

УДК 597.5/57.084.2

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ РОТОРНОЙ ЛОВУШКИ ДЛЯ СМОЛТОВ НА РЕКАХ САХАЛИНА

С. С. Макеев¹ (smak02@mail.ru), А. А. Живоглядов²,
А. Ю. Семенченко³, П. С. Рэнд⁴

¹ ФГБУ «Сахалинрыбвод» (Южно-Сахалинск); ² Сахалинский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (Южно-Сахалинск); ³ Приморский океанариум ДВО РАН (Владивосток); ⁴ Центр дикого лосося (Портленд, Орегон, США)

Опыт применения роторной ловушки для смолтов на реках Сахалина [Текст] / С. С. Макеев, А. А. Живоглядов, А. Ю. Семенченко, П. С. Рэнд // Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сахалино-Курильском регионе и сопредельных акваториях : Труды Сахалинского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии. – Южно-Сахалинск : СахНИРО, 2013. – Т. 14. – С. 313–329.

Представлены основные результаты работы роторной ловушки для смолтов производства EG Solution (США) на двух реках южного Сахалина в 2008 и 2010 гг. Даны рекомендации по размещению и применению ловушки для разных целей: учета покатной молоди сима и промысловых видов лососей, а также изучения миграционной активности других рыб. Изучены условия миграции смолтов сима. Приведены оценки скатившихся смолтов сима в р. Таранай (2008 г.) – 28 520 экз. и в р. Быстрая (2010 г.) – 43 000 экз. Показано распределение смолтов сима по длине. Продемонстрированы возможности изучения локальных миграций резидентных видов рыб.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: южный Сахалин, реки, роторная ловушка, смолты, сима, миграции.

Табл. – 3, ил. – 12, библиогр. – 36.

Application experience of rotary screw smolt trap on the Sakhalin rivers [Text] / S. S. Makeyev, A. A. Zhivoglyadov, A. Yu. Semenchenko, P. S. Rand // Water life biology, resources status and condition of inhabitation in Sakhalin-Kuril region and adjoining water areas : Transactions of the Sakhalin Research Institute of Fisheries and Oceanography. – Yuzhno-Sakhalinsk : SakhNIRO, 2013. – Vol. 14. – P. 313–329.

The main work results of rotary screw trap (RST) produced by EG Solution (USA) are submitted for the two southern Sakhalin Rivers in 2008 and 2010. Recommendations for trap arrangement and application for different objectives are given: counting both masu smolt migrants and commercial salmon species, as well as studying migration activity of other fishes. Environmental conditions for migrating masu smolts are studied. Total numbers of masu smolt migrants in the Taranai River (2008) – 28 520 individuals and in the Bystraya River (2010) – 43 000 individuals are presented. Distribution of masu smolts by length is shown. The opportunities for studying local migrations of resident fishes are demonstrated.

KEYWORDS: southern Sakhalin, rivers, rotary screw trap, smolts, masu, migration.

Tabl. – 3, fig. – 12, ref. – 36.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из важнейших показателей, используемых при оценке численности пополнения анадромных популяций тихоокеанских лососей, является количество мигрировавшей из рек в море молоди лососей. Эту величину рассчитывают исходя из данных о количестве молоди на реках, где ведут постоянные наблюдения за воспроизводством горбуши и кеты. При этом используют, как правило, традиционные методы, разработанные в 30-х гг. прошлого века и основанные на выборочном учете мальков посредством конусной ловушки конструкции А. Я. Таранца (Таранец, 1939; Воловик, 1967; Рослый, 1975, 2002; Инструкция о порядке..., 1987). Этот метод имеет ряд недостатков (Каев, 2011) и рассчитан только на молодь лососей, проводящую в пресной воде незначительное время перед скатом в море (горбуша, кета).

Назрела необходимость перехода от простейших сетных конических ловушек к более современной технике учета молоди лососей (Золотухин, 2005). Помимо того в последние годы возросла необходимость учета мигрирующей молоди лососей, имеющей длительный пресноводный период (сима, кижуч). Примеры применения в России мереж и конических ловушек показывают их невысокую эффективность при обловах крупной молоди с хорошей плавательной способностью, которая легко избегает поимки (Кузицин и др., 2001).

Проблемы мониторинга видов лососей с длительным пресноводным периодом жизни (кижуч, чавыча, стальноголовый лосось) давно волновали ученых и менеджеров рыбного хозяйства Северо-Запада США в связи с выполнением ряда проектов по восстановлению и сохранению природных популяций и среды обитания этих лососей. Более 50 лет назад начали развиваться методы отлова смолтов этих видов с помощью плавучих ловушек (McLemore et al., 1989). Все виды ловушек закреплялись в определенной точке русла реки, с их помощью отлавливали часть молоди, совершающей миграцию вниз по течению (Rayton, 2006; Volkhardt et al., 2006).

В конце 1980-х гг. специалисты Oregon Department of Fish and Wildlife (ODFW) запатентовали роторную ловушку для смолтов (Rotary Screw Trap – RST). Эта ловушка показала хорошие результаты и нашла применение не только на реках штатов Орегон, Вашингтон, Калифорния, Айдахо (Северо-Запад США), но также в некоторых других лососевых регионах мира – Канаде, Японии, Великобритании, Ирландии, Швеции, Финляндии.

На Дальнем Востоке России RST впервые были применены на р. Амур. Рыбопромышленная компания приобрела их у производителя EG Solution (Eugene, Oregon, USA) и по договору с Хабаровским филиалом ТИНРО пыталась применить для учета молоди кеты и горбуши в основном русле Амура. Однако при этом специалисты ХфТИНРО отказались от рекомендаций производителя по выбору мест учета и применили не оригинальную методику учета, а старый метод А. Я. Таранца. В результате опыт оказался неудачным (перс. сообщ. С. Ф. Золотухина).

Если покатная миграция молоди разных видов лососей достаточно хорошо изучена (McCormick et al., 1998; Бирман, 2004; Китов, 2005; Павлов и др., 2006), то миграциям жилых и резидентных рыб в лососевых реках посвящено очень немного работ (Lucas, Baras, 2001; Таразанов, 2003).

Как известно, миграции – это эволюционное приспособление, обеспечивающее существование многих видов рыб. Историческая причина миграций – недостаток корма в репродуктивном ареале. Выделяют типы миграций по признаку направления и их связи с течением. Миграции, направленные вверх по течению, являются анадромными (контранатантными), вниз по течению – катадромными (денатантными). По биологическому значению различают нерестовые, кормовые, зимовальные – вместе они составляют миграционный цикл рыб (Никольский, 1974).

