

1. Динамика обилия *M. balthica*.

1.1. Эстуарий реки Лувеньги.

На литорали в эстуарии р. Лувеньги средняя плотность поселений маком за период с 1992 по 2012 год колебалась от 55 (26, 8) в 1992 до 9200 (39, 8) экз./м² в 1998 году (рис. 1). При этом столь высокая численность в 1998 году была связана с особями длиной менее 1 мм (рис. 2) — средняя численность моллюсков крупнее 1 мм составляла всего 750 (2, 03) экз./м².

Для анализа динамики обилия, на наш взгляд, более информативно рассматривать численность без учета вновь осевших особей. **ОБЪЯСНЯТЬ ПРО ПОПОЛНЕНИЕ ПОСЕЛЕНИЯ ТУТ ИЛИ ГДЕ?** Поскольку материал собирали в конце июля — начале августа, то мы считаем спатом всех особей длиной менее 1 мм. **сюда бы ссылку на размер спата в белом? Зубаха, Полоскин, Гольцев? Флячинская?** В этом случае можно говорить по крайней мере о двух периодах: с 1992 по 1998 год — период относительно низкой численности (менее 800 экз./м²) моллюсков, и с 1999 по 2012 год — относительно высокой (более 1000 экз./м²) (достоверные различия по критерию Манна-Уитни, $W = 6, p - value = 4,5 \times 10^{-13}$) (рис. 2).

В период с 1992 по 1998 год численность *M. balthica* достоверно изменялась ($Kruskal - Wallis \chi^2 = 24,1, p - value = 0,00049$). Результаты попарного сравнения представлены в таблице 1.

Численность моллюсков в эстуарии р. Лувеньги в 1992 – 1993 годах оставалась стабильной ($\bar{N} = 128 (21, 5)$ экз./м²), затем произошло ее увеличение в 1994 году, после чего снова произошло некоторое ее снижение и в 1995 – 1997 годах она стабилизировалась на более высоком уровне ($\bar{N} = 341 (9, 3)$ экз./м²) по сравнению с 1992 – 93 гг. В 1998 году вновь происходит увеличение численности *M. balthica* до уровня 1994 года (около 750 – 800 экз./м²), после чего в 1999 году средняя численность возросла ещё в три раза. С 1999 по 2003 год численность оставалась относительно стабильной ($Kruskal - Wallis \chi^2 = 5.0333, p - value = 0.28$) и в среднем составляла 2146 (5, 5) экз./м². В 2004 году обилие маком увеличилось в полтора раза и достигло максимума для данного участка за весь период наблюдений. С 2004 по 2006 год численность моллюсков последовательно снижалась (табл. 2). В 2006 году она достигла локального минимума и составляла 993 (13, 2) экз./м².

годы	различия средних	p-value	достоверность различий
1993 – 1992	147	0, 11	
1994 – 1993	575	$2, 47 \times 10^{-7}$	***
1995 – 1994	–303	0, 0069	**
1996 – 1995	–137	0, 51	
1997 – 1996	–123	0, 62	
1998 – 1997	537	$6, 73 \times 10^{-6}$	***

Примечание: достоверность различий *** — $p < 0, 001$; ** — $p < 0, 05$; * — $p < 0, 1$.

Таблица 1. Результаты множественного сравнения средних численностей *Macoma balthica* методом Тьюки (Tukey's 'Honest Significant Difference') в эстуарии реки Лувеньги в 1992 – 1998 годах.

годы	различия средних	p-value	достоверность различий
2005 – 2004	–1707	0, 09	*
2006 – 2005	–630	0, 78	
2007 – 2006	1553	0, 05	**

Примечание: достоверность различий *** — $p < 0, 001$; ** — $p < 0, 05$; * — $p < 0, 1$.

Таблица 2. Результаты множественного сравнения средних численностей *Macoma balthica* методом Тьюки (Tukey's 'Honest Significant Difference') в эстуарии реки Лувеньги в 2004 – 2007 годах.

В 2007 году произошло достоверное увеличение численности *Macoma balthica* (табл. 2). К 2008 году численность моллюсков снова снижается, после чего до 2012 года были отмечены недостоверные флуктуации ($Kruskal - Wallis \chi^2 = 6,8429, p - value = 0,14$).

