

УДК 597.552.5:591.5

## РАЗМЕРНО-ВОЗРАСТНАЯ СТРУКТУРА И РОСТ СИГОВЫХ РЫБ (*Coregonidae*) АРКТИЧЕСКОГО оз. ИОНИ (ВОСТОЧНАЯ ЧУКОТКА)

© 2021 г. А. В. Шестаков\*

<sup>a</sup>Институт биологических проблем Севера Дальневосточного отделения Российской академии наук, Магадан, Россия

\*e-mail: a.v.shestakov@mail.ru

Поступила в редакцию 11.03.2020 г.

После доработки 22.05.2020 г.

Принята к публикации 29.06.2020 г.

Впервые приведены результаты изучения размерно-возрастной структуры и роста сибирской ряпушки *Coregonus sardinella*, сига-пыжьяна *C. lavaretus pidschian* и чира *C. nasus* оз. Иони (Восточная Чукотка). Установлено, что с увеличением возраста темп линейного роста сиговых рыб уменьшается. Максимальные приросты длины тела рыб отмечены на первом году жизни. Проведен сравнительный анализ линейного и весового роста популяций сигов из оз. Иони и среднего течения р. Анадырь.

**Ключевые слова:** сибирская ряпушка *Coregonus sardinella*, сиг-пыжьян *C. lavaretus pidschian*, чир *C. nasus*, размерно-возрастная структура, рост, оз. Иони, Восточная Чукотка

**DOI:** 10.31857/S0320965221010125

Сиговые рыбы сем. *Coregonidae* наибольшего таксономического и экологического разнообразия достигают в аркто-субарктических экосистемах Северного полушария, в частности в районах суши, прилежащих к арктическим морям (Берг, 1948; Решетников, 1980; Nelson, 1984; Черешнев и др., 2002).

Важное экономическое значение во многом определило научный интерес к сиговым рыбам, изученность которых, по-видимому, наилучшая по сравнению с остальными группами полупроходных пресноводных рыб Сибири и Северо-Востока России. Тем не менее, до сих пор остаются виды и популяции сиговых рыб, которые крайне слабо изучены в силу их редкости или обитания в водоемах, расположенных в отдаленных и труднодоступных регионах. К числу таких регионов относится Восточная Чукотка – обширная, малонаселенная территория азиатского континента, лежащая на Чукотском п-ове.

До настоящего времени единственной наиболее обобщающей работой, содержащей сведения по фауне и систематике пресноводных рыб оз. Иони (бассейн р. Ионивеем) остается статья Черешнева (1983), в которой для этого бассейна указано 14 видов рыб, в том числе сиговые – сибирская ряпушка *Coregonus sardinella* Valenciennes, 1848, сиг-пыжьян *C. lavaretus pidschian* (Gmelin, 1789) и чир *C. nasus* (Pallas, 1776). Изучение таких важных биологических характеристик сигов, как размерно-возрастной состав популяции и харак-

тер роста особей, в данном водоеме практически не проводились.

Цель работы – изучить современное состояние структуры популяций и линейно-весового роста сибирской ряпушки *C. sardinella*, сига-пыжьяна *C. lavaretus pidschian* и чира *C. nasus* озера Иони (бассейн р. Ионивеем).

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В работе использованы материалы, собранные в июле 2019 г. в оз. Иони, самом большом на Чукотском п-ове (длина 9.8 км, ширина ~3 км). На юге озеро соединено протокой с р. Ионивеем. Последняя берет свое начало в горах южной части полуострова и впадает в Колючинскую губу Чукотского моря (рис. 1). Рыб отлавливали ставными сетями разной длины, изготовленными из дели с ячейей 25–45 мм. Всего исследовано 59 экз. ряпушки, 24 экз. сига-пыжьяна и 37 экз. чира.

