

А. С. Смирнова, П. П. Кравец

Структура поселений *Macoma balthica* в южном колене Кольского залива

Проведено исследование сезонной динамики размерно-массовой структуры поселений *Macoma balthica* на литорали южного колена Кольского залива. Изучена возрастная структура, получены данные о плотности и биомассе поселений, показано распределение моллюска на литорали. На литорали Кольского залива макомы встречаются повсеместно, заселяя преимущественно нижний и средний горизонты литорали, такое распределение зависит от содержания пищевых частиц, косвенным показателем которого служит гранулометрический состав грунта и общее содержание органических веществ. Наибольшие показатели биомассы и плотности поселений отмечены на литорали в районе поселка Абрам-Мыс. Это связано с наличием илисто-песчаных грунтов, наиболее пригодных для обитания моллюсков, поскольку показатели обилия поселения увеличиваются по мере заиления песка. Увеличение плотности поселений макомы в осенний период происходит за счет активного оседания молоди. Моллюски из поселений правого берега превосходят остальных по морфометрическим параметрам. Крупные размеры моллюсков объясняются наличием в данных районах ручьев, обеспечивающих приток пищевых частиц. Исследования распределения размерно-массовых параметров *Macoma balthica* по горизонтам литорали показали, что их значения возрастают от верхнего горизонта литорали к нижнему, так как на нижнем горизонте повышенный водообмен способствует процессам самоочищения и обеспечивает моллюсков пищей. Для всех поселений характерно доминирование моллюсков младших возрастных групп (0–3 лет). Моллюски с максимальным возрастом 8 лет обнаружены в районе Нового моста. Наличие в пробах большого количества моллюсков младших возрастных групп говорит о нормальном развитии поселений *Macoma balthica*.

Ключевые слова: *Macoma balthica*, Кольский залив, биомасса, плотность.

Введение

Macoma balthica – один из наиболее широко распространенных видов двустворчатых моллюсков, обнаружен в северной части как Атлантического, так и Тихого океанов. Широкое распространение *M. balthica* позволяет использовать данный вид в качестве модели для изучения закономерностей развития поселений двустворчатых моллюсков [1].

Ввиду того что моллюск чувствителен к изменению внешних факторов, его можно использовать как объект для экологического мониторинга окружающей среды, а именно в качестве биоиндикатора при контроле загрязнения морских акваторий нефтепродуктами [2]. Помимо этого, макома служит кормовым объектом для многих видов рыб и птиц [3], а также некоторых видов хищных моллюсков [4].

Полученные в ходе исследования сведения о сезонной динамике размерно-массовой структуры поселений *Macoma balthica* L. необходимы для дальнейшего изучения экологического состояния литоральных сообществ Кольского залива, поскольку данный участок залива подвергается высокой антропогенной нагрузке. Вследствие высокой степени развития морской деятельности в Кольском заливе резко обострены экологические проблемы. Содержание металлов и нефтяных углеводородов заметно выше фонового загрязнения морских вод, и распределение их в воде и морских донных отложениях согласуется с расположением источников загрязнения и концентрируется преимущественно в южной части залива [5].

Цель работы – изучение распределения и структуры поселений *Macoma balthica* в южном колене Кольского залива. В задачи исследования входило изучение распределения и показателей обилия моллюсков, размерно-весовой и возрастной структуры поселений.

Материалы и методы

Характеристика района исследования

Кольский залив – залив-фьорд Баренцева моря на мурманском берегу Кольского полуострова. В соответствии с особенностями морфометрии акваторию залива делят на три участка (колена): северное, среднее и южное. Южное колено имеет длину около 9 миль и тянется до Кольской узкости – места впадения р. Тулома. Максимальная его глубина не превышает 40 м [6].

Горизонтальная циркуляция вод в Кольском заливе складывается из приливных, стоковых и ветровых течений. Для южного колена Кольского залива характерно сильное течение, создаваемое водами рек Туломы и Колы, которое не компенсируется приливным течением. Так как объем морской воды невелик и изменяется в приливном цикле, в южном колене резко увеличивается опреснение. Биохимические процессы в пресном

стоке являются основными факторами, обуславливающими распределение гидрохимических характеристик в заливе. Однако в последнее время значительно повышается антропогенное влияние на состав воды [7].

