

МУНИЦИПАЛЬНОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДЕТСКАЯ ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ»

Всероссийский конкурс
юных исследователей окружающей среды

Номинация: Зоология и экология беспозвоночных животных

**Межвидовые взаимоотношения *Mytilus edulis* и
Mytilus trossulus, как фактор, влияющий на распределение мидий
в вершине Кандалакшского залива Белого моря**

Автор: Нефедьева Ирина Александровна, 9 класс,
детское объединение «Естествознание»,
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 Кандалакшского Государственного
Природного Заповедника

Г. КАНДАЛАКША
2019 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.	Состав биоценоза <i>Mytilus</i> на литорали острова Ряшков	7
3.2	Плотность поселения и биомасса двустворчатых моллюсков <i>M. edulis</i> и <i>M. Trossulus</i>	8
3.3.	Распределения морфотипов на талломах <i>F.vesiculosus</i> и <i>A.nadosum</i>	9
4.	Вывод	11
5.	Список литературы	12
6.	Приложение	

Введение

Моллюски играют весьма заметную роль в донных биоценозах Белого моря. Двустворчатые моллюски – долго живущие формы, быстрый темп роста обеспечивает им высокий уровень годовой продукции, что делает их ценной кормовой базой для консументов второго порядка, занимающих относительно высокие места в пищевых цепях. [1,2]

Одним из наиболее ярких подобных примеров является комплекс видов «*Mytilus edulis*». В этой группе, по современным представлениям, выделяется три вида *M. edulis*, *M. galloprovincialis*, *M. trossulus*. *Mytilus edulis* и *Mytilus trossulus* - два близкородственных вида, обитающих совместно в морях Северной Европы (Стрелков и др., 2012) [3]. Эти два вида хорошо различаются по генетическим маркерам, однако морфологические различия незначительны. Несмотря на скудность морфологических отличий, эти два вида демонстрируют существенные различия в своих экологических свойствах. Наши исследования указывают на различия в предпочтениях разных видов мидий в отношении субстратов: тихоокеанские мидии предпочитают фукоиды, а атлантические мидии - грунт (Зайчикова, 2011; Katolikova et al., 2016).

Вместе с тем, полная картина экологической изоляции видов этого комплекса пока не получена. [4] Для детального анализа экологических изолирующих механизмов важно найти такие акватории, в которых были бы представлены совместные поселения разных видов мидий комплекса “*M. edulis*” на сравнительно небольшой площади. Основным условиям полностью удовлетворяет вершина Кандалакшского залива Белого моря. Здесь сосуществуют два вида *M. edulis* и *M. trossulus*, которые формируют смешанные поселения. [5] Можно ожидать, что и в данной акватории могут быть найдены некоторые факторы, приводящие к сегрегации этих двух видов.

В Белом море исследования изоляции этих двух видов были сосредоточены на изучении субстратных предпочтений по принципу грунт и фукоиды, однако в процессе нескольких лет работы нами были отмечены оба вида моллюсков на фукоидах, возможно существует различия при выборе того или иного таллома для прикрепления, различными видами. Экспериментальное исследование по выявлению наиболее предпочтительных макрофитов для прикрепления *Mytilus* в вершине Кандалакшского залива Белого моря не проводились, что делает данную тему актуальной.

Цель исследования: Изучение влияния межвидовых взаимоотношений *M. edulis* и *M. trossulus* на распределение в акватории острова Ряшков.

Задачи:

1. Описать состав биоценоза *Mytilus* на литорали острова Ряшков;
2. Сравнить биомассу *Mytilus* на литорали острова Ряшков за 2017-2019 гг.;
3. Определить плотность поселения двустворчатых моллюсков *M. edulis* и *M. trossulus* на литорали острова Ряшков;
4. Выявить закономерности распределения морфотипов на талломах фукоидов *F. vesiculosus* и *A. nodosum*

Актуальность: Впервые были проведены экспериментальные исследования предпочтений моллюсков при выборе макрофитов, как субстрата, для прикрепления, разработана авторская методика сбора и учёта моллюсков.

