

УДК 597.553.2.639.3.03.639.2.053.32

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СТАД КЕТЫ *ONCORHYNCHUS KETA* (SALMONIDAE) НА ЗАВОДАХ ЮГО-ЗАПАДНОГО САХАЛИНА, ВЫЯВЛЕННЫЕ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МЕТОДИКИ ОТОЛИТНОГО МАРКИРОВАНИЯ

© 2024 г. А. А. Ворожцова¹, М. С. Мякишев¹, М. А. Жаворонкова²,
О. В. Зеленников², *

¹Сахалинский филиал Главного бассейнового управления по рыболовству и сохранению
водных биологических ресурсов, Южно-Сахалинск, Россия

²Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

*E-mail: oleg_zelennikov@rambler.ru

Поступила в редакцию 05.10.2023 г.

После доработки 20.11.2023 г.

Принята к публикации 27.11.2023 г.

Представлены результаты исследования особенностей формирования стад кеты *Oncorhynchus keta* на Калининском, Сокольниковском и Ясноморском лососёвых рыбоводных заводах, расположенных в юго-западной части о-ва Сахалин, с использованием метода отолитного маркирования молоди. Согласно многолетним данным, промысловые стада всех предприятий формируются как за счёт заводской продукции, так и за счёт естественного нереста; в них значительно преобладают особи старших возрастных групп, при этом численность рыб соответствующих поколений на всех заводах тесно коррелирует. Стадо Калининского завода в своей большей части формируется за счёт работы самого предприятия. На численность стада Сокольниковского завода большое влияние оказывает работа соседних предприятий — число производителей с метками Калининского и Ясноморского заводов среди подошедших к этому заводу становится явно выраженным в годы с низкими уловами в регионе. В стадах Ясноморского завода также выявлены производители с метками соседних предприятий. Вместе с тем на формирование стада Ясноморского завода больше, чем на стада других предприятий, оказывает влияние естественное воспроизводство и в первую очередь нерест в р. Ясноморка, являющейся самой продуктивной кетовой рекой в юго-западной части Сахалина.

Ключевые слова: кета *Oncorhynchus keta*, рыбоводные заводы, отолитное маркирование, заводское и естественное воспроизводство, юго-западное побережье острова Сахалин.

DOI: 10.31857/S0042875224050044 EDN: QYTEAE

До недавнего времени в рыбоводной практике не было способа надёжно отделить друг от друга рыб природного и заводского происхождения в общем улове. Заводскими считали особей, самостоятельно дошедших до пунктов сбора икры в ходе нерестовой миграции, а природными — тех, которые проходили в соседние или отдалённые водотоки (Кузнецова, Бонк, 2018; Углова, 2020). В результате за неимением других возможностей эффективность работы рыбоводных предприятий оценивали по числу всех рыб, учтённых среди подошедших к заводам. Именно при таком способе подсчёта авторы приходили к выводу о том, что заводская молодь была в несколько раз

менее жизнеспособной по сравнению с молодьёю от естественного нереста (Каев, Хоревин, 2003).

Ситуация изменилась в последние годы после того, как в практику рыбоводства внедрили технику маркирования отолитов и, в частности, сухой способ маркирования, который использовали и мы. Этот способ предусматривает выдерживание (по определённой схеме) зародышей во влажной атмосфере (Сафроненков и др., 2000), в результате чего на отолитах рыб формируется рисунок из чередующихся широких и узких полос — так называемая отолитная метка. Эта метка, сохраняющаяся у рыб в течение всей жизни, позволяет выявлять особей заводского проис-

хождения на любом расстоянии от рыбоводных предприятий (Мякишев и др., 2019), в том числе на путях морских миграций и в местах нагула (Urava et al., 2003; Чистякова, Бугаев, 2016; Бугаев и др., 2020). Новая методика открывает широкие возможности для изучения миграции лососёвых рыб, закономерностей формирования численности промысловых стад (Carlson et al., 2000; Sato et al., 2009) и позволяет уже на новом уровне оценивать эффективность работы рыбоводных заводов.

Вместе с тем данные, позволяющие при помощи отолитного маркирования оценить эффективность заводского воспроизводства кеты *Oncorhynchus keta*, в литературе являются единичными (Стеколышкова и др., 2021). Поскольку актуальность таких сведений представляется очевидной, можно полагать, что дефицит научных публикаций этого направления объясняется недостаточным сроком применения техники отолитного маркирования при воспроизводстве кеты, представители каждого поколения которой возвращаются на нерест в течение 3–7 лет.

В последние 20–30 лет в Сахалинской области, где сосредоточено абсолютное большинство лососёвых заводов (Леман и др., 2015), наметилась тенденция сокращения воспроизводства самого массового вида — горбуши *O. gorbuscha* — и увеличения выпуска молоди кеты (Каев, Игнатьев, 2015; Зеленников и др., 2020), оказавшейся более рентабельной (Хованский, 2006). В соответствии с этой тенденцией в Сахалинской области создаются крупные заводские стада кеты (Любаева и др., 2000; Klovach et al., 2021). В общем виде нашей задачей является исследование этих стад с использованием техники отолитного маркирования. Представленная статья является одной из работ в этом направлении. Её цель — выявить особенности формирования стад кеты трёх лососёвых рыбоводных заводов юго-западной части Сахалина.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Основу промысловых стад кеты в юго-западной части Сахалина (Невельский, Холмский и Томаринский районы) формируют рыбы, искусственно выращенные на трёх федеральных лососёвых рыбоводных заводах (ЛРЗ) (рис. 1а). Самый крупный из них, Калининский ЛРЗ, работает в современном виде с 2004 г., расположен на р. Калинка в 4 км от её устья. Сокольниковский ЛРЗ — старейшее из рыбоводных предприятий области, в современном виде работает с

1995 г., расположен на р. Заветинка (второе название реки — Сокольники) в 5 км от её устья. Третье из федеральных предприятий — Ясноморский ЛРЗ, работающий с 1994 г., расположен на р. Ясноморка в 7 км от её устья.

Маркирование молоди кеты на всех этих предприятиях, начатое с 2010 г., проводили ежегодно и продолжают по настоящее время. Кроме единственного случая на всех заводах рыбоводную продукцию метили тотально. Всегда применяли только сухой способ маркирования (Сафроненков и др., 2000), обрабатывая зародышей до вылупления. Число выпущенных и маркированных мальков, а также коды меток приведены в табл. 1. К настоящему времени с применением техники отолитного маркирования учли и проанализировали эффективность воспроизводства шести поколений кеты выпуска 2010–2015 гг., возврат которых полностью завершился.

Кроме этих трёх предприятий в регионе функционирует Урожайный ЛРЗ, в современном виде введённый в эксплуатацию в 1996 г. Этот завод изначально был построен для воспроизводства молоди горбуши япономорского стада. Однако в связи с дефицитом производителей горбуши и общей тенденцией регионального рыбоводства на этом предприятии в небольшом количестве воспроизводили также молодь кеты, численность которой с 2010 по 2015 гг. в среднем составила 7.67 млн экз. (табл. 1). Икру кеты для инкубации на Урожайном ЛРЗ собирали как непосредственно в базовой реке завода, так и на пунктах сбора икры трёх федеральных предприятий юго-запада Сахалина, преимущественно на Калининском ЛРЗ.

