

УДК 593.953–15(265.54)

М.О. Чалиенко, В.Н. Кулепанов, В.И. Матвеев*

Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр,
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4

ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ НА РОСТ СЕРОГО МОРСКОГО ЕЖА (*STRONGYLOCENTROTUS INTERMEDIUS*) У СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ЯПОНСКОГО МОРЯ

Проведен сравнительный анализ условий обитания серых морских ежей в шести скоплениях, различающихся по темпам роста и средним размерам особей. Рассмотрены особенности качественного и количественного состава водной растительности, а также гидрологических условий. Установлено, что районы, где отмечены наиболее высокие темпы роста животных — это побережья от мыса Сосунова до бухты Плитняк, от зал. Опричник до мыса Грозного и от мыса Лисученко до о. Скала Крейсер, характеризуются наибольшей плотностью и видовым разнообразием макрофитов. У мыса Южного, где темпы роста морских ежей самые низкие, растительность была менее обильна. Результаты исследования состава грунтов в районах сбора проб показали, что тугорослые серые морские ежи обитают на участках дна, которые в большей степени подвержены воздействию волн, что способствует снижению темпов роста животных. Как правило, грунт в этих районах представлен плоской скалистой платформой — у мысов Южного, Надежды и в районе бухта Ежовая — мыс Хитрово. Но при этом плотность скоплений здесь выше (в среднем от 9,8 до 20,8 экз./м²), чем на акваториях со сравнительно высокими темпами роста животных (от 0,16 до 7,20 экз./м²). Значимых связей между температурным режимом вод и средними размерами одновозрастных ежей в исследуемых районах не обнаружено.

Ключевые слова: серый морской еж, *Strongylocentrotus intermedius*, темпы роста, плотность скоплений, растительность, гидродинамические условия, температурный режим воды.

DOI: 10.26428/1606-9919-2018-195-111-127.

Chalienko M.O., Kulepanov V.N., Matveev V.I. Influence of some environmental factors on growth of gray sea urchin (*Strongylocentrotus intermedius*) at the northwestern coast of the Japan Sea // *Izv. TINRO*. — 2018. — Vol. 195. — P. 111–127.

Habitat conditions, as qualitative and quantitative composition of aquatic vegetation and oceanographic factors, are compared for six populations of sea urchin *Strongylocentrotus intermedius* with different growth rate and mean size of individuals. The highest growth rate is observed in the areas between Cape Sosunov and Plitniak Bay, between Oprichnik Bay and Cape Grozny, and between Cape Lisuchenko and Kreiser Rock Island; all these areas are distinguished by high density and species diversity of macrophytes. On the contrary, the

* Чалиенко Мария Олеговна, младший научный сотрудник, e-mail: yumbo@yandex.ru; Кулепанов Владимир Николаевич, кандидат биологических наук, заведующий сектором, e-mail: kulepanovvn@mail.ru; Матвеев Владимир Иванович, кандидат географических наук, заведующий сектором, e-mail: vladimir.matveev@tinro-center.ru.

Chalienko Mariya O., junior researcher, e-mail: yumbo@yandex.ru; Kulepanov Vladimir N., Ph.D., head of sector, e-mail: kulepanovvn@mail.ru; Matveev Vladimir I., Ph.D., head of sector, e-mail: vladimir.matveev@tinro-center.ru.

growth rate is the lowest at Cape Yuzhny where the vegetation is less abundant. All populations of slow-growing sea urchins inhabit the areas exposed to wave action that usually forms flat rocky platforms: at Cape Yuzhny, at Cape Nadezhda, and between the Yezhovaya Bay and Cape Khitrovo. However, density of sea urchin populations in these areas is higher (on average from 9.8 to 20.8 ind./m²) than in the areas with relatively high growth rate (from 0.16 to 7.20 ind./m²). Any significant correlation between the water temperature and mean size of sea urchins, by ages, is not detected.

Key words: gray sea urchin, *Strongylocentrotus intermedius*, growth rate, aquatic vegetation, population density, hydrodynamic conditions, temperature regime.

Введение

Серый морской еж *Strongylocentrotus intermedius* (A. Agassiz, 1863) — ценный промысловый вид, один из доминирующих по величине обилия видов в сообществах эпифауны твердых грунтов северо-западного побережья Японского моря. Исследованию различных аспектов биологии *S. intermedius* было посвящено довольно большое количество работ. При этом в литературе очень слабо освещены особенности его роста в различных районах Приморского побережья (Селин, 1993; Брегман, 2000). Вместе с тем эти данные необходимы для прогнозирования запаса и рационального ведения промысла этого вида. По мнению ряда исследователей, ключевым фактором, определяющим локальные различия в скорости роста морских ежей, являются условия питания (Sumich, McCauley, 1973; Pearse and Pearse, 1975; Gage, 1987; Brey et al., 1995; Muthiga, 1996; Брегман, 2000). На соматический рост сублиторальных видов в некоторой степени влияют особенности гидродинамического режима (Ebert, 1968; Бажин, 2012). Кроме того, отмечена определенная связь между интенсивностью роста морских ежей и плотностью (Ebert, 1968), а также размерной структурой скоплений (Найденко, 1987). Некоторые японские исследователи считают, что температура воды, влияя на метаболизм *S. intermedius*, определяет пространственные различия в скорости их роста у северного и восточного берегов Хоккайдо (Taki et al., 1992).

Ранее было установлено, что темпы роста морских ежей в прибрежье Приморья значительно варьируют, что определяет пространственные различия в размерном составе их скоплений (Чалиенко, 2018).

Целью настоящей работы является определение влияния обилия и состава растительности, гидродинамической нагрузки и температурного режима на рост серого морского ежа у берегов Приморья.

Материалы и методы

В основу настоящей работы положен материал, собранный во время учетных водолазных съемок вдоль побережья северного Приморья (мыс Поворотный — мыс Золотой) на шести акваториях: мыс Лисученко — о. Скала Крейсер; бухта Ежовая — мыс Хитрово; мыс Южный; зал. Опричник — мыс Грозный; мыс Надежды; мыс Сосунова — бухта Плитняк (рис. 1). Данные участки были выбраны для исследования на основании ранее установленных различий в размерном составе ежей в этих районах. Так, на акваториях мыс Лисученко — о. Скала Крейсер, зал. Опричник — мыс Грозный, мыс Сосунова — бухта Плитняк в течение ряда лет наблюдается сравнительно высокая доля особей промысловых размеров (> 50 %). На участках бухта Ежовая — мыс Хитрово, у мыса Южного и у мыса Надежды наоборот постоянно встречаются крупные скопления мелкогабаритных ежей, где доля промысловых особей не превышает 20 % (Чалиенко, 2018).

В 2015–2016 гг. учет численности и качественного состава водной растительности в районах исследования осуществляли водолажным способом в прибрежной зоне, от уреза воды до глубины 20 м (до глубины исчезновения мягких водорослей 5–10 м), по стандартной методике в соответствии с постоянной схемой водолазных разрезов. Расстояние между разрезами в зависимости от рельефа дна и характера распределения гидробионтов составляло от 100 до 300 м, расстояние между станциями

