

УДК 593.953(265.5)

Л.Г.Седова, Г.И.Викторовская, М.В.Калинина

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
СЕРОГО МОРСКОГО ЕЖА
STRONGYLOCENTROTUS INTERMEDIUS (AGASSIZ)
У ПОБЕРЕЖЬЯ О. ШИКОТАН**

Материал собран в прибрежной зоне о. Шикотан в октябре—декабре 1999 и 2001 гг. Лов осуществляли водолазным способом на глубинах от 1 до 20 м. Рассмотрены поселения серого морского ежа в различных бухтах острова. В скоплениях в основном встречались ежи с диаметром панциря от 12 до 85 мм. Размерный состав поселений морского ежа носит полимодальный характер, с преобладанием промысловой части. В среднем по району непромысловая часть скопления в 1999 г. составляла 29,0 %, промысловая — 71,0 % (из них 3,5 % — особи с диаметром панциря более 70 мм). В 2001 г. непромысловая часть скопления составила 23,9 %, промысловая — 76,1 %, включая 6,7 % особей с диаметром панциря более 70 мм. Средний размер самок — 62 мм (46–85 мм), самцов — 61 мм (46–75 мм). В осенне-зимний период гонадный индекс у морских ежей имел средние значения 8,8 и 8,0 % соответственно в 1999 и 2001 гг. У особей преобладали гонады 1–2-й стадий зрелости с желтыми и оранжевыми оттенками. Среднее значение кишечного индекса у ежей составляло 10,2 и 9,6 % соответственно в 1999 и 2001 гг. Полученные данные можно использовать не только для характеристики скоплений серого морского ежа в прибрежье о. Шикотан, но и для разработки биологических основ рационального освоения ресурсов в данном районе.

Sedova L.G., Viktorovskaya G.I., Kalinina M.V. Biological description of gray sea urchin *Strongylocentrotus intermedius* (Agassiz) accumulations at the coast of Shikotan Island // *Izv. TINRO.* — 2003. — Vol. 133. — P. 109–125.

The material had been collected at the coast of Shikotan Island in October—December, 1999–2001. Samples were caught by diving at the depth 1–20 m. Settlements of gray sea urchins were examined in different bays of the Island. Mainly the gray sea urchins with shell diameter 12–85 mm occurred in accumulations. The size composition of gray sea urchins settlements was of polymodal nature, with commercial portion prevalence. In 1999, the non-commercial portion was 29.0 % in average around the region, while the commercial one was 71.0 % in average (3.5 % of it were individuals with the shell diameter over 70 mm). In 2001 this ratio was 23.9 %, 76.1 %, and 6.7 %. The average size of females was 62 mm (46–85 mm), males' one was 61 mm (46–75 mm). In autumn-winter of 1999 and 2001, the gonad index had the average values 8.8 % and 8.0 %, accordingly. The urchins had gonads of 1–2 stages of maturity with yellow and orange color shade prevailed. Their intestinal index was 10.2 % in 1999 and 9.6 % in 2001. Obtained results may be used both for description of gray sea urchin accumulations at the coast of Shikotan Island and for general development of biological basis for efficient exploitation of marine biological resources in this area.

В прибрежных водах южных Курильских островов в значительных количествах встречается серый морской еж *Strongylocentrotus intermedius* (Agas-

siz), который является объектом интенсивного промысла. В прибрежной зоне о. Шикотан морские ежи обитают повсеместно, образуя почти непрерывный пояс вдоль береговой линии. Активный промысел у южных Курильских островов начался в 1991 г. В течение 1994–2001 гг. сотрудники СахНИРО проводили исследования по изучению поселений морских ежей в этом районе. В настоящее время промысловый запас в прибрежной зоне островов Малой Курильской гряды и о. Кунашир превышает 3500 т (Евсеева, 2001а). Увеличение объемов добычи, связанное с возрастающим спросом на внешнем рынке, не может не сказываться на состоянии скоплений морского ежа.

Цель настоящей работы — исследование структуры популяции и биологического состояния морских ежей в прибрежной зоне о. Шикотан.

Материал собран авторами во время контрольного лова ежей в прибрежной зоне о. Шикотан в октябре—декабре 1999 и 2001 гг. Лов осуществлялся водолажным способом на глубинах от 1 до 20 м.

Неселективно отобранных ежей обрабатывали по общепринятой схеме: диаметр панциря измеряли штангенциркулем с точностью до 1 мм, массу ежей, гонад и кишечника определяли взвешиванием с точностью до 0,1 г; цвет гонад оценивали визуально. Для построения полигонов и частот размерных классов был выбран двухмиллиметровый классовый интервал.

Гонадный индекс (ГИ, %) — один из наиболее доступных количественных показателей, характеризующих наполнение гонад, — определяли как отношение массы гонад к массе особи, выраженное в процентах. Величину гонадного индекса устанавливали у всех исследованных особей, включая молодь. Для облегчения анализа полученного материала значения гонадного индекса были отнесены к одной из пяти групп: 0–5; 5–10; 10–15; 15–20; 20–25 % (Викторовская, Седова, 2000). На прижизненных мазках с использованием микроскопа МБИ-3 определяли половую принадлежность особей, степень заполнения гонады половыми клетками и стадию репродуктивного цикла. Использовали три градации цветности гонад: 1-я группа — желто-оранжевые, 2-я — от грязно-желтого до красного, 3-я — коричнево-бурые (Викторовская, Седова, 2000).

Кишечный индекс определяли как отношение массы кишечника к общей массе тела, выраженное в процентах. Значения кишечного индекса (КИ, %) были разнесены по группам 0–5; 5–10; 10–15; 15–20; 20–25 %.

Всего за период рейсов было промерено 6944 экз., примерно 1200 особей использовали для биологического анализа.

Обработка данных проводилась с помощью программ Excel v. 98, Statistica.

Характеристика района исследований

Шикотан — наиболее крупный гористый остров в Малой Курильской гряде. Берега приглубые, изрезаны бухтами (рис. 1), большей частью высокие, скалистые и окаймлены камнями и скалами, которые часто удалены от берега на значительное расстояние.

В прибрежье о. Шикотан пояс водорослей довольно узкий. Доминируют: циматера японская (*Cymathera japonica*), артротамнус (*Arthrothamnus bifidus*), ламинария узкая (*Laminaria angustata*) и цикориевидная (*L. cichorioides*), алярия (*Alaria fistulosa*, *A. marginata*, *A. angusta*), костария (*Costaria costata*) (Евсеева, 1999а, 2001б). Наибольшие скопления морских ежей отмечены на участках с преобладанием алярии, ламинариевых водорослей, агарума (*Agarum cribrosum*) и различных видов красных водорослей (кораллиновые, *Odonthalia corymbifera*, *O. ochotensis*, *Ptilota filicina*, *Turnerella mertensiana*, *Palmaria stenogona*) (Евсеева, 2001а).

Серые морские ежи отмечены с различной плотностью и биомассой на всем изученном участке прибрежья, за исключением акваторий, малоприспособленных для их обитания. В одних случаях они встречаются единично, в других —