Миграционный цикл рыб в целом ведет к комплексному использованию конкретного ареала. Первый этап миграционного цикла – покатная миграция молоди – во многом определяет дальнейший масштаб и специфику миграции рыб. Формы покатных миграций могут быть различными: пассивные, активные, активно-пассивные (Павлов и др., 2007). Для лососевых рыб характерна покатная миграция молоди в стадии смолта в определенный промежуток времени («миграционное окно») (McCormick et al., 1998).

В ходе выполнения проекта мониторинга лососевых АНО «Сахалинская лососевая инициатива» (2007–2010 гг.) появилась уникальная возможность опробовать роторную ловушку на реках Сахалина. Цель данной публикации – краткое описание опыта и материалов наблюдений по трем взаимосвязанным направлениям:

1. Определение количества покатной молоди симы.
2. Оценка возможности учета молоди промысловых видов (горбуша и кета).
3. Изучение миграционной активности сопутствующих видов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Работы с применением RST проводились на реках южного Сахалина (**рис. 1**) дважды: с 13 мая по 30 июня 2008 г. на р. Таранай (в 10 км от устья) и с 28 мая по 6 июля 2010 г. на р. Быстрая (приток, впадающий в р. Лютога на 30-м километре от устья). В обоих случаях монтировали и обслуживали ловушку сотрудники Анивского отдела ихтиологии ФГБУ «Сахалинрыбвод».

Особенность ловушек этого типа – наличие внутри перфорированного конуса (ротора) подвижной шнековой части в форме Архимедова винта, которая способна вращаться вокруг центральной оси под действием тока воды или электродвигателя с редуктором. Широкая (входная) сторона ротора ориентирована против течения реки, с узкой (выходной) стороны находится накопительный живорыбный ящик. Вся конструкция выполнена из нержавеющей металла и размещена на двух плавучих понтонах (**рис. 2**).

Ловушка может находиться в рабочем (конус опущен в воду и свободно вращается) и нерабочем (конус поднят и поставлен на стопор) положениях. Приведение в рабочее и нерабочее положение осуществляется посредством лебедки. После приведения ротора в рабочее положение водный поток, действуя на шнек, приводит конус во вращение.

В результате мигрирующие вниз по течению водные обитатели, попадая во входное отверстие конуса, плавно перемещаются к выходному, откуда попадают в живорыбный ящик. После проведения учета всех отловленных рыб выпускают.



Рис. 1. Карта-схема района работ
Fig. 1. A schematic map of the study area

проведения обловов использовали стандартную воронкообразную мальковую ловушку из капронового сита № 4 с квадратным сечением входного отверстия (площадью 0,25 м²) и длиной кутца ловушки 2,0 м. Обловы проводились с паромной переправы или, после падения уровня воды, в заброд.

Коэффициент уловистости RST для лососей с длительным пресноводным периодом жизни (сима) определяли методом мечения рыб путем ампутации

Фирма EG Solution производит RST двух моделей – диаметром входного отверстия 5 футов и 8 футов (соответственно 152 и 244 см), на Сахалин была поставлена ловушка большего размера и без электродвигателя. Выяснилось, что для эффективной работы ловушки необходима глубина не менее 120 см, а скорость течения – не менее 0,7 м/сек. Это существенно ограничивает применение ловушки на малых реках. Подходящие места с трудом удалось найти на обеих реках в районах забоек рыбоводных заводов.

При малой глубине ротор может задевать дно реки, что препятствует его свободному вращению. При снижении скорости вращения ротора с 4–6 оборотов в минуту до 0,5 оборотов в минуту рыбы, имеющие хорошую плавательную способность, могут свободно покинуть ловушку.

Обловы роторной ловушкой вели как в темное, так и в светлое время суток, преимущественно со времени наступления сумерек и до утра (около 12 часов). На р. Таранай с 13 мая по 30 июня 2008 г. сделано 30 обловов роторной ловушкой, общий застой ловушки составил 348 часов. На р. Быстрая с 28 мая по 6 июля 2010 г. в связи с низким уровнем воды проведено всего 11 обловов с общим застоём 132 часа, из них два (48 часов) – после мощных дождевых паводков.

Параллельно с обловами RST неподалеку на обеих реках выполняли учет покатной молоди лососей с коротким пресноводным периодом (горбуши и кеты) традиционным методом выборочных обловов (Инструкция о порядке..., 1987). Согласно данной методике, для

кусочков плавников. Для временного обездвижения рыб при мечении использовали спиртовой раствор гвоздичного масла. Концентрацию раствора подбирали опытным путем. На р. Таранай было проведено всего четыре серии мечения смолтов, пестряток и пресмолтов симы, общее количество меченых особей – 198 экз. Рыб с ампутированными плавниками относили в 10-литровые емкости на 300 м выше по течению от ловушки и выпускали. Повторный вылов меченых особей давал возможность рассчитать уловистость ловушки, для смолтов она оказалась равной 15,0%, для пестряток и пресмолтов – 15,6%.

На р. Быстрая мечение провести не удалось.



Рис. 2. RST в рабочем положении (р. Таранай, 2008 г.)

Fig. 2. RST in a working position (Taranai River, 2008)

Регулярно проводили гидрологические промеры в створе ловушки. Измеряли скорость течения, площадь сечения реки, расход воды. Доля площади погруженной части ротора RST от площади сечения реки на р. Таранай изменялась от 23,3 до 25,3%, на р. Быстрая – от 4,3 до 7,1%. Температуру водного потока регистрировали посредством термологгера VEMCO.

Эксплуатация данной модели ловушки имеет ряд особенностей по сравнению с традиционными для российского Дальнего Востока методами учета покатной молоди. Так, подсчет и промеры пойманной рыбы осуществляются непосредственно на борту конструкции. Накопленная в приемной емкости рыба обычно не повреждается и не подвергается асфиксии, поскольку предусмотрено постоянное освежение живорыбного ящика проточной водой, что позволяет отпускать рыб в среду обитания с минимальными повреждениями. В силу высокой плавучести и хорошей остойчивости проведение учетных работ с борта RST возможно при значительных скоростях течения и высоких уровнях воды (что при традиционных методах учета затруднительно и небезопасно).