Обработку материала проводили в полевых и камеральных условиях, используя стандартные ихтиологические методики (Правдин, 1966; Лаккин, 1990). У всех рыб определяли длину по Смитту (*FL*), массу тела, пол, стадию зрелости гонад и возраст, который оценивали по чешуе, взятой выше боковой линии на уровне задней части спинного плавника. Обработка материала (чешуи) включала измерения радиуса чешуи и годовых колец, а также подсчет числа склеритов в каждой годовой зоне для более точного определения возраста. Величину радиуса годового кольца



Рис. 1. Карта-схема района исследований: 1 – место сбора материала.

определяли как расстояние от центра чешуи до внешнего края зоны выклинившихся склеритов (неполных), либо до зон резорбции склеритов вдоль бокового радиуса чешуйной пластинки (рис. 2). Измерения проводили с помощью компьютерной системы для анализа изображений и микроскопа МБС-10 с цифровой камерой MU 900 с использованием программы AmScore TourView 3.1. Из-за малого количества выборки и отсутствия молодежи линейный рост сиговых рыб анализировали по данным обратных расчислений, которые осуществляли по формуле Ли с использованием

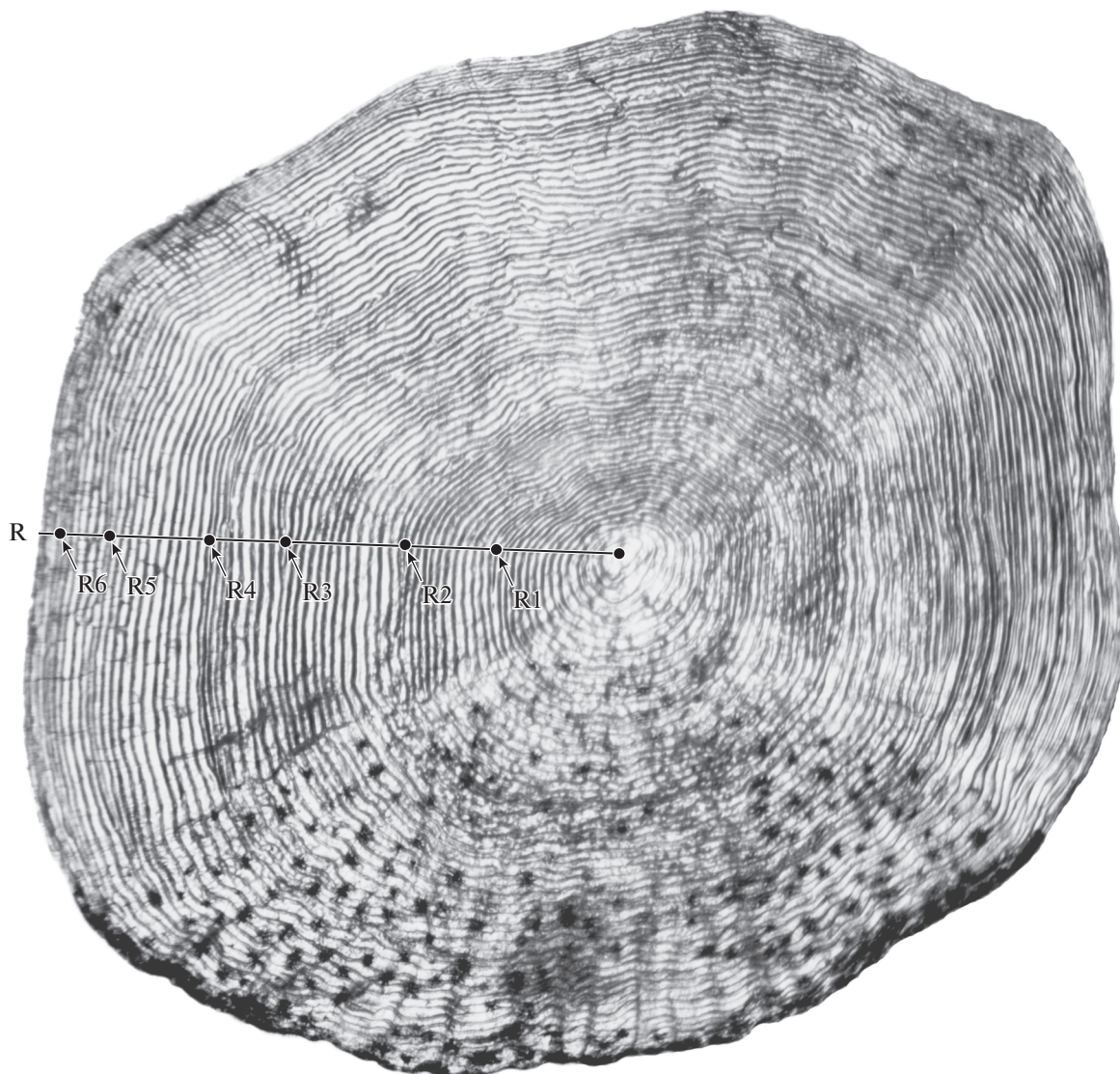
длины по Смитту ( $FL$ ) (Чугунова, 1959; Мина, 1973).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам проведенного обследования для оз. Иони подтверждено наличие трех видов сиговых рыб рода *Coregonus*: сибирской ряпушки *C. sardinella*, сига-пыжьяна *C. lavaretus pidschian* и чира *C. nasus*.