Кроме четырёх федеральных заводов в юго-западной части Сахалина в настоящее время работают ещё 11 предприятий частной формы собственности, на которых молодь не метят. Три из них — Павино, Красноярка и ЛРЗ на р. Сова — с 2010 по 2015 гг. выпускали молодь кеты (табл. 1). Остальные восемь предприятий, расположение которых указано на рис. 1а, были введены в эксплуатацию в 2017 г. и позже; продукция с этих предприятий в рассматриваемые в нашей работе годы промысловое стадо кеты не пополняла.

Все материалы для исследования собирали с 2014 по 2019 гг. непосредственно на пунктах сбора икры Калининского, Сокольниковского и Ясноморского ЛРЗ в ходе проведения биологических анализов производителей. Таким образом исследовали рыб всех возрастных групп — от

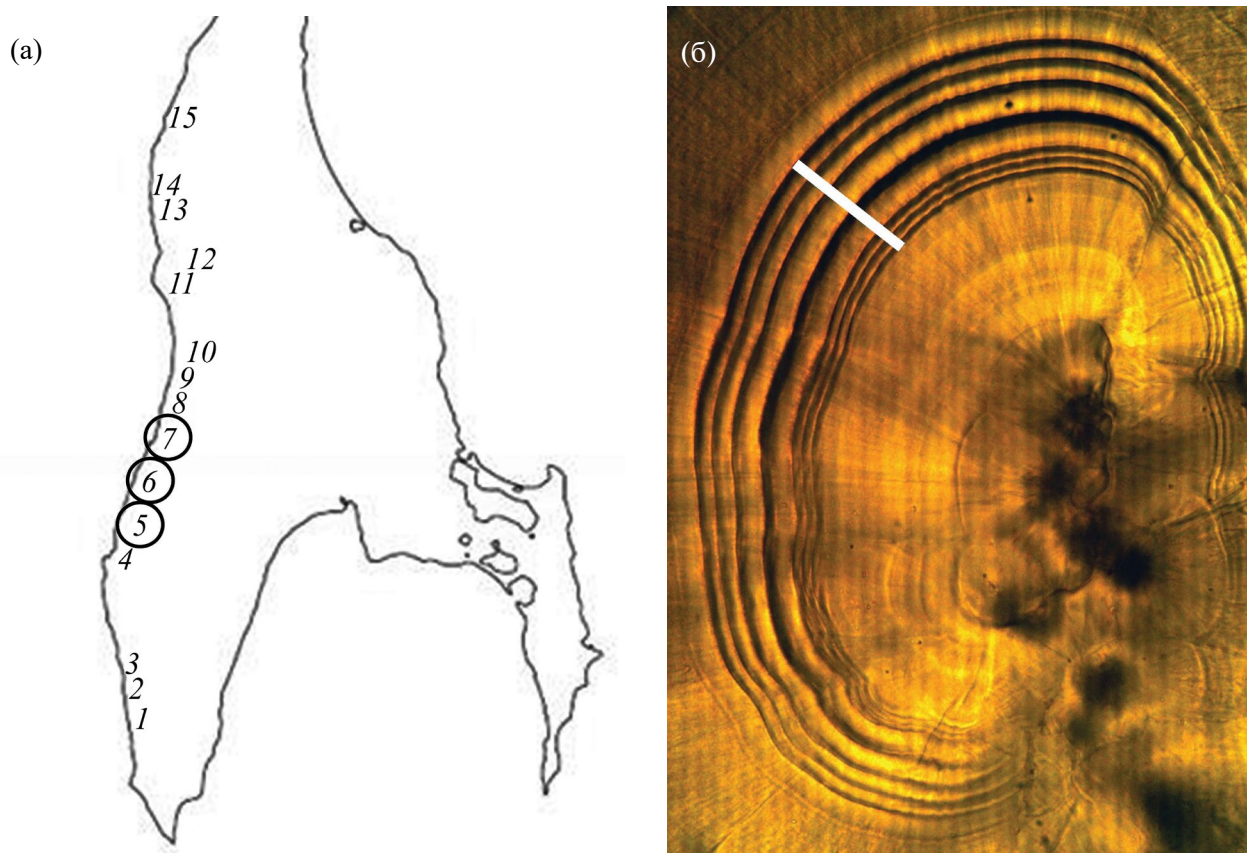


Рис. 1. Схема расположения лососёвых рыбоводных заводов (ЛРЗ) в юго-западной части Сахалина (а): 1 – Вольный; 2 – Аниусси; 3 – Обутанай; 4 – Ловецкий; 5 – Ясноморский; 6 – Сокольниковский (на р. Заветинка); 7 – Калининский; 8 – на р. Сова; 9 – Люблино; 10 – Павино; 11 – Красноярка; 12 – на р. Малка; 13 – на р. Душ; 14 – Чеховский; 15 – Урожайный (на реке Чёрная Речка); в кружках отмечены номера заводов, на которых проводили исследование; если название реки не указано, завод находится на одноименной реке. (б): пример обозначенной штрихом метки с кодом 3п,1,3Н на отолите кеты *Oncorhynchus keta*, сформированной на Сокольниковском ЛРЗ; видны интенсивно пигментированные мальковые пятна.

первого маркированного поколения (выпуск 2010 г.) до производителей в возрасте 2+ (выпуск 2017 г.). Следует отметить, что пункты сбора икры всех трёх заводов находятся на расстоянии 200–300 м от устья базовых рек заводов – Калининки, Заветинки (Сокольники) и Ясноморки. Дополнительно материалы в 2018 и 2019 гг. собирали на пункте сбора икры Урожайного ЛРЗ, а также в окрестных реках. Всего в ходе исследования получили препараты отолитов от 2311, 2905 и 2027 особей из стад соответственно Калининского, Сокольниковского и Ясноморского ЛРЗ, от 1147 особей из стада Урожайного ЛРЗ и от 2922 особей из природных популяций различных рек. Всего исследовали препараты отолитов от 11312 особей кеты.

В лабораторных условиях отолиты извлекали из слуховых каналов, очищали от посторонних тканей, и каждый отолит монтировали на

отдельное предметное стекло, используя термопластический цемент. На следующем этапе препараты отолитов шлифовали до эмбриональной зоны (рис. 1б), применяя абразивные диски производства “Buehler” (США). Исследование микроструктуры отолитов на наличие метки проводили с использованием программных комплексов для анализа изображений на базе микроскопов Olympus BX51 (Япония) и Leica DM LS (Германия).

Данные по площадям нерестилищ кеты в реках, по их заполнению производителями в разные годы, а также сведения о возрастной структуре кеты в стадах базовых рек заводов и коэффициенты возврата производителей разных поколений взяты из годовых отчётов сахалинского филиала Главного бассейнового управления по рыболовству и сохранению водных биологических ресурсов (далее – Главрыбвод).

Таблица 1. Число мальков кеты *Oncorhynchus keta*, выпущенных с лососёвых рыбоводных заводов юго-западной части о-ва Сахалин в 2010–2015 гг., млн экз.

