

# 1. Численность *Macoma balthica*

## 1.1. Белое море

Данные по обилию маком в Кандалакшском заливе Белого моря получены для 10 участков, всего 140 пространственно-временных точек оценки. Средняя численность *M. balthica* была представлена в диапазоне от 10 (о. Горелый) до 8500 экз./м<sup>2</sup> (Западная Ряшкова салма) (табл. 1).

Таблица 1: Средняя численность *Macoma balthica* на различных участках Белого моря

Район	Участок	год	мареографи- ческий уровень	число повтор- ностей	пло- щадь учета	$N$ , экз./м <sup>2</sup>	$S_x$	$D$ , %
г. Чупа	б. Ключиха	2006	СГЛ	10	1/20	444	53,7	12
		2006	НГЛ	10	1/20	362	26,4	7
		2006	ВСЛ	10	1/20	1136	55,4	5
	Сухая салма	2006	СГЛ	10 и	2/20	1165	169,3	15
		2006	НГЛ	5	1/20	1132	82,6	7
		2006	НГЛ, пояс зо- стеры	5	1/20	992	174,4	18
	б. Лисья	2006	СГЛ	10	1/20	1346	209,8	16
		2006	НГЛ	10	1/20	2832	277,8	10
		2006	ВСЛ	10	1/20	1006	159,8	16
	пр. Подпахта	2006	СГЛ	10	1/20	688	145,2	21
		2006	НГЛ	10	1/20	372	57,9	16
Лувеньга	материковая лито- раль, Лувеньга	1992	верхний пляж	7	1/30	94	35,5	38
			пояс фукои- дов	5	1/30	114	55,6	49
			пояс зостеры	5	1/30	222	103,3	47
			нижний пляж	3	1/30	560	457,1	82
		1993	верхний пляж	4	1/30	413	127,5	31
			пояс фукои- дов	5	1/30	336	120,9	36
		продолжение таблицы 1 на следующей странице						

продолжение таблицы 1									
Район	Участок	год	мареографи- ческий уровень	число повтор- ностей	пло- щадь учета	$N$ , экз./м <sup>2</sup>	$S_x$	$D$ , %	
			пояс zostеры	6	1/30	405	80,0	20	
			нижний пляж	5	1/30	354	77,3	22	
		1994	верхний пляж	5	1/30	462	179,1	39	
			пояс фукои- дов	6	1/30	745	220,6	30	
			пояс zostеры	6	1/30	765	112,7	15	
			нижний пляж	3	1/30	930	170,6	18	
			1995	верхний пляж	4	1/30	908	222,3	24
				пояс фукои- дов	5	1/30	1134	269,7	24
		пояс zostеры		5	1/30	660	117,7	18	
		нижний пляж		6	1/30	685	154,8	23	
		1996	верхний пляж	4	1/30	698	257,0	37	
			пояс фукои- дов	6	1/30	770	214,9	28	
			пояс zostеры	4	1/30	645	71,9	11	
			нижний пляж	6	1/30	870	68,8	8	
		1997	верхний пляж	3	1/30	620	130,0	21	
			пояс фукои- дов	6	1/30	720	265,6	37	
			пояс zostеры	5	1/30	702	70,7	10	
			нижний пляж	6	1/30	880	97,0	11	
		1998	верхний пляж	4	1/30	2130	623,9	29	
		продолжение таблицы 1 на следующей странице							

