

МУНИЦИПАЛЬНОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
ДЕТСКО-ЮНОШЕСКИЙ ЦЕНТР «РОВЕСНИК» ИМЕНИ С.А. КРЫЛОВОЙ
МУНИЦИПАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ КАНДАЛАКШСКИЙ РАЙОН
МУРМАНСКАЯ ОБЛАСТЬ

Всероссийский конкурс
юных исследователей окружающей среды

Номинация
«Зоология и экология беспозвоночных животных»

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ОСЕДАНИЯ ЛИЧИНОЧНОЙ СТАДИИ
SEMIBALANUS BALANOIDES L.
НА ЛИТОРАЛИ КАНДАЛАКШСКОГО ЗАЛИВА БЕЛОГО МОРЯ

Автор:
Приставка Артём Павлович,
Россия, Мурманская область, г. Кандалакша
МАУДО ДЮЦ «Ровесник» им. С.А. Крыловой
муниципального образования Кандалакшский район, 7 класс

Руководитель:
Приставка Евгения Алексеевна,
педагог дополнительного образования,
МАУДО ДЮЦ «Ровесник» им. С.А. Крыловой
муниципального образования Кандалакшский район

Научный консультант:
Хайтов Вадим Михайлович,
кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
ФГБУ «Кандалакшский государственный природный заповедник»

РФ, Мурманская область
г. Кандалакша
2020-2023 гг.

Оглавление

1.	Введение	3
1.1.	Общая характеристика объекта исследования	5
2.	Методика проведения исследования	6
2.1.	Методы исследования	6
2.2.	Методика исследования	6
3.	Полученные результаты и их обсуждения	7
3.1.	Состав сообществ <i>Semibalanus balanoides</i> L. на участках	7
3.2.	Пространственное распределение <i>Semibalanus balanoides</i> L.	7
3.3.	Плотность поселения <i>Semibalanus balanoides</i> L.	7
3.4.	Размерные характеристики известковых домиков взрослых особей	7
3.5.	Морфометрические показатели ежегодного прироста известковых домиков	9
4.	Выводы	9
5.	Заключение	9
6.	Список литературы	10
7.	Приложение	

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ОСЕДАНИЯ ЛИЧИНОЧНОЙ СТАДИИ *SEMIBALANUS BALANOIDES* L. НА ЛИТОРАЛИ КАНДАЛАКШСКОГО ЗАЛИВА БЕЛОГО МОРЯ

Приставка Артём Павлович
Мурманская область, г. Кандалакша,
МАУДО ДЮОЦ «Ровесник» им. С.А. Крыловой, 7 класс

Аннотация: Основная цель исследования состоит в выявлении факторов, оказывающих влияние на оседание личиночной стадии *Semibalanus balanoides* L. на литорали Кандалакшского залива Белого моря.

Ключевые слова: *Semibalanus balanoides*, личиночная стадия, распределение, плотностью поселения популяции, сеголетки, Кандалакшский залив Белого моря.

Введение

Усоногие раки семейства Balanidae одни из самых распространённых обростателей на Белом море (Наумов, Федяков, 1985). *Semibalanus balanoides* (морской желудь) – характерный представитель литоральной фауны северных морей. Свободно перемещаются лишь личинки, взрослые особи ведут прикрепленный образ жизни и иногда поселяются на подвижных объектах, например, днищах морских судов [2]. Личиночные стадии *Semibalanus balanoides* вызывают особый интерес для изучения, так как расселение и прикрепление происходит именно на этой стадии [3].

В результате исследований проведенных нами в период с 2020 по 2022 годы выявлено, что плотность поселения сеголеток имеет прямую зависимость от плотности поселения взрослых особей *Semibalanus balanoides* L. Нами установлено, что при высокой плотности взрослых особей коэффициент корреляции повышается, а при низкой плотности взрослых особей (менее 3 экземпляров на «квадрат») не наблюдается зависимость плотности сеголеток от плотности взрослых баллянусов.

В ходе исследования в 2022 году отмечено, что форма известковых домиков взрослых особей связана с плотностью поселения популяции. Однако стоит отметить, что ежегодный прирост известковых домиков взрослых особей *Semibalanus balanoides* L. располагающихся на горизонтальной и вертикальной поверхностях камней визуально различается. Возможно, что особи прикрепившиеся на вертикальную поверхность камня получают больше питательных веществ, так как карино-растральная ось расположена правильно и рачёк получает возможность разворачивать свой ловчий аппарат, что обеспечивает достаточное питание.

В отсутствие соответствующей информации о росте при известных условиях приводит к тому, что достоверные выводы могут быть получены лишь после многочисленных и продолжительных наблюдений.

Объект исследования: вид *Semibalanus Balanoides*.

Предмет исследования: особенности оседания личиночной стадии *Semibalanus balanoides L.*

Цель исследования: выявление закономерностей оседания личиночной стадии *Semibalanus balanoides L.* на литорали Кандалакшского залива Белого моря.

Задачи исследования:

1. Выявить закономерности пространственного распределения *Semibalanus balanoides L.* в пределах каждого участка;
2. Определить плотность поселения рачков *Semibalanus balanoides L.* на различных участках Кандалакшского залива;
3. Определить коэффициент корреляции между плотностью сеголеток и плотностью взрослых, учитывая живых и мертвых рачков;
4. Выявить закономерность формирования известковых домиков взрослых особей от плотности популяции;
5. Выявить влияние места прикрепления особей *Semibalanus balanoides L.* на ежегодный прирост известкового домика.

Практическая значимость определяется, прежде всего, тем, что основу для обрастания морских судов составляют усоногие ракообразные. Зачастую они покрывают днища судов сплошным слоем. Обросшее морскими желудями судно теряет исходную скорость. В следствии чего увеличивается время рейса, затраты на топливо и все остальные эксплуатационные расходы. Судна приходится очищать, что влечёт за собой большие финансовые затраты.