Завод	Год выпуска						В среднем
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
Калининский	<u>35.5</u> 3,3Н	<u>34.7</u> 3н,3нН	<u>43.6</u> 3н,2нН	<u>43.4</u> 1,2н,2Н	<u>35.4</u> 4н,2нН	<u>36.1</u> 3н,1,2нН	38.1
Сокольниковский	<u>15.6</u> 3н,1,2Н	<u>15.5</u> 3н,3Н	<u>15.7</u> 3н,2,1Н	<u>16.8</u> 4,1Н	<u>15.7</u> 5нН	<u>15.6</u> 3н,1,3Н	15.8
Ясноморский	<u>17.4</u> 5,1Н	<u>17.3*</u> 3,3Н	<u>17.5</u> 1,2Н	<u>9.0</u> 1,3н,1Н	<u>9.0</u> 1,2Н	<u>9.8</u> 3н,2,1Н	13.3
Урожайный	5.9	6.2	6.0	9.2	9.6	9.1	7.7
Красноярка	6.7	6.5	9.5	1.4	5.6	5.6	5.9
На р. Сова		6.9	13.5	6.7	7.4	10.2	8.9
Павино						0.9	0.9

Примечание. * Помечено 85.7% выращенных мальков, в остальные годы на Ясноморском, Калининском и Сокольниковском заводах продукцию метили тотально. Под чертой — код метки.

При статистическом анализе тесноту связи между коэффициентами возврата кеты на разные заводы оценивали, применяя коэффициент парной корреляции Пирсона.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Калининский ЛРЗ является крупнейшим региональным предприятием — с 2010 по 2015 гг. на нём в среднем вырастили 38.1 млн мальков кеты в год. Производственная мощность Сокольниковского и Ясноморского заводов была в 2.5 раза меньше и в среднем составила соответственно 15.8 и 13.3 млн экз. молоди в год (табл. 1). Оценивая коэффициент возврата производителей кеты с 1982 по 2015 гг., мы можем отметить принципиальное сходство изменения этого показателя на всех трёх заводах. Так, увеличение коэффициента возврата поколений 1980-х гг. сменилось его уменьшением для поколений начала 1990-х. Например, на всех трёх заводах высокими были коэффициенты возврата производителей от поколений 1995 и 1997 гг. и низкими от поколения 1996 г. (рис. 2). При статистическом анализе выяснилось, что коэффициенты возврата кеты на всех трёх заводах были тесно связаны друг с другом и увеличение вылова рыбы от всех поколений на Калининском ЛРЗ достоверно ($p < 0.05$) сопровождалось увеличением вылова от соответствующих поколений на Сокольниковском ($y = 1.2824x - 0.013$; $r = 0.83$) и Ясноморском ($y = 0.556x + 0.1214$; $r = 0.74$) ЛРЗ. Представляется вероятным, что чередование урожайных и неурожайных поколений не было связано с ра-

ботой рыбоводов, а определялось выживанием рыб на следующих этапах онтогенеза.

Основу промыслового стада кеты на всех трёх предприятиях составляли производители в возрасте 4+ (в среднем 50.4–56.9%) при значительной доле рыб в возрасте 5+. Более молодых особей в возрасте 3+ было существенно меньше, а рыбы в возрасте 2+ присутствовали единично. Суммарная доля рыб в возрасте 4+, 5+ и 6+ на Калининском, Сокольниковском и Ясноморском ЛРЗ в среднем составила соответственно 70.2, 63.7 и 59.2% (табл. 2).

Как и ожидалось, абсолютное большинство производителей, выловленных на пункте сбора икры Калининского ЛРЗ, имело заводскую метку, их доля в среднем составляла 90.9% (табл. 3). Можно полагать, что доля маркированных рыб была бы выше, если бы в 2008 и 2009 гг. их уже маркировали. Ведь в 2014 г. (когда впервые анализировали возврат меченых производителей) вернулись особи в возрасте 5+ (поколение 2009 г.) и в возрасте 6+ (поколение 2008 г.). По крайней мере, доля заводских рыб на Калининском ЛРЗ в уловах следующих лет значительно повысилась, а в уловах 2018–2019 гг. была почти стопроцентной — соответственно 99.5 и 99.7%.

Вместе с тем среди выловленных на пункте сбора икры Калининского ЛРЗ производителей кеты каждого поколения присутствовали особи, маркированные на двух других заводах. При этом доля рыб с меткой Сокольниковского ЛРЗ в среднем составила 7.3%, варьируя в разные годы в широком диапазоне от 2.0 до 19.1%. Доля

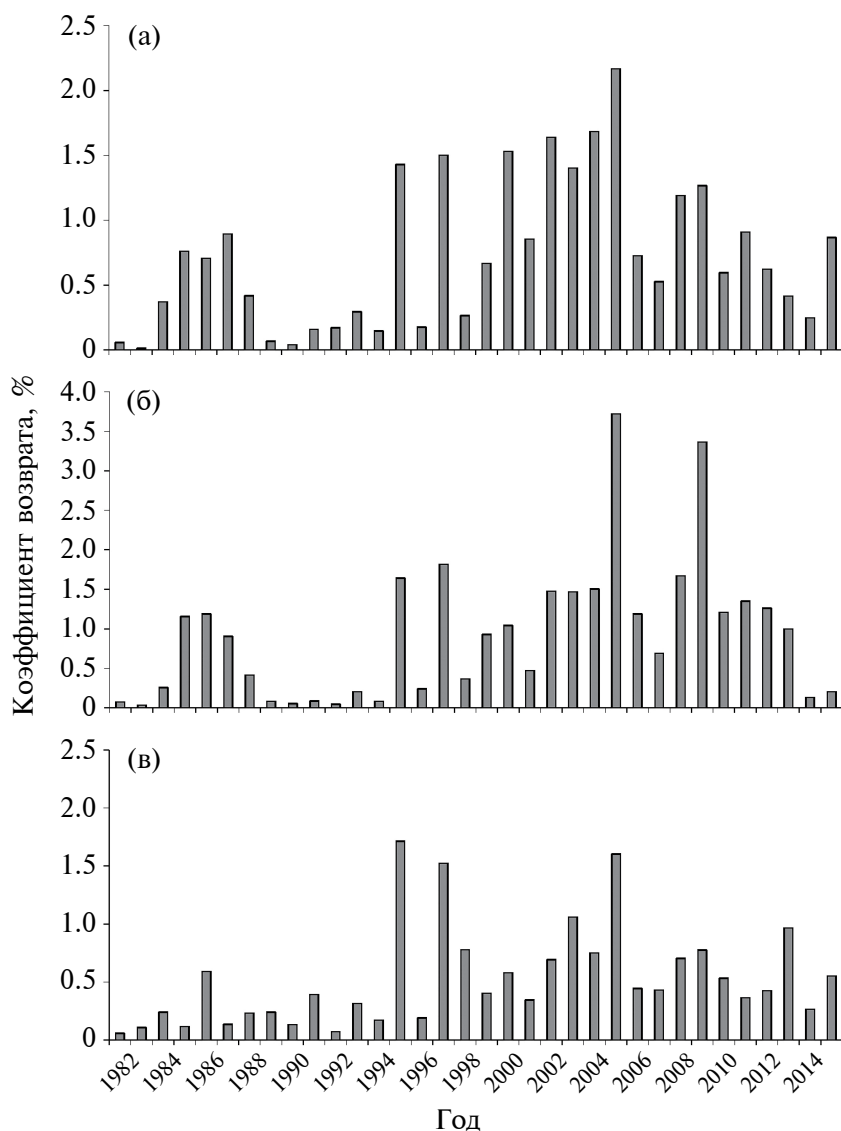


Рис. 2. Коэффициенты возврата кеты поколений 1982–2015 гг. в базовые реки Калининского (а), Сокольниковского (б) и Ясноморского (в) лососёвых рыбозаводов.

