

ОРГАНИЗАЦИЯ ПОСЕЛЕНИЙ *Macoma balthica* (Linnaeus, 1758) В ГРАДИЕНТАХ КЛЮЧЕВЫХ ПЕРЕМЕННЫХ СРЕДЫ ОСУШНОЙ ЗОНЫ БЕЛОГО И БАРЕНЦЕВА МОРЕЙ

София Назарова

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

Санкт-Петербургский государственный университет

Санкт-Петербург, 2015

Введение

Методы

Обилие

Динамика
численности

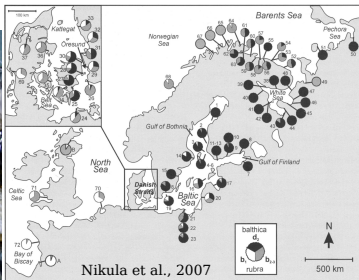
Размерная
структура

Линейный рост

Выводы

Благодарности

Вид *Macoma balthica* (L., 1758)



Введение

Методы

Обилие

Динамика
численности

Размерная
структура

Линейный рост

Выводы

Благодарности

Цели и задачи

Цель Изучение гетерогенности поселений *Masota balthica* в условиях арктических морей.

Задачи Изучение:

1. размерной структуры в различных местообитаниях;
2. многолетней динамики поселений маком;
3. биотического и абиотического фона в поселениях;
4. показателей линейного роста маком;
5. численности спата;

Введение

Методы

Обилие

Динамика
численности

Размерная
структура

Линейный рост

Выводы

Благодарности

Положения, выносимые на защиту

1. *Macoma balthica* на литорали Белого и Баренцева моря образуют разные по структуре поселения. На литорали Кандалакшского залива Белого моря и в Баренцевом море (Западный Мурман и Кольский залив) вид формирует плотные поселения, в которых численность особей значительно варьирует во времени и может достигать нескольких тысяч экз./м², но наиболее типичны поселения маком с плотностью в несколько сотен экз./м². При этом среднее обилие *M. balthica* в Кандалакшском заливе Белого моря и в Кольском заливе Баренцева моря наибольшее в пределах европейской части ареала вида. На литорали Восточного Мурмана Баренцева моря *M. balthica* не формирует плотных поселений, и ее численность редко превышает 100 экз./м².
2. Характер динамики численности *Macoma balthica* в Белом и Баренцевом морях определяется варьированием численности однолетних особей в поселениях, которое зависит от нерегулярности пополнения поселений молодью, обусловленной в первую очередь различным уровнем выживаемости на первом году жизни. 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.

Введение

Методы

Обилие

Динамика численности

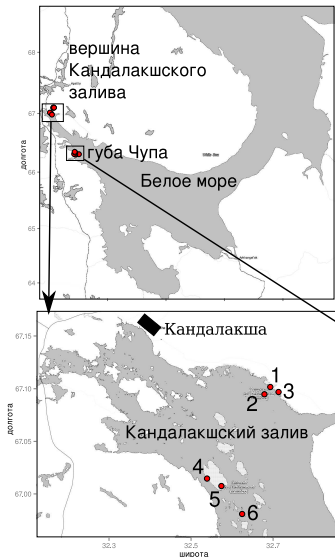
Размерная структура

Линейный рост

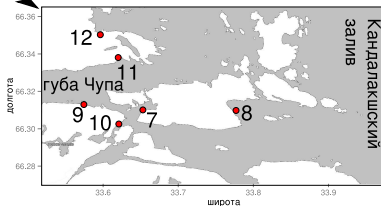
Выводы

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

Обилие

Динамика
численности

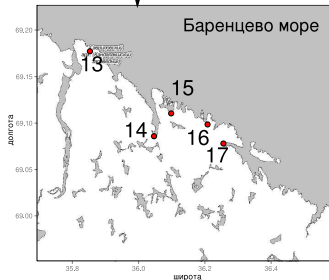
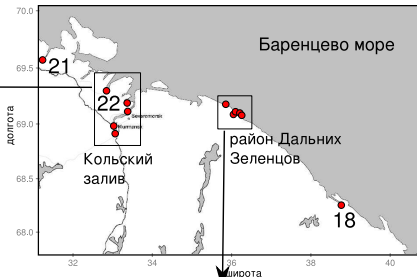
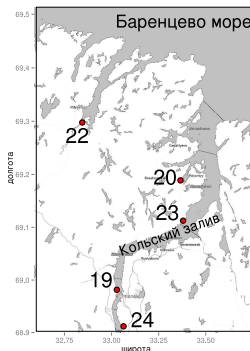
Размерная
структура

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

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

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 численности и биомассе в европейской части ареала вида.

