

УДК 597-134

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ОСУШИТЕЛЬНОЙ МЕЛИОРАЦИИ НА УСЛОВИЯ РАЗВИТИЯ ИКРЫ И ЛИЧИНОК ЛОСОСЕЙ РОДА *ONCORHYNCHUS* В ГРУНТЕ НЕРЕСТИЛИЩ

В. Н. Леман (ВНИРО), В. Е. Упрямов



Успешность воспроизводства лососей, откладывающих икру в местах выходов грунтовых вод, определяется устойчивым грунтовым питанием их нерестилищ на протяжении всего эмбрионально-личиночного развития, продолжающегося у разных видов с июля–ноября по март–апрель (Крохин, 1960; Леванидов, 1968; Смирнов, 1975). Один из ведущих факторов выживания в этот период — истощение запасов подземных вод (Бабкин, Вуглинский, 1982), вызывающее сокращение площади выходов грунтовых вод на нерестилищах и гибель эмбрионов лососей на участках, оказавшихся за их пределами (Леман, 1987, 1992). Можно ожидать, что эти процессы будут еще более усиливаться при осушении заболоченных водосборов нерестовых рек. Целенаправленное понижение уровня грунтовых вод на осушаемых землях неизбежно влияет на их взаимодействие с речными водами, а сами зоны влияния в зависимости от местных условий простираются на расстояние от нескольких сот метров до двух–трех и более километров (Шебеко, 1983; Осушительная ..., 1988; Роль ..., 1990). В целях экологического нормирования осушительных мелиораций на Камчатке в 90-е годы были выполнены специальные исследования по влиянию осушения на условия воспроизводства лососей (Леман, Упрямов, Жидкова, 1994; Леман, Упрямов, 1994; Леман и др., 1998) и гидрологический режим нерестовых рек (Ивашкевич, 2001). В последней работе было дано обоснование предельно допустимой площади осушения — не более 15–16% речного водосбора. Однако эта рекомендация после всестороннего изучения всех последствий мелиорации кажется недостаточно обоснованной. Во-первых, при ее соблюдении выявляются существенные отклонения отдельных гидрологических характеристик нерестовых рек от их естественных значений, на что указывает и сам автор (Ивашкевич, 2001). Во-вторых — и это более важно — при разработке данной нормы осушения не учитывался принцип неприкосновенности мест нереста ценных видов рыб, соответственно не ставился и не решался вопрос об оценке влияния изменившегося режима грунтовых вод на выживаемость и условия развития лососей на нерестилищах. Решению именно этого вопроса и посвящена данная работа.

РАЙОН РАБОТ

Гидрографически район работ представлен относительно густой сетью рек (0,65 км/км²) — притоков р. Гольцовка (бассейн р. Большая, Западная Камчатка). Две реки — Первая Красная и Четвертая Красная (длиной 38 и 6,8 км) — являются водоприемниками дренажных вод Апачинской агромелиоративной системы (рис. 1). На левобережье первой осушено 2350 га земель (22% площади водосбора), в междуречье первой и второй — 577 га. Обе реки относятся к высшей рыбохозяйственной категории с нерестилищами лососей площадью 16800 и 5890 га, соответственно (Остроумов, Непомнящий, 1989).

Рельеф района работ до осушения представлял собой безлесную озерно-болотную тундру со средней заболоченностью 7%, долей грунтового питания рек 79,2 – 84,7 % и участками грунтового и поверхностного заболачивания, соответственно, 5 и 95%. Характер рек типично тундровый, с сильно меандрирующим руслом шириной 2–10 м, глубиной 0,4–2,0 м и уклоном 1,4–1,6. В границах полей осушения выделяются два водоносных горизонта — почвенно-грунтовой (безнапорный) и грунтовой (напорный). Соответственно верхние водовмещающие породы представлены торфяной залежью мощностью 3–5 м, нижние — галечно-песчаными отложениями мощностью более 29 м, залегающими на глуби-

нах от 2,5 м и ниже. Водоупорный слой между ними образован суглинками и супесью (Ивашкевич, 2001).