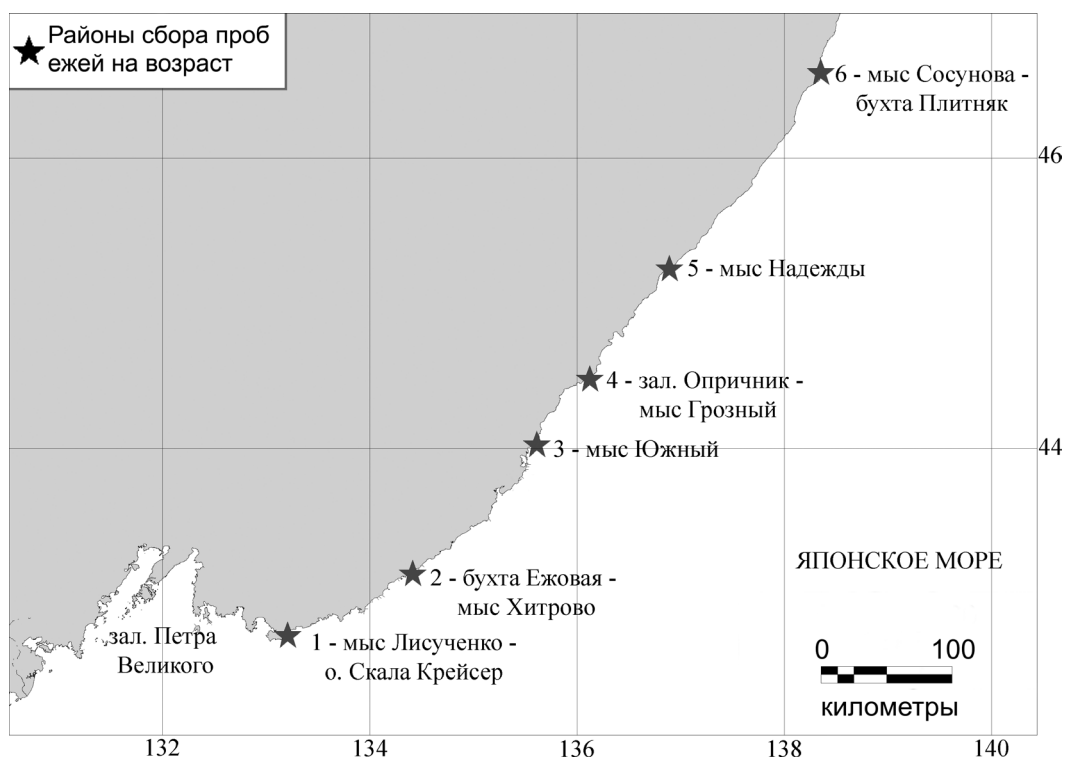


Рис. 1. Карта-схема районов сбора проб
 Fig. 1. Scheme of samplings

на разрезе — не более 50 м. Схема разрезов была составлена с учетом методических рекомендаций, предложенных для выполнения гидробиологических работ на акваториях большой протяженности (Лукин, Фадеев, 1982; Фадеев, Лукин, 1982). При изучении растительности использовали стандартные методы (Барашков, 1965; Блинова и др., 2003; Планирование..., 2005). Оценивали общее проективное покрытие дна макрофитами (ОПП) и проективное покрытие отдельными видами (ПП). Удельную биомассу растений (УБМ, кг/м²) определяли на площадках по 0,25 м² с последующим пересчетом на квадратный метр (Кулепанов, Жильцова, 2010). Проанализированы также материалы, собранные в 2004, 2005 и 2007 гг. в рейсах на НИС «Потанино» и «Убежденный» в прибрежье Приморья. Объем собранного материала по изучению макрофитов показан в табл. 1.

Для оценки обилия макрофитов в исследованных районах использовался индекс плотности поселений, ранее предложенный В.А. Броцкой и Л.А. Зенкевичем (1939). Индекс плотности (IP) рассчитывался по следующей формуле:

$$IP = \sqrt{BN},$$

где В — биомасса, кг/м²; N — частота встречаемости макрофитов на станциях, %.

Для определения плотности и биомассы морских ежей на каждой станции отбор проб производили с одной или трех мерных рамок площадью 1 м² каждая, расположенных случайным образом в непосредственной близости друг от друга (табл. 1). Пробу взвешивали, отдельно регистрировали массу промысловых и непромысловых особей.

В ходе проведения ресурсных исследований также были получены сведения о типе донных осадков и рельефе дна. Тип грунта определялся водолазом непосредственно на дне визуально и тактильно в соответствии с классификацией морских осадков по гранулометрическому составу и окатанности, приведенной в Атласе подводных ландшафтов Японского моря (Арзамасцев, Преображенский, 1990). Площадь обследуемого участка составляла обычно от 3 до 100 м² в зависимости от видимости. На отдельных

Объем собранного и обработанного материала

Table 1

Volume of collected and processed material

Исследование	Район работ	Кол-во станций	Кол-во результативных станций	Период работ
Изучение макрофитов	Мыс Лисученко — о. Скала Крейсер	71	39	23.05.2004 08.06.2005 23.04.2007 23.08.2016
	Бухта Ежовая — мыс Хитрово	17	10	28.05.2004 22.06.2005 26.04.2007 02.09.2015
	Мыс Южный	20	5	17–20.09.2015
	Зал. Опричник — мыс Грозный	143	69	17.06.2004 18.06.2005 13.05.2007 24.09.2015
	Мыс Надежды	24	9	08.06.2004 08.05.2007 14.09.2015
	Мыс Сосунова — бухта Плитняк	100	64	04.06.2004 13.06.2005 06.05.2007 08.09.2015
Биомасса и плотность скоплений серого морского ежа	Мыс Лисученко — о. Скала Крейсер	37	27	23.08.2016
	Бухта Ежовая — мыс Хитрово	12	8	02.09.2015
	Мыс Южный	9	9	17–20.09.2015
	Зал. Опричник — мыс Грозный	33	33	24.09.2015
	Мыс Надежды	6	5	14.09.2015
	Мыс Сосунова — бухта Плитняк	24	12	08.09.2015

разрезах выполнялись подводные съемки камерой GoPro HERO 3. Степень пологости подводного склона оценивали по расстоянию от уреза воды до глубины 20 м с помощью геоинформационной системы MapInfo Professional.

Для определения температурного режима вод в работе были использованы все доступные данные океанологических наблюдений с 1975 по 2015 г. Основная их часть взята из океанографического массива, имеющегося в ТИНРО-центре. Затем выполнено дополнение данных из OCEAN DATA VIEW (Johnson et al., 2013). При этом к работе привлекались станции, глубина которых не превышала 25–30 м. Затем отбраковывались недостоверные значения характеристик с применением статистических методов и учетом региональных особенностей побережья Приморья. После этой процедуры проводился расчет средних многолетних месячных значений температуры для глубин 0,5; 10,0 и 20,0 м. Полученные результаты относились к середине месяца. Это обстоятельство позволило определить сроки перехода температуры воды через 0 °С в среднемноголетнем аспекте. Всего по рассматриваемым районам было исследовано 956 станций. Расчет суммы тепла (градусо-дней) осуществлялся согласно методике, которая приводится в работе Г.И. Викторовской и В.И. Матвеева (2000).

Для анализа и обработки данных использовались программы «Statistica 6.0» и «Excel 2007».

Результаты и их обсуждение

Характеристика районов исследования

Мыс Лисученко — о. Скала Крейсер. На исследуемой акватории берег большей частью, за исключением бухт Спокойной и Окуневой, высокий обрывистый и приглубый, изобата 20 м проходит здесь на расстоянии от 0,2 до 0,6 км от берега. В районах, где были отмечены скопления *S. intermedius*, грунты представлены крупнообломочными материалами — выходами скальных пород, глыбами, крупными и мелкими валунами, с глубины 15 м в основном распространен песок.

По среднемноголетним данным, в районе мыс Лисученко — о. Скала Крейсер стабильный переход температуры от отрицательных значений к положительным отмечается в первой декаде апреля (рис. 2). В целом весной прогрев вод происходит с интенсивностью 1–2 °С в декаду. Максимальных значений температура воды на поверхности достигает в середине августа и составляет 19,9 °С, а на горизонте 10 и 20 м — в сентябре (соответственно 17,0 и 14,8 °С) (рис. 2). Осеннее выхолаживание происходит более интенсивно до 3–4 °С в декаду, однако в декабре и январе температура воды в слое 10–20 м еще положительная. Таким образом, период отрицательных температур здесь длится всего 35–40 сут (с начала февраля по первую декаду марта). В целом за год в этом районе на поверхности сумма положительных температур составляет 2570 градусо-дней, на глубине 10 м — 2250 и на глубине 20 м — 1720 градусо-дней.

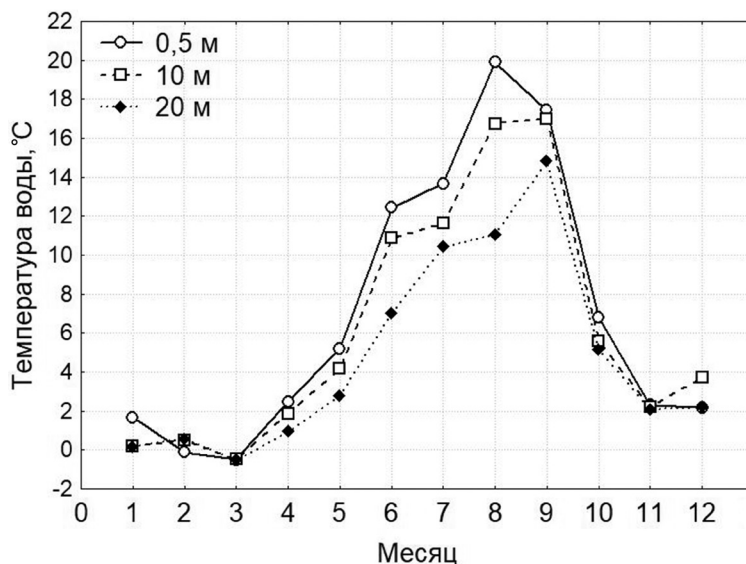


Рис. 2. Внутригодовой ход температуры воды на участке мыс Лисученко — о. Скала Крейсер

Fig. 2. Annual cycle of water temperature in the area from Cape Lisuchenko to Kreiser Rock Island

Макрофиты в районе произрастали на твердых грунтах до глубины 17 м. Общее проективное покрытие растениями варьировало от незначительных долей до 100 %. Видом-эдикатором была бурая водоросль *Saccharina japonica* первого и второго года вегетации, доминировали также *Costaria costata* и *Desmarestia viridis*. Проективное покрытие дна этими видами колебалось от 14 до 30 %, удельная биомасса сахарины первого года вегетации составляла 2,03 кг/м², сахарины второго года вегетации — 13,96, костарии — 4,11, десмарестии — 1,42 кг/м². Красные и зеленые водоросли встречались единично. Биомасса красных не превышала 2,20 кг/м², зеленых — 0,16 кг/м². На мелководье до глубины 5 м встречался *Stephanocystis crassipes*. Проективное покрытие *Phyllospadix iwatensis* изменялось от 5 до 20 %, биомасса в среднем составляла 1,79 кг/м².