Сибирская ряпушка – повсеместно распространена в речных бассейнах арктического и бе-





**Рис. 2.** Чешуя сига-пыжьяна из оз. Иони возраста 6+ лет. R – боковой радиус чешуи; R1, R2, R3 ... – радиусы соответствующих годовых колец.

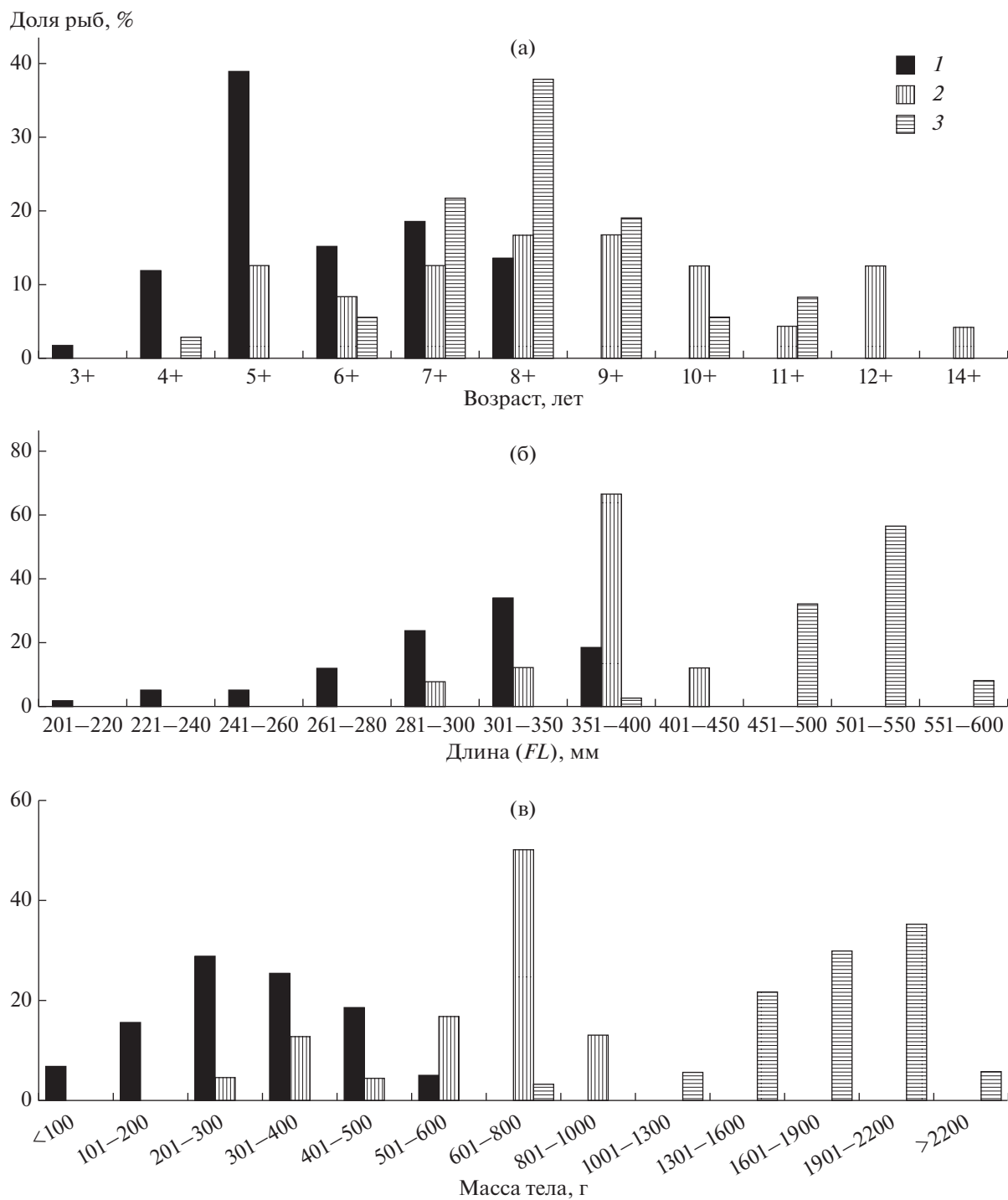
рингоморского побережий Чукотки. В оз. Иони, так же как в водоемах Анадырского бассейна и р. Амгуэма, выделяют озерно-речную форму ряпушки (Черешнев, 2008), которая нагуливается и зимует в пойменных озерах среднего и нижнего течений, откуда по мере созревания мигрирует на нерест в русловую часть рек.

