

The background of the slide is a photograph of a coastal town, likely in the Arctic region, during a sunset or sunrise. The sky is filled with soft, colorful clouds in shades of orange, pink, and purple. The sun is low on the horizon, casting a warm glow over the scene. In the foreground, there is a body of water reflecting the sky. In the middle ground, a town with several buildings is visible, nestled along the coast. The overall atmosphere is serene and picturesque.

# ОРГАНИЗАЦИЯ ПОСЕЛЕНИЙ *Macoma balthica* (Linnaeus, 1758) В ОСУШНОЙ ЗОНЕ БЕЛОГО И БАРЕНЦЕВА МОРЕЙ

София Александровна Назарова

Научный руководитель: д.б.н. Н. В. Максимович

Санкт-Петербургский государственный университет

Санкт-Петербург, 2016

Введение

Методы

Биотопы

Обилие

Динамика  
численности

Размерная  
структура

Линейный рост

Оседание

Выводы

Благодарности

## 2. Вид *Macoma balthica* (Linnaeus, 1758)

Общий вид особей



Типичные местообитания в Белом и Баренцевом море



Введение

Методы

Биотопы

Обилие

Динамика  
численности

Размерная  
структура

Линейный рост

Оседание

Выводы

Благодарности

### 3. Цели и задачи

**Цель.** Изучение организации поселений *Macoma balthica* в условиях осушной зоны Белого и Баренцева морей.

**Задачи.** Для этого были изучены следующие стороны организации поселений:

1. биотический и абиотический фон биотопов;
2. структурные характеристики поселений *M. balthica* (показатели обилия, размерная структура);
3. многолетняя динамика поселений *M. balthica*;
4. скорость линейного роста моллюсков;
5. режим формирования спата.

Введение

Методы

Биотопы

Обилие

Динамика  
численности

Размерная  
структура

Линейный рост

Оседание

Выводы

Благодарности

## 4. Положения, выносимые на защиту

1. На литорали Кандалакшского залива Белого моря и в Баренцевом море (Западный Мурман и Кольский залив) *Macoma balthica* формирует поселения, в которых плотность значительно варьирует во времени и может достигать нескольких тысяч экз./м<sup>2</sup>, но наиболее типичны поселения маком с плотностью в несколько сотен экз./м<sup>2</sup>. На литорали Восточного Мурман Баренцева моря вид не формирует плотных поселений, и значения данного показателя редко превышает 100 экз./м<sup>2</sup>.
2. Организация поселений *Macoma balthica* в условиях осушной зоны Белого и Баренцева морей не имеет принципиальных различий:
  - ▶ в типичном случае в многолетней динамике поселений сменяются мономодальный (преобладание молоди) и бимодальной (добавление второго модального класса — группы особей старшего возраста) типы размерной структуры;
  - ▶ как относительно редкое событие наблюдаются мономодальная структура поселений с ежегодным преобладанием молоди.
3. Характер динамики плотности поселений *Macoma balthica* определяется, в основном, неравномерностью уровня ежегодного пополнения их молодью. Беломорские поселения демонстрируют элементы синхронности процессов пополнения, что связано с влиянием температуры на выживаемость маком в первый год жизни (численность однолетних особей после холодных зим с устойчивым ледоставом оказывается относительно выше) и спецификой условий в локальном местообитании.
4. Скорость роста особей *Macoma balthica* в Белом и Баренцевом морях достоверно ниже, чем в других акваториях европейской части ареала вида. По характеру вариации средней скорости роста маком поселения Баренцева моря и Белого моря различий не имеют.