Использование результатов исследования возможно при разработке профилактических мер защиты судов от обрастания, а изучение механизмов оседания личиночной стадии *Semibalanus balanoides L.* может в этом помочь. Так в 2021 г. впервые предпринята попытка смоделировать известковый домик взрослой особи *Semibalanus balanoides L.* для дальнейшего использования в виде гранулярной основы покрытия днища морских судов. Возможно, что исследование (2022 г.) ежегодного прироста в зависимости от места прикрепления даст возможность разработать прибор генерирующий потоки водных масс вдоль борта судна, что в свою очередь не позволит прикрепиться личиночной стадии обрастателей.

Стоит отметить, что на данный момент существуют различные способы защиты судов от обрастания, однако они не являются экологичными и наносят вред Беломорской биоте. Многолетние же исследования закономерностей оседания личиночной стадии *Semibalanus balanoides L.* помогут найти альтернативные пути решения данной проблемы.

Актуальность данной темы состоит в том, что морские желуды — важное звено пищевой цепи, их личинки нередко составляют существенную часть прибрежного морского планктона и в большом количестве поедаются

некоторыми планктоноядными рыбами. Взрослыми баянусами питаются треска, пикша и зубатка [10].

Мы предположили, что ежегодный прирост известкового домика особей *Semibalanus balanoides* L. находится в прямой зависимости от места прикрепления и направления карино-ростральной оси.

1.1. Общая характеристика объекта исследования

Царство: *Animalia*

Тип: *Arthropoda*

Класс: *Maxillopoda*

Отряд: *Sessilia*

Семейство: *Balanidae*

Род: *Balanus*

Вид: *Semibalanus balanoides*

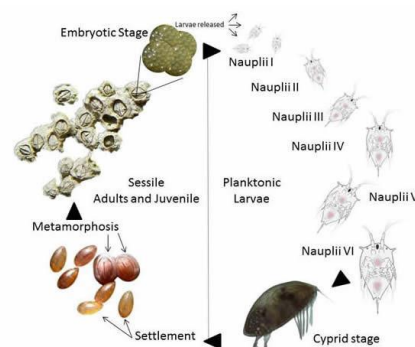


Рис. 1. Стадии развития баянусов

Баянусы или морские желуди — одни из самых распространённых и богатый видами род в семействе усоногих ракообразных (лат. *Balanidae*). Весь жизненный цикл можно поделить на подвижные и не подвижные стадии (Рисунок 1). Только на стадии личинки баянус передвигается и способен к заселению. Баянусы являются активными фильтраторами. Захват пищевых объектов осуществляется усоножками, которые периодически выдвигаются из домика и делают взмахи, далее пищевые частицы доставляются к ротовому отверстию [6]. Поведение баянусов четко зависит от приливов и отливов на литорали. Во время отлива крышечка плотно закрывается и в таком состоянии баянус дожидается прилива. Известно, что циприсовидная личинка баянуса способна к целенаправленному и очень тщательному выбору места для оседания. Продолжительность жизни в среднем — 2–3 года, максимальная — 5 лет.

2. Методика исследования

2.1. Методы исследования

Теоретические методы: анализ и сравнение информации из различных литературных источников. *Эмпирические методы:* гидробиологические наблюдения за распределением баянусов *Semibalanus balanoides*. *Математические методы:* математическая обработка результатов с помощью программы EXEL. *Статистические методы:* визуализация данных (функции, графики), проведение однофакторного дисперсионного анализа, определение коэффициента корреляции.

2.2. Методика исследования

Исследование проводилось на литорали Кандалакшского залива Белого моря в летний период 2020-2022 гг. Сбор материала осуществлялся на трёх участках: литораль острова Ряжков, литораль в близь села Лувеньга, литораль на территории памятника природы Лечебные грязи Палкина губа.

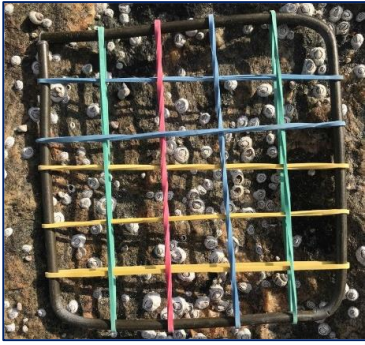


Рис. 2. Рамка для подсчёта объекта
 На каждом участке выбирались сайты. На каждом сайте было выбрано 3 камня (валуна). Их координаты определялись с помощью GPS-навигатора. На каждом из валунов устанавливалась заранее подготовленную рамку размером 10×10 см, разделенную на 25 квадратов по 4 см² (Рисунок 2). Рандомно выбирались номера трех квадратов, в них подсчитывалось количество живых сеголеток, мертвых сеголеток, живых взрослых и мертвых взрослых баянусов. Подсчет морских желудей всех категорий по этой методике проводился еще 2 раза, каждый раз с перемещением рамки на 10 - 15 см в сторону. Сбор данных повторялся с береговой и мористой сторон камня. Таким образом, на каждом сайте мы оценивали плотность популяции баянусов по 27 квадратам со стороны моря и 27 квадратам со стороны суши. В сумме объем выборки составлял 54 квадрата на каждом сайте.

Проводились замеры размерных характеристик известковых домиков. На двух валунах с известной плотностью поселения (наименьшей и наибольшей) накладывались рамки 10×10 см, разделенную на 25 квадратов по 4 см². Рандомно выбирались номера трех квадратов, в них измерялись: основание и апертура известкового домика рачка. Впервые, для определения ежегодного прироста с помощью штангенциркуля измеряли высоту линии у основания известкового домика (авторская методика). Место прироста можно определить по цвету, так как место прироста щитков имеет серый оттенок (значительно отличается от место прироста прошлых лет). Все первичные данные заносились в таблицу Excel.