На акватории от мыса Лисученко до о. Скала Крейсер промысловых размеров половина ежей в скоплении достигает в возрасте 4,5+ (Чалиенко, 2018). По данным 2016 г. средний размер животных в пробах составлял 50 мм, доля промысловых особей — 62 %. При сравнительно высоких темпах роста *S. intermedius* в этом районе плотность скоплений была довольно низкой и варьировала от 0 до 5,50 экз./м² при средней 0,66 экз./м² (табл. 2). Средняя биомасса составила 47,5 г/м² (табл. 3).

Таблица 2
Плотность поселений *S. intermedius* в районах исследования, экз./м²
Table 2
Density of *Strongylocentrotus intermedius* populations, by areas, ind./m²

Район	Кол-во станций	Средняя	Минимум	Максимум	Ошибка средней
Мыс Лисученко — о. Скала Крейсер	37	0,66	0	5,5	0,2
Бухта Ежовая — мыс Хитрово	12	17,20	0	55,0	5,6
Мыс Южный	9	9,80	4,0	25,0	1,8
Зал. Опричник — мыс Грозный	33	7,20	0,1	18,0	1,7
Мыс Надежды	6	20,80	0	34,0	5,9
Мыс Сосунова — бухта Плитняк	24	0,16	0	1,5	0,1

Таблица 3
Биомасса поселений *S. intermedius* в районах исследования, г/м²
Table 3
Biomass of *Strongylocentrotus intermedius* populations, by areas, g/m²

Район	Кол-во станций	Средняя	Минимум	Максимум	Ошибка средней
Мыс Лисученко — о. Скала Крейсер	37	47,5	0	279,0	13,1
Бухта Ежовая — мыс Хитрово	12	570,4	0	1872,0	214,8
Мыс Южный	9	270,5	54,0	932,0	80,6
Зал. Опричник — мыс Грозный	33	300,2	9,9	778,0	72,4
Мыс Надежды	6	308,9	0	776,5	128,9
Мыс Сосунова — бухта Плитняк	24	20,8	0	181,5	9,2

Бухта Ежовая — мыс Хитрово. Данный район отличается слабой изрезанностью береговой линии и открытостью для воздействия морского прибое. У мысов подводный склон представлен плоской скалистой платформой, местами покрытой валунами и глыбами, твердые грунты распространены здесь на глубинах до 10 м, в бухте Ежовая грунт — песок. Берег более отмелый, чем в районе мыс Лисученко — о. Скала Крейсер, изобата 20 м проходит здесь на расстоянии 0,95 км от берега.

Рассматриваемый участок относится к южной части северного Приморья (Викторовская, Матвеев, 2000). Внутригодовой ход температуры здесь практически такой же, как и на участке мыс Лисученко — о. Скала Крейсер. Количество дней с отрицательными температурами воды составляет 35–40 сут. Наряду с общими закономерностями в районе бухта Ежовая — мыс Хитрово можно отметить некоторые особенности. Прогрев вод происходит во всем слое (0–20 м) с одинаковой интенсивностью, и в период максимального прогрева температура воды в слое 0–20 м практически одинакова (рис. 3). На поверхности ее значения составляют 18,7 °С, на горизонте 10 и 20 м — соответственно 18,2 и 18,4 °С. Отличительной особенностью этого района явился тот факт, что температура на глубине 10 м ниже, чем на поверхности и глубине 20 м. Это обстоятельство обусловило и практически одинаковую сумму положительных температур, причем на глубине 20 м она была выше, чем на 10 м (рис. 3). Так, на поверхности сумма положительных градусо-дней составляет 2435, а на глубинах 10 и 20 м — соответственно 2225 и 2246.

ОПП макрофитами местами доходит до 100 %. Преобладают бурые водоросли — костария, сахарина, десмарестия, их среднее ПП составляет соответственно 31,5, 17,0 и 7,0 %. Средняя удельная биомасса костарии — 2,766 кг/м², сахарины первого года

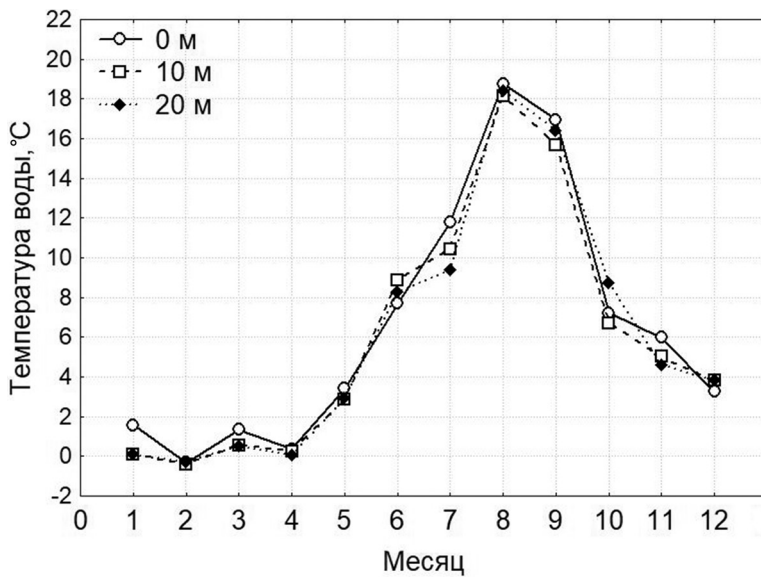


Рис. 3. Внутригодовой ход температуры воды на участке бухта Ежовая — мыс Хитрово
 Fig. 3. Annual cycle of water temperature in the area from Ezhovaya Bay to Cape Khitrovo

вегетации — $0,877 \text{ кг/м}^2$ (водорослей второго года вегетации — $5,355 \text{ кг/м}^2$), десмарестии — $0,964 \text{ кг/м}^2$. ПП красных и зеленых — до 10 %, средняя удельная биомасса $0,63 \text{ кг/м}^2$. Проективное покрытие дна филлоспадиксом — 5–10 %, средняя удельная биомасса $1,71 \text{ кг/м}^2$.

На участке бухта Ежовая — мыс Хитрово темпы роста ежей были ниже, чем в предыдущем районе (Чалиенко, 2018). Промысловыми половина особей в скоплении становится только в возрасте 6+. В 2015 г. размеры ежей в пробах варьировали от 10 до 58 мм при среднем значении 37 мм, доля особей промысловых размеров составляла лишь 17 %. Однако плотность *S. intermedius* в данном районе была гораздо выше, чем на участке мыс Лисученко — о. Скала Крейсер, и изменялась от 0 до $55,0 \text{ экз./м}^2$ при средней $17,2 \text{ экз./м}^2$ (см. табл. 2), а биомасса — от 0 до 1872 г/м^2 при средней 570 г/м^2 (табл. 3).

Мыс Южный значительно выступает в море — на 8,3 мили к северо-востоку от мыса Балюзек. В отличие от остальных районов, акватория западнее мыса Южного открыта для волнового воздействия в основном только с юга и востока. Рельеф дна в исследуемом районе довольно ровный, грунт представлен выходами скальных пород, простирающимися вплоть до изобаты 20 м. В сравнении с остальными районами побережье отмелое, изобата 20 м проходит на расстоянии 1,2 км от берега. Отрицательные температуры в районе мыса Южного прослеживаются с середины января по третью декаду марта и составляют в целом 55–60 дней (рис. 4). Наиболее интенсивный рост температуры воды отмечается с июня по июль. На поверхности температура воды изменяется от $6,4$ до $14,2 \text{ °C}$, на горизонте 10 м — от $5,5$ до $13,0 \text{ °C}$ и на глубине 20 м — от $4,2$ до $12,1 \text{ °C}$ (рис. 4). С июля по сентябрь температура воды на поверхности остается практически постоянной. При этом в августе на поверхности вода прогревается еще на $1,0$ – $1,5 \text{ °C}$, а у дна наблюдается незначительное понижение температуры. Такая ситуация может быть обусловлена прохождением циклонов.

Сумма положительных температур здесь несколько ниже, чем в двух предыдущих районах. Так, на поверхности она составляет 2370, на глубине 10 м — 2090 и на глубине 20 м — 1870 градусо-дней.

