

# ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ (РАСЧЕТНОЙ) ВЫЖИВАЕМОСТИ ИКРЫ ЛОСОСЕЙ ПО ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОМУ СОСТАВУ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В РЕКАХ О. САХАЛИН

*Г.Ф. Ямалетдинова, Т.В. Гнездова, Е.А. Смирнова*

## АННОТАЦИЯ

Представлены результаты оценки потенциальной (расчетной) выживаемости икры лососей по гранулометрическому составу донных отложений нерестилищ в соответствии с методикой ВНИРО. Показано, что прогностический уровень выживаемости икры, определенный по указанной методике, коррелирует с данными, полученными при вскрытии нерестовых бугров, что дает возможность использовать данную методику в прикладных целях при проведении широкомасштабных мониторинговых исследований по оценке состояния нерестилищ проходных тихоокеанских лососей.

---

## ВВЕДЕНИЕ

При осуществлении хозяйственной деятельности по освоению нефтегазовых месторождений о. Сахалин одной из важных экологических задач является контроль воздействия строительных работ при прокладке трубопроводов на гидрологический режим нерестовых рек и воспроизводство тихоокеанских лососей в них. С этой целью проводится ряд рыбохозяйственных исследований водотоков в рамках предстроительного, строительного и послестроительного этапов экологического мониторинга, в состав которых входит и оценка нерестилищ проходных тихоокеанских лососей.

Нерестилища и нерестовые бугры лососей в основном состоят из гравия и гальки с небольшой примесью песка. В период эмбриогенеза лососевым требуется целый комплекс абиотических факторов, обеспечивающих успешность этого этапа развития (Рухлов, 1968, 1969). По данным ряда авторов (Леванидов, 1968; Рухлов, 1969, 1973; Голованов, 1989; Леман и др., 1994; Шершнева и др., 1994) одним из основных факторов, контролирующей выживаемость икры лососей, является проточность грунта в нерестовых буграх, которая в свою очередь зависит от доли фракций диаметром менее 1 мм. Более крупные частицы (от 4 мм) влияют лишь на распределение струй. Увеличение содержания в нерестовых буграх илово-песчаных частиц приводит к снижению выживаемости икры и личинок лососей.

Строительство переходов трубопроводов через водотоки влечет за собой повышение содержания взвешенных веществ в воде, изменение состава донных отложений, на береговом участке — нарушение естественной структуры поверхностного слоя почвы с развитием склоновой эрозии и увеличением смыва в реки илово-песчаных фракций грунта. Это может привести к увеличению на нерестилищах доли мелких фракций, ограничивающих скорость фильтрации воды,

и, как следствие, к ухудшению качества нерестилиц и снижению выживаемости икры лососей.

Для определения выживаемости икры лососей обычно применяется метод вскрытия нерестовых бугров или площадок дна на нерестилищах. Однако в случае проведения широкомасштабных мониторинговых работ не представляется возможным на всех исследуемых участках оценивать выживаемость икры данным методом. В связи с этим, для осуществления контроля состояния нерестилиц в рамках мониторинга водотоков, пересекаемых трассами трубопроводов по проекту «Сахалин–2», нами была предпринята попытка применить для оценки выживаемости икры приемы исследований, приведенные в методических указаниях ВНИРО (Методические указания, 1987), которые позволяют по содержанию в грунте мелких фракций диаметром менее 1 мм определить прогностический уровень выживаемости икры лососей.

### МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ

Исследования проводились в составе программы рыбохозяйственного мониторинга при строительстве трубопроводной системы по проекту «Сахалин–2» в период с 2004—2007 гг.

Полоса обследования была разделена на следующие участки:

- строительная площадка;
- 50 м выше по течению от границы строительной площадки;
- 20 м ниже по течению от границы строительной площадки;
- 20—150 м ниже по течению от границы строительной площадки;
- 150—250 м ниже по течению от границы строительной площадки;
- 250—500 м ниже по течению от границы строительной площадки.