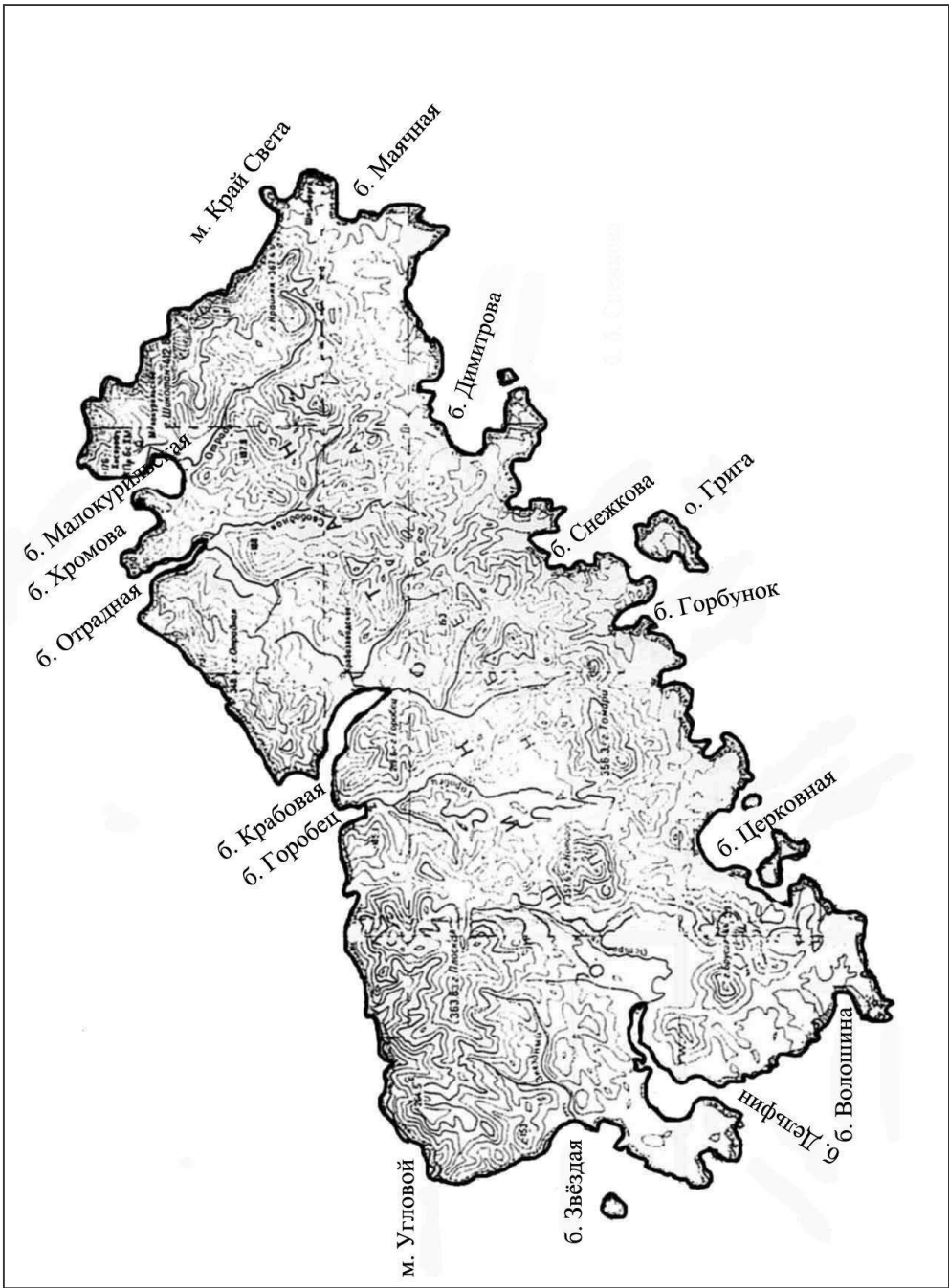


Рис. 1. Карта-схема района работ, о. Шикотан
 Fig. 1. A map-scheme of investigated area at Shikotan Island

плотными агрегациями. По данным Н.В.Евсеевой (2001а), средняя плотность в скоплениях серых морских ежей у о. Шикотан составляет 7,3 экз./м² с варьированием от 0,1 до 47,0 экз. Ежи преимущественно обитают на твердых либо смешанных грунтах с преобладанием твердых пород. В результате видеосъёмки, проводимой СахНИРО на глубинах более 20 м, было выявлено, что скопления серых морских ежей приурочены к выходам скальных пород на глубине 30–50 м, а на траверзе бухты Малокурильской — до 70 м.

Размерная структура скоплений серого морского ежа

В скоплении у о. Шикотан в основном встречали ежей размером от 12 до 85 мм. Особи более мелких и крупных размеров попадались редко. В скоплении выделяли непромысловую часть (диаметр панциря ежей < 45 мм) и промысловую (> 45 мм), которая включала условно старых ежей с диаметром панциря более 70 мм.

Наиболее высокое среднее значение диаметра панциря было отмечено в районе мыса Край Света в 1999 г. и бухт Церковной, Звездной, Малокурильской и мыса Углового в 2001 г. (табл. 1). Средний диаметр панциря составил 53–54 мм. В районе мыса Край Света поселение серого морского ежа на 69 % представлено особями размером 52–72 мм (рис. 2). В поселении ежей бухты Маячной (1999 г.) наиболее многочисленны были размерные интервалы 50–58 и 60–68 мм (рис. 2). На их долю приходилось 56,3 % всех особей. В 2001 г. 69,1 % всех особей имели размеры от 40 до 60 мм (рис. 3). В бухте

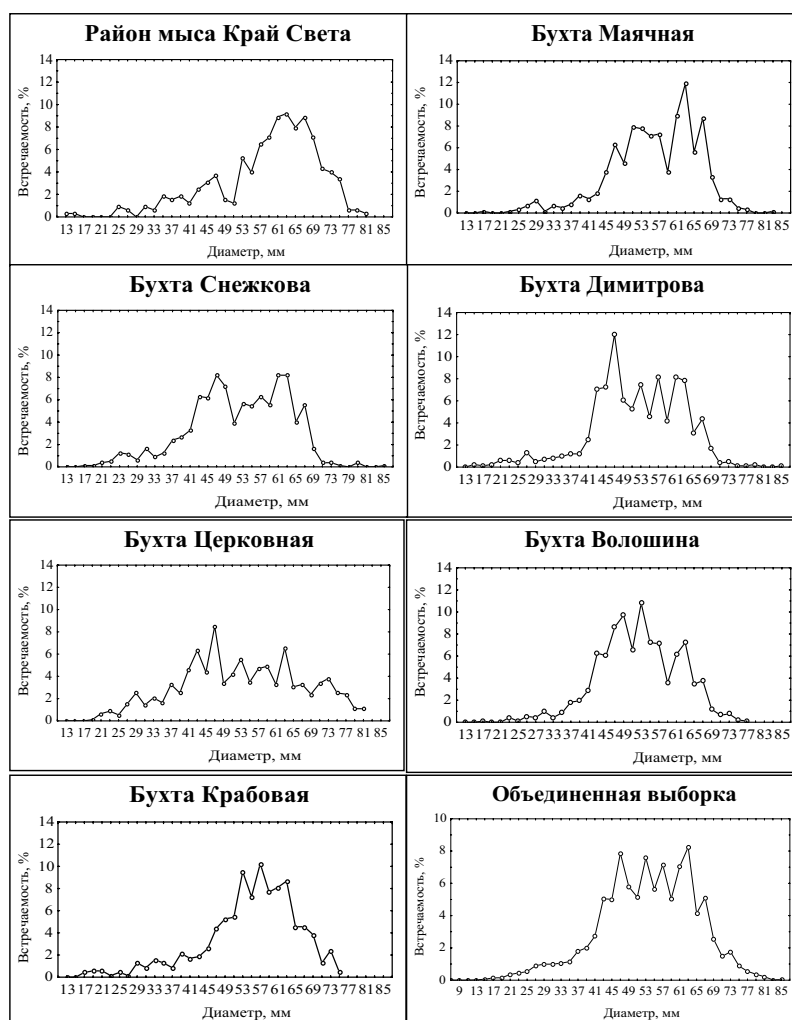


Рис. 2. Размерная структура скоплений серого ежа в прибрежье о. Шикотан, 1999 г.

Fig. 2. Size structure of gray sea urchin accumulations at Shikotan Island, 1999

Биологические показатели серого морского ежа в районе о. Шикотан

Таблица 1

Table 1

The biological indices of gray sea urchins at Shikotan Island

Район исследований	Год	Параметр	N, экз.	Значение		
				Среднее	Мин	Макс
Мыс Край Света	1999	Д, мм	334	59,4 ± 0,9	14,0	81,0
		W, г	79	76,9 ± 9,8	3,0	173,0
		ГИ, %	79	9,2 ± 1,1	0,001	19,3
		КИ, %	79	8,3 ± 0,8	0,001	18,8
Бухта Маячная	1999	Д, мм	622	56,9 ± 0,7	18,0	84,0
		W, г	71	62,3 ± 8,0	10,0	140,0
		ГИ, %	71	11,1 ± 1,3	0,7	26,0
		КИ, %	71	10,2 ± 0,9	0,7	23,8
	2001	Д, мм	362	50,9 ± 1,0	14,0	73,0
		W, г	50	62,1 ± 5,9	29,0	129,0
		ГИ, %	50	5,8 ± 1,0	0,2	14,8
		КИ, %	50	15,9 ± 0,9	7,1	24,6
Бухта Снежкова	1999	Д, мм	793	52,4 ± 0,8	18,0	85,0
		W, г	272	60,6 ± 3,8	3,0	180,0
		ГИ, %	186	8,8 ± 0,6	0,0	20,8
		КИ, %	157	10,5 ± 0,6	0,0	25,0
	2001	Д, мм	44	50,9 ± 3,8	25,0	72,0
		W, г	44	61,3 ± 12,0	8,0	150,0
		ГИ, %	44	8,3 ± 1,7	0,0	19,6
		КИ, %	44	10,2 ± 1,0	5,0	19,4
Район о. Грига	1999	Д, мм	33	54,8 ± 4,7	30,0	79,0
		W, г	33	78,4 ± 16,0	14,0	190,0
		ГИ, %	33	10,0 ± 1,9	0,0	20,8
		КИ, %	33	9,5 ± 1,6	1,9	26,7
Бухта Димитрова	1999	Д, мм	832	52,3 ± 0,7	15,0	85,0
		W, г	249	60,7 ± 4,7	2,5	215,0
		ГИ, %	258	8,5 ± 0,5	0,0	26,0
		КИ, %	222	11,3 ± 0,8	0,1	27,6
	2001	Д, мм	522	46,5 ± 0,8	24,0	73,0
		W, г	49	68,6 ± 5,2	35,0	130,0
		ГИ, %	49	11,2 ± 1,4	4,2	27,9
		КИ, %	49	10,6 ± 2,7	0,4	34,9
Бухта Ушакова	2001	Д, мм	84	54,1 ± 3,2	28,0	91,0
		W, г	84	72,3 ± 13,5	8,0	255,0
		ГИ, %	39	8,6 ± 1,5	0,001	19,4
		КИ, %	39	9,6 ± 1,3	2,4	20,0
Бухта Церковная	1999	Д, мм	921	53,5 ± 0,9	20,0	82,0
		W, г	232	63,6 ± 5,2	4,0	208,0
		ГИ, %	157	6,4 ± 0,8	0,001	21,0
		КИ, %	157	9,5 ± 0,9	0,8	33,3
	2001	Д, мм	315	58,8 ± 1,2	5,0	82,0
		W, г	144	77,1 ± 6,9	6,0	200,0
		ГИ, %	102	7,6 ± 0,8	0,001	20,0
		КИ, %	102	5,9 ± 1,0	0,4	37,5
Бухта Волошина	1999	Д, мм	927	52,9 ± 0,6	17,0	78,0
		W, г	96	60,3 ± 7,8	6,0	180,0
		ГИ, %	147	7,6 ± 0,6	0,0	22,9
		КИ, %	96	9,7 ± 1,0	3,0	26,7
Бухта Звездная	2001	Д, мм	181	60,9 ± 1,2	45,0	76,0
		W, г	15	124,0 ± 9,9	95,0	150,0
		ГИ, %	15	7,8 ± 1,4	4,2	13,0
		КИ, %	15	3,7 ± 0,4	2,7	5,5