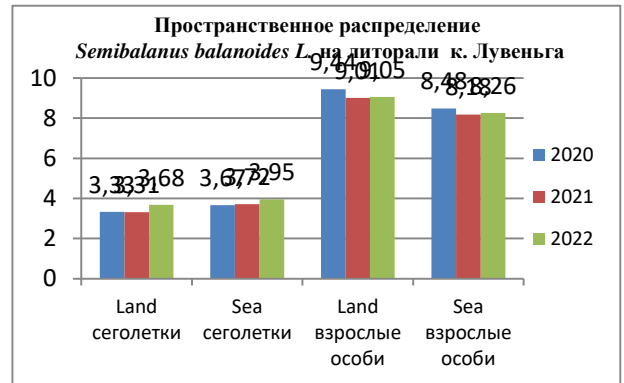
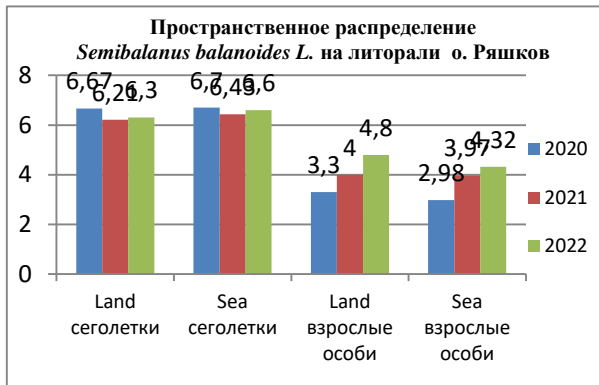
3. Полученные результаты и их обсуждения

3.1. Состав сообществ *Semibalanus balanoides* L. на участках

В состав сообщества *Semibalanus balanoides* L. входят 3 вида беспозвоночных животных: *Littorina saxatilis*, *Littorina obtusata*, *Littorina littorea*. И два вида фукоидов: *Ascophyllum nodosum* и *Fucus vesiculosus*. Можно отметить, что род *Littorina* достаточно часто встречается, вероятнее всего данная закономерность связана с тем, что у моллюска сходные условия обитания с усоногим раком.

3.2. Пространственное распределение *Semibalanus balanoides* L., экз

В период становления и разрушения ледового покрова на территории Кандалакшского залива Белого моря, *Semibalanus balanoides* L. подвергается механическому воздействию льдов. Поселения баянусов частично разрушаются, так как с мористой стороны камней льды буквально срезают домики ракообразных. Возможно, такие явления как-то влияют на распределение ракообразных, то есть с мористой стороны камней (валунов) количество сеголеток и взрослых баянусов может быть меньше, чем с береговой.



Стоит отметить, что с мористой и береговой сторон камня количество баянусов отличается не значительно (Рисунок 3,4,5). Абиотические факторы не оказывают влияние на распределение, как сеголеток, так и взрослых баянусов. Различия достоверны (Приложение 3). Фактор «год» на пространственное распределение влияния не оказывает.

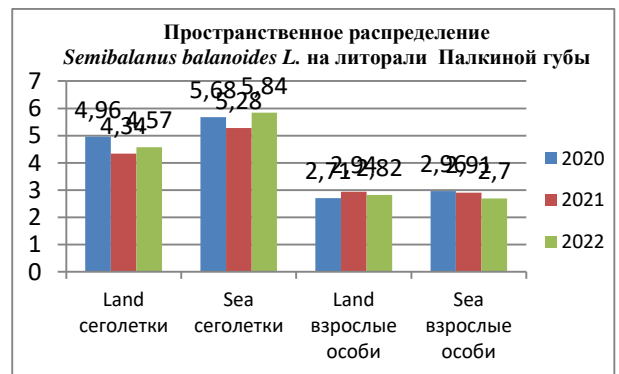


Рис. 3,4,5. Пространственное распределение *Semibalanus balanoides* L. на литорали

3.3. Плотность поселения *Semibalanus balanoides* L., экз/4см²

Оценка плотности поселения *Semibalanus balanoides* L. проводилась на нескольких участках Кандалакшского залива Белого моря.

Анализ данных в 2020 и 2021 годах, на литорали о. Ряшков и к. Лувеньга, позволяет нам предположить, что плотность поселения сеголеток зависит от количества взрослых баянусов на единицу площади. Однако для подтверждения данного предположения необходимо провести корреляционный анализ между двумя массивами. Необходимо установить наличие прямой или обратной связи между плотностью поселения сеголеток и взрослых особей *Semibalanus balanoides* L.

Корреляционный анализ 2021/2022 гг.

	к. Лувеньга		п.п. Палкина губа		о. Ряшков							
					Южная губа		Северная губа		Восточный берег		Западная салма	
	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.
Коэффициент корреляции (R1)	-0,4	-0,4	0,4	0,3	-0,8	-0,6	-0,6	-0,4	-0,8	-0,7	-0,7	-0,3
Плотность сеголеток (кол-во /4см ²)	8,4±3,1	8,6±3,2	3,5±1,6	4,01±1,6	10,3±1,80	11,3±3,9	1,9±0,8	3,6±1,7	1,3±0,2	1,2±0,4	7,7±1,21	8,1±4,1
Плотность взрослых (кол-во /4см ²)	4,4±2,3	3,9±1,8	6,8±3,3	6,64±3,4	4,3±1,7	6,1±2,1	5,4±2,2	5,9±2,1	5,3±2,4	2,8±1,03	6,0±3,5	6,2±2,2

Анализируя данные приведённые выше, можно отметить, что в 2021-2022 гг. на литорали острове Ряшков и к. Лувеньга выявлена обратная связь. То есть чем выше плотность поселения сеголеток, тем ниже плотность поселения взрослых особей (Таблица 1). Стоит отметить, что на литорали Палкиной губы выявлена прямая (слабая) связь. То есть чем выше плотность поселения взрослых особей, тем ниже плотность поселения сеголеток (Таблица 1). Можно сделать вывод, что на плотность поселения сеголеток оказывает влияние площадь свободной поверхности, то есть расстояние до взрослых особей. Различия достоверны (Приложение 3).

3.4. Размерные характеристики известковых домиков взрослых особей

В 2020 году при подсчёте плотности поселения нами отмечено, что визуально известковые домики отличаются друг от друга по форме.

В 2021/2022 гг. году проведены замеры размерных характеристик известковых домиков взрослых особей. В 2022 году впервые проведен анализ ежегодного прироста известковых домиков.

