

УДК 597.587.9 – 116(265.53)

DOI: 10.15853/2072-8212.2020.57.22-41

КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ УЧЕТ СМОЛТОВ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ УЧЕТА ПРИ ПЕРСПЕКТИВНОМ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ПОДХОДОВ ПОЛОВОЗРЕЛОЙ НЕРКИ (*ONCORHYNCHUS NERKA*) СТАДА Р. ОЗЕРНОЙ (ЗАПАДНАЯ КАМЧАТКА) В 2004–2018 ГГ.

В.А. Дубынин, С.А. Травин



Гл. специалист, вед. инженер, Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии («КамчатНИРО») 683000 Петропавловск-Камчатский, Набережная, 18
Тел.: 8 (4152) 41-27-01. E-mail: dubynin.v.a@kamniro.ru, travin.s.a@kamniro.ru

НЕРКА, СМОЛТЫ, СКАТ, ЛОВУШКА, ВОЗРАСТ, ДЛИНА, МАССА ТЕЛА, ДИНАМИКА СКАТА, КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ УЧЕТ, ПРОГНОЗ ПОДХОДОВ

Представлены результаты исследований ската смолтов нерки стада р. Озерной в 2004–2018 гг. Дана характеристика возрастного, размерно-весового состава, рассмотрена динамика распределения уловов смолтов в створе реки. Исследована динамика ската в межгодовом аспекте, проведена количественная оценка ската и рассчитаны коэффициенты линейного уравнения регрессии «скат–возврат».

COUNTING SMOLTS AND USING THE RESULTS IN PROSPECTIVE FORECASTING OF SOCKEYE SALMON (*ONCORHYNCHUS NERKA*) SPAWNING RUNS INTO THE OZERNAYA RIVER (WESTERN KAMCHATKA) IN 2004–2018

Vladimir A. Dubynin, Sergey A. Travin

Leading Specialist, Leading Engineer; Kamchatka Branch of Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography (“KamchatNIRO”) 683000 Petropavlovsk-Kamchatsky, Naberezhnaya Str., 18
Tel.: +7 (4152) 41-27-01. E-mail: dubynin.v.a@kamniro.ru, travin.s.a@kamniro.ru

SOCKEYE SALMON, SMOLTS, DOWNSTREAM MIGRATION, TRAP, AGE, LENGTH, WEIGHT, MIGRATION DYNAMICS, COUNTING THE SMOLTS, FORECASTING THE RUNS

Results of the research of downstream migration of sockeye salmon smolts in the Ozernaya River in 2004–2018 are represented, including characterization of the age and body length-weight composition and of the dynamics of distribution of capturing smolts in the river section. The downstream migration is analyzed in the interannual aspect, evaluated quantitatively, and coefficients in the equation of the linear regression “juvenile escapement – adule return” are provided.

Нерка — один из ценнейших видов тихоокеанских лососей. Стадо р. Озерной (Западной) — самая высокочисленная анадромная популяция нерки в Азии в настоящее время. Нагул нерки стада р. Озерной до ската в море проходит практически полностью в бассейне оз. Курильского (Крогиус, Крохин, 1956; Бугаев, 1995; Бугаев, Дубынин, 2002; Бугаев и др., 2009).

В 2001–2018 гг. (период современной высокой численности) береговые уловы нерки стада р. Озерной равнялись в среднем за год 19,4 тыс. т (от 11,2 до 29,7). Это обеспечивало в среднем 90,2% (от 80,9 до 96,9) всего вылова нерки по западному побережью Камчатки ежегодно. Средняя доля нерки стада р. Озерной в уловах вида по Камчатке в целом в эти годы равнялась 70,6% (от 57,5 до 86,7).

Рациональное использование запасов тихоокеанских лососей, в том числе и нерки, невозможно без перспективного прогнозирования численности подходов и соответствующей им величины вы-

лова. Знание численности смолтов нерки, уже практически завершивших пресноводный период и мигрирующих на дальнейший нагул в море, могло бы заметно помочь в прогнозировании численности подходов половозрелых лососей к берегу, способствуя рациональному и более эффективному использованию их запасов.

Численность смолтов тихоокеанских лососей традиционно учитывают с помощью жестких конусных ловушек, используя метод выборочных обловов, разработанный А.Я. Таранцом (1939) для притоков р. Амур. Метод применим для учета молодежи горбуши и кеты, скатывающейся сеголетками. Считается, что для крупных смолтов в возрасте одного и более лет, активно избегающих ловушку во время ската, этот способ учета смолтов совершенно непригоден (Глубоковский и др., 2017).

В конце 1970-х – начале 1980-х гг. была сделана попытка разработать методику количественного учета смолтов нерки, мигрирующих из оз. Ку-

рильского в море, гидроакустическим способом (Николаев, 1983, 1986, 1988, 1990).

В 2004 г. были начаты работы по количественному учету смолтов нерки в истоке р. Озерной с помощью мягких мальковых ловушек. С самого начала проведения работ было понятно, что абсолютный количественный учет смолтов нерки провести не получится. Однако данные учетов в виде индексов обилия, полученные за ряд лет, вполне возможно сравнить между собой, провести исследование динамики ската в межгодовом аспекте и попытаться формализовать данные учетов в связь «скат–возврат».

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Полевые работы для оценки численности и сбора материалов для качественной характеристики смолтов нерки проведены в период ската (июнь–июль) в истоке р. Озерной на базе Озерновского наблюдательного пункта КамчатНИРО в 2004–2018 гг. Следует отметить, что в 2015 г. работы по скату, по организационным причинам, проводили с большим опозданием, в период с 03 по 28 июля,

когда пик ската был уже пройден и покатная миграция вступила в фазу завершения.

В рамках комплексного мониторинга в районе оз. Курильского ведут метеонаблюдения. Сбор информации (атмосферное давление, температура воздуха, количество осадков, направление и скорость ветра, облачность) проведен на оборудованной метеоплощадке на территории наблюдательного пункта. До 2017 г. наблюдения осуществляли три раза в сутки в течение всего года, а с 2017 г., когда Озерновский наблюдательный пункт утратил статус круглогодичного и стал сезонным, проводят лишь в течение полевого сезона на оз. Курильском — в июне–августе. На гидрологическом посту измеряли температуру и уровень воды в р. Озерной.

Основными контрольными орудиями лова служили: стационарная (2004–2014 гг.) и конусная (2015–2018 гг.) мальковые ловушки (рис. 1). В качестве учетного орудия лова использовали конусную мальковую ловушку.

Стационарная (большая) мальковая ловушка представляла собой раму (размером 2,0×1,6 м) из



Рис. 1. Стационарная (большая) ловушка в рабочем положении и во время просушки днем. Конусная (малая) ловушка во время проверки улова после окончания экспозиции
Fig. 1. The stationary (big) trap in working and dry positions during daytime. The conic (small) trap during checking the catch after finishing exposition

стального уголка, к которой пришит конус длиной 4,0–5,0 м из капроновой дели (с размером ячеек 6 мм) с двумя металлическими кольцами внутри для расправления дели. К конусу пришита полиэтиленовая труба диаметром 100 мм, которая крепилась к садку специальным зажимом. Садок деревянный, обшит нержавеющей стальной сеткой с ячейей 2 мм. Сверху садок закрывался крышкой для защиты улова от чаек. Для удобства чистки садка сзади сделан снимающийся щиток. Плавающий садок с помощью течения воды растягивал конус по всей его длине и удерживал ловушку в рабочем положении. Большую ловушку во все годы проведения работ (2004–2014) устанавливали с рыбоучетного заграждения (РУЗ) в одном месте — в 111,5 м от левого берега р. Озерной. Ловушку ежедневно устанавливали вечером и утром следующего дня проверяли, улов просчитывали и выпускали, а ловушку чистили и вытаскивали на просушку. Каждые 10 дней из уловов набирали по 100 экз. смолтов нерки на биологический анализ.

Конусная (малая) мальковая ловушка для проведения количественного учета смолтов нерки представляла собой раму (размером 1,0×1,0 м) из стального уголка, к которой пришит конус длиной 3,0 м из капроновой дели (с размером ячеек 10 мм, в конусной части размер ячеек равнялся 5 мм). В конце конуса находился накопитель для пойманной рыбы.

В начале полевого сезона ежегодно (30.05–01.06) в месте проведения учетных работ измеряли глубину реки через каждые 2,5 м — для построения профиля створа. Смолтов нерки ловили с РУЗ, где в 2004 г. было выбрано 6 станций, которые последовательно располагались в: 39, 51, 66, 76, 121 и 141 метрах от левого берега р. Озерной. Ширина реки в месте расположения РУЗ — порядка 150 м. В 2012 г. в створе была добавлена дополнительная станция, которую установили между выбранными ранее 4-й и 5-й станциями, на расстоянии 104 м от левого берега. Таким образом, общее число станций увеличилось до семи. Для удобства изложения и лучшего понимания, для периода 2004–2011 гг. исключили из нумерации цифру «5», и, таким образом, станции для количественного учета смолтов в этот период были следующими: 1, 2, 3, 4, 6 и 7. Работы проводили в темное время суток (в 2004–2011 гг. с 23:00 до 06:00, в 2012–2018 гг. — с 22:00 до 05:00), поскольку в светлое время смолты в ловушку не заходили. Промежутки между ловами составляли два часа. В начале работ время экспозиции ловушки в реке было равно 10 минут. Однако оказалось, что ловушка в этом случае может переполняться и возможна гибель молоди в ней. Поэтому время экспозиции сократили вдвое, до 5 минут. После завершения экспозиции ловушку поднимали на настил РУЗ, пойманную молодь помещали в таз с водой, быстро просчитывали и живой выпускали снова в воду.

Расчет общего количества смолтов нерки, скатившихся из оз. Курильского, проводили по формуле С.П. Воловика (1967):

$$M = \frac{S \times T \times n}{t \times s},$$

где M — количество мальков, прошедших через данный участок за период между двумя ловами T ; S — площадь поперечного сечения участка реки; t — время экспозиции ловушки в минутах; n — количество мальков, пойманных ловушкой за время экспозиции (t) ее в реке; s — площадь входного отверстия ловушки.

Наблюдения показали, что когда расчетная численность скатившихся за ночь смолтов нерки превышала 100 тыс. экз., покатная миграция проходила и днем. Продолжительность периода ската в светлое время суток (в днях) вполне логично объяснялась общим числом скатившихся (учтены только в ловушке, все остальное — оценки фактического ската) в данный год смолтов. Так, при общей численности мигрантов до 7 млн рыб, длительность периода дневного ската равнялась в среднем (10–22) 18 дней, когда же численность мигрантов превышала 8 млн рыб, длительность этого периода равнялась в среднем (23–31) 29 дней. При проведении итоговых расчетов было принято, что дневной скат составлял порядка 30% от численности смолтов, учтенных ночью в период, когда отмечали скат днем.

Материалом для оценки возрастной, размерно-весовой структуры смолтов нерки и биологического состояния молоди послужили результаты биологических анализов, которые проводили на научном стационаре, на свежем материале по общепринятым методикам (Правдин, 1966). Чешую у молоди брали по методике Клаттера и Уайтсела (Clutter, Whitesel, 1956). Статистическую обработку проводили по общепринятым методикам (Лакин, 1990). Критерий t -Стьюдента и критерий согласия, или соответствия Пирсона χ^2 (хи-квадрат) рассчитывали в статистической программе R 2.14.1.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Характеристика створа

Грунт в районе расположения РУЗ в р. Озерной песчано-галечный, легко размывается и переносится водой. Поэтому река и профиль створа, где ловили смолтов нерки, в 2004–2018 гг. ежегодно претерпевали некоторые изменения (рис. 2).