Осушение земель проведено сетью открытых каналов с расстоянием между ними 200–300 м и закрытым дренажом глубиной 1,2–1,4 м с междренним расстоянием на торфяных грунтах 12 м, на минеральных — 48 м. Для ускорения поверхностного стока проведено дополнительное щелевание в два яруса (до глубин 1,2 и 0,5 м) с шагом 10 м.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Полевые работы выполнены в июле–августе 1991–1993 гг. на нерестилищах нерки, кижуча и кеты. В качестве опытного полигона выбран участок р. Первой Красной в центре полей осушения, контрольного (природный фон) — участок р. Четвертой Красной, расположенный вдоль их северной границы (рис. 1). Оба участка, длиной по 500–600 м, сходны по своим гидрологическим параметрам (глубине, скорости течения, типу грунта, рельефу дна и т. д.), соответствуют требованиям лососей к местам нереста и имеют выходы грунтовых вод.

Учет численности лососей на подконтрольных участках рек проводили пешими маршрутами, во время которых регистрировали число нерестовых бугров, число рыб на гнездах и плотность нереста в пересчете на площадь русла.

Съемку условий среды в грунте нерестилищ проводили по разработанной экспресс-методике (Леман, Кляшторин, 1987) с измерением трех экологически значимых параметров: температурного градиента (ΔT °C), гидростатического напора в грунте (ΔH , см) и содержания растворенного в воде кислорода (O_2 , % насыщения). Промеры делали в фильтрационной трубке, вбитой в грунт на глубину 20–25 см (Крохин, 1960; Terhune, 1958). Температуру измеряли инерционным ртутным термометром, уровень насыщения воды кислородом — мембранным датчиком, выходы грунтовых вод оконтуривали по тепловым аномалиям с использованием малоинерционного электротермометра (Крохин, 1960; Кляшторин, 1978). Температурный градиент ΔT рассчитывали по разнице между температурой в грунте и реке (отрицательный температурный градиент $\Delta T < 0$ указывает на выходы холодных грунтовых вод). Гидростатический напор ΔH (см) определяли по разнице уровня воды в реке и внутри фильтрационной трубки. Уровень воды в трубке выше ($\Delta H > 0$), вровень ($\Delta H = 0$) и ниже ($\Delta H < 0$) уровня реки соответствует восходящей, горизонтальной (отсутствию) и нисходящей фильтрации воды в грунте. Всего выполнено 342, 70 и 75 измерений температурного градиента, гидростатического напора и содержания кислорода, соответственно. Данные обрабатывали стандартными статистическими методами (Лакин, 1980).

Съемку выполняли по разрезам, пройденным через нерестилища лососей вкрест и по простиранию русла. Каждый разрез включал 3–5 станций, каждая станция — 3–10 определений указанных параметров. Поскольку для грунтовых вод характерны положительные напоры (восходящая фильтрация) и относительно низкие температуры, их диагностика на нерестилищах сводилась к измерению двух показателей ΔT и ΔH : чем выше их значения, тем мощнее выходы грунтовых вод. По результатам донной термометрии строили карты термических аномалий поверхности дна, по которым рассчитывали величину ΔT , предварительно сгруппировав точки по сходству гидрологических условий и отбросив заведомо непригодные для нереста участки. Истощение грунтовых вод на нерестилищах оценивали по снижению напоров воды в грунте ($\Delta H \rightarrow 0$), сглаживанию термических аномалий ($\Delta T \rightarrow 0$) и ухудшению кислородного режима (до 20–30% насыщения).

Влияние истощения выходов грунтовых вод на эффективность воспроизводства лососей на нерестилищах оценивали по зависимости показателя выживаемости икры и личинок в нерестовых буграх (M , %) от температурных аномалий поверхности речного дна (ΔT °C), измеренных в период нереста. Уравнение связи имеет вид $M = -27,7 + 201,9(\Delta T) - 94,8(\Delta T)^2$ (Леман, 1990). В диапазоне значений ΔT от 0,2 до 1,0 °C умень-