продолжение таблицы 1								
Район	Участок	год	мареографи- ческий уровень	число повтор- ностей	пло- щадь учета	$N$ , экз./м <sup>2</sup>	$S_x$	$D$ , %
			пояс фукои- дов	6	1/30	2750	820,0	30
			пояс зостеры	5	1/30	2424	437,1	18
			нижний пляж	5	1/30	1182	239,0	20
		1999	верхний пляж	3	1/30	7240	5833,7	81
			пояс фукои- дов	6	1/30	3895	1354,6	35
			пояс зостеры	6	1/30	2405	498,8	21
			нижний пляж	5	1/30	2328	623,8	27
		2000	верхний пляж	2	1/30	2640	870,0	33
			пояс фукои- дов	4	1/30	2760	373,1	14
			пояс зостеры	5	1/30	2562	721,0	28
			нижний пляж	4	1/30	2018	394,3	20
		2002	верхний пляж	3	1/30	1360	401,5	30
			пояс фукои- дов	3	1/30	3250	337,8	10
			пояс зостеры	4	1/30	2498	952,6	38
			нижний пляж	2	1/30	810	240,0	30
		2004	верхний пляж	3	1/30	2800	1066,6	38
			пояс фукои- дов	4	1/30	3090	889,0	29
			пояс зостеры	5	1/30	1818	302,6	17
	о. Горелый	1992	ВГЛ	7	1/30	73	23,7	32
			СГЛ	5	1/30	108	9,7	9
продолжение таблицы 1 на следующей странице								

продолжение таблицы 1									
Район	Участок	год	мареографи- ческий уровень	число повтор- ностей	пло- щадь учета	N, экз./м <sup>2</sup>	S <sub>x</sub>	D, %	
			НГЛ	2	1/30	50	20,0	40	
			ноль глубин	3	1/30	13	3,3	25	
		1993	ВГЛ	3	1/30	143	29,1	20	
			СГЛ	3	1/30	480	11,5	2	
			НГЛ	4	1/30	183	34,5	19	
			ноль глубин	3	1/30	97	43,7	45	
		2004	ВГЛ	3	1/30	2620	219,3	8	
			СГЛ	3	1/30	1700	208,8	12	
			НГЛ	3	1/30	1040	176,9	17	
			ноль глубин	3	1/30	1540	60,8	4	
		2006	ВГЛ	3	1/30	2200	353,4	16	
			СГЛ	3	1/30	1910	342,2	18	
			НГЛ	3	1/30	650	87,2	13	
			ноль глубин	3	1/30	760	160,9	21	
		2007	ВГЛ	3	1/30	1940	341,8	18	
			СГЛ	3	1/30	1990	449,8	23	
			НГЛ	3	1/30	540	195,2	36	
			ноль глубин	3	1/30	660	45,8	7	
		2008	ВГЛ	3	1/30	1100	98,5	9	
			СГЛ	3	1/30	2740	125,3	5	
			НГЛ	3	1/30	1030	404,5	39	
			ноль глубин	3	1/30	740	147,3	20	
		2011	ВГЛ	3	1/30	2000	926,0	46	
			СГЛ	3	1/30	1210	216,6	18	
			НГЛ	3	1/30	1590	199,7	13	
			ноль глубин	3	1/30	1100	208,8	19	
		Эстуарий р. Лувень- ги	1992	НГЛ	6	1/30	55	14,8	27
			1993	НГЛ	6	1/30	202	31,3	16
			1994	НГЛ	3 и	3/30	777	129,9	17
			1995	НГЛ	3 и	3/30	473	44,8	9
	1996		НГЛ	3 и	3/30	337	29,1	9	
	1997		НГЛ	3 и	3/30	213	14,5	7	
продолжение таблицы 1 на следующей странице									