В целом можно констатировать, что в рассмотренные годы произошло некоторое углубление мелководья возле левого берега и заметное углубление створа по правому берегу. Летом в 2008 г. медведи ободрали кору на стволах тальников, которые росли по кромке правого берега реки возле РУЗ и своими корнями укрепляли берег, не давая

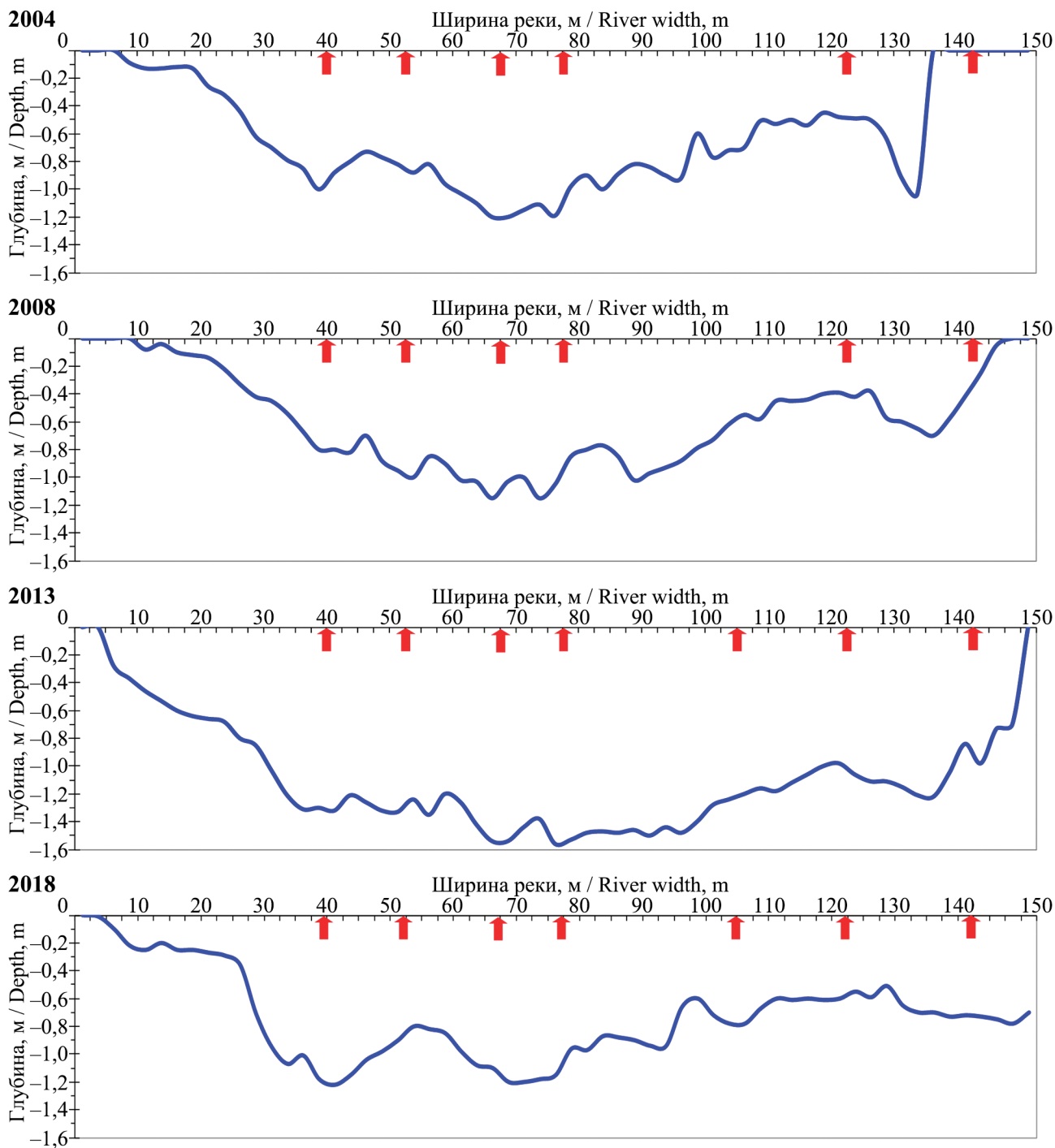


Рис. 2. Профиль р. Озерной в створе перед проведением учетных работ (сверху вниз) в 2004, 2008, 2013 и 2018 гг. Уровень воды в р. Озерной в эти годы равнялся последовательно: 44, 33, 80 и 39 см. Стрелками указано расположение станций облова (нумерация станций слева направо)
Fig. 2. The profile of the Ozernaya River before counting (top down) in 2004, 2008, 2013 and 2018. The water level in the Ozernaya River in mentioned years was 44, 33, 80 and 39 cm respectively. The arrows mark position of the traps (the numbers from left to right)

воде размыть его. Тальники погибли (высохли) и перестали выполнять свою функцию по укреплению берега. Летом в 2016 г. во время весенне-летнего паводка правый берег р. Озерной в месте примыкания к нему РУЗ был размыт (рис. 3).

Значительное влияние на изменение профиля створа оказало и то, что река в месте проведения учетов смолтов нерки зарегулирована РУЗ, которое служит для счета половозрелой нерки, заходящей на преднерестовый нагул в оз. Курильское и нерест в озере и его притоках. Ежегодно в июне–июле на деревянную основу заграждения монтируют щиты из пластиковых трубок. Щиты создают преграду перед собой для воды, истекающей из озера, и в то же время происходит усиление скорости течения и возникают завихрения водного потока сразу за щитами. Все это способствует активному размыву и переносу песчано-галечного грунта в месте расположения учетного створа.

Гидрометеорологические условия

Анализ изменения уровня и температуры воды в 2004–2018 гг. провели по 5-летним (2004–2008, 2009–2013, 2014–2018 гг.) периодам (рис. 4). По

этим же периодам проанализировали возрастной состав, длину и массу тела смолтов нерки и характеристики ската.

В июне–июле в районе истока р. Озерной отмечается весенне-летний паводок. Повышение уровня в рассмотренные годы проходило обычно до конца июня – начала июля, когда отмечали пик паводка. Затем волна паводка шла на убыль. В отдельные годы пик паводка был либо заметно раньше (в 2012 г. — 09.06, в 2013 г. — 14.06), либо позднее (в 2016 г. — 16–18.07, в 2017 г. — 26–30.07) обычного. Причем более ранние паводки отмечали во второй, более поздние паводки — в третий пятилетний периоды. Это отразилось как на средних за отдельные периоды, так и на среднем за 15 лет показателях. Особо следует отметить повышение уровня в 2016 г., когда в середине июля юг Камчатского полуострова накрыл мощный циклон. За двое суток, 16–17 июля, в районе оз. Курильского выпало 262,9 мм осадков, что составило 89,1% их количества в июле и 60,5% осадков, выпавших в районе озера за все летние месяцы. Уровень в озере и в истоке р. Озерной в



Рис. 3. Рыбоучетное заграждение. Тальники на берегу р. Озерной, где кора на стволах ободрана медведями. Размыв правого берега возле РУЗ
Fig. 3. The counting fence. The willows with bark skinned by bears on the shore of the Ozerneya. The right shore near the fence is washed out

короткое время повысился вдвое, прозрачность воды понизилась до нуля. Последствия, вызванные действием циклона, привели практически к полному прекращению ската смолтов нерки из озера. Циклон повлиял и на заход в реку половозрелой нерки. С 14 июля в район устья р. Озерной в море подошло заметное скопление нерки, которое 15 июля даже несколько увеличилось. Однако лососи в реку не заходили в течение десяти дней. Заход нерки в реку возобновился с 25 июля. В этот же день было отмечено и начало рунного хода.

Средняя температура воды во время повышения уровня изменялась мало, оставаясь в разные годы равной 4,0–6,0 °С. После прохождения пика паводка и при последующем снижении уровня, когда поступление холодной талой воды в озеро снижалось, в истоке р. Озерной наблюдали рост температуры воды (рис. 4).

Качественная характеристика смолтов

Скат смолтов нерки в период 2004–2018 гг. продолжался до конца июля только в пять (2007–2009, 2011 и 2015 гг.) из пятнадцати рассмотренных лет. В остальные годы покатная миграция завершалась раньше. Смолтов-годовиков в начале ската отмечали только в три (2009, 2013 и 2017 гг.), в конце июля — в четыре (2007, 2009, 2011 и 2015) года из всех рассмотренных. В 2005–2006 и 2008 гг.

смолтов-годовиков в скате не встречали совсем. Названные выше особенности ската смолтов нерки из оз. Курильского не могли не отразиться на средних качественных характеристиках молоди как в отдельные 5-летия, так и за весь рассмотренный период.

Возрастной состав

Смолты нерки, мигрировавшие из оз. Курильского в 2004–2018 гг., были представлены в основном рыбами возраста 1+, 2+ и 3+ лет (табл. 1).

Доминировали смолты возрастной группы 2+, что характерно для нерки стада р. Озерной (Бугаев, Дубынин, 2002; Бугаев и др., 2009; Дубынин, Бугаев, 2004). В 2011 и 2013 гг. в уловах встречено по 1 экз. смолтов очень редкой для нерки р. Озерной возрастной группы 4+. Половозрелую нерку с четырьмя пресноводными годами отмечали в подходах в 2009–2012 и 2018 гг. в возрасте 4.3 и в подходах в 2013 и 2017 гг. — в возрасте 4.2.

В период 2004–2008 гг. от начала к концу ската процент смолтов 2+ в среднем увеличивался, а смолтов 3+, наоборот, снижался. Смолты 1+ в начале ската отсутствовали, небольшое их количество (4,3%) встречено в середине, которое снизилось до 3,1% в конце ската (рис. 5). Следует отметить, что в это 5-летие в 2005–2006 и 2008 гг. смолты 1+ в скате отсутствовали совсем (табл. 1).

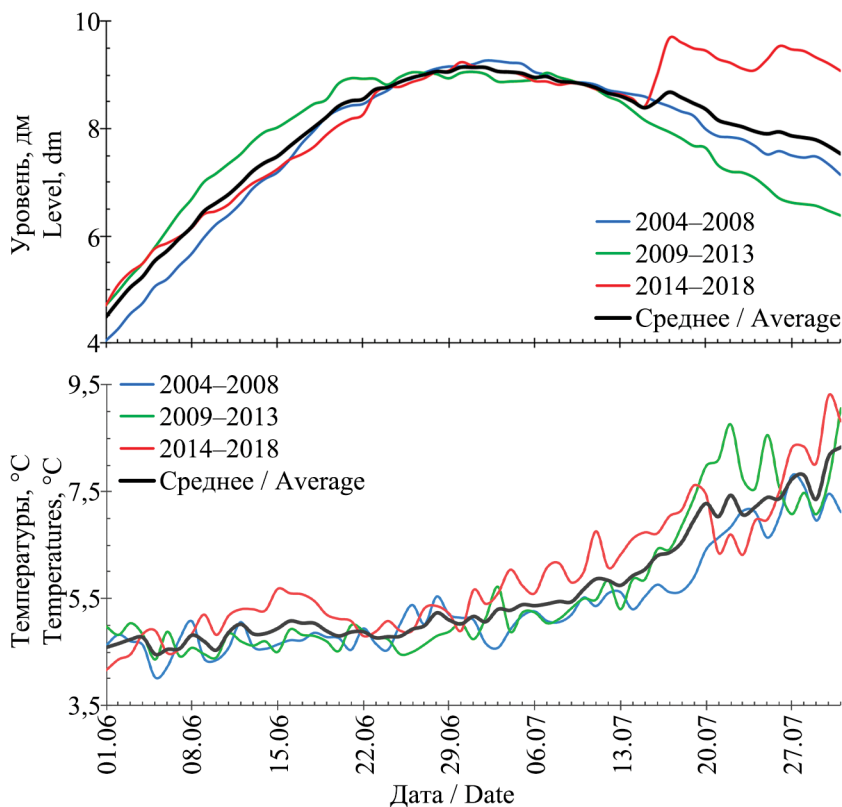


Рис. 4. Изменения среднего уровня и средней температуры воды в истоке р. Озерной в июне–июле по 5-летиям (2004–2008, 2009–2013, 2014–2018) и в целом в 2004–2018 гг.