Окончание табл. 1
Table 1 finished

Район исследований	Год	Параметр	N, экз.	Значение		
				Среднее	Мин	Макс
Район мыса Углового	2001	Д, мм	126	59,3 ± 1,6	21,0	75,0
		W, г	19	96,1 ± 10,5	60,0	140,0
		ГИ, %	19	4,5 ± 1,6	0,6	10,0
		КИ, %	19	2,5 ± 0,6	0,9	6,7
Бухта Хромова	2001	Д, мм	153	51,8 ± 1,5	27,0	77,0
		W, г	25	74,9 ± 12,3	28,0	135,0
		ГИ, %	25	8,8 ± 2,2	1,2	25,0
		КИ, %	25	21,3 ± 2,2	13,1	35,7
Бухта Крабовая	1999	Д, мм	703	55,3 ± 1,2	17,0	76,0
		W, г	41	61,2 ± 16,1	3,0	150,0
		ГИ, %	30	8,6 ± 2,0	0,0	19,5
		КИ, %	30	9,1 ± 1,7	2,3	21,4
Бухта Малокурульская	1999	Д, мм	36	48,1 ± 4,8	18,0	9,0
		W, г	35	55,8 ± 11,6	5,0	120,0
		ГИ, %	33	8,9 ± 2,0	0,0	20,0
		КИ, %	33	10,2 ± 1,3	4,7	22,2
	2001	Д, мм	25	66,6 ± 2,2	59,0	89,0
		W, г	25	105,4 ± 7,5	70,0	140,0
		ГИ, %	25	8,5 ± 0,7	5,2	12,0
		КИ, %	25	5,9 ± 0,9	2,2	10,0
Объединенная выборка	1999	Д, мм	5132	54,1 ± 0,3	12,0	85,0
		W, г	876	62,7 ± 2,5	2,5	215,0
		ГИ, %	837	8,8 ± 0,3	0,001	26,0
		КИ, %	721	10,2 ± 0,3	0,001	27,6
	2001	Д, мм	1812	53,0 ± 0,6	5,0	91,0
		W, г	455	75,9 ± 3,9	6,0	255,0
		ГИ, %	368	8,0 ± 0,5	0,001	27,9
		КИ, %	368	9,6 ± 0,7	0,4	37,5

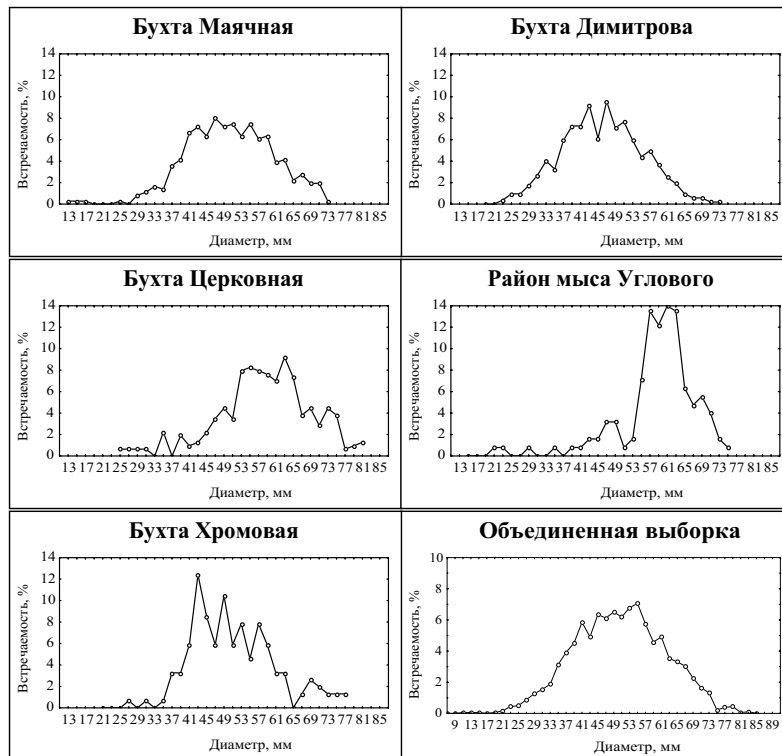


Рис. 3. Размерная структура скоплений серого ежа в прибрежье о. Шикотан, 2001 г.

Fig. 3. Size structure of gray sea urchins accumulations at Shikotan Island, 2001

Димитрова (1999 г.) 78 % всех особей находились в размерном интервале 42–64 мм, причем 12 % из них представлено размерным классом 46–48 мм (см. рис. 2). В 2001 г. 54,2 % особей имели размеры от 38 до 52 мм (см. рис. 3). В поселении ежей в бухте Снежкова на долю размерного интервала 42–68 мм приходилось 79,4 % всех особей (см. рис. 2). В бухте Церковной в поселении ежей в 1999 г. преобладали размерные интервалы 40–48 и 62–64 мм (рис. 2). На их долю приходилось соответственно 24,0 и 6,6 % всех особей. В 2001 г. 55,3 % особей было представлено размерным интервалом 52–66 мм. В бухте Волошина в поселении ежей наиболее многочисленными размерными интервалами были 42–58 мм (62,3 %) и 60–64 мм (13,4 %) (рис. 2). В бухте Крабовой самый многочисленный размерный интервал в поселении — 48–64 мм. На его долю приходилось 62,1 % всех особей, из них 10,2 % было представлено размерным классом 56–58 мм (рис. 2).

Если сравнивать объединенные выборки по всему району о. Шикотан, то в 1999 г. в скоплении преобладали (59,5 %) особи размером 46–64 мм. В 2001 г. 65,1 % особей имели размеры 42–64 мм. В среднем по району промысловая часть скопления в 1999 г. составляла 29,0 %, промысловая — 71,0 % (из них 3,5 % — особи с диаметром панциря более 70 мм) (рис. 4). В 2001 г.

