

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

София Назарова

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

Санкт-Петербургский государственный университет

Санкт-Петербург, 2015

Введение

Методы

Биотопы

Обилие

Динамика
численности

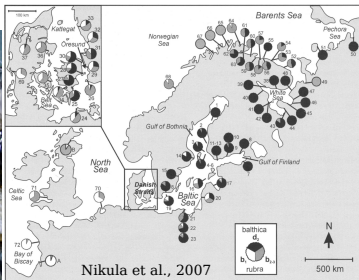
Размерная
структура

Линейный рост

Выводы

Благодарности

Вид *Macoma balthica* (L., 1758)



Введение

Методы

Биотопы

Обилие

Динамика численности

Размерная структура

Линейный рост

Выводы

Благодарности

Цели и задачи

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

Задачи. Для этого были изучены следующие характеристики организации поселений:

1. структурные характеристики поселений (плотность поселений, биомасса, размерная структура);
2. многолетняя динамика поселений маком;
3. биотический и абиотический фон биотопов;
4. скорость линейного роста моллюсков;
5. режим формирования спата.

Введение

Методы

Биотопы

Обилие

Динамика численности

Размерная структура

Линейный рост

Выводы

Благодарности

Положения, выносимые на защиту

1. Плотность поселений *Macoma balthica* в типичных местообитаниях осушной зоны Кандалакшского залива Белого моря на порядок выше, чем Восточном Мурмане, и сравнима с показателями, характерными для Западного Мурмана и Кольского залива Баренцева моря.
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);
 - ▶ 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.
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

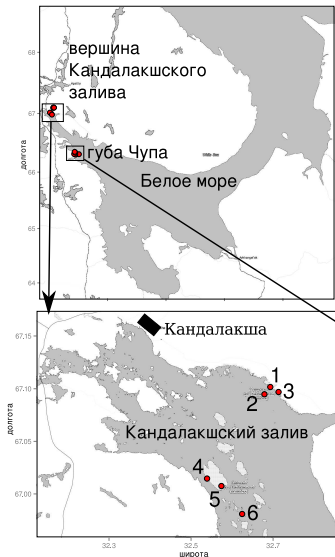
Размерная структура

Линейный рост

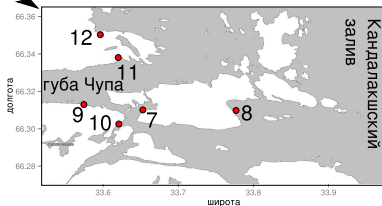
Выводы

Благодарности

География исследований: Белое море



- 1 - эстуарий р.Лувеньги
- 2 - остров Горелый (Лувеньгские шхеры)
- 3 - Лувеньга, материковая литораль
- 4 - Западная Ряшкова Салма (литораль острова Ряшков)
- 5 - Южная губа острова Ряшков
- 6 - остров Большой Ломнишный
- 7 - Сухая салма (литораль острова Кереть)
- 8 - бухта Ключиха, остров Кереть
- 9 - бухта Лисья
- 10 - пролив Подпахта (материковая литораль)
- 11 - Сельдяная губа
- 12 - Медвежья губа



Введение

Методы

Биотопы

Обилие

Динамика
численности

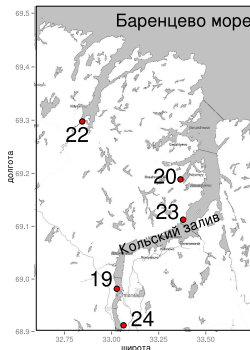
Размерная
структура

Линейный рост

Выводы

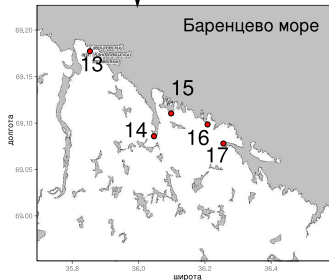
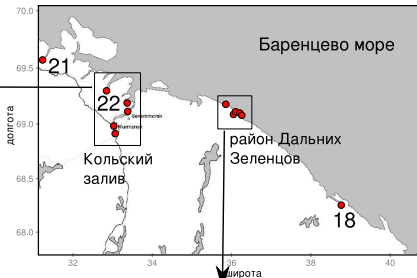
Благодарности