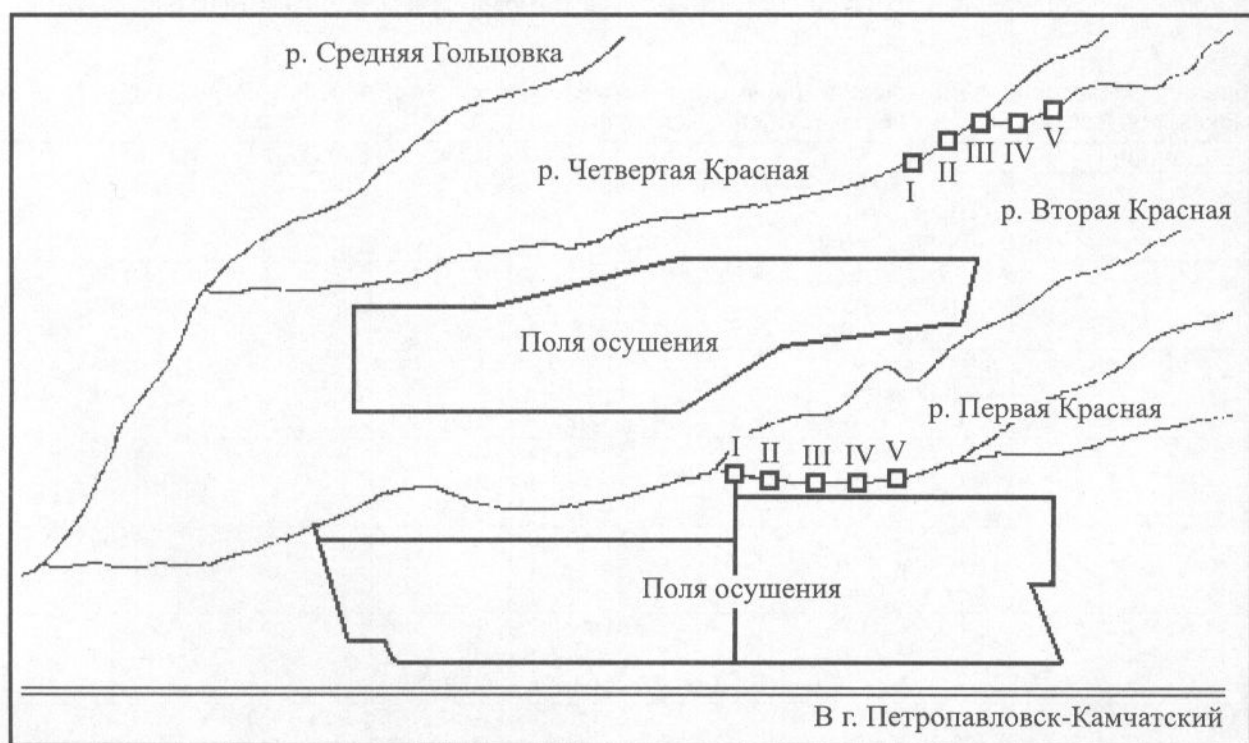


Рис. 1. Схема района работ и расположение наблюдательных станций на реках Первая Красная и Четвертая Красная (р. Гольцовка, бассейн р. Большая) в зоне влияния Апачинской агромелиоративной системы

шение термических аномалий на каждые $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ приводит к снижению выживаемости на 1–10%.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Визуальные обследования показали, что в р. Четвертая Красная обильны локальные мощные выходы грунтовых вод, часто фонтанирующие на поверхности дна. Плотность нереста кеты и нерки в таких местах на период обследования достигала 3–5 пар производителей на каждые 10 м длины русла. В то же время на подконтрольном участке р. Первая Красная в центре осушенного массива выявлены только дисперсные (рассредоточенные) выходы грунтовых вод, имеющие более слабые напоры. Здесь отчетливо проявлялось снижение численности производителей лососей на нерестовых буграх по сравнению с выше и ниже расположенными участками реки.

Результаты инструментальной съемки исследуемых рек представлены в табл. 1 и 2. Температура воды в 3–10-сантиметровом слое грунта в реках Первая Красная и Четвертая Красная в период съемки равнялась $+7,31\pm 0,09\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $+5,34\pm 0,05\text{ }^{\circ}\text{C}$, рассчитанный с учетом этих значений температурный градиент составил $-0,36\pm 0,11\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\sigma = 0,57$; $n = 231$) и $-0,95\pm 0,08\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\sigma = 0,24$; $n = 111$), соответственно. Пьезометрические напоры в местах выходов грунтовых вод на изученных участках также заметно отличались. В р. Первая Красная уровень воды в фильтрационных трубках устанавливался на средней отметке $0,39\pm 0,06$ см, а в р. Четвертая Красная — на $1,08\pm 0,07$ см над уровнем реки, среднее содержание раство-

ренного кислорода в грунте этих же рек составляло $37,8\pm 4,8\%$ и $82,1\pm 2,3\%$ насыщения, соответственно. Достоверность различий средних значений температурного градиента, содержания растворенного кислорода и гидростатического напора в грунте подтверждается на $0,1\%$ уровне значимости (Лакин, 1980). Численно снижение этих величин в направлении от центра осушенных земель к их северной границе составляет в абсолютном выражении $0,59\pm 0,09\text{ }^{\circ}\text{C}$, $44,3\pm 4,8\text{ O}_2\%$ насыщения и $0,69\pm 0,07$ см, соответственно.