Введение

Методы

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 губе Чупа Белого моря (Максимович и др., 1991; Gerasimova, Maximovich, 2013; Varfolomeeva, Naumov, 2013).
- ▶ Попарное сравнение динамики численности в Беломорских поселениях с помощью корреляции Мантеля.
- ▶ Моделирование динамики численности с помощью линейных моделей с использованием данных о температурном режиме акваторий (Летопись природы Кандалакшского заповедника, 1991–2000; Архив погоды в Кандалакше, 2014).

Введение

Методы

Обилие

Динамика
численности

Размерная
структура

Линейный рост

Выводы

Благодарности

Методы: Линейный рост

- ▶ 7 Баренцевоморских поселений маком: 2 в Кольском заливе, 5 на Восточном Мурмане.
- ▶ Описание роста особей по меткам зимних остановок роста.
- ▶ Аппроксимация уравнением Берталанфи:
$$L_t = L_{max} \times (1 - e^{(-k(t-t_0))})$$
, 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

Обилие

Динамика
численности

Размерная
структура

Линейный рост

Выводы

Благодарности

Обилие *M. balthica* в Белом море

Введение

Методы

Обилие

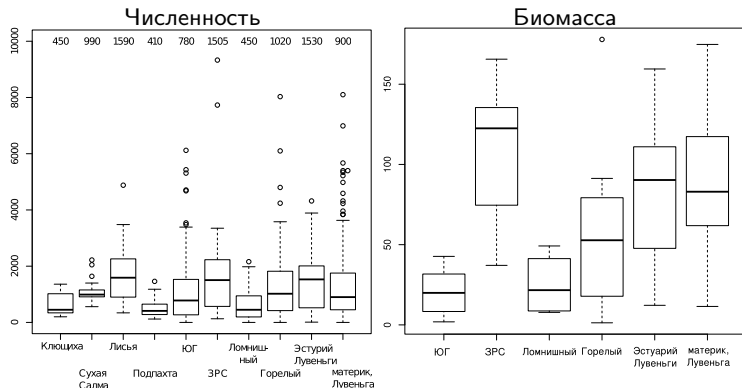
Динамика
численности

Размерная
структура

Линейный рост

Выводы

Благодарности



Жирная горизонтальная линия — медианное значение показателя;

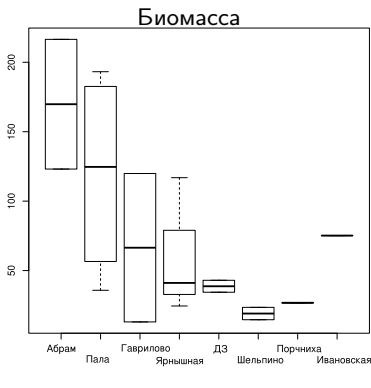
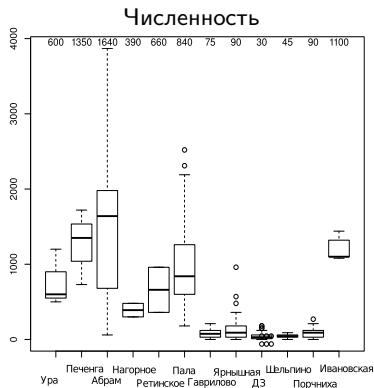
границы «ящика» — 1 и 3 квартили;

«усы» — 1,5 интерквартильного расстояния;

точки — значения, выпадающие за 1,5 интерквартильных расстояния.

Числа в верхней части графика — средние значения численности маком, экз./м².

Обилие *M. balthica* в Баренцевом море



Жирная горизонтальная линия — медианное значение показателя;
границы «ящика» — 1 и 3 квантили;
«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