Введение

Методы

Биотопы

Обилие

Динамика  
численности

Размерная  
структура

Линейный рост

Оседание

Выводы

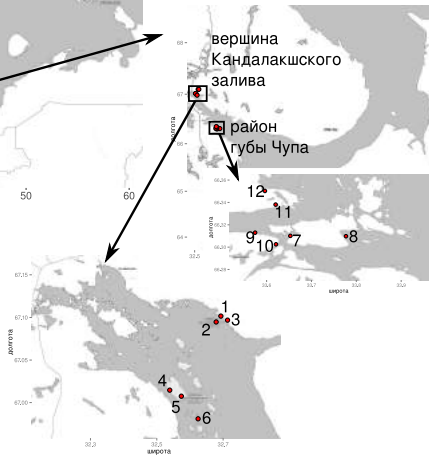
Благодарности

## 5. География исследований

### Баренцево море Мурманское побережье



### Белое море Кандалакшский залив



Введение

Методы

Биотопы

Обилие

Динамика  
численности

Размерная  
структура

Линейный рост

Оседание

Выводы

Благодарности

## 6. Материалы

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
1. Эстуарий <u>р. Лувеньги</u>								★	★	★	★	★	★	★	★	★					
2. о. Горелый								★	★	★	★	★	★	★	★	★					
3. Лувеньга, материк								★	★		★										
4. Западная <u>Ряшкова Салма</u>								★	★	★	★	★	★	★	★	★					
5. Южная г., о. <u>Ряшков</u>										★	★	★	★	★	★	★					
6. о. Большой <u>Ломнишний</u>																★					
7. Сухая салма, о. <u>Кереть</u>															★						
8. б. <u>Ключиха, о. Кереть</u>															★						
9. б. Лисья															★						
10. пролив <u>Подпахта, материк</u>															★						
13. г. <u>Гаврилово</u>																	★				
14. г. <u>Ярнышная</u>																	★				
15. г. <u>Дальне-Зеленецкая</u>															★	★	★				
16. г. <u>Шельпино</u>																	★				
17. г. <u>Порчиха</u>																	★				
18. г. <u>Ивановская</u>																	★				
19. <u>Абрам-мыс</u>																	★				
20. <u>Пала-губа</u>																★	★				
21. г. <u>Печенга</u>																					
22. <u>Ура-губа</u>																					
23. <u>Ретинское</u>																					
24. <u>Северное Нагорное</u>																					

Полевые сборы с участием автора отмечены звездой.

Цветовые обозначения районов: Красный — Керетский архипелаг, синий — Северный архипелаг, зеленый —

Лувеньгские шхеры, голубой — Кольский залив, фиолетовый — Восточный Мурман

Введение

Методы

Биотопы

Обилие

Динамика  
численности

Размерная  
структура

Линейный рост

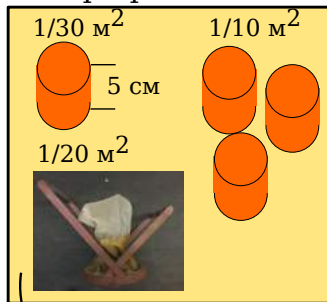
Оседание

Выводы

Благодарности

## 7. Методы

Отбор проб: 3-36 шт. (июль-август)



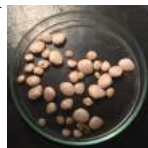
Промывка



сито 1 мм

Состав сопутствующей фауны

*Macoma balthica*




N, экз.  
В, г  
L max, мм  
L колец, мм

Структурные характеристики  
Динамика поселений  
Линейный рост

грунт



гранулометрический анализ  
содержание органических веществ

СПАТ:  = 0.5 см  $1/100 \text{ м}^2$  x 5 проб (сентябрь 2006)

Введение

Методы

Биотопы

Обилие

Динамика численности

Размерная структура

Линейный рост

Оседание

Выводы

Благодарности

## 8. Условия обитания *Masoma balthica* в Белом и Баренцевом морях

показатель	Белое море Кандалакшский залив	Мурманское жье	Баренцево море: побере- Кольский залив
ТЕМПЕРАТУРА ВОДЫ:			
min, °C	-0.5		3 – 5
max, °C	15 (до 20)		8 (до 18)
СОЛЕНОСТЬ:			
среднегодовая, ‰	23 – 25	34	28
min, ‰	10	28	2
продолжительность ледостава, мес.	5 – 6	0, припай в отдельных губах	

(По: Дерюгин, 1915; Гурьянова и др., 1928 – 1920; Кузнецов, 1960; Бабков, Голиков, 1984; Berger et al., 2003;

Кольский меридиан, 2014)

Введение

Методы

Биотопы

Обилие

Динамика  
численности

Размерная  
структура

Линейный рост

Оседание

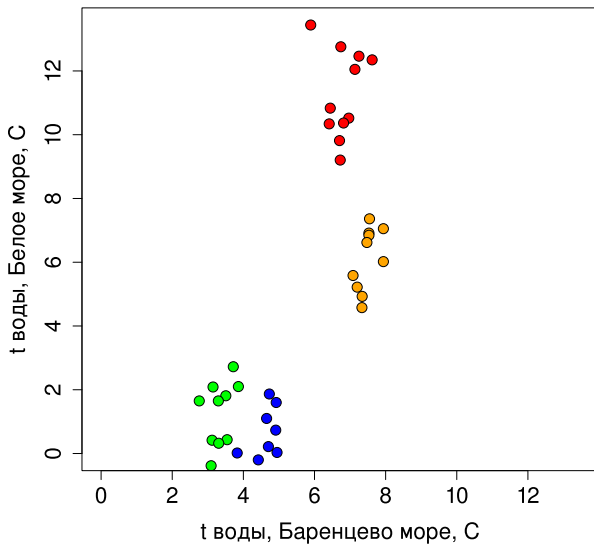
Выводы

Благодарности



## 9. Термические характеристики исследованных акваторий

(По: Berger et al., 2003; *Кольский меридиан*, 2014)