Снижение рыбопродуктивности нерестилищ в результате истощения выходов грунтовых вод после осушительных работ рассчитано по зависимости выживаемости икры и личинок лососей в нерестовых буграх от величины температурного градиента, измеренного в период нереста (Леман, 1990). Из данной зависимости следует, что при существующей в настоящее время интенсивности грунтового питания нерестилищ выживаемость икры и личинок лососей в р. Первая Красная на изученных участках изменяется в пределах от 20 до 50%, тогда как в р. Четвертая Красная — от 70 до 85% от количества заложенной икры (рис. 2).

Таким образом, полученные данные по изучению термического, фильтрационного и кислородного режима в грунте нерестилищ в районе влияния осушительной мелиорации указывают на статистически достоверное ухудшение условий воспроизводства лососей в р. Первая Красная по сравнению с р. Четвертая Красная. Интен-

Таблица 1. Некоторые абиотические параметры в грунте нерестилищ лососей на участке р. Первая Красная, протекающем через центр осушенных земель

№ станции	ΔH	O_2	ΔT
I	$M = 0,46\pm 0,09$ $\sigma = 0,28\ n = 10$ $V_{\min} = 0\ V_{\max} = 0,9$	$M = 42,0\pm 4,7$ $\sigma = 14,9\ n = 10$ $V_{\min} = 20\ V_{\max} = 61$	$M = 0,0$
II	$M = 0,42\pm 0,12$ $\sigma = 0,26\ n = 5$ $V_{\min} = 0\ V_{\max} = 0,7$	$M = 47,7\pm 11,8$ $\sigma = 26,4\ n = 5$ $V_{\min} = 2,5\ V_{\max} = 71$	$M = -0,21\pm 0,06$ $n = 5$
III	$M = 0,25\pm 0,03$ $\sigma = 0,06\ n = 4$ $V_{\min} = 0,2\ V_{\max} = 0,3$	$M = 65,3\pm 2,1$ $\sigma = 4,1\ n = 4$ $V_{\min} = 60\ V_{\max} = 70$	$M = -0,23\pm 0,06$ $n = 4$
IV	$M = 0,22\pm 0,09$ $\sigma = 0,29\ n = 10$ $V_{\min} = 0\ V_{\max} = 0,7$	$M = 20,5\pm 6,2$ $\sigma = 19,5\ n = 10$ $V_{\min} = 7,5\ V_{\max} = 55$	$M = -0,34\pm 0,09$ $n = 10$
V	$M = 0,12\pm 0,05$ $\sigma = 0,16\ n = 10$ $V_{\min} = 0\ V_{\max} = 0,4$	$M = 12,0\pm 2,4$ $\sigma = 7,5\ n = 10$ $V_{\min} = 7,5\ V_{\max} = 25$	$M = -0,25\pm 0,06$ $n = 10$
VI	$M = 0,55\pm 0,07$ $\sigma = 0,22\ n = 10$ $V_{\min} = 0,2\ V_{\max} = 0,9$	$M = 50,2\pm 5,2$ $\sigma = 16,6\ n = 10$ $V_{\min} = 30\ V_{\max} = 80$	$M = -0,36\pm 0,11$ $\sigma = 0,57\ n = 231$
Средняя *	$M = 0,39\pm 0,06$ $\sigma = 0,29\ n = 25$ $V_{\min} = 0\ V_{\max} = 0,9$	$M = 37,8\pm 4,8$ $\sigma = 23,9\ n = 10$ $V_{\min} = 2,5\ V_{\max} = 80$	$M = -0,31\pm 0,10$ $\sigma = 0,57\ n = 246$

Примечание: * средняя рассчитана по нерестилищам лососей (станции II, IV и VI)

Таблица 2. Некоторые абиотические параметры в грунте нерестилищ лососей на участке р. Четвертая Красная, примыкающем к границе осушенных земель