Fig. 4. The changes of the average level and mean water temperature in the Ozernaya River mouth in June–July by periods of 5 years (2004–2008, 2009–2013, 2014–2018) and generally for 2004–2018

В период 2009–2013 гг. средний процент смолтов 2+ увеличивался от начала к середине и затем вновь снижался к окончанию покатной миграции.

От начала к концу ската процент смолтов 1+ в среднем увеличивался, а смолтов 3+ — наоборот, снижался.

Таблица 1. Возрастной состав (средний взвешенный) смолтов нерки стада р. Озерной в 2004–2018 гг., %
Table 1. Age composition (weighted average) of sockeye salmon smolts in the Ozeraya River in 2004–2018, %

Годы ската Years of migration	Возраст смолтов Age of smolts			Годы ската Years of migration	Возраст смолтов Age of smolts		
	1+	2+	3+		1+	2+	3+
2004	6,6	89,0	4,4	2014	0,3	85,5	14,2
2005	0,0	80,8	19,2	2015	11,9	85,0	3,1
2006	0,0	79,2	20,8	2016	0,1	92,3	7,6
2007	1,3	83,2	15,5	2017	1,8	93,4	4,8
2008	0,0	76,0	24,0	2018	1,0	75,4	23,6
2009	33,8	51,2	15,0				
2010	7,2	87,5	5,3	2004–2008	2,4	76,2	21,4
2011	2,5	74,6	22,9	2009–2013	22,1	70,3	7,6
2012	24,7	72,6	2,7	2014–2018	0,8	87,5	11,6
2013	21,5	77,0	1,5	2004–2018	13,7	74,9	11,4

Примечание: Возрастной состав смолтов за 2015 г. в расчетах не использован (см. гл. Материал и методика).
Note: The age composition of smolts in 2015 was not used (see the chapter Materials and methods).

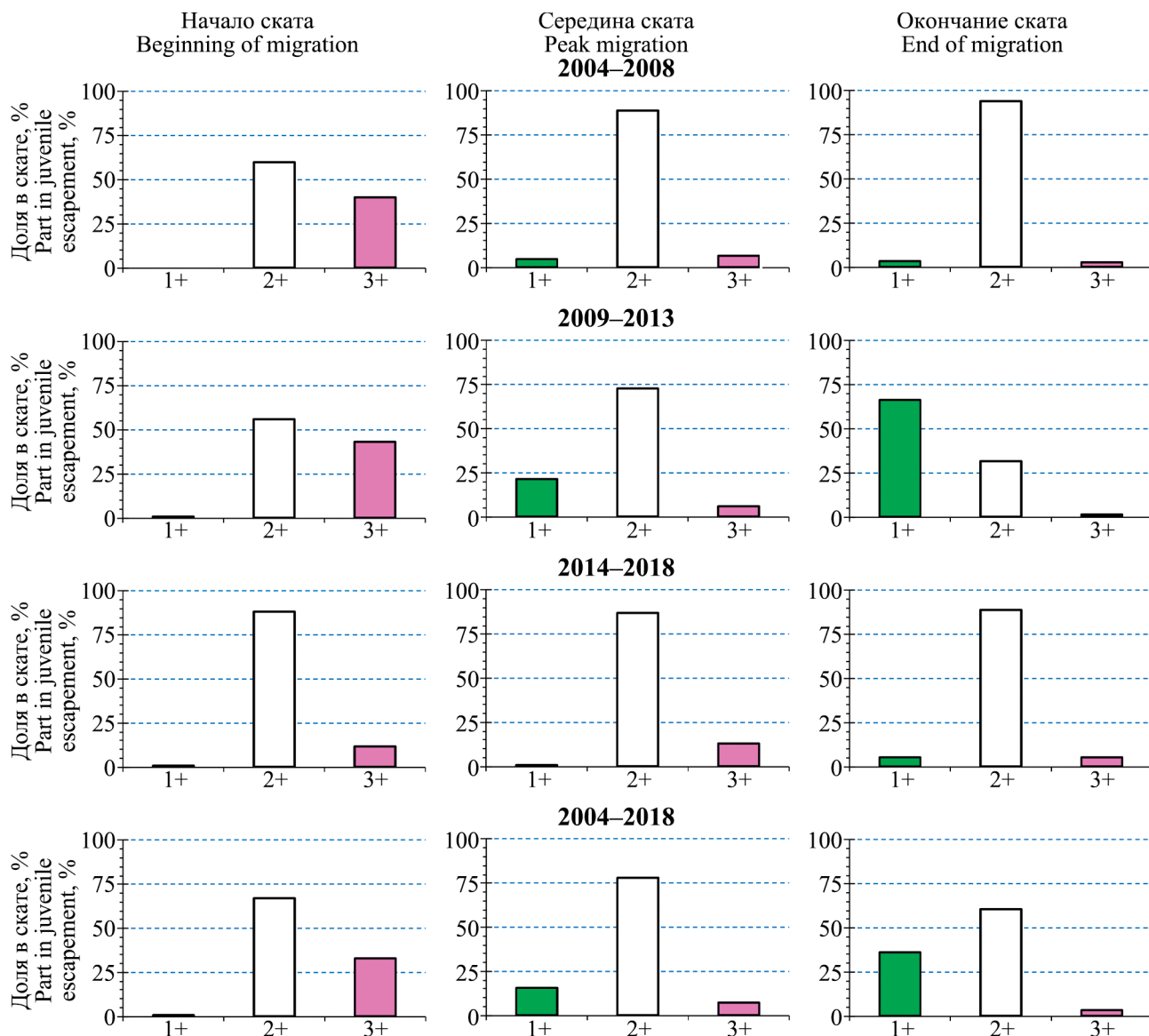


Рис. 5. Изменения среднего возрастного состава смолтов нерки р. Озерной по 5-летиям и в целом за период 2004–2018 гг.

Fig. 5. The changes of the average age composition of sockeye salmon smolts of the Ozeraya River by periods of 5 years and generally for the period 2004–2018

В период 2014–2018 гг. средний процент смолтов 2+ оставался почти без изменений в течение всей покатной миграции. От начала к середине ската процент смолтов 1+ и 3+ также оставался почти без изменений, а к окончанию ската доля смолтов 1+ несколько выросла, смолтов 3+ — наоборот, снизилась.

В целом во все рассмотренные (2004–2018) годы средний процент смолтов 2+ увеличивался от начала к середине и затем вновь снижался к окончанию покатной миграции. Процент смолтов 1+ от начала к концу ската в среднем увеличивался, а смолтов 3+ — наоборот, снижался (рис. 5). Наименьший средний процент смолтов 1+ отмечен в 2004–2008 гг., смолтов 2+ и 3+ — в 2009–2013 гг., наибольший (по возрастным классам 1+, 2+ и 3+) — последовательно в 2009–2013, 2014–2018 и 2004–2008 гг. В 2004–2018 гг. средняя доля в скате смолтов нерки р. Озерной разного возраста равнялась: 1+ — (0,0–33,8) 13,7%; 2+ — (51,2–93,4) 74,9%; 3+ — (1,5–23,6) 11,4% (табл. 1).

Яркий пример влияния на возрастной состав смолтов численности нагуливающейся в пелагиали озера молоди отдельной генерации можно наблюдать для поколения 2007 г. Численность этого поколения (18,0 млн экз.) — самая высокая за всю историю наблюдений с 1940 г. В 2009 г. отмечен заметно выше среднего процент смолтов 1+ в скате, в 2011 г. — смолтов возраста 3+ (табл. 1). Массовый скат в 2009 г. закончился в конце июля, и ловушку сняли. Однако штучно молодь нерки еще скатывалась. В середине августа рыбаки подобрали и впоследствии передали для анализа молодь нерки. Это был смолт нерки возраста 1+ из оз. Курильского. Следует отметить, что конечные размеры (длина и масса тела) смолтов поколения 2007 г. были также заметно выше средних многолетних показателей.

В 1975–1990 (1991–2002) гг. средний процент смолтов нерки р. Озерной разного возраста равнялся: 1+ — 11,5 (6,3), 2+ — 79,9 (84,8), 3+ — 8,6 (8,9)% (Дубынин, Бугаев, 2004). Сравнив эти данные с таковыми в 2004–2018 гг., можно заключить, что возрастной состав смолтов в современный период несколько изменился: наблюдали повышенный процент смолтов возраста 1+ и 3+ и снижение в скате средней доли смолтов основной возрастной группы 2+, по сравнению с предыдущими (1975–2002) годами.

Размерно-весовая характеристика

Межгодовая изменчивость роста молоди нерки в пресноводный период жизни определяется усло-

виями нагула и отражается на дальнейшей выживаемости рыб в море и динамике численности популяций. На рост нерки оказывают влияние кормовые условия, температура воды, численность самой молоди нерки и ее пищевых конкурентов и другие факторы (Burgner, 1991; Burgner et al., 1969; Goodlad et al., 1974; Koenings, Burkett, 1987; Бугаев, Дубынин, 1999, 2000, 2002; Дубынин, Бугаев, 1988, 2002).

Данные по средней длине и массе тела смолтов нерки, скатившихся из оз. Курильского в 1975–1984 и 1985–1999 гг., однозначно свидетельствовали об уменьшении названных показателей во второй период. Это было связано с ухудшением в целом условий нагула, прежде всего обеспеченности пищей: снижением численности *Cyclops scutifer* — основного кормового объекта для молоди нерки (Бугаев, Дубынин, 1999, 2000, 2002; Дубынин, Бугаев, 1988, 2002).

В начале XXI в. наметилась тенденция к увеличению средних размеров смолтов стада р. Озерной всех возрастов, что может указывать на улучшение в целом кормовой базы и условий нагула для молоди нерки в озере в эти годы (Дубынин, Бугаев, 2004).

В 2005 г. отмечены наиболее крупные с 2000 г. смолты, после чего средние размерно-весовые показатели мигрантов в 2006 г. снова начали снижаться. Однако с улучшением условий нагула в оз. Курильском, прежде всего кормовых, в 2009 г. средние размеры и масса тела смолтов значительно выросли. В 2010 г. отмечали дальнейшее увеличение длины и массы тела смолтов возраста 1+ и 2+, доминировавших в этот год в скате. В 2011–2013 гг. средние размеры двухгодовалых (основной возрастной группы) смолтов последовательно снижались, оставаясь выше средних многолетних (с 1943 г.) показателей, а в 2014–2017 гг. отмечено дальнейшее снижение средних размеров, которые были уже ниже средних многолетних показателей. В 2018 г. средние размеры смолтов всех возрастных групп были выше средних многолетних показателей (табл. 2).

По данным Л.В. Миловской и Т.В. Бонк (2004), средняя биомасса кормового зоопланктона в 2004–2014 гг. соответствовала среднему уровню, была в 1,6 раз ниже, чем в 1980-е гг. и в 2,3 раз превышала таковую в 1990-е годы. Биомасса рачков находилась на нижней границе среднего уровня в 2005 и 2013 гг., в 2004 и 2008–2012 гг. — выше

среднемноголетнего значения, а в 2006–2007 и 2014 гг. — на низком уровне.

Средняя пищевая обеспеченность молоди нерки в оз. Курильском в 2004–2014 гг. находилась на среднем уровне и была вдвое ниже среднего многолетнего (1950–2013 гг.) показателя (Бонк, 2014).