Обилие

Динамика
численности

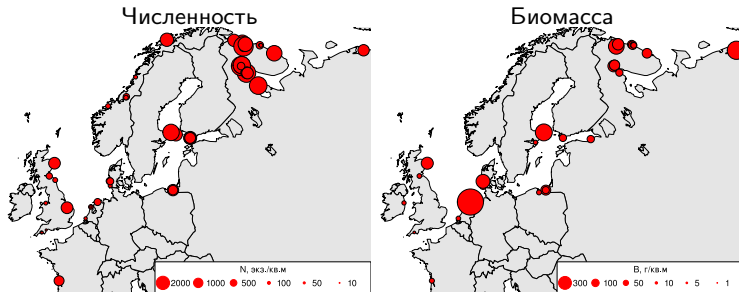
Размерная
структура

Линейный рост

Выводы

Благодарности

Обилие *M. balthica* в европейской части ареала



Средние значения показателей пропорциональны площади круга на карте

Введение

Методы

Обилие

Динамика
численности

Размерная
структура

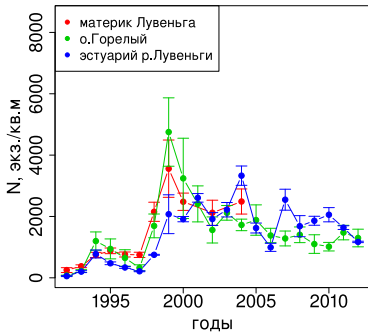
Линейный рост

Выводы

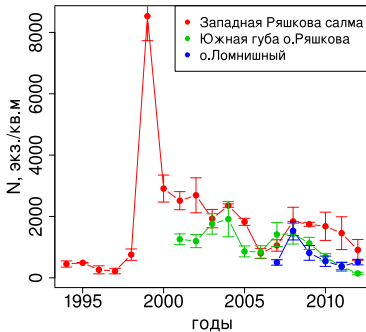
Благодарности

Динамика численности *M. balthica* в вершине Кандалакшского залива

Лувеньгские шхеры



Северный архипелаг



Введение

Методы

Обилие

Динамика численности

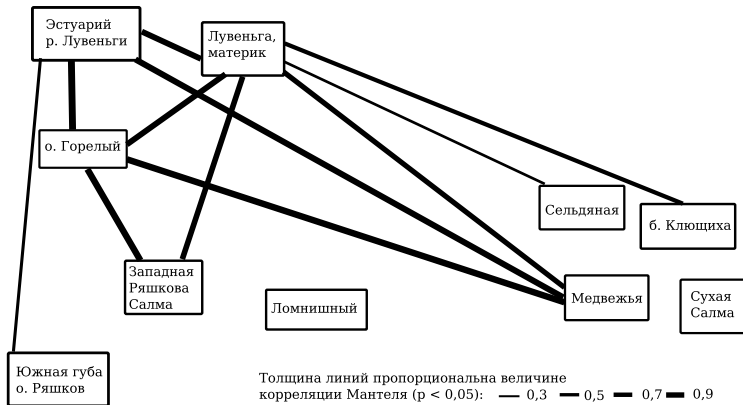
Размерная структура

Линейный рост

Выводы

Благодарности

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



Введение

Методы

Обилие

Динамика численности

Размерная структура

Линейный рост

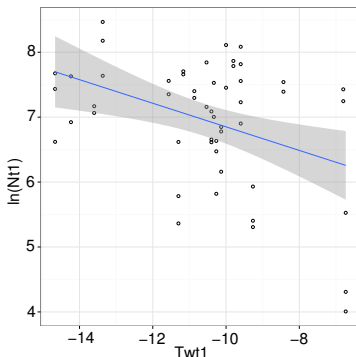
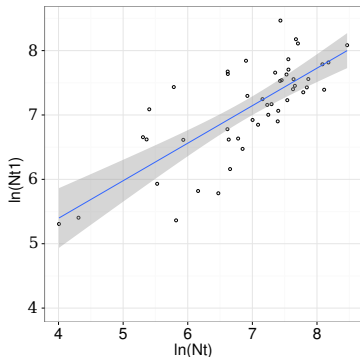
Выводы

