

**ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ПО РАЗМЕРАМ
В ОДНОВОЗРАСТНЫХ КЛАССАХ СЕЛЬДИ *CLUPEA PALLASII* VAL.
ЗАЛИВА ПЕТРА ВЕЛИКОГО (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)**

Л. А. Черноиванова, Л. Н. Ким

Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр («ТИНРО-Центр»),
Владивосток, РФ, chlas27@yandex.ru

В связи с отмеченной ранее вариабельностью роста в одновозрастных классах сельди зал. Петра Великого проводилась оценка степени дифференциации размеров рыб по материалам 1941–2015 гг. Вся совокупность данных на основании показателей нормального распределения была разделена на 3 категории размерных групп – средние, мелкие и крупные. Показано, что максимальный возраст в ранге мелких сельдей составляли восьмилетовики, в ранге крупных рыб – семилетовики, особи средней категории наблюдались до возраста 13 лет. Вероятно, выделенные группировки характеризуют уровень экологической пластичности и адаптации сельди этой популяции.

Ключевые слова: сельдь, рост, возраст, распределение размеров

Для тихоокеанской сельди *Clupea pallasii*, обитающей на обширном ареале, почти соответствующем границам Тихоокеанской бореальной биогеографической области, выделяют 3 экологические формы – морскую, прибрежную и озерно-лагунную. Сельдь зал. Петра Великого традиционно относится к морской форме, с прибрежной областью распространения [1]. Данная популяция считается однородной структурной единицей, тем не менее на протяжении всего периода исследований с середины 1920-х до настоящего времени в её репродуктивной части отмечена периодичность вариабельности размерно-возрастного состава, характеристик роста и созревания поколений [2, 3, 4]. Также наблюдается изменчивость роста особей в пределах одновозрастных группировок, известная [5, 6] для многих других видов рыб и, как показали авторы, непосредственно связанная с формированием различных жизненных стратегий в популяциях.

В связи с этим целью настоящей работы является оценка на основании статистических методов степени дифференциации размеров в одновозрастных классах сельди зал. Петра Великого.

В работе использованы материалы биологических анализов сельди в зал. Петра Великого, полученные в нерестовые сезоны 1941, 1944 гг. и в непрерывном ряду 1947–2015 гг. Длину рыб определяли по Смитту (*FL*); в качестве структуры, регистрирующей возраст, просматривали чешую. В указанный период общее число рыб, промеренных с определением возраста, составило 60 047 экз.

В период исследований в уловах встречались особи сельди в возрасте от 1 до 13 лет, при этом индивидуальные размеры рыб в одновозрастных классах варьировали в широких пределах (рис. 1). Рассматривая совокупность измерений длины сельди в возрастных классах, полагали, что их распределение стремится к нормальному. Известно, что, по закону нормального распределения, 95 % значений заключено в пределах двух стандартных отклонений от среднего [7]. Поэтому в возрастных классах в качестве границы нормы распределения длины принимали пределы двух стандартных отклонений от средней величины. Рыбы с длиной, находящейся в полученных пределах от среднемноголетних значений, отнесены к категории средних. Категории мелких (туго-

рослых) или крупных (быстрорастущих) особей получили по соответствующим значениям длины, выходящим за пределы двух стандартных отклонений, в сторону уменьшения или увеличения от двух сигм. Для выделенных групп также находили среднее значение длины, ошибку и сигму. Диапазоны варьирования длины мелких и крупных категорий сельдей определяли по известному для нормального распределения соответствию между процентилями и числом стандартных отклонений от среднего (табл. 1) [7]. Во всех возрастных классах средняя длина выделенных категорий сельдей соответствовала доверительному интервалу среднего значения (порог доверительной вероятности – 95 %).

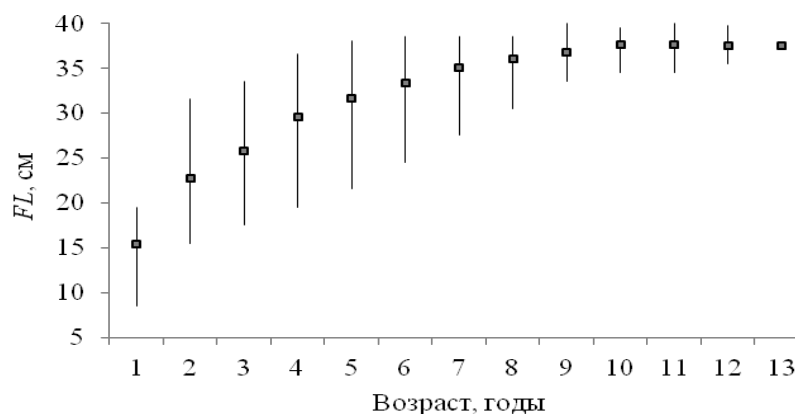


Рис. 1 Среднемноголетняя длина и диапазон её варьирования по возрастным классам сельди зал. Петра Великого (по данным 1941–2015 гг.)