1.2. Илистая губа острова Горелый.

посчитать и вписать относительные ошибки На данном участке рассматривали отдельно 4 зоны, различающиеся по осушке и биотическим условиям. Максимальная численность маком на всех горизонтах литорали была отмечена в 1998 году (рис. 1). Более чем на 75% такая высокая численность была связана с обилием особей длиной менее 1 мм. Максимальная численность моллюсков наблюдалась на границе среднего и нижнего горизонта в зарослях фукоидов, здесь она составляла более 11 тысяч экз./м².

При исключении из анализа особей размером менее 1 мм, численность особей *M. balthica* стала максимальной в 1999 году для всех горизонтов, кроме среднего, на котором максимальная численность отмечена в 2000 году (рис. 2). Самая низкая численность за весь период исследований была отмечена в начале интервала наблюдений (1992 – 1993 года) — менее 100 экз./м². С 1994 по 1996 год происходило некоторое увеличение численности маком, однако она на всех горизонтах не превышала 500 экз./м². В 1997 году произошло локальное снижение численности, и с 1998 года происходил ее рост. В 1999 году численность маком составляла 900, 2000 и 1050 экз./м² на среднем горизонте, в поясе фукоидов и у нуля глубин, соответственно. В 2000 году на верхнем горизонте литорали численность особей достигла максимума за весь период наблюдений и составила 1500 экз./м², в то время как на остальных горизонтах литорали произошло снижение численности. В дальнейшем были отмечены менее значительные колебания, и, как показывают данные в 2004, 2006 – 2008 и 2011 годах (когда на станциях брали индивидуальные пробы, а не интегрированные) эти колебания недостоверны (табл. 3).

1.3. Материковая литораль в районе пос. Лувеньга

На материковой литорали в районе поселка Лувеньга отдельно рассматривали динамику поселений *M. balthica* в четырех зонах, отличающихся по осушке и биотическим условиям. За весь период наблюдений максимальные флуктуации численности маком были отмечены для зоны верхнего пляжа: от 94 (38 %) экз./м² в 1992 до 16365 (53 %) экз./м²

горизонт литорали	<i>Kruskal – Wallis</i> χ^2	<i>p – value</i>	\bar{N} (<i>D</i>)
верхний	0,91	0,92	1972 (11,4)
средний	1,37	0,85	1910 (9,0)
пояс фукоидов	2,13	0,71	970 (13,7)
нижний	3,45	0,49	960 (10,6)

Примечание: *Kruskal-Wallis* χ^2 —значения критерия Краскелл-Уоллиса; \bar{N} —средняя численность *M. balthica*, экз./м²; *D* —относительная ошибка средних, %.

Таблица 3. Межгодовое различие численности *Macoma balthica* на литорали о. Горелый по данным 2004, 2006 – 2008 и 2011 годов.

зона	<i>Kruskal – Wallis</i> χ^2	<i>p – value</i>	\bar{N} (<i>D</i>)
верхний пляж	3,57	0,61	477 (16,6)
пояс фукоидов	12,8	0,02	
пояс zostеры	2,13	0,71	970 (13,7)
нижний пляж	3,45	0,49	960 (10,6)

Примечание: *Kruskal-Wallis* χ^2 —значения критерия Краскелл-Уоллиса; \bar{N} —средняя численность *M. balthica*, экз./м²; *D* —относительная ошибка средних, %.

Таблица 4. Межгодовое различие численности *Macoma balthica* на материковой литорали в районе поселка Лувеньга с 1992 по 1998 год.

в 1998 году (1). Доля спата в большинстве выборок составляет менее 20 %, исключение составляет зона верхнего пляжа в 1998, где доля спата была 87 %. В дальнейшем мы рассматриваем динамику обилия без учета спата (рис. 2).

В начале периода наблюдения численность на всех трех участках не превышала 1000 экз./м² и колебания носили случайный характер (табл. ??).

1.4. Литораль Западной Ряшковой салмы о. Ряшкова.