В наших уловах в южном районе озера встречались ряпушки возраста 3+–8+ лет, *FL* 206–383 мм, массой 80–530 г, при этом доминировали шестилетки, *FL* 280–350 мм, массой 200–400 г (рис. 3а–3в).

Озерно-речная форма ряпушка – самый мелкий вид сиговых рыб Чукотки, предельные размеры которой отмечены у рыб из Анадырского бассейна – 370 мм и 695 г (Черешнев и др., 2002). В наших уловах самый крупный самец имел длину и

массу 370 мм и 500 г (возраст 8+), самка – 383 мм и 530 г (8+). Средние размеры особей разного пола в возрастных группах 5+–7+ статистически не различаются; в возрастной группе 4+ самцы крупнее самок, а в группе 8+, наоборот, самки крупнее (табл. 1).

По результатам обратных расчислений максимальные приросты длины тела ряпушки отмечены на первом–третьем году жизни и составляют в среднем 63 мм, затем в период полового созревания в течение последующих трех лет они постепенно снижаются с 39 до 30 мм. Закладка чешуи у молоди сибирской ряпушки обычно происходит при *FL* 23–25 мм (Шестаков, 2014). Максимальное число склеритов на чешуе ряпушки из оз. Иони откладывается в период интенсивного ли-



**Рис. 3.** Возрастной (а), размерный (б) и весовой (в) составы уловов сиговых рыб оз. Иони в 2019 г. 1 – ряпушка, 2 – сиг-пыжыян, 3 – чир.

нейного роста – на первом–третьем годах жизни (в среднем 11.5 склеритов). В дальнейшем число их уменьшается параллельно с уменьшением приростов тела (в среднем до 8.1). Причем в год нереста у половозрелых рыб на чешуе закладываются  $\leq 5$ –6 склеритов (табл. 2).