продолжение таблицы 1								
Район	Участок	год	мареографи- ческий уровень	число повтор- ностей	пло- щадь учета	$N$ , экз./м <sup>2</sup>	$S_x$	$D$ , %
		1998	НГЛ	3 и	3/30	750	15,3	2
		1999	НГЛ	3 и	3/30	2073	633,3	31
		2000	НГЛ	3 и	3/30	1913	86,5	5
		2001	НГЛ	3 и	3/30	2607	139,6	5
		2002	НГЛ	3 и	3/30	1917	209,0	11
		2003	НГЛ	3 и	3/30	2220	235,4	11
		2004	НГЛ	3 и	3/30	3330	315,0	9
		2005	НГЛ	3 и	3/30	1623	161,8	10
		2006	НГЛ	3 и	3/30	993	131,3	13
		2007	НГЛ	9	1/30	2547	341,8	13
		2008	НГЛ	3 и	3/30	1683	343,5	20
		2009	НГЛ	3 и	3/30	1860	146,4	8
		2010	НГЛ	3 и	3/30	2057	231,5	11
		2011	НГЛ	9	1/30	1637	60,2	4
		2012	НГЛ	3 и	3/30	1170	23,1	2
Северный архипелаг	Западная Ряшкова салма	1994	СГЛ	2 и	3/30	450	100,0	22
		1995	СГЛ	2 и	3/30	490	10,0	2
		1996	СГЛ	2 и	3/30	260	130,0	50
		1997	СГЛ	2 и	3/30	220	90,0	41
		1998	СГЛ	2 и	3/30	755	185,0	25
		1999	СГЛ	2 и	3/30	8530	800,0	9
		2000	СГЛ	2 и	3/30	2910	440,0	15
		2001	СГЛ	2 и	3/30	2515	295,0	12
		2002	СГЛ	2 и	3/30	2690	570,0	21
		2003	СГЛ	2 и	3/30	1930	300,0	16
		2004	СГЛ	2 и	3/30	2355	55,0	2
		2005	СГЛ	2 и	3/30	1825	115,0	6
		2006	СГЛ	2 и	3/30	795	165,0	21
		2007	СГЛ	2 и	3/30	1055	185,0	18
		2008	СГЛ	2 и	3/30	1840	460,0	25
2009	СГЛ	2 и	3/30	1745	65,0	4		
2010	СГЛ	2 и	3/30	1680	460,0	27		
продолжение таблицы 1 на следующей странице								

продолжение таблицы 1								
Район	Участок	год	мареографи- ческий уровень	число повтор- ностей	пло- щадь учета	$N$ , экз./м <sup>2</sup>	$S_x$	$D$ , %
		2011	СГЛ	2 и	3/30	1455	535,0	37
		2012	СГЛ	2 и	3/30	910	340,0	37
	Южная губа о. Ряш- кова	2001	ноль глубин	9	1/30	1257	174,8	14
		2002	ноль глубин	16	1/30	1196	212,5	18
		2003	ноль глубин	15	1/30	1758	333,3	19
		2004	ноль глубин	13	1/30	1913	576,0	30
		2005	ноль глубин	15	1/30	860	178,0	21
		2006	ноль глубин	12	1/30	843	203,9	24
		2007	ноль глубин	15	1/30	1412	387,8	27
		2008	ноль глубин	10	1/30	1434	333,4	23
		2009	ноль глубин	15	1/30	1122	198,5	18
		2010	ноль глубин	15	1/30	682	106,5	16
		2011	ноль глубин	15	1/30	364	151,5	42
		2012	ноль глубин	15	1/30	142	39,1	28
	о. Ломнишный	2007	ноль глубин	10	1/30	501	88,7	18
		2008	ноль глубин	5	1/30	1530	295,0	19
		2009	ноль глубин	10	1/30	813	241,1	30
		2010	ноль глубин	10	1/30	540	168,1	31
		2011	ноль глубин	10	1/30	378	118,4	31
		2012	ноль глубин	10	1/30	513	90,9	18

Примечания: градации мареографического уровня: ВГЛ — верхний горизонт литорали, СГЛ — средний го-  
ризонт литорали, НГЛ — нижний горидонт литорали, ВСЛ — верхняя сублитораль.

$N$ , экз./м<sup>2</sup> — средняя численность *M. balthica*.  $S_x$  — ошибка среднего.  $D$ , % — точность учета.

В обозначении числа повторностей индекс "и" означает интегральную пробу, в этом случае в графе площадь  
учета указано сколько проб какой площади объединялись в одну.