Изучение особенностей двустворчатых моллюсков комплекса видов «*Mytilus edulis*» 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, а также имеет важную роль в биофильтрации воды и способствуют перемешиванию водных масс. [6].

В практическом плане изучение особенностей данных моллюсков может способствовать введению данного вида как объекта марикультуры, для использования в пищевых, медицинских и сельскохозяйственных целях.

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 эталонными, 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 исследования: двустворчатые моллюски комплекса видов «*Mytilus edulis*»

Предмет исследования: микромасштабная сегрегация двустворчатых моллюсков *Mytilus edulis* и *Mytilus trossulus*.

Гипотеза: Микромасштабная сегрегация *M. edulis* и *M. trossulus* в акватории острова Ряшков находится в прямой зависимости от субстратных предпочтений моллюсков.

Место проведения: литораль Белого моря.

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

1.1. Общая характеристика объекта исследования

Название “мидий” включает в себя комплекс нескольких видов двустворчатых моллюсков сходных по внешнему облику и строению. Они имеют широчайшее распространение в водах как северного, так и южного полушария. Всесветному распространению мидий способствовало развитие

судоходства, т.к. эти моллюски - один из компонентов обрастания подводной части кораблей. В Баренцевом и Белом морях встречается один вид мидий - мидия съедобная (*Mytilus edulis* L.), которая является одним из наиболее распространенных донных беспозвоночных прибрежной зоны этих морей. В Тихом океане мидия обитает в Охотском и Беринговом морях [7,8]. В Северном Ледовитом океане массово встречается в Баренцевом и Белом морях, редко - в Карском и Чукотском морях. В Атлантическом океане мидия распространяется на юг до Южной Королины (США), встречается у Западной Гренландии и у Исландии, в Европе - от Балтийского моря до Бискайского залива. Мидии не найдены только в высокоширотных районах сибирских морей, у Земли Франца Иосифа и у Шпицбергена. Поселения мидий на литорали Восточного Мурмана представляют одну из границ ареала; далее на восток в Чешской губе и у Новой Земли мидии спускаются в сублитораль до глубины 30 м и в значительной степени меняют свою экологию (Гурьянова, 1929) [9].



Рис. 1 Мидии

Внешний вид. Тело мидии заключено в выпуклую и вытянутую раковину, состоящую из двух практически равных створок треугольно-овальной формы. Раковина темно-оливковая, темно-коричневая, чаще черная. Строение тела мидии обусловлено условиями ее обитания. После оседания личинки большую часть жизни мидия проводит неподвижно, прикрепившись к субстрату. Обтекаемая форма и прочность раковины обеспечивают мидии хорошую приспособленность к обитанию в прибрежной зоне и в водах повышенной гидродинамики. Во многом этому способствует, и уникальная способность мидий быстро и надежно прикрепляться к камням, водорослям, бревнам и другим предметам, а также друг к другу, при помощи очень прочных роговых биссусных нитей. Недавние наблюдения за мидиями (Гудимов, Гудимов, 2004) показали, что не только молодые, но и взрослые моллюски способны открепляться от грунта и мигрировать в поисках свободного субстрата и лучших условий обитания или под воздействием неблагоприятных факторов. [10]

1.2. Физико-географическая характеристика района исследования

Исследовательская работа проводилась во время 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.

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.