Введение

Методы

Биотопы

Обилие

Динамика  
численности

Размерная  
структура

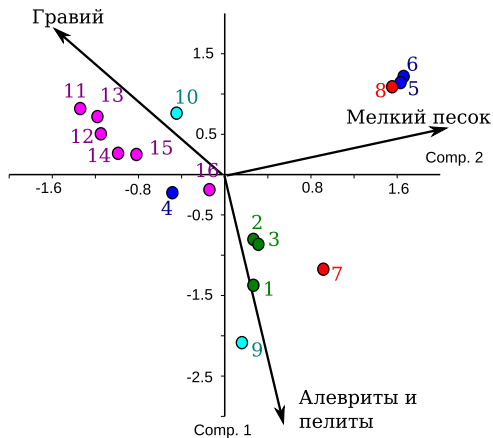
Линейный рост

Оседание

Выводы

Благодарности

## 10. Гранулометрический состав грунта в исследованных биотопах



Участки:

- 1 - Эстуарий р. Лувеньги
- 2 - о. Горелый
- 3 - материк, Лувеньги
- 4 - Западная Ряшкова Салма
- 5 - Южная губа о. Ряшкова
- 6 - о. Ломнишный
- 7 - Сухая Салма
- 8 - б. Ключиха
- 9 - Абрам-мыс
- 10 - Пала-губа
- 11 - Гаврилово
- 12 - Ярнышная
- 13 - Дальне-Зеленецкая
- 14 - Шельпино
- 15 - Порчниха
- 16 - Ивановская

Анализ главных компонент массовых долей фракций грунта с различным диаметром частиц

Цветовые обозначения районов: Красный — Керетский архипелаг, синий — Северный архипелаг, зеленый —

Лувеньгские шхеры, голубой — Кольский залив, фиолетовый — Восточный Мурман

Введение

Методы

Биотопы

Обилие

Динамика численности

Размерная структура

Линейный рост

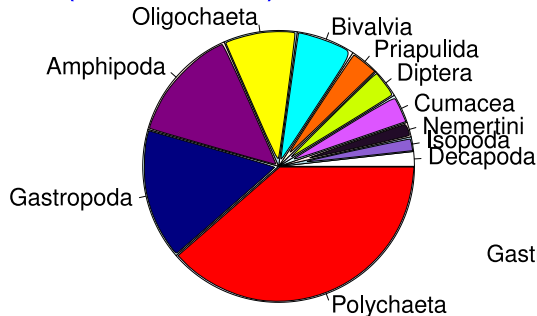
Оседание

Выводы

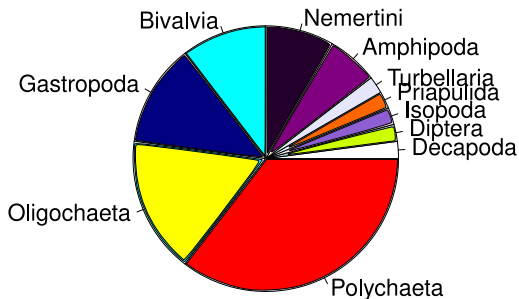
Благодарности

## 11. Совокупное таксономическое разнообразие в сообществах

### Белое море (57 таксонов)



### Баренцево море (48 таксонов)



Введение

Методы

Биотопы

Обилие

Динамика  
численности

Размерная  
структура

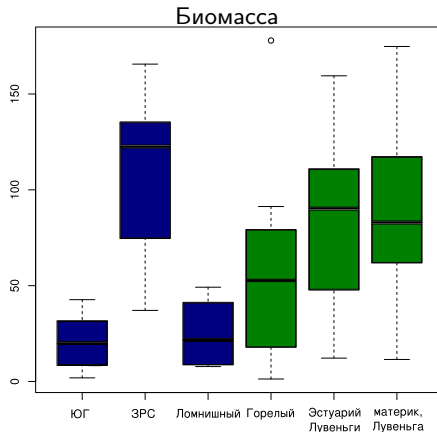
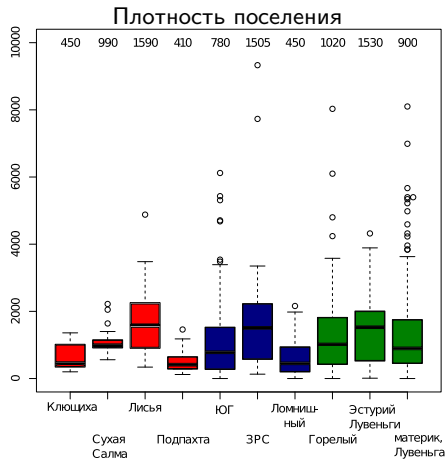
Линейный рост