В сентябре в период нереста на 85 водотоках, пересекаемых трубопроводами, проводились исследования нерестилиц:

- количественная и качественная оценка нерестилиц и площадей, потенциально пригодных для нереста проходных дальневосточных лососей;
- оценка заполнения нерестилиц тихоокеанских лососей на строительной площадке и прилегающих участках русла;
- оценка плотности и выживаемости икры тихоокеанских лососей на начальных этапах эмбриогенеза.

Вскрытие нерестовых бугров для оценки фактической выживаемости икры лососей производили на 28 водотоках на участках с их высокой плотностью (решение о возможности вскрытия принималось представителем ФГУ «Сахалинрыбвод», входящим в состав каждой полевой бригады). Всего за период исследований было вскрыто 64 бугра. Вскрытие выполнялось на площадке 1 м<sup>2</sup>, выживаемость икры определяли по соотношению живых и мертвых икринок.

Отбор проб донных отложений на участке производился в непосредственной близости к вскрытому бугру на глубине 30—50 см с учетом замечания ФГУ «ЦУРЭН» в отношении толщины слоя ила, раскапываемого самкой при устройстве гнезда. В соответствии с рекомендациями ВНИРО грунт отбирался при помощи специального пробоотборника, представляющего собой раму размером 30×30 см,

обтянутую мелким мельничным газом, не пропускающим тонкие частицы грунта диаметром более 0,01 мм. Пробоотборник устанавливался ниже по течению за местом отбора пробы, чтобы уносимые потоком частицы попали внутрь мешка. Грунт откидывался в пробоотборник лопатой. Собранную пробу массой 3—5 кг высушивали на железных противнях и отделяли крупную гравийно-галечную фракцию без разделения ее на отдельные размерные фракции. Крупная фракция взвешивалась в поле, мелкая фракция передавалась на более тонкий анализ в лабораторию Сахалинского УГМС.

По данным лабораторного анализа гранулометрического состава донных отложений рассчитывали долю (%) содержания мелких фракций (диаметром <1 мм) от общего веса пробы. В соответствии с методикой ВНИРО по данному показателю оценивалась теоретическая (потенциальная или расчетная) выживаемость икры.

Расчет проводился по уравнению, которое описывает кривую, отображающую связь между содержанием фракции с частицами диаметром <1 мм и выживаемостью икры (рис. 1).

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты определения выживаемости икры, полученные при вскрытии нерестовых бугров (далее — фактическая выживаемость или ФВ) и рассчитанные по содержанию фракции <1 мм по методике ВНИРО (далее — расчетная выживаемость или РВ), а также разница между этими показателями ( $\Delta$ ФВ–РВ) представлены в табл. 1.

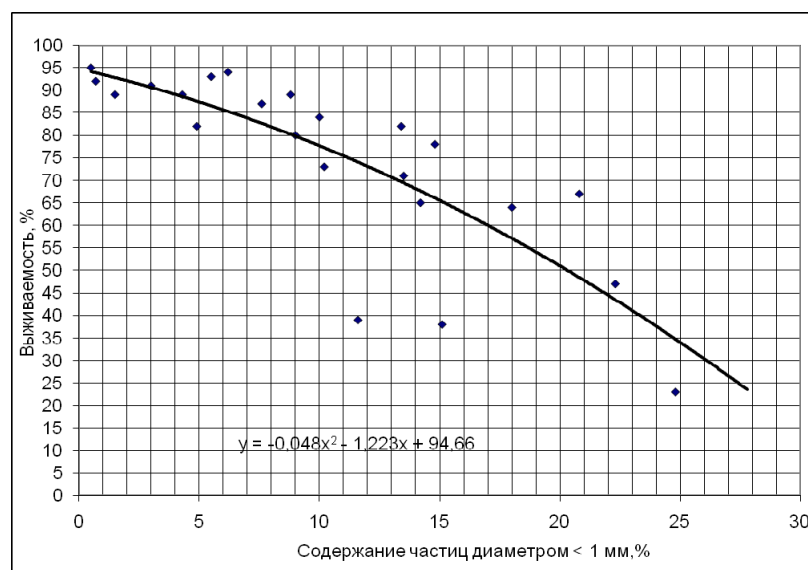


Рисунок 1. Связь между содержанием в грунте частиц диаметром <1 мм и выживаемостью икры