Рис. 2 Карта-схема вершины 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 двустворчатых моллюсков. *Частные биологические методы:* определение морфотипа моллюска, по выраженности призматического слоя в районе лигамента. *Математические методы:* с помощью программы EXEL произвести математическую обработку результатов. *Статистические методы:* Метод визуализации данных (функции, графики)

2.2. Методика

Сбор материала проводился на литорали острова Рязжков в летний период 2016-19 годов. Осуществлялся сбор проб на участках (по годам число участков могло различаться), разнесенных друг от друга на несколько километров. На каждой из точек, отбирали по шесть проб, три из которых были взяты на фукоидах, а три на грунте. При этом все пробы в пределах одного участка располагались на расстоянии не более 10 м друг от друга. Пробы на грунте брались с помощью рамки площадью 50x50 см, которая помещалась на участок дна, на котором проективное покрытие мидий было близко к 100%. (Приложение 1)

Из площади, ограниченной рамкой выбирались все моллюски, из которых в дальнейший анализ вовлекались только особи с длиной раковины не менее 10 мм. Обилие моллюсков в каждой пробе было пересчитано на 1 м². Для оценки обилия моллюсков на фукоидах мы размещали на поверхности дна, полностью

покрытом водорослями, рамку площадью 50x50 см из которой мы выбирали все фукоиды. Из массы собранных водорослей брался небольшой пучок, который тут же взвешивался с точностью до 100 г и помещался в пластиковый пакет. После этого был определен вес оставшейся части пробы. Из собранного пучка фукоидов выбирались все мидии с длиной раковины не менее 10 мм. Далее, зная соотношение весов пучка фукоидов и всей пробы, собранной на площади 50x50 см, производился пересчет обилия мидий на 1 м².

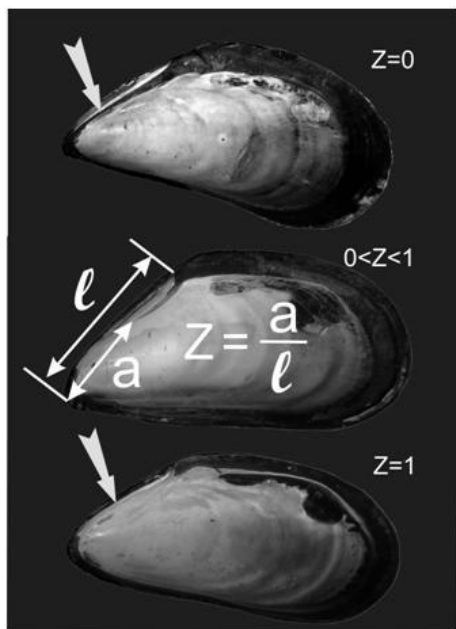


Рис. 3 Морфотипы мидий

Вид моллюска можно определить только генетически, поэтому мы вместо точной идентификации в данной работе использовали понятие морфотип. Под морфотипом мы понимаем совокупность мидий, имеющих морфологические признаки, характерные для того или иного вида. Морфотип Ed – это моллюски с хорошо развитым перламутровым слоем, из-под которого в районе лигамента не просматривается призматический слой. Как показали предыдущие исследования, этот признак в Белом море с высокой частотой встречается у *Mytilus edulis* (Katolikova et al., 2016). Морфотип Tr – под лигаментом перламутровый слой не развит, там прослеживается тонкая полоска призматического

слоя. В Белом море этому морфотипу с высокой вероятностью соответствуют *Mytilus trossulus* (Katolikova et al., 2016). Для дальнейшего анализа распределения морфотипов тело моллюска извлекалось из раковины. Створка моллюска сушилась. Пробы разбирались в грипเปอร์ы и маркировались соответственно морфотипу (ME и MT) и участку взятия проб. Под бинокулярным определялся морфотип моллюска, по выраженности призматического слоя в районе лигамента. Подсчитывалось количество ME и MT на каждом участке. Полученные данные усреднялись для дальнейшего анализа распределения *Mytilus*.

Для выявления предпочтений в выборе водорослей для прикрепления морфотипов заложено экспериментальное исследование. На поверхности литорали выбирались талломы водорослей, которые срезались с основание (пластиной). Для работы были выбраны талломы двух видов *Ascophyllum nodosum* и *Fucus vesiculosus*. Далее талломы водорослей освобождались от моллюсков, прикреплённых к ним. С помощью стяжек водоросли закреплялись на поверхности груза и размещались в точке с наибольшим процентом заселения MT. Водоросли размещались в Фукусовой губе в поясе фукоидов. Спустя 5-6 дней с поверхности талломов изымаются моллюски и определяется количественное соотношение двух морфотипов.

