

НИИ рыб. хоз-ва и океанографии». Т. 150. 2007. С. 102–110.

6. Малкин Е.М. Принцип регулирования промысла на основе концепции репродуктивной изменчивости популяций // «Вопросы иктиологии», 1995, № 4. Т. 35. С. 537–540.

7. Мельников И.В. Тихоокеанская сельдь *Clupea pallasii* (Val.): некоторые итоги и перспективы исследований // «Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии». Т. 141. 2005. С. 135–145.

8. Науменко Н.И. Биология и промысел морских сельдей Дальнего Востока. Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор, 2001. 330 с.

9. Смирнов А.А. Аэровизуальный учет и наведение судов на скопления нерестовой гижигинско-камчатской сельди // «Рыбное хозяйство», 2008, № 3. С. 48–49.

10. Смирнов А.А. Гижигинско-камчатская сельдь. Магадан: МагаданНИРО, 2009. 149 с.

11. Смирнов А.А. Освоение запасов гижигинско-камчатской сельди // «Рыбное хозяйство», 2002, № 1. С. 35–36.

12. Смирнов А.А., Марченко С.Л. О смешиваемости североохотоморских сельдей в нагульный период в северной части Охотского моря // Тез. докл. науч. конфер., посвященной 70-летию С.М. Коновалова. Владивосток, 2008. С. 259–261.

13. Смирнов А.А., Панфилов А.М., Дурнева К.С. К определению степени смешиваемости сельди охотского и гижигинско-камчатского стад в нагульных скоплениях северной части Охотского моря // Тез. докл. международной научной конфер. «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей». Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2009. С. 379–381.

14. Чернышев Д.Ю., Смирнов А.А., Марченко С.Л. Распределение сельди в смешанных скоплениях северной части Охотского моря

в осенний период // Тез. докл. на V Регион. конфер. по актуальным проблемам экологии, морской биологии и биотехнологии студентов, аспирантов и молодых ученых Дальнего Востока России. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2002. С. 124.

15. Radchenko V.I. and Melnikov I.V. Present State of Okhotsk Herring Population after Large-Scale Fishery Resumption // Herring: Expectations for a new Millennium. Alaska Sea College Program. 2001. P. 689–702.

**A.A. Smirnov, Cand. Sc. (Biol.) – Magadan Scientific & Research Institute of Fishery and Oceanography, Deputy Director, smirnov@magniro.ru**

**The Gizhigin-Kamchatka herring: present conditions of stocks, problems and fishing prospects**

The present conditions of stocks of Gizhigin-Kamchatka herring is presented, highlighted the problems of fishing, recommendations to enhance the index of fishing exploitation proposed. Recommendations for enhancing the degree of fishing operation provided. The authors propose to intensify coastal fishing to resume fishing in the prespawning period, to organize a joint fishing feeding Gizhigin-Kamchatka and Okhotsk herring in September–December, within a single commercial space both fishing subzones (North-Okhotsk Sea and the West Kamchatka).

**Key words:** Gizhigin-Kamchatka herring, finishing Gizhigin-Kamchatka herring, Okhotsk herring, trade exploitation of bioresources, coast fishing, North Okhotsk Sea and West Kamchatka fishing sub-zones.

# Обоснование минимального промыслового размера баренцевоморского морского ежа *Strongylocentrotus droebachiensis*

А.В. Шацкий – лаборатория прибрежных исследований ФГУП «Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича», avs@pinro.ru

Для научного обоснования минимального промыслового размера *Strongylocentrotus droebachiensis* были определены размерно-возрастные параметры, при которых у животных появляются репродуктивные способности. Было проанализировано 2792 экз. морского ежа размерами от 37 до 64 мм, вычислен гонадосоматический индекс (ГСИ). Определен возраст у 25 особей с диаметром панциря 22–46 мм. Построены матрицы значений ГСИ по размерным классам и сезонам. На основе полученных показателей вычислены стандартные отклонения по размерным классам. Установлено, что, по мере увеличения размера и возраста морского ежа, межсезонные колебания показателей ГСИ становятся все более вариабельными. Также выявлено, что значения стандартного отклонения ГСИ у ежей размерных классов 37–44 мм незначительны. Напротив, начиная с морских ежей размерного класса 45–46 мм наблюдается резкое увеличение показателей стандартного отклонения. Это объясняется тем, что животные этих размеров начинают участвовать в нересте. Таким образом, репродуктивные способности появляются у животных размером 45 мм, возрастом 5 лет, и данный размер можно рекомендовать как минимальный промысловый.