География исследований: Баренцево море



- 13 - губа Гаврилово
- 14 - губа Ярнышная
- 15 - губа Дальне-Зеленецкая
- 16 - губа Шельпино
- 17 - губа Порчниха
- 18 - губа Ивановская
- 19 - Абрам-мыс
- 20 - Пала-губа
- 21 - губа Печенга

- 22 - Ура-губа
- 23 - Ретинское
- 24 - Нагорное



Введение

Методы

Биотопы

Обилие

Динамика численности

Размерная структура

Линейный рост

Выводы

Благодарности

Методы: Полевые сборы

Пробоотборник: Литоральные рамки площадью $1/30 \text{ м}^2$
/ $3 \times 1/30 = 1/10 \text{ м}^2$ (интегрированная проба) / зубчатый водолазный дночерпатель площадью $1/20 \text{ м}^2$

Однократная съемка: от 3 до 36 проб

Промывка: сито с диаметром ячеек 0,5 – 1 мм

Обработка: подсчет всех особей в пробах, измерение длины и меток остановки роста, взвешивание

Введение

Методы

Биотопы

Обилие

Динамика численности

Размерная структура

Линейный рост

Выводы

Благодарности

Методы: Структурные характеристики

Средняя плотность поселения, средняя биомасса поселения, размерная структура поселения.

- ▶ Восстанавливали для всех сборов.
- ▶ Для части участков на Белом море биомассу определяли расчетным методом (Максимович и др., 1993).
- ▶ Сравнение среднего обилия проводили с помощью непараметрического теста Краскела-Уоллиса.
- ▶ Сравнительный материал: информация о средних плотности поселения и биомассе в европейской части ареала вида.

Введение

Методы

Биотопы

Обилие

Динамика
численности

Размерная
структура

Линейный рост

Выводы

Благодарности

Методы: Динамика поселений

Динамика численности, динамика размерной структуры поселения, динамика пополнения поселений молодью.

- ▶ Мониторинг 6 поселений макром в вершине Кандалакшского залива и 1 — в Баренцевом море (г. Дальне-Зеленецкая): длина рядов от 7 до 20 лет.
- ▶ Сравнительный материал: 4 поселения в районе губы Чупа Белого моря (Максимович и др., 1991; Gerasimova, Maximovich, 2013; Varfolomeeva, Naumov, 2013).
- ▶ Парное сравнение динамики плотности поселений в Белом море с помощью корреляции Мантеля.
- ▶ Моделирование динамики плотности поселений с помощью линейных моделей с использованием данных о температурном режиме акваторий (Летопись природы Кандалакшского заповедника, 1991–2000; Архив погоды в Кандалакше, 2014).

Введение

Методы

Биотопы

Обилие

Динамика
численности

Размерная
структура

Линейный рост

Выводы

Благодарности

Методы: Линейный рост

- ▶ 7 Баренцевоморских поселений макром: 2 в Кольском заливе, 5 на Восточном Мурмане.
- ▶ Описание роста особей по меткам зимних остановок роста.
- ▶ Аппроксимация уравнением Бергаланфи:
$$L_t = L_{max} \times (1 - e^{(-k(t-t_0))})$$
, где L_{max} , k , t_0 — коэффициенты, а L_t — длина раковины моллюска в возрасте t .
- ▶ Сравнение кривых роста с учетом разброса эмпирических данных относительно регрессионной модели (Максимович, 1989).
- ▶ Сравнительный материал: ростовые характеристики *M. balthica* в европейской части ареала (25 поселений).
- ▶ Широтные изменения скорости роста анализировали, сравнивая параметр $\omega = L_{max} \times k$.