Оседание

Выводы

Благодарности

## 12. Обилие *M. balthica* в Белом море



Районы: Керетский арх. — красный, Северный арх. — синий, Лувеньгские шхеры — зеленый.

Жирная горизонтальная линия — медианное значение показателя; границы «ящика» — 1 и 3 квартили; «усы» — 1,5 интерквартильного расстояния; точки — значения, выпадающие за 1,5 интерквартильных расстояния. Числа в верхней части графика — средние значения плотности поселений маком, экз./м<sup>2</sup>.

Введение

Методы

Биотопы

Обилие

Динамика  
численности

Размерная  
структура

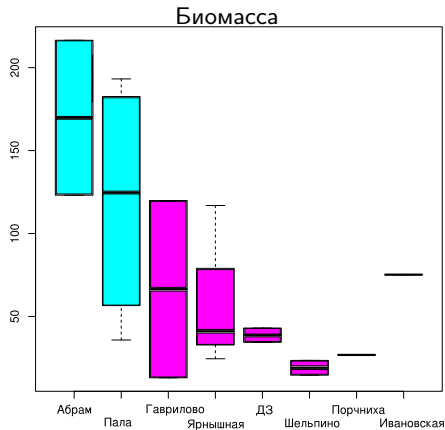
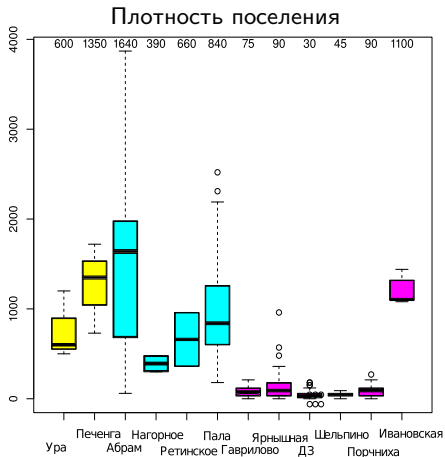
Линейный рост

Оседание

Выводы

Благодарности

# 13. Обилие *M. balthica* в Баренцевом море



Районы: Зап. Мурман — желтый, Кольский залив — голубой, Вост. Мурман — фиолетовый.

Жирная горизонтальная линия — медианное значение показателя; границы «ящика» — 1 и 3 квартили; «усы» — 1,5 интерквартильного расстояния; точки — значения, выпадающие за 1,5 интерквартильных расстояния. Числа в верхней части графика — средние значения плотности поселений макром, экз./м<sup>2</sup>.

Введение

Методы

Биотопы

Обилие

Динамика численности

Размерная структура

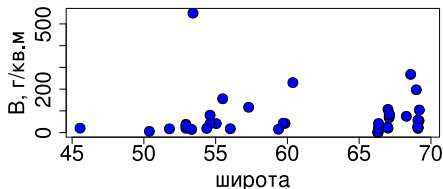
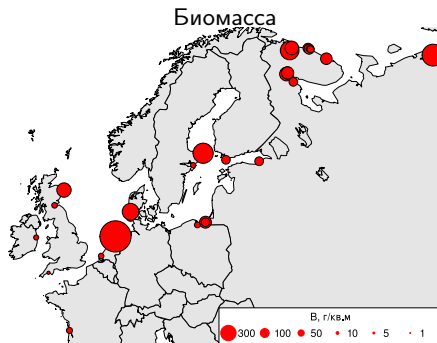
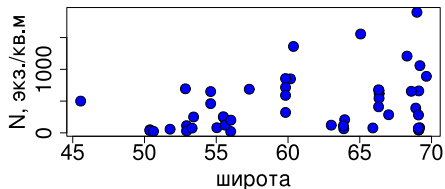
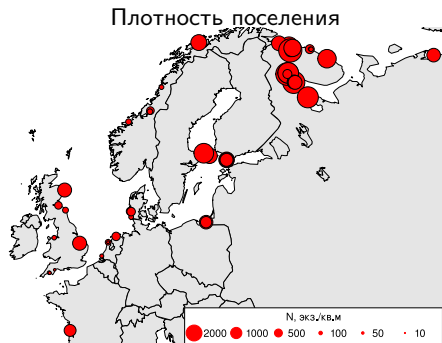
Линейный рост

Оседание

Выводы

Благодарности

## 14. Обилие *M. balthica* в европейской части ареала



Корреляция Спирмена:  $r_s = -0,43$ ,  $p < 0,001$ . Средние значения показателей пропорциональны площади круга на карте

Корреляция Спирмена:  $r_s = -0,3$ ,  $p < 0,06$ .

