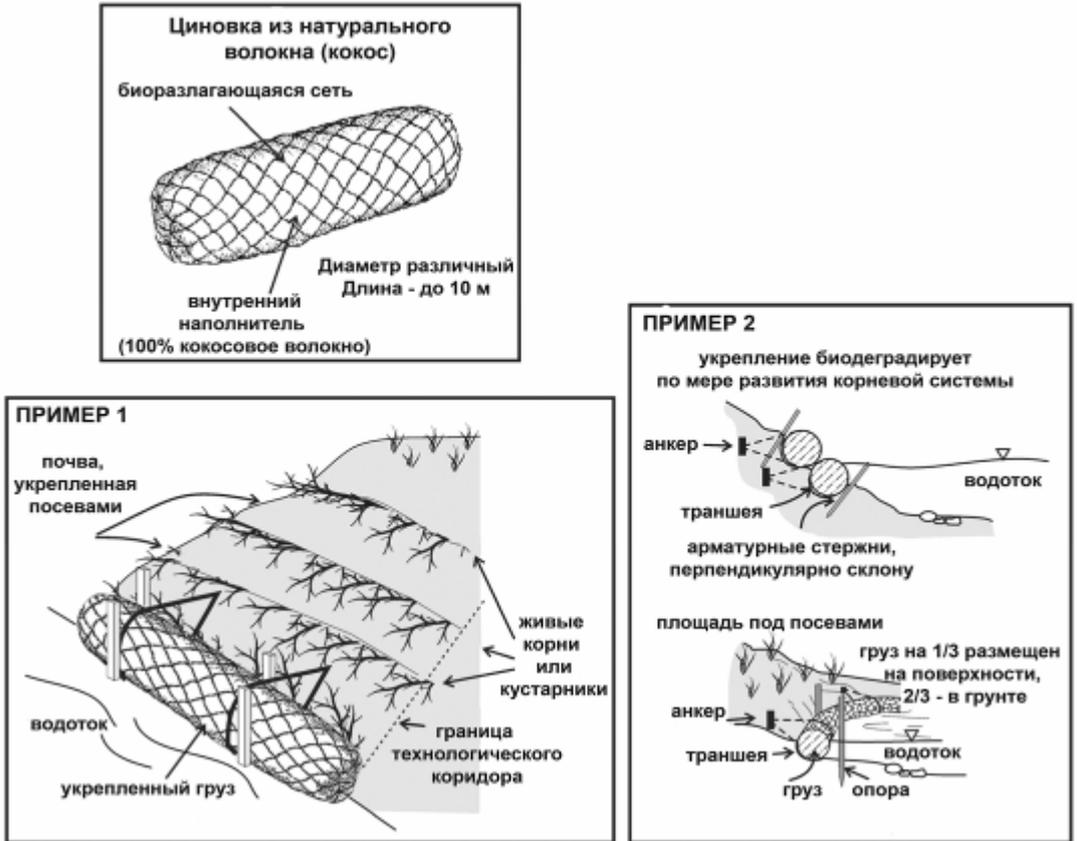


Рис. 7.46. Укрепления склонов с помощью связок стволов, из быстро прорастающих древесных пород (Watercouse..., 1999; Bastien-Daigle et al., 1991).

Данный подход (рис. 7.46) к рекультивации требует укрепления вдоль размываемого берега связок из стволов, из быстро прорастающих и широко распространенных древесных пород. Эти связки должны быть частично вкопаны в грунт и закреплены за берег с помощью анкерной системы, что предупреждает их снос ледоставом и паводком.

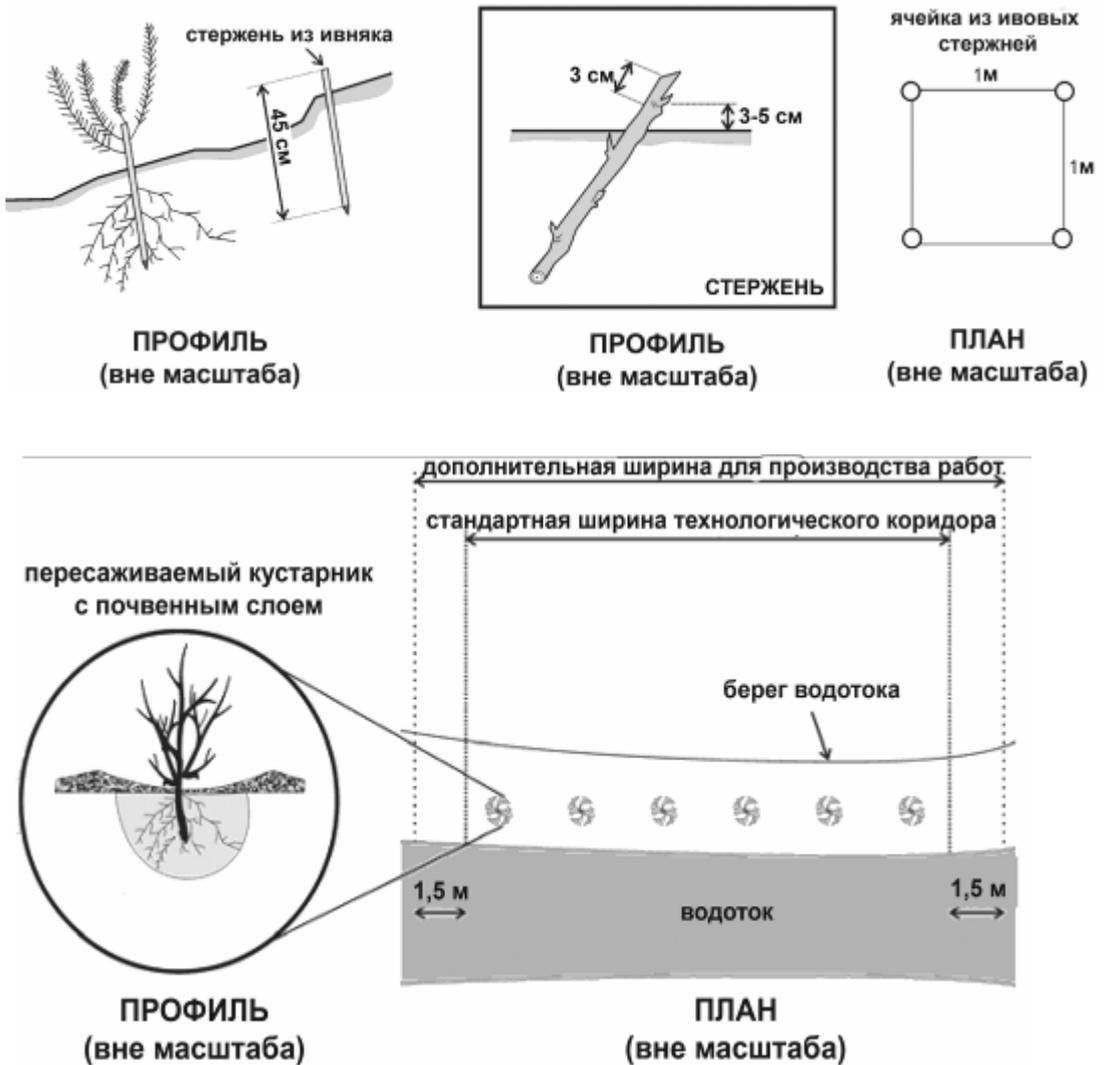


Рис. 7.47. Посадка кустарников (Watercouse..., 1999).

Биологическую рекультивацию с помощью кустарников можно проводить двумя способами – саженцами или предварительно выкопанными и сохранными кустарниками. Саженцы нарезаются из боковых (не верховых) ветвей хорошо растущих пород деревьев (ива, ольха, береза). При посадке у саженцев хотя бы одна боковая почка должна быть над поверхностью, а три – присыпаны землей. При выкапывании кустарников их корневая система должна оставаться в земляном комке. Кустарники следует высаживать на расстоянии не более 1,5 м друг от друга по всей восстанавливаемой территории.

7.5.7. Укрепление берегов

При размывании пологих берегов обычно рекомендуются две основные и наиболее простые схемы берегоукрепительных работ: для точечных и протяженных очагов береговой эрозии – каменную наброску (рис. 7.48, внизу).

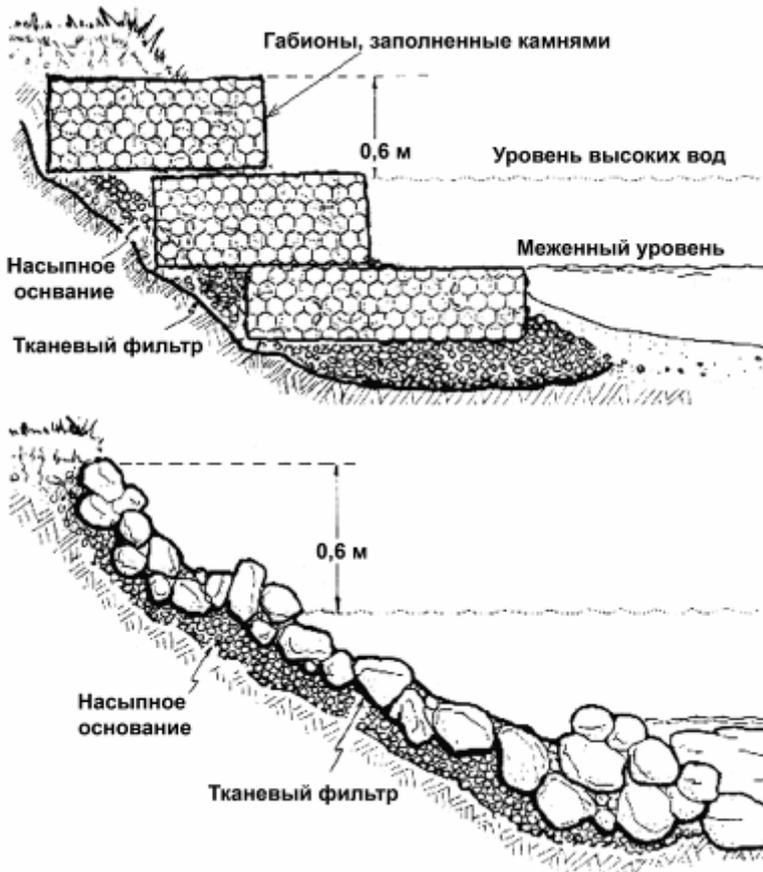


Рис. 7.48. Схема укрепления размываемых крутых береговых склонов с помощью габеонов (вверху) и каменной наброски (внизу). Водонепроницаемая пленка в обоих случаях – важный элемент противозрозионного сооружения, препятствующий вымыванию мелких фракций грунта (Bastien-Daigle et al., 1991).