№ станции	ΔH	O_2	ΔT
I	$M = 1,25 \pm 0,14$ $\sigma = 0,25 \ n = 3$ $V_{min} = 1 \ V_{max} = 1,5$	$M = 78,3 \pm 3,3$ $\sigma = 5,8 \ n = 3$ $V_{min} = 75 \ V_{max} = 85$	$M = -0,83 \pm 0,20$ $\sigma = 0,35 \ n = 3$ $V_{min} = 0,5 \ V_{max} = 1,2$
II	$M = 0,98 \pm 0,20$ $\sigma = 0,44 \ n = 5$ $V_{min} = 0,5 \ V_{max} = 1,7$	$M = 75,0 \pm 2,6$ $\sigma = 5,86 \ n = 5$ $V_{min} = 65 \ V_{max} = 80$	$M = -0,66 \pm 0,11$ $\sigma = 0,24 \ n = 5$ $V_{min} = 0,4 \ V_{max} = 1,0$
III	$M = 1,10 \pm 0,15$ $\sigma = 0,29 \ n = 4$ $V_{min} = 0,8 \ V_{max} = 1,5$	$M = 88,7 \pm 5,5$ $\sigma = 11,1 \ n = 4$ $V_{min} = 75 \ V_{max} = 100$	$M = -0,55 \pm 0,12$ $\sigma = 0,24 \ n = 4$ $V_{min} = 0,3 \ V_{max} = 0,8$
IV	$M = 0,90 \pm 0,10$ $\sigma = 0,04 \ n = 4$ $V_{min} = 0,8 \ V_{max} = 1,2$	$M = 78,8 \pm 8,3$ $\sigma = 16,5 \ n = 4$ $V_{min} = 60 \ V_{max} = 95$	$M = -0,95 \pm 0,06$ $s = 0,13 \ n = 4$ $V_{min} = 0,8 \ V_{max} = 1,1$
V	$M = 1,22 \pm 0,11$ $\sigma = 0,24 \ n = 5$ $V_{min} = 0,9 \ V_{max} = 1,5$	$M = 88,6 \pm 2,5$ $\sigma = 5,6 \ n = 5$ $V_{min} = 80 \ V_{max} = 95$	$M = -0,95 \pm 0,08$ $\sigma = 0,24 \ n = 111$
Средняя	$M = 1,08 \pm 0,07$ $\sigma = 0,31 \ n = 21$ $V_{min} = 0,5 \ V_{max} = 1,7$	$M = 82,1 \pm 2,3$ $\sigma = 10,6 \ n = 21$ $V_{min} = 60 \ V_{max} = 100$	$M = -0,92 \pm 0,06$ $\sigma = 0,23 \ n = 127$

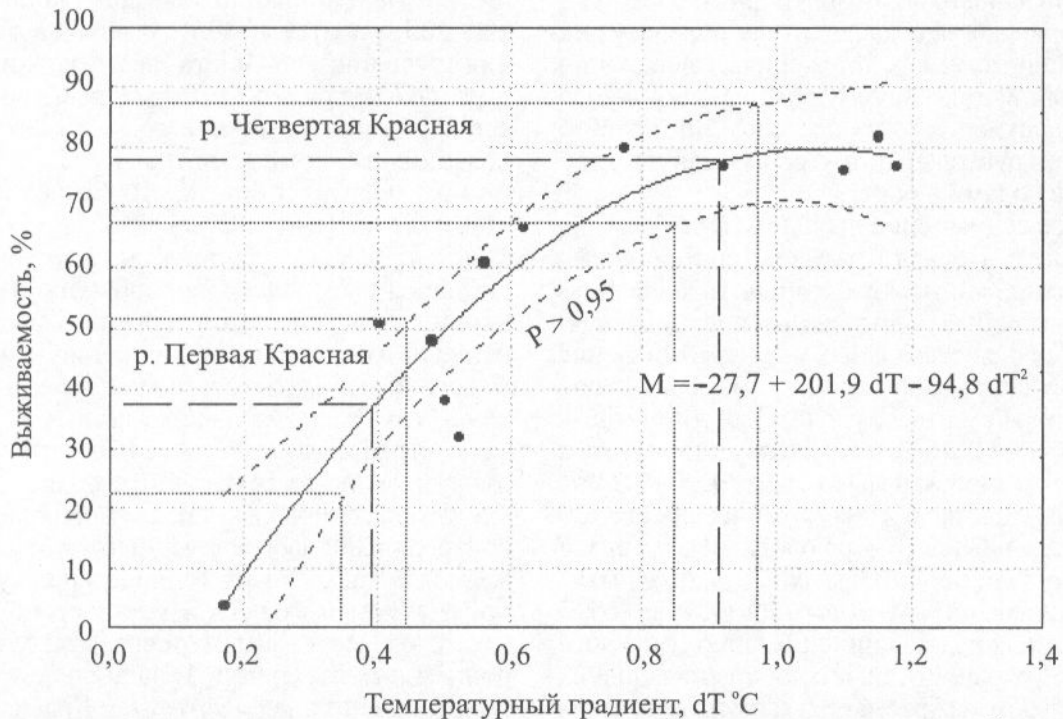


Рис. 2. Выживаемость икры и личинок лососей в нерестовых бургах на участках с разной интенсивностью выходов грунтовых вод (по: Леман, 1990). При построении модели использовали значения температурного градиента, измеренного во время нереста лососей. На рисунке для каждой из исследуемых рек фактические температурные градиенты сопоставлены с прогнозной оценкой выживаемости, полученной с помощью модели