Сравнение роста озерно-речной формы сибирской ряпушки из водоемов Чукотки показывает, что в оз. Иони и р. Амгуэма для нее характерен высокий темп роста, а в р. Анадырь – довольно медленный в регионе (Черешнев и др., 2002). Так, у хорошо изученной анадырской популяции

**Таблица 1.** Длина (*FL*) и масса самцов и самок разных возрастных групп ряпушки *Coregonus sardinella* оз. Иони

Возраст, лет	Самки			Самцы		
	<i>n</i> , экз.	<i>FL</i> , мм	масса, г	<i>n</i> , экз.	<i>FL</i> , мм	масса, г
3+	—	—	—	1	286	270
4+	4	206–244	80–105	3	230–280	100–220
		226 ± 7.8	91 ± 5.2		252 ± 14.7	160 ± 34.6
5+	9	269–317	170–340	14	257–311	160–320
		295 ± 5.5	263 ± 21.1		287 ± 3.8	236 ± 11.7
6+	6	290–336	230–400	3	268–342	170–440
		320 ± 7.5	333 ± 32.0		302 ± 21.6	300 ± 77.9
7+	6	342–353	370–430	5	332–358	390–490
		347 ± 1.8	405 ± 9.2		344 ± 4.5	422 ± 19.3
8+	4	362–383	490–530	4	356–370	430–500
		374 ± 4.4	515 ± 8.7		362 ± 3.0	465 ± 14.4

Примечание. Здесь и в табл. 2–5: над чертой — пределы варьирования показателя, под чертой — среднее значение и его ошибка; *n* — число исследованных рыб.

(Шестаков, 2014) приросты длины тела в первые три года достоверно меньше, чем в оз. Иони почти в 1.4 раза (на 11–21 мм в год). Различия у половозрелых ряпушек в самой многочисленной возрастной группе (5+ лет) между этими популяциями достигают в среднем по длине 82 мм и по массе 162 г. Характер роста ряпушки оз. Иони очень изменчивый и определяется, прежде всего, кормовыми условиями. Кроме того, значительную роль играют глубина и размеры водоема, его температурный и гидрологический режим.

Сиг-пыжьян в водоемах Чукотского п-ова имеет мозаичное распределение, экологически сходен с чиром, предпочитает русловые участки реки, протоки с замедленным течением и пойменные озера. Кроме бассейнов рек Колючинской губы также отмечен в низовьях рек Ванкарем и Эргувем (Черешнев, 2008).

В наших уловах встречались сиви-пыжьяны возраста 5+–14+, *FL* 290–432 мм, массой 300–970 г, при этом доминировали девяти–десятилетки, *FL* 350–400 мм, массой 600–800 г (рис. 3а–3в).

Наибольшие известные размеры сига-пыжьяна в исследованных водоемах Чукотки отмечены в среднем течении р. Анадырь (540 мм и 1950 г) (Черешнев, 2002). В наших уловах самый крупный самец имел длину и массу 432 мм и 780 г (возраст 12+), самка — 430 мм и 970 г (12+). В пределах одного поколения рост особей пыжьяна идет очень неравномерно. Колебания длины и массы половозрелых рыб настолько значительны, что иногда заходят за пределы размеров соседних возрастных групп (табл. 3).

По результатам обратных расчетов, максимальные приросты длины тела пыжьяна отмечены на первом году жизни и составляют в сред-

нем 82 мм, затем на втором–шестом году они снижаются до 45 мм и в период начала полового созревания (на седьмом году) ≤31 мм.

У молоди сига-пыжьяна из оз. Иони в течение первого года жизни формируются 10–18 тесно расположенных склеритов. В период интенсивного линейного роста (на втором–шестом годах жизни) на чешуе также откладывается много склеритов (в среднем 10.3). В целом по мере увеличения длины тела наблюдается возрастание и числа склеритов на чешуе с закономерным уменьшением их количества в каждой последующей годовой зоне:

**Таблица 2.** Линейный рост сибирской ряпушки *Coregonus sardinella* оз. Иони по расчисленным данным и число склеритов в годовых зонах чешуи