Каменная наброска служит для отражения водного потока и стабилизации берега, она сооружается с расчетом на паводковый уровень. Предварительно определяют место и размер берегоукрепительной площадки. Передний край наброски, сопротивляющийся течению, выкладывают крупными валунами (не менее 35 см). Более мелкими валунами и камнями заполняется внутреннее пространство между крупными валунами. Укрепление берега в виде каменной наброски может потребовать последовательной укладки трех слоев – песчано-

гравийной подушки, тканевого фильтра и крупных валунов, устойчивых к максимальной силе потока. Валуны следует не насыпать, а плотно укладывать друг к другу.

При размывании высоких и крутых берегов рекомендуется установка габионов, заполненных камнями или каменная наброска (рис. 7.48, вверху и 7.49). Габионы устанавливаются на берегах с уклонами свыше 1,5:1, с выступами или без выступов, до высоты 1 м над уровнем высоких вод. При подготовке ложа под габионы вначале берег выравнивается, затем укладывается тканевый фильтр и сверху насыпается слой гальки. Габионы устанавливаются плотно друг к другу, крепятся между собой и к берегу проволокой. Габионы заполняются камнями, галькой и гравием, размер которых превышает ячею. Верхние ряды габионов устанавливаются и заполняются последовательно друг за другом. Остающиеся на верхних габионах пазухи заполняются почвой и растительными остатками.

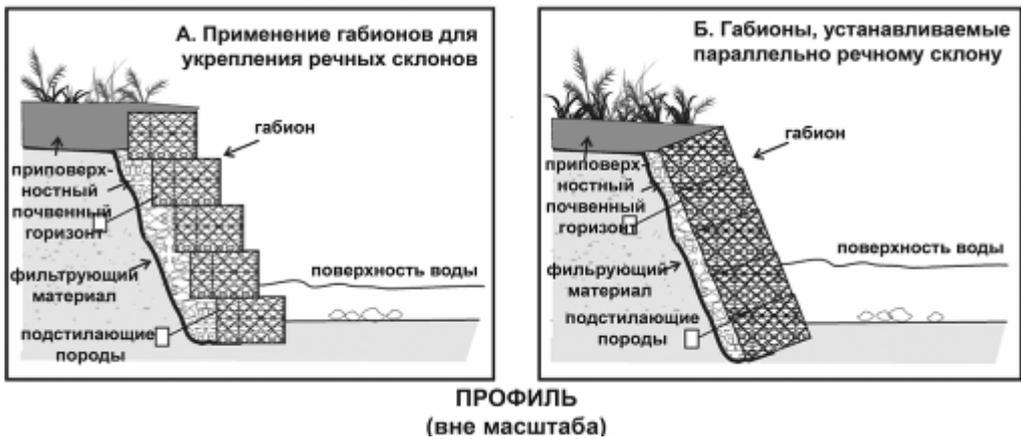


Рис. 7.49. Применение габионов для укрепления речных склонов (Watercouse..., 1999):

— габионы могут использоваться для укрепления склонов, чей градиент превышает 1,5:1. Установка с прилеганием к склону предпочтительна для высоких берегов;

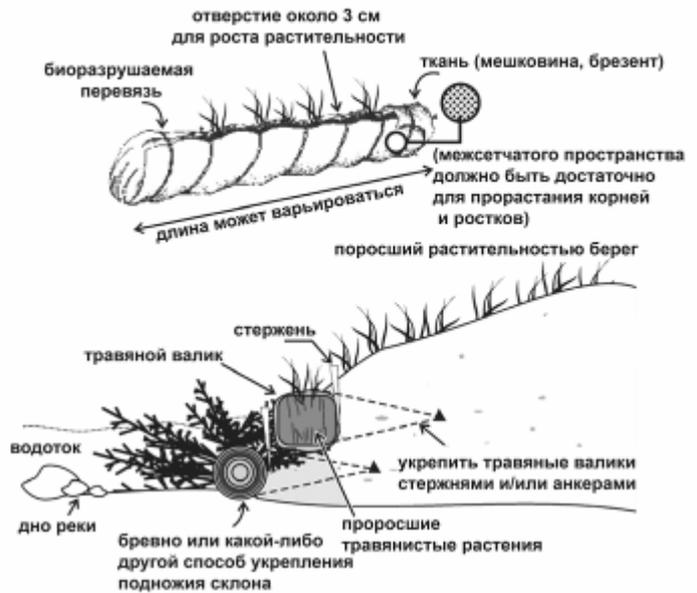
— укрепление из габионов должно не менее, чем на 1 м превышать уровень воды в реке;

— на небольших водоемах следует особое внимание обращать на возможное влияние габионов на параметры течения водотока;

— у подножия склона роется небольшая траншея до глубины прогнозируемой эрозии склона, укладывается фильтровальная ткань и галечный слой, затем устанавливаются габионы;

— габионы должны быть связаны между собой достаточно крепкими тросами, а также прикреплены к береговому склону с помощью анкерных креплений;

— наполнять габионы следует камнями и булыжниками диаметром, большим, чем размер сетки.

**ПРИМЕНЕНИЕ**

засеянный растительностью склон

**ВНЕ МАСШТАБА**

Рис. 7.50. Укрепление берегов с помощью снопов из травы (Bastien-Daigle et al., 1991; Watercouse..., 1999):

- следует вырыть неглубокую траншею вдоль подошвы укрепляемого склона;
- установить дерн на середине куска ткани и обернуть его с перекрытием брезентом или мешковиной, обвязать веревкой и вырезать секцию так, чтобы дерн оказался на поверхности;
- расположить свертки с дерном так, чтобы земля изнутри не вымывалась.

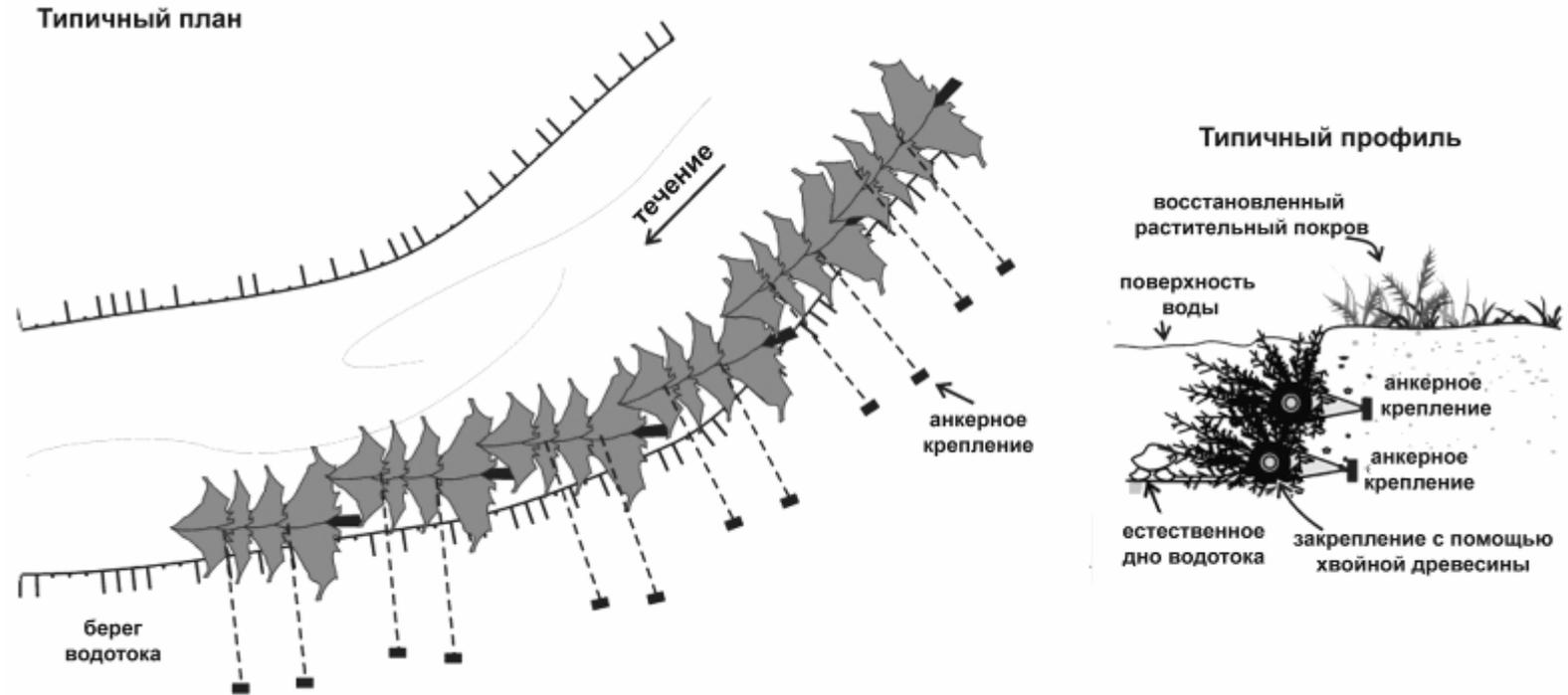


Рис. 7.51. Укрепление берегов с помощью хвойных деревьев (Watercouse..., 1999).

Пояснения к рис. 7.51:

- использовать только качественные, неповрежденные, прямые хвойные деревья с целыми ветками и длиной ствола не менее 10 м;
- не обрезать ветки и перевозить стволы с осторожностью, по возможности, сохраняя корневую систему и ветки в целости. Частицы почвы следует удалить с корней дерева непосредственно перед помещением ствола в водоток. Деревья следует размещать вдоль и поперек эродлируемого берега. Когда деревья размещаются вдоль течения, комль дерева должен находиться выше по течению, а верхушка – ниже;
- следует закрепить деревья с помощью анкерных креплений;
- следует размещать деревья черепицеобразно с перекрытием на треть их длины, скрепляя их между собой;
- дополнительно в качестве наполнителя можно использовать каменную наброску, размещаемую вдоль подошвы берега;
- периодически необходимо проверять сохранность деревьев и заменять наиболее поврежденные – это продлит срок работы укрепления в целом;
- ветви хвойных деревьев также могут использоваться для укрытия дна водотока.