На данном участке литорали средняя плотность поселений *M. balthica* за период с 1994 по 2012 год колебалась от 220 (40,9) экз./м² в 1997 до 9285 (16,4) экз./м² в 1999 году (рис. 1). При исключение из рассмотрения особей длиной менее 1 мм минимальная средняя численность не изменилась, а максимальная в 1999 составила 8530 (9,4) экз./м² (рис. 2). Однако столь высокая численность не сохранилась дольше одного года, и в пе-

годы наблюдения	<i>Kruskal – Wallis</i> χ^2	<i>p – value</i>	\bar{N} (<i>D</i>)
1994 – 1998	7,2	0,12	435 (17,2)
2000 – 2006	9,8	0,13	2146 (9,5)
2007 – 2012	4,9	0,43	1448 (10,8)

Примечание: *Kruskal-Wallis* χ^2 —значения критерия Краскелл-Уоллиса; \bar{N} —средняя численность *M. balthica*, экз./м²; *D* —относительная ошибка средней, %.

Таблица 5. Межгодовое различие численности *Macoma balthica* на литорали Западной Ряшковой салмы о. Ряшкова в разные годы.

риод с 2000 по 2012 колебалась в пределах 1–2,5 тысяч экз./м², в среднем составляя 1823 (8,0) экз./м². Тем не менее, после 1999 года средняя численность маком достоверно больше ($W = 4,5, p - value = 1,007 \times 10^{-5}$), чем до —2145 (4,5) и 435 (17,2), соответственно.

Минимальная численность в период после 2000 года была отмечена в 2006 году и составляла 795 (20,8) экз./м². Периоды с 2000 по 2006 и с 2007 по 2012 годы достоверно различаются ($W = 131,5, p - value = 0,016$) по средней численности маком (2146 (9,5) и 1448 (10,8), соответственно).

Внутри каждого периода времени численность *M. balthica* не различается достоверно от года к году (табл. 4).

1.5. Южная губа острова Ряшкова

Поскольку на литорали Южной губы о. Ряшкова использовали для промывки сито с диаметром ячеи 1 мм, то доля моллюсков размером менее 1 мм не превышала 1,2 % и их исключение из анализа не изменило общей картины. На данном участке с 2001 по 2010 год численность *Macoma balthica* была относительно стабильна, все флуктуации были недостоверны (*Kruskal – Wallis* $\chi^2 = 12,07, p - value = 0,21$). Средняя численность за данный период составила 1239 (7,9) экз./м². Однако намечается некоторая тенденция к увеличению численности в 2003 – 2004 и 2007 – 2008 году. После 2008 года численность постепенно снижается и в 2012 году она составила 142 (27,5) экз./м².

1.6. Остров Ломнишный

На литорали о. Ломнишный для промывки также использовали сито с диаметром ячеей 1 мм, моллюски длиной менее 1 мм в пробах отсутствовали. На данном участке численность маком оставалась относительно стабильной в течении всего периода исследований ($Kruskal - Wallis \chi^2 = 9,9, p - value = 0,077$) и в среднем составляла 638 (12) экз./м². Некоторое увеличение численности было отмечено в 2008 году (численность составляла 1530 (19) экз./м²).

1.7. Дальний пляж губы Дальнезеленецкая

На данном участке использовали для промывки сито с диаметром ячеей 1 мм и особи длиной менее 1 мм в пробах отмечены не были. В течении всего периода времени плотность поселения *Macoma balthica* не превышала 100 экз./м² (3). В 2003 году произошло уменьшение обилия маком (с 51 (12) до 24 (26) экз./м², критерий Манна-Уитни $W = 943, p - value = 0,0007$), после чего численность снова увеличилась ($W = 2163,5, p - value = 0,0055$), и в 2004 – 2006 оставалась относительно стабильной (в среднем 39 (1) экз./м²). В 2007 году численность еще увеличилась относительно предыдущего периода ($W = 1319, p - value = 4,5 \times 10^{-8}$) и оставалась стабильной к 2008 году ($W = 516,5, p - value = 0,76$) и достигла уровня, максимального для всего периода (71 (0,9) экз./м²).

В качестве точки сравнения использовали количественные данные из статьи ?? (3). Плотность поселения *Macoma balthica* на Дальнем пляже в 1973 году была сравнима с таковой в 2002 – 2006 годах (5).