В период интенсивного цветения прибрежной растительности необходима частая очистка живорыбного ящика от растительных фрагментов, поскольку предусмотренный конструкцией специальный барабан в данных условиях недостаточно эффективен, а избыточное количество фрагментов растений может привести к гибели рыб в приемной емкости.

Выловленная молодь лососей промерялась по длине АС, у остальных рыб промеряли длину АД (Правдин, 1966). Онтогенетические стадии симы определялись визуальным осмотром (Крыхтин, 1962; Kubo, 1974; Смирнов, 1975; Никифоров, Игнатьев, 2008).

Большинство рыб после осмотра и промера выпускались в живом виде, полный биологический анализ проводили в случаях гибели рыбы в живорыбном ящике.

Возраст выловленных рыб (исключая молодь симы) – гольцов, гобиид, колюшек и гольянов, определяли по размерным рядам.

Количество рыб разных онтогенетических стадий, учтенных и промеренных во время проведения работ, приведено в **таблице 1**. Видовые названия даны в соответствии с принятой зоологической номенклатурой (Богуцкая, Насека, 2004).

Таблица 1

Количество промеренного биологического материала

Table 1

Amount of measured biological material

Вид	Возраст, стадия развития	Таранай, 2008 г.	Быстрая, 2010 г.
Горбуша – <i>Oncorhynchus gorbuscha</i>	0+	Не учитывалась	
Сима – <i>Oncorhynchus masou</i>	0+	166	1 697
	Пестрятки и пресмолты	2 931	458
	Смолты	355	245
	Карликовые самцы	1	2
	Производители	1	–
Кета – <i>Oncorhynchus keta</i>	0+	246	53
Кунджа – <i>Salvelinus leucomaenis</i>	1+–2+	20	3
Южная мальма – <i>Salvelinus curilus</i>	1+–3+	23	2
Тихоокеанская минога – <i>Lethenteron camtschaticum</i>	Пескоройка 1+–3+	8	19
	Смолты	5	23
	Производители	533	32
Сахалинский подкаменщик – <i>Cottus amblystomopsis</i>	1+–4+	1 427	3
Красноперки – <i>Tribolodon</i> spp.	0+	1 250	
	1+–4+	62	341
Сибирский голец – <i>Barbatula toni</i>	0+–4+	275	416
Кольчатый дальневосточный бычок – <i>Chaenogobius annularis</i>	1+–4+	12	–
Озерный гольян – <i>Phoxinus phoxinurus</i>	1+–3+	10	–
Трехиглая колюшка – <i>Gasterosteus aculeatus</i>	1+	1	1
Сахалинская колюшка – <i>Pungitius tymensis</i>	1+	–	13
Всего	15 видов, 7 семейств	7 326	3 308

Попадались также дальневосточная жаба *Bufo gargarizans*, мохнаторукий пресноводный краб *Eriocheir japonicus* (р. Таранай) и молодь курильской жемчужницы *Dahurinaia kurilensis* (р. Быстрая).

Некоторые результаты обловов и промеров представлены в **таблице 2**.

Таблица 2

Уловы ловушки и размерные показатели собранного материала

Table 2

Trap catches and size characteristics of the material sampled

Вид, стадия	Средний улов на усилие, экз./час.		Длина АС (AD), мин–макс/сред., мм	
	Таранай, 2008 г.	Быстрая, 2010 г.	Таранай, 2008 г.	Быстрая, 2010 г.
Сима, сеголетки	0,48	12,86	$\frac{36-60}{47}$	$\frac{31-60}{45}$
Сима, пестрятки и пресмолты	8,42	3,47	$\frac{70-132}{99}$	$\frac{66-126}{88}$
Сима, смолты	1,02	1,86	$\frac{100-165}{123}$	$\frac{100-145}{119}$
Кета, сеголетки	0,71	0,40	$\frac{34-50}{39}$	$\frac{36-57}{39}$
Минога, пескоройки	0,02	0,14	$\frac{80-220}{130}$	$\frac{75-230}{140}$
Минога, смолты	0,01	0,17	$\frac{172-220}{188}$	$\frac{160-240}{180}$
Минога, взрослые	1,53	0,24	$\frac{305-435}{351}$	$\frac{300-600}{500}$
Сахалинский подкаменщик	4,10	0,02	$\frac{60-170}{117}$	$\frac{77-82}{80}$
Сибирский голец (усач)	0,79	3,15	$\frac{40-160}{103}$	$\frac{60-150}{84}$
Красноперки	3,77	2,58	$\frac{40-230}{50}$	$\frac{70-180}{118}$
Кунджа	0,05	0,02	$\frac{130-230}{191}$	$\frac{130-160}{150}$
Мальма	0,07	0,01	$\frac{77-180}{131}$	$\frac{140-160}{150}$
Бычок	0,03	–	$\frac{95-200}{126}$	–
Озерный голянь	0,03	–	$\frac{95-105}{99}$	–
Сахалинская колюшка	–	0,10	–	$\frac{57-62}{60}$

Визуальный учет рыб при помощи легководолазного оборудования (метод snorkелинга) проведен с 7 июня по 11 июля 2008 г. Учет выполнен на участке русла р. Таранай общей длиной 10 км, из которых 6 км расположены выше плотины забойки Таранайского ЛРЗ.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Определение количества поклатной молодежи симы

Проходной образ жизни свойственен рыбам многих таксономических групп, но лишь у лососей и миног переходу молодежи из пресной воды в морскую предшествует сложный комплекс морфологических, физиологических,

поведенческих и биохимических перестроек, называемый смолтификацией (Варнавский, 1980). В период смолтификации происходит развитие осморегуляторного аппарата. Миграция молоди лососей в море обусловлена расширением адаптивных возможностей организма (Баранникова, 1975).

Ловушка позволяет наблюдать различные фазы развития молоди симы: дифференциации, смолт-трансформации и покатной миграции (Kubo, 1974; 1980), а также активно-пассивный характер покатной миграции (Павлов и др., 2007). В период работы RST в зоне ее облова непрерывно перемещается конгломерат из сеголеток, пестряток, пресмолтов и смолтов симы. Японские исследователи выделяют среди молоди симы множество стадий и разновидностей: *fry*, *early parr*, *advanced parr*, *late parr*, *silvery parr*, *stream resident parr*, *pre-smolt*, *mid-smolt*, *post-smolt*, *pseudo-smolt* и др. (Kubo, 1980; Mayama, 1992). Но в нашем исследовании мы выделяли только сеголеток, пестряток (в том числе пресмолтов) и смолтов.