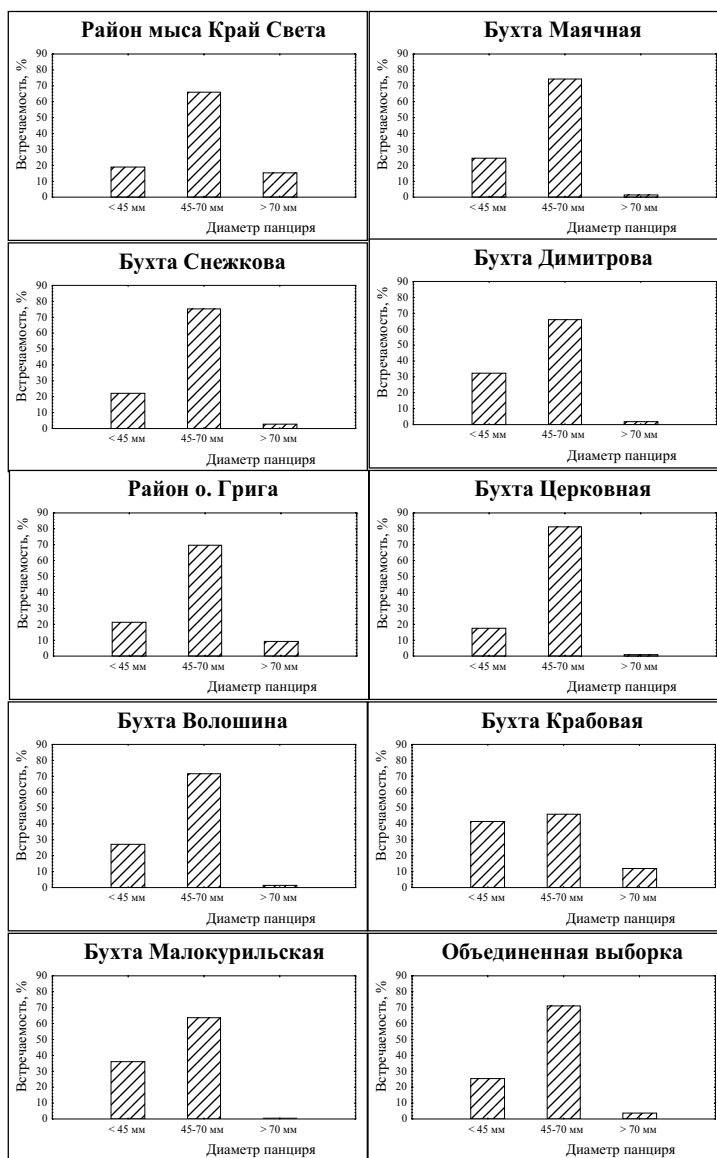


Рис. 4. Соотношение промысловых и непромысловых особей серого морского ежа в прибрежье о. Шикотан, 1999 г.

Fig. 4. A ratio of commercial and non-commercial gray sea urchins at Shikotan Island, 1999

непромысловая часть скопления составила 23,9 %, промысловая 76,1 %, включая 6,7 % особей с диаметром панциря более 70 мм, т.е. особых различий в соотношении особей серого морского ежа в прибрежье о. Шикотан по годам не отмечено. Если сравнивать выборки ежей по отдельным районам, то можно отметить повышение доли непромысловых особей: в бухте Маячной в 1999 и 2001 гг. соответственно 24,3 и 27,3 %, в бухте Димитрова — 32,4 и 43,3 % (рис. 4, 5).

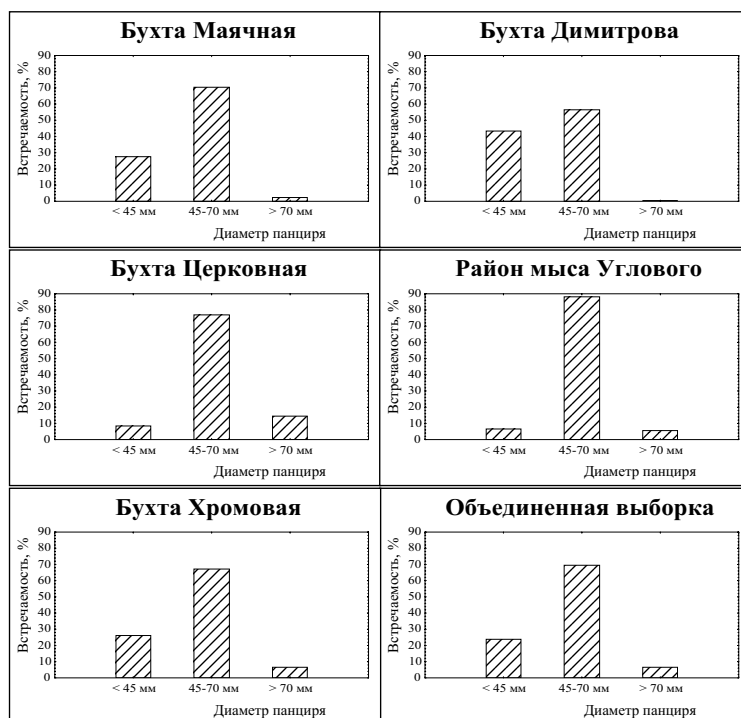


Рис. 5. Соотношение промысловых и непромысловых особей серого морского ежа в прибрежье о. Шикотан, 2001 г.

Fig. 5. A ratio of commercial and non-commercial gray sea urchins at Shikotan Island, 2001

Таким образом, несмотря на постоянный промысловый прессинг, скопления серого морского ежа в прибрежье о. Шикотан находится в стабильном состоянии. В скоплении присутствуют все размерные группы, за исключением мелких особей, что может быть связано как с тем, что молодь поселяется отдельно от взрослых, так и с трудностью ее сбора водолазами. Наблюдения за ходом промысла, проводимые СахНИРО, подтверждают, что мелководные участки обитания морских ежей постоянно пополняются особями из глубоководных районов, хотя динамика этого процесса не выяснена (Евсеева, 2001а).

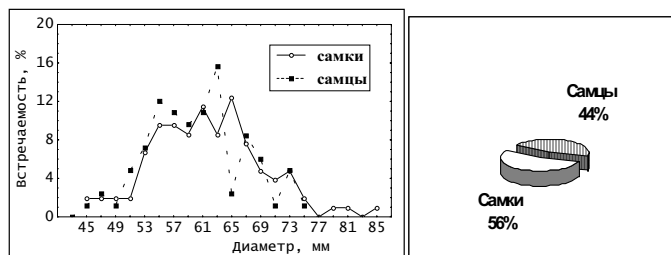
Размерно-половая структура

Соотношение полов в скоплении серого морского ежа в районе о. Шикотан равновесное ($n = 202$ экз.), с небольшим преобладанием самок (рис. 6). В исследуемый период ежи находились на разных стадиях зрелости гонад и часть особей (7 %) имела нулевую стадию развития, что затрудняло определение пола.

Половозрелые особи, находившиеся на 0-й стадии развития гонад, имели диаметр панциря от 42 до 60 мм со средним значением 51 ± 3 мм. Средний размер самок составлял 62 ± 2 мм (пределы от 46 до 85 мм), самцов — 61 ± 2 мм (46–75 мм). Большая часть (77,1 %) самок имела размеры 38–64 мм, самцов (69,6 %) — 36–58 мм (рис. 6). Можно отметить заметные различия в размерных классах 62–64 (самки — 8,6 %, самцы — 15,7 %) и 64–66 мм (самки — 12,4 %, самцы — 2,4 %). Особи с диаметром панциря более 76 мм были представлены только самками, что, вероятно, связано с малочисленностью животных этого размера в выборке.

Рис. 6. Размерно-половая структура и соотношение полов в скоплении серого морского ежа в районе о. Шикотан, 2001 г.

Fig. 6. Size-sex structure and sex ratio of gray sea urchins' populations at Shikotan Island, 2001



Состояние половых желез морских ежей

Гонадный индекс. Индивидуальный гонадный индекс у серого морского ежа по всему побережью о. Шикотан в исследуемый период (октябрь—декабрь) был в пределах от 0,001 до 26,0 % в 1999 г. и до 27,9 % в 2001 г., со средним значением соответственно 8,8 и 8,0 % (табл. 1; рис. 7, 8). Наиболее характерное значение величины гонадного индекса составляло от 5 до 15 %, ГИ более 20 % отмечался у особей в бухтах Маячной, Церковной, у о. Грига в 1999 г. и в бухтах Димитрова, Хромова в 2001 г. (рис. 7, 8).