сивность грунтового питания нерестилищ и выживаемость икры и личинок лососей на участках, расположенных в самом центре осушенных земель, в 2–2,5 раза ниже, чем на участках, расположенных на их границе.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

На Камчатке водоносные горизонты грунтовых вод, выходы которых служат для лососей места-

ми нереста, обычно не являются замкнутыми системами, а образуют единую гидравлическую систему с выше- и нижерасположенными водоносными пластами. В такой гидрогеологической системе водоносные горизонты взаимосвязаны, и изменение режима одного из них, как правило, вызывает изменение режима других. Не является исключением и Апачинская агро-мелиоративная система, при проектировании которой пре-

дусматривалось в сельскохозяйственных целях снизить уровень почвенно-грунтовых вод в верхнем слое торфяной залежи на 0,4–1,0 м. Тем не менее сравнение гидрогеологических съемок, выполненных до и после осушения на водосборе р. Первая Красная (Евтухов, Смирнова, 1967; Василенко, 1991) показывает, что под влиянием осушения произошло снижение уровня не только почвенно-грунтовых, но и грунтовых вод, причем положение последних практически сравнялось с уровнем воды в р. Первая Красная и привело к полному отсутствию на осушенных землях и прилегающей площади пьезометрического напора (Ивашкевич, 2000). На некоторых участках возможно произошла инверсия взаимодействия грунтовых и речных вод, т. е. режим разгрузки грунтовых вод сменился на инфильтрацию речных вод в подземный горизонт. Взаимосвязь между водоносными горизонтами в районе работ осуществляется через так называемые гидравлические окна в водоупорном слое, в которых торфяная залежь лежит непосредственно на гравийно-галечных отложениях, вмещающих грунтовый водоносный горизонт. Кроме того, сама дренажная сеть на большом протяжении дренирует грунтовый поток, сбрасывая его с дренажными водами в реку.

Общее сокращение выходов грунтовых вод на участке р. Первая Красная, прилегающей к полям мелиорации, можно оценить косвенным путем — по объему дренажных вод, поступающих в реку с двух смежных участков осушения. С одного участка с июня по октябрь сбрасываются почвенно-грунтовые (болотные) и грунтовые воды в объеме 0,20–0,24 м³/с, с другого — только почвенно-грунтовые воды в объеме 0,01–0,02 м³/с. Учитывая сходство физико-химических свойств торфяной залежи, геоморфологического строения и площади обоих участков, можно считать, что доля почвенно-грунтовых вод в общем сбросе дренажных вод для них примерно одинакова. Помня об условности такого допущения, получаем чистый объем сбрасываемых грунтовых вод — 0,20 м³/с. По-видимому, именно на эту величину сократилась разгрузка грунтовых вод на нерестилищах. Потери нерестилищ, расположенных в пределах границ осушения, должны быть достаточно большими, поскольку количество сбрасываемых грунтовых вод достигает 15–25% от расхода реки (0,8–1,6 м³/с).

Влияние понижения уровня грунтовых вод на условия воспроизводства лососей на нерестилищах реализуется, во-первых, через сокращение площади нерестилищ, совпадающей с границами выходов грунтовых вод на поверхности дна, и, во-вторых, в результате ослабления водообмена в нерестовых буграх. Оба эти процесса взаимосвязаны и четко тестируются инструменталь-

ными методами (Леман, Кляшторин, 1987). Изучение фильтрационного, кислородного и термического режима нерестилищ показало, что в центральной части осушенного массива их грунтовое питание в 2–2,5 раза хуже, чем за его пределами. В ряде случаев на типичных нерестовых участках отмечено аномально низкое содержание растворенного в воде кислорода (2,5–7,5% от насыщения). Суммируя полевые исследования на р. Первая Красная, можно заключить, что в зону влияния осушительной системы попал участок реки длиной 12 км, содержащий половину всех нерестилищ кеты, нерки и кижуча этого водотока; причем 0,85 га нерестилищ на участке длиной 6 км оказались полностью утраченными.