Возраст, годы	<i>FL</i> , мм		Число склеритов	
	min–max	<i>n</i> , экз.	min–max	<i>n</i> , экз.
1	56–118	35	7–18	22
	85 ± 3.1		11.5	
2	99–212	35	8–17	22
	141 ± 4.0		13.0	
3	141–264	35	7–16	22
	190 ± 4.3		10.1	
4	190–280	34	5–13	21
	229 ± 4.2		8.5	
5	238–300	27	5–11	17
	267 ± 3.3		8.7	
6	273–320	7	5–10	4
	297 ± 6.1		8.1	

**Таблица 3.** Длина и масса сига-пыжьяна *Coregonus lavaretus pidschian* оз. Иони разных возрастных групп

Возраст, лет	n, экз.	FL, мм	Масса, г
5+	3	290–310	300–420
		$297 \pm 6.3$	$350 \pm 36.0$
6+	2	317–320	360–380
		319	370
7+	3	382–386	530–660
		$384 \pm 1.2$	$587 \pm 38.4$
8+	4	363–390	570–710
		$376 \pm 6.6$	$645 \pm 31.2$
9+	4	353–368	600–640
		$363 \pm 3.6$	$620 \pm 9.1$
10+	3	392–400	640–840
		$397 \pm 2.7$	$740 \pm 57.7$
11+	1	396	780
12+	3	412–432	750–970
		$425 \pm 6.4$	$887 \pm 68.7$
14+	1	383	670

**Таблица 4.** Линейный рост сига-пыжьяна *Coregonus lavaretus pidschian* оз. Иони по расчисленным данным и число склеритов в годовых зонах чешуи

Возраст, годы	FL, мм		Число склеритов	
	min–max	n, экз.	min–max	n, экз.
1	58–106	13	10–18	13
	$82 \pm 3.6$		14.5	
2	103–156	13	11–15	13
	$133 \pm 4.4$		12.4	
3	143–215	13	9–14	13
	$184 \pm 5.7$		11.3	
4	203–268	13	9–12	12
	$234 \pm 5.0$		10.5	
5	237–339	13	7–13	12
	$273 \pm 7.2$		9.0	
6	263–366	10	7–10	9
	$308 \pm 9.3$		8.2	
7	287–382	8	5–9	7
	$339 \pm 10.7$		7.1	

с 10–18 в первой годовой зоне до 5–9 в седьмой (табл. 4).

Сравнение наших данных по росту сигов-пыжьянов с анадырской популяцией (Шестаков, Грунин, 2012) показывает значительную межгодовую изменчивость средней длины и массы рыб,

которая зависит от постоянно меняющихся условий нагула конкретной популяции. В целом рост пыжьянов (особенно весовой) в оз. Иони немного уступает росту рыб в среднем течении р. Анадырь, где в годы со значительной численностью лососевых темп роста сига один из самых быстрых на Северо-Востоке России.

Чир – многочисленный вид, широко распространен в пресноводных водоемах, иногда встречается в приустьевых участках и дельтах рек. В водоемах Восточной Чукотки отмечен в реках Ванкарем, Кымынейвеем и реках Колючинской губы (Черешнев, 2008).

В уловах в оз. Иони встречались чирьи возраста 4+–11+, FL 397–562 мм, массой 720–2420 г, при этом доминировали десятилетки, FL 500–550 мм, массой 1900–2200 г (рис. 3а–3в).

В водоемах Чукотки наибольшие известные размеры чира отмечены в бассейне р. Анадырь (750 мм и 8170 г, возраст 20+ лет) (Шестаков, Грунин, 2015). В наших уловах самый крупный самец имел длину и массу 562 мм и 2010 г (возраст 11+), самка – 554 мм и 2420 г (11+). Средние размеры особей разного пола во всех возрастных группах статистически не различаются, можно лишь отметить, что самки старших возрастов имеют меньшие средние показатели длины тела, но большие массы (табл. 5).

По расчисленным данным линейный рост чира в оз. Иони, как и в других речных бассейнах Чукотки, происходит неравномерно. Максимальные приросты длины тела отмечены на первом году жизни и составляют в среднем 124 мм. В течение последующих четырех лет они постепенно снижаются с 86 до 46 мм и в год начала полового созревания (5+) составляют в среднем 33 мм. Аналогично уменьшению приростов длины тела происходит и уменьшение количества склеритов в каждой последующей годовой зоне – с 17.5 в первом годовом кольце до 8.3 в седьмом (табл. 6).