Введение

Методы

Биотопы

Обилие

Динамика численности

Размерная структура

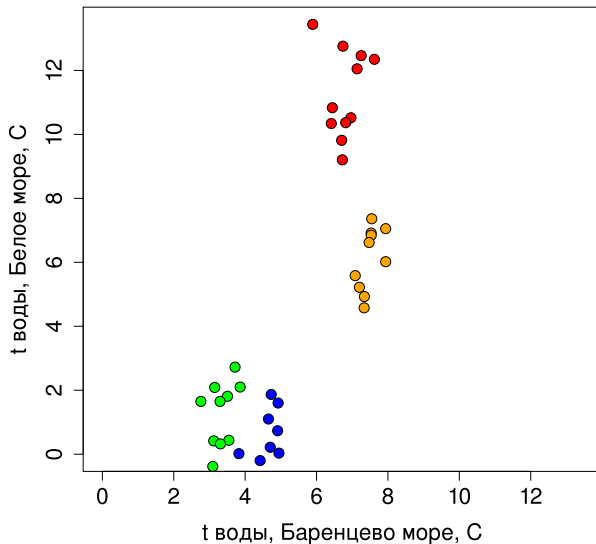
Линейный рост

Выводы

Благодарности

Термические характеристики исследованных акваторий

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



Введение

Методы

Биотопы

Обилие

Динамика
численности

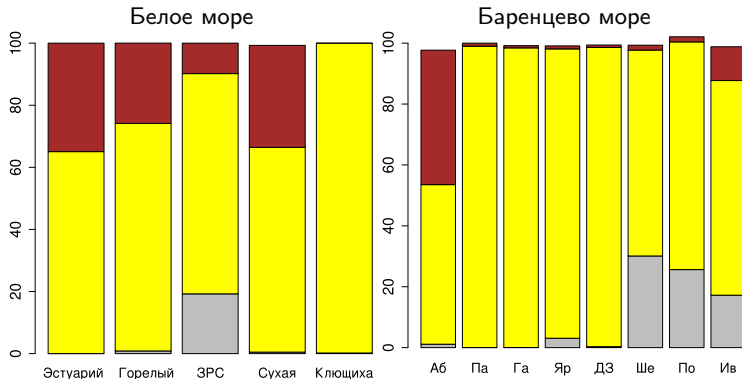
Размерная
структура

Линейный рост

Выводы

Благодарности

Гранулометрический состав грунта в исследованных биотопах



Обозначения участков: ЗРС — Западная Ряшкова Салма, Аб — Абрам-мыс, Па — Пала-губа, Га — Гаврилово, Яр — Ярнышная, ДЗ — Дальне-Зеленецкая, Ше — Шельпино, По — Порчница, Ив — Ивановская.

Цветовые обозначения: гравий, песок, алевриты и пелиты.