В исследуемом районе растительность развита очень слабо. Единично встречались десмарестия и филлоспадикс (ОПП не более 5 %). Средняя удельная биомасса макрофитов составляла $0,614 \text{ кг/м}^2$.

У мыса Южного темпы роста морских ежей были самыми низкими, большинство особей в этом районе в процессе роста так и не достигают промысловых размеров.

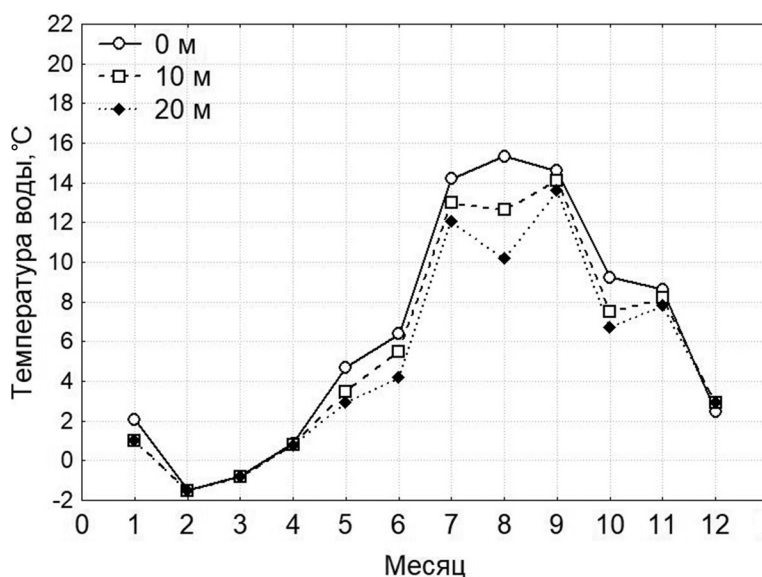


Рис. 4. Внутригодовой ход температуры воды на участке у мыса Южного
 Fig. 4. Annual cycle of water temperature at Cape Yuzhny

Средний размер *S. intermedius* в пробах составлял всего 29 мм, промысловые ежи встречались единично. Однако показатели обилия в этом районе были высокими, так, плотность скоплений изменялась в пределах от 4,0 до 25,0 экз./м² при средней 9,8 экз./м² (см. табл. 2), а биомасса — от 54,0 до 932,0 г/м² при средней 270,5 г/м² (табл. 3).

Зал. Опричник — мыс Грозный. Данная акватория расположена на открытом побережье, для которого характерна высокая степень прибойности. Участок зал. Опричник — мыс Грозный довольно приглубый, изобата 20 м проходит здесь на расстоянии 0,6 км от берега. Грунты, так же как и в районе мыс Лисученко — о. Скала Крейсер, представлены крупнообломочными материалами — скальными плитами, глыбами, крупными и мелкими валунами. Твердые грунты здесь распространены до глубины 18 м.

Переход к положительным температурам в этом районе отмечается в первой декаде апреля (рис. 5). В сентябре температура воды достигает максимальных для этого района значений — 16,2, 17,2 и 14,7 °С на поверхности, глубинах 10 и 20 м. Как

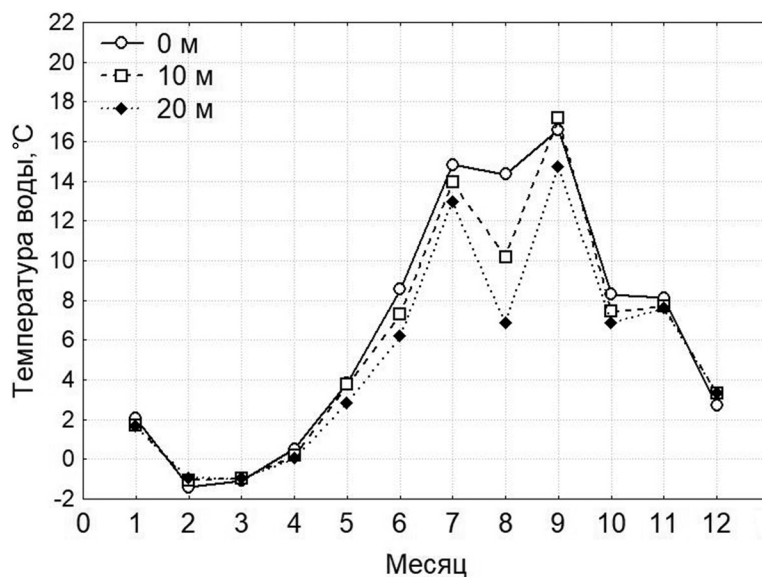


Рис. 5. Внутригодовой ход температуры воды на участке зал. Опричник — мыс Грозный
 Fig. 5. Annual cycle of water temperature in the area from Oprichnik Bay to Cape Grozny

и в рассмотренном выше районе, здесь наблюдается повышение температуры вод во всем слое в ноябре. Такая ситуация может быть обусловлена потоком теплого течения открытого моря, распространяющегося в область мелководья.

Несмотря на то что этот район расположен севернее мыса Южного, сумма градусо-дней здесь несколько выше. Так, на поверхности она составляет 2400, на горизонте 10 м — 2190 и на глубине 20 м — 1900 градусо-дней.

На этой акватории растительность обильна, частота встречаемости макрофитов на станциях составляла 88,1 %, средняя удельная биомасса — 2,74 кг/м². Из бурых водорослей по частоте встречаемости и биомассе преобладали сахарина, костария, десмарестия, стефаноцистис. Сахарина первого и второго года вегетации как вид-эдификатор доминировала на глубинах 5–7 м (ПП до 40 %). Ее удельная биомасса была 0,51 кг/м² у растений первого года вегетации и 6,15 кг/м² у двухлетних растений. Из красных водорослей преобладали виды рода одонтоалия (ПП до 20 %). Частота встречаемости красных водорослей — 35,7 %, зеленых — 9,1 %.

На акватории от зал. Опричник до мыса Грозного темпы роста ежей были самыми высокими. Здесь 50 % ежей в скоплении достигает промысловых размеров — 45 мм, в возрасте 3,5+ (Чалиенко, 2018). По данным 2015 г. доля промысловых особей составляла в этом районе 57 %, а средний размер ежей в пробах 48 мм при максимальном — 80 мм. Плотность ежей варьировала от 0,1 до 18,0 экз./м² при средней 7,2 экз./м² (см. табл. 2), а биомасса — от 9,9 до 778,0 г/м² при средней 300,0 г/м² (табл. 3).

Мыс Надежды. Акватория у мыса Надежды является одной из самых мелководных из шести исследованных участков, 20-метровая изобата располагается здесь на расстоянии 1,5–2,2 км от уреза воды. Это обстоятельство приводит к достаточно быстрому прогреву и выхолаживанию вод. Интенсивность прогрева вод здесь может достигать 6 °С за месяц (рис. 6). Переход к положительным температурам отмечается в середине марта, и к августу температура воды на поверхности составляет 18,7 °С, на глубине 10 м — 16,9, а на глубине 20 м — 14,0 °С. Это самая высокая температура, которая отмечается в северной части северного Приморья летом. В результате этого обстоятельства здесь количество градусо-дней практически такое же, как на самом южном участке, а на глубине 20 м даже выше. Сумма температур на поверхности составляет 2520, на глубине 10 м — 2230, а на 20 м — 1950 градусо-дней.

В исследуемом районе дно образовано скальным плато. Пояс твердых грунтов достаточно узок, с глубины 5 м начинался песок, на котором произрастала морская трава *Zostera asiatica* (ПП — 30,3 %, средняя удельная биомасса 2,79 кг/м²). На ска-

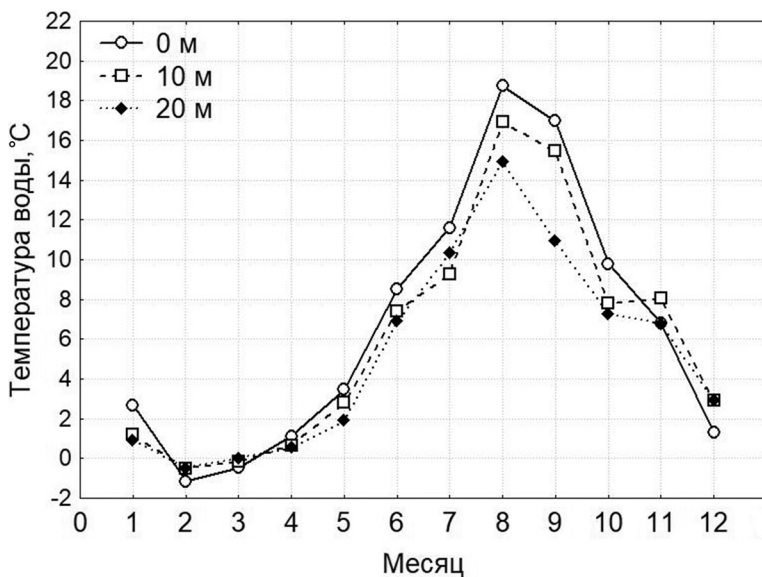


Рис. 6. Внутригодовой ход температуры воды на участке у мыса Надежды
Fig. 6. Annual cycle of water temperature at Cape Nadezhda

лах преобладала костария (ПП до 70 %). Ее средняя удельная биомасса составляла 4,16 кг/м². На втором месте (по ПП) находилась сахарина японская. ПП сахарины первого года вегетации составляло 7 %, второго года вегетации — 14 %, средняя удельная биомасса — соответственно 2,997 и 7,010 кг/м². Единично встречались другие виды бурых водорослей: *Agarum clathratum*, *S. crassipes*, *D. viridis*.