В 2004–2018 гг. в целом прослеживалась тенденция к снижению размерно-весовых показателей смолтов от начала к окончанию покатной миграции (рис. 6 и 7). Заметим, что отсутствие данных по смолтам нерки в 2004–2008 гг. за первую декаду июля не явилось следствием прекращения покатной миграции из оз. Курильского в это время, а было связано с графиком проведения биологических анализов в данные годы. По отдельным возрастным группам все было не столь однозначно. Если для смолтов возраста 2+ и 3+ тренд на снижение сохранялся, то для смолтов 1+, наоборот, было отмечено увеличение длины и массы тела мигрантов от начала к концу ската (рис. 6 и 7). Особенно хорошо увеличение размерно-весовых показателей смолтов 1+ прослеживалось в 2009–2013 гг., когда доля годовалых мигрантов в скате была наиболее высока (см. табл. 1).

Отрицательная направленность трендов изменения средней длины и массы тела смолтов нерки в течение покатной миграции по 5-летиям 2004–2008 и 2009–2013 гг. соответствовала таковой для всего (2004–2018 гг.) рассмотренного периода. В 2014–2018 гг. общего изменения средней длины и массы тела смолтов в течение ската не

отмечено. Наблюдали даже небольшой положительный тренд для смолтов возраста 3+. Однако это не нашло своего подтверждения для отдельных годов ската в данный (2014–2018 гг.) период. В 2014 г. отмечали увеличение размеров смолтов 3+ во вторую декаду июля, но в эту декаду при отлове молоди на биологический анализ был пойман только один смолт-трехгодовик.

Анализ приростов смолтов-годовиков в год ската, найденных методом обратного расчисления по чешуе, показал наличие роста у этой молоди во время покатной миграции в 2009–2013 гг. в июле (табл. 3).

В первый год работы учетной (малой) ловушкой возник вопрос о возможном различии в размерах смолтов, пойманных учетной и стационарной (большой) ловушками. Было проведено два параллельных биологических анализа смолтов нерки из уловов обеих ловушек (табл. 4).

Если в начале второй декады июня размерный спектр смолтов нерки, пойманных большой ловушкой, был шире, чем малой, то в конце июня — начале июля картина изменилась на прямо противоположную. Однако средние размерно-весовые показатели молоди, выловленной большой ловушкой, в обоих случаях были выше. Рассчитанные для 11–12.06 t -тесты и по длине ($t = 2,043$; $p < 0,05$), и по массе тела ($t = 2,003$; $p = 0,05$) показали различия этих средних показателей, достоверные на первом уровне значимости. Расчеты, проведенные для 30.06–01.07, по массе тела ($t = 2,506$; $p < 0,05$)

Таблица 2. Размерно-весовая характеристика смолтов нерки стада р. Озерной в 2004–2018 гг.
Table 2. Size-weight characteristics of sockeye salmon smolts in the Ozeraya River in 2004–2018

Годы ската Years of migrations	Длина тела, мм Body length, mm			Масса тела, г Body weight, g			Колич. экз. Number specs
	1+	2+	3+	1+	2+	3+	
2004	87,8	96,6	109,3	5,9	7,8	11,3	420
2005	—	106,0	113,5	—	9,6	12,7	399
2006	—	89,8	109,4	—	5,7	10,5	360
2007	81,6	88,6	96,4	4,4	5,6	7,2	420
2008	—	92,5	99,3	—	6,4	7,9	398
2009	90,3	106,4	121,4	6,5	10,6	15,2	447
2010	93,7	113,2	115,8	7,2	12,3	13,2	387
2011	89,3	110,0	116,8	6,6	11,5	13,6	462
2012	89,0	108,0	123,1	6,4	11,0	16,6	345
2013	90,0	104,6	118,2	6,3	10,1	14,1	459
2014	84,0	91,6	95,6	5,0	6,5	7,4	420
2015	88,6	93,1	98,6	5,9	6,9	8,3	160
2016	79,0	93,4	99,8	3,9	6,5	7,9	440
2017	79,3	83,2	91,4	4,9	5,3	7,2	400
2018	86,1	98,4	108,8	6,1	9,1	11,9	400
2004–2008	84,7	94,1	105,6	5,1	7,0	9,9	
2009–2013	90,5	108,5	119,1	6,6	11,1	14,5	
2014–2018	83,4	91,9	98,8	5,2	6,9	8,6	
2004–2018	86,6	98,2	107,8	5,8	8,3	11,0	
1975–2018	81,3	96,3	106,8	4,9	7,9	10,8	
1943–2018	—	95,5	108,0	—	8,0	11,4	

показали различия средних, достоверные на первом, а по длине ($t = 2,837$; $p < 0,01$) — различия, достоверные на втором уровне значимости.

Резюмируя изложенное выше, можно заключить, что в 2004–2018 гг. молодь нерки старших (2+ и 3+) возрастных групп скатывалась более крупной в начале ската и затем все более мелкой — к его окончанию. При этом не было отмечено роста данной молодежи. В то же время, молодь младшей (1+) возрастной группы могла расти в оз. Куриль-

ском перед скатом в течение если не всей покатной миграции, то по крайней мере в июле, что подтверждается расчетами приростов смолтов-годовиков в год ската.

Поскольку средние размерно-весовые характеристики смолтов нерки из уловов большой и малой ловушек имеют достоверные различия, сравнивать их следует с учетом этих различий, а в межгодовом плане — для большой и малой ловушек отдельно.

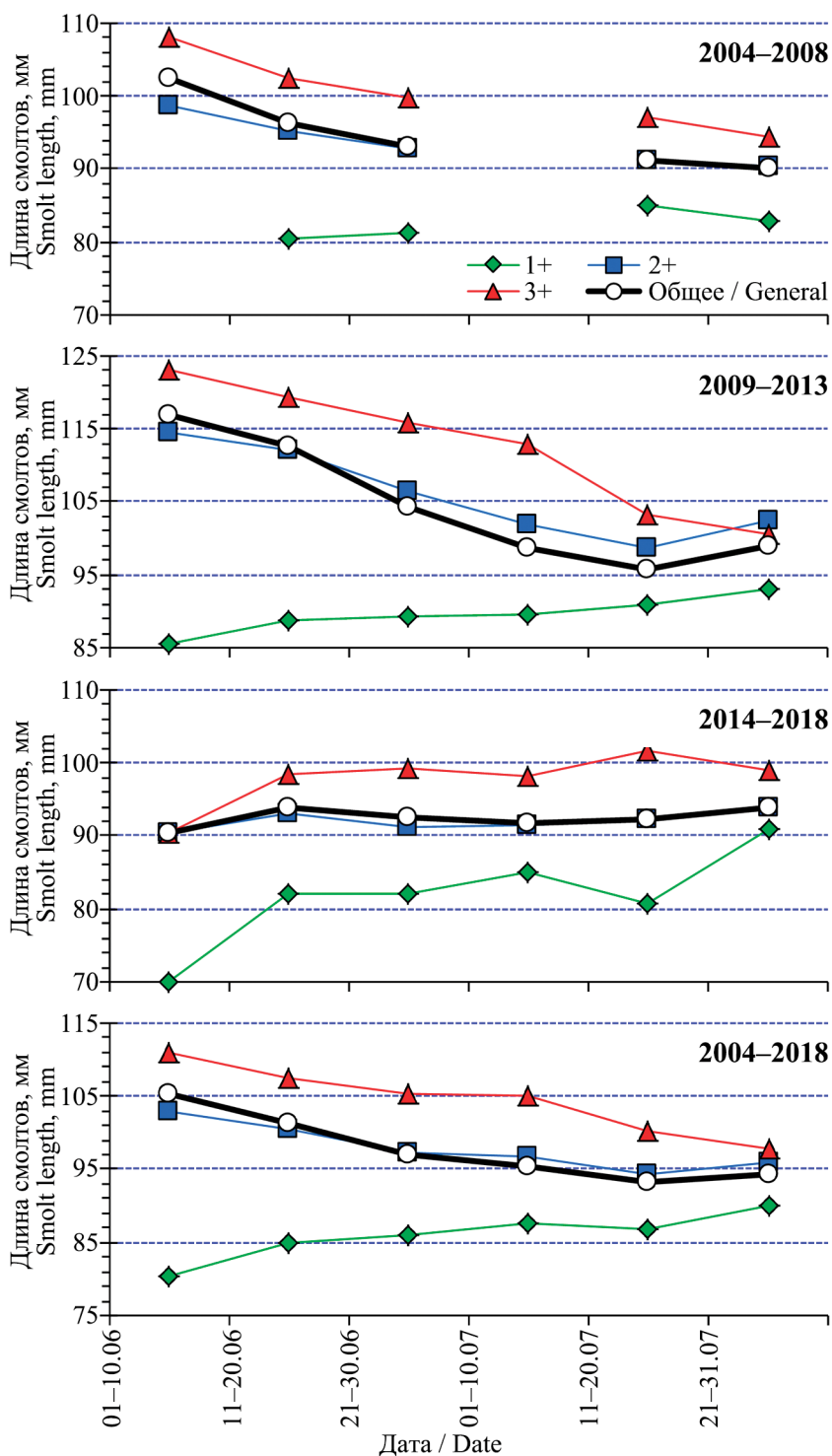


Рис. 6. Изменения средней длины разновозрастных смолтов нерки р. Озерной по декадам в скате в 2004–2008, 2009–2013, 2014–2018 и в целом за период 2004–2018 гг.
Fig. 6. The changes of the mean body length of sockeye salmon smolts of different ages in the Ozernaya River by decades in juvenile escapement in 2004–2008, 2009–2013, 2014–2018 and generally for the period 2004–2018

Динамика ската

До 2015 г. динамику ската молоди нерки из оз. Курильского отслеживали по данным уловов стационарной (большой) ловушкой (Бугаев, Дубынин, 2002; Бугаев и др., 2009). При этом с 2004 г. собирали материалы для качественной характеристики смолтов большой ловушкой и параллельно вели количественный учет их конусной (малой) ловушкой. С 2015 г. все сборы ведут только малой ловушкой. Динамику ската можно

оценивать по уловам обеими ловушками. Поскольку с 2015 г. осуществлен переход на работу только малой ловушкой, необходимо сопоставить динамику ската молоди, полученную при работе обеими ловушками. Для этого был проведен сравнительный анализ, когда сопоставляли динамику уловов большой ловушкой с динамикой общих уловов малой ловушкой, а также их с динамикой уловов малой ловушкой на наиболее уловистой станции (ст. 4 в 2004–2011 гг. и