При низкой плотности поселения взрослых особей *Semibalanus balanoides* L. диаметр основания и диаметр апертуры больше, чем те же размерные характеристики при высокой плотности поселения. Это говорит о том, что при высокой плотности поселения известковый домик взрослой



Рис. 6. Размерные характеристики

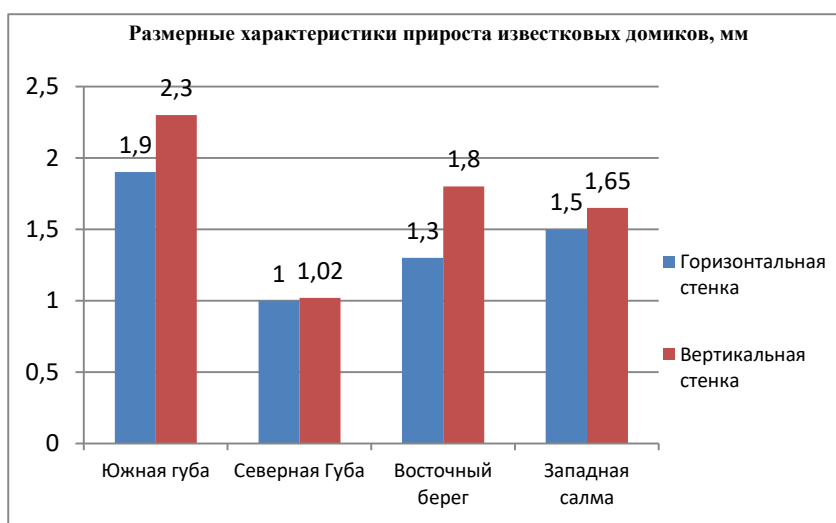
особи *Semibalanus balanoides* L. принимает «трубчатую» форму. Данные изменения, скорее всего, связаны с малой площадью свободной поверхности для постройки известкового домика.

Основываясь на подобных данных, разработана 3D модель взрослой особи *Semibalanus balanoides* L. Данная модель послужит основой для покрытия днища морских судов (Приложение 4).

3.5. Морфометрические показатели ежегодного прироста известковых домиков

В ходе многолетнего исследования нами было отмечено, что размерные характеристики известковых домиков взрослых особей *Semibalanus balanoides* L. расположенных на горизонтальной поверхности камней отличаются от домиков расположенных на вертикальной поверхности камней (что общепринято считается «правильны»). Для выявления факторов оказывающих влияние на прирост известковых домиков на разных поверхностях, была выдвинута рабочая гипотеза. Мы предположили, что особи прикрепившиеся на вертикальную поверхность камня получают больше питательных веществ, так как карино-ростральная ось расположена «правильно» (развернута вертикально) и рачёк получает возможность разворачивать свой ловчий аппарат, что обеспечивает достаточное питание. Для подтверждения или опровержения данной гипотезы необходимо подсчитать высоту ежегодного прироста известкового домика.

Анализируя данные, мы выявили, что значимых различий между приростом известковых домиков на разных поверхностях нет. Как правило оседание личиночной стадии *Semibalanus balanoides* L. на горизонтальных поверхностях происходит таким образом, что карино-ростральная ось



направлена перпендикулярно направлению прибою. Это экономит энергию при ловле детрита, *Semibalanus balanoides* L. стараться использовать потоки воды, так как прикрепление по направлению движения водных масс даёт возможность реже делать взмахи ловчим аппаратом. Наблюдения показали, что на горизонтальной поверхности личиночная стадия *Semibalanus balanoides* L. чаще всего крепились параллельно потокам воды, так это позволяет разворачивать ловчий аппарат для успешной ловли детрита. То есть выдвинутая нами гипотеза подтвердилась частично, что открывает новые перспективы для исследования.

Вероятно, естественный отбор поддержал наличие отрицательного фототаксиса у личинок. Личинки поворачиваются передним концом от света, что даёт максимально выгодное положение взрослому баяланусу.

4. Выводы

В результате проделанной работы было установлено, что в состав сообщества *Semibalanus balanoides* L. входят 3 вида беспозвоночных животных: *Littorina saxatilis*, *Littorina obtusata*, *Littorina littorea*. И два вида фукоидов: *Ascophyllum nodosum* и *Fucus vesiculosus* (Таблица 1).

С мористой и береговой сторон камня количество баяланусов отличается не значительно (Рисунок 3,4,5). Абиотические факторы не оказывают влияние на распределение, как сеголетов, так и взрослых баяланусов. Различия достоверны (Приложение 3).

Анализируя данные приведённые выше, можно отметить, что в 2021-2022 гг. на литорали острове Ряшков и к. Лувенька выявлена обратная связь. То есть чем выше плотность поселения сеголетов, тем ниже плотность поселения у взрослых особей (Таблица 1). Стоит отметить, что на литорали Палкиной губы выявлена прямая (слабая) связь. То есть чем выше плотность поселения взрослых особей, тем ниже плотность поселения сеголетов (Таблица 1). Можно сделать вывод, что на плотность поселения сеголетов оказывает влияние площадь свободной поверхности, то есть расстояние до взрослых особей. Различия достоверны (Приложение 3).

При низкой плотности поселения взрослых особей *Semibalanus balanoides* L. диаметр основания и диаметр апертуры больше, чем те же размерные характеристики при высокой плотности поселения. Это говорит о том, что при высокой плотности поселения известковый домик взрослой особи *Semibalanus balanoides* L. принимает «трубчатую» форму. Данные изменения, скорее всего, связаны с малой площадью свободной поверхности для постройки известкового домика.

Значимых различий между приростом известковых домиков на вертикальных и горизонтальных поверхностях нет. Вероятно, естественный отбор поддержал наличие отрицательного фототаксиса у личинок. Личинки поворачиваются передним концом от света, что даёт максимально выгодное положение взрослому баяланусу.

Можно сделать вывод, что на ежегодный прирост известкового домика особей *Semibalanus balanoides* L. находится в прямой от направления карино-ростральной оси, гипотеза исследования подтвердилась частично.