В районе мыса Надежды темпы роста ежей были низкие (Чалиенко, 2018). Большинство *S. intermedius* здесь, как и на акватории у мыса Южного, не достигают промысловых размеров. В 2015 г. доля промысловых особей составила на этом участке всего 10 %, а средний размер животных в скоплении был немного больше, чем в районе у мыса Южного, — 33 мм. Плотность скоплений ежей была высокой и варьировала от 0 до 34,0 экз./м² при средней — 20,8 экз./м² (см. табл. 2). Биомасса изменялась от 0 до 776,5 г/м² при средней 308,9 г/м² (табл. 3).

Мыс Сосунова — бухта Плитняк. На акватории от мыса Сосунова до бухты Плитняк грунт представлен крупными валунами, глыбами и булыжниками, местами с песком. Твердые грунты здесь распространены вплоть до 20-метровой изобаты, которая проходит на расстоянии 1 км от берега. В этом районе выходит сток двух рек, Плитняковой и Светлой, устьевая часть которых расположена соответственно в бухте Плитняковой и у мыса Сосунова. Среди всех рассматриваемых районов на данном участке наблюдается самый продолжительный период отрицательных температур. В придонном слое, на глубинах 10–20 м он продолжается около 80 сут — с января по 3-ю декаду марта (рис. 7). Максимальные значения температуры воды не превышают 14 °С в августе. При этом количество градусо-дней здесь наиболее низкое. Так, на поверхности за год сумма температур составляет 2000 градусо-дней, на глубине 10 м — 1800 и на глубине 20 м — 1500 градусо-дней.

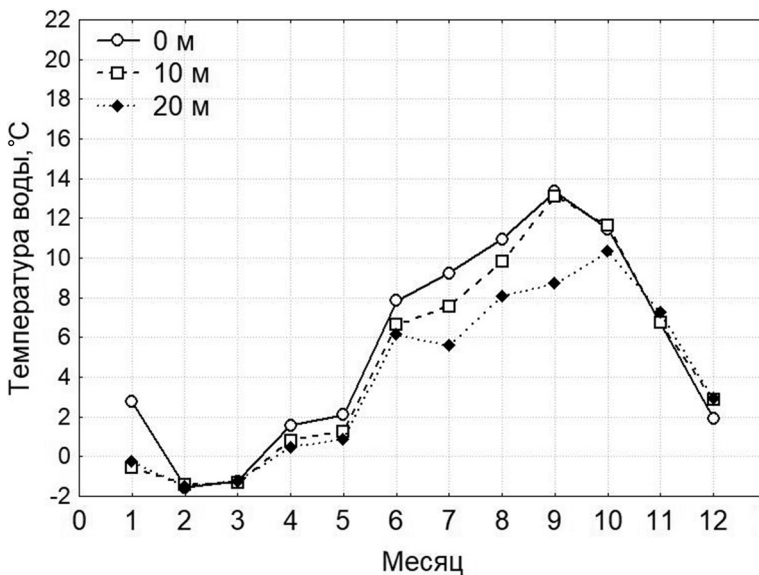


Рис. 7. Внутригодовой ход температуры воды на участке мыс Сосунова — бухта Плитняк
Fig. 7. Annual cycle of water temperature in the area from Cape Sosunov to Plitniak Bay

В прибрежье, севернее устья р. Светлой, наблюдается обилие макрофитов. На многих станциях ОПП составляет 100 %, в среднем — 50 %. По биомассе преобладают бурые водоросли: сахарина японская, костария, десмарестия, стефаноцистис. Встречаются и другие виды бурых водорослей — *A. clathratum*, *Alaria ochotensis*, *Saccharina cichorioides*. Субдоминантами в растительности являются красные водоросли — *Odonthalia corymbifera* и *Neorhodomela teres*. Проективное покрытие красных водорослей достигает 60 % (среднее ПП — 13 %), средняя удельная биомасса — 0,67 кг/м².

В районе мыс Сосунова — бухта Плитняк отмечены довольно высокие темпы роста серых морских ежей, здесь промысловых размеров они достигают предположи-

тельно в возрасте от 3,5+ до 4,0+ (Чалиенко, 2018). В 2015 г. размеры ежей в пробах варьировали от 60,0 до 89,0 мм при среднем 73,5 мм. Показатели обилия на этом участке были самыми низкими: по данным 2015 г. плотность скоплений ежей не превышала 1,50 экз./м² при средней 0,16 экз./м² (см. табл. 2). Биомасса скоплений варьировала от 0 до 181,5 г/м² при средней 20,8 г/м² (табл. 3).

*Связь с факторами среды: зависимость роста *S. intermedius* от обилия и состава водной растительности*

По результатам определения состава и обилия водной растительности исследуемые районы можно условно разделить на три группы.

1. Районы с богатой и обильной растительностью — побережья от мыса Сосунова до бухты Плитняк, от зал. Опричник до мыса Грозного и от мыса Лисученко до о. Скала Крейсер, где индекс плотности макрофитов варьирует от 13,80 до 15,72 (табл. 4). Грунты здесь представлены глыбами, крупными и мелкими валунами. Видом-эдикатором в этих районах является *S. japonica* (первого и второго года вегетации), доминантами — *C. costata*, *D. viridis*.

2. Районы, где растительность развита слабее, — побережья от бухты Ежовой до мыса Хитрово и у мыса Надежды (индекс плотности соответственно 11,65 и 12,94). Грунты: скальное плато, местами встречаются валуны и глыбы. Видовой состав доминантов и эдикаторов тот же, добавляется морская трава филлоспадикс. На этих участках песчаные грунты начинаются с глубины 5–8 м, в результате полоса растительности гораздо уже.

3. Районы, где водорослевая кайма практически отсутствует, — акватория у мыса Южного. Твердые грунты представлены скалистой платформой. Индекс плотности водорослей в этом районе составляет всего 7,01 (табл. 4).

Таблица 4
Количественные характеристики обилия растительности в исследованных районах

Quantitative parameters of vegetation abundance, by areas

Table 4

Район	Среднее ОПП	Биомасса, кг/м ²	Частота встречаемости на станциях, %	IP
Мыс Лисученко — о. Скала Крейсер	34,0	2,47	77,2	13,80
Бухта Ежовая — мыс Хитрово	35,3	1,67	81,3	11,65
Мыс Южный	2,8	0,61	80,0	7,01
Зал. Опричник — мыс Грозный	42,6	2,74	88,1	15,53
Мыс Надежды	24,2	2,11	79,2	12,94
Мыс Сосунова — бухта Плитняк	50,3	2,72	91,0	15,72

Серый морской еж — фитофаг, и, естественно, обилие пищи — существенный фактор, определяющий его ростовые характеристики. Морские ежи питаются всеми видами водной растительности. Пищевой спектр определяется преимущественно составом доступного корма (Сухин, 2002). Отмечено избирательное поедание ежами зеленых пластинчатых водорослей (Сухин, 2006). Другие исследователи говорят о предпочтении в питании бурых водорослей (Крупнова, Павлючков, 2000).

Для оценки зависимости интенсивности роста от количества растительной пищи в качестве показателя, характеризующего рост серого морского ежа, использовали средний размер животных в возрасте 6+ (Чалиенко, 2018), так как этот возрастной класс в районах исследования представлен наиболее репрезентативными выборками. На акватории от мыса Сосунова до бухты Плитняк ежи младше 5 лет в пробах вообще не встречались. Кроме того, в возрасте 6+ большинство особей в скоплениях половозрелые и темпы их роста стабилизируются.

При выборе показателя роста нами также были рассмотрены другие варианты, такие как относительный годовой прирост, удельная скорость роста за год и абсолютный годовой прирост, которые, по мнению некоторых исследователей, являются наиболее

подходящими для сравнения интенсивности роста и сопоставления с условиями жизни животных (Брюзгин, 1963; Мина, Клевезаль, 1976). Однако на величину указанных выше показателей в большой степени могут влиять межгодовые различия в условиях роста ежей, связанные с изменением от года к году условий питания, температурного режима и т.д., а также онтогенетические особенности роста, специфичные для каждого района обитания животных. Использование в качестве показателя роста *S. intermedius* прироста размеров панциря за больший промежуток времени, например за шесть лет, позволит нивелировать различия в темпах роста, связанные с межгодовой изменчивостью условий среды и онтогенетическими особенностями роста ежей. Таким образом, для оценки зависимости роста *S. intermedius* от количества растительной пищи было проведено сравнение их среднего диаметра в возрасте 6+ и индекса плотности зарослей макрофитов (табл. 5).