Сеголетки попадают в большом количестве, так как в этот период они переходят от стайного обитания на мелководьях к этапу нагула в стрежневой части реки (Крыхтин, 1962; Смирнов, 1975; Никифоров, Игнатьев, 2008). Сеголетки природного происхождения при этом предпочитают смещаться от нерестилищ вниз по течению (Nagata et al., 1994). Рыбки, которые приобретают характерные черты пестряток, имеют яркую пеструю окраску. На боках тела выделяются ряды темных пятен разного размера, вдоль средней линии тела проходит узкая розовая полоска. По сравнению с предшествующим мальковым этапом у них заметно повышается высота тела, а окраска плавников ослабевает. Плавники становятся светло-серыми, только верхнее окончание спинного плавника имеет оранжевый оттенок.

Сеголетки отмечались в уловах ловушки весь период наблюдений. Длина их в этот период не превышает 60 мм, причем по длине сеголетки и пестрятки-годовики не перекрываются. Количество сеголеток симы, учтенных в уловах ловушки в р. Быстрая, было гораздо больше, чем в р. Таранай. Однако значительная часть их была учтена в период очень мощных паводков 23 июня и 6 июля 2010 г.

В период смолт-трансформации у части пестряток линейный рост начинает преобладать над объемным, рыбки приобретают более прогонистую форму тела и яркую серебристую окраску (Крыхтин, 1962; Kubo, 1974; Смирнов, 1975; Макеев и др., 1990). Темные пятна на боках тела становятся почти незаметными или слегка различаются при косом освещении. Исчезает краснота на боках и плавниках. У пресмолтов пятна на боках остаются, но плавники становятся черными. Иногда встречаются серебристые пестрятки, занимающие по окраске промежуточное положение.

Работа RST позволила точно определить время начала покатной миграции. В р. Таранай первый выраженный смолт симы обнаружен 30 мая при средне-суточной температуре воды около 8°C. Нарастание числа смолтов совпало с прогревом воды до 13°C и с наступлением периода новолуния 3 июня. Незначительное снижение интенсивности ската смолтов наблюдалось при похолодании до 10°C. Смолты симы в уловах RST встречались до того, как ловушка остановилась 21 июня, но уже 30 июня ни одного смолта отмечено не было.

В р. Быстрая первый смолт был обнаружен 31 мая (при температуре около 7°C), но почти весь период массовой покатной миграции смолтов симы ло-

вухка была неработоспособна из-за низких уровней воды. Большое количество смолтов было выловлено в период мощного паводка 23 июня, а 6 июля их число уже было небольшим. Новолуние в период ската в 2010 г. отмечалось с 13 по 20 июня.

Таким образом, в р. Таранай покатная миграция симы наблюдалась 32 дня, в р. Быстрая – 37 дней. Началу ската соответствовала температура воды 7–8°C, пик наблюдался в температурном интервале 13–18°C и был приурочен к новолунию. Скаты происходили при равномерном снижении уровня воды, массовые уловы были приурочены к мощным паводкам (рис. 3).

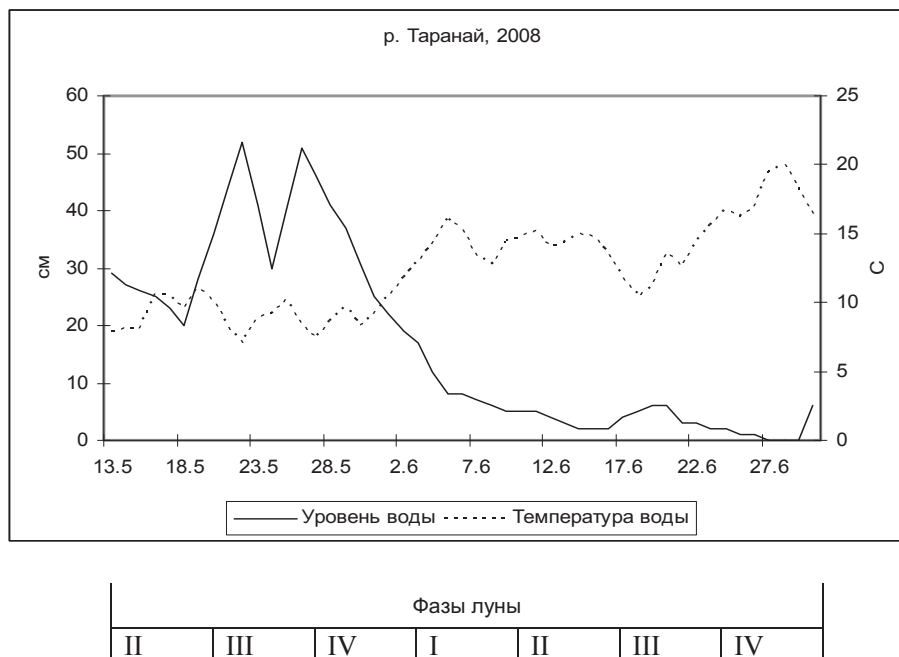


Рис. 3. Условия в период покатной миграции смолтов симы в р. Таранай в 2008 г.

Fig. 3. Environmental conditions during the down-stream migration of masu salmon smolts in the Taranai River in 2008

Так как процесс смолтификации протекал некоторое время и ниже по течению, мы не могли точно знать, какая часть мигрирующих пестряток и пресмолтов совершит покатную миграцию. Предположив, что в реке останется как минимум та часть молоди, которая будет скатываться на следующий год в возрасте 2+ (в среднем за все годы наблюдений – 28,7% от общего числа рыб), мы приняли, что из учтенных пестряток и пресмолтов около 70% станет смолтами и скатится в этом году.

С учетом интерполяции на пропущенные дни обловов за весь срок учетных работ в р. Таранай скатилось 883 смолта, или при коэффициенте уловистости 15,0% – 5 887 экз. Пестряток и пресмолтов попало 5 044, или с учетом коэффициента уловистости 15,6% – 32 333 экз. Применяя оценочную цифру доли покатников в этой категории (70%), получим 22 633 экз. Таким образом, общее количество скатившейся молоди симы оценивается величиной 5 887+22 633=28 520 экз. Динамика катадромной миграции симы разных стадий жизненного цикла в р. Таранай представлена на рисунках 4–6.