**Ключевые слова:** морской еж *Strongylocentrotus droebachiensis*, промысел, минимальный промысловый размер, возраст, половая зрелость, биологический анализ, гонадо-соматический индекс, стандартное отклонение.

В настоящее время в Баренцевом море промысел зеленого морского ежа ведется в ограниченном количестве. Но динамика добычи последних лет свидетельствует о том, что интерес к морскому ежу как к промысловому объекту возрастает. Так, если до 2009 г. ежегодный объем добычи *Strongylocentrotus droebachiensis* не превышал 0,2–0,3 т, то в 2009 г. было выловлено около 5,5 т. В дальнейшем, учитывая достаточно большой промысловый запас морского ежа и увеличение рынка его сбыта, промысловый пресс на данный объект будет возрастать, и поэтому является актуальным определение его научно-обоснованного минимального промыслового размера.

Для определения минимального промыслового размера гидробионта необхо-

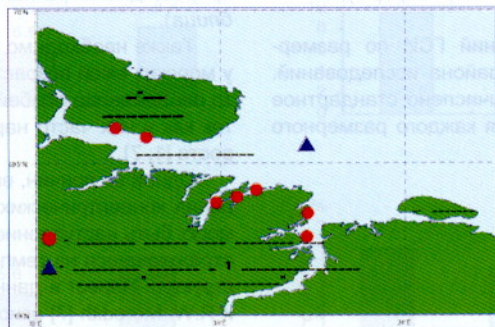
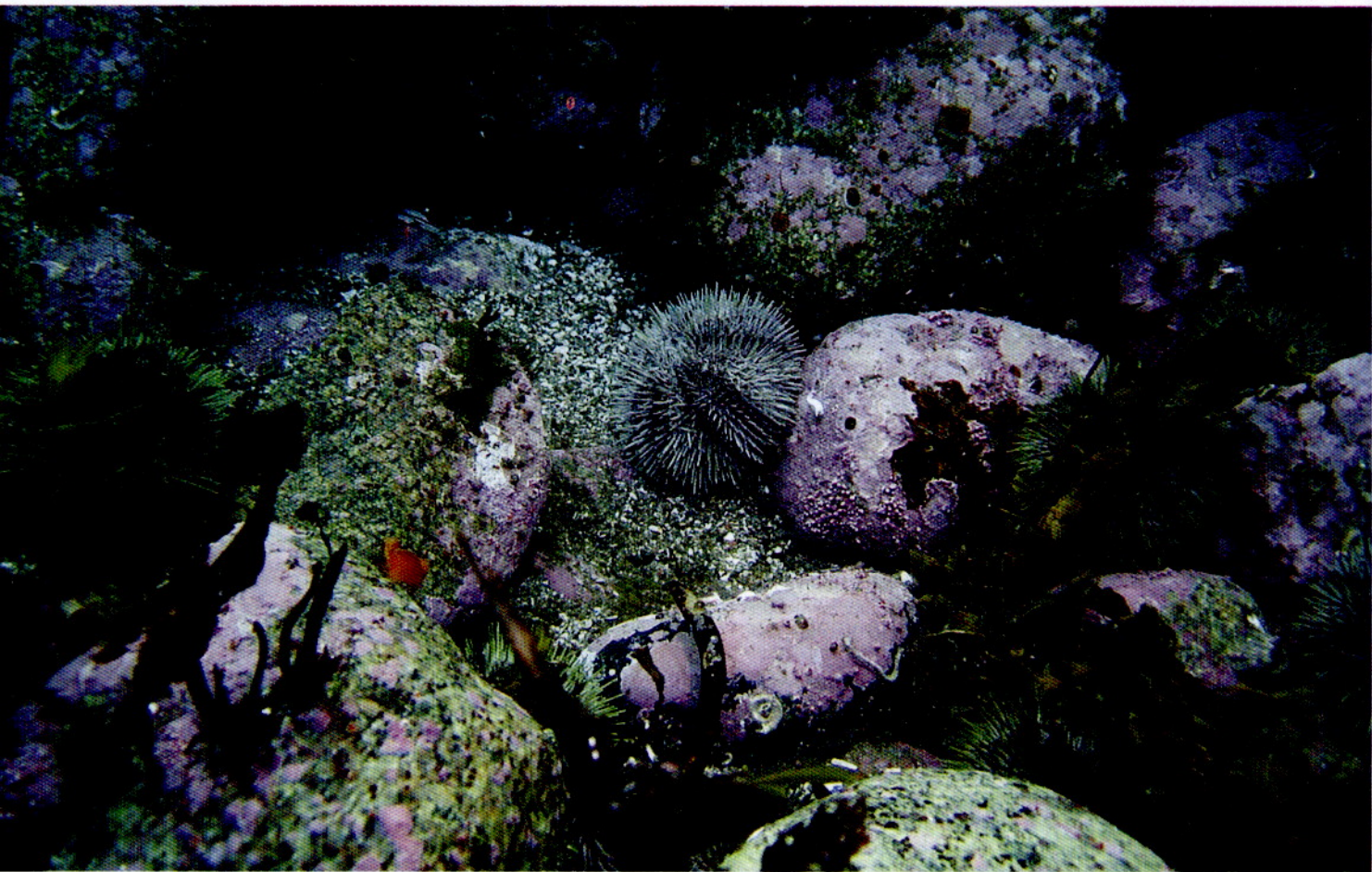