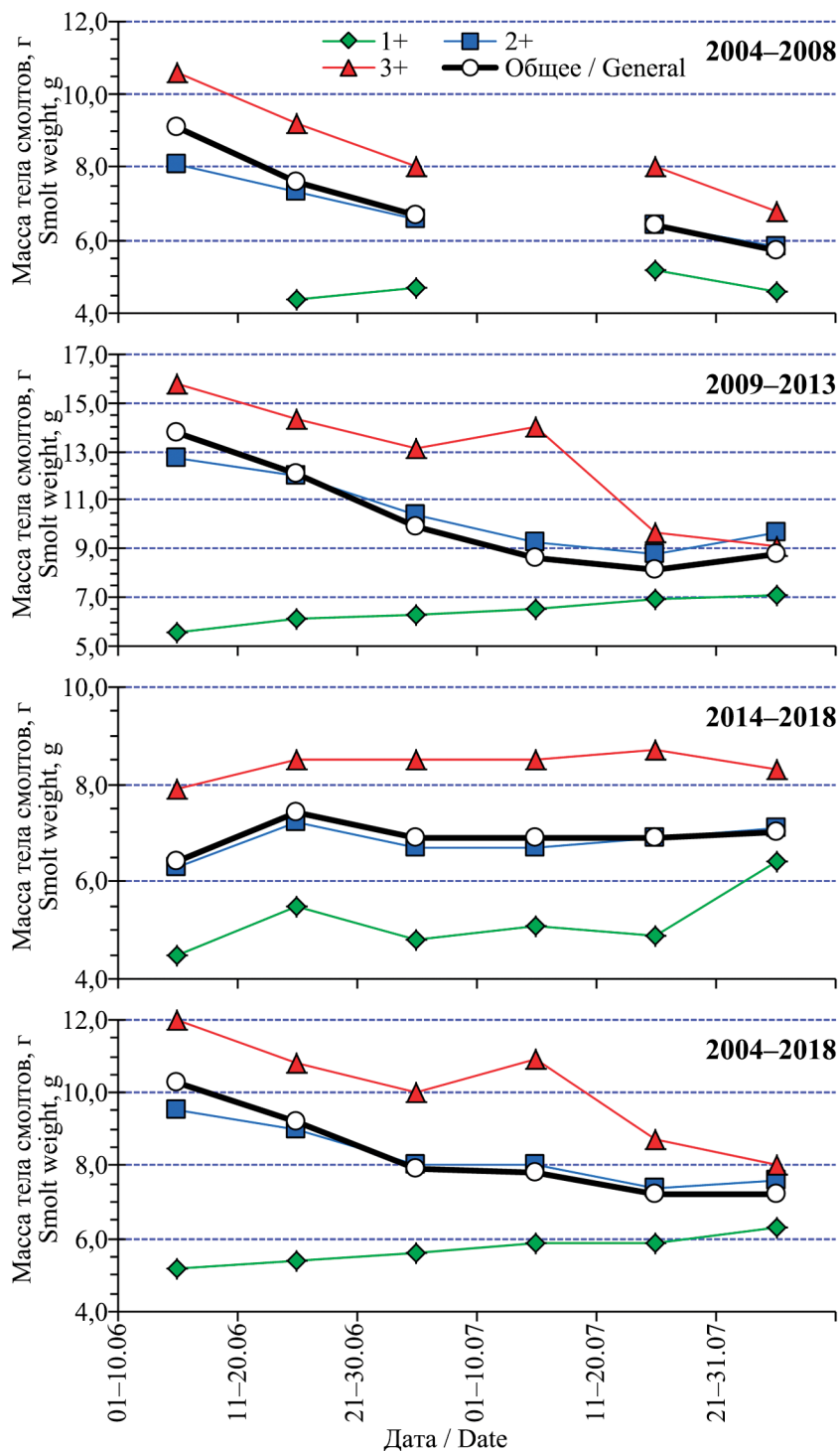


Рис. 7. Изменения средней массы тела разновозрастных смолтов нерки р. Озерной по декадам в скате в 2004–2008, 2009–2013, 2014–2018 и в целом за период 2004–2018 гг.
Fig. 7. The changes of the mean body weight of sockeye salmon smolts of different ages in the Ozernaya River by decades in juvenile escapement in 2004–2008, 2009–2013, 2014–2018 and generally for the period 2004–2018

ст. 5 в 2012–2018 гг.) в большинство рассмотренных лет.

В целом за весь период 2004–2014 гг. динамика ската, рассчитанная по уловам большой и малой ловушками, различалась. Однако различия, оцененные по критерию соответствия Пирсона ($\chi^2 = 16,980$; $p = 0,075$; $k = 10$), были недостоверны (табл. 5).

Прежде чем провести сравнение динамики ската между ловушками по отдельным годам, рассмотрим динамику ската по секторам учета смолтов нерки малой ловушкой в эти годы.

Во все годы наблюдений основные уловы смолтов приходились на ст. 5 (доминанта) и ст. 4 (субдоминанта) и охватывали сектор размером (71–113 м) 42 м примерно от центра реки к правому берегу. До введения в работу в 2012 г. ст. 5 доминировала по уловам ст. 4 (рис. 2 и 8).

В некоторые годы распределение уловов по станциям отличалось от среднего за весь (2004–2018 гг.) период исследований. Так, в 2006 г. ст. 4 была доминирующей только в начале (01–10.06) и в конце (11–20.07) ската, когда мигрировало небольшое количество смолтов. Основные уловы смолтов (63%) пришлось на ст. 7, которая стала в этот год доминантой. В 2006 г. отмечено заметное углубление створа возле правого берега р. Озерной. В 2010–2011 гг. субдоминантой оказалась ст. 1. В некоторые периоды ската в эти годы ст. 1 даже доминировала по величине уловов. Следует отметить, что в 2009–2012 гг. наблюдали заметное углубление створа именно в месте расположения ст. 1 возле левого берега р. Озерной. Вполне вероятно, что углубление русла р. Озерной в описанных выше случаях было следствием изменений в гидрологии реки, вызвав-

Таблица 3. Сравнительная динамика средних линейных приростов смолтов нерки возраста 1+ стада р. Озерной в течение ската в 2009–2013 гг., мм
Table 3. Comparative dynamics of the average linear increments of 1+ sockeye salmon smolts during downstream migration in the Ozeraya River for the period 2009–2013, mm

Год Year	Период покатной миграции Period of downstream migration											
	01.06– 10.06	н, экз. specs	11.06– 20.06	н, экз. specs	21.06– 30.06	н, экз. specs	01.07– 10.07	н, экз. specs	11.07– 20.07	н, экз. specs	21.07– 31.07	н, экз. specs
2009	11,8	1	11,8	5	11,1	46	12,1	55	14,2	46	18,1	14
2010	–	–	–	–	6,4	3	7,6	7	8,8	30	–	–
2011	–	–	–	–	5,3	5	5,3	7	8,1	3	12,5	6
2012	–	–	7,1	6	6,3	23	8,7	21	9,7	41	–	–
2013	5,1	3	11,0	1	10,4	19	10,6	45	11,2	32	–	–

Таблица 4. Размерно-весовая характеристика смолтов нерки из уловов большой и малой ловушек летом 2004 г.
Table 4. Length-weight characteristics of sockeye salmon smolts from the catches of big and small traps in summer 2004

Дата / Date	Длина, мм / Length, mm			Масса тела, г / Weight, g		
	Пределы / Ranges	Средняя / Mean	Экз. / Specs	Пределы / Ranges	Средняя / Mean	Экз. / Specs
Большая ловушка / Big trap						
11–12.06	76–118	101,1	41	3,7–14,2	8,9	41
30.06	79–106	93,9	98	4,2–10,2	7,1	98
Малая ловушка / Small trap						
12.06	88–108	98,1	50	6,2–10,7	8,2	50
01.07*	80–111	91,8	100	4,4–11,3	6,7	100

Примечание: * — ночной застой учетной ловушки проходил с 30 июня на 01 июля.

Note: * — the trap was exposed for the night time June 30 – July 1.

Таблица 5. Динамика ската смолтов нерки, мигрировавших из оз. Курильского в 1975–1984, 1985–1999, 2000–2014 и 2016–2018 гг., %
Table 5. Dynamics of sockeye salmon smolt migration from the Lake Kurilskoye in 1975–1984, 1985–1999, 2000–2014 and 2016–2018, %

Годы ската Year of migration	01– 05.06	06– 10.06	11– 15.06	16– 20.06	21– 25.06	26– 30.06	01– 05.07	06– 10.07	11– 15.07	16– 20.07	21– 25.07	26– 31.07	01– 05.08	06– 10.08
Большая ловушка / Big trap														
1975–1984	0,2	1,5	7,3	24,6	24,7	17,8	6,2	8,1	4,6	1,2	0,6	2,3	0,9	+
1985–1999	1,4	2,9	10,0	12,9	7,3	15,6	19,5	14,4	8,8	5,3	1,2	0,7	+	-
2000–2014	0,8	6,1	14,2	14,7	14,1	18,0	12,5	7,3	5,5	4,7	1,4	0,7	+	-
2004–2014	1,1	5,5	10,4	13,7	14,4	20,5	12,0	7,9	6,4	5,7	1,7	0,7	+	-
Малая ловушка / Small trap														
2004–2014	3,8	11,0	14,6	21,0	19,8	13,0	9,9	4,1	1,7	1,0	0,1	0,0	-	-
2016–2018	1,4	4,3	14,7	21,8	12,6	22,4	11,3	7,4	3,4	0,7	0,0	0,0	-	-
2004–2018	3,3	9,6	14,6	21,2	18,2	15,0	10,2	4,8	2,1	0,9	0,1	0,0	-	-

Примечание. + — доля в скате менее 0,1%. В 2015 г. работы по скату проведены с опозданием. Данные учета в 2015 г. в расчеты не включены.
Note. + — the part in the migration stock is <0.1%. In 2015 the observation of the downstream migration was late. Data for 2015 were not included.

ших отклонение основного потока воды в месте расположения РУЗ в 2006 г. к правому, а в 2009–2012 гг. — к левому берегу. Большая часть смолтов нерки движется при скате в месте с наибольшим течением (стрезень) в реке. Указанные отклонения стрезневого миграционного потока смолтов нерки во время ската, в период проведения исследований, вполне могли быть связаны с подобными изменениями направления течения, которые могли происходить в истоке р. Озерной в отмеченные годы.

Проведенный выше анализ показал, что в 2004–2018 гг. основные уловы малой ловушкой приходились, как правило, на сектора, охватываемые ст. 4 и ст. 5. Хотя в отдельные годы были отмечены исключения из этого правила. Отметим, что все эти годы большую ловушку устанавливали в том же секторе, где в основном отмечали

максимальные уловы для малой ловушки. Учитывая динамику ската смолтов нерки для малой ловушки в рассмотренные годы, как в целом, так и по отдельным секторам учета, был проведен сравнительный парный анализ отдельно для ловушек: большая – малая; малая – малая, ст. 4 (5) и большая – малая, ст. 4 (5).

При проведении сравнения динамики ската между ловушками по отдельным годам соответствие прослеживалось не всегда (табл. 6).

В период 2004–2014 гг. по отдельным годам различия между большой и малой и большой и малой (ст. 4; ст. 5) ловушками в динамике ската были существенными и достоверными на первом, втором и, в основном, на третьем уровне значимости. Не отмечено существенных различий только в 2008 и 2013 гг., когда динамика ската для боль-

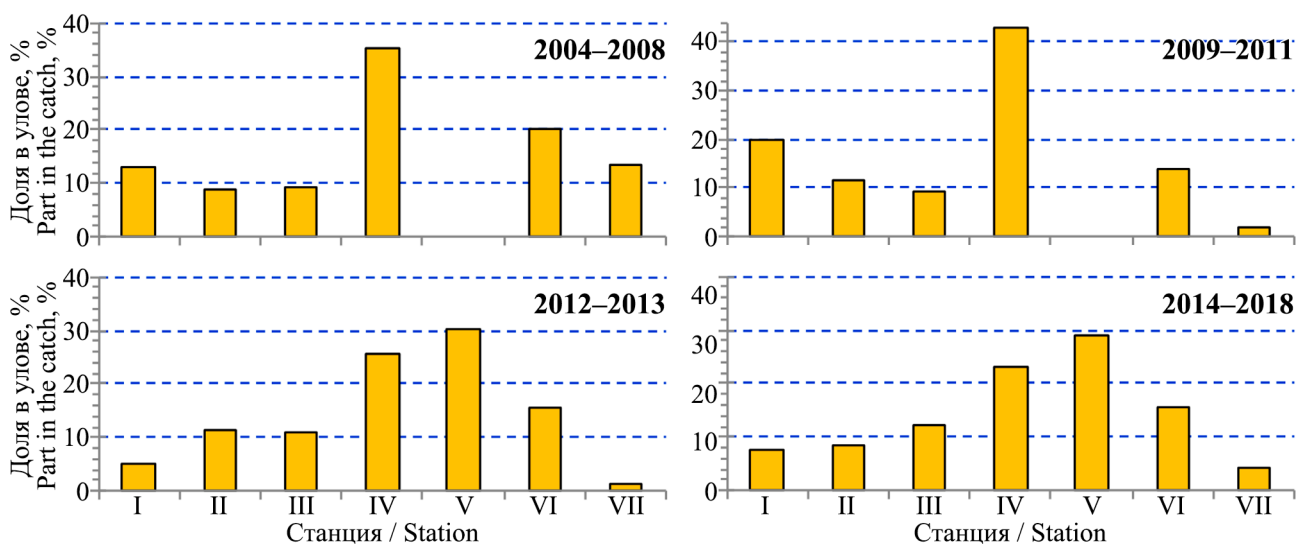


Рис. 8. Динамика ската смолтов нерки в 2004–2008, 2009–2011, 2012–2013, 2014–2018 и в целом за период 2004–2018 гг., по секторам учета малой ловушкой
Fig. 8. The dynamics of the downstream migration of sockeye salmon smolts in 2004–2008, 2009–2011, 2012–2013, 2014–2018 and generally for the period 2004–2018 by sectors in the small trap

