

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, $W = 6, p - value = 4,5 \times 10^{-13}$).

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.

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. 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 (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.

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.

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 период 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

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

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 преды-

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

дущего 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).

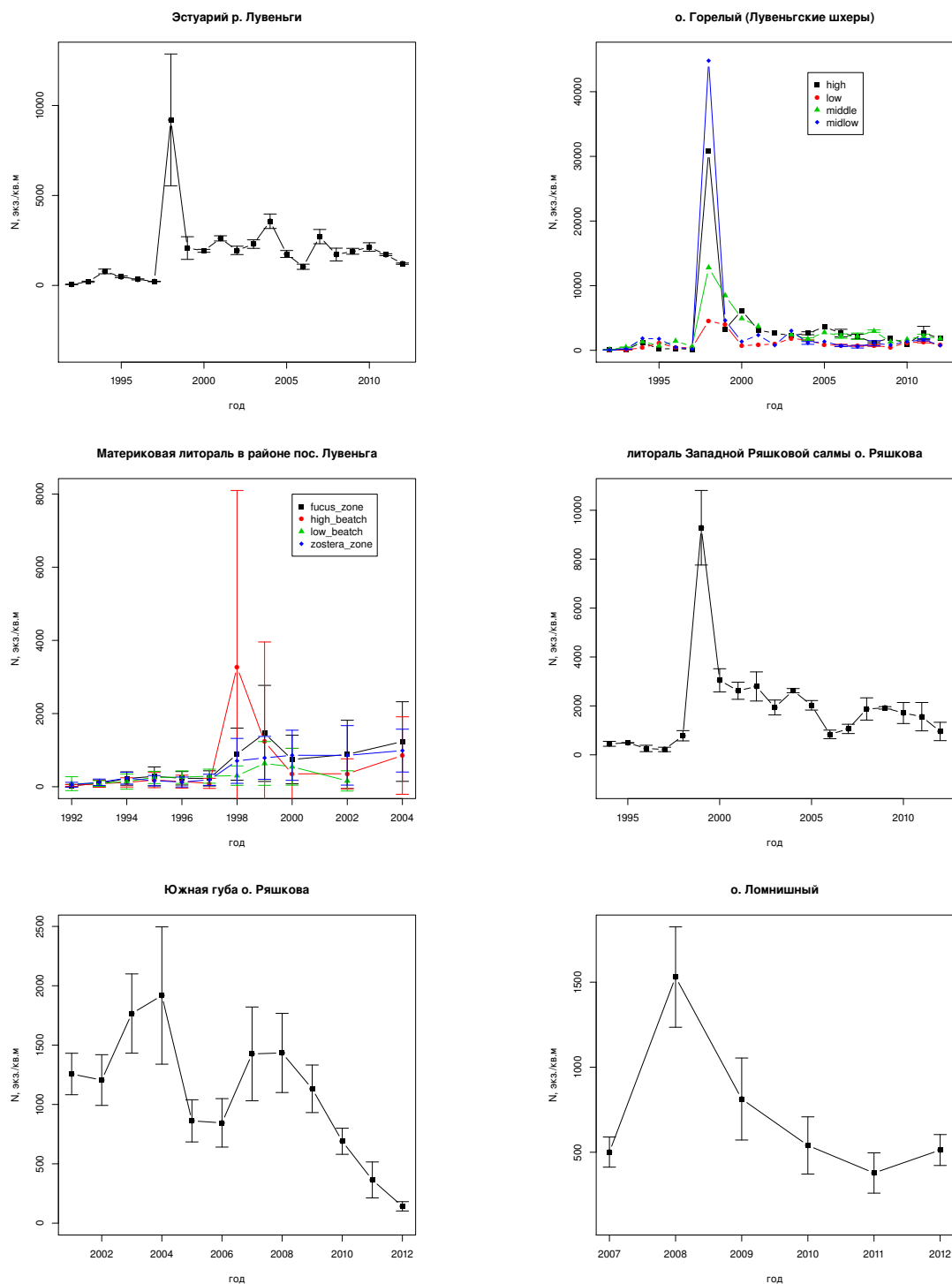


Рис. 1. Динамика плотности поселений *Macoma balthica* в вершине Кандалакшского залива