Таблица 5

Индекс плотности зарослей макрофитов и средний диаметр серых морских ежей в возрасте 6+ в районах исследования

Table 5

Index of macrophytes density and mean diameter of sea urchins in the age 6+, by areas

Район	Индекс плотности зарослей макрофитов	Средний диаметр морского ежа в возрасте 6+, мм
Мыс Сосунова — бухта Плитняк	15,72	63,5
Зал. Опричник — мыс Грозный	15,50	61,6
Мыс Лисученко — о. Скала Крейсер	13,80	54,5
Мыс Надежды	12,94	33,2
Бухта Ежовая — мыс Хитрово	11,65	45,9
Мыс Южный	7,01	33,2

Сопоставление индекса плотности зарослей макрофитов и средних размеров ежей в возрасте 6+ в исследуемых районах показывает, что существует прямая корреляция между этими показателями (рис. 8, табл. 6). Коэффициент корреляции составил 0,804.

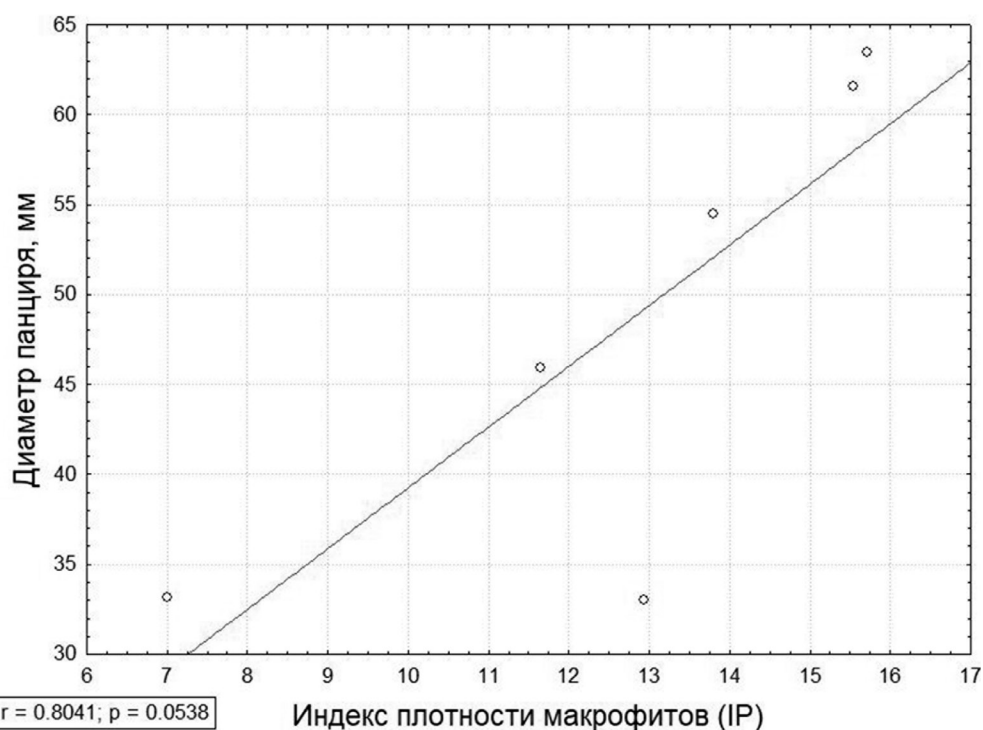


Рис. 8. Зависимость среднего диаметра морского ежа в возрасте 6+ от индекса плотности макрофитов

Fig. 8. Dependence of mean diameter of sea urchins in the age 6+ on index of macrophytes density

Таблица 6

Коэффициент корреляции проективного покрытия массовыми видами макрофитов со средним диаметром ежей в возрасте 6+ в исследованных районах

Table 6

Coefficients of linear correlation between projective cover of dominant macrophyte species (PC) and mean diameter of sea urchins in the age 6+, by areas

Показатель обилия растительности	Коэффициент корреляции
ОПП	0,84
ПП сахарины 1-го года вегетации	0,77
ПП сахарины 2-го года вегетации	0,91
ПП костарии	0,49
ПП филлоспидикса	0,85
ПП десмарестии	0,56

Из данных табл. 6 хорошо видно, что обилие растительности положительно коррелирует с темпами роста морских ежей. Наибольший коэффициент корреляции наблюдается при ПП сахарины второго года вегетации. По результатам многих исследований также отмечено, что ламинария является наиболее важной пищей для морских ежей, способствующей их соматическому и гонадному росту (Minor, Scheibling, 1997; Kelly, 2002).

Влияние гидродинамической нагрузки на рост морских ежей

По литературным данным (Ebert, 1968; Бажин, Степанов, 2012) известно, что на рост сублиторальных морских ежей влияет гидродинамическая нагрузка, оказывающая истирающее воздействие на панцири и игольный покров животных. На открытых побережьях с высокой степенью прибойности у морских ежей затрачивается больше энергии на восстановление поврежденных игл, чем в защищенных районах, и, соответственно, меньше энергии направлено на рост.

Анализ топографии береговой линии в исследуемых районах показал, что в большинстве акваторий, кроме участка мыс Лисученко — о. Скала Крейсер, берега отличаются слабой изрезанностью береговой линии и открытостью для воздействия морского прибоя. Участок мыс Лисученко — о. Скала Крейсер имеет более сложную береговую линию. Здесь имеется ряд бухт (Окуневая, Спокойная) разной степени изрезанности, где формируются разнообразные донные ландшафты. Берега во всех исследуемых районах достаточно приглубые, на акваториях у мысов Южный и Надежды подводный склон наиболее отлогий. В целом все исследуемые районы можно отнести к открытому типу побережий.

Гидродинамические условия также определяются характером рельефа дна. Серые морские ежи в мелководной зоне открытого побережья встречаются в довольно широком диапазоне грунтов — от гравийно-галечных до крупнообломочных материалов. Однако наиболее благоприятным субстратом являются крупнообломочные материалы (валуны, глыбы), которые предоставляют животным укрытия и защищают от стрессового воздействия прибоя, а также способствуют задержке и оседанию объектов дрифтовой и седиментационной природы (Ebert, 1968; Бажин, Степанов, 2012). В таких районах средние и предельные размеры ежей, как правило, выше, чем в районах с более плоской поверхностью дна (Ebert, 1968; Евсеева, 2001; Бажин, Степанов, 2012).

В настоящей работе установлено, что на акваториях, где наблюдались высокие темпы роста ежей (мыс Лисученко — о. Скала Крейсер, зал. Опричник — мыс Грозный, мыс Сосунова — бухта Плитняк), грунты были представлены крупнообломочными материалами — глыбами, крупными и мелкими валунами. А в районах с тугорослыми ежами (у мысов Южный, Надежды, в районе бухта Ежовая — мыс Хитрово) дно в основном было образовано плоской скалистой платформой, местами покрытой булыжниками, галькой и песком. Таким образом, на акваториях у мысов Южный, Надежды и в районе бухта Ежовая — мыс Хитрово морские ежи обитают на более слабозащищенных участках дна и в большей степени подвержены воздействию волн, что способствует снижению темпов их роста.

Влияние температурного режима воды на пространственную вариабельность интенсивности роста

Известно, что температура воды влияет на скорость и характер протекания различных жизненных процессов гидробионтов. Считается, что при повышении температуры воды до определенных значений происходит ускорение процессов роста (Мина, Клевезаль, 1976; Константинов, 1986). В летний период оптимальный температурный диапазон для *S. intermedius* варьирует от 10–12 до 20–23 °С (Бажин, Степанов, 2012). Превышение оптимальных температур до 24–27 °С приводит к замедлению скорости роста морских ежей даже при благоприятных условиях питания (Бажин, Степанов, 2012). При понижении температуры воды ниже 5 °С в зимний период у серых морских ежей отмечено уменьшение пищевой активности (Седова, Викторовская, 2002), что также приводит и к снижению темпов их роста.