Таблица 6. Результаты сравнения динамики ската смолтов нерки из уловов большой и малой ловушек по критерию согласия χ^2 в 2004–2018 гг.
Table 6. Comparative results of sockeye salmon smolt migration dynamics in the catches from big and small traps on the χ^2 goodness of fit criteria for 2004–2018

Год Year	Большая – малая Big – small			Малая – малая, ст. 4 (5) Small – small, st. 4 (5)			Большая – малая, ст. 4 (5) Big – small, st. 4 (5)		
	χ^2	p	$k = n-1$	χ^2	p	$k = n-1$	χ^2	p	$k = n-1$
2004	51,751	<0,001	7	10,987	0,139	7	37,997	<0,001	7
2005	61,157	<0,001	10	13,649	0,135	9	92,487	<0,001	9
2006	96,304	<0,001	8	47,861	<0,001	8	79,282	<0,001	8
2007	56,599	<0,001	10	5,268	0,873	10	73,707	<0,001	10
2008	15,829	0,071	9	2,385	0,984	9	19,225	<0,05	9
2009	24,309	<0,01	9	16,131	0,064	9	45,282	<0,001	10
2010	28,665	<0,001	7	17,144	<0,05	8	32,215	<0,001	8
2011	72,609	<0,001	9	19,980	<0,05	10	106,893	<0,001	9
2012	59,951	<0,001	9	16,102	0,041	8	104,098	<0,001	8
2013	11,738	0,163	8	5,393	0,715	8	19,276	=0,01	8
2014	25,850	<0,001	7	3,047	0,931	8	33,242	<0,001	8
2016	—	—	—	4,289	0,830	8	—	—	—
2017	—	—	—	1,206	0,997	8	—	—	—
2018	—	—	—	52,719	<0,001	8	—	—	—

шой и малой ловушек хорошо согласовывалась (табл. 6, рис. 9).

Для малой (все станции) и малой (ст. 4; ст. 5) ловушек значимых различий в динамике ската в основном не было. Различия отмечены только в 2010–2011 гг. на первом и в 2006, 2018 гг. — на третьем уровнях значимости (табл. 6). Основные уловы смолтов нерки в 2010 г. в конце июня и в конце июня – начале июля в 2011 г. (период максимального ската) пришлось на ст. 1. В 2006 г. во

второй–третьей декаде июня доминирующей была ст. 6, а в 2018 г. в первой–второй декаде этого месяца — ст. 4. Все это отразилось на общей динамике ската и на согласованности оценок ската для малой (все станции) и малой (ст. 4; ст. 5) ловушек в эти годы (рис. 10).

Исследование ската смолтов нерки большой и малой ловушками в р. Озерной в 2004–2018 гг. в межгодовом аспекте показало в целом согласованность оценок динамики ската, полученной малой

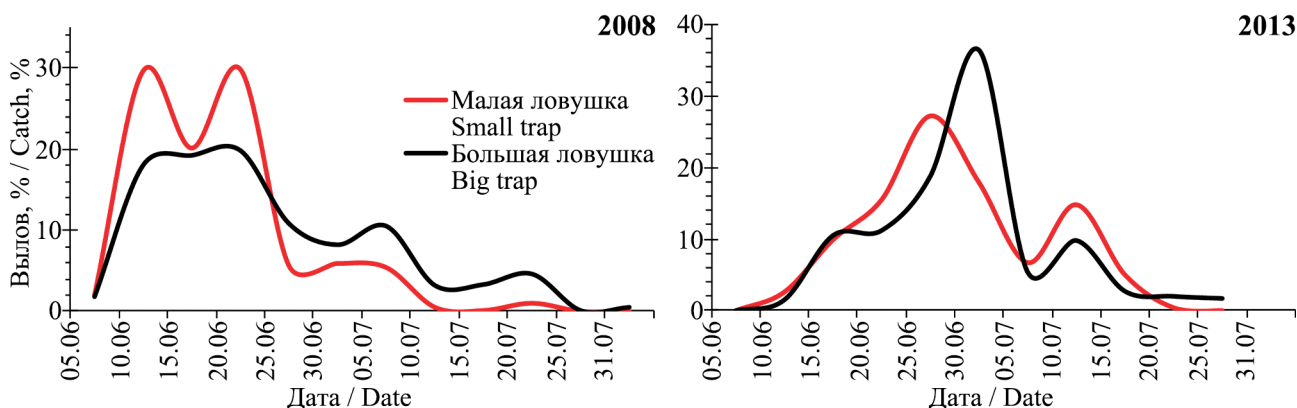


Рис. 9. Динамика ската, оцененная по уловам смолтов нерки большой и малой ловушками в 2008 и 2013 гг. ската
Fig. 9. The dynamics of the downstream migration evaluated on the catches of smolts from big and small traps in 2008 and 2013

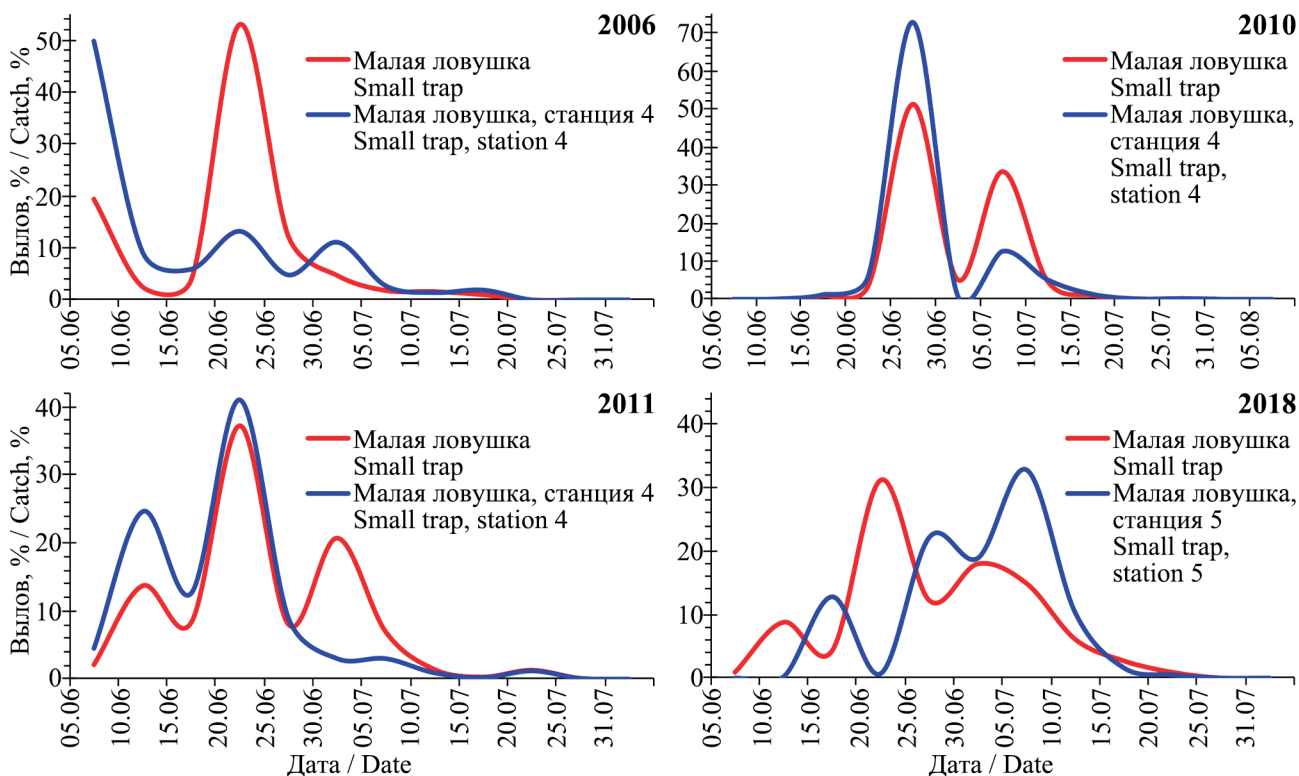


Рис. 10. Динамика ската, оцененная по уловам смолтов нерки малой (все станции) и малой (ст. 4; ст. 5) ловушками в 2006, 2010–2011 и 2018 гг. ската
Fig. 10. The dynamics of the downstream migration evaluated on the catches of sockeye salmon smolts from small (all stations) and small (stations 4 and 5) traps in 2006, 2010–2011 and 2018

ловушкой как суммарно по всем секторам учета, так и по секторам, где отмечали основные уловы молоди. Несогласованность в оценках динамики ската большой и малой ловушками, скорее всего, связана с различиями в конструкции этих ловушек и, в частности, в размерах устья, которое у большой (стационарной) ловушки в два раза шире, чем у малой. Это не могло не отразиться на селективности вылавливаемой ими молоди, а также на различиях в уловистости использованных ловушек.

Количественная характеристика смолтов

Количество смолтов нерки, рассчитанное по материалам учетов конусной (малой) ловушкой в р. Озерной в 2004–2018 гг., насчитывало от 1,419 до 16,004 млн экз. молоди, в среднем 6,228. Однако были обоснованные сомнения в корректности данных по числу смолтов, учтенных в 2004 и 2015 гг.

В 2004 г. было учтено 4,985 млн экз. смолтов. Эта цифра оказалась заметно меньше средней за период наших исследований в 2004–2018 гг. Существенную долю в скате (89,02%) в этот год традиционно составляли смолты-двухгодовики, т. е. в 2004 г. в море мигрировала в основном нерка поколения 2001 г. Полный возврат поколения состоялся в 2009 г., и конечная численность его была равна около 16,5 млн рыб. Это второе по численности поколение за всю историю изучения нерки стада р. Озерной, уступающее только поколению 2007 г., равному порядка 18 млн рыб. В 2004 г. методику количественного учета смолтов нерки только начали разрабатывать, что, видимо, и отразилось на конечном результате учета. Материалы для качественной характеристики смолтов в тот год собирали стационарной (большой) ловушкой. Суммарный вылов этой ловушкой за все вре-

мя ската в 2004 г. равнялся 48,043 тыс. экз. смолтов нерки. Смолты поколения 2007 г. скатывались в 2010 г., и общий улов молоди нерки большой ловушкой составил 53,572 тыс. экз. смолтов нерки. Частное от деления цифры общего улова смолтов в 2004 и в 2010 гг. — $(48,043/53,572)$ 0,8968. Соответственно, частное от деления численности поколений 2001 и 2007 гг. $(16,5/18,0)$ составило 0,9170. Полученные индексы были очень близки по величине, что может указывать на правильность наших рассуждений.

Суммарный улов смолтов малой ловушкой в 2010 г. равнялся 16,004 млн рыб. Для корректировки цифры количественной оценки смолтов нерки, полученной в 2004 г., взяли индекс, рассчитанный по уловам большой ловушкой, а исправленная цифра количества смолтов для 2004 г. равнялась $(16,004 \times 0,8968)$ 14,352 млн рыб. Полученную цифру взяли для проведения сравнительного анализа.