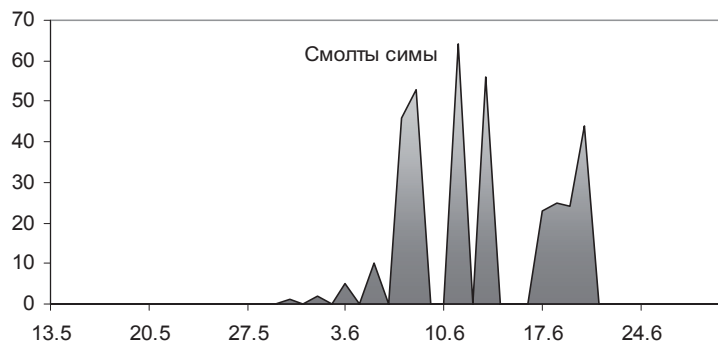
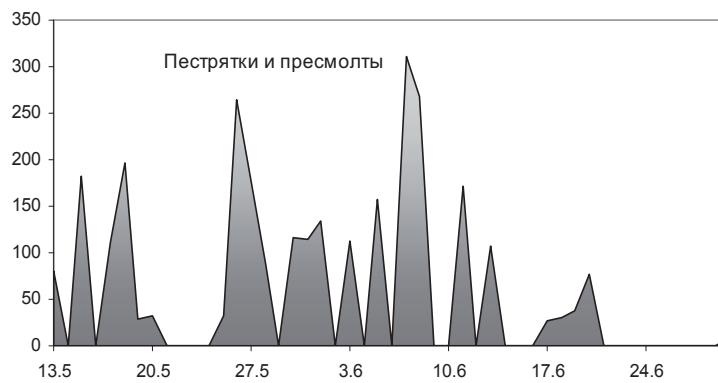
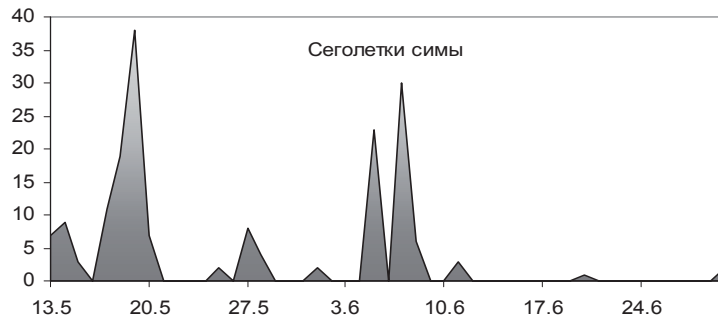


Рис. 4–6. Динамика миграций сеголеток, пестряток, пресмолтов и смолтов симы в р. Таранай, 2008 г.

Fig. 4–6. Dynamics of migrations of masu salmon fingerlings, parrs, presmolts, and smolts in the Taranai River in 2008

Для р. Быстрая путем интерполирования полученных данных получили оценку числа покатной молодежи симы приблизительно 43 000 экз.

С помощью RST удалось собрать материал по размерному составу смолтов симы в двух реках. Для смолтов р. Таранай (промерено 355 экз.) отмечена бимодальность распределения по длине (**рис. 7**). Подобного не наблюдалось

для смолтов р. Быстрая (245 экз.). Возможно, это явление связано с тем, что в р. Таранай было 25,7% смолтов возраста 2+ против 14,0% в р. Быстрая.

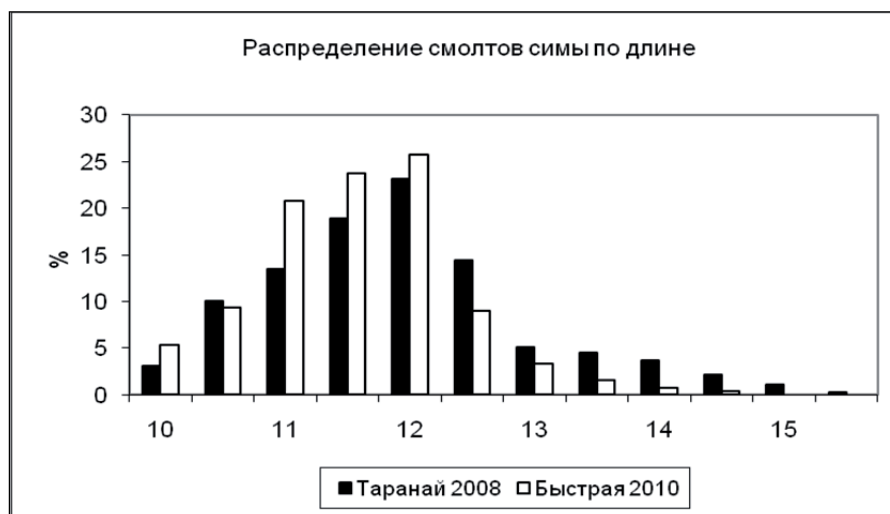


Рис. 7. Распределение смолтов симы по длине, р. Таранай, 2008 г.

Fig. 7. Distribution of masu salmon smolts by length in the Taranai River, 2008

Оценка возможности учета молоди промысловых видов (горбуша и кета)

Сравнить численность молоди горбуши, попавшей в RST и учтенной традиционными методами, оказалось возможным только для четырех обловов в р. Таранай – с 18 по 21 мая. В этом случае среднее расчетное количество покатной молоди горбуши превысило уловы ловушки в 68,3 раза, то есть уловистость RST для молоди горбуши составила всего 1,5%. Эта цифра выглядит сильно заниженной, так как рабочая площадь RST составляла в этот период около 25% от площади сечения реки, и если бы расчет велся по площади, то в момент пика ската молоди горбуши (22 мая – 3,4 млн экз.) улов RST должен был бы составить 850 000 экз.

Вероятно, недоучет частично можно объяснить высокой выедаемостью хищными рыбами молоди горбуши в живорыбном ящике. 7 июня в ночном улове RST в р. Таранай покатники горбуши были отмечены в 100% желудков сахалинских подкаменщиков и 64% желудков старшей молоди симы.

Оценить коэффициент уловистости для молоди кеты по имеющимся данным оказалось невозможно по схожим причинам. С другой стороны, в уловах RST молодь кеты встречалась почти через месяц после окончания учета традиционным методом.

Установка разделительной сетки в живорыбном ящике оказалась неэффективной, так как в этом случае растительные фрагменты не удалялись вращающимся барабаном и смертность рыб в ящике резко повышалась.