5. Список литературы

1. Гудимов А. В., Свитина В. С. Экология и распределение усоногих раков *Semibalanus balanoides* (L.) (Crustacea) в южном колене Кольского залива. Кольский залив: освоение и рациональное природопользование. [Текст] М. : Наука, 2009. С. 202–220.
2. Гудимов А. В., Свитина В. С. Популяция усоногих раков *Semibalanus balanoides* в градиенте солености эстуарной зоны кута Кольского залива [Текст] // Доклады Российской академии наук. 2007. Т. 412, № 1. С. 132–133.
3. Жизнь животных в 6 томах, под редакцией действительного члена АН СССР Л. А. Зенкевича, 2 том, Беспозвоночные, [Текст] Москва, 1968, Издательство «Просвещение».
4. Зенкевич Л. А. Избранные труды: в 2 т. М. : Наука, 1977. Т. 1. Биология северных и южных морей СССР. [Текст] С. 49, 127–129.
5. Зоология беспозвоночных в 2-ух томах. Под ред. В. Вестхайде и Р. Ригера. - [Текст] М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008.
6. Кузнецов В. В. Популяция некоторых массовых видов морских беспозвоночных Восточного Мурмана // [Текст] Зоологический журнал. 1947. Т. XXVI. Вып. 2. С. 109–120.
7. Кузнецов В. В. Биология массовых и наиболее обычных видов ракообразных Баренцева и Белого морей. [Текст] М. ; Л. : Наука, 1964. С. 218–225.
8. Марфенин Н. И., Белорусцева С. А. Иллюстрированный атлас беспозвоночных Белого моря. - [Текст] М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006.
9. Ржепишевский И. К. К вопросу о распространении баянусов в юго-восточной части Баренцева моря // Труды Мурманского морского биологического института. [Текст] 1966. Вып. 11 (15). С. 50–57.
10. Научная статья «Многолетние колебания численности популяции усоногих раков *semibalanus balanoides* (L.) (Crustacea) на эстуарной литорали кута Кольского залива» [Электронный ресурс]: [сайт] / – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/mnogoletnie-kolebaniya-chislennosti-populyatsii-usonogih-rakov-semibalanusbalanoides-l-crustacea-na-estuarnoy-litorali-kuta-kolskogo>
11. Научная статья «Факторы, влияющие на расселение личиночной стадии *Semibalanus balanoides*» [Электронный ресурс]: [сайт] / – Режим доступа: https://docviewer.yandex.ru/view/18433922/?*=5

Первичные данные

Учет *Semibalanus balanoides* L. на литорали острова Ряшков
(Южная губа)

N stone (номер камня)	Exposition (сторона камня)	N core (номер рамки)	N square (номер квадрата)	Number of juvenus alive (Кол-во живых сеголеток)	Number of juvenus dead (Количество мертвых сеголеток)	всего сеголеток	Number of adult alive (Количество взрослых живых)	Number of adult dead (Количество взрослых мертвых)	всего взрослых	Nord	East
1	Land	1	3	0	0	0	0	0	0	0.509	34.287
1	Land	1	1	0	0	0	2	0	2	0.509	34.287
1	Land	1	14	1	0	1	2	0	2	0.509	34.287
1	Land	2	18	2	0	2	0	0	0	0.509	34.287
1	Land	2	23	0	0	0	0	0	0	0.509	34.287
1	Land	2	13	0	0	0	0	0	0	0.509	34.287
1	Land	3	19	0	0	0	2	0	2	0.509	34.287
1	Land	3	3	0	0	0	1	0	1	0.509	34.287
1	Land	3	25	0	0	0	14	0	14	0.509	34.287
1	Sea	1	4	0	0	0	3	0	3	0.509	34.287
1	Sea	1	6	8	0	8	0	0	0	0.509	34.287
1	Sea	1	3	6	0	6	10	1	11	0.509	34.287
1	Sea	2	12	3	0	3	0	0	0	0.509	34.287
1	Sea	2	25	1	0	1	13	0	13	0.509	34.287
1	Sea	2	11	0	0	0	12	1	13	0.509	34.287
1	Sea	3	3	0	0	0	12	2	14	0.509	34.287
1	Sea	3	11	1	0	1	9	0	9	0.509	34.287
1	Sea	3	9	10	0	10	0	0	0	0.509	34.287
2	Land	1	4	3	0	3	3	0	3	0.479	34.216
2	Land	1	8	2	0	2	3	0	3	0.479	34.216
2	Land	1	7	0	0	0	7	0	7	0.479	34.216
2	Land	2	6	1	0	1	1	1	2	0.479	34.216
2	Land	2	21	3	0	3	0	0	0	0.479	34.216
2	Land	2	11	2	0	2	0	0	0	0.479	34.216
2	Land	3	25	1	0	1	0	0	0	0.479	34.216
2	Land	3	9	0	0	0	0	0	0	0.479	34.216
2	Land	3	6	0	0	0	0	0	0	0.479	34.216
2	Sea	1	13	0	0	0	0	0	0	0.479	34.216
2	Sea	1	7	0	0	0	1	0	1	0.479	34.216
2	Sea	1	18	32	0	32	1	0	1	0.479	34.216
2	Sea	2	1	10	0	10	0	0	0	0.479	34.216
2	Sea	2	17	34	0	34	1	2	3	0.479	34.216
2	Sea	2	25	9	0	9	3	1	4	0.479	34.216
2	Sea	3	4	30	0	30	0	0	0	0.479	34.216
2	Sea	3	13	33	0	33	0	0	0	0.479	34.216
2	Sea	3	22	28	0	28	0	0	0	0.479	34.216
3	Land	1	5	13	1	14	2	1	3	0.507	34.360
3	Land	1	11	24	0	24	0	0	0	0.507	34.360
3	Land	1	19	32	0	32	2	0	2	0.507	34.360
3	Land	2	7	11	0	11	0	0	0	0.507	34.360
3	Land	2	13	23	0	23	2	0	2	0.507	34.360
3	Land	2	23	24	1	25	0	0	0	0.507	34.360
3	Land	3	8	19	0	19	2	0	2	0.507	34.360
3	Land	3	16	19	0	19	0	0	0	0.507	34.360
3	Land	3	22	20	0	20	0	0	0	0.507	34.360
3	Sea	1	7	8	0	8	2	0	2	0.507	34.360
3	Sea	1	11	10	1	11	1	0	1	0.507	34.360
3	Sea	1	19	12	0	12	3	0	3	0.507	34.360
3	Sea	2	4	10	0	10	0	0	0	0.507	34.360
3	Sea	2	2	7	4	0	4	13	0	0.507	34.360
3	Sea	2	1	17	23	1	24	4	0	0.507	34.360
3	Sea	3	2	21	18	1	19	0	0	0.507	34.360
3	Sea	3	4	2	9	1	10	0	1	0.507	34.360
3	Sea	3	3	2	4	6	10	1	11	0.507	34.360