рыб, маркированных на Ясноморском ЛРЗ, в среднем была в два с половиной раза меньше — 3.1%, что, вероятно, определяется его более отдалённым расположением (рис. 1а), но варьировала из года в год столь же значительно — от 0.2 до 5.7% (табл. 3). Таким образом, промысловое стадо кеты на Калининском ЛРЗ в большей своей части формировалось за счёт работы самого предприятия. Доля рыб, не имеющих заводской метки, в среднем составляла ~11%; примерно таким же оказался и суммарный вклад двух соседних заводов.

На Сокольниковском ЛРЗ доля рыб с собственными метками в среднем сократилась с 65.9% в годы с высокими уловами (2014–2016) до 40.3% в годы с низкими уловами (2017–2019).

Одновременно с этим на формирование стада кеты, заходящих в р. Заветинка (к Сокольниковскому ЛРЗ), усилилось влияние соседних предприятий. Более того, в 2018 и 2019 гг., когда численность этих стад была очень низкой (в 2019 г. минимальной), доля производителей, маркированных на соседних заводах, была даже больше, чем доля рыб собственного производства (табл. 3). По нашим расчётам, на пункте сбора икры Сокольниковского ЛРЗ в среднем выловили 33866 экз. с меткой Калининского ЛРЗ и 7844 экз. с меткой Ясноморского ЛРЗ, тогда как число рыб с меткой Сокольниковского ЛРЗ в стадах этих двух заводов составила соответственно только 16395 и 4449 экз.

Таблица 2. Доля производителей кеты *Oncorhynchus keta* разных возрастных групп в стадах лососёвых рыбозаводных заводов (ЛРЗ) юго-западного побережья о-ва Сахалин, %

Год выпуска	Возрастная группа, лет					
	2+	3+	4+	5+	6+	4+, 5+, 6+
Калининский ЛРЗ						
2003	1.4	26.0	63.7	7.3	1.6	72.6
2004	0.5	32.1	46.1	21.2	0.1	67.4
2005	0.2	28.3	60.1	11.2	0.2	71.5
2006	6.0	28.6	55.7	9.0	0.7	65.4
2007	0.4	17.0	42.8	39.8		82.6
2008		20.9	57.4	20.9	0.8	79.1
2009	0.4	28.6	63.7	7.2	0.1	71.0
2010	2.0	33.5	51.6	12.1	0.8	64.5
2011		26.2	51.6	22.2		73.8
2012	0.3	10.5	84.5	4.7		89.2
2013	1.0	34.6	50.9	13.5		64.4
2014		24.5	75.1	0.4		75.5
2015	0.8	63.0	36.2			36.2
В среднем	1.0	28.8	56.9	13.0	0.3	70.2
Сокольниковский ЛРЗ						
2003	0.6	51.2	43.4	4.8		48.2
2004	0.4	32.8	58.9	7.9		66.8
2005	0.2	26.0	68.8	5.0		73.8
2006	1.6	53.3	39.1	6.0		45.1
2007	0.4	22.6	71.5	5.5		77.0
2008		16.3	65.7	15.5	2.5	83.7
2009	0.2	31.5	58.7	9.6		68.3
2010	0.6	26.1	63.8	8.0	1.5	73.3
2011		7.8	54.2	37.4	0.6	92.2
2012		15.3	82.3	2.4		84.7
2013	0.4	63.4	34.9	1.3		36.2
2014	7.0	60.7	28.3	4.0		32.3
2015	6.8	46.8	46.4			46.4
В среднем	1.4	34.9	55.1	8.3	0.3	63.7
Ясноморский ЛРЗ						
2003	0.3	43.0	52.1	2.4	2.2	56.7
2004	1.2	34.2	35.7	28.2	0.6	64.5
2005	0.8	27.6	68.9	2.5	0.3	71.7
2006	1.8	59.2	31.2	6.7	1.1	39.0
2007	7.6	36.2	46.8	8.3	1.1	56.2
2008	0.7	20.2	64.5	13.7	0.9	79.1
2009	1.0	21.5	71.8	5.7		77.5
2010		52.7	41.6	5.5	0.2	47.3
2011	2.3	30.3	42.3	25.0		67.3
2012		16.2	76.8	7.0		83.8
2013	1.7	41.2	54.9	2.2		57.1
2014	1.8	64.8	32.9	0.5		33.4
2015	9.7	54.1	36.2			36.2
В среднем	2.2	38.6	50.4	8.3	0.5	59.2

Таблица 3. Сведения по производителям кеты *Oncorhynchus keta*, выловленным на пунктах сбора икры лососёвых рыбоводных заводов (ЛРЗ) юго-западного побережья о-ва Сахалин

Год вылова	ЛРЗ и доля маркированных на этом заводе производителей разных возрастных групп, %																		
	Улов, экз.	Обработано рыб, экз.	Число рыб с меткой		Калининский					Сокольниковский					Ясноморский				
					2+...3+	4+	5+...6+	Всего		2+...3+	4+	5+...6+	Всего		2+...3+	4+	5+...6+	Всего	
								%	экз.				%	экз.				%	экз.
Выловлено на Калининском ЛРЗ																			
2014	228747	242	145	59.9	13.6	42.6	56.2	128556	1.2	1.2	2.4	5490	0.8	0.5	1.3	2974			
2015	218864	497	429	86.3	6.8	52.3	65.9	144231	2.6	10.3	14.9	32611	0.5	5.0	5.5	12038			
2016	364174	324	316	97.5	15.4	47.2	10.5*	266211	3.1	10.5	19.1	69557	3.7	1.6	5.3	19301			
2017	128964	400	367	91.7	17.7	57.8	7.7	107298	0.3	1.5	2.8	3611	5.0	0.7	5.7	7351			
2018	286887	448	446	99.5	68.1	22.3	6.9	279141		0.7	1.3	5738	0.2		0.2	574			
2019	119887	400	399	99.7	4.0	93.4	97.4	116770	1.2	0.7	2.1	2518	0.2		0.2	240			
В среднем	224587	385.2	350.3	90.9	20.9	52.5	5.3	176750	1.4	4.2	7.3	16395	0.3	2.4	3.1	6962			
Выловлено на Сокольниковском ЛРЗ																			
2014	195496	543	401	73.8	7.7	7.5	15.2	29715	37.9	20.4	58.3	113974	0.3		0.3	586			
2015	159468	496	456	91.9	0.3	7.5	1.8	15309	15.3	56.0	75.3	120079	1.8	4.6	7.0	11163			
2016	351305	494	382	77.3	2.6	6.7	1.2	36887	13.4	31.2	64.2	225538	0.4	1.4	2.6	9134			
2017	78958	483	345	71.4	11.4	12.0	1.6	19740	3.3	29.0	36.8	29057	1.0	7.9	9.6	7580			
2018	22680	490	445	90.8	30.2	10.2	1.8	9571	25.5	9.2	41.6	9435	4.1	1.8	7.0	1588			
2019	18085	399	382	95.7	4.3	40.1	0.9	8193	6.8	32.3	42.6	7704	2.0	5.8	7.8	1411			
В среднем	137665	484.2	401.8	83.0	9.4	14.0	1.2	33866	17.0	29.8	53.2	73238	1.6	3.6	5.7	7847			
Выловлено на Ясноморском ЛРЗ																			
2014	66584	396	186	47.0	0.5	1.8	2.3	1531	13.6	2.5	16.1	10720	17.2	11.4	28.6	19043			
2015	45512	400	285	71.2	0.2	0.2	1.7	956	1.8	6.8	9.8	4460	16.0	37.8	59.3	26989			
2016	109345	472	294	62.3	0.6	1.3	0.3	2406	0.8	4.2	8.6	9404	3.2	38.1	51.5	56313			
2017	73521	160	58	36.2		0.6	0.6	441		3.1	3.7	2720	3.7	21.9	31.9	23453			
2018	39778	299	215	71.9	3.7	0.3	0.3	1710	1.0	1.0	2.3	915	50.2	11.4	65.3	25975			
2019	30946	300	197	65.7	1.0	3.3	4.3	1331	0.8	2.3	3.1	959	8.7	49.3	58.3	18042			
В среднем	60947	337.8	205.8	60.9	1.0	1.3	0.4	1646	3.0	3.3	7.3	4449	16.5	28.3	49.1	29925			