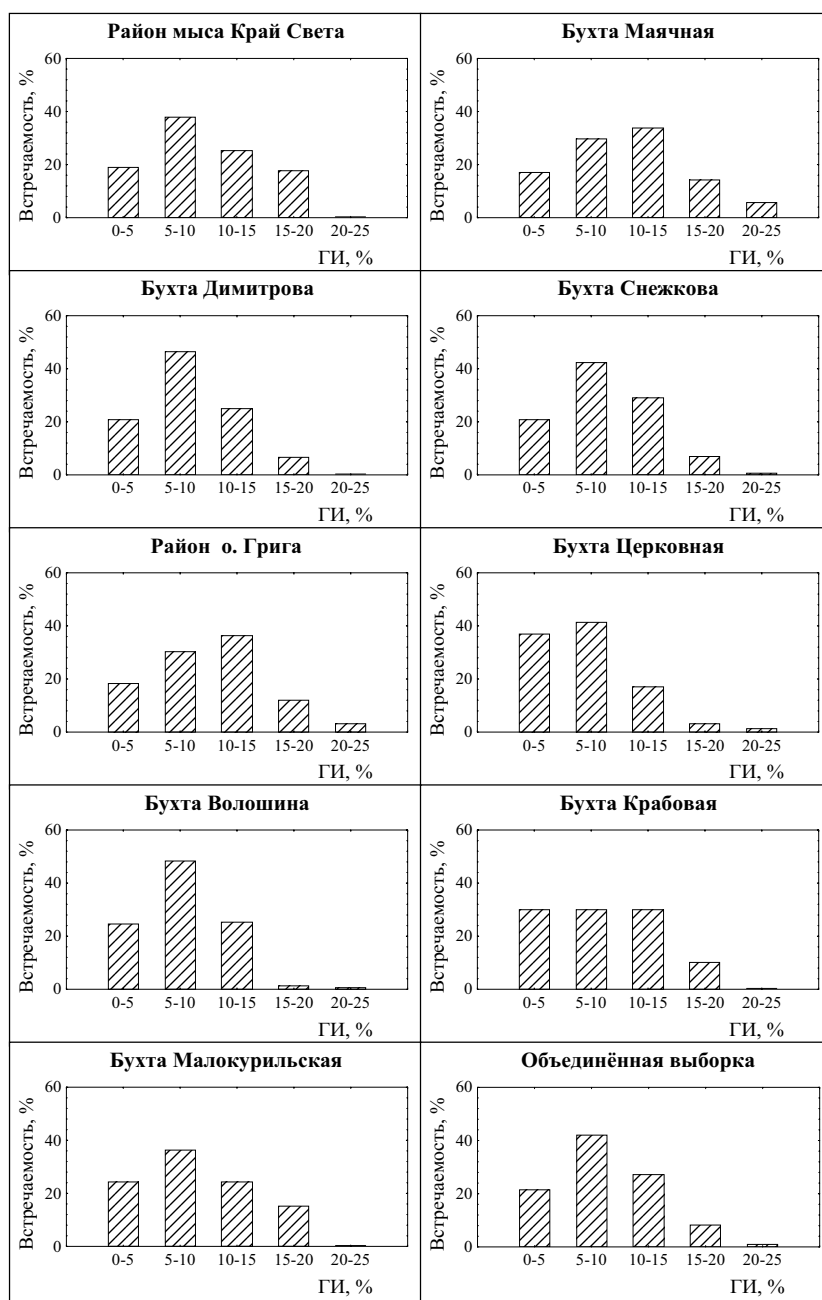


Рис. 7. Гонадный индекс у серого морского ежа в прибрежье о. Шикотан, 1999 г.

Fig. 7. The gray sea urchins' gonad indices at coastal Shikotan Island, 1999

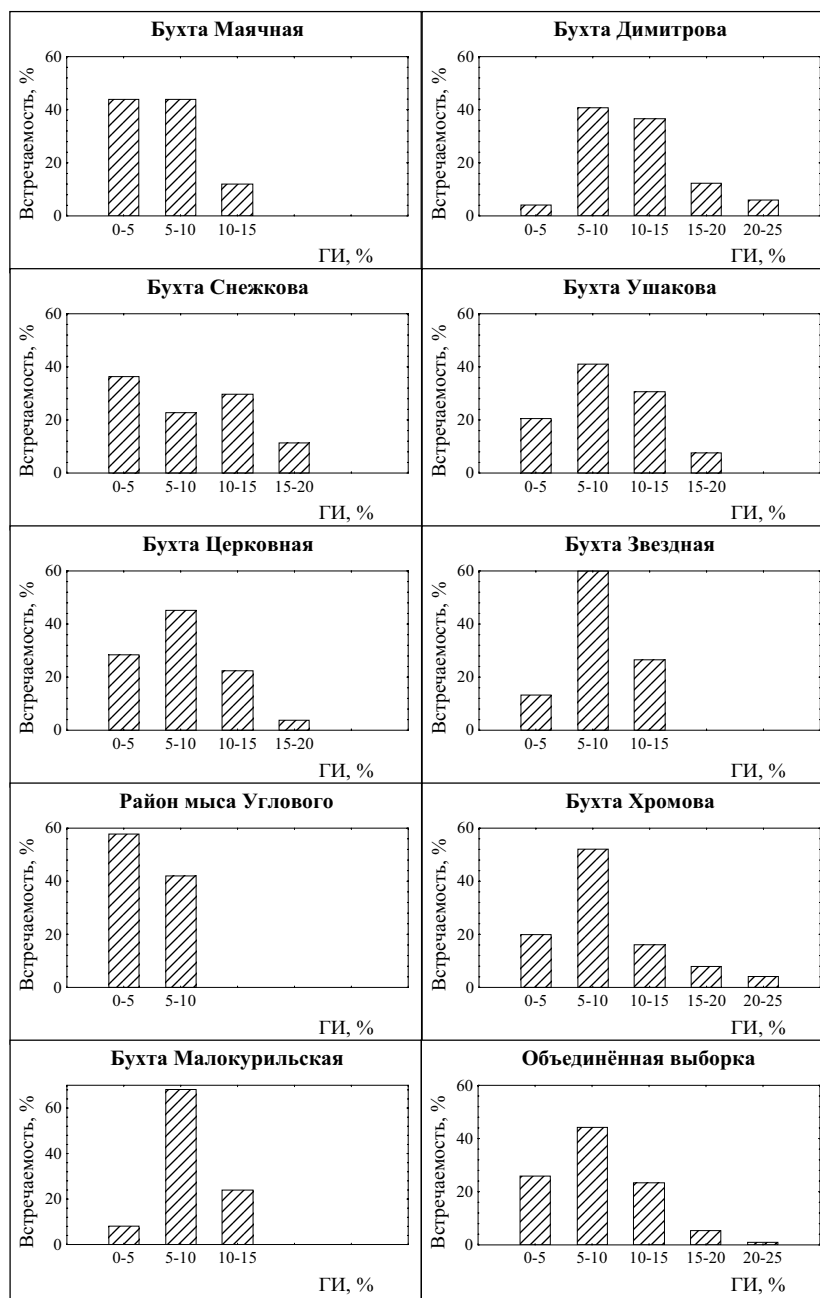


Рис. 8. Гонадный индекс у серых морских ежей в прибрежье о. Шикотан в 2001 г.
 Fig. 8. The gray sea urchins' gonad indices at coastal Shikotan Island, 2001

В бухте Димитрова (1999 г.) среднее значение ГИ у ежей в октябре составляло 8,3 % (от 2,9 до 17,7 %), в ноябре — 9,3 % (от 1,3 до 20,0 %), в декабре — 9,6 % (от 1,7 до 26,0 %). Наиболее высокое значение ГИ (более 10 %) у промысловых особей в ноябре было отмечено в районах бухт Маячной, Крабовой, Малокурильской, мыса Край Света, о. Грига (табл. 2). Величина ГИ, определяемая в одних и тех же районах, в ноябре и декабре существенно не различалась. Ее колебания были вызваны скорее всего тем, что ежи были собраны на разных глубинах из различных биотопов.

Максимальное количество особей промыслового размера из различных районов в октябре и декабре имело ГИ в пределах 5–10 %, а в ноябре — 5–15 %. Количество ежей, имеющих ГИ 15–20 %, в октябре и декабре составля-

ло в среднем 4–6 %, достигая 10,3 % только в бухте Димитрова. В ноябре среднее количество особей с ГИ в пределах 15–20 % составило 10,9 %, с максимальным значением у ежей, обитающих в районах мыса Край Света, бухт Малокуруильской, Маячной. С октября по декабрь относительная масса гонад увеличивалась. Например, в бухте Димитрова особей с ГИ в диапазоне 10–15 % в ноябре стало почти на 9 % больше, а в декабре их количество увеличилось еще на 9 % и составляло более трети всех особей. Тенденция к росту гонад в ноябре—декабре заметна и для ежей бухт Церковной и Волошина. Наибольшего развития половые железы ежей достигли в бухте Маячной: в ноябре особей с ГИ в диапазоне 20–25 % насчитывалось 7,4 %; несколько меньше (3,9 %) их было у о. Грига и немного (1,7 %) — в бухте Церковной. Особи с ГИ в этом диапазоне в небольшом количестве встречались и в декабре, например, снова в бухтах Церковной (2,6 %) и Димитрова (1,2 %). Количество особей, имеющих ГИ в пределах 20–25 %, в среднем составило 1,3–1,5 % (табл. 2).