3. Результаты и их обсуждение

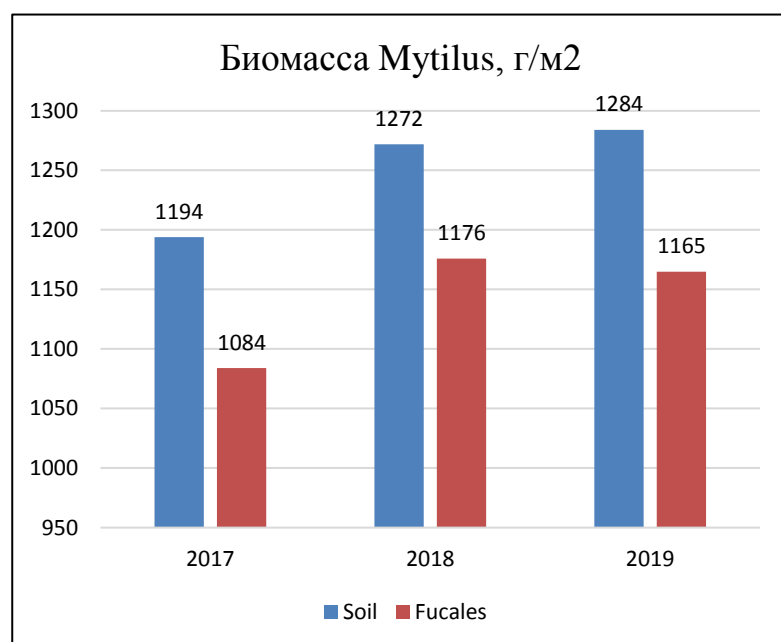
3.1. Состав биоценоза *Mytilus* на литорали острова Ряшков

Таблица 1

Таксоны	Исследуемый район, остров Ряшков	
	Фукусовая губа	Южная губа
<i>Mytilus edulis</i>	+	+
<i>Mytilus trossulus</i>	+	+
<i>L. saxatilis</i> Olivi	+	+
<i>L. obtusata</i>	+	+
<i>L. littorea</i>	-	-
<i>Gammarus oceanicus</i>	+	+
<i>Macoma balthica</i>	-	+
<i>Balanus bal.</i>	-	+
<i>Polychaeta</i> sp.	-	+
<i>Arenicola marina</i>	+	-

Массовыми видами в ценозах являются: в Фукусовой губе - литорины, *Macoma balthica* и гаммариды, в Южной губе - моллюски *Macoma balthica*, *Littorina saxatilis*, *L. obtusata*.

3.2. Плотность поселения и биомасса двустворчатых моллюсков *M. edulis* и *M. Trossulus*, экз/м²



Анализ полученных данных за 2017-2019 гг. говорит о том, что значение биомассы в 2017 году имело значение, чуть ниже чем в 2018 и 2019 годах. Максимальное значение биомассы моллюска было отмечена в 2019 году у морфотипа ME на субстрате «грунт» (Приложение 5).

Изменения показателей обилия на наблюдаемых участках можно связать также с циклической динамикой, свойственной всем мидиевым поселениям и зависящей как от внешних (температура, соленость, пища, субстрат), так и от совокупности внешних и внутренних факторов, определяемых самими поселениями моллюсков (Кулаковский, 2000).