Таблица 1. Места вскрытия нерестовых бугров, фактическая (ФВ) и расчетная (РВ) выживаемость икры

№	Водоток	Год	Участок обследования	Содержание частиц <1 мм, %	ФВ, %	РВ, %	$\Delta$ (ФВ-РВ)
1	Даги	2005	20 м ниже	10	75	77	-2
2	Даги	2007	150 м ниже	9	76	80	-4
3	Оркуньи	2006	50 м выше	9	89	81	8
4	Набиль	2004	150 м ниже	3	93	91	2
5	Набиль	2005	150 м ниже	1	93	94	-1
6	Набиль	2006	50 м выше	3	93	91	2
7	Набиль	2007	250 м ниже	3	85	91	-6
8	Восьи	2005	500 м ниже	1	93	93	0
9	Восьи	2006	50 м выше	5	81	87	-6
10	Ю. Хандаса	2007	250 м ниже	9	82	81	1
11	Туманная	2007	150 м ниже	9	81	80	1
12	Горянка	2004	250 м ниже	12	89	74	15
13	Горянка	2005	250 м ниже	10	87	78	9
14	Горянка	2006	500 м ниже	9	89	79	10
15	Чулымка	2005	500 м ниже	5	82	87	-5
16	Чулымка	2006	500 м ниже	6	82	86	-4
17	Туровка	2005	500 м ниже	6	86	85	1
18	Туровка	2006	500 м ниже	7	88	84	4
19	Горная	2007	150 м ниже	11	84	76	8
20	Горная	2005	500 м ниже	9	86	79	7
21	Горная	2006	500 м ниже	10	82	79	3
22	Горная	2007	500 м ниже	10	81	78	3
23	Пулька	2007	150 м ниже	7	75	83	-8
24	Макарова	2005	500 м ниже	8	90	82	8
25	Макарова	2006	500 м ниже	7	88	84	4
26	Лесная-1	2005	150 м ниже	5	89	87	2
27	Лесная-1	2006	500 м ниже	6	89	85	4
28	Лесная-2	2005	500 м ниже	8	85	82	3
29	Лесная-2	2006	500 м ниже	9	87	80	7
30	Мадера	2005	500 м ниже	7	88	85	3
31	Мадера	2006	500 м ниже	8	87	82	5
32	Чинарка	2005	250 м ниже	8	87	81	6
33	Чинарка	2006	50 м выше	9	86	80	6
34	Лесная-3	2005	150 м ниже	5	87	87	0
35	Лесная-3	2006	500 м ниже	7	73	84	-11
36	Лесная-3	2007	150 м ниже	8	81	83	-2
37	Лесная-3	2007	250 м ниже	7	83	83	0
38	Лазовая-1	2007	150 м ниже	7	87	84	3
39	Лазовая-1	2007	250 м ниже	7	83	84	-1