Сложнее обстоит дело с р. Четвертая Красная, которая была использована в качестве реки-аналога (природного эталона сравнения). При количественной оценке степени истощения грунтового питания следует учитывать, что эта река отстоит от границы полей мелиорации всего на 100–500 м и тоже может оказаться в зоне влияния осушения. Дальность такого влияния достигает максимально возможных значений при совершенно плоском рельефе — до двух-трех и более километров (Осушительная ..., 1988). Кроме того, следует помнить, что для водовмещающих пластов грунтовых вод, сложенных галечниками с примесью крупнозернистых песков, характерны высокие удельные водопроницаемость, поэтому дальность распространения антропогенных возмущений в этих горизонтах может быть гораздо выше, чем для почвенно-грунтовых вод, залегающих в торфяниках с низкой водоотдачей и слабыми фильтрационными свойствами (Осушительная ..., 1988). С учетом сказанного, вполне возможно, что и подконтрольный участок р. Четвертая Красная также может испытывать воздействие осушительной системы, и его нельзя безоговорочно использовать в качестве точки отсчета при оценке антропогенных изменений. В настоящее время влияние осушения на р. Четвертая Красная, по-видимому, настолько незначительно, что не поддается количественной регистрации имеющимися в нашем распоряжении техническими средствами.

Одним из практических результатов исследований Апачинской осушительной системы должна стать возможность экстраполяции полученных выводов и количественных оценок на другие осушенные агро-мелиоративные массивы Камчатки, которые расположены в бассейнах нерестовых рек. С этой точки зрения представляется преждевременной разработанная норма осушения — 15–20% от площади речного водосбора (Ивашкевич, 2000). Настоящей работой ясно доказано, что ограничением площади осушения не достигается сохранность нерестилищ

на прилегающих участках рек. Более важное регулирующее значение имеет удаленность полей мелиорации от нерестовых рек. Понятно, что чем дальше они расположены, тем больше вероятность того, что нерестилища останутся за пределами их влияния. Но на Камчатке при густоте речной сети от 0,31–0,39 до 0,9–1,0 км/км² (в среднем от 0,5 до 0,7 км/км²) (Ресурсы ..., 1973) дальность гидрогеологического влияния на режим грунтовых вод естественным образом ограничивается руслами рек и ручьев, прилегающих к осушенному массиву. Из этого следует важный практический вывод о неизбежности потерь нерестилищ, расположенных на выходах грунтовых вод, и необходимости введения полного запрета на производство осушительной мелиорации на водосборных территориях нерестовых рек. Исключение, по-видимому, могут составить только заболоченные водосборы рек, не являющихся нерестовыми для лососей, а также обширные торфяные болота западно-камчатских рек при условии расположения нерестилищ выше по течению от мест осушения. Для Камчатки, где уже осушено 77,0 тыс. га земель и еще пригодно к осушению около 455 тыс. га (Костенков и др., 1990), введение таких ограничений было бы весьма своевременным. Тем более, что имеются планы по разработке торфа, чьи запасы только в одном Кавалерском районе (бассейн р. Большая) оценены в 2,5 млрд. тонн (Кононов, Алискеров, 2001).

ВЫВОДЫ

1. Вся совокупность литературных и собственных материалов указывает на неизбежность нарушения экологического равновесия водных экосистем при осушительной мелиорации. Особенно опасна крупномасштабная осушительная мелиорация на водосборах нерестовых рек, способная поставить под угрозу само существование в реке лосося.

2. Результаты натурных исследований свидетельствуют о том, что понижение уровня грунтовых вод при осушительной мелиорации вызывает существенное ослабление грунтового питания нерестилищ лососей, расположенных в центральной части осушенных земель. Выживаемость икры и личинок лососей на таких участках снижается до 20–50% относительно контроля, равного 70–85%.