Табл. 1 Соответствие между процентилями и числом стандартных отклонений (σ)

Отклонения от среднего (M)	M - 2 σ	M - σ	M	M + σ	M + 2 σ
Процентили	2,5%	16,0%	50,0%	84,0%	97,5%

Оценка параметров распределений этих категорий показала, что в возрастных классах старше 8 лет все вариации длины заключались в пределах двух сигм от среднего, а в возрасте старше 7 лет размеры особей не отклонялись от средней в сторону увеличения больше, чем на две сигмы, т. е. категория мелких сельдей выделялась до возраста восьмигодовиков, а категория быстрорастущих – до семигодовиков. Максимальный возраст рыб со средними показателями роста составляли тринадцатигодовики (табл. 2).

На протяжении периода исследований в популяции чередовались периоды существования многовозрастной структуры с доминированием 4–5 возрастных групп и максимальным возрастом 11–13 лет или периоды преобладания всего двух возрастных групп, как правило, рыб в возрасте 2 и 3 года, с максимальным возрастом 7–8 лет (рис. 2). Ранее было отмечено, что изменение длительности жизненного цикла сельди зал. Петра Великого сочетается с вариабельностью длины и возраста впервые созревающих особей: с разной степенью доминирования в отдельных поколениях присутствуют группировки тугорослых ранозревающих рыб и сельдей, созревающих в более старшем возрасте, достигающих при этом более высоких показателей роста и возраста [2, 3, 4]. Наблюдения показали, что крупные сельди зимуют в относительно теплом промежуточном слое открытых вод зал. Петра Великого, в то же время часть популяции, относящаяся к категории мелких, проводит зиму подо льдом в мелководной части залива и эстуариях рек.

В условиях чередования потеплений – похолоданий во второй половине плейстоцена в Японском море у некоторых видов арктического происхождения образовалось множество экологических форм, отмеченных и для сельди. Существование этих взаимообратимых, репродуктивно не изолированных форм характеризует уровень экологической пластичности и адаптации рыб в прибрежной зоне и способствует устойчивости популяции в целом к действию изменяющихся экологических факторов [8].

Табл. 2 Параметры распределений для категорий средних, мелких и крупных особей сельди зал. Петра Великого

Категория размеров	Показатели вариации	Возраст, годы												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Средние	M	15,3	22,7	25,8	29,5	31,6	33,4	35,0	36,1	36,7	37,6	37,6	37,4	37,5
	$\pm m$	0,04	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,06	0,12	0,29	–
	σ	1,04	1,27	1,89	1,21	1,13	0,94	0,91	0,85	0,92	1,06	1,25	1,13	–
	min	13,2	20,2	22,1	27,1	29,5	31,4	33,2	34,1	34,5	35,1	35,1	35,1	37,0
	max	17,0	25,5	29,0	32,0	34,0	35,0	37,0	38,0	39,0	40,0	40,0	40,0	38,0
Мелкие	M	12,8	19,6	22,2	26,3	28,1	30,9	31,9	32,2	–	–	–	–	–
	$\pm m$	0,06	0,04	0,02	0,03	0,04	0,03	0,07	0,09	–	–	–	–	–
	σ	0,96	1,28	1,21	1,43	1,54	1,09	1,0	0,57	–	–	–	–	–
	min	8,5	15,5	17,5	19,5	21,5	24,7	27,5	30,5	–	–	–	–	–
	max	13,0	22,5	25,0	28,5	31,5	33,5	34,0	34,0	–	–	–	–	–
Крупные	M	17,6	26,1	29,1	32,8	34,9	35,7	36,6	–	–	–	–	–	–
	$\pm m$	0,04	0,04	0,02	0,03	0,04	0,02	0,01	–	–	–	–	–	–
	σ	0,34	1,08	0,84	0,64	0,71	0,44	0,38	–	–	–	–	–	–
	min	16,9	24,5	28,3	32,0	33,0	34,0	35,9	–	–	–	–	–	–
	max	20,0	29,5	32,5	35,0	36,5	37,5	37,5	–	–	–	–	–	–
N , экз.		1031	7827	13229	12241	8061	7703	5508	2910	1081	331	108	15	2

Примечание: M – средняя длина рыб (см), min и max – минимальная и максимальная длина (см), $\pm m$ – ошибка среднего, σ – стандартное отклонение, N – количество особей

Таким образом, за период исследований с 1941 по 2015 гг. в популяции сельди залива Петра Великого в одновозрастных классах отмечена значительная вариация размеров особей. По обобщенным данным размерно-возрастного состава на основании статистических методов в возрастных классах выделены 3 категории размерных группировок – средние, мелкие и крупные. Показано, что особи, представляющие ранг мелких (тугорослых), отмечались до возраста восьмигодовиков. Максимальный возраст в ранге крупных (быстрорастущих) особей составляли семигодовики. Сельдь, по размерам относящаяся к категории средних особей, встречалась до возраста тринадцатигодовиков. Вероятно, долгоживущие и короткоживущие группировки представляют экологические формы, имеющие некоторые биологические особенности, периоды их преобладания в популяции чередуются под влиянием циклических изменений климата.