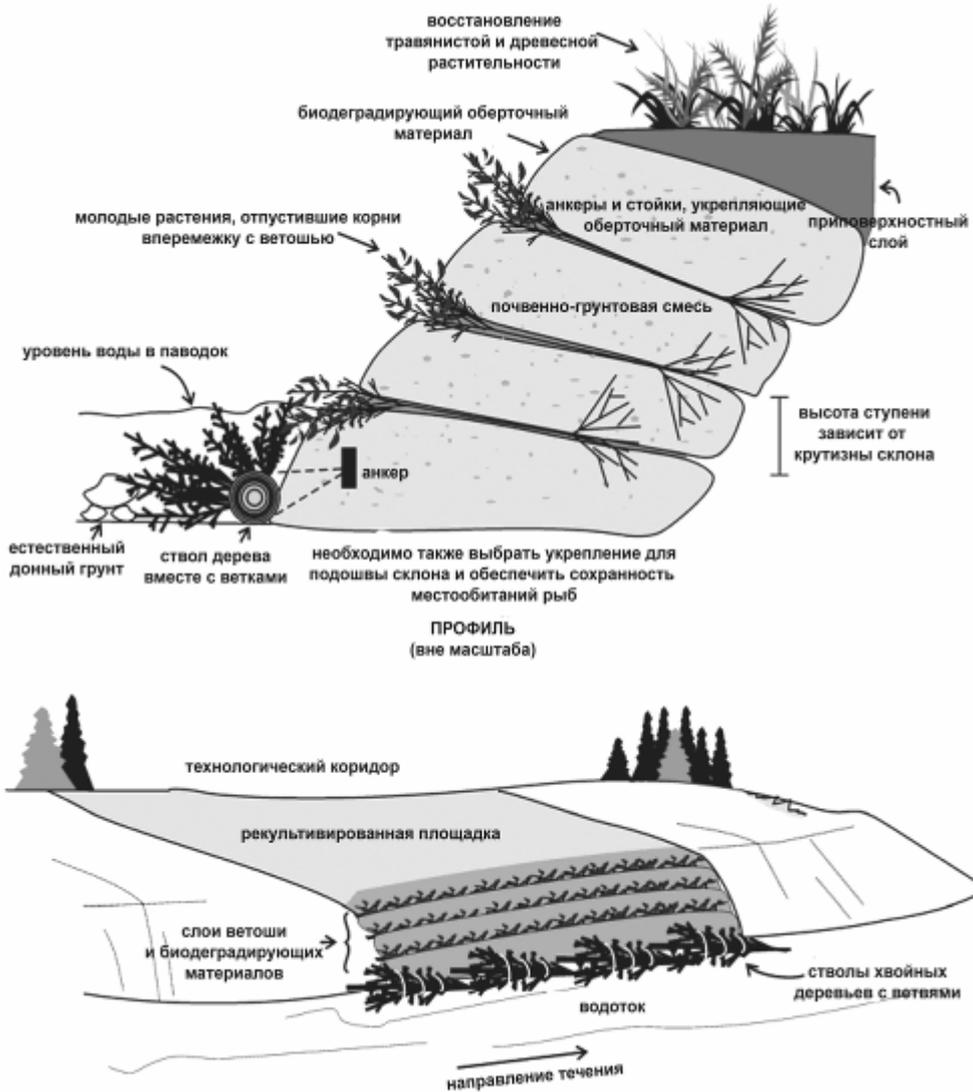


Рис. 7.52. Укрепление берега с помощью хвойных деревьев и создания «живой изгороди» (Watercourse..., 1999):

- подножие склона следует укреплять в соответствии с наиболее подходящей методикой (хвойными деревьями, бревенчатой стеной и т.д.);
- рекультивацию берега с помощью живой изгороди следует начинать с нижней части склона на уровне отметки высокой воды или немного ниже. Растения подбираются из местных, хорошо укореняющихся видов;
- первая линия живой изгороди должна быть 0,5—1 м глубиной, при этом надо быть осторожным и не повредить трубопровод. Ветки и молодые деревья следует высаживать в подготовленную канаву с небольшим перекрытием. Приблизительно 20 % от длины веток должны находиться снаружи;

— следует высаживать по 18—25 кустов на погонный метр, увеличивая плотность посадки с увеличением эрозионной уязвимости грунта. Сверху следует нанести почву слоем 5—10 см;

— следует сооружать столько слоев, сколько требуется. Расстояния между слоями зависят от эрозионной уязвимости грунта;

— наилучшие результаты достигаются при проведении рекультивации весной или ранним летом. Пересаживаемые кустарники не должны высыхать. Использование разных видов растений может вызвать впечатление естественности растительного покрова.

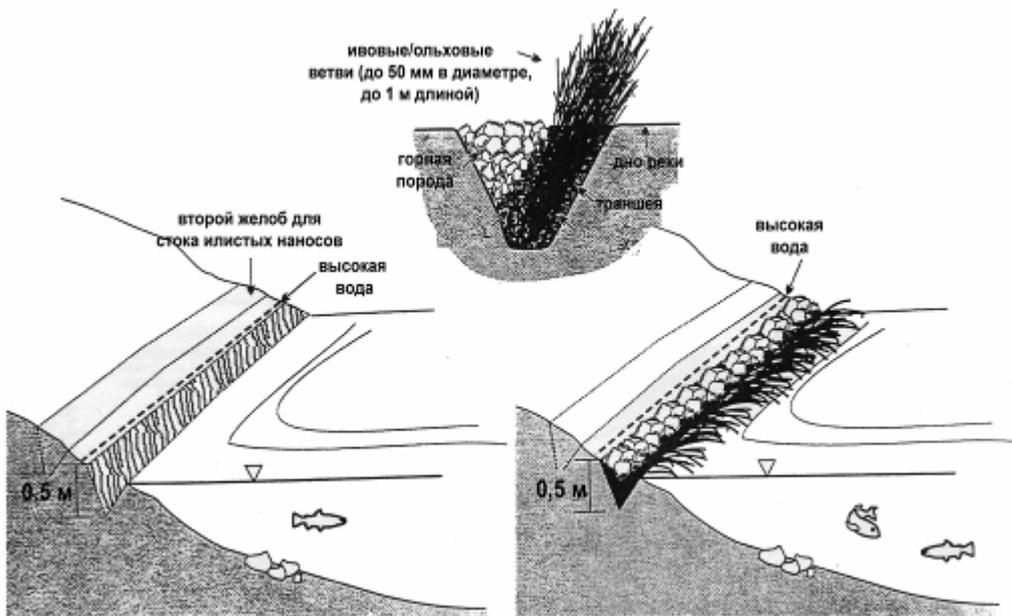
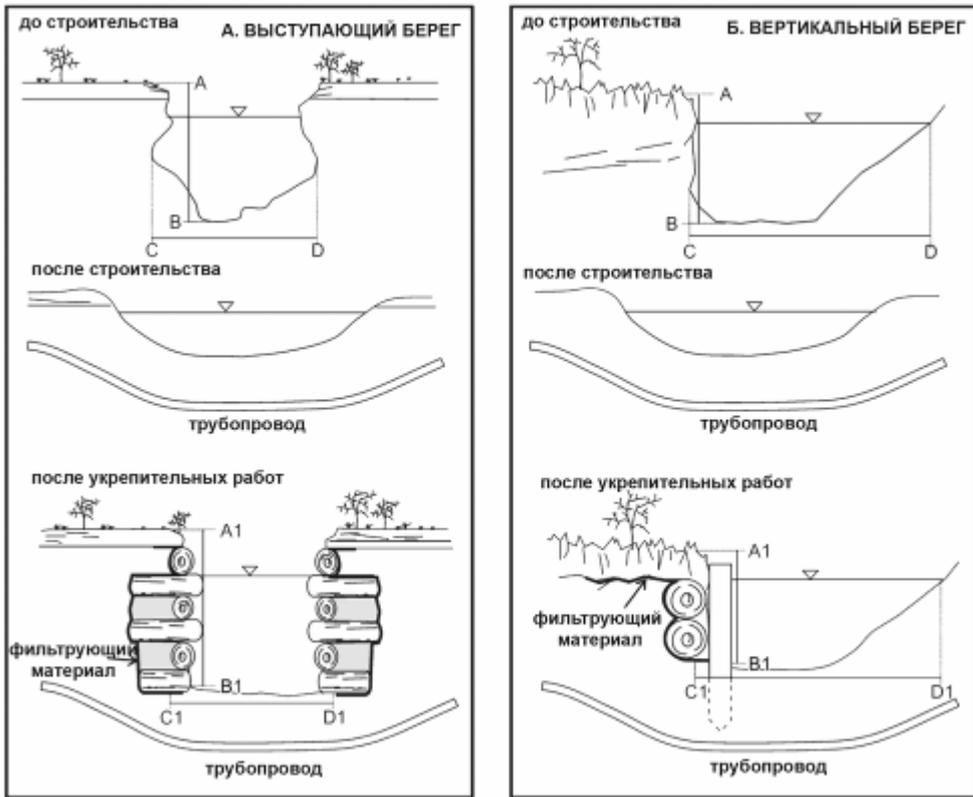


Рис. 7.53. Укрепление берегов с помощью создания "живой изгороди" (Watercouse..., 1999).



ПРОФИЛЬ
(вне масштаба)

Рис. 7.54. Укрепление берегов бревнами и балками
(Watercouse..., 1999; Environmental ..., 1988):

- разработка проекта укрепления берега должна осуществляться соответствующими специалистами – гидротехниками, инженерами–экологами;
- данное укрепление препятствует русловой эрозии и обеспечивает защиту трубопровода;
- бревенчатый сруб следует собрать с выступами длиной более 30 см;
- бревенчатая стенка должна быть более чем в 3 раза длиннее, чем его высота;
- для создания бревенчатой стенки следует использовать местные породы деревьев, по возможности – хвойные;
- расстояние А1—В1 не должно быть меньше расстояния А—В;
- расстояние С1—D1 не должно быть больше С—D;
- внутренние пустоты следует заполнить грубообломочным материалом, устойчивым к вымыванию;
- при необходимости следует закреплять анкерным способом;
- следует переместить дерн и плодородный слой почвы, пересадить существующую растительность, посеять однолетники.