Темп линейного роста чира в оз. Иони сопоставим с ростом рыб в бассейне р. Анадырь, причем у одновозрастных особей из оз. Иони отмечены большие средние показатели длины и заметно меньшие массы тела по сравнению с анадырскими. Так в наиболее многочисленной в уловах возрастной группе 7+ лет чирьи, отловленные в оз. Иони, по длине тела ( $491 \pm 4.1$  мм) были достоверно больше, а по массе ( $1566 \pm 63$  г) меньше, чем рыбы из среднего течения р. Анадырь ( $477 \pm 3.4$  мм и  $1667 \pm 31$  г).

**Выводы.** В оз. Иони (Восточная Чукотка) отмечены три вида озерно-речных форм сиговых рыб: сибирская ряпушка, сиг-пыжьян и чир, которые нагуливаются в озере, а для размножения мигрируют в р. Ионивеем. Средние размерно-возрастные характеристики уловов сиговых рыб следующие: у ряпушки – возраст 5.8+ лет, длина тела (FL)  $308 \pm 5.5$  мм и масса  $307 \pm 16$  г; у сига-пы-

**Таблица 5.** Длина (*FL*) и масса самцов и самок разных возрастных групп чира *Coregonus nasus* оз. Иони

Возраст, лет	Самки			Самцы		
	<i>n</i> , экз.	<i>FL</i> , мм	масса, г	<i>n</i> , экз.	длина <i>FL</i> , мм	масса, г
4+	—	—	—	1	397	720
6+	1	480	1200	1	463	1290
7+	4	$\frac{472-498}{487 \pm 5.5}$	$\frac{1430-1830}{1602 \pm 84.0}$	4	$\frac{478-508}{494 \pm 6.2}$	$\frac{1360-1830}{1530 \pm 103.1}$
8+	10	$\frac{495-517}{509 \pm 2.3}$	$\frac{1480-2130}{1785 \pm 66.0}$	4	$\frac{500-518}{509 \pm 4.7}$	$\frac{1750-1890}{1817 \pm 36.4}$
9+	4	$\frac{517-533}{524 \pm 3.5}$	$\frac{1920-2120}{2008 \pm 42.7}$	3	$\frac{527-537}{533 \pm 2.9}$	$\frac{1870-2090}{1987 \pm 63.9}$
10+	1	520	1970	1	546	2220
11+	2	$\frac{552-554}{553}$	$\frac{2090-2420}{2255}$	1	562	2010

жьяна — возраст 8.6+ лет, *FL*  $370 \pm 8.0$  мм и масса  $622 \pm 36$  г; у чира — возраст 8.1+ лет, *FL*  $509 \pm 4.8$  мм и масса  $1769 \pm 54$  г. По расчисленным данным линейный рост сиговых рыб в оз. Иони, как и в других речных бассейнах Чукотки, идет неравномерно. Максимальные приросты длины тела отмечены на первом году жизни. С увеличением возраста рыб темп линейного роста уменьшается, также как и количество склеритов в годовых зонах. Быстрый рост на первом—пятом году жизни характерен для чира (в среднем 78 мм в год), а для ряпушки и сига-пыжьяна более медленный (в среднем ~54 мм).