Исследуемые участки довольно сильно различаются по степени прогрева/выхолаживания, а также средним значениям температуры воды в разные сезоны года, однако во всех районах максимальные температуры в среднем не превышают оптимальных значений для серого морского ежа. Кроме того, все изученные акватории в целом характеризуются довольно продолжительным периодом положительных температур, благоприятствующим росту ежей. Существенной связи между температурным режимом воды и показателями роста серых ежей в исследуемых районах нами не выявлено. Скопления с высокими темпами роста наблюдались как в наиболее теплых, так и в наиболее холодных районах. Например, на самой южной из исследованных акваторий — мыс Лисученко — о. Скала Крейсер (с суммой тепла на разных глубинах от 2570 до 2250 градусо-дней) и на самой северной акватории — мыс Сосунова — бухта Плитняк (с суммой тепла от 1800 до 2000 градусо-дней) средние размеры одновозрастных ежей различались незначительно (Чалиенко, 2018). Вероятно, в нашем исследовании не выявлено связи между температурными условиями и пространственными различиями в скорости роста серых морских ежей из-за неоднородности прочих факторов среды, влияющих на рост животных, основными из которых являются условия питания. Ю.Э. Брегман (2000) при исследовании популяционной структуры *S. intermedius* на акватории от мыса Поворотного до зал. Ольги (Японское море) также отмечал, что различия температурных условий играют второстепенную роль в пространственной вариабельности роста морских ежей, а основным фактором, определяющим скорость роста и предельные размеры животных, являются условия питания. В связи с этим независимо от температурных условий и широты обитания при недостатке адекватной пищи дефинитивные размеры и период роста животных будут снижаться.

Заключение

По результатам проведенных исследований отмечена положительная корреляция между индексом плотности макрофитов и средними размерами одновозрастных ежей. В районах с богатой и обильной растительностью темпы роста серых ежей выше. Наибольший коэффициент корреляции наблюдается между средними размерами ежей в возрасте 6+ и значением ПП сахарины второго года вегетации.

На основе полученных результатов по размерному составу, плотности поселений и особенностям условий обитания серого морского ежа у берегов Приморья выделены некоторые особенности скоплений с низкими и высокими темпами роста животных. Поселения ежей у мысов Южный, Надежды и в районе бухта Ежовая — мыс Хитрово являются тугорослыми. Для них характерны довольно высокие плотности (до 55 экз./м²), небольшие средние (< 45 мм) и предельные размеры животных, а также низкая доля особей промысловых размеров. Скопления тугорослых морских ежей распространены в биотопах на слабозащищенных местах побережья, с выровненным рельефом дна со слабым уклоном, при отсутствии или низкой плотности зарослей макрофитов.

В районах со сравнительно высокими темпами роста (мыс Лисученко — о. Скала Крейсер, зал. Опричник — мыс Грозный, мыс Сосунова — бухта Плитняк) средние

размеры ежей больше 45 мм, соотношение промысловых и непромысловых особей — примерно одинаковое либо преобладают особи промысловых размеров. Для биотопов подобных поселений, как правило, характерен сложный рельеф дна, покрытого крупно-обломочными грунтами (валуны, глыбы), а также высокий индекс плотности зарослей макрофитов.

Связи между температурным режимом воды и пространственными различиями в темпах роста *S. intermedius* не выявлено. Вероятно, что среднесезонные температурные условия на всех исследованных акваториях находятся в пределах оптимума для серых морских ежей и при благоприятных условиях питания не играют существенной роли для их роста.

Список литературы

- Арзамасцев И.С., Преображенский Б.В.** Атлас подводных ландшафтов Японского моря. — М. : Наука, 1990. — 224 с.
- Бажин А.Г., Степанов В.Г.** Морские ежи семейства *Strongylocentrotidae* морей России : моногр. — Петропавловск-Камчатский : КамчатНИРО, 2012. — 196 с.
- Барашков Г.К.** О методе количественного учета литоральных водорослей // Тр. ММБИ. — 1965. — Вып. 8(12) : Распределение и состав промысловых водорослей Баренцева моря. — С. 8–12.
- Блинова Е.И., Вилкова О.Ю., Милютин Д.М., Пронина О.А.** Методические рекомендации по учету запасов промысловых гидробионтов в прибрежной зоне. — М. : ВНИРО, 2003. — 80 с.
- Брегман Ю.Э.** К изучению популяционной структуры и роста серого морского ежа *Strongylocentrotus intermedius* (A. Agassiz) у северо-западного побережья Японского моря // Изв. ТИНРО. — 2000. — Т. 127. — С. 397–415.
- Броцкая В.А., Зенкевич Л.А.** Количественный учет фауны Баренцева моря // Тр. ВНИРО. — 1939. — Т. 4. — С. 5–126.
- Брюзгин В.Л.** О методах изучения роста рыб по чешуе, костям и отолитам // Вопр. ихтиол. — 1963. — Т. 3, вып. 2(27). — С. 347–365.
- 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.
- Евсеева Н.В.** Современное состояние ресурсов серого морского ежа *Strongylocentrotus intermedius* южных Курильских островов // Вопр. рыб-ва. — 2001. — Т. 2, № 3(7). — С. 422–431.
- Константинов А.С.** Общая гидробиология : учеб. — 4-е изд., перераб. и доп. — М. : Высш. шк., 1986. — 472 с.
- Крупнова Т.Н., Павлючков В.А.** Питание серого морского ежа (*Strongylocentrotus intermedius*) в северо-западной части Японского моря // Изв. ТИНРО. — 2000. — Т. 127. — С. 372–381.
- Кулепанов В.Н., Жильцова Л.В.** Оценка проективного покрытия при ресурсных исследованиях морской растительности // Мат-лы 1-й (7) междунар. конф. по водным макрофитам «Гидробиотаника 2010». — Ярославль : Принт Хаус, 2010. — С. 173–176.
- Лукин В.И., Фадеев В.И.** Особенности планирования гидробиологических работ на акваториях большой протяженности // Подводные гидробиологические исследования. — Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1982. — С. 13–20.
- Мина М.В., Клевезаль Г.А.** Рост животных: анализ на уровне организма : моногр. — М. : Наука, 1976. — 291 с.
- Найденко Т.Х.** Особенности роста морского ежа *Strongylocentrotus intermedius* до половозрелости в лабораторной культуре // Исследование иглокожих дальневосточных морей. — Владивосток : ДВО АН СССР, 1987. — С. 83–97.
- Планирование, организация и обеспечение исследований рыбных ресурсов дальневосточных морей России и северо-западной части Тихого океана** / отв. ред. Л.Н. Бочаров, И.В. Мельников. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2005. — 231 с.
- Седова Л.Г., Викторовская Г.И.** Влияние репродуктивной активности на скорость питания у морского ежа *Strongylocentrotus intermedius* (Agassiz) // Изв. ТИНРО. — 2002. — Т. 131. — С. 315–320.
- Селин Н.И.** Распределение, состав поселений и рост морского ежа *Strongylocentrotus intermedius* в зал. Петра Великого Японского моря // Биол. моря. — 1993. — № 2. — С. 55–65.
- Сухин И.Ю.** Пищевые отношения черного (*Strongylocentrotus nudus*) и серого (*S. intermedius*) морских ежей : автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2006. — 20 с.

Сухин И.Ю. Сравнительный анализ состава содержимого кишечника серого и черного морских ежей // Изв. ТИНРО. — 2002. — Т. 131. — С. 306–314.

Фадеев В.И., Лукин В.И. К методике подводных гидробиологических исследований верхней сублиторали в условиях подвижных морских экспедиций // Подводные гидробиологические исследования. — Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1982. — С. 21–34.

Чалинко М.О. Особенности группового роста серого морского ежа (*Strongylocentrotus intermedius*) у северо-западного побережья Японского моря // Изв. ТИНРО. — 2018. — Т. 194. — С. 3–17.

Brey T., Pearse J., Basch L. et al. Growth and production of *Stereochinus neumayeri* (Echinoidea: Echinodermata) in McMurdo Sound, Antarctica // Mar. Biol. — 1995. — Vol. 124, Iss. 2. — P. 279–292.

Ebert T.A. Growth rates of the sea urchin *Strongylocentrotus purpuratus* related to food availability and spine abrasion // Ecology. — 1968. — Vol. 49, Iss. 6. — P. 1075–1091.

Gage J.D. Growth of the deep-sea irregular sea urchins *Echinostigma phiale* and *Hemiaster expergitus* in the Rockall Trough (N.E. Atlantic Ocean) // Mar. Biol. — 1987. — Vol. 96, Iss. 1. — P. 19–30.

Johnson D.R., Boyer T.P., Garcia H.E. et al. World Ocean Database 2013 User's Manual. — NODC Internal Report 22, NOAA Printing Office, Silver Spring, MD, 2013. — 172 p. DOI: 10.7289/V5DF6P53.

Kelly M.S. Survivorship and growth rates of hatchery-reared sea urchins // Aquaculture International. — 2002. — Vol. 10, Iss. 4. — P. 309–316.

Minor M.A., Scheibling R.E. Effects of food ration and feeding regime on growth and reproduction of the sea urchin *Strongylocentrotus droebachiensis* // Mar. Biol. — 1997. — Vol. 129, Iss. 1. — P. 159–167.