Введение

Методы

Биотопы

Обилие

Динамика  
численности

Размерная  
структура

Линейный рост

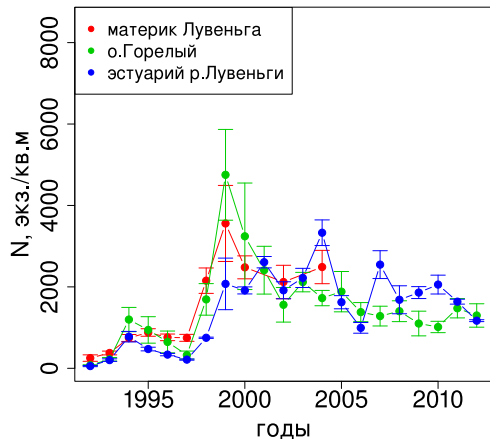
Оседание

Выводы

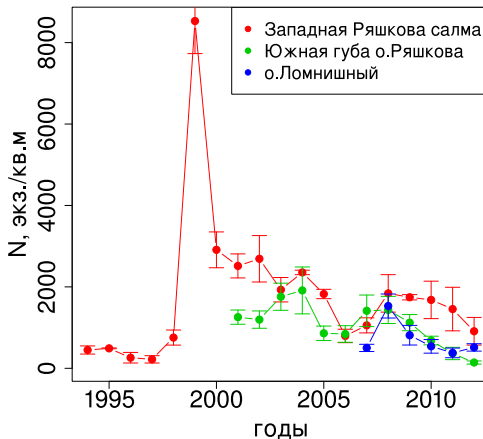
Благодарности

## 15. Динамика плотности поселений *M. balthica* в вершине Кандалакшского залива

### Лувеньгские шхеры



### Северный архипелаг



По оси ординат указана средняя плотность поселения без учета спата

Введение

Методы

Биотопы

Обилие

Динамика численности

Размерная структура

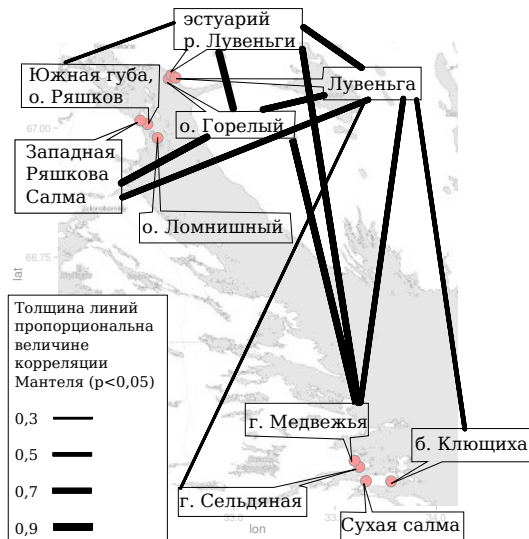
Линейный рост

Оседание

Выводы

Благодарности

## 16. Синхронность динамики плотности поселений *M. balthica* в Кандалакшском заливе Белого моря



Введение

Методы

Биотопы

Обилие

Динамика численности

Размерная структура

Линейный рост

Оседание

Выводы

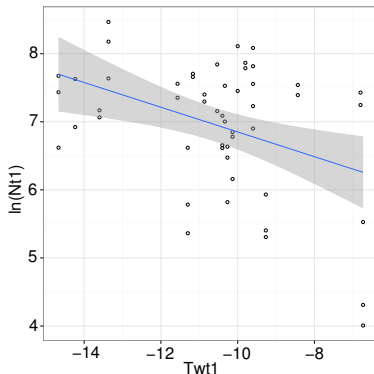
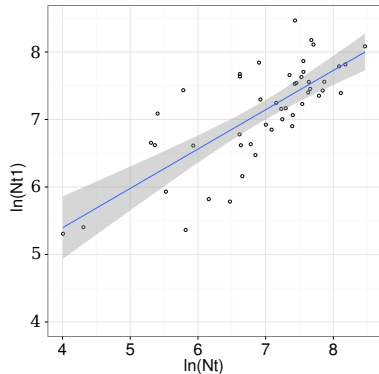
Благодарности



## 17. Моделирование влияния температуры на численность *M. balthica* в Кандалакшском заливе Белого моря

$$\ln(N_{t1}) = 1,96 + 0,60 \times \ln(N_t) - 0,09 \times T_{wt1}$$

$F = 37,04$ ;  $p < 0,0001$ .  $R^2 = 0,6$ .



