

МУНИЦИПАЛЬНОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДЕТСКАЯ ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ»
МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ КАНДАЛАКШСКИЙ РАЙОН
МУРМАНСКАЯ ОБЛАСТЬ

Всероссийский конкурс
юных исследователей окружающей среды

Номинация: «Зоология и экология беспозвоночных животных»

**СТРУКТУРА ПОСЕЛЕНИЯ МУА ARENARIA И ОСОБЕННОСТИ
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МОЛЛЮСКОВ В ЭКОСИСТЕМАХ ЛИТОРАЛИ
КАНДАЛАКШСКОГО ЗАЛИВА БЕЛОГО МОРЯ**

Автор: Лялина Карина Сергеевна, 10 класс,
детское объединение «Юный эколог»,
МАУДО «Детская эколого-биологическая станция»

Руководитель: Приставка Евгения Алексеевна,
педагог дополнительного образования,
МАУДО «Детская эколого-биологическая станция»

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

Г. КАНДАЛАКША
2018 г

Содержание

1.	Введение	3
1.1.	Общая характеристика объекта исследования	4
1.2.	Физико-географическая характеристика района исследования	5
2.	Методика исследования и материалы	6
2.1.	Методика исследования	6
2.2.	Методы исследования	6
3.	Результаты исследования и их обсуждения	7
3.1.	Размерно-весовые характеристики двустворчатого моллюска <i>Mya arenaria</i> на литорали острова Ряшков	7
3.2.	Плотность поселения и биомассу двустворчатых моллюсков <i>Mya arenaria</i> на литорали острова Ряшков	7
3.3.	Пространственного распределения двустворчатого моллюска <i>Mya arenaria</i> на литорали острова Ряшков	9
3.4.	Состав сообществ <i>Mya arenaria</i> на литорали острова Ряшков	10
4.	Вывод	10
5.	Список литературы	11
6.	Приложение	12

Введение

Моллюски – широко распространенная, богатая по количеству видов, численности и биомассе группа морских животных, составляющая важнейший элемент морской фауны. Они занимают весьма важное место в экосистемах Кандалакшского залива Белого моря.

Mya arenaria (мия, песчаная ракушка), как и многие другие виды двустворчатых моллюсков-фильтраторов, является индикатором состояния водной среды, кроме того, мия относится к видам - эдификаторам. За последние годы запасы этого моллюска значительно сократились из-за постепенного заиления и эвтрофикации кутовых участков Белого моря, излюбленных мией (Голиков и др., 1978; Бабков, Голиков, 1984).

Познание закономерностей функционирования морских экосистем требует понимания функционирования составляющих ее элементов, поэтому важно изучение биоценоза *Mya arenaria* в целом, со всеми входящими в него компонентами.

Для сохранения и рационального использования биологических морских природных ресурсов необходимы точные и полные знания о распределении животных в различных районах моря. Интенсивное изучение Белого моря началось более ста лет назад и продолжается до настоящего времени. Обилие литературных данных может привести к ошибочному мнению о хорошей изученности организмов Белого моря. Однако, если говорить о литоральном двустворчатом моллюске *Mya arenaria*, то из всех таксономических групп мия изучена недостаточно хорошо.

Изучение беломорской песчаной ракушки важно не только в целях определения ее роли в жизни экосистемы, но имеет и практическое значение. В настоящее время роль беспозвоночных животных в морском промысле сильно возрастает. Мия, в числе некоторых других видов, может оказаться одним из важных объектов марикультуры. Поэтому изучение закономерностей распределения, выявление межгодовой динамики численности и биомассы *Mya arenaria* в настоящее время представляет теоретический и практический интерес. Кроме того, моллюск играет немаловажную роль в питании многих позвоночных животных, главным образом рыб и птиц, являясь трофической составляющей экосистем Белого моря.

Цель: изучить структуру поселения *Mya arenaria* и особенности распределения моллюсков в экосистемах литорали Кандалакшского залива Белого моря.

Задачи:

1. Определить размерно-весовые характеристики двустворчатого моллюска *Mya arenaria* на литорали острова Ряшков;
2. Определить плотность поселения и биомассу двустворчатых моллюсков *Mya arenaria* на литорали острова Ряшков;
3. Выявить закономерности пространственного распределения двустворчатого моллюска *Mya arenaria* на литорали острова Ряшков;

4. Изучить состав сообществ *Mya arenaria* на литорали острова Ряшков.

Актуальность: Изучение особенностей двустворчатого моллюска *Mya arenaria*, как и любых других видов живых организмов, является основой развития наук биология и экология. Анализ запаса данного моллюска является не маловажным, поскольку он играет важную роль в питании многих позвоночных животных, главным образом рыб и птиц экосистемы Белого моря.

Практическая значимость: Данная работа проведена на охраняемой акватории Кандалакшского государственного природного заповедника, навсегда изъятой из пользования человеком в хозяйственных целях. Поскольку основная функция заповедника заключается в сохранении природных экосистем, являющихся эталонами, то необходима организация наблюдения за этими природными сообществами, позволяющая выявлять и документально регистрировать отличия данных биосистем от таковых на незаповедных акваториях, а также слежение за изменениями, протекающими внутри экосистем, находящихся под охраной заповедника. Только путем постоянного и длительного мониторинга может быть сохранена северная природа в Кандалакшском Государственном заповеднике на Белом море для будущих поколений.