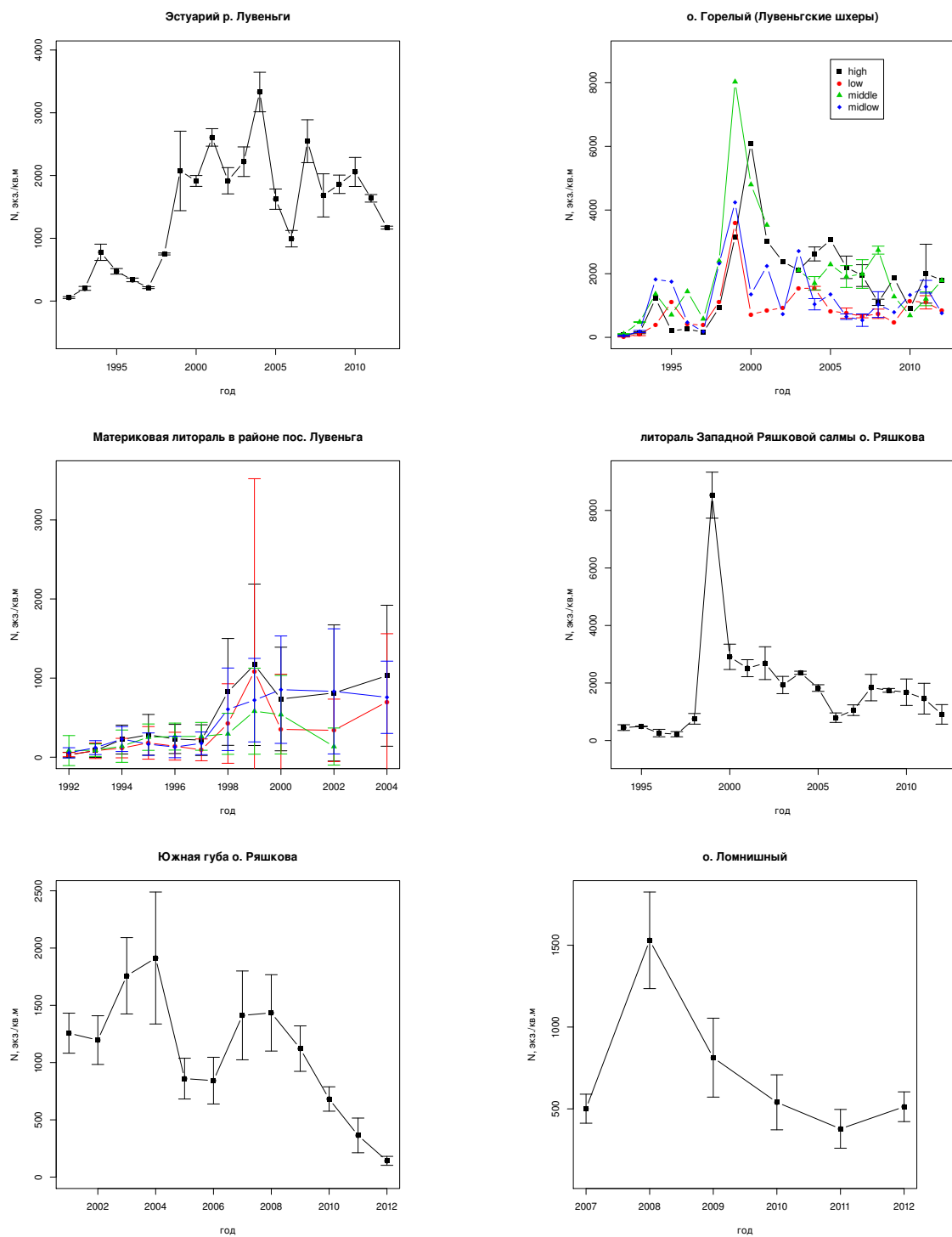


Рис. 2. Динамика численности *Macoma balthica* с длиной раковины более 1 мм в поселениях вершины Кандалакшского залива