$\log(N_{t1})$  и  $\log(N_t)$  — логарифм средней численности макров в данный ( $t1$ ) и предыдущий ( $t$ ) годы;  $T_{wt1}$  — среднезимняя температура в текущий год.

Введение

Методы

Биотопы

Обилие

Динамика  
численности

Размерная  
структура

Линейный рост

Оседание

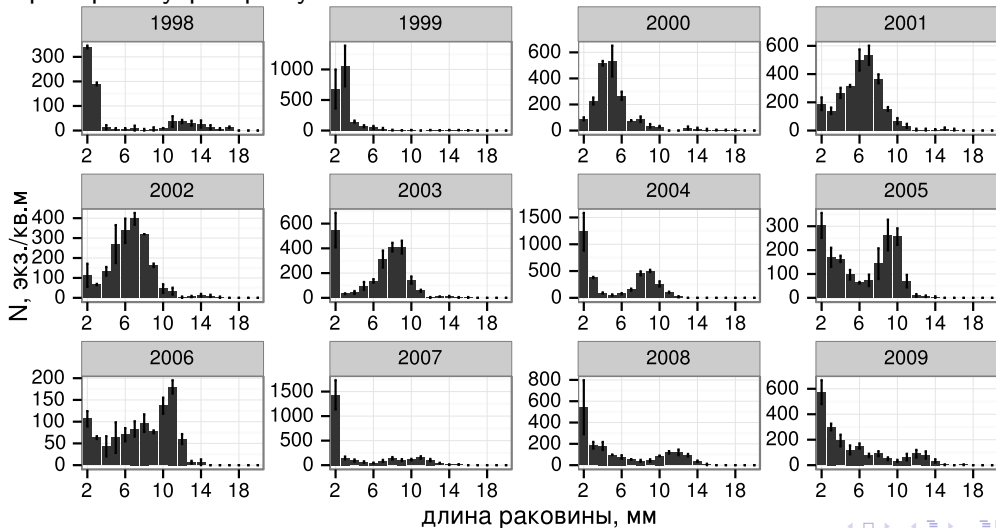
Выводы

Благодарности

## 18. Динамика размерной структуры

Тип 1: чередование вариантов распределения

Пример: эстуарий р. Лувеньги



Введение

Методы

Биотопы

Обилие

Динамика  
численности

Размерная  
структура

Линейный рост

Оседание

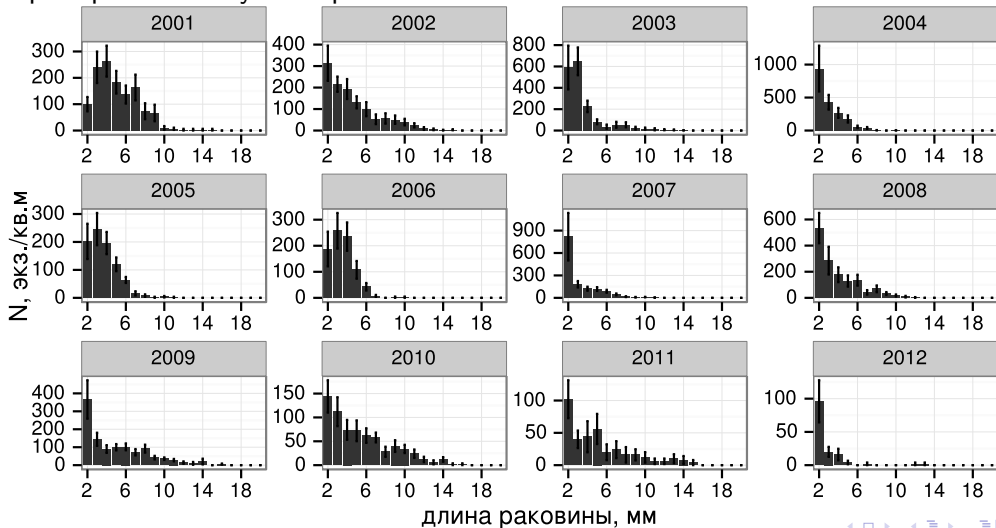
Выводы

Благодарности

## 19. Динамика размерной структуры

Тип 2: ежегодное повторение мономодального распределения

Пример: Южная губа острова Ряшкова



Введение

Методы

Биотопы

Обилие

Динамика  
численности

Размерная  
структура

Линейный рост

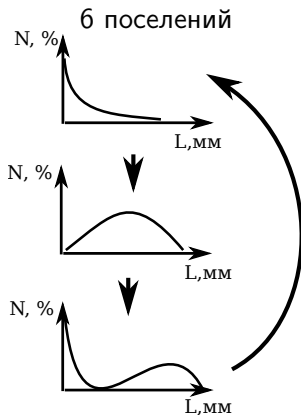
Оседание

Выводы

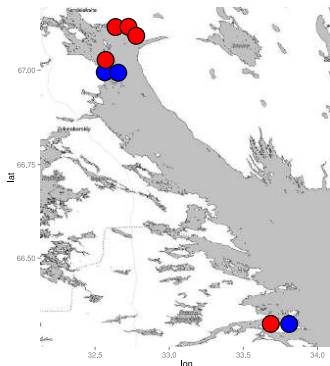
Благодарности