Рис. 1. Схема местоположения полигонов отбора проб морского ежа в 1993–1999 и 2002–2009 гг. и станции № 1 гидрологического разреза «Кольский меридиан»

димо знать возраст наступления половой зрелости. В настоящее время минимальному промысловому размеру соответствуют животные с диаметром панциря 50 мм. Эта мера была введена в практику промысла в 1993 г. согласно рекомендациям специалистов ПИНРО. В связи с отсутствием данных, за основу был принят минимальный промысловый размер тихоокеанского *S. nudus*.

Задача данной работы состоит в том, чтобы определить размер и возраст, при которых у морского ежа *S. droebachiensis* появляются репродуктивные способности. Это поможет научно обосновать минимальный промысловый размер для морского ежа в Баренцевом море.

Данные о возрасте наступления половой зрелости морских ежей рода



*Strongylocentrotus* Баренцева моря достаточно малочисленны и противоречивы [3]. Так, по мнению норвежских ученых, 50 % морских ежей размером 28,5–30,5 мм, что соответствует возрасту 3,5–4,5 лет, являются половозрелыми [8]. Эти ученые также предполагали, что все особи с массой гонад более 0,2 г являются половозрелыми, не обосновывая данное утверждение.

Проведенные С.А. Оганесян и Е.А. Филиной [4] гистологические исследования показали, что морские ежи размером более 35 мм, собранные в прибрежных водах Западного Мурмана, были половозрелыми. Но особи размерами 35–50 мм в пробах присутствовали штучно, и поэтому материал не был репрезентативным.

Работа основана на пробах, собранных водолазным способом на полигонах, расположенных в губах Мотовского залива и северной части Кольского залива в 1993 – 1999 и 2002 – 2009 гг. (рис. 1).

Биологический анализ заключался в промере диаметра панциря штангенциркулем (с точностью до 1 мм), взвешивании животных (с точностью до 1 г) и гонад после просушки на фильтровальной бумаге в течение 1 мин. на весах ВЛТ 510-П (с точностью до 0,1 г). Всего было проанализировано 2792 экз. размерами от 37 до 64 мм. Было выделено 16 размерных классов с шагом 2 мм. По данным измерений вычисляли гонадо-соматический индекс (ГСИ) по формуле:

$$\text{ГСИ} = \frac{\text{масса гонад}}{\text{масса тела}} \cdot 100 \%$$

Также были построены матрицы значений ГСИ по размерным классам и сезонам, характерным для района исследований. На основе полученных показателей было вычислено стандартное отклонение по генеральной совокупности для каждого размерного класса по формуле:

$$\sqrt{\frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n^2}}$$

где  $x$  – значения ГСИ;  $n$  – количество животных в размерном классе.

Для изучения влияния сезонного фактора на ГСИ, в соответствии с многолетними измерениями температуры на станции № 1 разреза «Кольского меридиана», В.Д. Бойцовым [2] для прибрежных вод Мурмана были определены следующие гидрологические сезоны:

- зимний – с ноября по первую половину апреля;
- весенний – со второй половины апреля – май;
- летний – с июня по август;
- осенний – с сентября по октябрь.