Примечание. * В 2016 г. на Калининском и Сокольниковском ЛРЗ было поймано по одной особи, помеченной на Урожайном ЛРЗ. Рамками выделены сведения по рыбам, маркированным и выловленным на одном и том же ЛРЗ.

Таблица 4. Некоторые данные о естественном воспроизводстве кеты *Oncorhynchus keta* в реках юго-западного побережья о-ва Сахалин

Река	Площадь нерестилищ, м²	Заполнение нерестилищ в разные годы, %					
		2009	2010	2011	2012	2013	2014
Томаринский район							
Чёрная Речка	2300	Ед.	—	—	—	Ед.	4.9
Холмский район							
Чеховка	47000	1.0	—	0.3	Ед.	—	—
Кострома	28500	1.4	—	0.7	Ед.	0.4	0.6
Красноярка	17250 (6000)*	2.6	8.7	1.7	0.4	13.3	19.6
Сова	320	—	48.8	56.6	15.2	120.1	79.9
Калинка	800	98.4	100	100	120.0	120.0	100
Заветинка (Сокольники)	7000 (900)*	67.9	—	100	152.8	118.1	76.4
Невельский район							
Ясноморка	9600 (2700)*	51.8	—	100.9	138.9	—	53.2
Ловецкая	2000	4.7	—	—	6.2	—	—

Примечание. Ед. — единично, “—” — данные отсутствуют. * По результатам ревизии состояния нерестилищ установлено, что они занимают меньшую площадь (указана в скобках), чем считали ранее (перед скобками). Серой заливкой отмечены ячейки с данными для площади нерестилищ после их ревизии.

В стаде кеты Ясноморского ЛРЗ также преобладали производители заводского происхождения, однако доля маркированных рыб (в среднем 60.9%) оказалась меньше, чем на первом и втором заводах. При этом “обмен” производителями кеты этого завода с соседними предприятиями оказывался неравномерным; число рыб с меткой Ясноморского ЛРЗ в стадах Калининского и Сокольниковского ЛРЗ было существенно большим, чем число рыб, маркированных на этих заводах и зашедших на нерест в р. Ясноморка (табл. 3). Главной же особенностью стада кеты Ясноморского ЛРЗ является самое большое число производителей, не имеющих заводской метки, значительную часть которых предположительно составляли особи от природного нереста в р. Ясноморка. А поскольку доля немаркированных особей в отдельные годы составляла больше половины, то на следующем этапе работы мы анализировали масштаб естественного воспроизводства.

С одной стороны, согласно визуальным наблюдениям, в ограниченном количестве производители кеты заходят во все реки юго-западной части Сахалина. С другой стороны, значительного, представляющего промысло-

вый интерес, естественного воспроизводства нет ни в одной из них. В интересующие нас 2009–2014 гг. специалисты отдела ихтиологии сахалинского филиала Главрыбвода проводили контроль за заполнением природных нерестилищ в восьми наиболее значимых реках Невельского, Холмского и Томаринского районов. Самые большие площади нерестилищ кеты характерны для рек Чеховка и Кострома. Однако во все годы обследований нерестилища этих рек производители кеты почти не использовали; специалисты отмечали крайне низкое заполнение нерестовых площадей или отсутствие производителей в реках (табл. 4). Большинство рек в регионе являются сравнительно короткими водотоками горного типа, в которых площадь нерестилищ для кеты является сравнительно ограниченной.

Следует также отметить, что специалисты регулярно обследуют реки и при существенных изменениях конфигурации водотоков могут проводить переоценку их нерестового потенциала (табл. 4). Таким образом, в заметном количестве заполнялись нерестилища только четырёх рек: Сова, Калинка, Заветинка (Сокольники) и Ясноморка. Площадь нерестилищ в первых трёх из них составляет < 1000 м², и

Таблица 5. Количество и возраст маркированных особей кеты *Oncorhynchus keta*, вернувшихся в 2018–2019 гг. к Урожайному лососёвому рыбноводному заводу

Дата	Число рыб в выборке, экз.	Число рыб с меткой		Число маркированных рыб в разных возрастных группах, экз.			
		экз.	%	2+	3+	4+	5+
07.09.18	69	69	100		40 + 1*	29	
14.09.18	97	97	100		93	4	
17.09.18	97	97	100		85	12	
18.09.18	99	99	100		91	8	
19.09.18	81	81	100		74	7	
24.09.18	100	100	100		96	4 + 1*	
28.09.18	83	83	100		81	2	
Всего	626	626	100	0	560	66	0
02.09.19	91	91	100	1		87	3
03.09.19	46	46	100	1		41	4
04.09.19	88	87	98.9	1	2	72	12
09.09.19	48	48	100	1	2	45	
10.09.19	96	94	97.9	2	3	85	3
16.09.19	83	70	84.3	2	4	61	5
18.09.19	93	85	91.4	6	11	60	9
Всего	545	521	95.6	14	22	451	36

Примечание. * Особь с меткой Калининского лососёвого рыбноводного завода.

естественное воспроизводство в этих реках не может обеспечить существенный вклад в численность промысловых стад. Площадь нерестилищ в р. Ясноморка, а также в расположенной рядом (рис. 1а) р. Ловецкая заметно больше — это, возможно, и определяет увеличение доли немаркированных особей в стаде Ясноморского ЛРЗ.

В завершении рассмотрим результаты обследования кеты на самом северном из рыбноводных заводов в юго-западной части Сахалина — Урожайном, а также некоторые данные о расселении заводских производителей по соседним рекам. Заполнение производителями кеты природных нерестилищ в р. Чёрная Речка (базовый водоём Урожайного ЛРЗ) было единичным (табл. 4). При фактическом отсутствии естественного нереста в 2018 г. все 100% производителей кеты, зашедших в Чёрную Речку, имели отолитную метку. При этом абсолютное большинство рыб было маркировано именно на Урожайном ЛРЗ и только 2 экз. (по одной особи в возрасте 3+ и 4+) имели метку Калининского ЛРЗ (табл. 5).