**Таблица 6.** Рост чира *Coregonus nasus* оз. Иони по расчисленным данным и число склеритов в годовых зонах чешуи

Возраст, годы	<i>FL</i> , мм		Число склеритов	
	min—max	<i>n</i> , экз.	min—max	<i>n</i> , экз.
1	$\frac{80-159}{124 \pm 3.8}$	28	$\frac{11-23}{17.5}$	25
2	$\frac{156-247}{210 \pm 3.9}$	28	$\frac{11-19}{14.8}$	24
3	$\frac{238-328}{288 \pm 4.7}$	28	$\frac{10-17}{13.6}$	23
4	$\frac{306-376}{344 \pm 4.2}$	27	$\frac{7-15}{10.6}$	21
5	$\frac{347-436}{390 \pm 5.2}$	26	$\frac{6-12}{9.5}$	15
6	$\frac{377-465}{423 \pm 4.8}$	22	$\frac{6-10}{8.2}$	9
7	$\frac{429-488}{468 \pm 3.7}$	16	$\frac{6-11}{8.3}$	6

Сравнение наших данных по росту сиговых рыб оз. Иони с хорошо изученными анадырскими популяциями показывает, что сибирская ряпушка имеет более быстрый, сиг-пыжьян более медленный, а чир сопоставимый темп линейного роста. Характер роста сигов в озере весьма изменчивый и определяется, прежде всего, кормовыми условиями, которые зависят в значительной мере от температурного и гидрологического режимов водоема.

#### ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Дальневосточного отделения РАН “Дальний Восток” (№ 18-4-002).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Берг Л.С. 1948. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. Москва: Изд-во АН СССР. Ч. 1.
- Лакин Г.Ф. 1990. Биометрия. Москва: Высш. шк.
- Мина М.В. 1973. Рост рыб (методы исследования в природных популяциях) // Рост животных. Зоология позвоночных. Москва: ВИНТИ. Т. 4. С. 68.
- Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб. Москва: Пищ. пром-сть.
- Решетников Ю.С. 1980. Экология и систематика сиговых рыб. Москва: Наука.
- Черешнев И.А. 1983. Фауна, систематика и родственные связи пресноводных рыб Восточной Чукотки // Экология и систематика пресноводных организмов Дальнего Востока. Владивосток: Дальневост. науч. центр АН СССР. С. 89.
- Черешнев И.А. 2008. Пресноводные рыбы Чукотки. Магадан: СВНЦ ДВО РАН.
- Черешнев И.А., Волобуев В.В., Шестаков А.В., Фролов С.В. 2002. Лососевидные рыбы Северо-Востока России. Владивосток: Дальнаука.

- Чугунова Н.И. 1959. Руководство по изучению возраста и роста рыб. Москва: Изд-во АН СССР.
- Шестаков А.В. 2014. Новые данные по биологии сибирской ряпушки *Coregonus sardinella* (Coregonidae) р. Анадырь // Известия ТИНРО. Т. 179. С. 55.
- Шестаков А.В., Грунин С.И. 2012. Влияние величины подходов кеты на рост промысловых жилых рыб реки Анадырь (Чукотка) // Вестник СВНЦ ДВО РАН. № 3. С. 77.
- Шестаков А.В., Грунин С.И. 2015. Хозяйственное использование ресурсов жилых видов рыб среднего течения р. Анадырь (Чукотка) // Вестник СВНЦ ДВО РАН. № 2. С. 75.
- Nelson J.S. 1984. Fishes of the World. New York: John Wiley & Sons.

## Size-Age Structure and Growth of Whitefishes (Coregonidae) of Arctic Lake Ioni (East Chukotka)

A. V. Shestakov\*

*Institute of Biological Problems of the Far North, Far East Branch, Russian Academy of Sciences, Magadan, Russia*

\*e-mail: a.v.shestakov@mail.ru

For the first time, the results of the study of the size-age structure and growth of siberian cisco *Coregonus sardinella*, siberian whitefish *C. lavaretus pidschian* and broad whitefish *C. nasus* of Lake Ioni (East Chukotka) are presented. Established that with increasing age, the linear growth rate of whitefish fishes decreases. The maximum growth rate in fish body length were observed in the first year of life. In comparative terms, linear and weight growth of whitefish populations from Lake Ioni and middle course of Anadyr River is analyzed.

*Keywords:* siberian cisco *Coregonus sardinella*, siberian whitefish *C. lavaretus pidschian*, broad whitefish *C. nasus*, size-age structure, growth, Lake Ioni, East Chukotka