В 2015 г., по организационным причинам, на полевые работы на оз. Курильское выехали поздно и застали окончание ската. Расчетная цифра численности скатившейся за это время молоди равнялась 1,419 млн экз. смолтов нерки. Сравнительный графический анализ позволил установить, что динамика ската в 2015 г. была сходна с таковой в 2013 г., но скат шел с задержкой против такового в 2013 г. на 4 суток (рис. 11).

Расчетным способом установили, что с 03 по 28 июля было учтено 25,70% всех мигрантов в 2015 г., и общая численность скатившихся из оз. Курильского смолтов нерки могла составить 3,122 млн рыб. Полученную цифру также взяли для проведения сравнительного анализа.

Дополнительно рассчитали возможный возрастной состав для всего периода смолтификации в этот год. Для этого сначала провели анализ

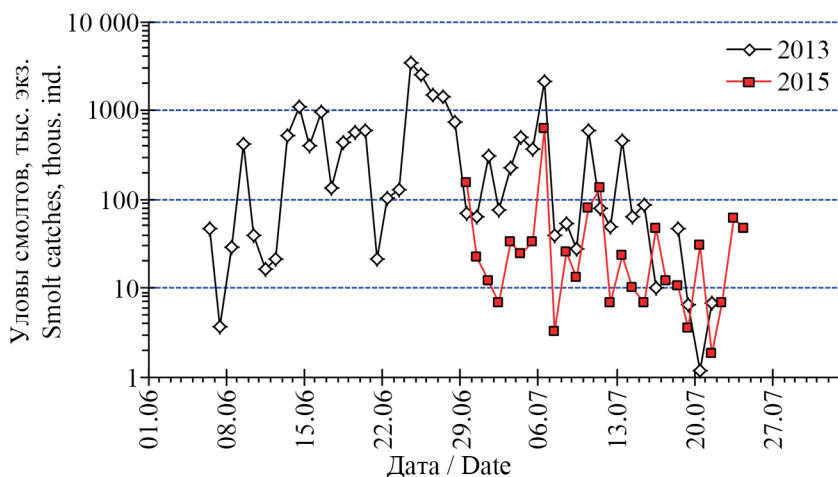


Рис. 11. Количественная характеристика ската смолтов нерки из оз. Курильского в 2013 и 2015 гг. (график 2015 г. сдвинут на 4 дня влево)
Fig. 11. The quantitative characterization of the downstream migration of sockeye salmon smolts from the Lake Kurilskoye in 2013 and 2015 (the dynamics 2015 is moved into 4 days to left)

возрастного состава смолтов за предшествующие 2015 г. пять лет и установили, что сходный возрастной состав смолтов для периода с 05 июля и до завершения поклатной миграции был отмечен в 2011 и 2014 гг. Затем провели расчеты средней взвешенной возрастной состава смолтов в 2011 и 2014 гг. для временного отрезка с начала ската и до 05 июля. По цифрам полученного возрастного распределения рассчитали численность смолтов разных возрастных групп от начала ската и до 05 июля в 2015 г., после чего рассчитали средние взвешенные возрастной состава смолтов для всего времени ската в 2015 г.

Величины численности учтенных в период 2004–2018 гг. смолтов распределили, с учетом возраста мигрантов, по поколениям. Было получено 12 точек (поколения 2001–2012 гг.), для которых провели регрессионный анализ (рис. 12).

В результате ретроспективного анализа получили уравнение линейной регрессии, которое описывало имеющуюся группу точек с аппроксимацией, равной 66%, и было достоверно на третьем уровне значимости. Полученное уравнение вполне может быть использовано в качестве дополнительного для проведения расчетов численности по-

колений при разработке перспективных прогнозов численности подходов и определении величины вылова нерки стада р. Озерной береговым промыслом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведено исследование ската смолтов нерки из оз. Курильского в Охотское море в 2004–2018 гг. В этот период в 2004–2014 гг. проводили мониторинговые исследования смолтов с помощью стационарной (большой) ловушки и с 2004 г. начали работы по количественному учету смолтов нерки конусной (малой) ловушкой.

В целом за период 2004–2014 гг. динамика ската, рассчитанная по уловам большой и малой ловушками, различалась. В частности, пик ската по уловам малой ловушкой отмечали в середине, а большой — в конце июня. Однако различия, оцененные по критерию согласия χ^2 , были не достоверны. Тем не менее по отдельным годам отмеченные различия были существенными и высоко достоверными. Различия были, видимо, связаны не только с тем, что большую ловушку устанавливали на одном стационарном месте, а обловы малой ловушкой осуществляли по всей ширине реки, но

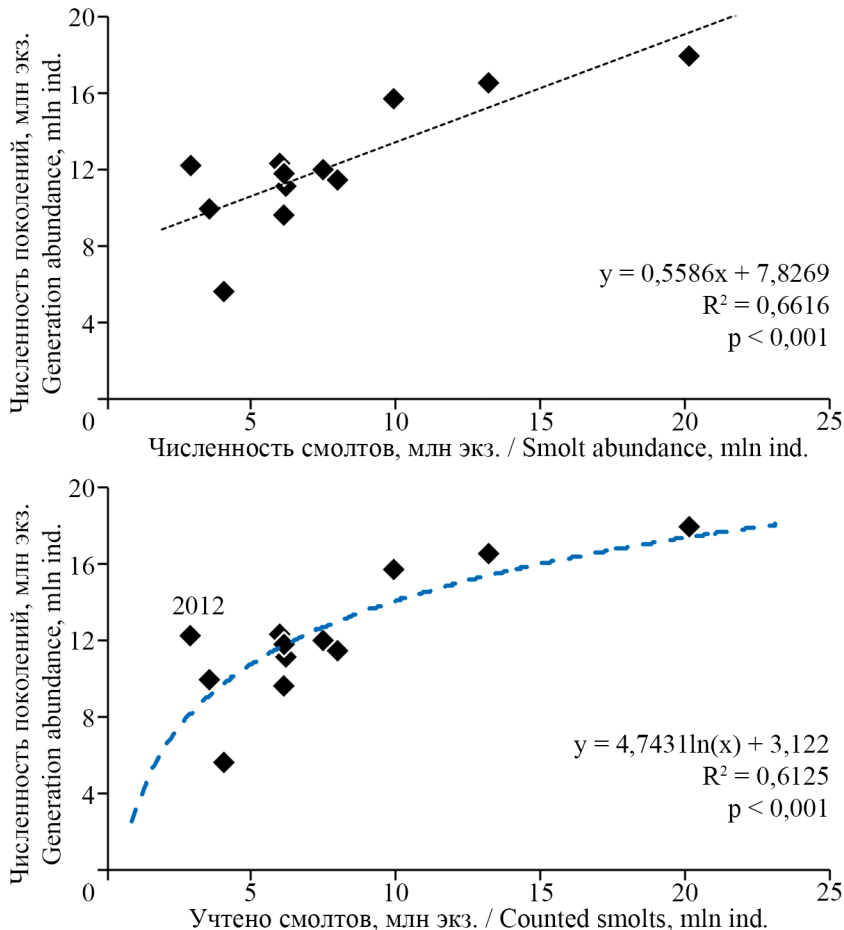


Рис. 12. Связь численности поколений нерки стада р. Озерной с численностью смолтов от нереста производителей-родителей в 2001–2012 гг.
 Fig. 12. The correlation between sockeye salmon generation abundance in the Ozeraya River and abundance of smolts from parental spawning in 2001–2012

и с тем, что эти ловушки, ввиду заметного различия в размерах их устья, обладали и разной уловистостью. С различием в уловистости, ввиду конструктивных особенностей двух ловушек, в конечном счете выражающихся в их избирательной уловистости, видимо, связаны и достоверные различия средних длины и массы тела смолтов, пойманных этими ловушками в одно и то же время.

В 2004–2018 гг. основные уловы смолтов малой ловушкой пришлись на ст. 5 и ст. 4, которые охватывали сектор размером 42 м примерно от центра реки к правому берегу. До введения в работу в 2012 г. ст. 5 доминировала по уловам ст. 4. В некоторые годы (2006, 2010–2011 гг.) распределение уловов по станциям отличалось от среднего за весь период исследований. Это мы связываем с изменениями в гидрологии реки в названные годы, что могло вызвать отклонение основного потока воды в месте расположения РУЗ, а вместе с ним и мигрировавших смолтов нерки в 2006 г. к правому, а в 2010–2011 гг. — к левому берегу. Косвенным доказательством изменений в направлении движения потока воды в русле реки могут быть отмеченные в эти годы заметные углубления створа соответственно возле правого или левого берегов р. Озерной.

Исследование возрастного состава смолтов нерки в 2004–2018 гг. показало, что в современный период он, по сравнению с 1975–2002 гг., несколько изменился в сторону снижения в скате средней доли смолтов основной возрастной группы 2+ и повышения процента смолтов возраста 1+ и 3+ лет. В целом в 2004–2018 гг. средний процент смолтов 2+ увеличивался от начала к середине и затем вновь снижался к окончанию покатной миграции. Процент смолтов 1+, от начала к концу ската, в среднем увеличивался, а смолтов 3+, наоборот, снижался.

В 2004–2018 гг. отмечено снижение размерно-весовых показателей смолтов от начала к окончанию покатной миграции. Соответствующая общей тенденция прослежена и для смолтов возраста 2+ и 3+. Для смолтов 1+, напротив, наблюдали увеличение длины и массы тела мигрантов от начала к концу ската, что могло свидетельствовать о росте данной молодежи во время покатной миграции и было подтверждено сравнительным анализом. Анализ приростов смолтов-годовиков в год ската

показал наличие роста у этой молодежи в июле во время ската в 2009–2013 гг.

Ретроспективный анализ показал наличие достаточно плотной прямой связи между численностью смолтов, учтенных малой ловушкой в 2004–2018 гг., и численностью поколений у нерки стада р. Озерной. В итоге было получено уравнение линейной регрессии, которое, несомненно, поможет в прогнозировании численности подходов нерки стада р. Озерной к берегу, способствуя рациональному и более эффективному использованию запаса.

Предложенное уравнение впервые применили при разработке прогноза на 2017 г. и затем успешно использовали его в прогнозах на 2018–2019 гг.

БЛАГОДАРНОСТИ

Материалы для проведения исследований собирали сами авторы, а также им активно помогали сотрудники Озерновского наблюдательного пункта, лаборатории динамики численности лососевых рыб, других лабораторий КамчатНИРО и студенты КамчатГТУ, часть из которых позднее сами стали сотрудниками института. Всем им авторы выражают глубокую благодарность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бонк Т.В. 2014. Пищевая обеспеченность молодежи нерки в оз. Курильское (Камчатка) в 2004–2014 гг. // Бюлл. № 9. Изуч. тихоок. лос. на ДВ. С. 158–163.
- Бугаев В.Ф. 1995. Азиатская нерка (пресноводный период жизни, структура локальных стад, динамика численности). М.: Колос. 464 с.
- Бугаев В.Ф., Дубынин В.А. 1999. Факторы, определяющие длину и массу тела смолтов нерки *Oncorhynchus nerka*, мигрирующих из оз. Курильское (р. Озерная) и оз. Азабачье (р. Камчатка) // Изв. Тихоокеан. науч.-исслед. рыбохоз. центра. Т. 126. С. 383–400.
- Бугаев В.Ф., Дубынин В.А. 2000. Факторы, определяющие длину и массу тела смолтов нерки *Oncorhynchus nerka*, мигрирующих из оз. Курильское (р. Озерная) и оз. Азабачье (р. Камчатка). Анализ методом пошаговой регрессии // Сб. науч. докл. Рос.-амер. конф. по сохр. лососевых. Вопросы взаимодействия естест. и искусст. популяций лососей. Хабаровск. С. 35–49.
- Бугаев В.Ф., Дубынин В.А. 2002. Факторы, влияющие на биологические показатели и динамику