Введение

Методы

Биотопы

Обилие

Динамика численности

Размерная структура

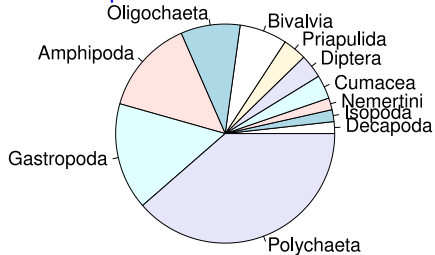
Линейный рост

Выводы

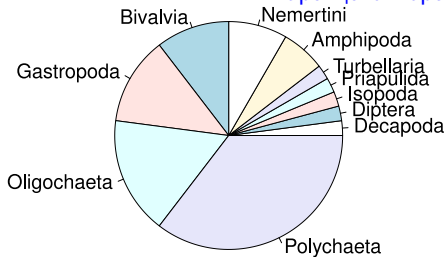
Благодарности

Биотический фон

Белое море



Баренцево море



Введение

Методы

Биотопы

Обилие

Динамика
численности

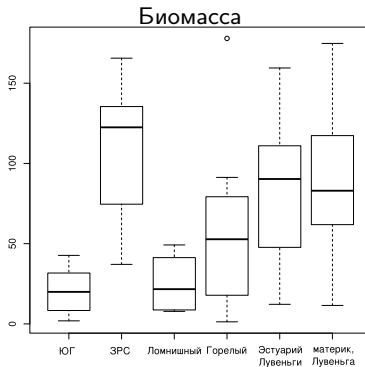
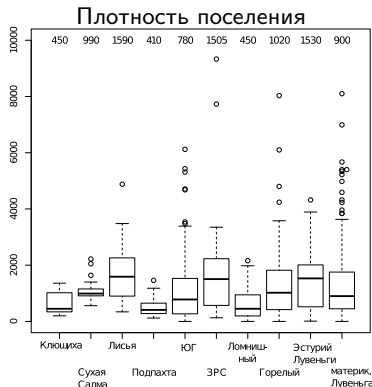
Размерная
структура

Линейный рост

Выводы

Благодарности

Обилие *M. balthica* в Белом море



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 численности макробиоты, экз./м².

Введение

Методы

Биотопы

Обилие

Динамика численности

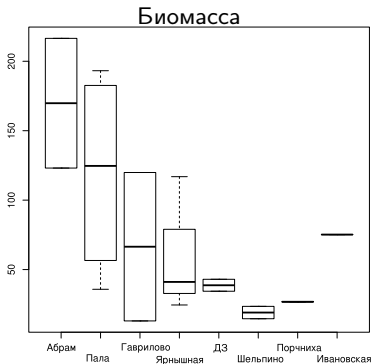
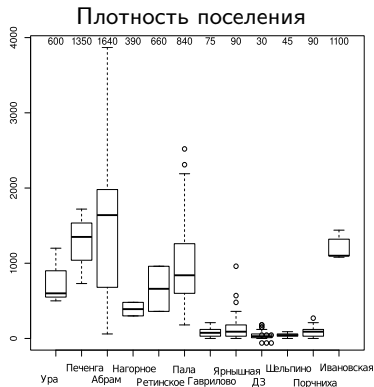
Размерная структура

Линейный рост

Выводы

Благодарности

Обилие *M. balthica* в Баренцевом море



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 численности макром, экз./м².