годы сравнения	W	$p - value$	достоверность различий
1973 – 2002	31,5	0,08	*
1973 – 2003	80,5	0,86	
1973 – 2004 : 2006	214	0,44	
1973 – 2007 : 2008	22 0,0048	**	

Примечание: W - значение критерия Вилкоксона, достоверность различий *** — $p < 0,001$; ** — $p < 0,05$;

* — $p < 0,1$.

Таблица 6. Сравнение численности *Macoma balthica* на Дальнем пляже губы Дальнезеленецкой в 1973 году и 2002 – 2008.

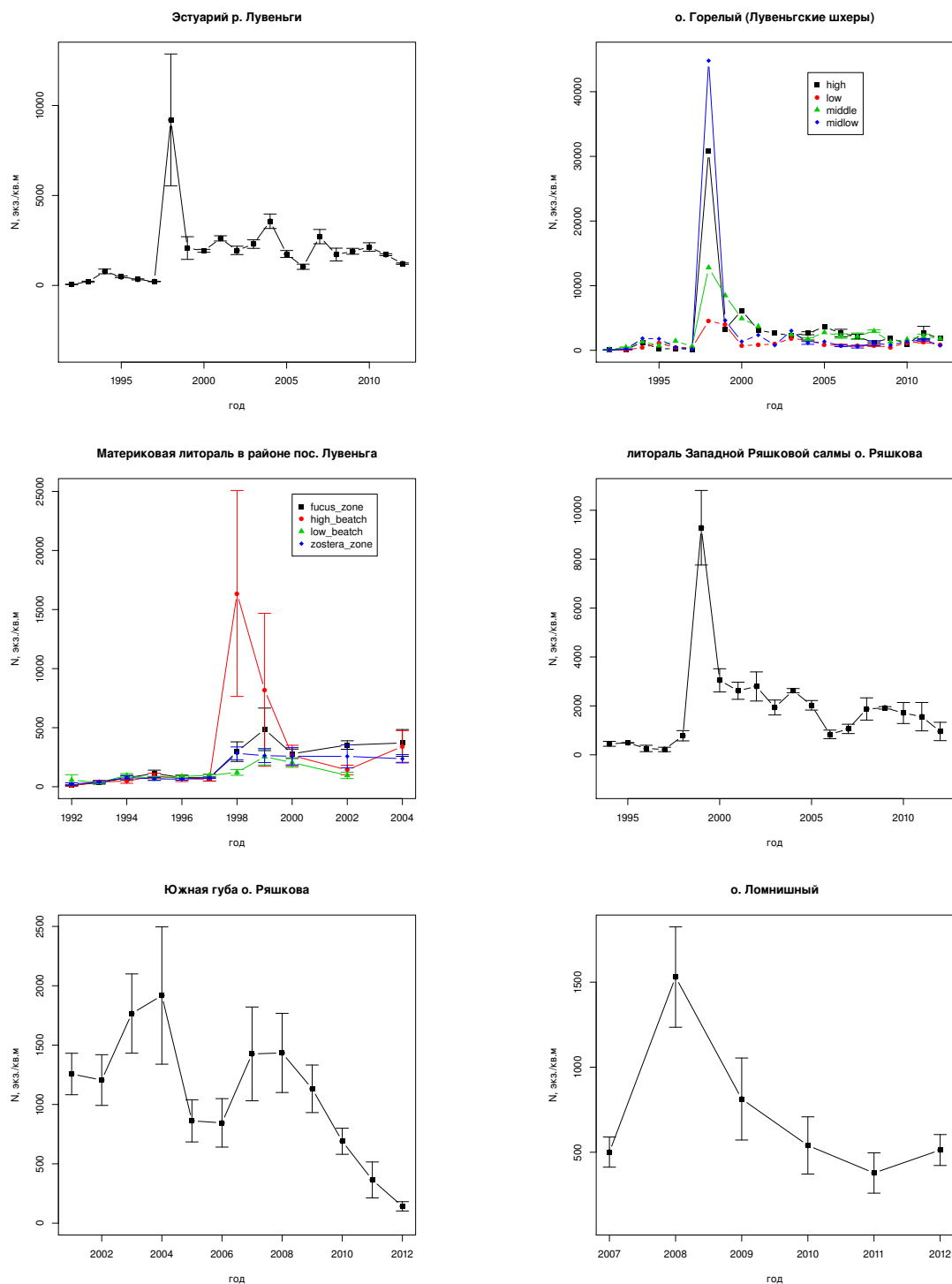


Рис. 1. Динамика плотности поселений *Macoma balthica* в вершине Кандалакшского залива