В 2019 г. из 545 исследованных рыб 521 особь (95.6%) имела метку Урожайного ЛРЗ.

При оценке распределения заводских производителей по естественным нерестилищам чаще всего обследовали соседние реки — Сову и Ловецкую, расположенные соответственно с северной и южной сторон от трёх федеральных заводов. В первой из них ожидаемо преобладали особи, маркированные на Калининском, во второй — маркированные на Ясноморском ЛРЗ (табл. 6). Заводских производителей также отлавливали в реках, расположенных севернее: Красноярке и Костроме. Вместе с тем особи кеты из юго-западного региона заходили и в более удалённые водотоки, например, реки Лютога и Таранай, впадающие в зал. Анива. Так, среди 50 рыб, пойманных одновременно в р. Лютога 19.09.2018 г., были выявлены сразу 3 экз. с меткой Калининского и 1 экз. с меткой Сокольниковского ЛРЗ. В свою очередь в р. Таранай отлавливали рыб, маркированных на всех трёх заводах — Калининском, Сокольниковском и Ясноморском (табл. 6).

Таблица 6. Число выловленных в различных реках особей кеты *Oncorhynchus keta*, маркированных на федеральных лососёвых рыбоводных заводах юго-западной части Сахалина, а также число особей среди них, маркированных на конкретных заводах

Река	Год	Число рыб, экз.	Завод			
			Калининский	Сокольниковский	Ясноморский	Урожайный
Сова	2013	235	13			
	2014	196	49	1		
	2015	200	24		4	
	2016	187	19		12	
	2017	300	24	3	5	
	2018	200	28		3	
Красноярка	2017	100	7		3	2
	2018	100				1
Кострома	2017	150	1		5	
Ловецкая	2013	91	1	4	1	
	2014	141	1	10	46	
	2017	61		2	19	
Таранай	2014	513		1	1	
	2016	398	1	1	1	
Лютюга	2018	50	3	1		

ОБСУЖДЕНИЕ

В первую очередь отметим, что кета, воспроизводящаяся в юго-западной части Сахалина, является наименее исследованной по сравнению с кетой из других регионов Сахалинской области. Нам известны немногочисленные и весьма разноплановые сведения (Шершневу, 1975; Хоревин, 1990; Коломыцев и др., 2018; Зеленников, 2021). Казалось бы, в регионе функционировали четыре рыбоводных завода, на которых как минимум в плановом режиме делали анализы молоди для контроля за их ростом и обследование производителей для прогнозирования будущего возврата. Более того в 1940–1970-е гг. здесь функционировало ещё несколько рыбоводных предприятий, которые впоследствии были ликвидированы (Хоревин, 1986). Но, к сожалению, данные, характеризующие кету при её заводском воспроизводстве, остаются в производственных отчётах и в научную печать почти не попадают. В свою очередь незначительное естественное воспроизводство, масштаб которого детально не оценивали, не способствовало формированию

относительно крупного стада ни в одном из водотоков этой части Сахалина.

Вместе с тем имеющиеся данные свидетельствуют о том, что кета, воспроизводящаяся в юго-западной части Сахалинской области, по крайней мере, по двум аспектам отличается от кеты всех остальных стад, сформировавшихся в результате как естественного, так и заводского воспроизводства. Во-первых, кета из юго-западной части наиболее выражено отличается по генетическим маркерам (Афанасьев и др., 2011; Животовский и др., 2022), что вызывает удивление, учитывая масштабную практику межрегиональных перевозок икры между заводами, применяемую в 1960–1990-е гг. и считающуюся нежелательной в настоящее время (Животовский, Смирнов, 2018). Во-вторых, только на Калининском, Сокольниковском и Ясноморском ЛРЗ среди производителей в среднем преобладают особи в возрасте 4+ при значительной доле рыб в возрасте 5+ и 6+. Во всех остальных стадах кеты Сахалинской области, исследованных в этом плане, основу в среднем составляют рыбы в возрасте 3+ (Каев, 2003; Лапшина, 2017;

Ельников, Зеленников, 2023). Ранее мы полагали, что половому созреванию в более позднем возрасте предшествует наиболее низкий темп развития гонад, который устанавливается у молоди кеты на заводах юго-запада Сахалина (Зеленников, 2021). Однако применение техники отолитного маркирования позволило разделить производителей природного и заводского происхождения среди подходящих к Ясноморскому ЛРЗ. Согласно полученным данным, только в стаде этого завода особи от естественного нереста присутствуют в значительном количестве. Оказалось, что преобладание рыб старших возрастных групп среди производителей относится только к заводской части промыслового стада, причём как для самок, так и для самцов. Среди производителей природного происхождения во всех исследованных поколениях значительно преобладали особи младших возрастных групп (Зеленников и др., 2023).

Наличие отолитной метки позволило нам отличить друг от друга не только рыб заводского и природного происхождения, но и рыб, выпущенных с разных предприятий, и благодаря этому выявить специфические особенности формирования промысловых стад на Калининском, Сокольниковском и Ясноморском ЛРЗ. По визуальным наблюдениям, для кеты в процессе преданадромной миграции характерно массовое выпрыгивание из воды. Благодаря этому мы знаем, что кета, мигрирующая в реки Юго-Западного Сахалина, заходит в Татарский пролив с юга и перемещается в северном направлении на значительном отдалении от берега. Непосредственно в прибрежье массово она появляется в районе устья р. Калинка, в бассейне которой находится Калининский ЛРЗ. Затем, примерно через сутки, её при значительной концентрации можно видеть в районе устья р. Сокольники (Заветинка) и ещё через сутки — в районе устья р. Ясноморка. Для объяснения такой динамики миграции можно предложить рабочую гипотезу в следующем виде. Согласно данным промысловой статистики, заводское стадо кеты Калининского ЛРЗ является самым крупным в юго-западной части Сахалина, для формирования которого в год выпускается в среднем 38.1 млн мальков. Можно предположить, что стадо этого завода в период массового хода на заключительном этапе морской миграции формирует сравнительно крупный миграционный поток, вовлекая в него производителей с других предприятий и окрестных рек. Таким образом можно объяснить, почему кета в юго-западном регионе массово первой

появляется именно в районе устья р. Калинка. Затем кета с Сокольниковского и Ясноморского ЛРЗ, оказавшись непосредственно в прибрежье, перемещается в район “своих” предприятий уже по направлению с севера на юг. Это перемещение визуально также хорошо просматривается.

Данные свидетельствуют о том, что стадо кеты Калининского ЛРЗ больше, чем на других предприятиях юго-западной части Сахалина, состоит из рыб заводского происхождения и преимущественно формируется за счёт собственной продукции. Севернее устья р. Калинка расположены крупные по региональным меркам водотоки и три рыбоводных завода, с которых в рассматриваемые в нашей работе годы выпускали немаркированную молодь. Можно полагать, что продукция из этих рек и предприятий пополняла стада кеты на Калининском, Сокольниковском и Ясноморском заводах. По крайней мере, в 2012 г. среди рыб, подошедших к пунктам сбора икры Калининского и Сокольниковского ЛРЗ, были обнаружены по 1 экз. кеты с меткой Урожайного ЛРЗ. Однако можно полагать, что такое пополнение является незначительным. В противном случае немаркированные производители в первую очередь входили бы в стадо расположенного ближе Калининского ЛРЗ. Однако этого не происходит, и доля рыб, не имеющих отолитной метки в стаде этого предприятия, оказывается наименьшей как в абсолютном, так и в относительном исчислении, составляя в отдельные годы всего 0.3–0.5%.