7.6. Рыбохозяйственная мелиорация

В бассейнах лососевых рек рыбохозяйственная мелиорация осуществляется в целях рыболовства и создания благоприятных условий для сохранения водных биоресурсов и среды их обитания.

Рыбохозяйственную мелиорацию осуществляют:

— граждане, индивидуальные предприниматели и юридические лица, причинившие вред (ущерб) ресурсам лососевых рыб и среде их обитания в результате осуществления ими хозяйственной и иной деятельности;

— пользователи рыбопромысловых участков;

— предприятия по искусственному воспроизводству лососевых рыб.

Проекты мероприятий по рыбохозяйственной мелиорации лососевых рек формируются на основании рекомендаций научно-исследовательских организаций, к уставной деятельности которых относится проведение работ по рыбохозяйственной мелиорации, а также программ работ по рыбохозяйственной мелиорации, планируемых пользователями рыбопромысловых участков.

Рекомендации и программы работ по рыбохозяйственной мелиорации должны содержать перечень мелиоративных работ с указанием мест и сроков, методах и способах их проведения, а также обоснованием целесообразности их проведения и информацию о предполагаемых источниках и объемах финансового обеспечения данных работ.

В составе мероприятий по рыбохозяйственной мелиорации предусматривается:

— восстановление продукционных процессов в водотоке или водоеме, подвергнутых антропогенному воздействию, с разработкой и внедрением мероприятий по сохранению видового состава и численности гидробионтов, сохранению мест их обитания до начала и в период проведения работ;

— отлов малоценных и хищных рыб в целях предотвращения выедания объектов воспроизводства в местах их выпуска и устойчивых скоплений в период нагула;

— спасение молоди лососевых рыб из остаточных (отшнуровавшихся) акваторий посредством ее отлова с дальнейшим выпуском в среду обитания или соединения таких акваторий с основным руслом.

Поскольку в предыдущих разделах подробно рассмотрены вопросы наземной рекультивации (восстановление растительности, охрана и восстановление качества воды, противозерозионные и берегоукрепительные мероприятия), то в этом разделе внимание сосредоточено, в первую очередь, на способах улучшения мест обитания рыб непосредственно в водной среде.

Рыбы распределяются в реке в соответствии с их требованиями к условиям среды — в неподходящих условиях рыб нет, а в благоприятных образуются скопления высокой плотности. Качество, размер и распределение местообитаний вместе с данными об обилии в них рыб являются важнейшей экологической характеристикой реки.

Для формирования продуктивной среды обитания лососевых рыб необходимы соответствующие глубина, скорость течения, тип грунта, чистая вода и т.д., сочетание которых обеспечивало бы достаточную кормовую базу, условия для питания, наличие убежищ. Понятно, что участок реки, подходящий по глубинам и течению, может оказаться непригодным по крупности донных отложений, а участок, состоящий только из стремнин и быстротоков, будет непреодолим для

молоди или жилых форм лососей, но доступен для взрослых особей (Восстановление ..., 1989). Иначе говоря, должны быть удовлетворены потребности всех видов на всех стадиях жизненного цикла.

Основной характеристикой любой среды обитания в водотоке является степень ее разнообразия, которая определяется комплексом факторов — извилистостью и разветвленностью русла, соотношением плесов и перекатов, типом донного грунта, строением берегов, водной и прибрежной растительностью, обилием коряг и топляка. Ценность береговых вымоин, изобилующих корягами, нависающих деревьев, заводей, валунов, создающих зоны обратного течения — в качестве основных укрытий для рыб бесспорна. Таким образом, основная цель рыбохозяйственной мелиорации, помимо сохранения чистоты воды, заключается в том, чтобы в определенной мере создать или возратить нарушенному участку реки разнообразие водной среды обитания.

Возникает резонный вопрос, какова экономическая эффективность предлагаемых мероприятий? Несомненно, что восстановительные мероприятия почти всегда кажутся слишком дорогостоящими. Однако, следует всегда сравнивать затраты на эти работы с величиной ущерба, наносимого ресурсам лососевых рыб. Если эти затраты сопоставимы, то имеет смысл направлять средства за наносимый ущерб на рыбохозяйственную мелиорацию.

К наиболее простым устройствам, часто используемым в водотоках, относятся отражатели потока, подпорные сооружения (запруды или водосливы), береговые укрытия, а также размещение валунов в русле.

7.6.1. Подпор уровня воды перед водопропускной трубой

Водопропускные трубы (кульверты) под дорогами часто устанавливаются неправильно с образованием трудно- или непреодолимого препятствия для расселения и миграции лососевых рыб вверх по течению. Это препятствие может быть вызвано комплексом причин (раздел 7.1.4), в том числе слишком высоким расположением трубы над уровнем воды в ручье. Если при строительстве кульверт не был углублен ниже уровня дна на $\frac{1}{4}$ своего диаметра, то на выходе из нее, в точке водобоя образуется очаг эрозии, понижающий уровень дна с образованием водопада. Перепад уровня воды можно скорректировать сооружением подпорного каскада, ступенчато повышающего уровень ручья (рис. 7.55). Такой каскад сооружается из валунов или бревен. Для взрослых рыб каждая ступень должны повышать уровень воды не более чем на 25—30 см.

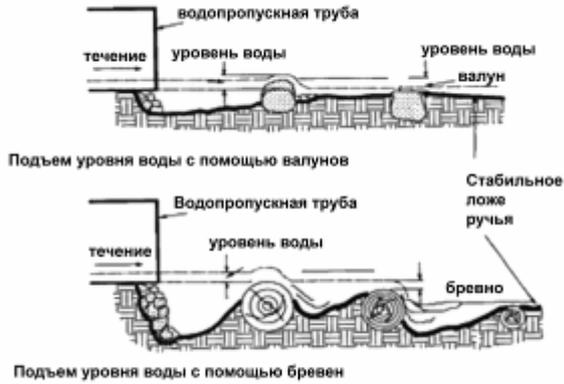


Рис. 7.55. Подпорный каскад, ступенчато повышающий уровень воды перед водопрopusкным сооружением (Flosi et. al., 1998).

7.6.2. Укладка валунов

Наиболее простой и наглядный способ создания в реке удобных местобитаний является размещение в русле реки валунов и крупных камней (рис. 7.56 и 7.57).

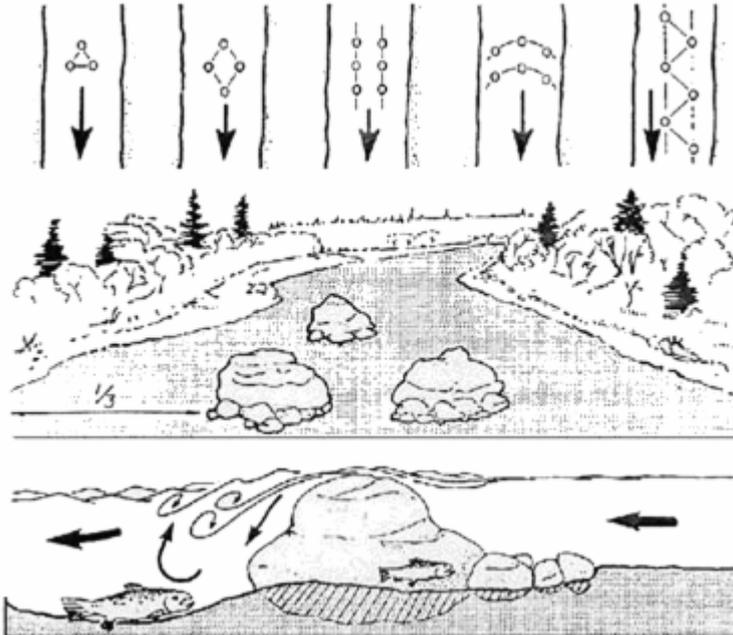


Рис. 7.56. Создание мест обитания рыб с помощью валунов (Bastien-Daigle et al., 1991).

Валуны могут размещаться беспорядочно или с расчетом, кучно или поодиночке. Валуны, размещенные вдоль уреза воды, обеспечивают защиту личинкам и малькам от быстрого потока и хищников. На быстром течении валуны обеспечивают местообитания, удобные для отдыха и питания молоди и взрослых рыб. Рыбы стремятся лечь на дно за валунами, где они не тратят силы на сопротивление потоку, делая быстрые броски в стороны и захватывая кормовые объекты, сносимые потоком. Вымывание потоком углублений за валунами обеспечивает дополнительное укрытие для молоди рыб.

Как правило, к укладке валунов прибегают в целях создания укрытия для рыб, улучшения соотношения заводей и перекатов, защиты размываемых берегов при помощи отражения потока, восстановления меандров и плесов на спрямленных участках русла. Во всех известных случаях применение валунов в реках дает положительные результаты. Наиболее яркий пример - увеличение численности кижуча в 24 раза на одной из рек Британской Колумбии после размещения на участке русла валунов (Восстановление ..., 1989).

Установка валунов используется на участках рек с утраченными естественными укрытиями и более эффективна на широких, мелководных, быстротекущих участках русла и на участках стабильного русла с крупногравийным и (или) каменистым дном.

Нестабильное дно, содержащее тонкий гравий или песок, будет перемещаться под действием водного потока, погребая валуны. Речные отложения из крупного гравия и булыжника стабильны при скорости течения не выше 2,4 м/с. На стабильном речном дне перекачивание валунов размером 0,6 м и массой 450 кг начинается при течении свыше 3 м/с, а валунов диаметром 1,2 м – при течении свыше 4 м/с (табл. 7.3).