Изучение миграционной активности сопутствующих видов

В уловах RST встречались особи 12 видов круглоротых и рыб разных онтогенетических стадий и возрастов, использующих то же «миграционное окно», что и молодь симы (рис. 8–11). Это не только анадромная тихоокеанская мино-

га, амфидромные подкаменщик и трехиглая колюшка, полупроходные формы трех видов дальневосточных красноперок рода *Tribolodon*. Локальные массовые перемещения совершают даже такие оседлые рыбы, как южная мальма, сибирский голец, сахалинская колюшка, озерный голянь и кольчатый дальневосточный бычок. Эти перемещения определяются активным расселением особей и групп организмов с целью расширения репродуктивной и трофической частей ареала (Бигон и др., 1989).

Приводим результаты обловов сопутствующих видов рыб в р. Таранай, которые во многом объясняются воздействием серьезного препятствия для свободных контранатантных миграций. При этом результаты работы RST в р. Быстрая могут рассматриваться как контрольные, так как на этой реке препятствий не было.

Тихоокеанская минога – *Lethenteron camtschaticum*

Анадромная миграция миноги может проходить как весной, так и осенью, в последнем случае производители зимуют в ямах нижнего и среднего течения (Гриценко, 2002).

В р. Таранай взрослые особи попадались до нереста по 30 мая, с 1 по 13 июня начали встречаться посленерестовые, с 15 июня – только после нереста. 129 экземпляров производителей были помечены надрезанием плавников и занесены вверх выше плотины, около 20 экз. попались вторично, погибающие после нереста и сносимые вниз течением. В р. Быстрая посленерестовые миноги встречались с 5 июня. Скот смолтов и пескороек миноги трех возрастов (согласно петерсеновским кривым) отмечался в обеих реках.

Сахалинский подкаменщик – *Cottus amblystomopsis*

В уловах RST встречались донерестовые особи. Нерестовая миграция проходит вверх по течению (Черешнев, 2003). При этом размещение нерестующих пар контактно – самцы, занявшие подходящее нерестовое обитание, активно защищают его, отгоняя других самцов. Необходимое условие для нереста – наличие плоского камня площадью не менее 20–45×18–32 см с открытым пространством на его нижней поверхности, достаточным для размещения кладки (Goto, 1983).

Если в р. Таранай только за одну ночь 7 июня в ловушку попало 585 экз. подкаменщика, то в р. Быстрая за все время работ – всего 3 экз. 7 июня в р. Таранай число самок у сахалинского подкаменщика в два раза превышало число самцов. Меченые и занесенные выше плотины 81 экз. не возвращались, что доказывает контрнатантный характер миграции.

Сибирский голец – *Barbatula toni*

Особи этого вида в массе встречались в уловах RST в обеих реках весь период наблюдений с пиком около 9 июня. Вероятно, в зонах облова ловушки преобладали денатантные миграции.

Красноперки – *Tribolodon* spp.

Сеголетки красноперок в массе попадались в обеих реках, но взрослые особи и представители старшей молодежи – только в р. Таранай.

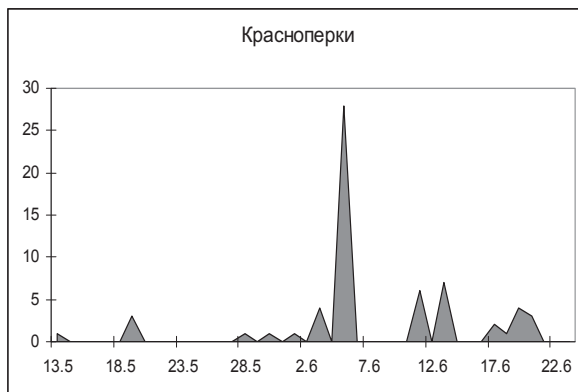
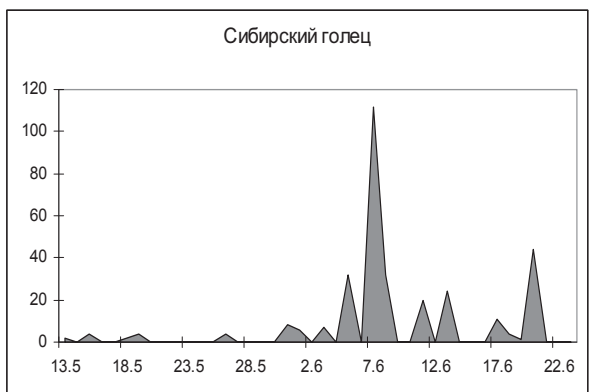
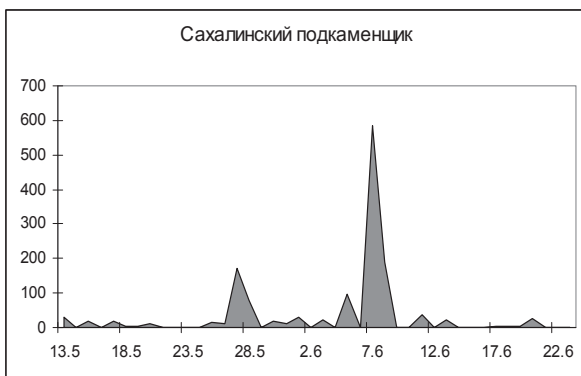
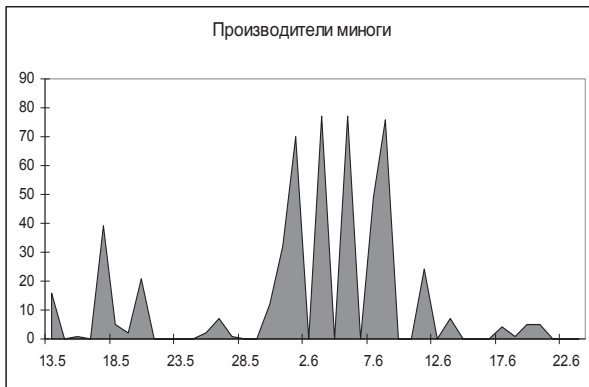


Рис. 8–11. Уловы разных видов рыб в р. Таранай, 2008 г.
Fig. 8–11. Catches of different fish species in the Taranai River, 2008

Кольчатый дальневосточный бычок – *Chaenogobius annularis*

Встречался в уловах RST только в р. Таранай весь период наблюдений.

Озерный голянь – *Phoxinus phoxinus*

Преднерестовые миграции совершал в р. Таранай с 9 по 20 июня предположительно из стариц ниже расположения ловушки.