Muthiga N.A. The role of early life history strategies on the population dynamics of the sea urchin *Echinometra mathaei* (de Blainville) on reefs in Kenya : Ph.D. dis. — Kenya : University of Nairobi, 1996. — 252 p.

Pearse J.S. and Pearse V.B. Growth Zones in the Echinoid Skeleton // Amer. Zool. — 1975. — Vol. 15, Iss. 3. — P. 731–753.

Sumich J.L., McCauley J.E. Growth of a Sea Urchin, *Alloccentrotus fragilis*, off the Oregon Coast // Pacific Science. — 1973. — Vol. 27, № 2. — P. 156–167.

Taki J., Tajima K., Taki K. Growth of the sea urchin, *Strongylocentrotus intermedius* in the eastern and northern coast of Hokkaido // Suisanzoshoku. — 1992. — Vol. 40, Iss. 4. — P. 479–485.

References

Azramastsev, I.S. and Preobrazhensky, B.V., *Atlas podvodnykh landshaftov Yaponskogo morya* (Atlas of Underwater Landscapes in the Sea of Japan), Moscow: Nauka, 1990.

Bazhin, A.G. and Stepanov, V.G., *Morskiye yezhi semeistva Strongylocentrotidae morei Rossii* (Sea Urchins of the Family Strongylocentrotidae in the Russian Seas), Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatNIRO, 2012.

Barashkov, G.K., On the method for quantifying intertidal algae, *Tr. Murm. Morsk. Biol. Inst.*, 1965, vol. 8, no. 12, pp. 8–12.

Blinova, E.I., Vilkova, O.Yu., Milyutin, D.M., and Pronina, O.A., *Metodicheskie rekomendatsii po uchetu zapasov promyslovykh gidrobiontov v pribrezhnoi zone* (Methodological Recommendations for the Inventory of Stocks of Commercial Aquatic Species in the Coastal Zone), Moscow: VNIRO, 2003.

Bregman, Yu.E., To study of population structure and growth of grey sea urchin *Strongylocentrotus intermedius* (A. Agassiz) at the north-western coast of the Japan sea, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2000, vol. 127, pp. 397–415.

Brotskaya, V.A. and Zenkevich, L.A., A quantitative survey of the fauna of the Barents Sea, *Tr. Vses. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1939, vol. 4, pp. 5–126.

Brusgin, V.L., On methods of studying age of fish using scale, bones and otolith, *Vopr. Ikhtiol.*, 1963, vol. 3, no. 2(27), pp. 347–365.

Viktorovskaya, G.I. and Matveev, V.I., Relation between the time of reproduction of the sea urchins *Strongylocentrotus intermedius* and the water temperature of the northern Primor'e coast, *Oceanology*, 2000, vol. 40, no. 1, pp. 73–78.

Evseeva, N.V., The current status of the resources of the intermediate sea urchin *Strongylocentrotus intermedius* off the southern Kuril Islands, *Vopr. Rybolov.*, 2001, vol. 2, no. 3(7), pp. 422–431.

Konstantinov, A.S., *Obshchaya gidrobiologiya* (General Hydrobiology), Moscow: Vysshaya Shkola, 1986, 4th ed.

Krupnova, T.N. and Pavlyuchkov, V.A., Nutrition of the grey urchin (*Strongylocentrotus intermedius*) in the north-western part of the Japan sea, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2000, vol. 127, pp. 372–381.

Kulepanov, V.N. and Zhiltsova, L.V., Resource researches of seaweeds: estimation of the projective surface, *Mater. 1 (7) Mezhdunar. konf. vodn. makrofitam "Gidrobotanika 2010"* (Proc. 1 (7) Int. Conf. Aquatic Macrophytes "Hydrobotany 2010"), Yaroslavl: Print House, 2010, pp. 173–176.

Lukin, V.I. and Fadeev, V.I., Specifics of planning hydrobiological works in waterbodies of large extent, *Podvodnye gidrobiologicheskiye issledovaniya* (Underwater Hydrobiological Research), Vladivostok: Dal'nevost. Nauchn. Tsentr, Akad. Nauk SSSR, 1982, pp. 13–20.

Mina, M.V. and Klevezal', G.A., *Rost zhivotnykh: analiz na urovne organizma* (Animal Growth: An Analysis on the Level of Organism), Moscow: Nauka, 1976.

Naidenko, T.Kh., The features of growth of the sea urchin *Strongylocentrotus intermedius* to sexual maturity in a laboratory culture, in *Issledovaniye iglokozhihkh dal'nevostochnykh morei* (Study of Echinoderms of the Far Eastern Seas), Vladivostok: Dal'nevost. Otd., Akad. Nauk. SSSR, 1987, pp. 83–97.

Planirovanie, organizatsiya i obespechenie issledovaniy rybnokh resursov dal'nevostochnykh morei Rossii i severo-zapadnoi chasti Tikhogo okeana (Planning, Conducting and Support of Fishery Resource Studies in the Far Eastern Seas of Russia and North-West Pacific Ocean), Bocharov, L.N. and Melnikov, I.V., eds., Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2005.

Sedova, L.G. and Victorovskaya, G.I., Effect of reproductive activity on feeding rate of *Strongylocentrotus intermedius* (Agassiz), *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2002, vol. 131, pp. 315–320.

Selin, N.I., Distribution, settlement structure, and growth of the sea urchin *Strongylocentrotus intermedius* in Peter the Great Bay, Sea of Japan, *Russ. J. Mar. Biol.*, 1993, vol. 19, no. 2, pp. 101–107.

Sukhin, I.Yu., Dietary relationships between the purple (*Strongylocentrotus nudus*) and intermediate (*S. intermedius*) sea urchins, *Extended Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation*, Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2006.

Sukhin, I.Yu., Comparative analysis of grey and black sea urchins diet, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2002, vol. 131, pp. 306–314.

Fadeev, V.I. and Lukin, V.I., On the technique of underwater hydrobiological studies in the upper sublittoral zone in the conditions of mobile marine expeditions, *Podvodnye gidrobiologicheskiye issledovaniya* (Underwater Hydrobiological Research), Vladivostok: Dal'nevost. Nauchn. Tsentr, Akad. Nauk SSSR, 1982, pp. 21–34.

Chaljenko, M.O., Features of group growth for gray sea urchin (*Strongylocentrotus intermedius*) at the northwestern coast of the Japan Sea, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2018, vol. 194, pp. 3–17.

Brey, T., Pearse, J., Basch, L., McClintock, J., and Slattery, M., Growth and production of *Sterechinus neumayeri* (Echinoidea: Echinodermata) in McMurdo Sound, Antarctica, *Mar. Biol.*, 1995, vol. 124, no. 2, pp. 279–292.

Ebert, T.A., Growth rates of the sea urchin *Strongylocentrotus purpuratus* related to food availability and spine abrasion, *Ecology*, 1968, vol. 49, no. 6, pp. 1075–1091.

Gage, J.D., Growth of the deep-sea irregular sea urchins *Echinosigra phiale* and *Hemiaster expurgatus* in the Rockall Trough (N.E. Atlantic Ocean), *Mar. Biol.*, 1987, vol. 96, no. 1, pp. 19–30.

Johnson, D.R., Boyer, T.P., Garcia, H.E., Locarnini, R.A., Baranova, O.K., and Zweng, M.M., World Ocean Database 2013: User's Manual, *NODC Internal Report*, Silver Spring, Md.: NOAA Printing Office, 2013, no. 22. doi 10.7289/V5DF6P53

Kelly, M.S., Survivorship and growth rates of hatchery-reared sea urchins, *Aquacult. Int.*, 2002, vol. 10, no. 4, pp. 309–316.

Minor, M.A. and Scheibling, R.E., Effects of food ration and feeding regime on growth and reproduction of the sea urchin *Strongylocentrotus droebachiensis*, *Mar. Biol.*, 1997, vol. 129, no. 1, pp. 159–167.

Muthiga, N.A., The role of early life history strategies on the population dynamics of the sea urchin *Echinometra mathaei* (de Blainville) on reefs in Kenya: Ph.D. Thesis, Kenya: Univ. Nairobi, 1996.

Pearse, J.S. and Pearse, V.B., Growth zones in the echinoid skeleton, *Am. Zool.*, 1975, vol. 15, no. 3, pp. 731–753.

Sumich, J.L. and McCauley, J.E., Growth of a sea urchin, *Allocentrotus fragilis*, off the Oregon Coast, *Pac. Sci.*, 1973, vol. 27, no. 2, pp. 156–167.

Taki, J., Tajima, K., and Taki, K., Growth of the sea urchin, *Strongylocentrotus intermedius* in the eastern and northern coast of Hokkaido, *Suisanzoshoku*, 1992, vol. 40, no. 4, pp. 479–485.

Поступила в редакцию 13.07.2018 г.

После доработки 20.07.2018 г.

Принята к публикации 11.10.2018 г.