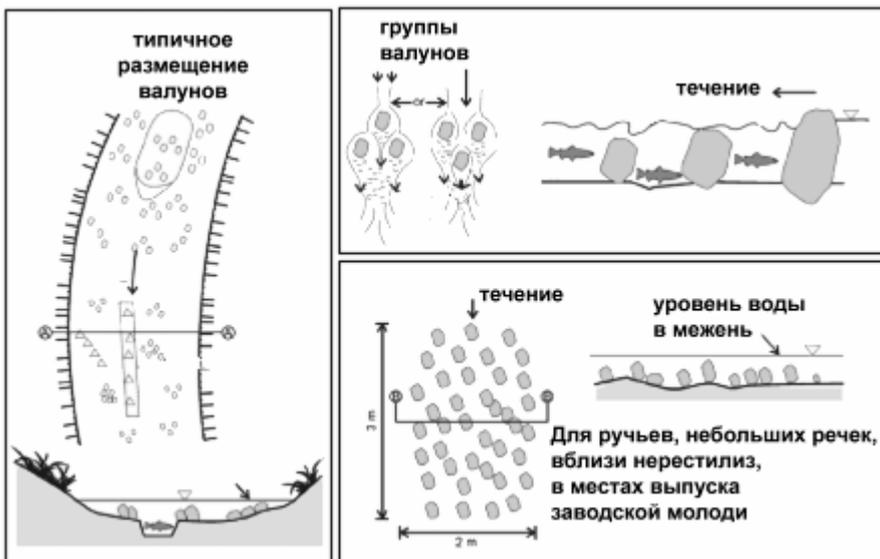


Рис. 7.57. Схема укладки валунов в реках для создания мест обитания рыб (Pipeline ..., 2005).

Таблица 7.3. Соотношение между массой и размерами валунов

Длина, м	Масса, кг	Объем, м ³
0,25	50	0,02
0,50	310	0,13
0,75	990	0,42
1,00	2360	1,00
1,26	4720	2,00
1,44	7090	3,00

В целом, рекомендации по размещению валунов можно свести к нескольким практическим советам (Bastien-Daigle et al., 1991):

- не рекомендуется размещение валунов, если отношение площадей плесов к перекатам превышает 20 %;

- максимальный диаметр валуна не должен превышать 1/5 ширины русла при нормальном летнем расходе воды;

- допускается установка одного большого валуна на 25—30 м² поверхности дна;

- запас валунов для летних работ создается на берегу (выше максимального уровня воды) зимой;

- перемещение валунов к местам их установки производится вручную с использованием механических приспособлений. Следует учитывать, что от тяжелой техники больше вреда, чем пользы, и использовать ее в этих целях можно только, если это абсолютно необходимо;

- размещение валунов в реках производится в период летне-осенней межени — с середины июля до начала осенних дождевых паводков;

- одиночные валуны должны размещаться на верхних участках мелководных плесов или быстротоков и на середине или нижнем конце переката;

- угловатые, продолговатые валуны более пригодны для формирования за ними придонных углублений. Ориентирование таких валунов в русле — длинной осью под углом 90° к берегу;

- валуны никогда не помещают к берегу ближе 1 м. Следует не допускать отклонения потока в направлении берега;

- валуны не должны заграждать более 20 % ширины водотока;

- размещать валуны надо таким образом, чтобы они функционировали и в период низкой воды. Те из них, которые выступают из воды в маловодный или средневодный период, обеспечивают самое лучшее местообитание для рыб;

- группы валунов предназначены для рек шириной от 4 до 8 м. Для более широких рек размеры валунов увеличиваются пропорционально глубине и скорости течения;

- масса валунов должна быть 50—100 кг;

- берега должны быть стабильны и возвышаться более чем на 1 м выше максимального уровня воды;

- валуны должны прикапываться, по крайней мере, на 10 см в грунт;

- последовательные группы из нескольких валунов должны отстоять друг от друга на расстоянии 8—16 м;

- параллельные ряды валунов должны отстоять друг от друга, по крайней мере, на 1 м;

— группы из 5—6 валунов предпочтительно размещать поочередно с разных сторон берега с расстоянием между группами около 8 м.

7.6.3. Использование стволов деревьев

Вариант, который не только обеспечивает благоприятную среду обитания для лососевых, но и служит для укрепления берега, заключается в использовании стволов деревьев (рис. 7.58).

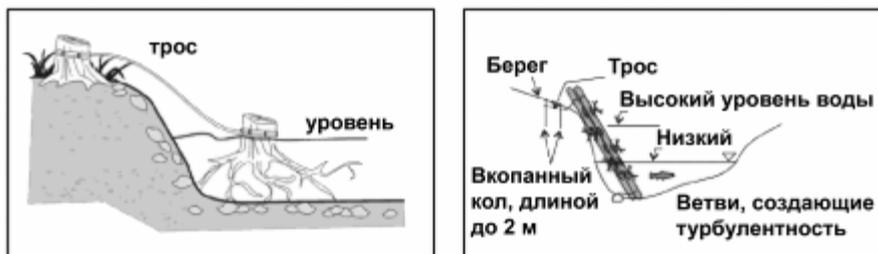


Рис. 7.58. Схема укладки древесных стволов для создания мест обитания рыб (Pipeline ..., 2005).

Размер деревьев, используемых для этих целей, или их частей определяется местными условиями — техникой и силой потока. Деревья можно укладывать на берегу так, чтобы их комли свешивались с него под углом к направлению потока, а сами комли подвязывались проволокой к якорю, расположенному, по меньшей мере, в 1,5 м от бровки берега. Зеленые деревья с пышными кронами более пригодны для этих цели по сравнению с чахлыми деревцами. Средняя скорость течения у берега обычно уменьшается почти на две трети, и в течение первого года после сооружения такого убежища у верхушек деревьев образуются отложения ила толщиной до 0,6 м, что способствует появлению местной растительности (Восстановление ..., 1989).

Такие древесные сооружения могут быть весьма эффективными на спрямленных участках русла, так как они хорошо сдерживают напор воды и способствуют заселению участка рыбами.

7.6.4. Валунные и бревенчатые подпруды

Вид сооружения, известный под разными названиями — подпорная дамба, водослив, затопленная запруда, дамба с переливом, используется обычно для создания или улучшения мест обитания рыбы на небольших ручьях с большим уклоном в верховьях. Хотя такие подпруды не везде пригодны, и их не очень легко сооружать, но они могут быть весьма эффективны. Их обычно сооружают в целях (Восстановление ..., 1989):

- создания новых заводей выше и (или) ниже сооружения;
- подъема уровня воды до высоты водопропускных труб для того, чтобы облегчить миграцию рыб вверх по течению;
- устройства на притоках наносоуловителей для предотвращения попадания взвесей в основное русло.

Самой простой, но и наиболее эффективной и распространенной, является бревенчатая запруда, состоящая из одного бревна (рис. 7.59). Как правило, бревно устанавливается на небольших водотоках шириной 5—6 м, когда нужно углубить существующие заводи на 0,15—0,30 м или стимулировать образование новых небольших ям. Поскольку первоочередной целью сооружения является подъем уровня воды, то ключ к успеху — обеспечение хорошей герметичности с верхового края сооружения. Для уменьшения просачивания воды под сооружением на верховой край укладывают водонепроницаемую крепкую пленку с засыпкой ее гравием. Рекомендуется, чтобы высота запруды не превышала $2/3$ диаметра бревна.

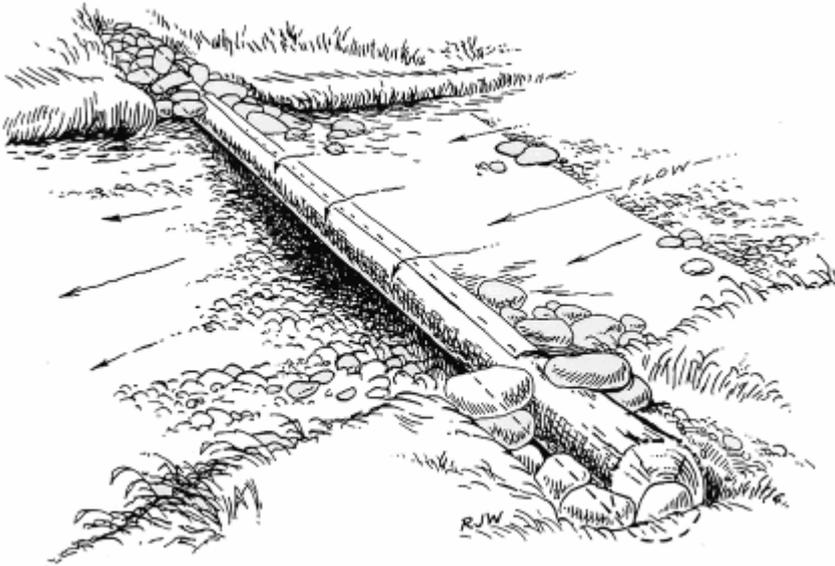


Рис. 7.59. Простая конструкция подпора воды из одного бревна (Riley, Fausch, 1995).

Устойчивость такого рода запруд зависит от двух основных факторов: правильного выбора участка и правильного строительства. Исходя из накопленного опыта, требования к сооружению запруд можно свести к следующему перечню:

- как правило, сооружение низкоуровневых запруд успешно на малых (шириной от 1 до 9 м) с большим уклоном (0,5—20 %) водотоках в верховьях рек, где не бывает больших паводков (максимальный расход приблизительно от 2,8 до 5,7 м³/с);

- хорошим местом для сооружения служит прямой узкий участок в месте резкого перелома продольного профиля;

- грунт ложа водотока должен быть устойчивым;

- берега должны быть крепкими с четкими очертаниями;

- должна существовать возможность для прочного укрепления обоих концов запруды в берега (на глубину 1—2 м);

- расстояние от одной запруды до другой не должно быть меньше 5—7-кратной ширины русла;
- на выбранном участке должен быть недостаток заводей;
- режим температуры должен быть такой, чтобы замедление температуры не вызвало бы ледяной затор;
- следует выбирать такой участок, чтобы высота запруды могла быть небольшой (0,3 м), не препятствуя миграции рыб и образуя плесы;
- наличие природных материалов;
- наличие подхода для тяжелой техники.

Валунно-булыжные дамбы — просты, требуют немного времени и являются идеальными для очень малых речек. Основные недостатки при их сооружении и эксплуатации — сложность герметизации, недостаточная прочность и долговечность, обрушивание дамбы в образующуюся за ней заводь.

В большинстве случаев, видимо, будет достаточно конструкций двух основных типов — запруда из одного бревна и К-образная запруда.

Более устойчива однобревенчатая запруда типа К-дамбы (рис. 7.60). Она устанавливается в водотоках шириной от 7 до 9 м и при диаметре бревна 0,4 м. Такая дамба более прочна, чем сооружение из одиночного бревна.