Учет *Semibalanus balanoides* L. на литорали кордона Лувеньга

N core (номер рамки)	N square (номер квадрата)	Number of juvenus alive (Кол-во живых сеголеток)	Number of juvenus dead (Количество мертвых сеголеток)	всего сеголеток	Number of adult alive (Количество взрослых живых)	Number of adult dead (Количество взрослых мертвых)	всего взрослых	Nord 67	East 032
1	25	10	0	10	4	2	6	6,196	41,777
1	11	3	1	4	1	1	2	6,196	41,777
1	2	1	0	1	0	0	0	6,196	41,777
2	4	0	0	0	0	0	0	6,196	41,777
2	9	0	0	0	2	0	2	6,196	41,777
2	7	0	0	0	0	0	0	6,196	41,777
3	6	10	1	11	2	0	2	6,196	41,777
3	12	12	2	14	0	0	0	6,196	41,777
3	14	0	0	0	0	0	0	6,196	41,777
1	13	0	0	0	2	0	2	6,196	41,777
1	14	14	3	17	1	0	1	6,196	41,777
1	12	23	2	25	3	0	3	6,196	41,777
2	11	0	0	0	0	0	0	6,196	41,777
2	5	1	0	1	4	2	6	6,196	41,777
2	9	0	0	0	2	1	3	6,196	41,777
3	4	0	0	0	3	0	3	6,196	41,777
3	3	0	0	0	9	3	12	6,196	41,777
3	1	0	0	0	10	1	11	6,196	41,777
1	2	13	0	13	7	1	8	6,167	41,789
1	8	10	0	10	2	0	2	6,167	41,789
1	9	7	0	7	5	1	6	6,167	41,789
2	21	6	3	9	2	0	2	6,167	41,789
2	25	8	2	10	8	0	8	6,167	41,789
2	14	11	0	11	7	0	7	6,167	41,789
3	19	0	0	0	1	0	1	6,167	41,789
3	13	0	0	0	0	0	0	6,167	41,789
3	17	21	2	23	5	2	7	6,167	41,789
1	15	0	0	0	2	0	2	6,167	41,789
1	5	0	0	0	2	0	2	6,167	41,789
1	6	0	0	0	1	0	1	6,167	41,789
2	18	2	6	8	3	1	4	6,167	41,789
2	17	0	0	0	5	1	6	6,167	41,789
2	19	1	0	1	0	0	0	6,167	41,789
3	25	13	13	26	3	0	3	6,167	41,789
3	14	18	0	18	0	0	0	6,167	41,789
3	1	10	4	14	3	1	4	6,167	41,789
1	6	0	0	0	6	2	8	4,372	17,768
1	5	0	0	0	4	0	4	4,372	17,768
1	6	1	0	1	5	0	5	4,372	17,768
2	8	8	0	8	3	0	3	4,372	17,768
2	9	7	0	7	1	0	1	4,372	17,768
2	3	10	1	11	6	1	7	4,372	17,768
3	4	8	5	13	1	2	3	4,372	17,768
3	9	11	6	17	0	5	5	4,372	17,768
3	19	0	0	0	0	0	0	4,372	17,768
1	20	10	2	12	0	5	5	4,372	17,768
1	12	15	6	21	1	1	2	4,372	17,768
1	4	8	0	8	3	1	4	4,372	17,768
2	25	6	0	6	10	0	10	4,372	17,768
2	18	3	0	3	11	0	11	4,372	17,768
2	16	2	2	4	0	0	0	4,372	17,768
3	13	7	0	7	4	0	4	4,372	17,768
3	1	1	0	1	5	0	5	4,372	17,768
3	7	9	0	9	4	0	4	4,372	17,768