Трехиглая колюшка – *Gasterosteus aculeatus*

Единственный случай поимки преднерестовой трехиглой колюшки отмечен 20 мая в р. Таранай.

Сахалинская колюшка – *Pungitius tymensis*

Встречалась в р. Быстрая весь период наблюдений. Вероятно, населяет ручьи, расположенные немного выше по течению, и проявляет денатантный тип миграции.

Единично в обеих реках встречались также жилая мальма и молодь кунджи.

По нашему мнению, RST позволила отследить одинаковую ситуацию для многих видов (минога, подкаменщик, красноперки, бычок, голянь, мальма, кунджа). Особи осуществляли контранатантную нерестовую миграцию, доходили до плотины забойки Таранайского ЛРЗ, у которой в этот период рыбоход не функционировал, и вынуждены были в поисках подходящих местообитаний скатываться вниз по течению. То есть наблюдалась вторичная денатантная миграция. Однажды в ловушку попала даже особь взрослой половозрелой симы.

Воздействие плотины как препятствия миграции многих видов рыб подтверждено визуальными подводными наблюдениями. Так, плотность наиболее массовых видов рыб, учтенных на близких по характеристикам участках русла р. Таранай выше и ниже плотины, отличалась довольно существенно (табл. 3).

Таблица 3

Плотность массовых видов рыб на участках верхнего и нижнего бьефа плотины Таранайского ЛРЗ, июнь–июль 2008 г.

Table 3

Density of mass fish species at upstream and downstream sites of the Taranai Hatchery, June–July 2008

Вид	Плотность, шт./м ²	
	верхний бьеф	нижний бьеф
Сима, молодь	0,01	0,05
Мальма	0,0008	0,0007
Сибирский голец	0,002	0,036
Красноперки, молодь	0,003	0,043
Кунджа	0,0001	0
Сахалинский подкаменщик	0,06	0,09

Помимо того, в межгодовом аспекте отмечено заметное снижение численности нерестового стада симы в бассейне реки Таранай (рис. 12).



Рис. 12. Численность нерестового стада сима в бассейне р. Таранай, 1991–2011 гг.
 Fig. 12. Masu salmon spawning stock abundance in the Taranai River, 1991–2011

ВЫВОДЫ

1. Конструкция роторной ловушки позволяет получать данные о биоразнообразии, динамике миграционной активности и размерно-возрастном составе проходного и резидентного рыбного населения, мигрирующего через створ учетных работ.

2. Для беспрепятственной работы место установки RST должно соответствовать следующим требованиям – глубина в период межени не менее 1,2 м, скорость течения – 0,7–2,0 м/сек. Принимая во внимание указанные ограничения, данную модель роторной ловушки нельзя применять на большинстве малых рек Сахалинской области.

3. Следует с определенной периодичностью выполнять калибровку RST для уточнения коэффициента уловистости разных видов рыб. Поскольку мечение мелких рыб путем ампутации плавников в полевых условиях затруднено, необходимо применение других способов мечения, например, прижизненной окраски молоди клеточными красителями (Рослый, Куликова, 1967).

4. Для применения RST в системе мониторинга численности горбуши *O. gorbuscha* и кеты *O. keta* необходимо решить проблему выедания пократной молоди данных видов в приемной емкости более крупными рыбами. Существующая конструкция пригодна для учета молоди лососей с длительным пресноводным периодом жизни, например, сима *O. masou*.

5. Учитывая сказанное, можно рекомендовать использование подобных ловушек на крупных и средних реках о. Сахалин для учета молоди лососей с длительным пресноводным периодом жизни в дополнение к традиционным методам мониторинга. На малых реках предпочтительнее применять RST меньшего размера (диаметром ротора 5 футов).

6. Ловушка применима для изучения локальных миграций туводных видов рыб. Для р. Таранай в связи с существованием непреодолимого препятствия для контранатантных миграций разных видов следует разработать рекомендации по пересмотру режима эксплуатации рыбохода.

БЛАГОДАРНОСТИ

Выполнение работ стало возможным благодаря поддержке АНО «Сахалинская лососевая инициатива», ФГБУ «Сахалинрыбвод», Центра дикого лосося, нефтегазовой компании «Сахалин Энерджи», Анивского бассейнового совета. Авторы признательны работникам Анивского отдела ихтиологии ФГБУ «Сахалинрыбвод» за техническую помощь в сборке и обслуживании RST, всем принявшим участие в работах, а также В. Д. Никитину (ФГУП «СахНИРО») за обмен мнениями по некоторым вопросам, затронутым в статье.