Однако экстремально высокие численности — более 2800 экз./м<sup>2</sup> — встречаются еди-  
нично, всего 8 наблюдений из 140 (рис. 1). Наиболее часто встречаются поселения со сред-  
ней численностью 700 – 800 экз./м<sup>2</sup>. Отдельные районы Кандалакшского залива Белого  
моря не отличались по средней численности маком (*Kruskal – Wallis*  $\chi^2 = 5, 6, p = 0, 2$ ).  
При сравнении средних обилий маком на разных участках в пределах одного горизонта  
не показало достоверных отличий (табл. 2). Сравнение средних численностей на разных

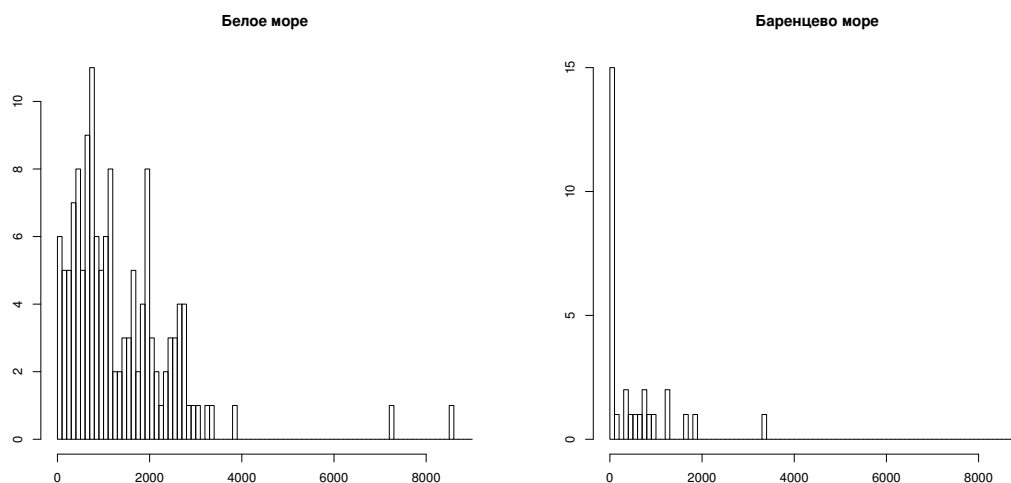


Рис. 1. Частота встречаемости поселений с различным обилием *Macoma balthica*

Примечание: по оси  $X$  — средняя численность *Macoma balthica*, экз./м<sup>2</sup> (шаг — 100 экз./м<sup>2</sup>), по оси  $Y$  — частота встречаемости

горизонтах в пределах одного участка показало различные результаты (3). Для участков в Сухой салме, проливе Подпахта, материковой литорали в Лувеньге варьирование численности между пробами перекрывало варьирование между горизонтами литорали. При этом для участков в бухтах Ключиха и Лисья и на о. Горелом Лувеньгских шхер было показано достоверное влияние мареографического уровня на обилие маком. Интересно отметить, что в бухте Ключиха численность маком на нижнем и среднем горизонтах литорали не отличается (403 (7) экз./м<sup>2</sup>), но в сублиторали она значительно выше (1136 (5) экз./м<sup>2</sup>). В бухте Лисья ситуация отличается, обилие маком на нижнем горизонте достоверно выше (2832 (10) экз./м<sup>2</sup>), чем в среднем и в сублиторали (1346 (16) и 1006 (16) экз./м<sup>2</sup>, соответственно).

## 1.2. Баренцево море

В Баренцевом море данные по обилию маком были получены для 12 участков Мурманского побережья. Минимальная средняя численность составляла 30 экз./м<sup>2</sup> (г. Дальнезеленецкая), что сравнимо с показателями для Белого моря. Максимальная средняя численность была значительно меньше, чем беломорская — 3350 экз./м<sup>2</sup> (Абрам-мыс) (табл. 4).