Введение

Методы

Биотопы

Обилие

Динамика
численности

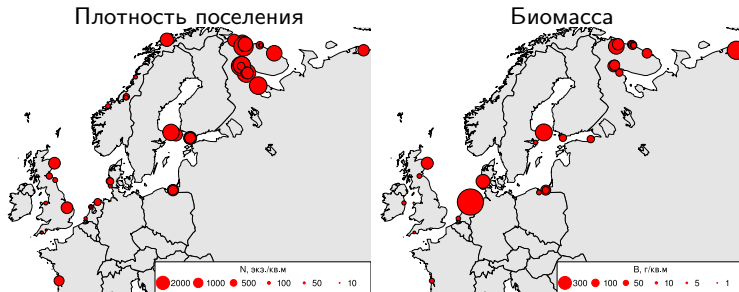
Размерная
структура

Линейный рост

Выводы

Благодарности

Обилие *M. balthica* в европейской части ареала



Введение

Методы

Биотопы

Обилие

Динамика численности

Размерная структура

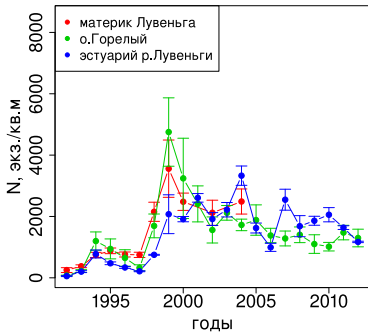
Линейный рост

Выводы

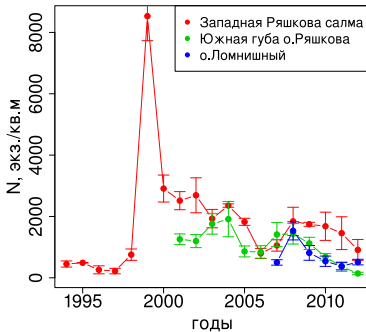
Благодарности

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

Лувеньгские шхеры



Северный архипелаг



Введение

Методы

Биотопы

Обилие

Динамика численности

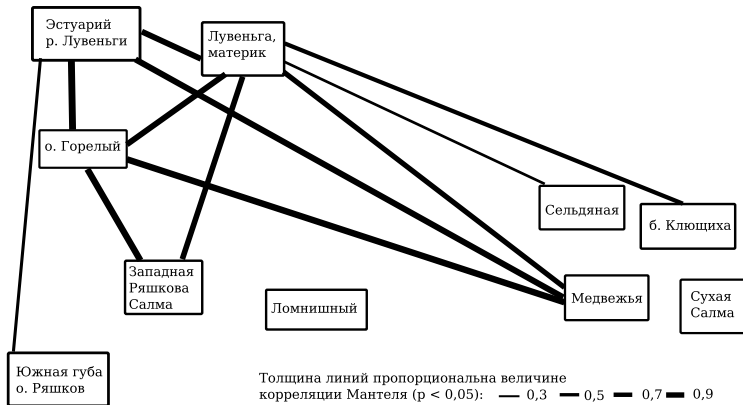
Размерная структура

Линейный рост

Выводы

Благодарности

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



Введение

Методы

Биотопы

Обилие

Динамика численности

Размерная структура

Линейный рост

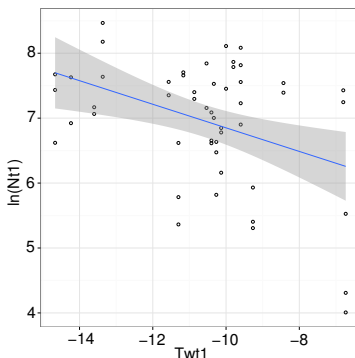
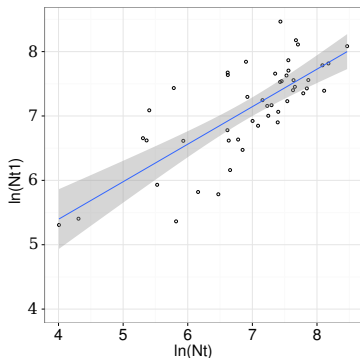
Выводы

Благодарности

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 маком в данный ($t1$) и предыдущий

(t) годы; T_{wt1} — среднезимняя температура в текущий год.

Введение

Методы

Биотопы

Обилие

Динамика численности

Размерная структура

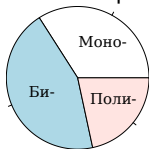
Линейный рост

Выводы

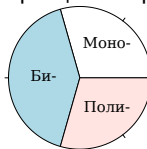
Благодарности

Характерные для поселений *M. balthica* размерно-частотные распределения моллюсков

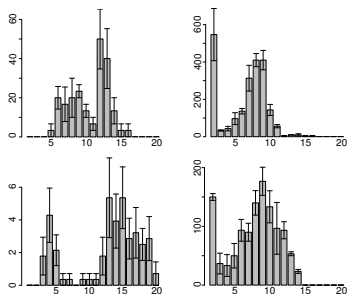
Белое море



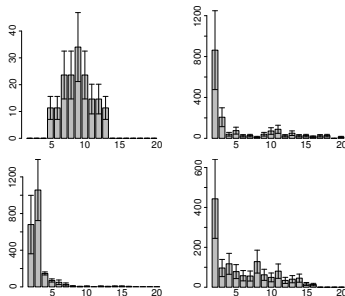
Баренцево море



Бимодальное



Мономодальное



Абсцисса — длина раковины, мм; ордината — численность, экз./м².