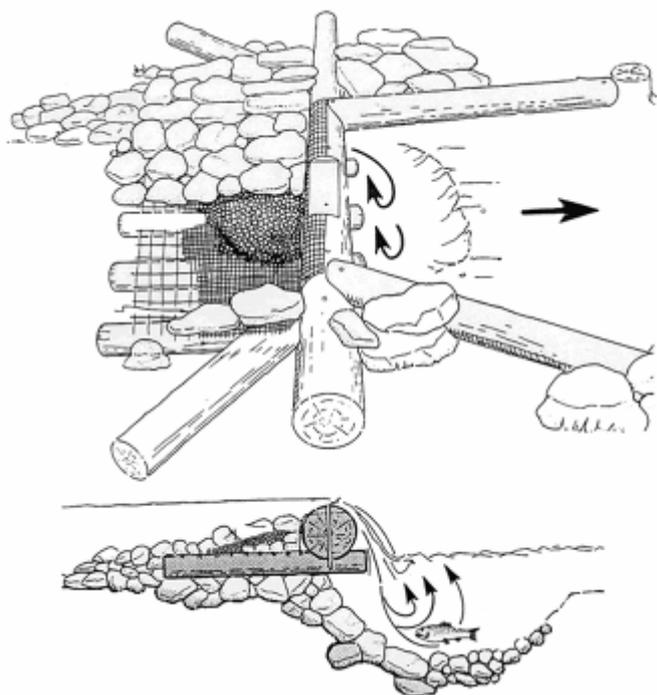


Рис. 7.60. К-образная конструкция подпорной дамбы (Bastien-Daigle et al., 1991; Pipeline ..., 2005).

При установке бревенчатых дамб требуется надежное крепление концов бревен, которые следует вкапывать в берега по возможности на 1—2 метра или,

по меньшей мере, на треть ширины русла по обеим сторонам ручья. Основная причина разрушения таких запруд — в подмыве сооружения, поэтому нижнее опорное бревно вкапывают в дно, по меньшей мере, на 15 см. Если ложе водотока мягкое и подвержено эрозии, то следует увеличить его устойчивость перед краем бревна, обращенным к течению, укладкой булыжником и валунами. Чтобы концы бревен не размывало, их тоже надо укрепить каменной наброской. Если все сооружение состоит из одного бревна, то оно должно быть таким, чтобы на 15 см его можно было вкопать в дно, причем высота падения воды также не должна быть менее 15 см, чтобы за ним образовалась яма.

Основным ключом к долговечности бревенчатых запруд считается постоянное поддержание их влажности. Для предотвращения гниения и разложения необходимо, чтобы через весь фронт бревенчатой конструкции переливалось небольшое количество воды.

7.6.5. Отражатели потока

Отражатели потока используются в различных целях, в число которых входят:

- направление тока воды в нужное направление;
- углубление и сужение русла;
- увеличение скорости течения;
- защита берегов от эрозии;
- концентрации стока в основном русле в межень и предупреждение растекания воды по боковым притокам;
- увеличение соотношения заводей и отмелей.

Самые простые отражатели — валунно-булыжные (рис. 7.61). Все, что для них требуется, это вырыть в ложе водотока траншею нужной формы и установить на место большие угловатые камни, которые взаимно удерживали бы друг друга. Из практического опыта известно, что наброски, состоящие из камней размером более $0,1 \text{ м}^3$, в течение 15—20 лет сохраняют устойчивость.



Рис. 7.61. Валунные отражатели потока, создающие удобные места обитания (Flosi et. al., 1998).

При раздельном использовании или вместе с другими устройствами они могут защищать берега от эрозии или отводить течение в более благоприятном направлении. При парном использовании отражателей потока можно ограничить скорость течения и глубину реки, что ценно в меженные периоды. С помо-

щью серий отражателей, помещенных поочередно по противоположным берегам с расстоянием 5—7 ширин русла между собой, можно создать извилистые русла. Это бывает нужно на прямых отрезках русла (Восстановление ..., 1989).

Немного сложнее — бревенчато-валунные отражатели (рис 7.62). Их, как правило, устанавливают под углом приблизительно 45° по отношению к току воды, причем заднее бревно-стяжка устанавливается под углом приблизительно 90° к отражающему бревну. При определении угла установки бревна-стяжки (кромки отражателя, направленной вниз по течению) обязательно следует предусматривать, чтобы вода, переливающаяся через отражатель, имела бы направление течения вдоль водотока, а не к берегу. Практика показывает, что хорошие результаты достигаются при сужении русла на 50 % ширины створа. Для более точного определения длины отражателя необходимо на месте выяснить относительную устойчивость берегов, степень уплотнения грунта, а также план течения воды в реке. Бревенчатая конструкция сшивается гвоздями, а ее внутренняя часть заполняется камнями, а иногда и дерном.

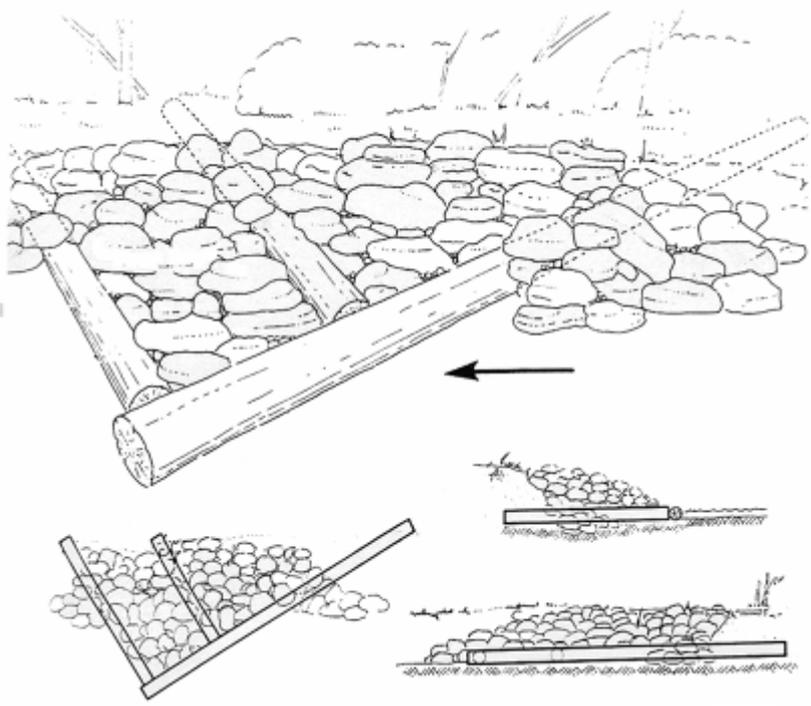


Рис. 7.62. Отражатели потока
(Восстановление ..., 1989; Bastian-Daigle et al., 1991; Pipeline ..., 2005).

При выборе места установки отражателей следует отдавать предпочтение широким мелким рекам с пониженным уклоном, где не хватает заводей и укрываний, избегая участков с уклонами выше 3 % и большими колебаниями стока. Не следует сооружать отражатели в начале переката, так как это может вызвать подпор воды в реке. Берег в месте установки отражателя должен быть устойчи-

вым. Строительство отражателей, как правило, является несложным делом. Простейший отражатель — бревенчато-булыжный. Высота сооружения обычно определяется отметкой поверхности воды в межень. Во избежание риска повреждения сооружения и противоположенного берега в паводок оно не должно возвышаться над уровнем воды в межень более чем на 15—30 см.

7.7. Литература к разделу 7

Автахов З.Ф. Повышение эффективности использования балочных трубопроводных переходов. Автореферат дисс. на соискание уч. ст. канд. техн. наук.— 2004. — 27 с.

Быков Л.И., Шувалов В.Ю. Новые конструктивные решения и методики расчета сложных участков трубопроводов // Нефтегазовое дело. — 2006. — 9 с. (<http://www.ogbus.ru>).

Восстановление и охрана малых рек: Теория и практика / Пер. с англ. А.Э. Габриэляна, Ю.А. Смирнова / Под ред. К.К. Эдельштейна, М.И. Сахаровой. — М.: Агропромиздат, 1989. — 317 с.

Канидьев А.Н. 1984. Биологические основы искусственного разведения лососевых рыб. — М.: Легкая и пищевая пром-сть. — 216 с.

Краткий справочник по трубам и малым мостам. 1972. - М.: Транспорт, — 176 с. (ред. Е.В. Болдакова).

Минкин М.А., Кутвицкая Н.Б., Рязанов А.В., Пазиняк В.В. Длиннопролетный переход надземного трубопровода. — Патент №44 685 от 04.10.2004.

Пазиняк В.В., Кутвицкая Н.Б., Минкин М.А. Экспериментальные исследования устойчивости трубопроводов на крупномасштабной грунтовой модели // Криосфера Земли. — 2006. — Т.Х. — №1. — С.51—55.

Петров И.П., Спиридонов В.В. Надземная прокладка трубопроводов. — М.: Недра, 1965. — 447 с.

Петров И.П., Спиридонов В.В. Надземная прокладка трубопроводов. — М. Недра, 1973. — 472 с.

Ротачер Д.С. 1970. Ведение лесного хозяйства с целью сохранения качества воды // В кн.: “Докл. иностр. ученых на Междунар. симпозиуме по влиянию леса на внешнюю среду”. М. — С. 116-143.

СНиП 2.05.06–85. Надземная прокладка трубопроводов.

Технические решения по применению геотекстильных синтетических материалов при берегоукреплении подводных переходов магистральных трубопроводов. 1988. — М.: ВНИИСТ.

Хренов Н.Н. Проблемы обеспечения надежности газопроводов в криолитозоне Западной Сибири // Криосфера Земли. — 2005. — Т.IX. — №1. — С.81—88.

Bastien-Daigle S., Vromans A., Maclean M. 1991. A guide for fish habitat improvement in New Brunswick // Can. Tech. Rep. Fish. Aquac. Sci., № 1768. — iv + 109 p.

Environmental handbook for pipeline construction. 1998. Alberta Environment Land Reclamation Division, Edmonton, Alberta. — 90 p.

Fish-stream crossing guidebook // Forest practices code of British Columbia, 2002. — 68 с.