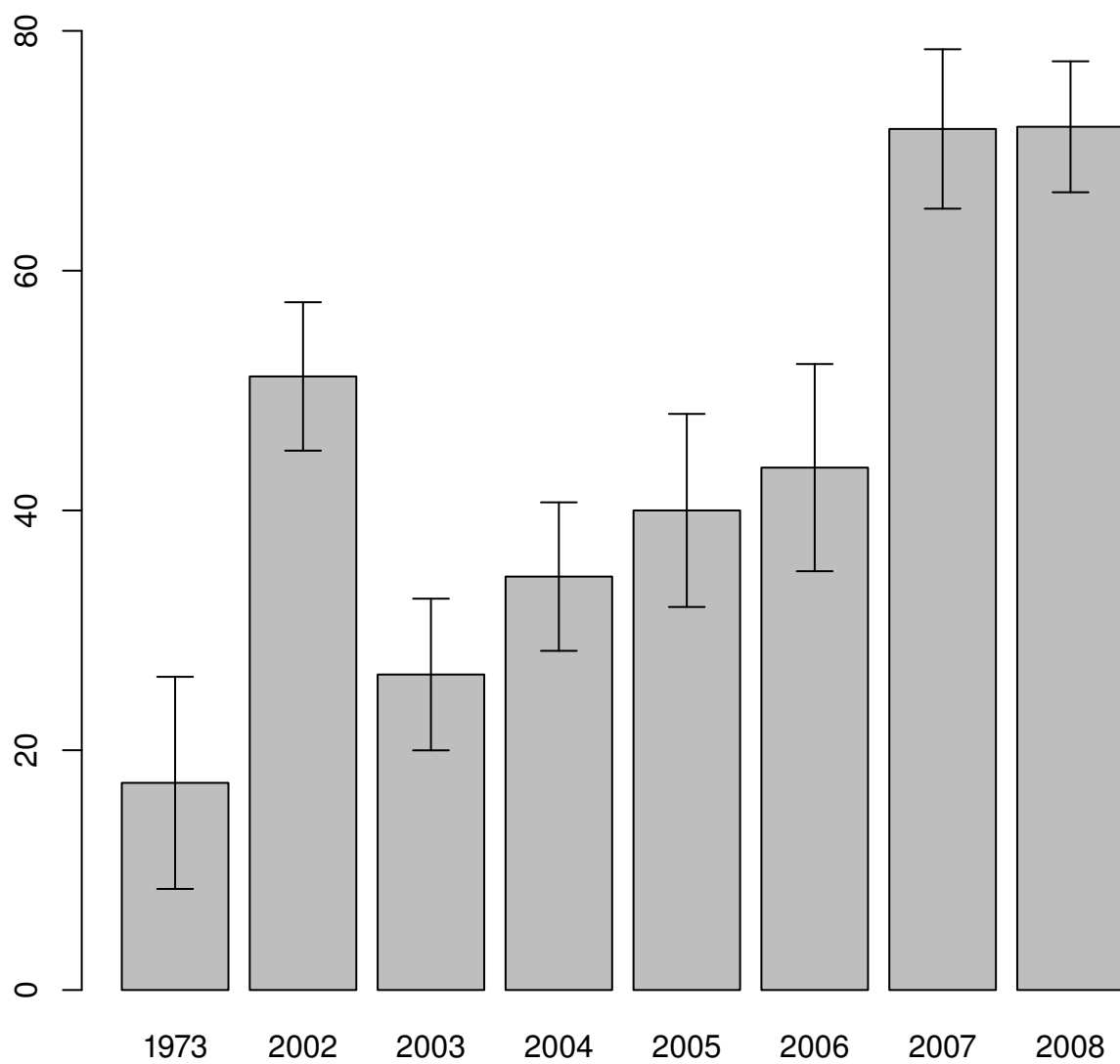


Рис. 3. Динамика плотности поселений *Macoma balthica* на литорали Дальнего пляжа г. Дальнезе-ленецкой (Баренцево море)

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