Введение

Методы

Биотопы

Обилие

Динамика
численности

Размерная
структура

Линейный рост

Выводы

Благодарности

Динамика поселений *M. balthica*: размерная структура

Введение

Методы

Биотопы

Обилие

Динамика численности

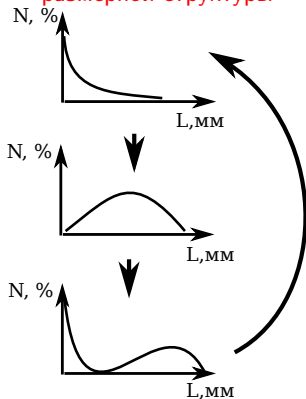
Размерная структура

Линейный рост

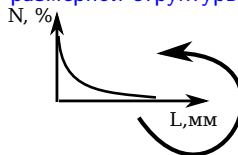
Выводы

Благодарности

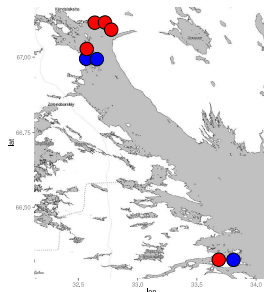
Чередование типов
размерной структуры



Ежегодное повторение
размерной структуры

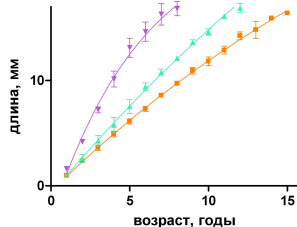
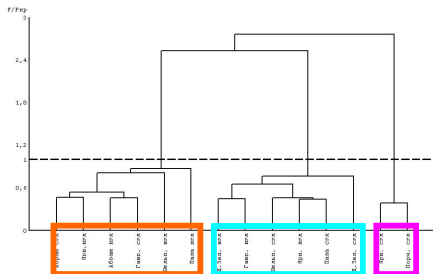


Распространение типов динамики
размерной структуры в Белом море



+поселение в г. Дальне-
Зенеленцкой Баренцева моря

Линейный рост *M. balthica* в Баренцевом море



- 1: Ярнышная СГЛ, Порчниха СГЛ
- 2: Пала СГЛ, Гаврилово СГЛ, Ярнышная ВГЛ, Дальне-Зеленецкая СГЛ, Шельпино СГЛ
- 3: Абрам-мыс, Пала НГЛ, Гаврилово СГЛ, Ярнышная НГЛ, Шельпино ВГЛ

Введение

Методы

Биотопы

Обилие

Динамика численности

Размерная структура

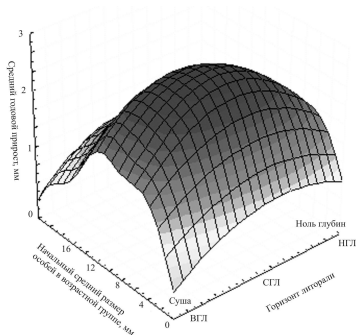
Линейный рост

Выводы

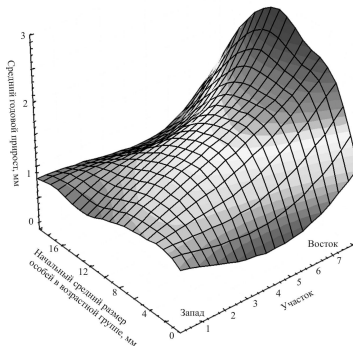
Благодарности

Изменения среднего годового прироста особей *M. balthica* в зависимости от начальной средней длины их раковин, мареографического уровня обитания (А) и условного смещения участка по побережью Мурмана на восток (Б)

А



Б



1 — Абрам-мыс, 2 — Пала-губа, 3 — Гаврилово, 4 — Ярнышная, 5 — Дальнезеленецкая, 6 — Шельпино, 7 — Порчниха.