Все материалы работы по акватории заповедника переданы в архив Кандалакшского государственного природного заповедника. Полученные результаты могут быть включены в мониторинговые наблюдения по прибрежным акваториям Кандалакшского заповедника.

Объект: двустворчатый моллюск *Mya arenaria*.

Предмет: структура поселения и распределение моллюска на литорали острова Ряшков

Гипотеза: вертикальное размещение *Mya arenaria* на литорали острова Ряшков находится в прямой зависимости от механического состава грунта и длительности осушения.

Место проведения: литораль Белого моря.

Участок обследования: литораль Белого моря Кандалакшского государственного природного заповедника, остров Ряшков

1.1. Общая характеристика объекта исследования

Mya arenaria (мья, песчаная ракушка) - крупный двустворчатый литоральный моллюск, зарывающийся в грунт на значительную глубину до 40-50 см. Заглубление моллюска осуществляется в течение всей жизни. Связь с поверхностью грунта моллюск поддерживает с помощью сифона - толстой кожистой трубки, образованной двумя сросшимися сифонами: вводным и выводным. В вытянутом состоянии сифон впятеро превышает длину раковины моллюска и во время прилива возвышается над уровнем грунта на 0,5-1,5 см. Своим мощным сифоном песчаная ракушка способна проделать отверстие в грунте, в случае осыпания внутрь норки небольшого количества песка.

1.2. Физико-географическая и климатическая характеристика района исследования

Исследовательская работа проводилась ввремя эколого – биологической экспедиции на острове Ряшков Кандалакшского природного заповедника в июне 2016 года. Остров находится в 18 км южнее города Кандалакши, входит в состав Северного архипелага Кандалакшского заповедника.

Регион Белого моря расположен в субполярном физико-географическом поясе на севере Европейской части России. Белое море соединяется с Баренцевым морем, являясь частью Северного Ледовитого океана. Площадь моря около 91 тыс. км². Максимальная глубина 340 м, средняя глубина 67 м, объем воды 5,4 тыс. км. В Белом юре выделяют несколько структурных элементов: Воронка, Горло, Бассейн, и четыре залива - Кандалакшский, Онежский, Двинский и Мезенский (Моря СССР, 1991; Филатов, Тержевик, 2007). По Белому морю проходит граница между Карелией, Мурманской и Архангельской областями. Биологическая продуктивность Белого моря в определенной степени зависит от водообмена с Баренцевым морем и от гидрологического режима акватории, которые определяются географическим положением и климатическими условиями региона (Марковская и др., 2010).

Климат Белого моря одновременно и морской, и континентальный. Эти черты определяются близостью Атлантического и Северного Ледовитого океанов и тем, что Белое море глубоко вдается в сушу. Лето на Белом море относительно теплое. Летом воздух может прогреваться до +30 °С, но обычно этот показатель не превышает +20 °С. Летом взаимодействие антициклона над Баренцевым морем и циклонов, проходящих южнее Белого моря, сопровождается ветрами северо-восточных направлений, частыми дождями и низкой облачностью. Зима на Белом море продолжительная и суровая, преобладают юго-западные ветры. Средняя скорость ветра в 2 раза больше, чем на Мурманске, но штормовых дней в 4 раза меньше. Сильный ветер губительно действует на прибрежные растения, оказывает иссушающее действие на литоральные гидробионты во время отлива. Температурный режим Белого моря в целом зависит от водообмена с Баренцевым морем, а также от сезонных и межгодовых колебаний климатических условий Баренцева региона (куда входит и Белое море). Для карельской акватории характерна резкая вертикальная стратификация и резкие сезонные колебания температуры воды особенно в весенне-летний период. В Онежском заливе среднегодовая температура поверхностного слоя воды составляет +3,2 °С, зимой от -0,7 до -0,5 °С.

Видовой состав растений и животных, обитающих в Белом море, значительно беднее, чем в Баренцевом. Объясняется это такими гидрологическими особенностями Белого моря, как длительный ледовый покров, зимнее охлаждение поверхностного слоя воды, вечный холод на глубинах более 50 м, а также пониженная соленость воды. Однако биомасса

как водорослей, так и массовых видов беспозвоночных на побережье Белого моря значительно больше, чем на Мурмане. Это объясняется тем, что на Белом море велика площадь самых богатых жизнью морских горизонтов – прибрежных мелководий, представленных на крутых берегах Баренцева моря лишь узкой полосой [6].

Литорали - прибрежный участок морского дна, обнажающегося во время отлива. Условия жизни на литорали влияют на сообщество морских организмов, определяют их видовой состав и количество. В Белом море литораль покрывается льдом примерно на шесть месяцев в году. На самой верхней части литорали, обнажающейся во время отлива почти на 6 часов мало морских беспозвоночных. В массе различные моллюски, морские черви, ракообразные и другие беспозвоночные животные, которыми кормятся рыбы, и морские птицы заселяют средний и нижний пояса литорали [1].

2. Методика исследования

2.1. Методы исследования

Теоретические методы: проанализировать и сравнить информацию из различных литературных источников.