- численности нерки *Oncorhynchus nerka* рек Озерная и Камчатка // Изв. ТИНРО. Т. 130. С. 679–757.
- Бугаев В.Ф., Маслов А.В., Дубынин В.А. 2009. Озерновская нерка (биология, численность, промысел). Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. 156 с.
- Воловик С.П. 1967. Методы учета и некоторые особенности поведения поклатной молоди горбуши в реках Сахалина // Изв. ТИНРО. Т. 61. С. 104–117.
- Глубоковский М.К., Марченко С.Л., Темных О.С., Шевляков Е.А. 2017. Методические рекомендации по исследованиям тихоокеанских лососей. М.: ВНИРО. 80 с.
- Дубынин В.А., Бугаев В.Ф. 1988. Изменчивость качественных показателей смолтов нерки в связи с фертилизацией // Проблемы фертилизации лососевых озер Камчатки. Владивосток: ТИНРО. С. 83–104.
- Дубынин В.А., Бугаев В.Ф. 2002. Изменчивость длины и массы тела смолтов нерки *Oncorhynchus nerka* стада рек Озерная и Камчатка в зависимости от некоторых факторов среды // Матер. III науч. конф. 27–28 ноября 2002 г. Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. С. 40–43.
- Дубынин В.А., Бугаев В.Ф. 2004. Качественные показатели смолтов нерки *Oncorhynchus nerka* стада р. Озерная в 1965–1973 и 1992–2002 годы и особенности структуры пресноводной части чешуи рыб поколения 1994 года // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Докл. IV Науч. конф. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. С. 33–46.
- Крогиус Ф.В., Крохин Е.М. 1956. Результаты исследования нерки (красной), состояние ее запасов и колебания численности в водах Камчатки // Вопр. ихтиологии. Т. 7. № 5. С. 3–20.
- Лакин Г.Ф. 1990. Биометрия. 4-е изд., перераб. и дополн. М.: Высшая школа. 352 с.
- Миловская Л.В., Бонк Т.В. 2004. Состояние пелагического зоопланктонного сообщества оз. Курильское в фертилизационный и постфертилизационный периоды (1980–2000 гг.) // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Вып. 7. С. 94–102.
- Николаев А.С. 1983. Некоторые результаты изучения распределения молоди красной в пелагиали оз. Курильское (Южная Камчатка) / В кн.: Морфология, структура популяций и проблемы использования лососевидных рыб. Л.: Наука. С. 144–145.
- Николаев А.С. 1986. Поведение эпилимнических звукорассеивающих слоев в оз. Курильское в летне-осенний период / В сб.: Комплексные исследования озера Курильского. Владивосток: ДВГУ. С. 171–184.
- Николаев А.С. 1988. Особенности вертикального распределения звукорассеивающих слоев в оз. Курильском как способ биоиндикации неркового водоема / В сб.: Проблемы фертилизации лососевых озер Камчатки. Владивосток: ТИНРО. С. 58–65.
- Николаев А.С. 1990. Особенности вертикального распределения пелагической молоди нерки *Oncorhynchus nerka* в оз. Курильском в летне-осенний период // Вопр. ихтиологии. Т. 30. № 3. С. 392–403.
- Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). 4-е изд., перераб. и дополн. Под ред. проф. П.А. Дрягина и к. б. н. В.В. Покровского. М.: Пищ. пром-сть. 366 с.
- Таранец А.Я. 1939. Исследование нерестилищ кеты и горбуши в р. Иски // Рыбное хозяйство. № 12. С. 1–4.
- Burgner R.L. 1991. Life history of Sockeye Salmon (*Oncorhynchus nerka*) // Pacific Salmon Life Histories / Eds. Groot C. and Margolis L. Vancouver: UBC Press. Canada. P. 3–117.
- Burgner R.L., DiCostanzo C.L., Ellis R.L., Harry C.J., Hartman W.L., Kerns O.E., Mathisen O.A., Royce W.F. 1969. Biological studies and estimates of optimum escapements of sockeye salmon in South Western Alaska // U.S. Fish. Wildl. Serv. Fish. Bull. 67 (2). P. 405–459.
- Clutter R.I., Whitesel L.E. 1956. Collection and interpretation of sockeye salmon scales // Int. Pacif. Salmon Fish. Com. Vol. 9. 159 p.
- Goodlad J.C., Giernes T.W., Brannon E.L. 1974. Factors affecting sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) growth in four lakes of the Fraser River system // J. Fish. Res. Board Can. Vol. 31. No. 5. P. 871–892.
- Koenings J.P., Burkett R.D. 1987. Population characteristics of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) smolts relative to temperature regimes, euphotic volume, fry density, and forage base within Alaskan lakes // Sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) population biology and future management / Eds. Smith H.D., Margolis L. and Wood C.C. Can. Spec. Publ. of Fish. and Aquat. Sci. Vol. 96. P. 216–234.

REFERENCES

Bonk T.V. Food supply of juvenile sockeye salmon in the Lake Kurilskoye (Kamchatka) in 2004–2014.

- Bulletin of Pacific salmon studies in Far East*, Vladivostok: TINRO-Centr, 2014, vol. 9, pp. 158–163. (In Russian)
- Bugaev V.F. *Aziatskaya nerka (presnovodnyi period zhizni, struktura lokal'nykh stad, dinamika chislennosti)* [Asian Sockeye Salmon (Freshwater Period, Structure of Local Stocks and Abundance Dynamics)]. Moscow: Kolos, 1995, 464 p.
- Bugayev V.F., Dubynin V.A. Factors determining length and weight of sockeye *Oncorhynchus nerka* smolts migrated from Kurilskoye Lake (Ozernaya River) and Azabachye Lake (Kamchatka River). *Izvestiya TINRO*, 1999, vol. 126, pp. 383–400. (In Russian)
- Bugayev V.F., Dubynin V.A. Factors determining body length and weight of sockeye (*Oncorhynchus nerka*) smolts migrating from Lake Kurilskoye (Ozernaya River) and Azabachye Lake (Kamchatka River). Analysis by the stepwise regression method. *Collect. Sci. Pap. Russ.-Am. Conf. Coserv. Salmonids "Issues of Interaction between Wild and Artificial Salmon Populations"*. Khabarovsk, 2000, pp. 35–49. (In Russian)
- Bugayev V.F., Dubynin V.A. Factors affecting the biological parameters and population dynamics of the red salmon *Oncorhynchus nerka* in the Ozernaya and Kamchatka Rivers. *Izvestiya TINRO*, 2002, vol. 130, part II, pp. 383–400. (In Russian)
- Bugaev V.F., Maslov A.V., Dubynin V.A. *Ozernovskaya nerka (biologiya, chislennost, promysel)* [The Sockeye Salmon: Biology, Population Size and Fishing]. Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatpress, 2009, 156 p.
- Volovik S.P. Methods of registration and some features of behavior of downstream juveniles of pink salmon in the rivers of Sakhalin. *Izvestiya TINRO*, 1967, vol. 61, pp. 104–117. (In Russian)
- Glubokovskiy M.K., Marchenko S.L., Temnykh O.S., Shevlyakov Y.A. *Metodicheskiye rekomendatsii po issledovaniyam tikhoookeanskikh lososy* [Guidelines for Research on Pacific Salmon]. Moscow: VNIRO, 2017, 80 p.
- Dubynin V.A., Bugayev V.F. Variability of qualitative indicators of sockeye salmon smolts in connection with fertilization. *Problemy fertilizatsii lososykh ozer Kamchatki* [Problems of fertilization of salmon lakes in Kamchatka]. Vladivostok, 1988, pp. 83–104.
- Dubynin V.A., Bugayev V.F. Variation in the body length and weight of smolts of the sockeye salmon *Oncorhynchus nerka* in herds of the Ozernaya and Kamchatka Rivers depending on some environmental factors. *Conservation of biodiversity of Kamchatka and coastal waters. Materials of III International scientific conference*. Petropavlovsk-Kamchatsky, 2002, pp. 40–43. (In Russian)
- Dubynin V.A., Bugayev V.F. Qualitative indicators of smolts of sockeye salmon *Oncorhynchus nerka* of the R. Ozernaya in 1965–1973 and 1992–2002 and features of the structure of the freshwater part of the fish scales of the 1994 generation. *Conservation of biodiversity of Kamchatka and coastal waters. Materials of III International scientific conference*. Petropavlovsk-Kamchatsky, 2004, pp. 33–46. (In Russian)
- Krogus F.V., Krokhin E.M. Results of a study of the biology of sockeye salmon, the conditions of the stocks and the fluctuations in numbers in Kamchatka waters. *Voprosy Ikhtiologii*, 1956, vol. 7, pp. 3–20. (In Russian)
- Lakin G.F. *Biometriya* [Biometrics]. Moscow: Vysshaya shkola, 1990, 352 p.
- Milovskaya L.V., Bonk T.V. The state of the pelagic zooplankton community of Lake Kurilskoye in the fertilization and post-fertilization periods (1980–2000). *The researchers of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean*, 2004, vol. 7, pp. 94–102. (In Russian)
- Nikolayev A.S. Some results of studying the distribution of red fry in the pelagic zone of Lake Kurilskoye (South Kamchatka). *Morfologiya, struktura populyatsiy i problemy ispolzovaniya lososevidnykh ryb* [Morphology, population structure and problems of using salmonids]. Leningrad: Nauka, 1983, pp. 144–145.
- Nikolayev A.S. Behavior of epilimnic sound-scattering layers in the Lake Kurilskoye in the summer-autumn period. *Kompleksnyye issledovaniya ozera Kurilskogo* [Complex studies of the Kuril Lake]. Vladivostok: DVGU, 1986, pp. 171–184.
- Nikolayev A.S. Features of the vertical distribution of sound-scattering layers in the Lake Kurilskoye as a method of bioindication of a nonerk reservoir. *Problemy fertilizatsii lososykh ozer Kamchatki* [Problems of fertilization of salmon lakes in Kamchatka]. Vladivostok: TINRO, 1988, pp. 58–65.
- Nikolayev A.S. Peculiarities of vertical distribution of pelagic juvenile salmon *Oncorhynchus nerka* in the lake. *Voprosy Ikhtiologii*, 1990, vol. 30, No. 3, pp. 392–403. (In Russian)
- Pravdin I.F. *Rukovodstvo po izucheniyu ryb* [Manual of Studies on Fishes]. Moscow: Pishchevaya Promyshlennost, 1966, 376 p.

- Taranetc A.Y. Research of spawning grounds of chum salmon and pink salmon in the R. Iski. *Rybnoye khozyaystvo*, 1939, No. 12, pp. 1–4. (In Russian)
- Burgner R.L. Life history of Sockeye Salmon (*Oncorhynchus nerka*). *Pacific Salmon Life Histories*. Eds. Groot C. and Margolis L. Vancouver: UBS Press. Canada, 1991, pp. 3–117.
- Burgner R.L., DiCostanzo C.L., Ellis R.L., Harry C.J., Hartman W.L., Kerns O.E., Mathisen O.A., Royce W.F. Biological studies and estimates of optimum escape-ments of sockeye salmon in South Western Alaska. *U.S. Fish. Wildl. Serv. Fish. Bull.*, 1969, 67 (2), pp. 405–459.
- Clutter R.I., Whitesel L.E. Collection and interpretation of sockeye salmon scales. *Int. Pacif. Salmon Fish. Com.*, 1956, vol. 9, 159 p.
- Goodlad J.C., Giernes T.W., Brannon E.L. Factors affecting sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) growth in four lakes of the Fraser River system. *J. Fish. Res. Board Can.*, 1974, vol. 31, No. 5, pp. 871–892.
- Koenings J.P., Burkett R.D. Population characteristics of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) smolts relative to temperature regimes, euphotic volume, fry density, and forage base within Alaskan lakes. Sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) population biology and future management / Eds. Smith H.D., Margolis L. and Wood C.C. *Can. Spec. Publ. of Fish. and Aquat. Sci.*, 1987, vol. 96, pp. 216–234.