Горизонты литорали: ВГЛ — верхний, СГЛ — средний, НГЛ — нижний.

Введение

Методы

Биотопы

Обилие

Динамика
численности

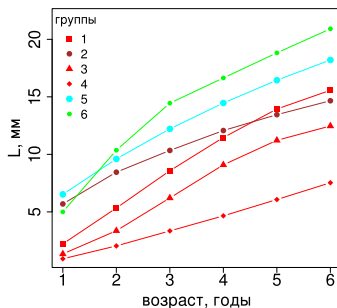
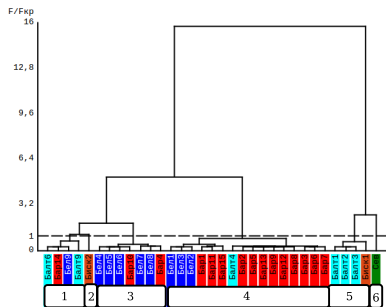
Размерная
структура

Линейный рост

Выводы

Благодарности

Линейный рост *M. balthica* в Европейской части ареала



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

Введение

Методы

Биотопы

Обилие

Динамика численности

Размерная структура

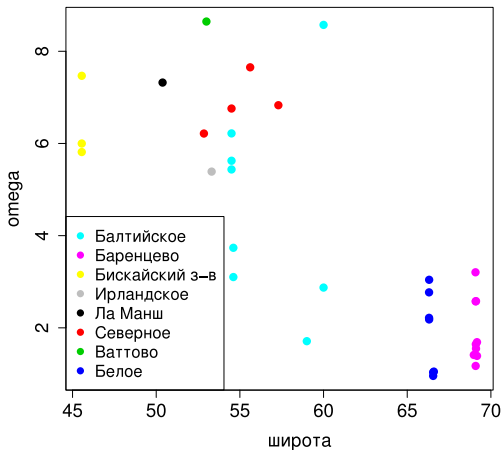
Линейный рост

Выводы

Благодарности

Широтные изменения скорости роста *M. balthica* в Европейской части ареала

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



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

Введение

Методы

Биотопы

Обилие

Динамика численности

Размерная структура

Линейный рост

Выводы

Благодарности

Выводы

1. В неполносоленых водах Кольского залива и Кандалакшского залива значения биомассы (до 200 г/м^2) поселений *Macoma balthica* сопоставимы с аналогичным показателем в Европейской части ареала, а плотность поселений нередко оказывается выше (до 8 тыс. экз./ м^2). Для литорали восточной части Мурманского побережья Баренцева моря типичны поселения *M. balthica* с численностью менее 100 экз./ м^2
2. Численность спата *Macoma balthica* в Белом море может варьировать на порядок в пределах незначительной акватории, и достигать десятков тысяч экз./ 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.

Введение

Методы

Биотопы

Обилие

Динамика
численности

Размерная
структура

Линейный рост

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).

Введение

Методы

Биотопы

Обилие

Динамика численности

Размерная структура

Линейный рост

Выводы

Благодарности

Публикации по теме диссертации

Публикации и
апробация
работы

- ▶ статьи: 5, из них 2 в журналах из списка ВАК
- ▶ тезисы докладов и материалы конференций: 9

- ▶ European Marine Biology Symposium: 2011, 2014, 2015
- ▶ Конференция ББС МГУ: 2004, 2008
- ▶ VI всероссийская школы по морской биологии
«Биоразнообразие сообществ морских и
пресноводных экосистем России»: 2007
- ▶ Научная сессия МБС СПбГУ: 2004, 2008, 2009, 2010
- ▶ Дерюгинские чтения: 2008
- ▶ Семинар кафедры ихтиологии и гидробиологии
СПбГУ: 2003 – 2015