Эмпирические методы: провести гидробиологические наблюдения за распределением двустворчатого моллюска *Mya arenaria*.

Математические методы: с помощью программы EXCEL произвести математическую обработку результатов.

Статистические методы: Метод визуализации данных (функции, графики)

2.2. Методика

Сбор материала проводился на литорали острова Ряжков в период с 13 по 25 июня 2018 года. *Mya arenaria* в пределах характерного местообитания учитывалась выборочным методом. Пробы для количественного учета *Mya arenaria* отбирались на литорали во время отлива.

Для выявления вертикального распределения мии на литорали были проложены трансекты, вдоль береговой линии в Куту Южной и Северной губы от линии уреза воды до произрастания злаковых (пояс Элимусов). На каждой трансекте закладывались пробные площадки. Литораль была условно разделена на 10 зон (1,2,3 зона у "0" глубин; 4,5,6,7 - средний горизонт; 8,9,10 - верхний горизонт). В каждой зоне накладывалось по 2 рамки 1 м² с промежутком 1 м. Внутри рамки подсчитывалось количество отверстий от сифонов *Mya arenaria* (L.), количество конических холмиков переработанного грунта *Arenicola marina* (L.) и бороздок оставленных в процессе жизнедеятельности *Macoma balthica*. В дальнейшем подсчитывали количество отверстий от сифонов в пробах, которое пересчитывали в плотность поселения моллюсков на квадратный метр.

В каждой рамке при помощи металлического щупа учитывали глубину закапывания *Mya arenaria* (L.) (в отверстие от сифона опускается щуп до полного его погружение на глубину закапывания моллюска, далее при помощи линейки фиксируется длина) брались по 5 проб методом рандомизации.

Так же в каждой рамке изымали из грунта по 1 моллюску *Mya arenaria* (L.) (3-5 моллюсков с горизонта) с целью определения размерных характеристик. Сборщики раковин располагались вне площадки по обеим стороны от неё. Живые раковины извлекаются из донных отложений, замерялись и возвращались обратно в среду обитания. Сбор раковин производился вручную (в перчатках во избежания травмирования рук)

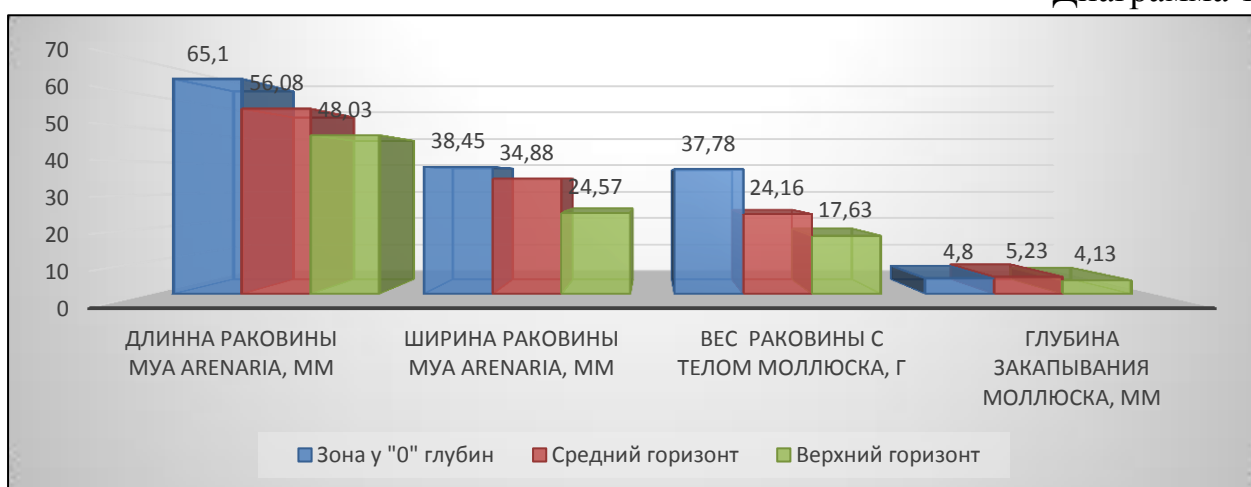
Сбор раковин с площадки проводился 2 людьми, так как было необходимо держать емкость для моллюсков и сразу промывать раковины.

3. Результаты исследования

3.1. Размерно-весовые характеристики двустворчатого моллюска *Mya arenaria* на литорали острова Ряшков