Таблица 2. Сравнение среднего обилия *M. balthica* в пределах одного мареографического уровня в Белом море

мареографи- ческий уровень	<i>Kruskal</i> — <i>Wallis</i> $\chi^2$	<i>df</i>	<i>p</i>
СГЛ	2, 7	5	0, 7
НГЛ	5, 8	4	0, 2
ноль глубин	0, 16	1	0, 7
ВСЛ	1	1	0, 3

Примечания: градации мареографического уровня: ВГЛ —верхний горизонт литорали, СГЛ —средний горизонт литорали, НГЛ —нижний горизонт литорали, ВСЛ —верхняя сублитораль

Таблица 4: Средняя численность *Macoma balthica* на различных участках Баренцева моря

Район	Участок	год	мареографи- ческий уровень	число повтор- ностей	пло- щадь учета	$N$ , экз./м <sup>2</sup>	$S_x$	$D$ , %
Западный Мурман	Ура-губа	2005	СГЛ	3	1/30	1267	288,8	23
	Печенга	2005	СГЛ	3	1/30	767	218,6	29
Кольский За- лив	Северное Нагорное	2005	СГЛ	2	1/30	390	90,0	23
	Абрам-мыс	2005	СГЛ	2	1/30	3350	520,0	16
		2008	СГЛ	5	1/20	540	208,5	39
			НГЛ	5	1/20	1804	78,6	4
	Ретинское	2005	СГЛ	2	1/30	660	300,0	45
	Пала-губа	2007	СГЛ	16	1/30	936	76,4	8
		2007 осень	НГЛ	36	1/30	790	61,7	8
		2008 зима	НГЛ	11	1/20	864	154,4	18
		2008	НГЛ	10	1/30	1644	192,5	12
Восточный Мурман	Гаврилово	2008	СГЛ	5	1/30	138	20,3	15
		2008	НГЛ	5	1/30	24	11,2	47
продолжение таблицы 4 на следующей странице								



продолжение таблицы 4								
Район	Участок	год	мареографи- ческий уровень	число повтор- ностей	пло- щадь учета	$N$ , экз./м <sup>2</sup>	$S_x$	$D$ , %
	Ярнышная	2007	СГЛ	36	1/30	70	9,6	14
		2008	ВГЛ	5	1/30	414	47,8	12
			НГЛ	5	1/30	387	109,1	28
	Дальнезеленецкая	2002	СГЛ	43	1/30	52	7,0	13
		2003	СГЛ	48	1/30	34	6,6	20
		2004	СГЛ	44	1/30	32	5,3	16
		2005	СГЛ	30	1/30	30	4,5	15
		2006	СГЛ	28	1/30	39	6,0	16
		2007	СГЛ	33	1/30	72	6,6	9
		2008	СГЛ	72	1/30	72	5,5	8
			ВГЛ	10	1/30	30	8,9	30
			НГЛ	5	1/30	42	7,3	17
	Шельпино	2008	СГЛ	5	1/30	54	11,2	21
			ВГЛ	5	1/30	36	17,5	49
	Порчниха	2007	СГЛ	32	1/30	87	10,8	12
		2008	СГЛ	5	1/30	60	13,4	22
	Ивановская	2008	ВСЛ	5	1/20	1208	72,8	6

Примечания: градации мареографического уровня: ВГЛ — верхний горизонт литорали, СГЛ — средний горизонт литорали, НГЛ — нижний горизонт литорали, ВСЛ — верхняя сублитораль.

$N$ , экз./м<sup>2</sup> — средняя численность *M. balthica*.  $S_x$  — ошибка среднего.  $D$ , % — точность учета.

В обозначении числа повторностей индекс "и" означает интегральную пробу, в этом случае в графе площадь учета указано сколько проб какой площади объединялись в одну.

Среди исследованных, наиболее часто встречались поселения со средним обилием менее 100 экз./м<sup>2</sup> (рис. 2).