## 20. Варианты организации поселений *M. balthica*

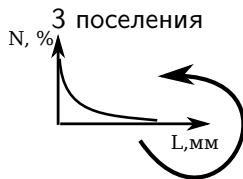
### Чередование типов размерной структуры



Распространение поселений  
с разной организацией в  
Кандалакшском заливе  
Белого моря



### Ежегодное повторение размерной структуры



- ▶ сходный гранулометрический состав грунта
- ▶ воздействие хищников?

+поселение в г. Дальне-  
Зелененцкой Баренцева

Введение

Методы

Биотопы

Обилие

Динамика  
численности

Размерная  
структура

Линейный рост

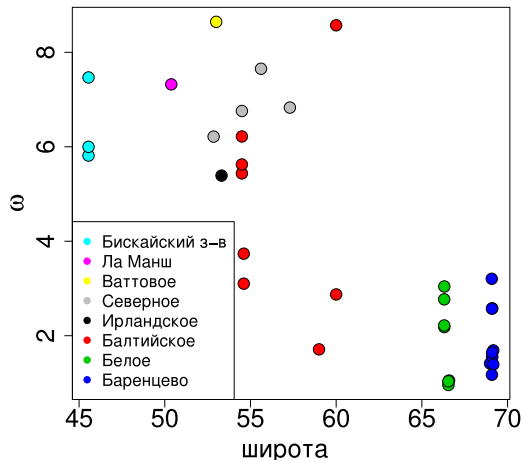
Оседание

Выводы

Благодарности

## 21. Широтные изменения скорости роста *M. balthica* в европейской части ареала

Коэффициент  $\omega = L_{max} \times k$  (Appeldoorn, 1983; Beukema, Meehan, 1985)



Корреляция Спирмена:  $r_s = -0,60$ ,  $p < 0,0001$ .

Введение

Методы

Биотопы

Обилие

Динамика  
численности

Размерная  
структура

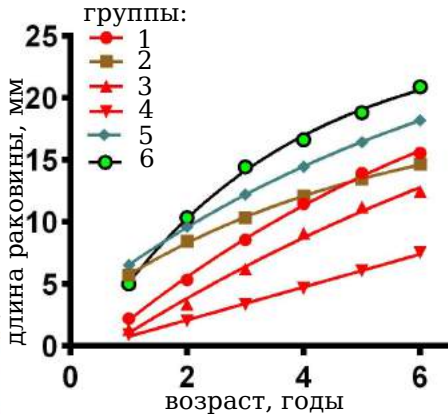
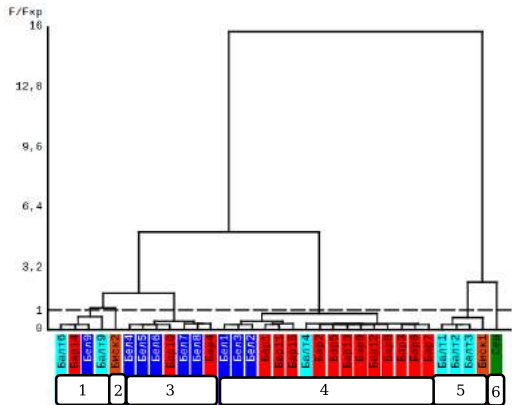
Линейный рост