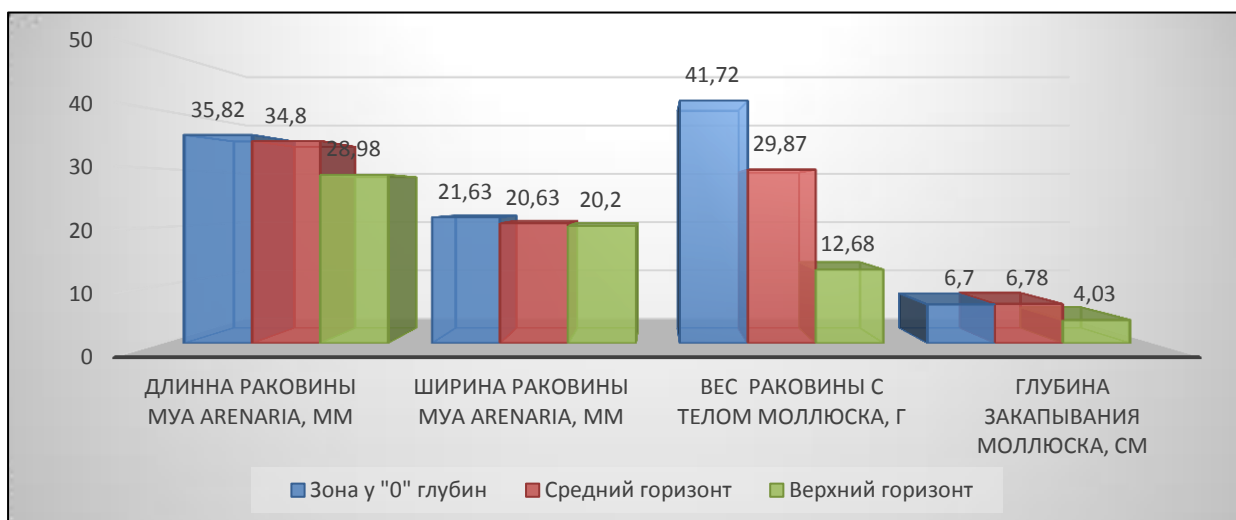
Южная губа острова Ряшков

Диаграмма 1



Северная губа острова Ряшков

Диаграмма 2



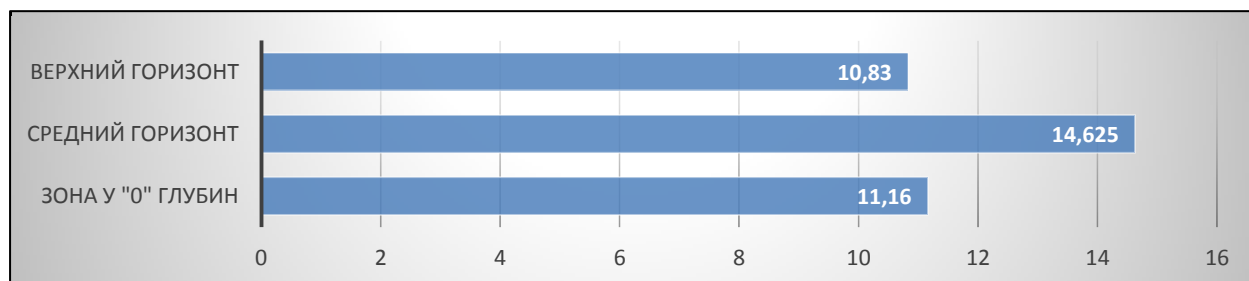
Размерно-весовые характеристики *Mya arenaria* на трансектах в Северной и Южной губах острова Ряшков показывают одинаковую тенденцию. Наибольшие показатели длины и ширины раковины, вес и глубина закапывания моллюска указывают на то, что зона у «0» глубин и

средний горизонт литорали представляют благоприятные условия для жизнедеятельности моллюсков.

3.2. Плотность поселения двустворчатых моллюсков *Mya arenaria* на литорали острова Ряшков, шт/м²