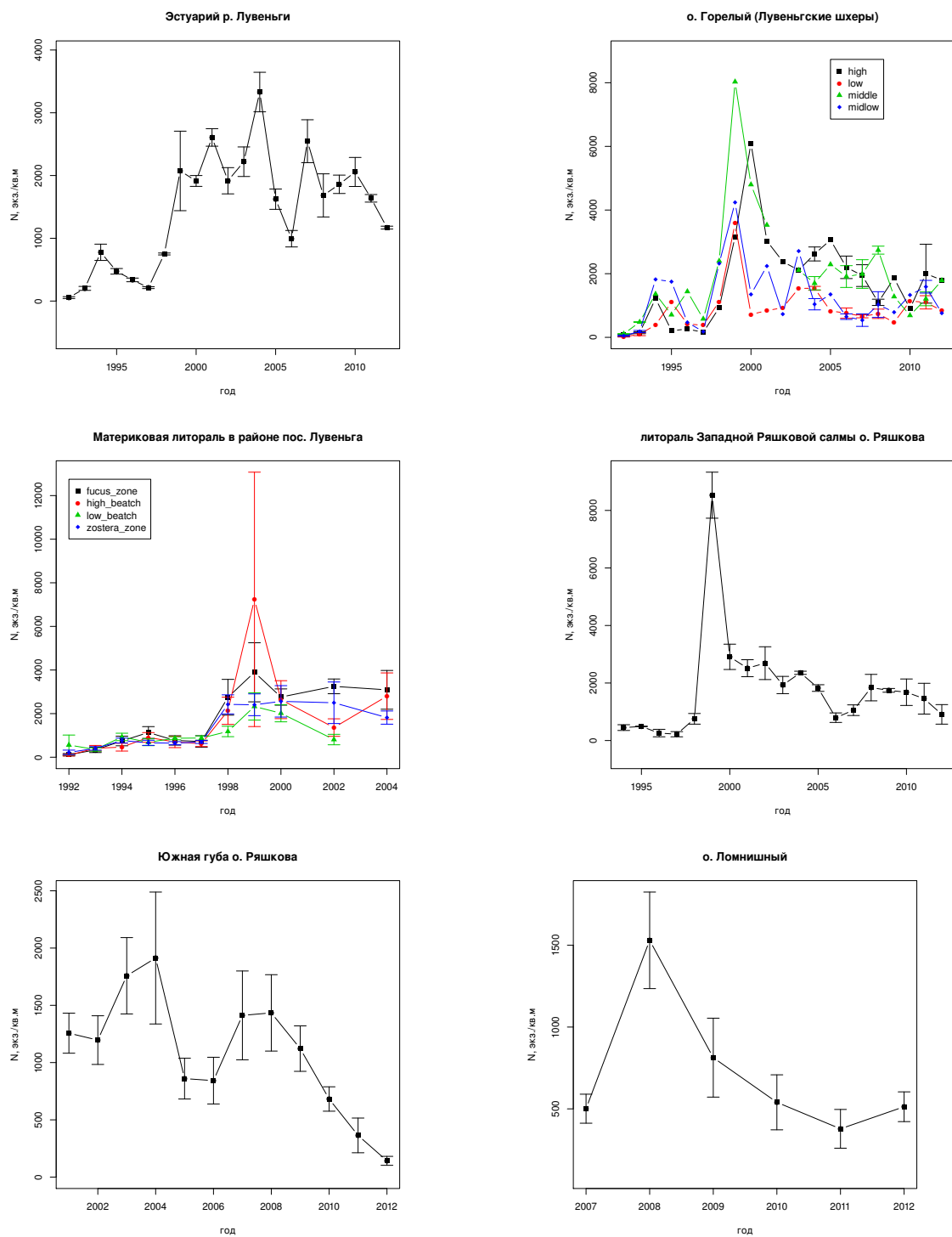


Рис. 2. Динамика численности *Macoma balthica* с длиной раковины более 1 мм в поселениях вершины Кандалакшского залива