Основные загрязнители вод Кольского залива – нефтепродукты, поступающие в результате транспортировки, а также естественных разливов нефти, и стоков в местах нефтеперегрузочных баз и портового комплекса. Загрязнение вод Кольского залива является серьезной экологической проблемой, т. к. из-за низкой температуры процесс самоочищения в нем затруднен [5].



Рис. 1. Карта района исследования
Fig. 1. The map of the research area

Обработка материала

В результате районирования исследуемой части Кольского залива было выделено два района: левый и правый берега, где для удобства описания выделены участки: "Авторынок" (1–2), "Новый мост" (3–6), мыс Притыка (7), пос. Дровяное (8) и Абрам-мыс (9) (рис. 1), отличающиеся друг от друга типами грунтов, а также волновыми явлениями [7].

Сбор материала проводили в период с 26 июня 2015 г. по 15 апреля 2016 г. на литорали кутовой части Кольского залива.

Применяли метод пробных площадей с использованием учетной рамки размером 10×10 см. С каждого горизонта литорали отбирали по 3 пробы, которые подвергали камеральной обработке. Отобранные пробы промывали на сите с диаметром ячеи 2 мм. В лаборатории моллюсков промывали от остатков грунта и подсушивали. При помощи штангенциркуля измеряли длину, ширину и высоту раковины.

Индивидуальную массу моллюсков определяли на весах с точностью до 0,001 г. Затем аккуратно раскрывали раковину с помощью скальпеля, разрезав мускулы-замыкатели. Из открытой раковины извлекали тело моллюска и подсушивали на фильтровальной бумаге. Затем взвешивали створки и тело. Массу мантийной жидкости рассчитывали как разность между массой целого моллюска и массой его тела и створок.

При описании структуры поселений макомы отобрано 324 пробы и исследовано 1 176 экземпляров моллюсков.

Возраст моллюсков определяли путем подсчета годовых колец. Для расчетов и построения диаграмм использовалось компьютерное обеспечение Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение

На литорали южного колена Кольского залива макомы встречаются на всем ее протяжении, преимущественно на нижнем и среднем горизонтах. Однако в районе пос. Абрам-мыс и мыса Притыка моллюски были обнаружены также и на верхнем горизонте.

Такое распределение соответствует проведенным в 1994 г. исследованиям левого берега, где было показано, что моллюск преимущественно заселял средний горизонт литорали до мыса Створного, а наибольшая плотность наблюдалась на нижнем горизонте литорали на участке вблизи мыса Притыка [8].

Исследователи полагают, что характер распределения макомы зависит от содержания пищевых частиц, косвенным показателем которого служит гранулометрический состав грунта и общее содержание органических веществ [1].

В летний период средняя плотность поселений составила около 200 экз./м^2 (исключение – район Нового моста – 1320 экз./м^2)

(рис. 2). Ранее, в результате экспедиций Басовой (2001) и Назаровой (2015) на литораль Кольского залива установлены средние показатели плотности для поселений макомы, они колебались в пределах от 800 до 1000 экз./м^2 . Увеличение численности макомы в осенний период обеспечивается активным оседанием молоди.

Вероятно, увеличение плотности поселений макомы в весенний период возможно из-за перемещения моллюсков, которое способствует концентрации половозрелых особей, что благоприятно влияет на воспроизводство, такое явление можно наблюдать у других инфаунных моллюсков [9].