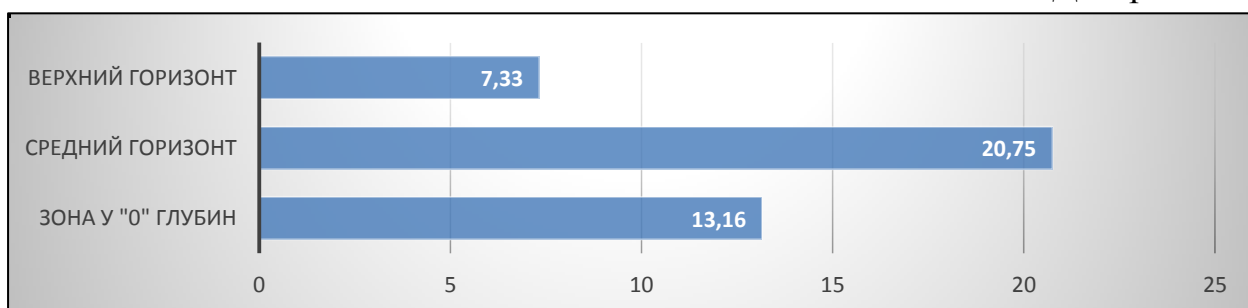
Южная губа острова Ряшков

Диаграмма 3



Северная губа острова Ряшков

Диаграмма 4

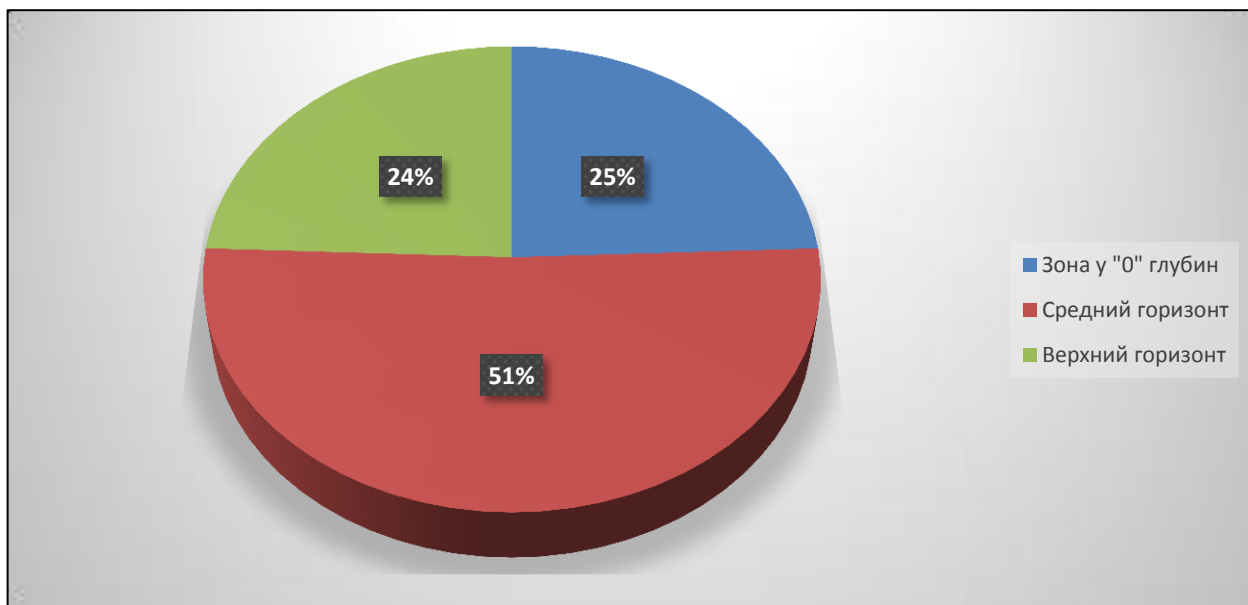


Анализ данных на трансектах в Южной и Северной губах позволяет нам отметить, что плотность поселения мии в среднем горизонте выше, чем у «0» глубин и верхнем горизонте. Возможно такое распределение обусловлено продолжительностью осушения. Так как в этой части литорали продолжительность осушения меньше, чем в верхней зоне литорали, поэтому создаются благоприятные условия для активной фильтрации в течение длительного времени.

3.3. Пространственное распределение двустворчатого моллюска *Mya arenaria* на литорали острова Ряшков, %

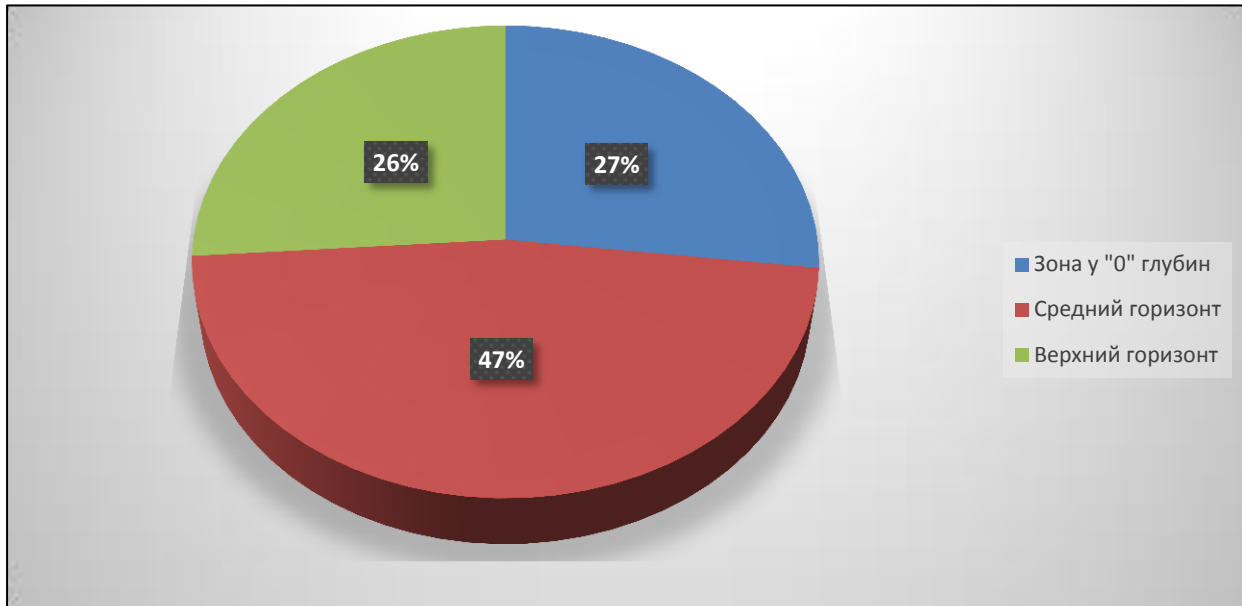
Южная губа острова Ряшков

Диаграмма 5



Северная губа острова Ряшков

Диаграмма 6



В области средней зоны литорали Южной и Северной губ наблюдается наибольшее количество моллюсков. Одним из факторов, вероятнее всего оказавшим влияние на распределение моллюсков, можно считать механический состав грунта, пригодный для формирования плотных не оплывающих стенок вокруг сифонального отверстия моллюска, и в то же время достаточно мягкий для продвижения моллюска на глубину с возрастом.