Продолжение табл. 1

№	Водоток	Год	Участок обследования	Содержание частиц <1 мм, %	ФВ, %	РВ, %	$\Delta$ (ФВ-РВ)
40	Лазовая-2	2004	500 м ниже	7	83	84	-1
41	Лазовая-2	2005	500 м ниже	6	87	86	1
42	Лазовая-2	2006	500 м ниже	6	89	86	3
43	Лазовая-2	2007	500 м ниже	6	84	86	-2
44	Лазовая-2	2007	250 м ниже	7	87	84	3
45	Званка	2004	150 м ниже	6	83	85	-2
46	Званка	2005	500 м ниже	6	87	85	2
47	Званка	2006	500 м ниже	9	78	81	-3
48	Малахитовка	2005	500 м ниже	7	43	84	-41
49	Малахитовка	2006	500 м ниже	8	69	81	-12
50	Восточная	2007	150 м ниже	6	86	86	0
51	Восточная	2007	250 м ниже	7	89	84	5
52	Тихая	2005	Стройплощадка	8	84	82	2
53	Тихая	2006	Стройплощадка	9	87	80	7
54	Тихая	2007	20 м ниже	9	85	80	5
55	Тихая	2007	250 м ниже	8	85	81	4
56	Дудинка	2005	50 м выше	5	89	88	1
57	Дудинка	2006	50 м выше	5	85	88	-3
58	Береговая	2005	150 м ниже	15	86	66	20
59	Береговая	2006	150 м ниже	12	85	73	12
60	Янтарная	2005	150 м ниже	2	82	93	-11
61	Янтарная	2006	150 м ниже	6	81	85	-4
62	М. Подлесная	2005	500 м ниже	5	78	87	-9
63	М. Подлесная	2006	500 м ниже	3	85	91	-6
64	Ай	2006	150 м ниже	8	85	81	4
	<b>Минимум</b>			<b>1</b>	<b>43</b>	<b>66</b>	<b>-41</b>
	<b>Максимум</b>			<b>15</b>	<b>93</b>	<b>94</b>	<b>20</b>
	<b>Среднее</b>			<b>7</b>	<b>84</b>	<b>83</b>	<b>1</b>

Примечание:

На реках Лесная и Лазовая строительство переходов трубопровода велось на нескольких участках, которые условно обозначены как название водотока с порядковым номером перехода.

Как видно из полученных данных, на 22 исследованных участках (35% от общего количества) фактическая выживаемость икры ниже расчетной ( $\Delta$ ФВ-РВ<0), а на 38 участках (59% от общего количества) отмечается ее превышение ( $\Delta$ ФВ-РВ>0) (рис. 2). Показатели фактической выживаемости варьируют в пределах 43—93%, расчетной в пределах 66—94%. Среднее значение фактической и расчетной выживаемости икры лососей на исследованных участках составляет 84% и 83%, соответственно. Это согласуется с данными Ф.Н. Рухлова (1969), по которым выживаемость икры в буграх горбуши варьирует в пределах 65—90%, а средняя выживаемость икры по о. Сахалин составляет 82,3% и 75,3%

поколений четных и нечетных лет, соответственно. По данным других авторов (Гриценко и др., 1987) выживаемость икры горбуши в нерестовых буграх северных районов о. Сахалин составляет в среднем 68—82%.

Средний показатель превышения фактической выживаемости икры по сравнению с расчетной ( $\Delta\Phi B - P B > 0$ ) равен 5%. На участках с фактической выживаемостью ниже расчетной средняя величина  $\Delta\Phi B - P B < 0$  составляет -7%. Как видно из табл. 1, в пределах диапазона  $-7\% < \Delta\Phi B - P B < 5\%$  отклонение фактической выживаемости икры от расчетной отмечается на 45 участках, что составляет 70% от общего количества исследованных участков. На 19 участках (30%)  $\Delta\Phi B - P B$  выходит за пределы этого диапазона, из них на 6 участках (10%)  $\Delta\Phi B - P B < -7$  и на 13 участках (20%)  $\Delta\Phi B - P B > 5$ . Соотношение повторяемости участков показано на рис. 3.