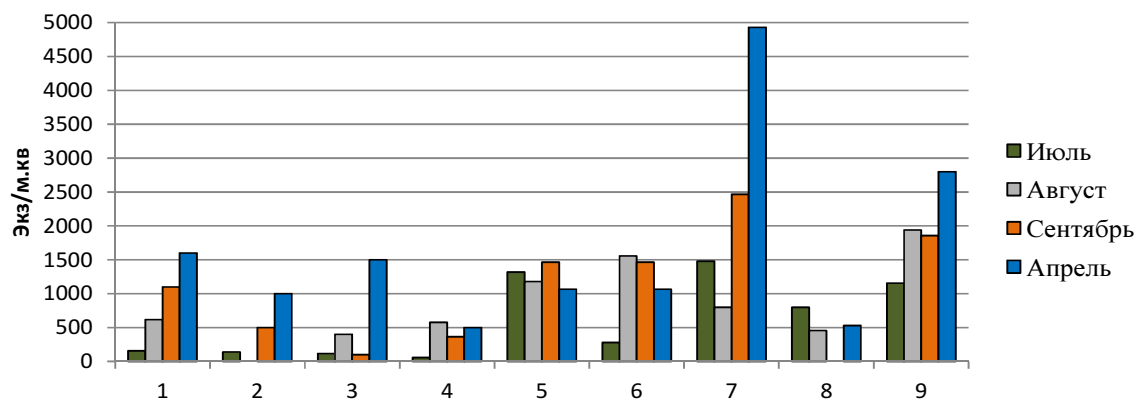


Рис. 2. Сезонная динамика плотности поселений макомы на литорали Кольского залива
Fig. 2. Seasonal dynamics of number of *Macoma balthica* settlements on the littoral zone of the Kola Bay

Следует обратить внимание на участок 8 – пос. Дровяное. Несмотря на то что грунт данного района состоит из мелкого илистого песка, показатели обилия поселений небольшие, поскольку литораль засорена обломками дерева и битым стеклом. Эти объекты значительно мешают зарыванию *M. balthica* в субстрат, что приводит к элиминации особей с данного участка.

Наибольшая биомасса отмечена в районе пос. Абрам-Мыс и составила 1 273 г/м² (рис. 3). Это можно связать с наличием грунтов, наиболее пригодных для обитания моллюсков, ввиду того что биомасса и плотность увеличивается по мере заиления песка [8; 10].

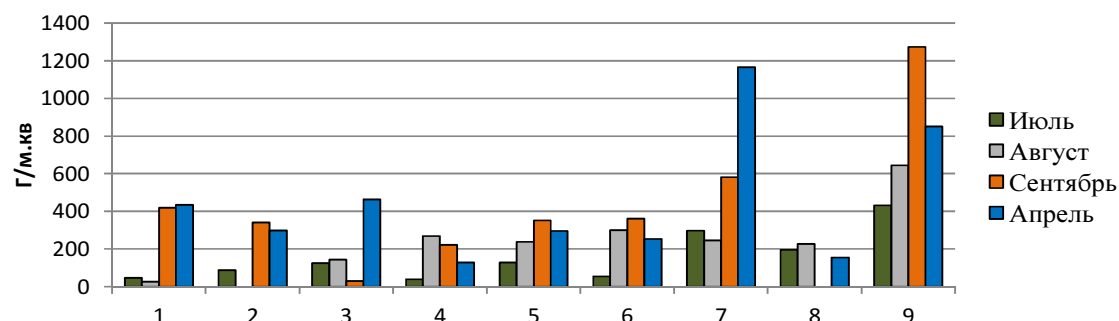


Рис. 3. Сезонная динамика биомассы поселений макомы на литорали Кольского залива
Fig. 3. Seasonal dynamics of biomass of *M. balthica* settlements on the littoral zone of the Kola Bay

Наименьшие показатели обилия отмечены в районах "Авторынок" и "Новый мост", показатель биомассы варьировал от 46 до 128 г/м², плотности – от 60 до 280 экз./м². Возможно, малые показатели обилия связаны с медленным заселением искусственного берега (Кольский (Новый) мост строился с 90-х гг. XX в., посредством отсыпания насыпи удлинялась береговая линия) или с субстратом, состоящим из крупного песка и россыпи небольших камней до 5 мм в диаметре.

Изучение размерно-массовой структуры поселений показало, что моллюски из поселений правого берега обладают наибольшими средними морфометрическими параметрами (таблица). Крупные размеры раковин объясняются наличием в данных районах ручьев, обеспечивающих приток пищевых частиц.