3.4. Состав сообществ *Mya arenaria* на литорали острова Ряшков

На о. Ряшков в состав сообщества *Mya arenaria* входят 6 видов беспозвоночных животных: *Mya arenaria*, *Mascotha balthica*, *Hydrobia ulvae*, *Littorina saxatilis*, *Arenicola marina* и *Mytilus edulis*.

Достаточно высока доля *Mascotha balthica* при совместном поселении с *Mya arenaria*. Вероятнее всего, что это связано со сходностью условий обитания, однако, *Mascotha balthica* более эвригалинный вид в отношении солености, продолжительности осушения и механического состава грунта (Свешников, 1963).

Рис. 1 Средняя зона литорали



Рис. 2 Отверстия от сифонов песчаной ракушки



4. Вывод

Современное состояние экосистем литорали Белого моря является результатом сложного взаимодействия процессов, происходящих под влиянием природных и антропогенных факторов. За последние десятилетия в экосистемах Белого моря все больше заметны негативные изменения, вызванные человеческой деятельностью.

Данная работа была проведена на охраняемых акваториях Кандалакшского государственного заповедника, навечно изъятых из хозяйственного пользования. Главной задачей заповедников является сохранение эталонных природных экосистем, а также свойственного для данного региона генофонда организмов.

В результате проделанной работы было установлено, что размерно-весовые характеристики *Mya arenaria* на трансектах в Северной и Южной губах острова Ряшков показывают одинаковую тенденцию. Наибольшие показатели длины и ширины раковины, вес и глубина закапывания моллюска указывают на то, что зона у «0» глубин и средний горизонт литорали представляют благоприятные условия для жизнедеятельности моллюсков.

Анализ данных на трансектах в Южной и Северной губах позволяет нам отметить, что плотность поселения мии в среднем горизонте выше, чем у «0» глубин и верхнем горизонте. Возможно такое распределение обусловлено продолжительностью осушения. Так как в этой части литорали продолжительность осушения меньше, чем в верхней зоне литорали, поэтому создаются благоприятные условия для активной фильтрации в течение длительного времени.

В области средней зоны литорали Южной и Северной губ наблюдается наибольшее количество моллюсков. Одним из факторов, вероятнее всего оказавшим влияние на распределение моллюсков можно считать механический состав грунта, пригодный для формирования плотных не оплывающих стенок вокруг сифонального отверстия моллюска, и в то же время достаточно мягкий для продвижения моллюска на глубину с возрастом.

На о. Ряшков в состав сообщества *Mya arenaria* входят 6 видов беспозвоночных животных: *Mya arenaria*, *Muscula balthica*, *Hydrobia ulvae*, *Littorina saxatilis*, *Arenicola marina* и *Mytilus edulis*.

Достаточно высока доля *Muscula balthica* при совместном поселении с *Mya arenaria*. Вероятнее всего, что это связано со сходностью условий обитания, однако, *Muscula balthica* более эвригалинный вид в отношении солености, продолжительности осушения и механического состава грунта (Свешников, 1963).

При изучении вертикального размещения моллюска на литорали, было выявлено скопление мии, преимущественно в средней и нижней зонах литорали, представленных мелким заиленным песком. Наибольшей плотности поселения достигают в грунте со значительным содержанием глинистых элементов. Поэтому одним из основных факторов, оказывающих влияние на размещение моллюска на литорали, вероятнее всего следует считать механический состав грунта, пригодного для построения не оплывающих норок.

По результатам проведённого мониторинга можно сказать, что наша гипотеза подтвердилась.

5. Заключение. Дальнейшее перспективы развития

В 2019 году планируется впервые предпринять попытку возврата *Mya arenaria* в грунт после их выкапывания для исследования биологических промеров.

6. Литературные источники.