Учет *Semibalanus balanoides* L. на литорали Палкиной губы

N stone (номер камня)	Exposition (сторона камня)	N core (номер рамки)	N square (номер квадрата)	Number of juvenus alive (Кол-во живых сеголеток)	Number of juvenus dead (Количество мертвых сеголеток)	всего сеголеток	Number of adult alive (Количество взрослых живых)	Number of adult dead (Количество взрослых мертвых)	всего взрослых	Nord	East
1	Land	1	2	6	2	8	3	0	3	4,379	17,739
1	Land	1	5	2	0	2	8	0	8	4,379	17,739
1	Land	1	7	0	0	0	12	0	12	4,379	17,739
1	Land	2	15	12	0	12	3	0	3	4,379	17,739
1	Land	2	24	10	4	14	7	0	7	4,379	17,739
1	Land	2	25	3	0	3	17	0	17	4,379	17,739
1	Land	3	23	8	0	8	13	0	13	4,379	17,739
1	Land	3	6	4	1	5	20	0	20	4,379	17,739
1	Land	3	8	0	0	0	5	0	5	4,379	17,739
1	Sea	1	9	0	0	0	4	0	4	4,379	17,739
1	Sea	1	7	0	0	0	3	1	4	4,379	17,739
1	Sea	1	19	0	0	0	7	2	9	4,379	17,739
1	Sea	2	24	3	0	3	13	0	13	4,379	17,739
1	Sea	2	2	3	4	7	4	0	4	4,379	17,739
1	Sea	2	3	4	0	4	10	0	10	4,379	17,739
1	Sea	3	8	7	0	7	2	0	2	4,379	17,739
1	Sea	3	6	0	0	0	5	0	5	4,379	17,739
1	Sea	3	4	0	0	0	5	0	5	4,379	17,739
2	Land	1	9	5	0	5	3	0	3	4,38	17,753
2	Land	1	12	0	0	0	3	0	3	4,38	17,753
2	Land	1	11	2	0	2	11	0	11	4,38	17,753
2	Land	2	22	0	0	0	0	0	0	4,38	17,753
2	Land	2	12	0	0	0	6	0	6	4,38	17,753
2	Land	2	11	0	0	0	0	0	0	4,38	17,753
2	Land	3	23	0	0	0	7	0	7	4,38	17,753
2	Land	3	9	0	0	0	0	0	0	4,38	17,753
2	Land	3	8	0	0	0	0	0	0	4,38	17,753
2	Sea	1	6	0	0	0	0	0	0	4,38	17,753
2	Sea	1	4	0	0	0	2	0	2	4,38	17,753
2	Sea	1	5	1	0	1	0	0	0	4,38	17,753
2	Sea	2	10	3	2	5	7	0	7	4,38	17,753
2	Sea	2	15	5	3	8	3	0	3	4,38	17,753
2	Sea	2	18	0	0	0	2	0	2	4,38	17,753
2	Sea	3	19	0	0	0	1	0	1	4,38	17,753
2	Sea	3	20	0	0	0	0	0	0	4,38	17,753
2	Sea	3	7	0	0	0	0	0	0	4,38	17,753
3	Land	1	6	0	0	0	2	1	3	4,379	17,793
3	Land	1	2	0	0	0	0	0	0	4,379	17,793
3	Land	1	9	0	0	0	0	0	0	4,379	17,793
3	Land	2	1	0	0	0	0	0	0	4,379	17,793
3	Land	2	10	0	0	0	0	0	0	4,379	17,793
3	Land	2	25	3	0	3	4	0	4	4,379	17,793
3	Land	3	21	6	2	8	1	0	1	4,379	17,793
3	Land	3	5	6	0	6	0	0	0	4,379	17,793
3	Land	3	9	7	0	7	1	0	1	4,379	17,793
3	Sea	1	8	5	0	5	1	0	1	4,379	17,793
3	Sea	1	3	0	0	0	2	0	2	4,379	17,793
3	Sea	1	4	0	0	0	7	0	7	4,379	17,793
3	Sea	2	6	1	0	1	6	0	6	4,379	17,793
3	Sea	2	10	2	0	2	0	0	0	4,379	17,793
3	Sea	2	17	0	0	0	2	0	2	4,379	17,793
3	Sea	3	19	5	0	5	2	0	2	4,379	17,793
3	Sea	3	20	0	0	0	3	0	3	4,379	17,793
3	Sea	3	25	0	0	0	3	0	3	4,379	17,793

Статистическая обработка данных

Однофакторный дисперсионный анализ, 2022 год

Распределение балянусов

Факторная дисперсия

Определяем факторную дисперсию:

$$s_f^2 = \frac{S_f}{p-1} = \frac{733.32}{4-1} = 244.44$$

и остаточную дисперсию:

$$s_{ost}^2 = \frac{S_{ost}}{n-p} = \frac{2819.31}{211-4} = 13.62$$

Если средние значения случайной величины, вычисленные по отдельным выборкам одинаковы, то оценки факторной и остаточной дисперсий являются несмещенными оценками генеральной дисперсии и различаются несущественно.

Тогда сопоставление оценок этих дисперсий по критерию Фишера должно показать, что нулевую гипотезу о равенстве факторной и остаточной дисперсий отвергнуть нет оснований.

Оценка факторной дисперсии больше оценки остаточной дисперсии, поэтому можно сразу утверждать не справедливость нулевой гипотезы о равенстве математических ожиданий по слоям выборки.

Иначе говоря, в данном примере фактор Ф оказывает существенное влияния на случайную величину.

Проверим нулевую гипотезу H_0 : равенство средних значений x .

Находим $f_{набл}$.

$$f_{набл} = \frac{244.44}{13.62} = 17.95$$

Для уровня значимости $\alpha=0.05$, чисел степеней свободы 3 и 210 находим $f_{кр}$ из таблицы распределения Фишера-Снедекора.

$$f_{кр}(0.05; 3; 210) = 0$$

В связи с тем, что $f_{набл} > f_{кр}$, нулевую гипотезу о существенном влиянии фактора на результаты экспериментов принимаем (нулевую гипотезу о равенстве групповых средних отвергаем).

Другими словами, групповые средние в целом различаются значимо.

Однофакторный дисперсионный анализ, 2022 год

Плотность поселения

Факторная дисперсия

$$s_f^2 = \frac{S_f}{p-1} = \frac{277.11}{4-1} = 92.37$$

и остаточную дисперсию:

$$s_{ost}^2 = \frac{S_{ost}}{n-p} = \frac{1569.51}{105-4} = 15.54$$

Если средние значения случайной величины, вычисленные по отдельным выборкам одинаковы, то оценки факторной и остаточной дисперсий являются несмещенными оценками генеральной дисперсии и различаются несущественно.

Тогда сопоставление оценок этих дисперсий по критерию Фишера должно показать, что нулевую гипотезу о равенстве факторной и остаточной дисперсий отвергнуть нет оснований.

Оценка факторной дисперсии больше оценки остаточной дисперсии, поэтому можно сразу утверждать не справедливость нулевой гипотезы о равенстве математических ожиданий по слоям выборки.

Иначе говоря, в данном примере фактор Ф оказывает существенное влияния на случайную величину.

Проверим нулевую гипотезу H_0 : равенство средних значений x .

Находим $f_{набл}$.

$$f_{набл} = \frac{92.37}{15.54} = 5.94$$

Для уровня значимости $\alpha=0.05$, чисел степеней свободы 3 и 104 находим $f_{кр}$ из таблицы распределения Фишера-Снедекора.

$$f_{кр}(0.05; 3; 104) = 2.68$$

В связи с тем, что $f_{набл} > f_{кр}$, нулевую гипотезу о существенном влиянии фактора на результаты экспериментов принимаем (нулевую гипотезу о равенстве групповых средних отвергаем). Другими словами, групповые средние в целом различаются значимо

Другими словами, групповые средние в целом различаются значимо

Фотоматериалы



Рис. 10. Знакомство с объектом, 2020 г.