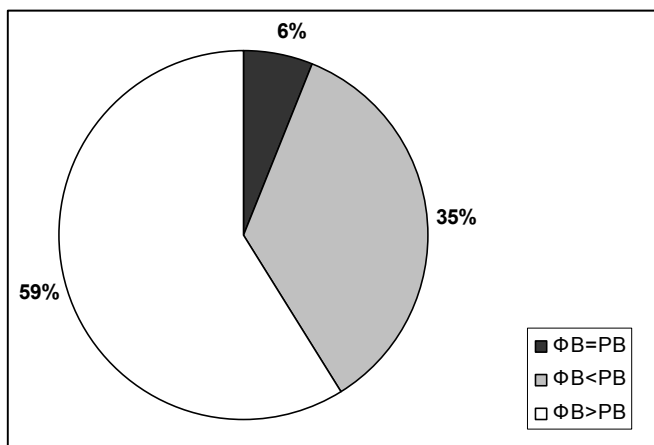


Рисунок 2. Соотношение фактической и расчетной выживаемости икры

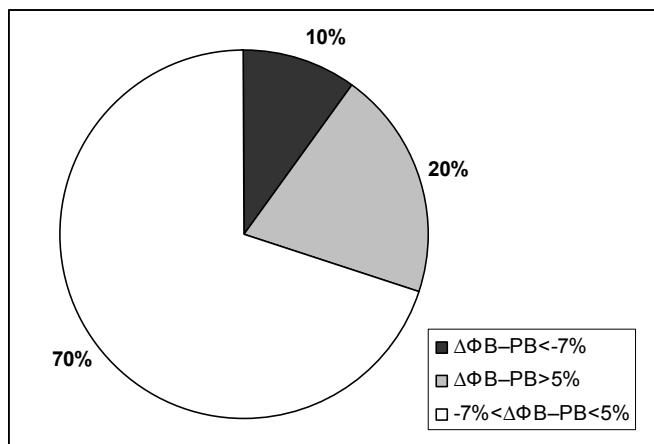


Рисунок 3. Соотношение участков с  $\Delta\Phi B - P B$  в пределах и за пределами выявленного диапазона

Отдельно стоит рассмотреть результаты, полученные на р. Малахитовка. В 2005 г. вскрытие нерестового бугра на участке показало, что фактическая выживаемость икры составляет 43%, что в 2 раза ниже расчетной выживаемости (84%). Содержание частиц <1 мм на участке составило 7%, в то время как на других водотоках с таким же содержанием доли илово-песчаных фракций грунта фактическая выживаемость икры значительно выше и варьирует от 73% до 89%. В 2006 г. наблюдалась аналогичная картина. Фактическая выживаемость икры на участке (69%) также существенно ниже расчетной (81%), однако содержание мелких фракций составляет 8%. На других участках с долей илово-песчаных фракций грунта, равной 8%, фактическая выживаемость икры варьирует от 81% до 90%. Можно предположить, что в данном случае на выживаемость икры существенно влияют другие абиотические и биотические факторы, специфичные для данного участка. Исходя из вышесказанного, участок на р. Малахитовка был исключен из дальнейшего анализа.

На 15 водотоках вскрытие бугров производилось на одних и тех же участках в течение 2—4 лет, что позволило оценить диапазон межгодовой природной вариации выживаемости икры. Результаты определения диапазона межгодовой природной вариации фактической и расчетной выживаемости икры представлены в табл. 2.

Таблица 2. Межгодовая вариация ( $\Delta$ ) фактической и расчетной выживаемости икры

№	Водоток	Показатель по годам	$\Delta$ содержание частиц <1 мм, %	$\Delta$ выживаемость икры, %	
				Фактическая	Расчетная
1	Набиль	$\Delta$ (2005—2004)	-2	0	3
2	Горянка	$\Delta$ (2005—2004)	-2	-2	4
3	Чулымка	$\Delta$ (2006—2005)	1	0	-1
4	Туровка	$\Delta$ (2006—2005)	1	2	-1
5	Горная	$\Delta$ (2006—2005)	1	-4	0
		$\Delta$ (2007—2006)	0	-1	-1
6	Макарова	$\Delta$ (2006—2005)	-1	-2	2
7	Лесная-2	$\Delta$ (2006—2005)	1	2	-2
8	Мадера	$\Delta$ (2006—2005)	1	-1	-3
9	Лазовая-2	$\Delta$ (2005—2004)	-1	4	2
		$\Delta$ (2006—2005)	0	2	0
		$\Delta$ (2007—2006)	0	-5	0
10	Званка	$\Delta$ (2006—2005)	3	-9	-4
11	Тихая	$\Delta$ (2006—2005)	1	3	-2
12	Дудинка	$\Delta$ (2006—2005)	0	-4	0
13	Береговая	$\Delta$ (2006—2005)	-3	-1	7
14	Янтарная	$\Delta$ (2006—2005)	4	-1	-8
15	М. Подлесная	$\Delta$ (2006—2005)	-2	7	4
	<b>Минимум</b>		<b>-3</b>	<b>-9</b>	<b>-8</b>
	<b>Максимум</b>		<b>4</b>	<b>7</b>	<b>7</b>