Таблица 2

Соотношение гонадного индекса у промысловых особей серого морского ежа
и температура в прибрежье о. Шикотан, октябрь—декабрь 1999 г., %

Table 2

Ratio of commercial gray sea urchins' gonad index and temperature conditions at Shikotan Island, October—December, 1999, %							
Район исследований	Темпера- тура, °С	N, экз.	ГИ, %				
			0–5	5–10	10–15	15–20	20–25
			Октябрь				
Бухта Димитрова	13,1	58	17,2	60,3	17,2	5,3	–
			Ноябрь				
Мыс Край Света	10,7	57	7,0	40,4	31,6	21,0	–
Бухта Маячная	9,7	54	7,4	25,9	42,6	16,7	7,4
Бухта Димитрова	10,9	54	7,4	61,1	25,9	5,6	–
Бухта Снежкова	10,4	148	16,9	44,6	31,8	6,7	–
Район о. Грига	5,8	26	11,5	26,9	46,2	11,5	3,9
Бухта Церковная	10,9	59	18,6	49,2	25,4	5,1	1,7
Бухта Волошина	10,8	66	16,7	51,5	30,3	1,5	–
Бухта Крабовая	9,2	24	16,7	33,3	37,5	12,5	–
Бухта Малокуруильская	7,0	23	4,4	47,8	30,4	17,4	–
Среднее	9,5		11,8	42,3	33,5	10,9	1,5
			Декабрь				
Бухта Димитрова	6,8	87	20,7	33,3	34,5	10,3	1,2
Бухта Церковная	5,0	38	21,1	55,3	15,8	5,2	2,6
Бухта Волошина	4,0	41	19,5	46,3	31,7	2,5	–
Среднее	5,3		20,5	44,9	27,3	6,0	1,3

У непромысловых особей величина ГИ чаще всего была в диапазоне 0–15 %, с наибольшей встречаемостью в пределах 0–5 % (табл. 3). Среднее значение ГИ для непромысловых особей всей популяции составило 5,1 %. Среднее значение ГИ у промысловых особей — 9,6 %. Максимальное количество животных с ГИ в пределах 5–10 % встречалось в октябре и декабре, а в ноябре — в пределах 5–15 %.

Стадии зрелости. Созревание гонад морских ежей в первую очередь зависит от придонной температуры воды (Viktorovskaya, 1996; Викторовская, 1999; Викторовская, Матвеев, 2000; Викторовская и др., 2001). Активное размножение половых клеток морских ежей в умеренных широтах наблюдается в весенний и осенний периоды — при повышении и понижении температуры воды. Наиболее интенсивные процессы развития половых клеток морских ежей протекают при температуре 4–10 °С (Викторовская, Матвеев, 2000). Кроме того, на количественные и качественные показатели половых желез морских ежей в период

Соотношение гонадного индекса у непромысловых особей серого морского ежа и температура в прибрежье о. Шикотан, октябрь—декабрь 1999 г., %

Table 3

Ratio of non-commercial gray sea urchins' gonad index and temperature conditions at Shikotan Island, October—December, 1999, %

Район исследований	Температура, °С	N, экз.	0-5	5-10	ГИ 10-15	15-20	20-25
Октябрь							
Бухта Димитрова	13,1	20	20,0	55,0	15,0	10,0	—
Ноябрь							
Мыс Край Света	10,7	15	73,3	13,3	13,4	—	—
Бухта Маячная	9,7	17	47,1	41,2	5,9	5,8	—
Бухта Димитрова	10,9	8	37,5	37,5	25,0	—	—
Бухта Снежкова	10,4	27	44,4	37,1	7,4	7,4	3,7
Район о. Грига	5,8	7	50,0	37,5	—	12,5	—
Бухта Церковная	10,9	14	85,7	14,3	—	—	—
Бухта Волошина	10,8	20	20,0	65,0	10,0	5,0	—
Бухта Крабовая	9,2	6	83,3	16,7	—	—	—
Бухта Малокурильская	7,0	10	70,0	10,0	10,0	10,0	—
Среднее	9,5		56,0	26,1	12,4	5,1	0,4
Декабрь							
Бухта Димитрова	6,8	19	78,9	21,1	—	—	—
Бухта Церковная	5,0	42	59,5	28,5	12,0	—	—
Бухта Волошина	4,0	20	65,0	25,0	10,0	—	—
Среднее	5,3		67,8	24,9	7,3	—	—

активного гонадного роста оказывают влияние обилие и видовой состав доступной пищи (Hagen, 1996; Викторовская, 1999; Калинина и др., 2000).

Отличительной особенностью температурного режима вод прибрежной зоны южных Курильских островов является сохранение длительного периода положительных температур, распространяющихся на осенне-зимние месяцы. У о. Шикотан температура воды в октябре составила в среднем 13,0 °С и к концу декабря понизилась до 5,3 °С, т.е. находилась в пределах, благоприятствующих росту и созреванию гамет. На протяжении всего периода наблюдений в исследованных акваториях о. Шикотан у ежей в основном наблюдались 1-я и 2-я стадии зрелости половых желез с явным преобладанием последней (соответственно 20,8 и 73,0 %) (рис. 9). Гонады на 0-й стадии имели 6,2 %, а на 3-й — 0,9 % всех особей. Отмечается, что самок с гонадами на 1-й стадии зрелости было в полтора раза больше, чем самцов (25,8 и 15,2 %), а на 2-й стадии зрелости — несколько меньше (74,2 % самок и 83,9 % самцов). Животные с гонадами на 3-й стадии зрелости были представлены исключительно самцами, т.е. в целом самцы, по сравнению с самками, имели более зрелые гонады, что характерно и для других видов морских ежей (Яковлев, 1993).

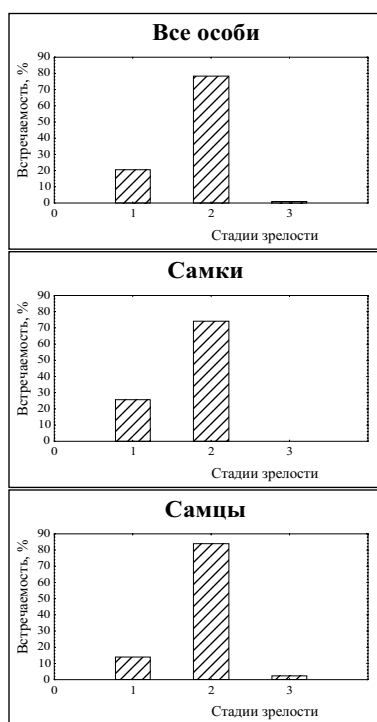


Рис. 9. Стадии зрелости у серых морских ежей в прибрежье о. Шикотан, 2001 г.

Fig. 9. Stages of gray sea urchins maturity at coastal Shikotan Island, 2001

Цветность. Выполненный анализ показал, что для ежей, обитающих в прибрежье о. Шикотан, в исследуемый период характерен желто-оранжевый цвет гонад (1-я группа цветности). Так, практически на всех исследуемых участках доля животных с гонадами 1-й группы цветности превышала 50 %, кроме районов о. Грига, бухт Малокурильской и Димитрова в 1999 г. (соответственно 36,7, 32,3 и 44,2 %). В целом же доля животных с желто-оранжевыми гонадами составила в 1999 г. 54,7 %, а в 2001 г. — 69,0 % (рис. 10, 11).

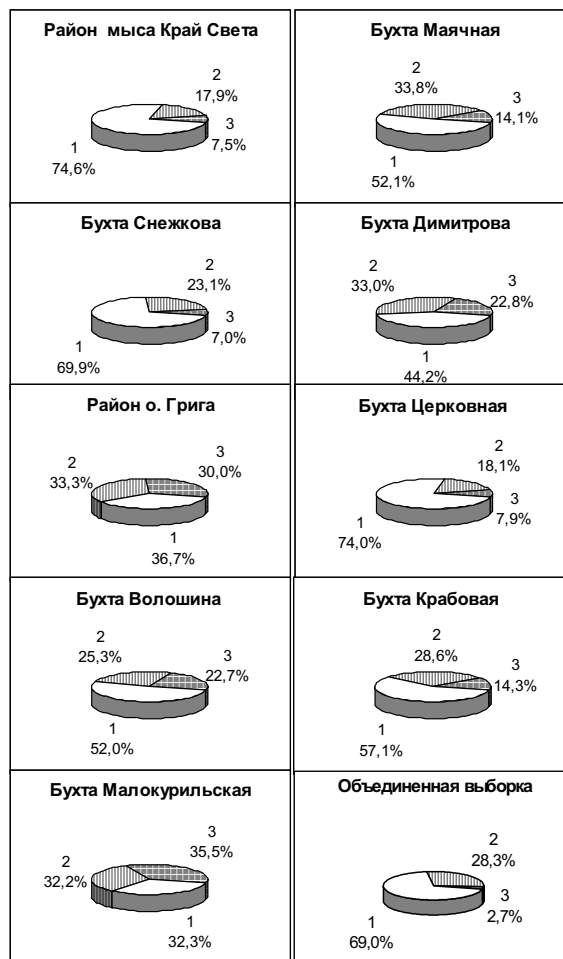


Рис. 10. Цвет гонад серого морского ежа в районе о. Шикотан в 1999 г.