Flosi G., Downie S., Hopelain J., Bird M., Coey R., Collins B. 1998. California Salmonid stream habitat restoration manual (3rd edition). California. The Resources Agency California Department of Fish and Game, Inland Fisheries Division. 497 pp.

Furniss M., Love M., Flanagan S. Diversion Potential at Road-Stream Crossings. — Rep. No. 9777 1814-SDTDC, USDA Forest Service. — 1997.

Guidelines and criteria for stream–road crossing. Appendix A // Oregon Department of Fish and Wildlife. — 2004. — 6 p.

<http://egov.oregon.gov/OPSW/salmon/willamette.shtm.l>

<http://www.fhwa.dot.gov/engineering/hydraulics/pubs/07033/1.cfm>.

http://www.fsl.orst.edu/geowater/FX3/help/3_Running_FishXing/Crossing_Input_Window/Culvert_Information/Entering_Embedded_Culvert_Data.htm.

<http://www.fws.gov/midwest/fisheries/streamcrossing>.

<http://www.nps.gov/ncrc/portals/rivers/proj/pg/stream.htm>.

<http://www.stream.fs.fed.us/fishxing/case/Peacock/PeacockPoster.pdf>.

<http://www.nps.gov>.

<http://egov.oregon.gov/OPSW/salmon/willamette.shtml>.

Hydraulic design of energy dissipators for culverts and channels // Design For Fish Passage at Roadway - Stream Crossings: Synthesis Report. — Publication No. FHWA-HIF-07-033 June 2007. — 2007 (сайт National Park Service U.S. Department of the Interior).

Llanos, A. Peacock Creek Pool and Weir Fishway. — United States Forest Service. — 2004.

Oregon plan for salmon and watersheds // Clackamas Fish Barrier Identification and Prioritization Model Project. Fish Barrier Inventory. — 2003.

Pipeline associated watercourse crossing, 2005. Prepared by TERA Environmental Consultants and consulting Inc. Calgary, AB. - 202 p

Planning, design and construction of fish friendly stream crossings // Ashland National Fish & Wildlife Conservation Office. — 2009.

Riley S.C., Fausch K.D. 1995. Trout population response to habitat enhancement in six northern Colorado streams // Can. J. Fish. Aquat. Sci., vol. 52, p. 34 – 53.

Watercourse crossings (Second edition). 1999. Prepared for Canadian pipeline water crossing committee by TERA Environmental Consultants (Alta.) LTD. and Salmo Consulting Inc. – 202 p.

Weaver W.E., Hagans D.K. 1994. Handbook for forest and ranch roads. A guide for planning, designing, constructing, reconstructing, maintaining and closing wildland roads. Prepared for The Mendocino County Resource Conservation District in cooperation with The California Department of Forestry and Fire Protection and The U.S.D.A. Soil Conservation Service. – 161 p. + appendix.

8. Адаптационные водоемы при лососевых рыбоводных заводах

Создание при лососевых рыбоводных заводах адаптационных водоемов (слабопроточных водоемов или водотоков), предназначенных для выпуска и нагула молоди рыб, можно рассматривать как форму рыбохозяйственной мелиорации.

Выпуском лососей в реки заканчивается производственный цикл работ по пастбищному разведению лососей, и этот завершающий этап, при его неправильной организации, может перечеркнуть или существенно ухудшить результаты рыбоводной деятельности завода за весь предыдущий производственный год. До 70—99 % заводской молоди лососей погибает в ранний речной и морской период жизни, и поэтому этот период следует рассматривать как резерв для повышения промыслового возврата и эффективности рыбоводных заводов.

Существующие инструкции, описывая биотехнику разведения лососей, завершающий этап рыбоводного процесса — выпуск — обычно детально не рассматривают.

При организации выпуска молоди следует понимать, что рыбоводный завод является неотъемлемым элементом речной экосистемы, и поэтому работу с молодью лососей, требующей определенных условий существования, нельзя разрывать на отдельные, не связанные между собой этапы — до и после выпуска с завода.

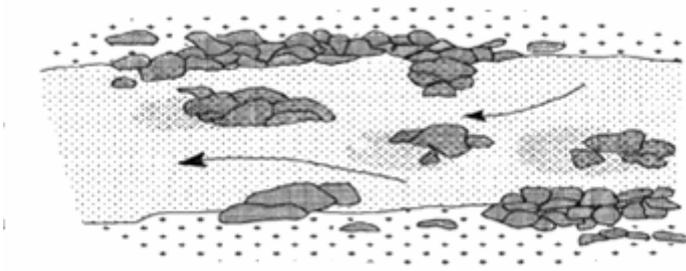
Одним из экономически выгодных способов повышения эффективности деятельности лососевых рыбоводных заводов является организация выпуска заводской молоди в адаптационные водоемы, отвечающие по своему гидролого-гидрохимическому режиму биологическим потребностям молоди лососей. Адаптационный водоем является для выпущенной молоди переходной зоной между условиями на заводе и условиями в реке.

Адаптационный водоем — это слабопроточный водоем, открыто соединенный с рекой, что обеспечивает молоди не принудительный (как это обычно происходит на заводах), а естественный скат в реку. В идеальном варианте адаптационный водоем может представлять собой искусственное или естественное русло, состоящее из нескольких чередующихся озеровидных плесовых расширений с глубиной до 1—1,5 м, слабым течением и искусственными укрытиями. Длина адаптационного водоема, количество плесовых расширений, их глубина, скорость течения на перекатах зависят от количества выпускаемой молоди, ее размеров и скорости миграции вниз по течению. Водность и проточность адаптационного водоема может поддерживаться за счет воды, сбрасываемой с завода и поступающей из реки (Канидьев, 1984).

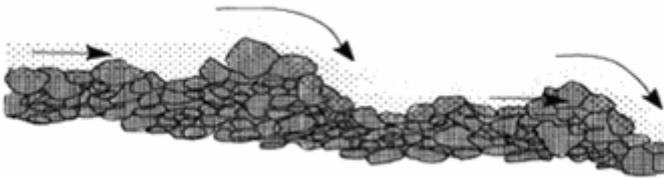
Способы создания адаптационных водоемов или адаптационных участков водотоков в значительной мере совпадают с подходами по улучшению русел и берегов после техногенного воздействия, изложенных в разделе 7.

Нет необходимости в большом разнообразии сооружений для улучшения мест обитания заводской молоди лососей в адаптационном водоеме. Практически все заводы соединены с рекой прямым каналом, через который молодь попадает в реку. На практике достаточно сделать не очень много для реального смягчения перехода рыб из заводских условий в естественную среду обитания. Например, прямой канал с однородными условиями легко расчленяется на отдельные биотопы (рис. 8.1), где молодь более успешно адаптируется к естественной освещенности, турбулентному течению, укрытиям и естественным кормам.

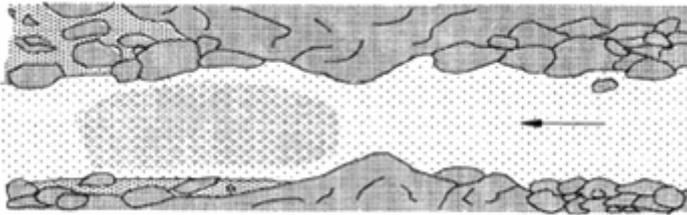
8.1-1



8.1-2



8.1-3



8.1-5

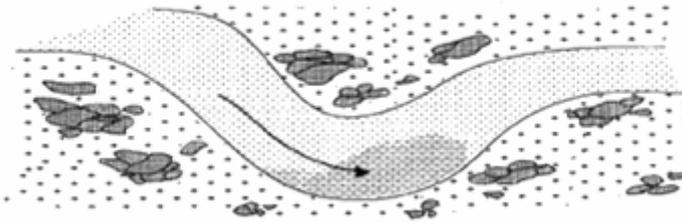
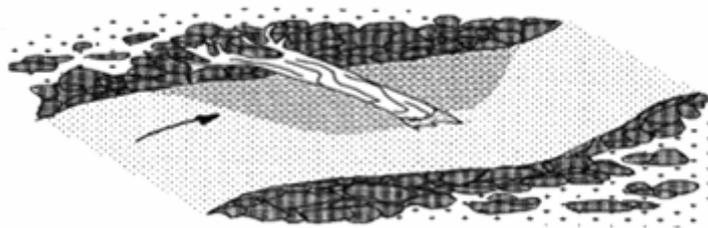
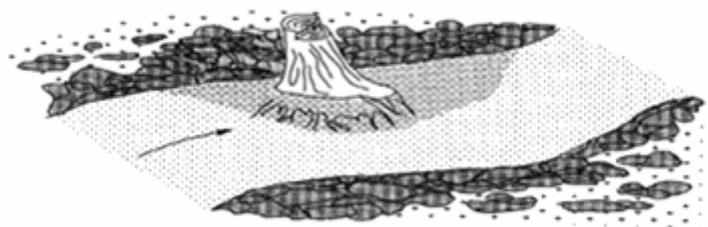


Рис. 8.1. Простые способы расчленения канала, соединяющего рыбоводный завод с рекой, и создания удобных мест обитания заводской молоди (по Flosi et. al., 1998).

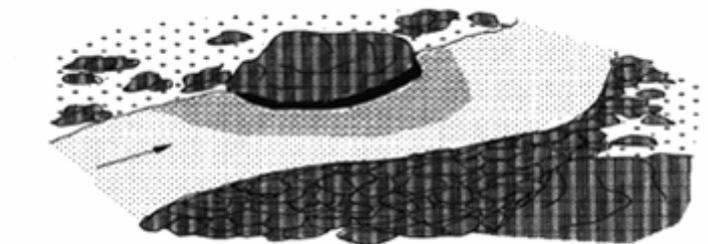
8.1-4



8.1-6



8.1-7

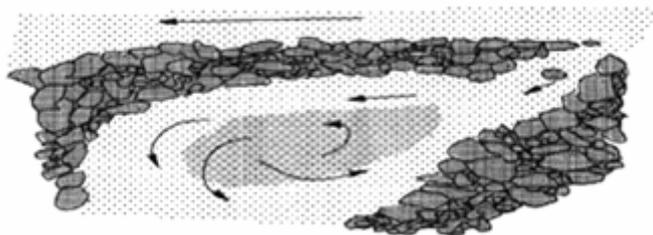


8.1-8

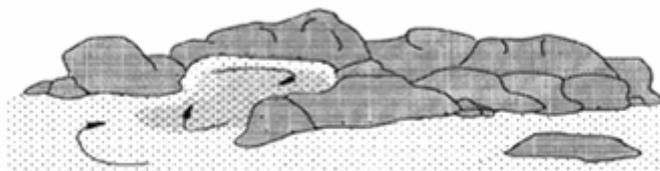


Продолжение рис. 8.1. Простые способы расчленения канала, соединяющего рыбоводный завод с рекой, и создания удобных мест обитания заводской молоди (по Flosi et. al., 1998).