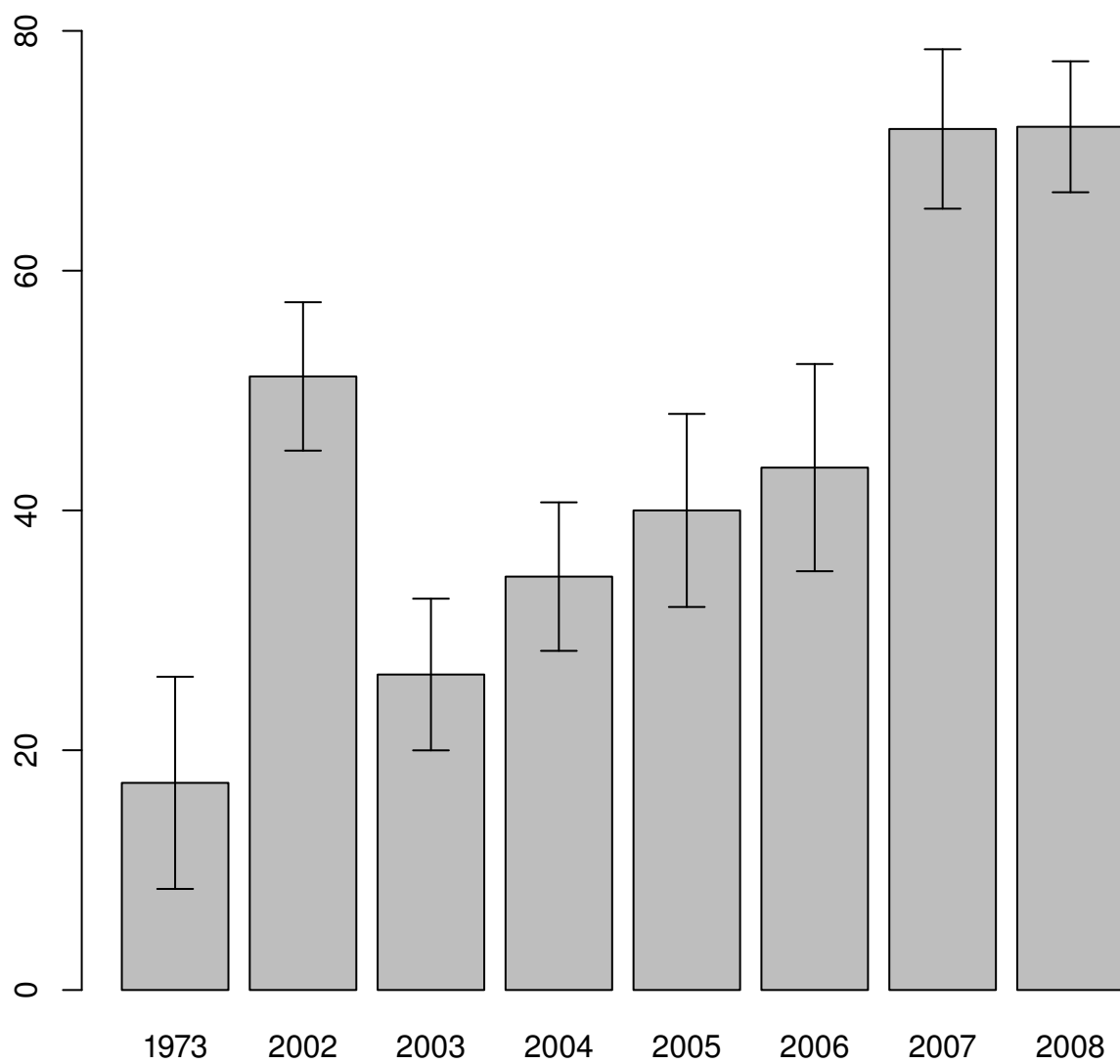


Рис. 3. Динамика плотности поселений *Macoma balthica* на литорали Дальнего пляжа г. Дальнезе-ленецкой (Баренцево море)

Примечание: по оси X —годы наблюдений, по оси Y —средняя плотность поселения, экз./м². Данные 1973 года взяты из статьи ??