Исследования распределения размерно-массовых параметров *M. balthica* по горизонтам литорали показали, что их значения возрастают от верхнего горизонта литорали к нижнему, вследствие того что период осушения (в течение которого питание моллюска невозможно) на нижнем горизонте менее продолжительный. Кроме того, с продвижением от верхнего горизонта к нижнему изменяется гранулометрический состав грунта, т. е. на верхнем горизонте складывается неблагоприятная обстановка для данного инфаунного

вида, поскольку моллюски испытывают трудности с зарыванием в субстрат. Нижний и средний горизонты литорали часто представлены мягкими грунтами.

Таблица. Средние морфометрические параметры *M. balthica*
Table. Morphometric characteristics of *M. balthica*

Р-н исслед.	Авторынок	Новый мост				Мыс Притыка	Пос. Дровяное	Пос. Абрам- Мыс	
Берег	Правый берег				Левый берег				
Мес. Изм.	Июль								
Длина, мм	10,3±0,5	15,9±0,8	17,7±1,4	14,5±2,5	8,2±0,3	8,8±0,9	9,9±0,36	9,8±0,5	9,4±0,4
Масса общ., г	0,2±0,03	0,6±0,1	1,04±0,2	0,65±0,2	0,09±0,01	0,19±0,05	0,2±0,02	0,3±0,05	0,2±0,03
Масса ств., г	0,1±0,01	0,3±0,05	0,5±0,1	0,36±0,07	0,06±0,01	0,13±0,03	0,1±0,007	0,16±0,05	0,18±0,01
Масса тела, г	0,09±0,01	0,2±0,03	0,4±0,1	0,17±0,05	0,05±0,01	0,09±0,01	0,07±0,01	0,12±0,02	0,08±0,01
Масса МЖ, г	0,04±0,01	0,07±0,02	0,10±0,01	0,11±0,01	0,05±0,03	0,06±0,02	0,08±0,01	0,08±0,01	0,10±0,01
Мес. Изм.	Август								
Длина, мм	10,1±0,5	–	11,7±0,8	12,7±0,8	–	10,2±0,3	11,5±0,5	11,4±1,1	10,6±0,3
Масса общ., г	0,2±0,04	–	0,35±0,08	0,4±0,06	–	0,2±0,02	0,3±0,03	0,5±0,1	0,3±0,03
Масса ств., г	0,18±0,03	–	0,14±0,04	0,18±0,03	–	0,19±0,02	0,1±0,02	0,3±0,02	0,3±0,01
Масса тела, г	0,08±0,01	–	0,1±0,03	0,1±0,03	–	0,08±0,01	0,17±0,01	0,18±0,02	0,10±0,01
Масса МЖ, г	0,04±0,03	–	0,10±0,03	0,10±0,2	–	0,05±0,02	0,10±0,3	0,10±0,1	0,7±0,01
Мес. Изм.	Сентябрь								
Длина, мм	12,1±0,4	15,1±0,8	13,1±1,5	–	10,0±0,4	10,1±0,4	10,1±0,3	–	11,6±0,4
Масса общ., г	0,3±0,03	0,6±0,08	0,6±0,2	–	0,2±0,02	0,3±0,04	0,2±0,01	–	0,4±0,04
Масса ств., г	0,18±0,02	0,16±0,02	0,1±0,03	–	0,09±0,01	0,11±0,01	0,08±0,02	–	0,25±0,01
Масса тела, г	0,08±0,01	0,2±0,03	0,3±0,03	–	0,13±0,02	0,22±0,03	0,15±0,02	–	0,16±0,02
Масса МЖ, г	0,03±0,01	0,12±0,04	0,11±0,01	–	0,05±0,02	0,04±0,01	0,11±0,01	–	0,2±0,03
Мес. Изм.	Апрель								
Длина, мм	11,2±0,5	11,2±0,8	11,0±0,9	10,9±0,7	10,0±0,4	10,8±0,5	10,1±0,4	10,5±0,7	9,9±0,3
Масса общ., г	0,27±0,04	0,28±0,07	0,3±0,05	0,3±0,2	0,27±0,02	0,23±0,03	0,23±0,01	0,29±0,07	0,3±0,03
Масса ств., г	0,16±0,02	0,2±0,02	0,2±0,03	0,015±0,01	0,15±0,01	0,14±0,01	0,17±0,02	0,25±0,02	0,3±0,01
Масса тела, г	0,08±0,02	0,1±0,03	0,01±0,02	0,09±0,02	0,11±0,01	0,07±0,03	0,11±0,02	0,13±0,02	0,18±0,01
Масса МЖ, г	0,05±0,03	0,08±0,03	0,07±0,04	0,02±0,1	0,02±0,02	0,01±0,02	0,01±0,01	0,09±0,05	0,2±0,02