Как видно из полученных данных, межгодовая вариация фактической выживаемости икры в буграх имеет диапазон от  $-9\%$  до  $+7\%$ , расчетной — от  $-8\%$  до  $+7\%$ . Если рассматривать полученные результаты  $\Delta\text{ФВ}-\text{РВ}$ , используя диапазон изменений фактической выживаемости икры, то можно увидеть, что  $\Delta\text{ФВ}-\text{РВ}$  выходит за пределы этого диапазона всего на 10 участках.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сравнительный анализ фактической и расчетной выживаемости икры показал, что различие между этими двумя показателями в большинстве случаев незначительно. Безусловно, наиболее детальные и уточненные результаты можно получить только при проведении долговременных и сезонных наблюдений. Сложно сказать, насколько будет корректно использование данной методики для определения других биологических показателей воспроизводства лососей, используемых в научно-исследовательских целях. Однако мы полагаем, что в прикладных целях оценка потенциальной (расчетной) выживаемости икры лососей по гранулометрическому составу донных отложений представляет собой простой и эффективный метод определения состояния нерестилищ при проведении крупномасштабных исследований по рыбохозяйственному мониторингу.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- Голованов И.С.** О гидрологическом режиме нерестилищ горбуши северного побережья Охотского моря // Международный симпозиум по тихоокеанским лососям, Ю.-Сахалинск. — 1990. Тез. Докл. 9–17 сентября 1989. — С. 71–74.
- Гриценко О.Ф. и др.** Экология и воспроизводство кеты и горбуши / О.Ф. Гриценко, А.А. Ковтун, В.К. Косткин: ВО Агропромиздат. — М., 1987. — 165 с.
- Леванидов В.Я.** О гидрологическом режиме нерестилищ кеты и горбуши // Изв. ТИНРО. — 1968. Т. 64. — С. 101–125.
- Леман В.Н. и др.** Экологическая оценка влияния осушительной агромелиорации на воспроизводство лососей в нерестовых реках (Камчатка) / В.Н. Леман, В.Е. Упрямов // Материалы 5-го Всероссийского совещания: Систематика, биология, биотезника разведения лососевых рыб. — СПб., 1994. — С. 116–118.
- Методические указания.** Оценка состояния нерестилищ тихоокеанских лососей. — М.: ВНИРО, 1987. — 28 с.
- Рухлов Ф. Н.** Речной период жизни сахалинской горбуши // Рыбное хозяйство. — 1968. №12. — С. 12–17.
- Рухлов Ф.Н.** Материалы по характеристике механического состава грунта нерестилищ и нерестовых бугров горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum) и осенней кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum) на Сахалине // Вопросы ихтиологии. — 1969. Т. 9. — Вып. 5 — С. 839–849.
- Рухлов Ф.Н.** О речном периоде жизни нерестовой осенней кеты и горбуши Сахалина // Изв. ТИНРО. — 1973. Т. 91. — С. 25–30.
- Шершнев А.П. и др.** Влияние мелких частиц грунта на выживаемость икры горбуши в период эмбрионально-личиночного развития / А.П. Шершнев, А.И. Ардавичус // Рыбохозяйственные исследования в Сахалино-Курильском районе и сопредельных акваториях. — СахНИРО, 1994. — С. 68–71.