8.1-9



8.1-10



8.1-11

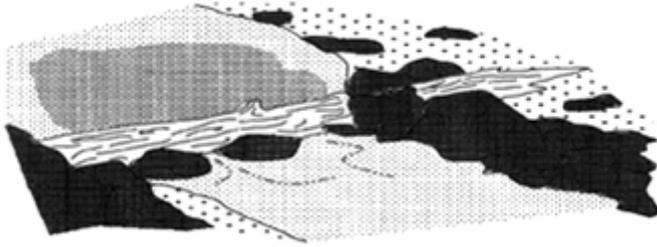


8.1-12



Продолжение рис. 8.1. Простые способы расчленения канала, соединяющего рыбоводный завод с рекой, и создания удобных мест обитания заводской молоди (по Flosi et. al., 1998).

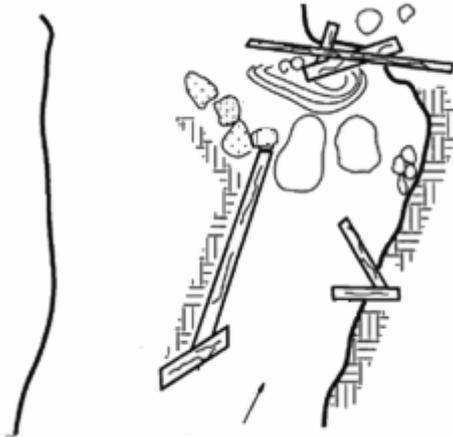
8.1-13



8.1-14



8.1-15



Продолжение рис. 8.1. Простые способы расчленения канала, соединяющего рыболовный завод с рекой, и создания удобных мест обитания заводской молоди (по Flosi et. al., 1998).

Плотность скоплений заводской молоди в местах выпуска зависит от состояния молоди (вес, степень серебрения, упитанность и т.п.), от температуры воды и содержания в ней кислорода, от течения, глубины и расхода воды.

Ориентировочные плотности скоплений рассчитывают, исходя из размера молоди и ее физиологического состояния, расхода и скорости течения воды. Ра-

зовый выпуск, осуществляемый в ночное время, должен соответствовать приемной емкости адаптационного водоема и прилегающего к заводу участка реки. Последующие выпуски и их частота планируются с учетом скорости откочевки молоди из района завода. График выпуска (объем одной партии выпуска, интервал между выпусками отдельных партий) должен не допускать больших скоплений молоди на одном участке реки.

Следует добиваться естественного рассредоточения молоди в реке, ее спокойной откочевки из мест выпуска, и избегать вынужденного вытеснения молоди на неудобья последующими заводскими выпусками.

Литература к разделу 8

Канидьев А.Н. 1984. Биологические основы искусственного разведения лососевых рыб. – М.: Легкая и пищевая пром-сть. – 216 с.

Flosi G., Downie S., Hopelain J., Bird M., Coey R., Collins B. 1998. California Salmonid stream habitat restoration manual (3rd edition). California. The Resources Agency California Department of Fish and Game, Inland Fisheries Division. 497 pp.

Заключение

Согласно "Временной методике оценки ущерба, наносимого рыбным запасам в результате строительства, реконструкции и расширении предприятий, сооружений и других объектов и проведения различных видов работ на рыбохозяйственных водоемах" (1990) размещение хозяйственных объектов и производство работ предусматриваются в местах, в сроки и способами, оказывающими минимальное неблагоприятное воздействие на водные экосистемы и рыбные запасы.

В тех случаях, когда исключение ущерба рыбным запасам путем проведения предупредительных рыбоохранных мер не представляется возможным, производится расчет величины возникающего ущерба, а также разрабатываются предложения по разработке дополнительных мероприятий, обеспечивающих сохранение и воспроизводство рыбных запасов.

Таким образом, условием принятия проектных материалов на рассмотрение и выдача положительного согласования являются наличие в их составе:

— предупредительных рыбоохранных мероприятий, частично или полностью исключающих ущерб рыбным запасам. Проектирование этих мероприятий производится на основе биологических требований и технических условий, согласованных с проектировщиками и рыбохозяйственными организациями;

— проекта рекультивации рыбоохранных зон и проекта рыбохозяйственной мелиорации водных объектов;

— программы мониторинга соблюдения проектных решений, согласованных условий природопользования и эффективности осуществленных рыбоохранных и мелиоративных мероприятий.

С принятием Федерального закона "О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов" важнейшей составной частью типовых планов рекультивации земель должна стать рыбохозяйственная мелиорация водных объектов.

Объекты рыбохозяйственной мелиорации – реки или их участки, подвергнутые землеройным работам, карьеры, образовавшиеся при выемке грунта, водные переходы в местах прокладки трубопроводов и дорог и т.д., донные участки, береговая зона, территория, располагающаяся в пределах прибрежных защитных полос, водо- и рыбоохранных зон. Мероприятия рыбохозяйственной мелиорации предусматриваются также при проведении любых хозяйственных работ и за пределами водоохранных и рыбоохранных зон, но только в тех случаях, если таковые оказывают воздействие на водные экосистемы. К таким видам деятельности относятся сельское хозяйство, лесоразработки, осушение, торфоразработки, геологоразведка и другие, масштабные по площади воздействия.

Рыбохозяйственная мелиорация должна осуществляться в едином плане с рекультивацией земель, поскольку продуктивность водных биоценозов находится в тесной связи с наземными биоценозами.

Сводная смета проекта, подаваемого на рассмотрение, должна включать статьи расходов на осуществление предупредительных рыбоохранных мероприятий, рыбохозяйственной мелиорации, рекультивации земель в пределах рыбоохранных зон и мониторинга состояния водных биоресурсов и среды их обитания в зоне техногенного воздействия.

Очевидно, что строгие требования к восстановлению природной среды, предъявляемые в конце работ, существенно увеличивают себестоимость проекта, поэтому крайне важно с самого начала заложить в проект эти расходы.

Об авторах

**Леман Всеволод Николаевич**

кандидат биологических наук, доцент, заведующий лабораторией воспроизводства лососевых рыб Всероссийского НИИ рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО), с 2000 г. — по совместительству заведующий лабораторией оценки антропогенного воздействия на водные биологические ресурсы Камчатского НИИ рыбного хозяйства и океанографии (КамчатНИРО). Выпускник кафедры ихтиологии биологического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова. Основная квалификация — ихтиолог, эколог. Область научных интересов — экология и воспроизводство лососевых рыб, их заводское разведение и устойчи-

вый промысел, антропогенное воздействие и охрана нерестовых лососевых рек. Профессиональная активность — бессменный организатор, руководитель и участник многочисленных научных экспедиций на Дальний Восток, преимущественно на Камчатку. С 2003 по 2009 гг. — руководитель рабочей группы Проекта Программы Развития Организации Объединенных наций (ПРООН) и Глобального Экологического Фонда (ГЭФ) "Сохранение биоразнообразия лососевых Камчатки и их устойчивое использование". Почетный работник рыбного хозяйства. Автор 70 научных публикаций, включая 4 монографии.

**Лошкарева Александра Александровна**

аспирант, ведущий инженер кафедры инженерной и экологической геологии геологического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, научный сотрудник лаборатории воспроизводства лососевых рыб Всероссийского НИИ рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО). В 2002 г. окончила кафедру геохимии ландшафтов и географии почв географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, в 2003 г. — повышение квалификации на химическом и биологическом факультетах Бременского университета (Германия). Основная квалификация — инженер-географ, эколог. Область научных интересов — биогеохимия ландшафтов, водная и почвенная токсикология, геоинформационные системы. С 2003 г. — постоянный участник научных экспедиций на Камчатку, с 2004 г. — руководитель рабочей группы по разработке геоинформационной системы Проекта ПРООН/ГЭФ "Сохранение биоразнообразия лососевых Камчатки и их устойчивое использование", в 2008 г. — главный эксперт отдела нормирования и разрешительной деятельности Управления государственной экспертизы и разрешительной деятельности Ростехнадзора. Автор 28 научных публикаций, включая 1 книгу.

ландшафтов, водная и почвенная токсикология, геоинформационные системы. С 2003 г. — постоянный участник научных экспедиций на Камчатку, с 2004 г. — руководитель рабочей группы по разработке геоинформационной системы Проекта ПРООН/ГЭФ "Сохранение биоразнообразия лососевых Камчатки и их устойчивое использование", в 2008 г. — главный эксперт отдела нормирования и разрешительной деятельности Управления государственной экспертизы и разрешительной деятельности Ростехнадзора. Автор 28 научных публикаций, включая 1 книгу.

Леман Всеволод Николаевич
Лошкарева Александра Александровна

Справочное пособие

по природоохранным и мелиоративным мероприятиям
при производстве строительных и иных работ
в бассейнах лососевых нерестовых рек
Камчатки

Подписано в печать __.02.09.
Формат 70 x 100 / 16. Бумага офсетная.
Гарнитура Arial. Усл. печ. л. 11,25
Тираж 300 экз. Заказ № _____

Товарищество научных издательств КМК
109152, РФ, г. Москва, ул. Саранская, 2-47
Тел.: 8 (495) 629-48-25

Проект ПРООН/ГЭФ “Сохранение биоразнообразия лососевых Камчатки и их устойчивое использование ” разработан специалистами Федерального агентства по рыболовству, Камчатрыбвода (ФГУ “Севвострыбвод”), ФГУП “ВНИРО” и “КамчатНИРО”, МГУ им.М.В. Ломоносова, институтов РАН при участии представителей общественных организаций с целью демонстрации возможности сохранения биоразнообразия лососевых на фоне устойчивого хозяйственного развития территории, в том числе и рыболовства.