Примечание: "МЖ" – мантийная жидкость; "±" – ошибка среднего; "–" – отсутствуют моллюски.

Основу поселений правого берега Кольского залива составляют особи от 0 до 3 лет, однако в летний период данный район отличался наличием большого количества моллюсков старших возрастных групп

(5, 6 и 7 лет). В районе Нового моста высока встречаемость моллюсков с возрастом 4 и 6 лет (18 и 15 %) (рис. 4).

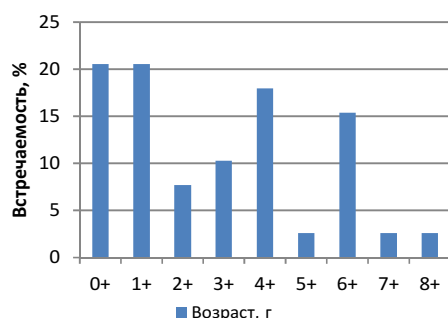


Рис. 4. Возрастная структура *M. balthica* в районе Нового моста правого берега Кольского залива
Fig. 4. Age structure of *M. balthica* in the New Bridge area on the right side of the Kola Bay

В пробах, отобранных с левого берега Кольского залива, преобладали особи от 0 до 2 лет, встречаемость сеголеток составила от 20 до 50 %. По характеру распределения возрастных групп исключением оказался участок 8 – пос. Дровяное, где преобладали моллюски 0–1 лет и 3–4 лет (встречаемость каждого возраста колебалась в пределах 20 %) (рис. 5).

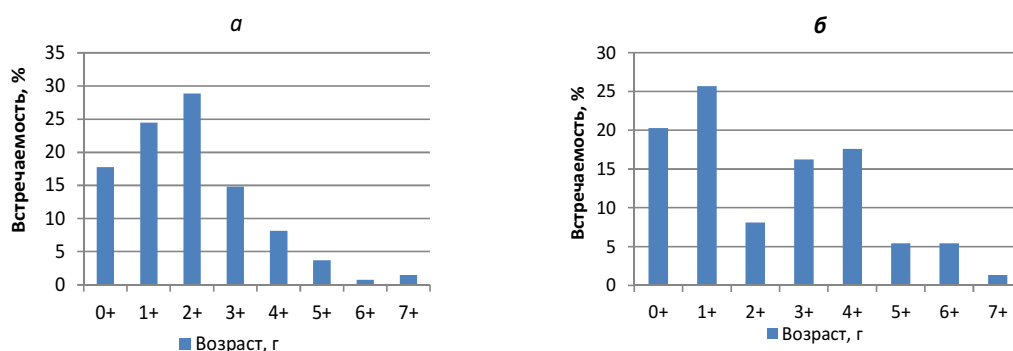


Рис. 5. Возрастная структура *M. balthica* в районах исследования:
а – район Нового моста; б – пос. Дровяное
Fig. 5. Age structure of *M. balthica* in the research places:
а – the area of New Bridge; б – the settlement Drovyanoe

Средний возраст моллюсков (определяемый как средневзвешенное численности каждого возрастного класса в поселении) варьирует в пределах от 0,75 до 2,8, что говорит о наличии в пробах большого количества моллюсков младших возрастных групп. Это соответствует нормальному развитию поселений *M. balthica*.

Выводы

1. На литорали Кольского залива моллюски встречаются повсеместно, заселяя преимущественно нижний и средний горизонты литорали.
2. Наибольшие показатели биомассы и плотности характерны для поселения в районе мыса Притыка.
3. Моллюски из поселений правого берега превосходят остальных по морфометрическим параметрам.
4. Для всех поселений характерно доминирование моллюсков младших возрастных групп (0–3 лет). Моллюски с максимальным возрастом 8 лет обнаружены в районе Нового моста.