По интерамбулакральным пластинам панциря методом Йенсена [6] был определен возраст у 25 особей с диаметром панциря 22–46 мм.

Известно, что в первые 3-4 года жизни морского ежа ежегодно на интерамбулакральных пластинах проявляются две концентрические полосы: светлая зона соответствует зимне-весеннему, а темная – летне-осеннему приросту пластин [1; 6].

Результаты определения возраста и сравнение его с размером показали, что, с увеличением возраста морских ежей, ежегодный прирост диаметра панциря уменьшается примерно на 1 мм (таблица).

Также необходимо отметить, что если концентрические полосы у морских ежей возрастом 3+ и 4+ определялись достаточно легко, то определение особей возрастом 5+ было связано с трудностями, так как у них часто нарушается периодичность возникновения зон роста [1; 7].

Одной из причин, вызывающих нарушение периодичности появления концентрических полос на интерамбулакральных пластинах, могут быть наступление половой зрелости и последующие нересты, отражающиеся на темпе роста организма и возрастрестирующей структур. Нерест в данном случае играет роль стресса. М.Р. Russell и R.W. Meredith [7] основной причиной появления добавочных полос

Таблица. Средний размер *S. droebachiensis* у берегов Западного Мурмана у особей возрастом 3+, 4+, 5+