3. Нормирование антропогенного воздействия осушительных мелиораций по площади осушенной территории (в % от площади водосбора) не гарантирует сохранности нерестилищ лососей на участках рек, примыкающих к полям осушения. Более важное регулирующее значение имеет удаленность полей мелиорации от нерестовых рек.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бабкин В.И., Вуглинский В.С. 1982. Водный баланс речных бассейнов. Л.: Гидрометеиздат. С. 23–35.
- Василенко Т.Г. 1991. Изучить влияние мелиорации на экологическое состояние нерестилищ (на примере Апачинской осушительной системы) Камчатки // Фондовый отчет. Петропавловск-Камчатский: Экомелур. 120 с.
- Ресурсы поверхностных вод СССР. 1073. Т.1. «Камчатка». Л.: Гидрометеиздат. 366 с.
- Евтухов А.Д., Смирнова Н.Ф. 1967. Отчет о гидрогеологической съемке масштаба 1: 50000 для целей мелиорации // Фондовый отчет. Петропавловск-Камчатский: Паратунская гидрогеологическая экспедиция.
- Ивашкевич Г.В. 2001. Влияние осушительных мелиораций на гидрологические условия нереста тихоокеанских лососей на Камчатке // Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Владивосток. 33 с.
- Ивашкевич Г.В. 2001. О влиянии осушительных мелиораций на гидрологические условия нереста тихоокеанских лососей // Эколого-экономические проблемы рационального природопользования Камчатки. Петропавловск-Камчатский: Труды КГТУ. С. 60–74.
- Кляшторин Л.Б. 1978. Определение стандартного обмена у рыб // Типовые методики исследования продуктивности видов в пределах ареала. Ч. 3. Вильнюс. С. 79–87.
- Кононов В.В., Алискеров А.А. 2000. Перспективы развития торфяной промышленности на Камчатке. Петропавловск-Камчатский: КГТУ.
- Костенков Н. М. и др. 1990. Эколого-экономические проблемы мелиораций почв Дальнего Востока // Роль мелиорации в природопользовании. Владивосток. С. 11–20.
- Крохин Е. М. 1960. Нерестилища красной // Вопр. ихтиологии. Вып. 16. С. 89–110.
- Лакин Г. Ф. 1980. Биометрия. М.: Высшая школа. 293 с.
- Леванидов В.Я. 1968. О гидрологическом режиме нерестилищ кеты и горбуши // Изв. ТИНРО. Т. 64. С. 101–125.
- Леман В. Н. 1987. Анализ влияния атмосферных осадков предшествующих лет на динамику подземных вод и эффективность воспроизводства камчатской кеты // Сб. научн. тр. ВНИРО: Вопросы физиологии морских и проходных рыб. М.: Агропромиздат. С. 83–93.
- Леман В.Н. 1990. Экологическая специфика нерестилищ тихоокеанских лососей рода *Oncorhynchus* // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.: 22 с.

Леман В.Н. 1992. Нерестовые станции кеты *Oncorhynchus keta*: микрогидрологический режим и выживаемость потомства в нерестовых буграх (бассейн р. Камчатка) // *Вопр. ихтиологии*. Т. 32. Вып. 5. С. 120–131.

Леман В.Н., Упрямов В.Е. 1994. Экологическая оценка влияния осушительной агромелиорации на воспроизводство лососей в нерестовых реках (Камчатка) // *Систематика, биология и биотехника разведения лососевых рыб: Материалы V Всерос. совещ.* СПб. С. 116–118.

Леман В.Н., Упрямов В.Е., Жидкова Н.С. 1994. Осушительная агромелиорация и воспроизводство лососей в реках Камчатки // *Рыб. хоз-во*. С. 26–28.

Леман В.Н., Чебанова В.В., Вронский Б.Б., Упрямов В.Е. 1998. Экологические проблемы проведения осушительной мелиорации в Камчатской области // *Северо-Восток России: Проблемы экономики и народонаселения: Расширенные тез. докл. регион. научн. конф. «Северо-Восток России: прошлое, настоящее, будущее»*. Магадан, 31 марта – 2 апреля 1998 г.: В 2 т. /Отв. ред. В.И. Гончаров. Магадан. ОАО «Северовосток-золото». Т. 1. 228 с.

Остроумов А.Г., Непомнящий К.Ю. 1989. Ущерб, нанесенный нерестовому фонду лососей сельскохозяйственной деятельностью // *Рациональное использование ресурсов Камчатки, прилегающих морей и развитие производительных сил до 2010 года / Материалы V региональной научно-практической конференции*. Петропавловск-Камчатский. Т. 1. С. 73–75.

Осушительная мелиорация и охрана природных ресурсов Украинского Полесья. 1988. Киев: Наукова Думка. 179 с.

Роль мелиорации в природопользовании. 1990. Владивосток.

Смирнов А.И. 1975. Биология, размножение и развитие тихоокеанских лососей. М.: МГУ. 333 с.

Шебеко В.Ф. 1983. Влияние осушительных мелиораций на водный режим территорий. Минск: Ураджай. 200 с.

Terhune, L.D.B. 1958. The Mark VI groundwater standpipe for measuring seepage through salmon spawning gravel // *J. Fish. Res. Board Canad.* V. 15. No 5. P. 1027–1063.