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

Обилие

Динамика численности

Размерная структура

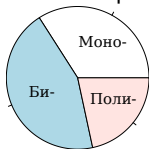
Линейный рост

Выводы

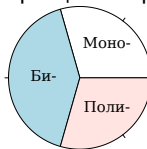
Благодарности

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

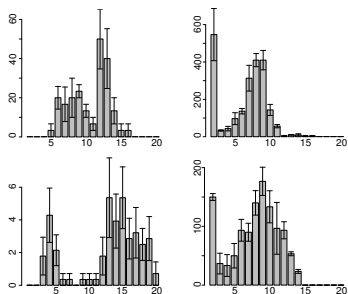
Белое море



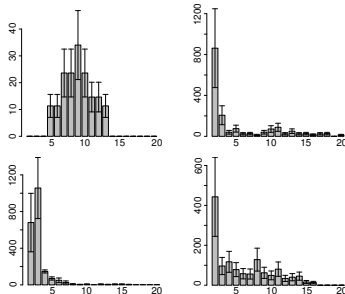
Баренцево море



Бимодальное



Мономодальное



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

Введение

Методы

Обилие

Динамика
численности

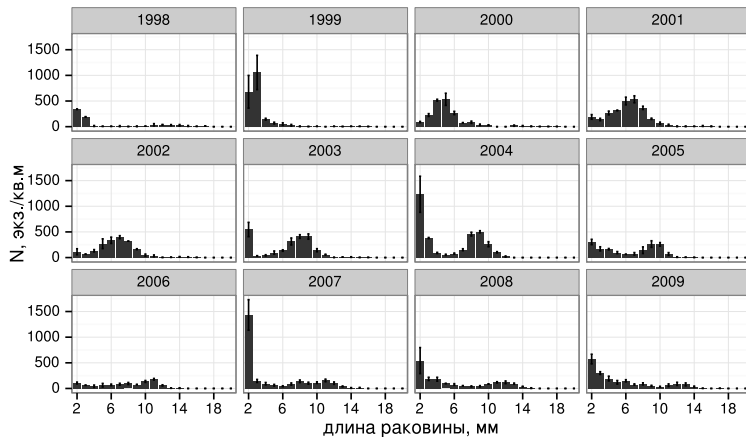
Размерная
структура

Линейный рост

Выводы

Благодарности

Динамика поселений *M. balthica*: чередование типов размерной структуры



Введение

Методы

Обилие

Динамика
численности

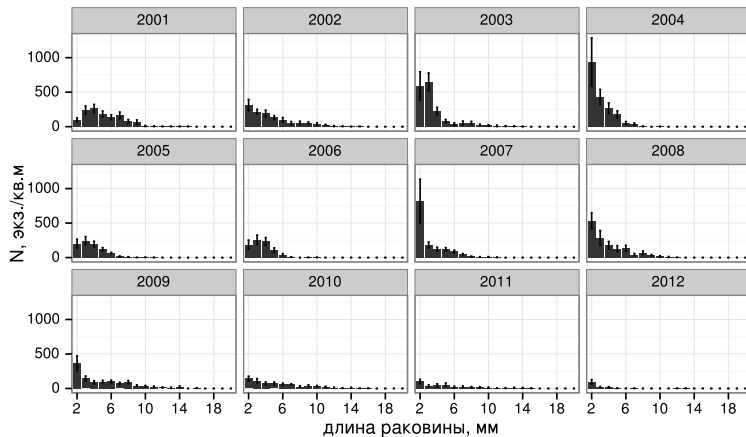
Размерная
структура

Линейный рост

Выводы

Благодарности

Динамика поселений *M. balthica*: ежегодное повторение размерной структуры



Введение

Методы

Обилие

Динамика
численности

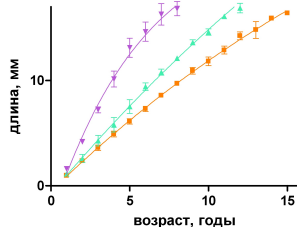
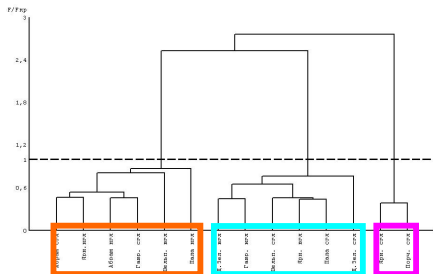
Размерная
структура