Возраст	3+	4+	5+
Средний диаметр панциря, мм	30,4	38,1	44,8

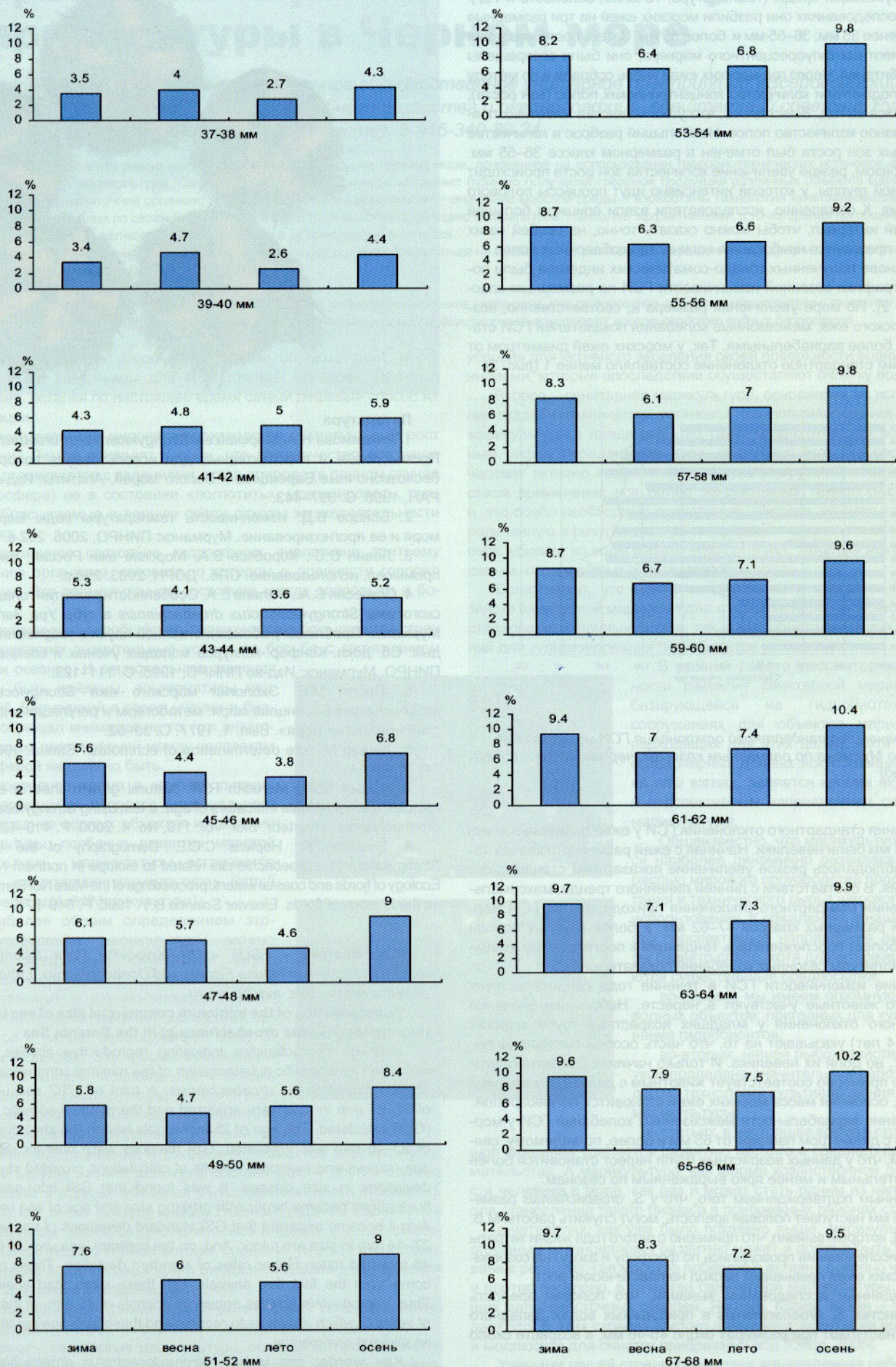


Рис. 2. Значения ГСИ морского ежа Западного Мурмана по размерным классам и сезонам

называют изменения в составе и обильности пищи, а также изменения окружающей среды (температура, течение, соленость и т.д.). В своих исследованиях они разбили морских ежей на три размерные группы: менее 35 мм, 36–55 мм и более 55 мм. Затем, после введения внутрь животных флуоресцентного маркера, они были возвращены в места обитания. Через год морских ежей вновь собрали и по методу Йенсена подсчитали количество концентрических полос (зон роста), появившихся за год. Выяснилось, что у большинства животных появилось разное количество полос. Наибольший разброс в количестве добавочных зон роста был отмечен в размерном классе 36–55 мм. Таким образом, резкое увеличение количества зон роста происходит у размерной группы, у которой интенсивно идут процессы полового созревания. К сожалению, исследователи взяли слишком большой размерный интервал, чтобы можно было сказать точно, на особой каких размеров приходится наибольшее количество добавочных полос.

На основе полученных гонадо-соматических индексов были построены графики сезонной изменчивости ГСИ по размерным классам (рис. 2). По мере увеличения размера и, соответственно, возраста морского ежа, межсезонные колебания показателей ГСИ становились более переменными. Так, у морских ежей диаметром от 37 до 44 мм стандартное отклонение составляло менее 1 (рис. 3).

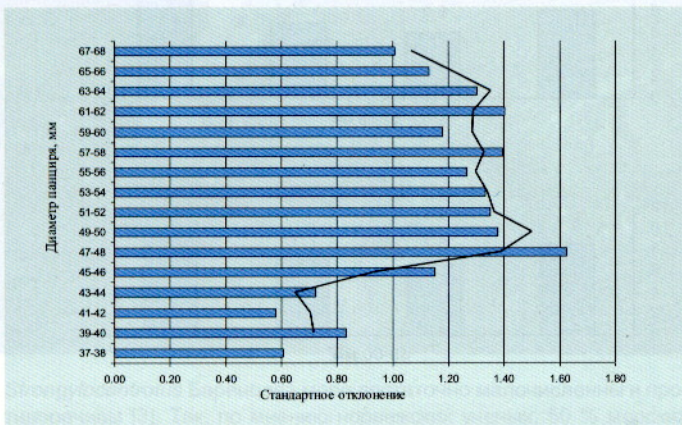


Рис. 3. Значения стандартного отклонения ГСИ морского ежа Западного Мурмана по размерным классам (черная линия – линейный тренд)

Значения стандартного отклонения ГСИ у ежей размерных классов 37–44 мм были невелики. Начиная с ежей размерного класса 45–46 мм, наблюдалось резкое увеличение показателей стандартного отклонения. В соответствии с линией линейного тренда, максимальные значения стандартного отклонения приходились на ГСИ морских ежей размерных классов 47–62 мм. У более крупных особей (65 мм и более) прослеживалась тенденция к постепенному уменьшению амплитуды сезонных колебаний показателей ГСИ.