1. Агарова И. Я. К вопросу о культивировании мидии *Mytilus edulis* L. в Баренцевом море // Промысловые двустворчатые моллюски-мидии и их роль в экосистемах. Л. 1979. С. 10-11.
2. Агарова И. Я. Результаты многолетних наблюдений за популяцией *Mytilus edulis* L. на одной из литоральных отмелей Восточного Мурмана // Промысловые двустворчатые моллюски-мидии и их роль в экосистемах. Л. 1979. С. 8-10.
3. Алтухов Ю. П. Генетические процессы в популяциях. М.: Наука, 1989. 328 с.
4. Алтухов Ю. П., Рычков Ю. Г. Популяционные системы и их структурные компоненты. Генетическая стабильность и изменчивость // Журнал общей биологии. 1970. Т. 31. С. 507-526.
5. Алтухов Ю. П., Корочкин Л. И., Рычков Ю. Г. Наследственное биохимическое разнообразие в процессах эволюции и индивидуального развития // Генетика. 1996. Т.32. С. 1450-1473.
6. Алтухов Ю. П., Салменкова Е. А. Полиморфизм ДНК в популяционной генетике // Генетика. 2002. Т.38. С. 1173-1195.
7. Антипова Т. В. Распределение, экология, рост и продукция двустворчатых моллюсков Баренцева и Карского морей // Автореферат канд. дисс. Мурманск, 1979. С. 1-22.
8. Антипова Т. В., Герасимова О. В., Панасенко Л. Д., Сенникова А. М. Количественное распределение хозяйственно-ценных беспозвоночных у побережья Мурмана // Бентос Баренцева моря -распределение, экология и структура популяций. Апатиты, 1984. С. 113-131.
9. Бабков А. И. Краткая гидрологическая характеристика губы Чупа Белого моря // Исследования фауны морей. 1982. Вып. 27 (35). С. 3-16.
10. Бабков А. И. Гидрология Белого моря. СПб.: Изд.-во Зоологического института РАН, 1998. 95 с.
11. Бабков А. И., Голиков А. Н. Гидробиокомплексы Белого моря. Л., 1984. 103 с.
12. Беклемишев В. Н. Пространственная и функциональная структура популяций // Бюлл. Московского общества естествоиспытателей природы, отд. биологии. 1960. Т.65. Вып.2. С.41-50.
13. Бергер В. Я., Луканин В. В. О механизме вертикального распределения беломорских моллюсков *Mytilus edulis* L. и *Littorina saxatilis* (Olivi) // Промысловые двустворчатые моллюски-мидии и их роль в экосистемах. Л., 1979. С. 16-18.

Рис. 3 Отобранные образцы песчаной ракушки



Приложение 1

Рис. 6 Средняя зона литорали



Рис. 4 Учёт двусторчатых моллюсков



Рис. 7 Двусторчатые моллюски в Южной губе



Рис. 5 Размерные характеристик



Плотность поселения *Mya arenaria*, Северная губа о. Ряшков

Дата	Зона литорали	№ пробной площадки	N (67°)	E (032°)	Кол-во отверстий от сифонов <i>Mya arenaria</i> , шт	Холмиков переработанного грунта <i>Arenicola marina</i> (L.), шт	Кол-во бороздок от <i>Mascoa balthica</i> , шт
	1	1	01.486	32.526	18	5	2
	1	2	01.482	32.528	8	3	3
	2	1	01.480	32.530	8	4	2
	2	2	01.478	32.531	8	4	3
	3	1	01.477	32.530	15	5	4
	3	2	01.477	32.532	10	11	3
Среднее					11,16666667	5,3	2,8
Всего					67	32	17
	4	1	01.474	32.533	17	13	5
	4	2	01.469	32.517	12	7	4
	5	1	01.469	32.518	21	8	6
	5	2	01.468	32.517	5	12	12
	6	1	01.468	32.519	13	10	10
	6	2	01.452	32.554	12	6	11
	7	1	01.451	32.553	21	6	8
	7	2	01.451	32.554	16	7	7
Среднее					14,625	8,625	7,875
Всего					117	69	63
	8	1	01.451	32.555	14	11	9
	8	2	01.499	32.555	13	15	8
	9	1	01.499	32.556	5	13	12
	9	2	01.447	32.558	11	3	10
	10	1	01.447	32.560	22	1	8
	10	2	01.446	32.559	0	0	7
Среднее					10,83333333	7,2	9,0
Всего					65	43	54
Средняя плотность поселения					20,5625	10,78993056	9,362847222
Всего экземпляров					458,7916667	258,9583333	224,7083333

Размерно-весовые характеристики двустворчатого моллюска *Mya arenaria*

№ пробной площадки	Длина раковины <i>Mya arenaria</i> , мм	Ширина раковины <i>Mya arenaria</i> , мм	Вес раковины с телом моллюска, г	Глубина закапывания моллюска, см
1	43,31	28,27	48,00	7,5
2	35,95	21,28	48,00	7,8
1	31,48	19,52	38,80	7,2
2	32,57	17,47	32,10	4,3
1	31,96	18,51	31,90	5,8
2	33,35	19,83	21,50	4,9
1	44,22	24,86	43,90	7,8
2	37,63	22,28	33,10	5,8
1	30,53	19,23	42,87	6,3
2	28,49	16,89	15,30	4,9
1	27,58	16,44	12,40	7,8
2	32,26	19,65	26,13	8,2
1	37,67	23,42	45,21	7,8
2	44,37	25,21	26,45	8,5
1	17,44	22,78	12,40	3,8
2	28,93	16,85	17,80	4,2
1	30,17	22,78	6,81	4,5
2	37,47	22,57	12,70	4,7
1	25,89	27,43	13,50	3,8
2	33,99	20,82	12,87	3,2
	33,263	21,3045	27,087	5,94