Линейный рост

Выводы

Благодарности

Линейный рост *M. balthica* в Баренцевом море



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

Введение

Методы

Обилие

Динамика численности

Размерная структура

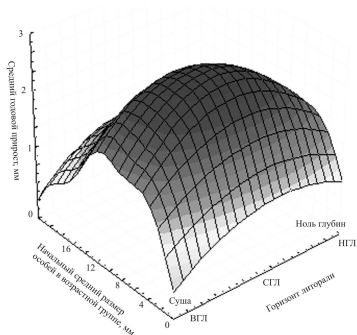
Линейный рост

Выводы

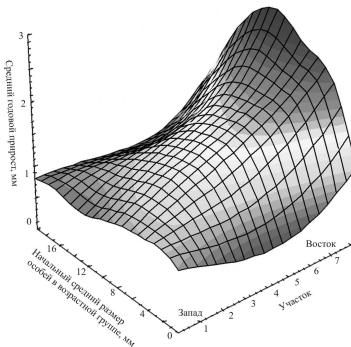
Благодарности

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

Обилие

Динамика
численности

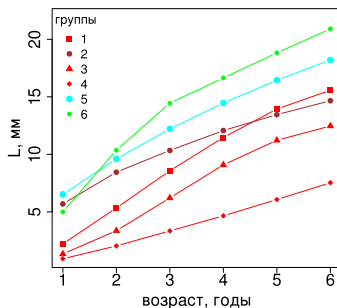
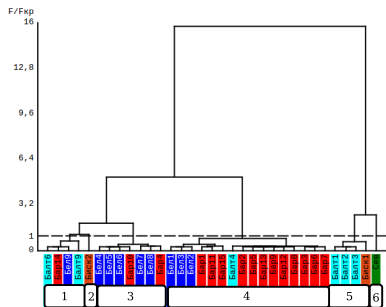
Размерная
структура

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

Обилие

Динамика численности

Размерная структура

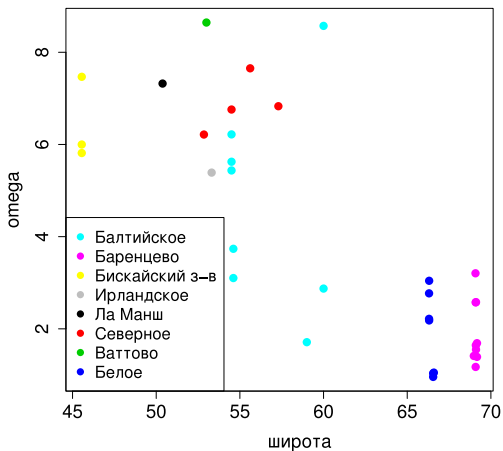
Линейный рост

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

Обилие

Динамика
численности

Размерная
структура

Линейный рост

Выводы

Благодарности

Выводы

1. Для Белого моря типичны поселения *Macoma balthica* с численностью в сотни экз./м² (при варьировании от единичных особей до более 8 тыс. экз./м²).
Варьирование обилия связано в первую очередь с численностью годовалых особей.
2. Для литорали восточной части Мурманского побережья Баренцева моря типичны поселения *Macoma balthica* с численностью менее 100 экз./м², и эти поселения не достигают плотностей, которые показаны для поселений на литорали Западного Мурмана и в Кольском заливе.
3. Среднее обилие *Macoma balthica* в поселениях Белого моря и Кольского залива Баренцева моря выше, чем в других частях ареала, а биомасса сравнима со значениями в центральной части ареала.

Введение

Методы

Обилие

Динамика
численности

Размерная
структура

Линейный рост

Выводы

Благодарности

Выводы

4. Макомы в Баренцевом море гетерогенны по скорости роста: максимальный годовой прирост отмечен у особей среднего размера (возраста) — 6–9 мм в среднем горизонте литорали. В пределах Восточного Мурмана средний годовой прирост особей *Macoma balthica* увеличивается в более восточных районах по сравнению с западными.
5. В пределах европейской части ареала особи *Macoma balthica* из поселений в Белом и Баренцевом морях характеризуются минимальными скоростями роста. При этом нет принципиальных различий в скорости роста беломорских и баренцевоморских маком.
6. Численность спата *Macoma balthica* в Белом море может варьировать на порядок в пределах незначительной акватории (от тысяч до десятков тысяч экз./м²).
7. Динамика численности годовалых особей *Macoma balthica* позволяет говорить о не ежегодном успехе пополнения их поселений в Белом море.

Выводы

8. Динамика численности *Macoma balthica* в Кандалакшском заливе Белого моря демонстрирует элементы синхронности в поселениях, расположенных на расстоянии от 1 до 100 км. Кроме того, показано, что численность маком оказывается выше в годы с холодными зимами.
9. Динамика размерной структуры поселений *Macoma balthica* в Белом и Баренцевом представлена двумя типами.
Более распространенный вариант: чередование бимодального и мономодального распределений особей по размерам. При этом первый пик формируют молодые особи (обычно длиной до 5 мм), а в случае бимодального добавляется второй модальный класс из взрослых особей (в Белом море длиной 9–12 мм, в Баренцевом 10–17 мм). В Баренцевом море часто новое пополнение происходит до ухода старшей генерации и наблюдается три модальных группы. В некоторых условиях формируется более редкий тип динамики с ежегодным повторением мономодальной размерной структуры.

Введение

Методы

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

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