Библиографический список

1. Назарова С. А. Организация поселений *Macoma balthica* (Linnaeus, 1758) в осушной зоне Белого и Баренцева морей : дис. ... канд. биол. наук. СПб., 2016. 196 с.
2. Беренбейм Д. Я., Маркова Л. Л., Нечай С. И. Балтийское море // Очерки природы. Калининград : Янтарный сказ, 1999. С. 92–123.

3. Бианки В. В., Бойко Н. С., Хайтов В. М. Питание гоголей *Bucephala clangula* в Кандалакшском заливе // Русский орнитологический журнал. 2003. Т. 12, № 225. С. 615–629.
4. Аристов Д. А., Гранович А. И. Рацион хищного моллюска *Amauropsis islandica* (Muller, 1776) (Caenogastropoda: Naticidae) на беломорской литорали // Вестник СПбГУ. Сер. 3. Биология. 2011. № 4. С. 10–18.
5. Кольский залив: освоение и рациональное природопользование / отв. ред. Г. Г. Матишов. М. : Наука, 2009. 381 с.
6. Кольский залив: океанография, биология, экосистемы, поллютанты / отв. ред. Г. Г. Матишов. Апатиты : КНЦ РАН, 1997. 265 с.
7. Гагарина С. А., Дженюк С. Л. Речной сток и пресноводный баланс // Кольский залив: океанография, биология, экосистемы, поллютанты. Апатиты : КНЦ РАН, 1997. С. 46–51.
8. Колпаков Е. В., Колпаков Н. В. Распределение и рост двустворчатого моллюска *Mercenaria Stimpsoni* в бухте Инокова (северное Приморье) // Известия ТИНРО. 2004. Т. 136. С. 197–204.
9. Фролова Е. А., Митина Е. Г., Гудимов А. В., Сикорский А. В. Донная фауна sublitorali // Кольский залив: океанография, биология, экосистемы, поллютанты / отв. ред. Г. Г. Матишов. Апатиты : КНЦ РАН, 1997. С. 101–123.
10. Beukema J., Cadee G., Jansen J. Variability of growth rate of *Macoma balthica* (L.) in the Wadden Sea in relation to availability of food // Biology of benthic organisms / eds. B. F. Keegan, P. O. Ceidigh, P. J. S. Boaden. Oxford : Pergamon Press, 1977. P. 69–77.