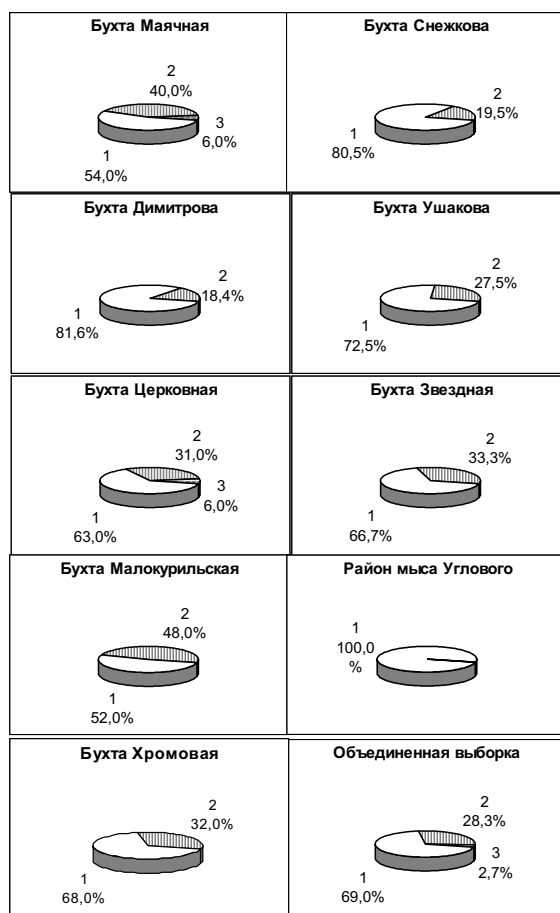
Fig. 10. The color of gray sea urchins' gonads at Shikotan Island, 1999

Доля ежей с гонадами 3-й группы цветности (коричнево-бурые) в 1999 г. варьировала от 7,0 до 35,5 %, а в 2001 г. — от 0 до 6,0 %. Оставшиеся животные имели половые железы 2-й группы цветности.

В 1999 г. сравнительно худшие показатели (3-я группа цветности) были отмечены у ежей, обитающих в бухтах Малокурильской и Димитрова, а также у о. Грига, а в 2001 г. в бухтах Маячной, Церковной и Малокурильской. Следует отметить, что в 1999 г. ежи с гонадами 3-й группы цветности присутствовали на всех исследуемых участках, в то время как в 2001 г. единичные особи с коричнево-бурыми гонадами отмечались только на двух участках из 9 исследованных (в бухтах Маячной и Церковной), т.е. в 2001 г. цветовые показатели половых желез морских ежей были сравнительно лучше таковых в 1999 г.

Среди непромысловых ежей повсеместно доминировали особи с желто-оранжевыми гонадами.

Ежи, имеющие гонады 1–2-й групп, как правило, обитали на горизонтах 2–10 м в местах, где широко представлена разнообразная растительность. Ежи с гонадами 3-й группы чаще отмечены на глубинах более 10 м, где растительность беднее, а макроводоросли практически отсутствуют. Наиболее качественные гонады отмечены у ежей, питающихся красными (преимущественно одон-



талией) и бурыми водорослями (Евсеева, 2001в). Результаты наших наблюдений подтверждаются мнением некоторых исследователей о том, что разнообразие пищи благоприятно влияет на массу и степень развития гонад морских ежей (Lozano et al., 1995). Обилие и недостаток пищи также заметно сказываются на величине гонадного индекса и динамике нереста морских ежей (Pearse, 1981; Yakovlev, 1991).

Рис. 11. Цвет гонад серых морских ежей в прибрежье о. Шикотан в 2001 г.

Fig. 11. The color of gray sea urchins' gonads at coastal Shikotan Island, 2001

Таким образом, начиная с октября в гонадах морских ежей у южных Курильских островов идут активные гаметогенетические процессы, что выражается в высоких количественных и качественных показателях половых желез (масса гонады, гонадный индекс, стадии зрелости и цветовые характеристики).

Кишечный индекс

Значительная пищевая активность серого морского ежа отмечается во время роста и созревания гонад в весенний и осенний периоды (Седова, Викторовская, 2001). При увеличении ГИ кишечный индекс (КИ) снижается (Son, 1999; Викторовская и др., 2001). Высокие показатели средней величины кишечного индекса чаще наблюдаются у молоди морских ежей, так как у них наполнение гонад обычно ниже, чем у промысловых особей. В осенний период в пищеварительном тракте морских ежей чаще встречаются кораллиновые водоросли (72,0 %), одонтолия (41,5 %) и морские травы (31,4 %) (Евсеева, 1999б).

Величина кишечного индекса подвержена большим колебаниям (рис. 12, 13). Это связано как с накормленностью животных, так и со степенью наполнения гонад.

Индивидуальный кишечный индекс у ежей был в диапазоне 0,001–37,5 %, со средним значением 10,2 и 9,6 % соответственно в 1999 и 2001 гг. (см. табл. 1). Наибольшая величина среднего значения КИ у ежей отмечена в районах бухт Хромова, Маячной, Димитрова, Снежкова.

Во многих бухтах преобладали (50–55 %) серые ежи, имеющие КИ в пределах 5–10 %. Однако в 1999 г. в бухтах Димитрова, Снежкова, Церковной было много особей и с КИ в диапазоне 10–15 % (рис. 12). Везде в небольшом количестве встречались ежи и с более высоким наполнением ки-

щечника — 15–20 %; больше всего (15 %) их было в бухте Димитрова. В большинстве бухт в незначительном числе (2–5 %) отмечены ежи с наполнением кишечника в интервале 20–25 и 25–30 %. В 2001 г. у ежей в бухтах Димитрова, Церковной преобладали особи с КИ в пределах 0–5 %, в бухте Малокурильской — 5–10 %, в бухте Маячной — 15–20 %, в бухте Хромова — 20–25 % (рис. 13).

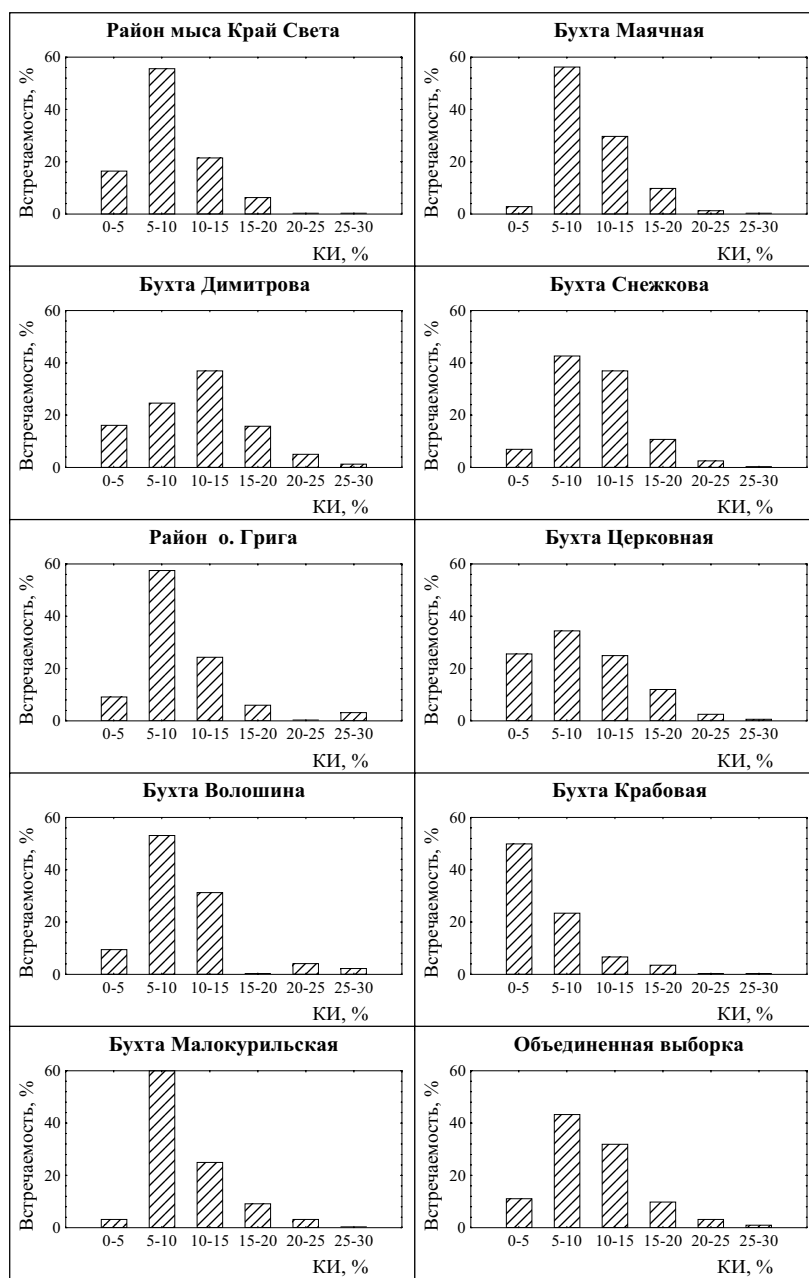
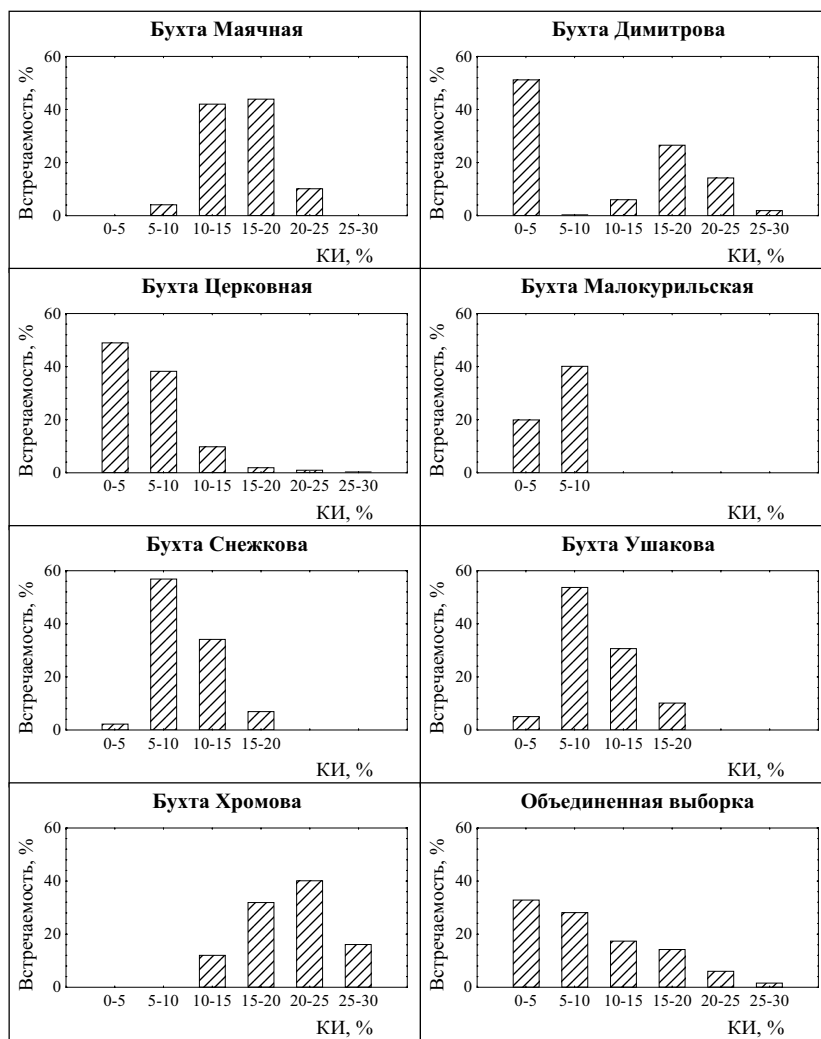