Оседание

Выводы

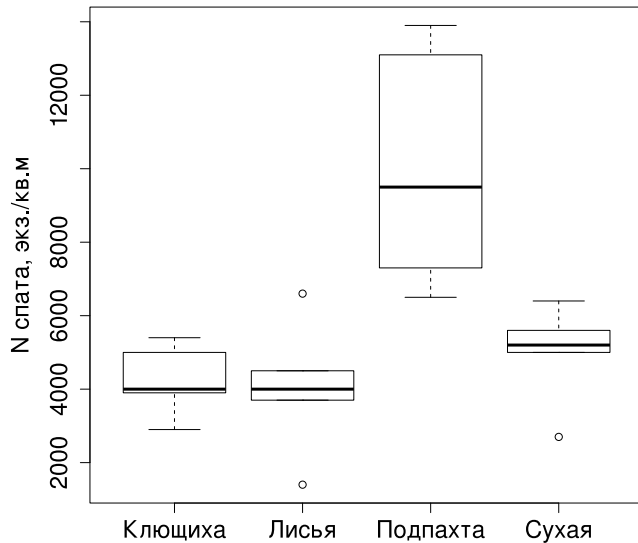
Благодарности

## 22. Линейный рост *M. balthica* в европейской части ареала



Цветовые обозначения: Баренцево море, Белое море, Балтийское море, Северное море, Бискайский залив.

## 23. Обилие спата *Macoma balthica*



Введение

Методы

Биотопы

Обилие

Динамика  
численности

Размерная  
структура

Линейный рост

Оседание

Выводы

Благодарности

## 24. Выводы

1. В Кольском заливе Баренцева моря и Кандалакшском заливе Белого моря значения биомассы (до  $200 \text{ г/м}^2$ ) поселений *Macoma balthica* сопоставимы с аналогичным показателем в европейской части ареала, а плотность поселений нередко оказывается выше (до 8 тыс. экз./ $\text{м}^2$ ). Для литорали восточной части Мурманского побережья Баренцева моря типичны поселения *M. balthica* с численностью менее 100 экз./ $\text{м}^2$
2. Плотность поселений спата *Macoma balthica* в Белом море может варьировать на порядок в пределах незначительной акватории, и достигать десятков тысяч экз./ $\text{м}^2$ .
3. Беломорские и баренцевоморские поселения *M. balthica* не различаются по средней скорости роста моллюсков, и отличаются по этому показателю минимальными характеристиками в пределах европейской части ареала вида.
4. Динамика размерной структуры поселений *Macoma balthica* в Белом и Баренцевом представлена двумя типами. Наболее обычный вариант — чередование бимодального и мономодального распределений особей по размерам. При этом первый пик формируют молодые особи (обычно длиной до 5 мм), а второй модальный класс состоит из взрослых особей (в Белом море длиной 9–12 мм, в Баренцевом море — 10–17 мм). Как относительно редкое событие наблюдается мономодальная структура поселений с ежегодным преобладаем молоди.
5. Динамика плотности поселений *Macoma balthica* в Кандалакшском заливе Белого моря демонстрирует элементы синхронности в поселениях, расположенных на расстоянии от 1 до 100 км, что происходит на фоне резкой межгодовой неравномерности пополнения поселений молодью.

Введение

Методы

Биотопы

Обилие

Динамика  
численности

Размерная  
структура

Линейный рост

Оседание

Выводы

Благодарности





# Спасибо за внимание

Введение

Методы

Биотопы

Обилие

Динамика  
численности

Размерная  
структура

Линейный рост

Оседание

Выводы

Благодарности

# Благодарности

- ▶ научному руководителю Н. В. Максимовичу
- ▶ Д. А. Аристову
- ▶ Е. А. Генельт-Яновскому
- ▶ А. В. Герасимовой
- ▶ М.В. Иванову
- ▶ И. А. Коршуновой
- ▶ М. В. Макарову
- ▶ С. В. и С. С. Малавендам
- ▶ А. Д. Наумову
- ▶ А. В. Полоскину
- ▶ И. П. Прокопчук
- ▶ П. П. Стрелкову
- ▶ Ю. Ю. Тамберг
- ▶ О. С. Тюкиной
- ▶ В. М. Хайтову
- ▶ К. В. Шунькиной
- ▶ Е. А. Нинбургу
- ▶ А. С. Корякину
- ▶ участникам Беломорской экспедиции ГИПС ЛЭМБ
- ▶ участникам студенческой Баренцевоморской экспедиции СПбГУ
- ▶ администрации Кандалакшского заповедника

Данная работа частично выполнена при поддержке грантов СПбГУ (1.0.134.2010, 1.42.527.2011, 1.42.282.2012, 1.38.253.2014) и РФФИ (12-04-01507, 13-04-10131К).