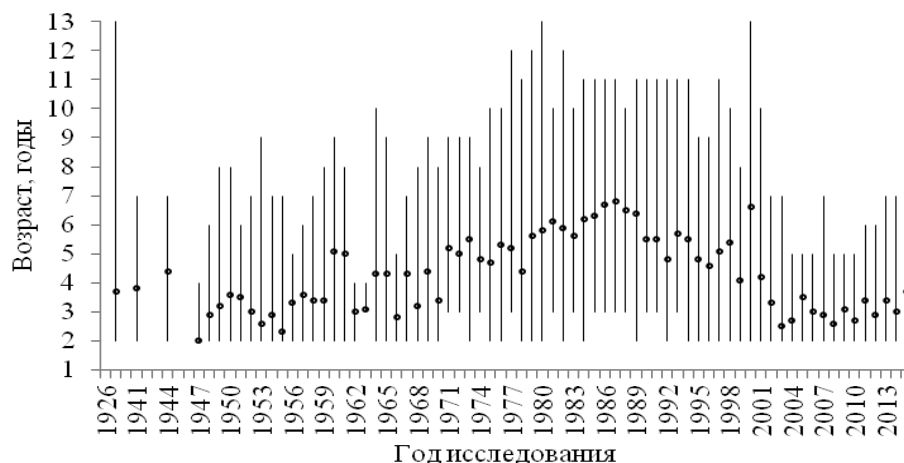


Рис. 2 Диапазоны варьирования и средние значения возраста сельди зал. Петра Великого

1. Науменко Н. И. Биология и промысел морских сельдей Дальнего Востока. Петропавловск-Камчатский: Камчат. печат. двор, 2001. 330 с.
2. Chernoiivanova L. A., Vdovin A. N., Antonenko D. V. The characteristic growth rate of herring in Peter the Great Bay (Japan/East Sea) // PICES Scientific Report. 2002. No 20. P. 34–36.
3. Вдовин А. Н., Черноиванова Л. А. Многолетняя динамика некоторых параметров популяции тихоокеанской сельди *Clupea pallasii* (Clupeidae) залива Петра Великого (Японское море) // Вопр. ихтиологии. 2006. Т. 46, № 1. С. 54-61.
4. Черноиванова Л. А., Измятинский Д. В., Соломатов С. Ф., Панченко В. В., Антоненко Д. В. Оценка биологического состояния репродуктивной части популяции сельди залива Петра Великого (Японское море) по результатам мониторинга 2007-2008 гг. // Морские прибрежные экосистемы. Водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки: материалы III Междунар. науч.-практ. конф. Владивосток: ТИНРО-Центр, 2009. С. 84-89.
5. Поляков Г. Д. Экологические закономерности популяционной изменчивости рыб. М.: Наука, 1975. 159 с.
6. Дгебуадзе Ю. Ю. Экологические закономерности изменчивости роста рыб. М.: Наука, 2001. 276 с.
7. Гланц С. Медико-биологическая статистика. М.: Практика, 1999. 459 с.
8. Ким Л. Н. Промысловые рыбы Уссурийского залива (Японское море): состав, биология, современный статус, значение в рыболовстве: автореф. ...канд. биол. наук. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2009. 24 с.

SIZE DIFFERENTIATION IN EVEN-AGED CLASSES OF HERRING *CLUPEA PALLASII* VAL. IN PETER THE GREAT BAY (JAPAN SEA)

L. A. Chernoiivanova, L. N. Kim

Pacific Research Fisheries Centre (TINRO-Centre), Vladivostok, RF, chlas27@yandex.ru

In connection with the previously observed variability of growth in even-aged classes of herring in Peter the Great Bay the assessment of differentiation degree of fish size was conducted based on materials 1941–2015. All data set on the basis of indicators of the normal distribution was divided into three categories of size groups – average, small and large. It is shown that the maximum age in the rank of small herring was made by eight years, in the rank of large fishes – seven years, individuals of average category were observed to age of thirteen years. Likely, the allocated groups characterize the level of ecological plasticity and adaptation of this herring population.

Key words: herring, growth, age, distribution of the sizes