ЛИТЕРАТУРА

- Баранникова, А. И.** Функциональные основы миграции рыб [Текст] / А. И. Баранникова. – Л. : Наука, 1975. – 210 с.
- Бигон, М. Экология. Особи, популяции и сообщества [Текст] / М. Бигон, Дж. Харпер, К. Таунсенд. – М. : Мир, 1989. – Т. 1. – 667 с.
- Бирман, И. Б.** Морской период жизни и вопросы динамики стада тихоокеанских лососей [Текст] / И. Б. Бирман. – М. : ФГУП «Нац. рыб. ресурсы», 2004. – 172 с.
- Богущая, Н. Г. Каталог бесчелюстных и рыб пресных и солоноватых вод России с номенклатурными и таксономическими комментариями [Текст] / Н. Г. Богущая, А. М. Насека. – М. : Товарищество науч. изд. КМК, 2004. – 389 с.
- Варнавский, В. С.** Смолтификация лососевых [Текст] / В. С. Варнавский. – Владивосток : ДВО АН СССР, 1980. – 180 с.
- Воловик, С. П.** Методы учета и некоторые особенности поведения покатной молоди горбуши в реках Сахалина [Текст] / С. П. Воловик // Изв. ТИНРО. – 1967. – Т. 61. – С. 104–117.
- Гриценко, О. Ф.** Проходные рыбы острова Сахалин (систематика, экология, промысел) [Текст] / О. Ф. Гриценко. – М. : Изд-во ВНИРО, 2002. – 248 с.
- Золотухин, С. Ф.** История развития методики и техники учета молоди лососей на примере р. Амур [Текст] / С. Ф. Золотухин // Изв. ТИНРО. – 2005. – Т. 140. – С. 97–107.
- Инструкция** о порядке проведения обязательных наблюдений за дальневосточными лососевыми на КНС и КНП бассейновых управлений рыбоохраны и стационарах ТИНРО [Текст]. – Владивосток : ТИНРО, 1987. – 23 с.
- Каев, А. М.** Методическое руководство по количественному учету покатной молоди горбуши и кеты в малых реках методом выборочных обловов [Текст] / А. М. Каев. – Ю-Сах. : СахНИРО, 2011. – 16 с.
- Крыхтин, М. Л.** Материалы о речном периоде жизни симы [Текст] / М. Л. Крыхтин // Изв. ТИНРО, 1962. – Т. 68. – С. 84–132.
- Китов, В. В.** Особенности ската молоди рыб в реке Кухтуй (Охотский район, Хабаровский край) [Текст] / В. В. Китов // Чтения памяти В. Я. Леванидова. – 2005. – Вып. 3. – С. 629–635.
- Покатная миграция молоди проходной камчатской микижи *Parasalmo mykiss* в реках Западной Камчатки [Текст] / К. В. Кузицин, Д. С. Павлов, К. А. Савваитова и др. // Вопр. ихтиологии. – 2001. – Т. 41, вып. 2. – С. 220–231.
- Макеев, С. С. Биология симы в пресноводный период жизни [Текст] / С. С. Макеев, В. Ф. Беловолов, С. Н. Никифоров // Рыб. хоз-во. – 1990. – № 10. – С. 42–43.
- Никифоров, С. Н. Биология молоди симы *Oncorhynchus masou* (Brevoort) (Salmonidae) в водотоках южной части Сахалина [Текст] / С. Н. Никифоров, Ю. И. Игнатъев // Тр. СахНИРО. – 2008. – Т. 10. – С. 57–76.
- Никольский, Г. В.** Экология рыб [Текст] / Г. В. Никольский. – М. : Высшая школа, 1974. – 356 с.
- Покатная миграция молоди лососевых рыб и круглоротых в бассейне реки Утхолок [Текст] / Д. С. Павлов, Е. А. Кириллова, П. И. Кириллов и др. // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей : Материалы VII междунар. конф. (29–29 нояб. 2006 г.). – П-Камчат., 2006. – С. 112–115.

- Павлов, Д. С. Механизмы покатной миграции молоди речных рыб [Текст] / Д. С. Павлов, А. И. Лупандин, В. В. Костин. – М. : Наука, 2007. – 213 с.
- Правдин, И. Ф. Руководство по изучению рыб, преимущественно пресноводных [Текст] / И. Ф. Правдин. – М. : Пищ. пром-ть, 1966. – 376 с.
- Рослый, Ю. С. Биология и учет молоди лососей в период миграции в русле Амура [Текст] / Ю. С. Рослый // Изв. ТИНРО. – 1975. – Т. 98. – С. 113–128.
- Рослый, Ю. С. Динамика популяций и воспроизводство тихоокеанских лососей в бассейне Амура [Текст] / Ю. С. Рослый. – Хабаровск, 2002. – 210 с.
- Рослый, Ю. С. О мечении мальков тихоокеанских лососей витальным окрашиванием [Текст] / Ю. С. Рослый, Н. И. Куликова // Изв. ТИНРО. – 1967. – Т. 61. – С. 315–318.
- Смирнов, А. И. Биология размножения и развитие тихоокеанских лососей [Текст] / А. И. Смирнов. – М. : Изд-во МГУ, 1975. – 335 с.
- Таразанов, В. И. Особенности ската молоди рыб в эстуанной части реки Раздольной (Приморский край) [Текст] / В. И. Таразанов // Чтения памяти В. Я. Леванидова. – 2003. – Вып. 2. – С. 454–459.
- Таранец, А. Я. Исследования нерестилиц кеты и горбуши в р. Иски [Текст] / А. Я. Таранец // Рыб. хоз-во. – 1939. – № 12. – С. 1–4.
- Черешнев, И. А. Новые данные по морфологии и биологии малоизученных бычков-подкаменщиков рода *Cottus* (Cottidae, Scorpaeniformes) о. Кунашир [Текст] / И. А. Черешнев // Чтения памяти В. Я. Леванидова. – 2003. – Вып. 2. – С. 368–376.
- Goto, A. Spawning habits and reproductive isolating mechanism of two closely related river-sculpins, *Cottus amblystomopsis* and *C. nozawae* [Text] / A. Goto // Japanese Journal of Ichthyology. – 1983. – Vol. 30, No. 2. – P. 168–175.
- Kubo, T. Notes on the phase differentiation and smolt transformation of juvenile masu salmon (*Oncorhynchus masou*) [Text] / T. Kubo // Sci. Rep. Hokkaido Salmon Hatchery. – 1974. – No. 28. – P. 9–26.
- Kubo, T. Studies on the life history of “masu” salmon (*Oncorhynchus masou*) in Hokkaido [Text] / T. Kubo // Sci. Rep. Hokkaido Salmon Hatchery. – 1980. – No. 34. – P. 1–95.
- Lucas, M. C. Migration of freshwater fishes [Text] / M. C. Lucas, E. Baras. – Blackwell Science, 2001. – 440 p.
- Mayama, H. Studies on the freshwater life and propagation technology of masu salmon, *Oncorhynchus masou* (Brevoort) [Text] / H. Mayama // Sci. Rep. Hokkaido Salmon Hatchery. – 1992. – No. 46. – P. 1–156.
- Movement, migration, and smolting of Atlantic salmon (*Salmo salar*) [Text] / S. D. McCormick, L. P. Hansen, T. P. Quinn, R. L. Saunders // Can. J. Fish Aquat. Sci. – 1998. – 55 (Suppl. 1). – P. 77–92.
- A floating trap for sampling downstream migrant fishes [Text] / C. E. McLemore, F. H. Everest, W. R. Humphreys, M. F. Solazzi. – USDA, Forest Service, 1989. – 7 p.
- Nagata, M. Dispersal of wild and domestic masu salmon fry (*Oncorhynchus masou*) in an artificial channel [Text] / M. Nagata, N. Nakajima, M. Fujiwara // Journal of Fish Biology. – 1994. – No. 45. – P. 99–109.
- Rayton, M. D. Field Manual Okanogan Basin Monitoring and Evaluation Program Rotary Screw Trap Protocols [Text] / M. D. Rayton. – 2006. – 22 p.
- Rotary Screw Traps and Inclined Plane Screen Traps [Text] / G. C. Volkhardt, S. L. Johnson, B. A. Miller et al. // Salmonid Field Protocols Handbook: Techniques for assessing status and trends in salmon and trout populations. – 2006. – P. 235–266.