Важно отметить, что для Мурманского побережья Баренцева моря показаны различия между отдельными районами: Западным, Восточным Мурманом и Кольским заливом. Это подтверждается нашими данными (рис. 2) по размаху варьирования среднего обилия в пределах районов ( $Kruskal - Wallis \chi^2 = 17,6, p = 0,00015$ ). На литорали Восточного Мурмана численность *M. balthica* в основном не превышала 100 экз./м<sup>2</sup>. Единственное исключение — литораль губы Ярнышная, где численность маком достигала 410 (12) экз./м<sup>2</sup>. Между тем, на единственном участке, где были учеты в сублиторали, в губе Ивановской,

Таблица 3. Сравнение обилия *M. balthica* в поселениях на разном мареографическом уровне в Белом море

участок	<i>Kruskal</i> – <i>Wallis</i> $\chi^2$	<i>df</i>	<i>p</i>	
Ключиха	19,7	2	$5,2 \times 10^{-05}$	***
Ключиха (только литораль)	1,1	1	0,31	
Сухая	0,0057	1	0,94	
Лисья	17,5	2	0,00016	***
Лисья (только литораль)	11,06	1	0,00088	***
Подпахта	2,3	1	0,13	
Горелый	10,2	3	0,01658	**
материк, Лувеньга	2,4	3	0,50	

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

численность на порядок выше, чем ее значения на литорали Восточного мурмана, и составляет 1200 экз./м<sup>2</sup>. В Кольском заливе минимальные значения обилия были отмечены на литорали в районе Северного Нагорного (390 (23) экз./м<sup>2</sup>). Максимальных значений численности как для региона, так и для всей исследованной части Мурманского побережья, достигали поселения маком на учатске в районе Абрам-мысса (3350 (16) экз./м<sup>2</sup>). На Западном Мурмане обилие флуктуировало вокруг 1000 экз./м<sup>2</sup>.

При сравнении численности маком на различных мареографических уровнях различия между горизонтами литорали были показаны для губ Гаврилово и Ярнышная (табл. 5). В Гаврилово средняя численность *M. balthica* в среднем горизонте литорали превышала аналогичные значения для нижнего горизонта на порядок (138 (15) и 24 (47) экз./м<sup>2</sup>, соответственно. В губе Ярнышная численность маком в верхнем и нижнем горизонтах не различалась (414 (12) и 360 (43) экз./м<sup>2</sup>, соответственно), в то время как в среднем горизонте литорали она была значительно ниже (70 (14) экз./м<sup>2</sup>).

Таблица 5. Сравнение обилия *Macoma balthica* в поселениях на разном мареографическом уровне в Баренцевом море

Абрам-мыс	1, 5	1	0, 224	
Пала-губа	0, 4	1	0, 54	
Гаврилово	6, 9	1	0, 0084	***
Ярнышная	19, 4	2	$6, 09 \times 10^{-5}$	***
Дальнезеленецкая	1, 6	2	0, 45	
Шельпино	0, 7	1	0, 39	

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

### 1.3. Влияние состава грунта на численность *Macoma balthica*

Нет сомнений, что основной параметр, определяющий обилие маком — это доступные пищевые ресурсы. Косвенным показателем наличия пищевых ресурсов служит гранулометрический состав грунта и общее содержание органических веществ. Поэтому мы провели корреляционный анализ связи среднего обилия маком на участке с характеристиками грунта. В результате оказалось, что соотношение песчаных фракций различного размера влияет на обилие *M. balthica* (??).

При этом наблюдается достоверная отрицательная корреляция численности маком с долей крупного песка и положительная — с долей мелкого.