Рис. 13. Памятник природы Лечебные грязи Палкиной губы

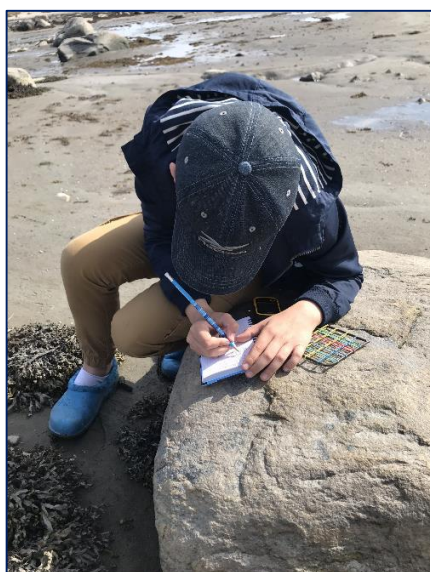


Рис. 11. Фиксация результатов учёта



Рис. 14. Кордон Лувеньга, 2020 г.

Рис. 12. *Semibalanus balanoides*

Рис. 15. Учётная рамка



Рис. 16. Работа в рамках экспедиции «Моё Белое море», 2020 г.



Рис. 17. Учёт на валунах



Рис. 18. Фиксация геоданных



Рис. 19. Проведение учёта



Рис. 20. Проведение учёта, 2020 г.



Рис. 21. Полевые работы во время экспедиции на о. Ряшков, 2021 г.

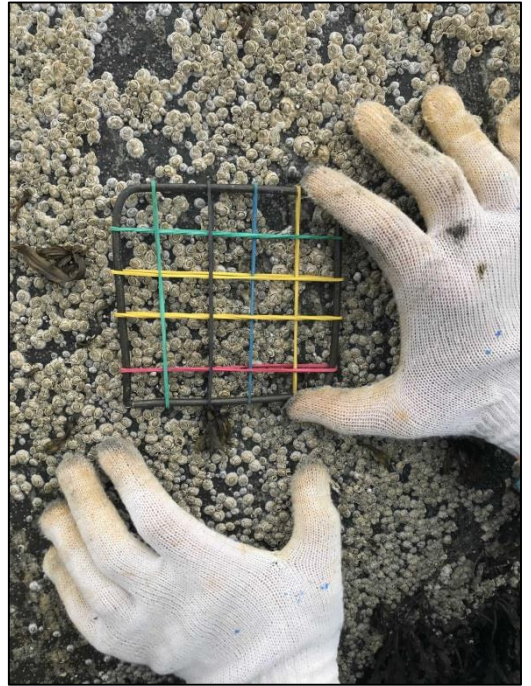


Рис. 24. Учет белянусов 2022г.



Рис. 22. Подсчёт белянусов на о. Ряшков, 2021 г.



Рис. 25. Измерения диаметра основания

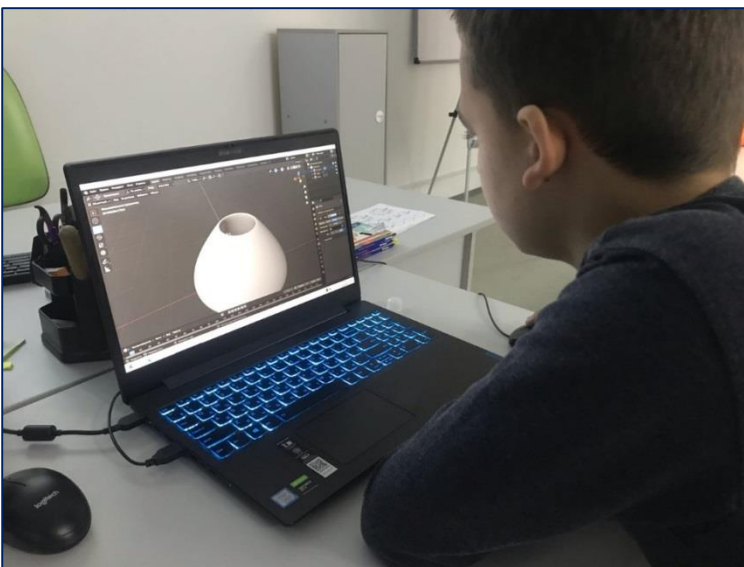


Рис. 23. Разработка прототипа известкового домика



Рис. 26. Работа в Южной губе о. Ряшков, 2022 г.

Техническое задание

1. Цель выполняемых работ

Основной целью выполняемых работ является разработка объёмной модели известкового домика *Semibalanus balanoides*. Основываясь на собранных за 2 года данных, можно разработать 3D модель взрослой особи *Semibalanus balanoides* L. Данная модель послужит основой для покрытия днища морских судов, что предотвратит их обрастание и поможет сэкономить денежные средства, затрачиваемые на очистку днища.

Исходные данные

При низкой плотности поселения взрослых особей *Semibalanus balanoides* L. диаметр основания и диаметр апертуры больше, чем те же размерные характеристики при высокой плотности поселения. Это говорит о том, что при высокой плотности поселения известковый домик взрослой особи *Semibalanus balanoides* L. принимает «трубчатую» форму. Данные изменения, скорее всего, связаны с малой площадью свободной поверхности для постройки известкового домика.

Требование к модели:

1. Количество визуализаций с различных ракурсов для 1 объекта – не менее 2 (возможно выполнение без общей пластины или с общей пластиной крепления);
2. Срок изготовления 1 объекта – не более 10 рабочих дней.
3. Размерные характеристики (модель 1): высота – 8 мм, диаметр основания- 15 мм, диаметр апертуры – 5 мм;
4. Размерные характеристики (модель 2): высота – 20 мм, диаметр основания- 7 мм, диаметр апертуры – 2 мм.

Печать 3D модели производилась на базе Детского Технопарка «Квантолаб51» на принтере Picaso 3D Designer.