Сокольниковский ЛРЗ из трёх предприятий имеет в среднем самый высокий коэффициент возврата. Однако, по нашим данным, на формирование стада этого завода значительное влияние оказывает работа Калининского и Ясноморского ЛРЗ. С одной стороны, это представляется логичным, ведь Сокольниковский ЛРЗ территориально занимает промежуточное положение. Однако только географическим расположением не объяснить, почему в годы с высокими уловами кеты Сокольниковский ЛРЗ “обменивается” с соседними заводами примерно равным числом мигрантов, а в неурожайные годы со стороны обоих смежных заводов “вовлекает” в своё стадо рыб, доля которых значительно больше величины собственного стрейнга. Во всяком случае вклад соседних заводов в число подходящих к пункту сбора икры Сокольниковского ЛРЗ рыб в неурожайные годы, несомненно, увеличивает численность промыслового стада. Косвенно об этом свидетельствует и динамика миграции за-

водских производителей в окрестные реки. Так, производителей с меткой Сокольниковского ЛРЗ в р. Сова отлавливали в шесть раз меньше, чем с меткой Ясноморского ЛРЗ, а в реках Кострома и Красноярка не обнаружили совсем. А ведь Ясноморский ЛРЗ территориально расположен южнее Сокольниковского ЛРЗ и, следовательно, дальше от рек Сова, Кострома и Красноярка (рис. 1). На следующем этапе работы мы проанализируем отличительные особенности р. Сокольники (Заветинка) от соседних рек с целью выяснения причин её более высокой привлекательности для производителей кеты.

В свою очередь на формирование стада кеты Ясноморского ЛРЗ соседние предприятия оказывают меньшее влияние. При этом число рыб, не имеющих отолитной метки, в стаде этого завода больше, чем на остальных предприятиях. Если учесть, что с Ясноморского ЛРЗ в стадо Калининского ЛРЗ в среднем поступает 6962 экз. в год, а “в обратном направлении” перераспределяется всего 1646 экз., представляется маловероятным, что производители без метки — это рыбы с более северных заводов на реках Сова и Красноярка или природных нерестилищ с окрестных им водотоков. Можно предположить, что немаркированные особи поступают с нерестилищ более южных рек и в первую очередь самой р. Ясноморка. Факты свидетельствуют о том, что это едва ли не самая продуктивная река в отношении естественного воспроизводства кеты на всей территории юго-западной части Сахалина, обеспеченная наличием нерестилищ, пропуском необходимого числа производителей и их охраной. Примечательно, что в те годы, когда поколения заводской молоди фактически не выживали, самые высокие коэффициенты возврата, например от 1982, 1983, 1989, 1990 гг., наблюдали как раз на Ясноморском ЛРЗ, имеющем более значительное пополнение за счёт естественного нереста.

Полученные данные не оставили сомнений в том, что производители кеты, маркированные в эмбриональном возрасте на заводах юго-западной части Сахалина, могут заходить на нерест в отдалённые водотоки. Их обнаружение именно в реках Лютога и Таранай объясняется тем, что в бассейнах этих рек также функционируют федеральные лососёвые рыболовные заводы — Анивский и Таранайский, на которых проводят биологические анализы. Однако в целом отолитное маркирование явно подтверждает мнение о преимущественном возврате производителей кеты в “родные” реки с частичным распределением по

соседним водотокам. Обнаружение особей кеты заводского происхождения на значительном расстоянии от своих предприятий является скорее исключением из общего правила.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Промысловые запасы кеты в юго-западной части Сахалина до 2019 г. в основном формировались за счёт работы Калининского, Сокольниковского и Ясноморского ЛРЗ и ската молоди с их базовых рек при незначительном потоке мигрантов из стад остальных предприятий и естественного воспроизводства в других водотоках. Все три завода являются подобными: они расположены на сравнительно коротких реках горного типа и имеют пункты сбора икры в 200–300 м от их устьев. Коэффициенты возврата кеты соответствующих поколений на всех трёх заводах тесно коррелируют. При этом стадо Калининского ЛРЗ в большей своей части формируется за счёт работы самого предприятия. Влияние других заводов и естественного воспроизводства на формирование его нерестового стада является незначительным. На формирование стада Сокольниковского ЛРЗ большое влияние оказывает работа соседних предприятий, повышая численность рыб, особенно в годы с низкими уловами. На формирование стада кеты Ясноморского ЛРЗ остальные предприятия не оказывают значительного воздействия, но существенно влияет естественный нерест в самой Ясноморке, являющейся наиболее продуктивной рекой юго-западного побережья Сахалина. Таким образом, формирование стада кеты на трёх соседних предприятиях имеет свои отличительные черты. В дальнейшем с применением техники отолитного маркирования мы выясним отличительные особенности формирования стад на предприятиях, во-первых, из других регионов (бассейн зал. Анива, юго-восток и центр Сахалина), во-вторых, находящихся на значительном удалении от устья базовых рек.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Афанасьев К.И., Рубцова Г.А., Шитова М.В. и др. 2011. Популяционная структура кеты *Oncorhynchus keta* российского Дальнего Востока, выявленная по микросателлитным маркерам // Биология моря. Т. 37. № 1. С. 39–47.
- Бугаев А.В., Чистякова А.И., Урава С. 2020. Многолетние тенденции распределения и регионального состава уловов заводской молоди горбуши и кеты в период осенних миграций в бассейне Охотского моря //