Наличие изменчивости ГСИ в течение года свидетельствует о том, что животные участвуют в нересте. Небольшие значения стандартного отклонения у младших возрастных групп морских ежей (до 4 лет) указывают на то, что часть особей совершают вымет гамет, но доля их невелика. И только начиная с 5-летнего возраста, что примерно соответствует животным с диаметром панциря 44–46 мм, основная масса морских ежей становится половозрелой.

Снижение вариабельности межсезонных колебаний ГСИ у морских ежей с диаметром панциря от 65 мм и более, по-видимому, связано с тем, что у данных возрастных групп нерест становится более продолжительным и менее ярко выраженным по сезонам.

Косвенным подтверждением того, что у *S. droebachiensis* размером 44–46 мм наступает половая зрелость, могут служить работы М.В. Проппа [5], который выявил, что примерно с пятого года жизни затраты веществ (исследования проводились по фосфору и азоту) на созревание у морских ежей превышают расход на пластический рост.

Проведенные исследования выявили, что половая зрелость у большинства *S. droebachiensis* в прибрежных водах Западного Мурмана наступает при размерах около 45–46 мм, в возрасте около 5 лет.

Следовательно, существующий минимальный промысловый размер морского ежа 50 мм является на сегодня достаточно оправданным, но возможно и уменьшение до 45 мм.



**Литература**

1. Анисимова Н.А. Морской еж *Strongylocentrotus droebachiensis*// Промысловые и перспективные для использования водоросли и беспозвоночные Баренцева и Белого морей. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1998. С. 397–443.
2. Бойцов В.Д. Изменчивость температуры воды Баренцева моря и ее прогнозирование. Мурманск: ПИНРО, 2006. 292 с.
3. Левин В.С., Коробков В.А. Морские ежи России. Биология, промысел, использование. СПб.: ДОРН, 2003. 256 с.
4. Оганесян С.А., Филина Е.А. Особенности развития гонад у морского ежа *Strongylocentrotus droebachiensis* в губе Ура Западного Мурмана// Проблемы рыбохозяйственной науки в творчестве молодых: Сб. докл. Конфер.-конкурса молодых ученых и специалистов ПИНРО. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 1995. С. 111–123.
5. Пропп М.В. Экология морского ежа *Strongylocentrotus droebachiensis* Баренцева моря: метаболизм и регуляция численности// «Биология моря». Вып. 1, 1977. С. 39–52.
6. Jensen M. Age determination of echinoids// Sarsia. 1969. Vol. 34. P. 41–44.
7. Russell M.P., Meredith R.W. Natural growth lines in echinoid ossicles are not reliable indicators of age: a test using *Strongylocentrotus droebachiensis*. Invertebr. Biol. Vol. 119, No. 4. 2000. P. 410–420.
8. Sivertsen K., Hopkins C.C.E. Demography of the echinoid *Strongylocentrotus droebachiensis* related to biotope in northern Norway// Ecology of fjords and coastal waters: proceedings of the Mare Nor Symposium on the Ecology of fjords. Elsevier Science B.V. 1995. P. 549–571.

**A.V. Shatsky** – FSUE «N.M. Knipovich Polar Scientific & Research Institute of Marine Fishery and Oceanography», Laboratory of neritic researches, avs@pinro.ru

**Substantiation of the minimum commercial size of sea urchin (*Strongylocentrotus droebachiensis*) in the Barents Sea**

Size-age characteristics indicating reproductive abilities were estimated for scientific substantiation of the minimal commercial size of *Strongylocentrotus droebachiensis*. A total of 2792 sea urchins of 37–64 mm in size were analyzed and the gonadal-somatic index (GSI) calculated. The age of 25 individuals having the shell diameter of 22–46 mm was estimated. GSI matrices were built for different age classes and seasons. Results of calculations provided standard deviations in size classes. It was found that GSI inter-seasonal fluctuations became larger with growing size and age of sea urchins. Also it became apparent that GSI standard deviations of sea urchins 37–44 mm in size are minor. And, on the contrary, sea urchins of 45–46 mm had much higher rates of standard deviation. These results come from the fact that animals with these sizes start spawning. Thus, reproductive abilities appear in animals of 45 mm, at the aged of years 5, which allows us to recommend these size-age parameters as minimal commercial.

**Key words:** sea urchin (*Strongylocentrotus droebachiensis*), trade, minimum commercial size, age, reproductive capacity, biological analysis, gonadal-somatic index, standard deviation.