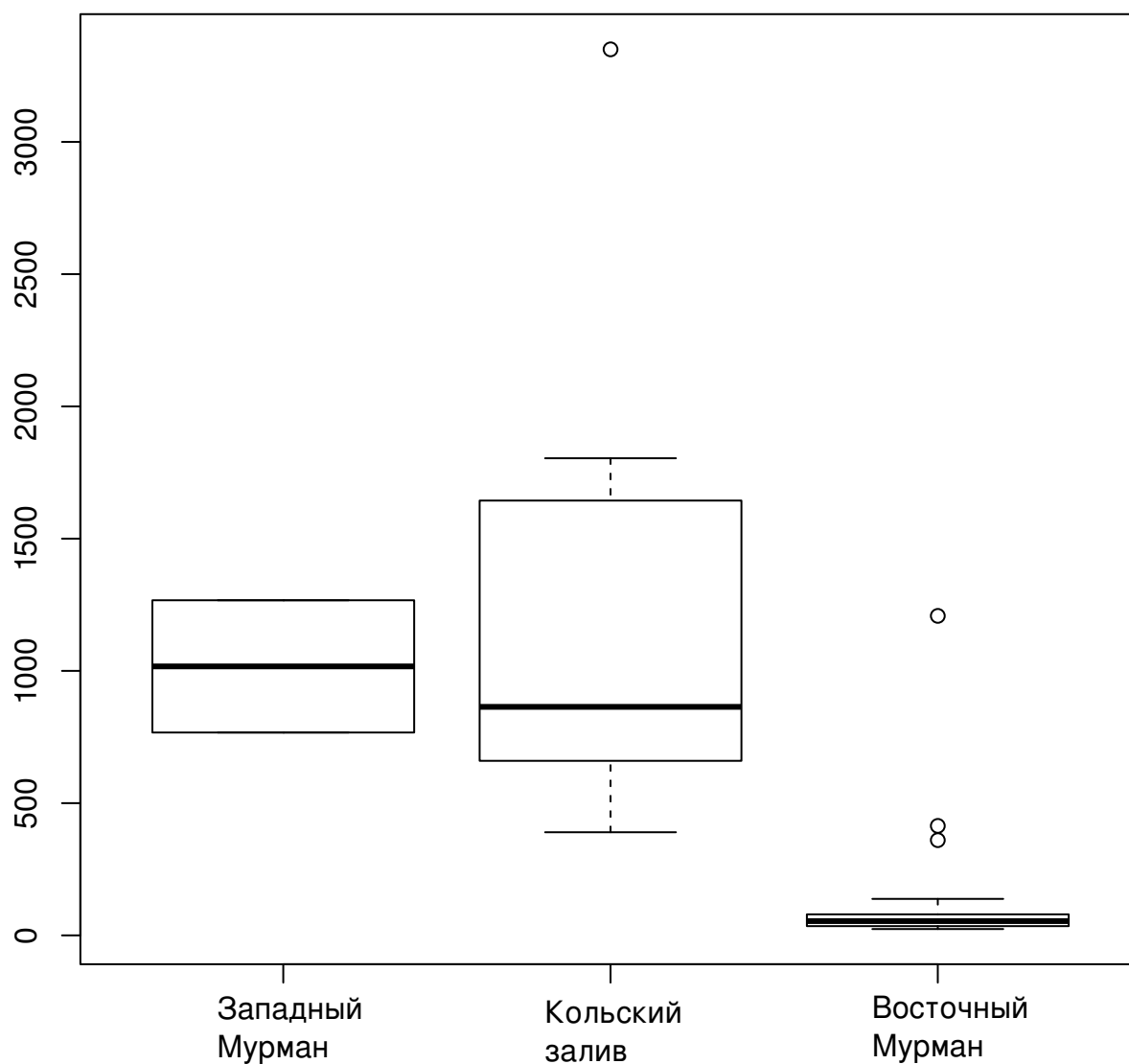


Рис. 2. Варьирование среднего обилия *Macoma balthica* в разных районах Мурманского побережья Баренцева моря

Примечание: По оси абсцисс —численность *M. balthica*, экз./м<sup>2</sup>.

На графике: жирная горизонтальная линия —медиана, границы "ящика" —1 и 3 квантили, "усы" —1,5 интерквартильного расстояния, точки - значения выпадающие за 1,5 интерквартильных расстояния