Плотность поселения *Mya arenaria*, Южная губа о. Ряшков

Дата	Зона литорали	№ пробной площадки	№ (67°)	Е (032°)	Кол-во отверстий от сифонов <i>Mya arenaria</i> , шт	Холмик переработанного грунта <i>Arenicola marina</i> (L.), шт	Кол-во бороздок от <i>Masoma balthica</i> , шт
15.июн	1	1	00.505	34.404	23	14	2
15.июн	1	2	00.504	34.404	12	15	1
15.июн	2	1	00.504	34.403	22	11	3
15.июн	2	2	00.505	34.402	8	12	0
15.июн	3	1	00.505	34.401	2	0	0
15.июн	3	2	00.506	34.400	12	0	0
Среднее					13,2	8,7	1,0
Всего					79	52	6
15.июн	4	1	00.507	34.397	8	3	0
15.июн	4	2	00.508	34.395	20	1	2
15.июн	5	1	00.508	34.394	23	0	0
15.июн	5	2	00.509	34.392	18	6	3
15.июн	6	1	00.509	34.392	26	11	14
15.июн	6	2	00.510	34.391	22	10	11
15.июн	7	1	00.511	34.388	29	14	11
15.июн	7	2	00.511	34.387	20	20	5
Среднее					20,75	8,125	5,75
Всего					166	65	46
15.июн	8	1	00.512	34.386	9	11	6
15.июн	8	2	00.513	34.383	12	16	9
15.июн	9	1	00.513	34.381	13	18	7
15.июн	9	2	00.514	34.378	8	26	16
15.июн	10	1	00.514	34.376	0	35	15
15.июн	10	2	00.515	34.374	2	0	33
Среднее					7,3	17,7	14,3

Всего					44	106	86
Средняя плотность поселения					23,6631944 4	18,47916667	11,4262820 5
Всего экземпляров					567,916666 7	356,7916667	196,75

Размерно-весовые характеристики двустворчатого моллюска *Mya arenaria*

Зона литорали	№ пробной площадки	Длина раковины <i>Mya arenaria</i> , мм	Ширина раковины <i>Mya arenaria</i> , мм	Вес раковины с телом моллюска, г	Глубина закапывания моллюска, мм
1	1	75,24	41,18	51,82	4,5
1	2	69,51	42,25	44,3	4,7
2	1	68,67	42,95	39,05	4,3
2	2	47,25	27,44	15,95	5,7
3	1	62,35	38,69	35,23	5,6
3	2	60,21	40,67	40,12	4,8
4	1	51,33	32,01	17,44	3,8
4	2	45,08	27,11	12	4,6
5	1	46,21	28,91	11,44	5,9
5	2	47,94	28,56	7,73	5,4
6	1	70,22	41,64	50,74	5,2
6	2	58,78	37,53	15,23	5,7
7	1	68,84	44,13	38,42	5,6
7	2	49,87	29,57	13,25	5,7
8	1	38,21	22,61	10,21	4,8
8	2	96,81	43,81	20,51	3,5
9	1	13,19	8,62	13,54	2,8
9	2	50,99	22,76	11,1	3,7
10	1	30,21	12,1	35,21	4,3
10	2	58,78	37,53	15,23	5,7
Среднее		55,4845	32,5035	24,926	4,815

**Статистическая обработка данных
для группы однородных объектов**

Нормальное распределение

Средняя арифметическая

M - средняя арифметическая ВЕхel - СРЗНАЧ

x - варианта

n - число измерений ВЕхel - СЧЁТЗ

$$M = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n}$$

Средняя арифметическая всегда должна приводиться с ошибкой средней и количеством данных

$$M \pm m \quad (n = \dots)$$

Ошибка средней арифметической

m -- ошибка средней

σ - среднеквадратичное отклонение или стандартное отклонение средней

ВЕхel - СТАНДОТКЛОН

n - число измерений ВЕхel - СЧЁТЗ

$$m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

при $n < 30$ $m = \frac{\sigma}{\sqrt{n-1}}$

Достоверность различий средней арифметической

M - средняя арифметическая

m -- ошибка средней

t_m - достоверность ошибки средней

$$t_m = \frac{|M_1 - M_2|}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}$$

Уровень значимости коэффициента достоверности

определяется по критерию Стьюдента (таблица V, учебник Лакина Биометрия)

$k = n - 1$ - число степеней свободы

p - уровень значимости

если $p < 0,05$, различия достоверны

Корреляция

r - коэффициент корреляции между двумя выборками

ВЕхel -КОРРЕЛ

t_r - достоверность коэффициента корреляции

$$t_r = r \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}}$$

Уровень значимости коэффициента корреляции

определяется по критерию Стьюдента (таблица V, учебник Лакина Биометрия)

$k = n - 1$ или $k = (n_1 + n_2 - 2) / 2$ - число степеней свободы

p - уровень значимости
если $p < 0,05$, различия достоверны

Линия тренда

На графике показывает долгосрочную тенденцию в изменениях показателя

Коэффициент линейного тренда в Excel - НАКЛОН

Средняя арифметическая	29.1	13,6	24,7
n - число измерений	20	20	20
σ - стандартное отклонение средней	28,7	24,3	37,3
m - ошибка средней арифметической	5.1	13,6	5,3
$M \pm m$	$32.52 \pm 1,5$	$1,8 \pm 0,7$	$2,6 \pm 0,4$
t_m - достоверность ошибки средней		49,5	
p - уровень значимости		$p < 0,05$	
Коэффициент корреляции между плотностью поселения песчаной ракушки			
в различных зонах литорали		0,17	0,34
t_r - достоверность коэффициента корреляции		2,81	2,58
p - уровень значимости		$p > 0,05$	$P < 0,05$
Коэффициент линейного тренда		0,0	0,2