- Исслед. вод. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. № 57. С. 67–98.
<https://doi.org/10.15853/2072-8212.2020.57.67-98>
- Ельников А.Н., Зеленников О.В. 2023. О состоянии промыслового стада кеты *Oncorhynchus keta* и прогнозировании ее численности у острова Итуруп // Изв. ТИНРО. Т. 203. № 1. С. 58–74.
<https://doi.org/10.26428/1606-9919-2023-203-58-74>
- Животовский Л.А., Смирнов Б.П. 2018. Стратегия воспроизводства тихоокеанских лососей в Сахалинской области // Вопр. рыболовства. Т. 19. № 3. С. 285–299.
- Животовский Л.А., Рубцова Г.А., Шитова М.В. и др. 2022. Популяционная структура кеты Дальнего Востока России: биогеографическая классификация, генетическая дифференциация и экогеографические единицы вида // Генетика. Т. 58. № 4. С. 438–449.
<https://doi.org/10.31857/S0016675822040154>
- Зеленников О.В. 2021. Влияние процессов раннего оогенеза на развитие воспроизводительной системы у рыб: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. М.: ВНИРО, 43 с.
- Зеленников О.В., Проскуряков К.А., Рудакова Г.С., Мякишев М.С. 2020. Сравнительная характеристика молоди горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum, 1792) при ее естественном и заводском воспроизводстве в Сахалинской области // Биология моря. Т. 46. № 1. С. 14–23.
<https://doi.org/10.31857/S0134347520010118>
- Зеленников О.В., Мякишев М.С., Ворожцова А.А. и др. 2023. Сравнительный анализ производителей кеты *Oncorhynchus keta* (Salmonidae) природного и заводского происхождения, выявленных в общем стаде по результатам отолитного маркирования // Вопр. ихтиологии. Т. 63. № 4. С. 418–425.
<https://doi.org/10.31857/S0042875223040318>
- Каев А.М. 2003. Особенности воспроизводства кеты в связи с ее размерно-возрастной структурой. Южно-Сахалинск: Изд-во СахНИРО, 288 с.
- Каев А.М., Игнатьев Ю.И. 2015. Развитие заводского разведения тихоокеанских лососей в Сахалино-Курильском регионе и его значение для промысла // Тр. ВНИРО. Т. 153. С. 95–104.
- Каев А.М., Хоревин Л.Д. 2003. Динамика стада дикой и заводской кеты *Oncorhynchus keta* в р. Тымь, остров Сахалин // Тр. СахНИРО. № 5. С. 47–55.
- Коломыцев В.С., Лапина А.Е., Зеленников О.В. 2018. Состояние яичников у молоди кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum, 1792) осенней и летней рас при выращивании на рыбодоводных заводах Сахалинской области // Биология моря. Т. 44. № 1. С. 36–40.
- Кузнецова А.В., Бонк А.А. 2018. Результаты биологического анализа молоди кеты Николаевских ключей (река Тихая, бассейн реки Паратунка) в 2017 г. // Матер. IX науч.-практ. конф. “Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование”. Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ. С. 60–64.
- Лапина А.Е. 2017. Летняя раса кеты (*Oncorhynchus keta*) острова Сахалин: биологические особенности и возможности заводского разведения: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.: ВНИРО, 23 с.
- Леман В.Н., Смирнов Б.П., Точилина Т.Г. 2015. Пастбищное лососеводство на Дальнем Востоке: современное состояние и существующие проблемы // Тр. ВНИРО. Т. 153. С. 105–120.
- Любаева Т.Н., Любаев В.Я., Сидорова С.В. 2000. Формирование заводских популяций кеты и их вселение в естественную среду (на примере Охотского ЛРЗ) // Сб. науч. докл. конф. “Вопросы взаимодействия естественных и искусственных популяций лососей”. Хабаровск: Изд-во ХоТИНРО. С. 70–79.
- Мякишев М.С., Иванова М.А., Зеленников О.В. 2019. К вопросу о мечении молоди лососей и эффективности работы рыбодоводных заводов // Биология моря. Т. 45. № 5. С. 342–348.
<https://doi.org/10.1134/S0134347519050085>
- Сафроненков Б.П., Акиничева Е.Г., Рогатных А.Ю. 2000. Способ массового мечения рыб // Патент RU 2150827 С1. Бюл. № 17 (<https://www.fips.ru/cdfi/fips.dll/ru?ty=29&docid=2150827>. Version 11/2023).
- Стекольников М.Ю., Барковская О.А., Батюк Ю.А. 2021. Возможности повышения эффективности искусственного воспроизводства кеты *Oncorhynchus keta* в бассейне р. Найба (о. Сахалин) // Вопр. рыболовства. Т. 22. № 4. С. 182–194.
<https://doi.org/10.36038/0234-2774-2021-22-4-182-194>
- Углова Т.Ю. 2020. Биология, структура нерестовых подходов и промысел горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha*) о. Итуруп (южные Курильские острова): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.: ВНИРО, 26 с.
- Хованский И.Е. 2006. Эколого-физиологические и биотехнологические факторы эффективности лососеводства (на примере искусственного разведения тихоокеанских лососей на северном побережье Охотского моря): Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Рыбное, Московская обл.: ВНИИПРХ, 48 с.
- Хоревин Л.Д. 1986. Искусственное разведение тихоокеанских лососей в Сахалинской области // Биология моря. Т. 12. № 1. С. 17–27.
- Хоревин Л.Д. 1990. Изменение плодовитости кеты Юго-Западного Сахалина в результате ее искусственного разведения // Там же. Т. 16. № 1. С. 60–66.
- Чистякова А.И., Бугаев А.В. 2016. Оценка происхождения и пути миграций заводской молоди горбуши и кеты в бассейне Охотского моря в осенний период 2011–2014 гг. // Исслед. вод. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. № 40. С. 5–23.
<https://doi.org/10.15853/2072-8212.2016.40.5-23>
- Шершнев А.П. 1975. Биология молоди кеты из прибрежных вод юго-восточной части Татарского пролива // Тр. ВНИРО. Т. 106. С. 58–66.
- Carlson H.R., Farley E.V., Myers K.W. 2000. The use of thermal otolith marks to determine stock-specific ocean distribution and migration patterns of Alaskan pink and

chum salmon in the North Pacific Ocean 1996–1999 // NPAFC Bull. № 2. P. 291–300.

Klovach N., Leman V., Gordeev I. 2021. The relative importance of enhancement to the production of salmon on Iturup Island (Kuril Islands, Russia) // Rev. Aquac. V. 13. № 1. P. 664–675.
<https://doi.org/10.1111/raq.12493>

Sato S., Takahashi M., Watanabe N. et al. 2009. Preliminary records of otolith-marked chum salmon found in the Bering Sea and North Pacific Ocean in 2006 and 2007 // NPAFC Bull. № 5. P. 99–104.

Urava S., Seki J., Kawana M. et al. 2003. Origins of juvenile chum salmon caught in the Okhotsk Sea during the fall of 2000 // NPAFC Doc. № 721. 12 p.

SPECIAL FEATURES OF CHUM SALMON *ONCORHYNCHUS KETA* (SALMONIDAE) STOCK FORMATION IN THE SOUTHWESTERN SAKHALIN FISH HATCHERIES AS IDENTIFIED USING THE OTOLITH MARKING METHOD

A. A. Vorozhtsova¹, M. S. Myakishev¹, M. A. Zhavoronkova², and O. V. Zelennikov², *

¹*Sakhalin Branch of the Main Watershed Administration for Fishing and Conservation
of Aquatic Biological Resources, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia*

²*St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia*

*E-mail: oleg_zelennikov@rambler.ru

The results of a study of the formation of chum salmon *Oncorhynchus keta* stocks at the Kalininsky, Sokol'nikovsky, and Yasnomorsky salmon hatcheries, located in the southwestern part of Sakhalin Island, using the method of otolith marking of juveniles are presented. According to long-term data, the commercial stocks of all hatcheries are formed by both hatchery production and natural spawning; they are significantly dominated by individuals of older age groups, and the numbers of fish of the respective generations at all hatcheries are closely correlated. The stock of the Kalininsky hatchery is mostly formed due to the work of the farm itself. The Sokol'nikovsky hatchery stock is greatly influenced by the work of neighboring farms: the number of brood fish with tags of Kalininsky and Yasnomorsky hatcheries among the fishes that approached this hatchery becomes clearly pronounced in years with low catches in the region. In stocks of the Yasnomorsky hatchery, brood fish with marks of neighboring farms were also revealed. However, the formation of the Yasnomorsky hatchery stock is influenced more, compared to the stocks of other farms, by natural reproduction and primarily by spawning in the Yasnomorka River, which is the most productive chum salmon river in the southwestern part of Sakhalin.

Keywords: chum salmon *Oncorhynchus keta*, fish hatcheries, otolith marking, farm and natural reproduction, southwestern coast of Sakhalin Island.