Рис. 12. Кишечный индекс у серого морского ежа в прибрежье о. Шикотан, 1999 г.
Fig. 12. Intestinal index of gray sea urchins at coastal Shikotan Island, 1999

Проведенные исследования показали, что скопление *S. intermedius* в прибрежье о. Шикотан, несмотря на постоянный промысловый прессинг, находится в стабильном состоянии. В целом размерный состав поселений морского ежа носит полимодальный характер, с преобладанием промысловой части. Основу скопления составляют ежи в возрасте от 3+ до 5+ лет, при этом с наибольшей частотой встречаются особи 4+ лет (Седова и др., 2001).

В исследованный осенне-зимний период температурный режим прибрежных вод о. Шикотан, наличие адекватной по количеству и качеству пищи благоприятствуют протеканию активных гаметогенетических процессов в гонадах серых морских ежей. В это время половые железы животных характеризуются достаточно хорошим наполнением: средние значения ГИ составляют 8,8 и 8,0 % соответственно в 1999 и 2001 гг. ГИ более 20 % отмечался у особей в районах бухт Маячной, Церковной, Димитрова, Хромова и о. Грига. У морских ежей преобладали 1-я и 2-я стадии зрелости гонад. Необходимо



отметить, что для особей, обитающих в прибрежье о. Шикотан, характерно преобладание первой группы цветности половых желез.

Рис. 13. Кишечный индекс у серых морских ежей в прибрежье о. Шикотан, 2001 г.

Fig. 13. Intestinal index of gray sea urchins at coastal Shikotan Island, 2001

Полученные данные можно использовать не только для характеристики скоплений серого морского ежа в прибрежье о. Шикотан, но и для разработки биологических основ рационального освоения ресурсов в данном районе.

Авторы выражают благодарность сотрудникам СахНИРО Г.Ф.Щукиной и Н.В.Евсеевой за помощь в организации и проведении научно-исследовательских работ.

Литература

Викторовская Г.И. Экология размножения морских ежей в прибрежной зоне северного Приморья / ТИНРО-центр. — Владивосток, 1999. — Деп. во ВНИЭРХ, № 1338 рх-98. — 32 с.

Викторовская Г.И., Матвеев В.И. Связь сроков размножения морского ежа *Strongylocentrotus intermedius* с температурой воды у побережья северного Приморья // Океанол. — 2000. — Т. 40, № 1. — С. 79–84.

Викторовская Г.И., Седова Л.Г. Некоторые аспекты биологии серого морского ежа в центральном районе северного Приморья // Изв. ТИНРО. — 2000. — Т. 127. — С. 382–396.

Викторовская Г.И., Седова Л.Г., Брегман Ю.Э., Евсеева Н.В. Некоторые особенности биологии серого морского ежа *Strongylocentrotus intermedius* (A. Agassiz) у охотоморского побережья острова Итуруп // Изв. ТИНРО. — 2001. — Т. 128. — С. 436–453.

Евсеева Н.В. Ресурсы водорослей прибрежной зоны Курильских островов // Рыбохозяйственные исследования Мирового океана: Тр. Междунар. науч. конф. — Владивосток: Дальрыбвтуз, 1999а. — С. 126–127.

Евсеева Н.В. О питании морских ежей *Strongylocentrotus intermedius* в прибрежье южных Курильских островов // Тез. докл. конф. молодых ученых “Биомониторинг и рациональное использование морских и пресноводных гидробионтов”. — Владивосток: ТИНРО-центр, 1999б. — С. 24–26.

Евсеева Н.В. Современное состояние ресурсов серого морского ежа *Strongylocentrotus intermedius* южных Курильских островов // Вопр. рыб-ва. — 2001а. — Т. 2, № 3(7). — С. 422–431.

Евсеева Н.В. Ресурсы промысловых водорослей южных Курил // Прибрежное рыболовство — XXI век: Тез. междунар. науч.-практ. конф. — Южно-Сахалинск, 2001б. — С. 37–39.

Евсеева Н.В. Особенности питания морских ежей *Strongylocentrotus intermedius* // Там же. — Южно-Сахалинск, 2001в. — С. 40–41.

Калинина М.И., Гусарова И.С., Гаврилова Г.С., Викторовская Г.И. Влияние экологических факторов на размножение морских ежей в различных биотопах залива Петра Великого // Изв. ТИНРО. — 2000. — Т. 127. — С. 490–511.

Седова Л.Г., Викторовская Г.И. Скорость питания серого морского ежа на разных стадиях зрелости гонад // Прибрежное рыболовство — XXI век: Тез. Междунар. науч.-практ. конф. — Южно-Сахалинск, 2001. — С. 106–107.

Седова Л.Г., Викторовская Г.И., Брегман Ю.Э. Размерно-возрастная структура и биологическое состояние скоплений серого морского ежа *Strongylocentrotus intermedius* (A. Agassiz) у острова Шикотан // Там же. — Южно-Сахалинск, 2001. — С. 107–108.

Яковлев С.Н. Биология размножения морских ежей // Биол. моря. — 1993. — № 4. — С. 3–18.

Hagen N.T. Effects of food availability and body size on out-of-season gonad yield in the green sea urchin // 9th Intern. Echin. Conf. — San-Francisco, 1996. — P. 64.

Lozano J., Galera J., Lopes S. et al. Biological cycles and recruitment of *Paracentrotus lividus* in two contrasting habitats // Mar. Ecol. Prog. Ser. — 1995. — Vol. 122. — P. 179–191.

Pearse J.S. Synchronization of gametogenesis in the sea urchins *Strongylocentrotus purpuratus* and *S. franciscanus* // Advances in invertebrate reproduction. — Amsterdam: Elsevier, North Holland, 1981. — P. 53–68.

Son Y.S. Some Ecological Characteristics of Sea Urchins, *Strongylocentrotus intermedius*, *Strongylocentrotus nudus* and *Hemicentrotus pulcherrimus* in the East Coast of Korea // Bull. Nat'l. Fish. Res. Dev. Inst. (Korea). — 1999. — Vol. 57. — P. 56–66.

Victorovskaya G. Dependence of urchin *Strongylocentrotus intermedius* reproduction on Water Temperature // PICES Sci. Rep. — 1996. — № 6. — P. 396–399.

Yakovlev S.N. Reproductive biology in sea urchin *Strongylocentrotus nudus* in relation with antropogenic influence // Biology in Echinodermata: Prog. seventh Int. Echinoderm Conf. Atami. — Rotterdam: A.A. Balcena, 1991. — P. 259.

Поступила в редакцию 3.10.02 г.