References

1. Nazarova S. A. Organizatsiya poseleniy *Macoma balthica* (Linnaeus, 1758) v osushnoy zone Belogo i Barentseva morey [The organization of settlements of *Macoma balthica* (Linnaeus, 1758) in intertidal zone of the White and Barents Seas] : dis. ... kand. biol. nauk. SPb., 2016. 196 p.
2. Berenbeym D. Ya., Markova L. L., Nechay S. I. Baltiyskoe more [The Baltic Sea] // Ocherki prirody. Kaliningrad : Yantarnyi skaz, 1999. P. 92–123.
3. Bianki V. V., Boyko N. S., Haytov V. M. Pitaniye gogoley *Bucephala clangula* v Kandalakshskom zalive [The food of common goldeneyes *Bucephala clangula* in the Kandalaksha Bay] // Russkiy ornitologicheskiy zhurnal. 2003. V. 12, N 225. P. 615–629.
4. Aristov D. A., Granovich A. I. Ratsion hischnogo mollyuska *Amauropsis islandica* (Muller, 1776) (Caenogastropoda: Naticidae) na belomorskoy litorali [Modes of feeding of the predatory mollusk *Amauropsis islandica* (Muller, 1776) (Caenogastropoda: Naticidae) in the intertidal zone of the White Sea] // Vestnik SPbGU. Ser. 3. Biologiya. 2011. N 4. P. 10–18.
5. Kolskiy zaliv: osvoenie i ratsionalnoe prirodopolzovanie [The Kola Bay: development and rational nature management] / отв. ред. Г. Г. Матишов. М. : Nauka, 2009. 381 p.
6. Kolskiy zaliv: okeanografiya, biologiya, ekosistemy, pollyutanty [The Kola Bay: oceanography, biology, ecosystems, pollutants] / отв. ред. Г. Г. Матишов. Апатиты : KNTs RAN, 1997. 265 p.
7. Gagarina S. A., Dzhenyuk S. L. Rechnoy stok i presnovodnyi balans [River runoff and freshwater balance] // Kolskiy zaliv: okeanografiya, biologiya, ekosistemy, pollyutanty. Апатиты : KNTs RAN, 1997. P. 46–51.
8. Kolpakov E. V., Kolpakov N. V. Raspredelenie i rost dvustvorchatogo mollyuska *Mercenaria Stimpsoni* v buhte Inokova (severnoe Primor'e) [Distribution and growth of bivalve mollusc *Mercenaria Stimpsoni* in the Inokov Bay (north Primorye)] // Izvestiya TINRO. 2004. V. 136. P. 197–204.
9. Frolova E. A., Mitina E. G., Gudimov A. V., Sikorskiy A. V. Donnaya fauna sublitorali [The sublittoral zoobenthos] // Kolskiy zaliv: okeanografiya, biologiya, ekosistemy, pollyutanty / отв. ред. Г. Г. Матишов. Апатиты : KNTs RAN, 1997. P. 101–123.
10. Beukema J., Cadee G., Jansen J. Variability of growth rate of *Macoma balthica* (L.) in the Wadden Sea in relation to availability of food // Biology of benthic organisms / eds. B. F. Keegan, P. O. Ceidigh, P. J. S. Boaden. Oxford : Pergamon Press, 1977. P. 69–77.

Сведения об авторах

Смирнова Анна Сергеевна – ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, Россия, 183010; Мурманский государственный технический университет, магистр; e-mail: anna-smirnova94@mail.ru

Smirnova A. S. – 13, Sportivnaya Str., Murmansk, Russia, 183010; Murmansk State Technical University, Undergraduate Student; e-mail: anna-smirnova94@mail.ru

Кравец Петр Петрович – ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, Россия, 183010; Мурманский государственный технический университет, канд. биол. наук, доцент; e-mail: kravetspp@mstu.edu.ru

Kravets P. P. – 13, Sportivnaya Str., Murmansk, Russia, 183010; Murmansk State Technical University, Cand. of Biol. Sci., Associate Professor; e-mail: kravetspp@mstu.edu.ru

A. S. Smirnova, P. P. Kravets

Structure of settlements of *Macoma balthica* in the southern knee of the Kola Bay

The study of seasonal dynamics of size-mass structure of *Macoma balthica* settlements has been investigated on the littoral zone of the southern part of the Kola Bay. Age structure has been calculated; data on the density and biomass of settlements have been obtained; the distribution of the mollusk on the littoral has been shown. On the littoral zone of the Kola Bay makoms are found everywhere, mostly inhabiting the lower and middle horizons of the littoral; this distribution depends on the content of food particles, which is an indirect indicator of the granulometric composition of soil and total organic content. The highest indicators of biomass and the number of settlements have been marked in the intertidal zone near the village of Abram-mys. This is due to the presence of silty-sandy soil – the most suitable habitat for shellfish, as the abundance of settlement figures increases as the silting of sand. The increase in the density of makom settlements in autumn occurs due to the active settling of juveniles. Shellfish from the right bank settlements surpass others on the morphometric parameters. Large shell sizes are explained by the presence of streams ensuring the inflow of food particles. Researches of the size-distribution of *Macoma balthica* mass parameters have shown that their values are increased from the upper to the lower horizon littoral as in the lower horizon the enhanced water exchange contributes to the self-cleaning processes and provides shellfish by food. The dominance of mollusks of younger age groups (0–3 years) is characteristic for all settlements. Clams with the maximum age of 8 years have been found in the New Bridge area. The presence in the samples of large number of mollusks of younger age groups indicates the normal development of *Macoma balthica* settlements.

Key words: *Macoma balthica*, Kola Bay, biomass, population density.