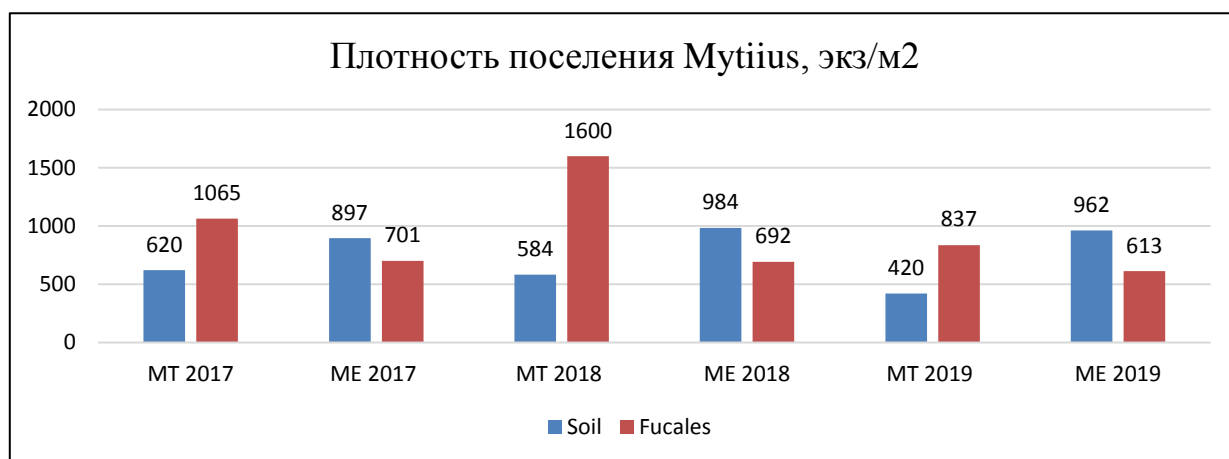


Диаграмма 2

Общая картина в 2017-19 гг позволяет отметить, что среднее значение плотности поселения морфотипов на сайтах показывает отчетливую закономерность: при совместном поселении моллюски формы «trossulus» тяготеют к фукоидам, а моллюски формы «edulis» - к грунту. Возможно, что такое различие как-то связано с различиями в толщине раковины мидий разных форм. Более тонкостенные мидии формы “trossulus”, поселившиеся на поверхности грунта могут подвергаться большему влиянию механических воздействий за счет волн или льда, чем толстостенные мидии формы “edulis” (Приложение 5).

3.3. Распределения морфотипов на талломах *F.vesiculosus* и *A.nodosum*

При первичной обработке данных нами во всех выборках отмечено абсолютное обилие мидий формы «trossulus» на талломах *F.vesiculosus* и *A.nodosum*. Мидии формы «edulis» демонстрируют противоположную тенденцию, что скорее всего связано с тем, что данная форма в естественных условиях предпочитает для поселения грунты.

Необходимо отметить, что наибольшее количество мидий выявлено на талломах *F.vesiculosus*, возможно, что такое распределение как-то связано с силой прикрепления к таллому фукоида. На *F.vesiculosus* мидии крепятся прочнее, чем на *A.nodosum*. Это можно объяснить, тем что у *F.vesiculosus* ширина таллома больше, чем у *A.nodosum*, следовательно, площадь куда можно прикрепить биссусную нить больше.

```
Welch Two Sample t-test
data: P_T by Substrate
t = 0.36066, df = 14.702, p-value = 0.7235
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
-0.05020582 0.07061364
sample estimates:
mean in group Ascopyllum nodosum mean in group Fucus vesiculosus
0.7162436 0.7060397
```

Однако при статистической обработке сравнивая доли MT на разных субстратах отмечено, что достоверных различий нет.

Welch Two Sample t-test

data: T_BS by Substrate

t = -2.0209, df = 19.867, p-value = 0.05697

alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0

95 percent confidence interval:

-0.0299695314 0.0004810888

sample estimates:

mean in group <i>Ascopyllum nodosum</i>	mean in group <i>Fucus vesiculosus</i>
0.07723318	0.09197740

Если же ввести такую величину, как отношение количества моллюсков формы «trossulus» к весу субстрата (кол-во штук на единицу веса), то величина значимо отличается при сравнении двух субстратов, на *F.vesiculosus* она выше.

Welch Two Sample t-test

data: E_BS by Substrate

t = -0.92247, df = 14.256, p-value = 0.3716

alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0

95 percent confidence interval:

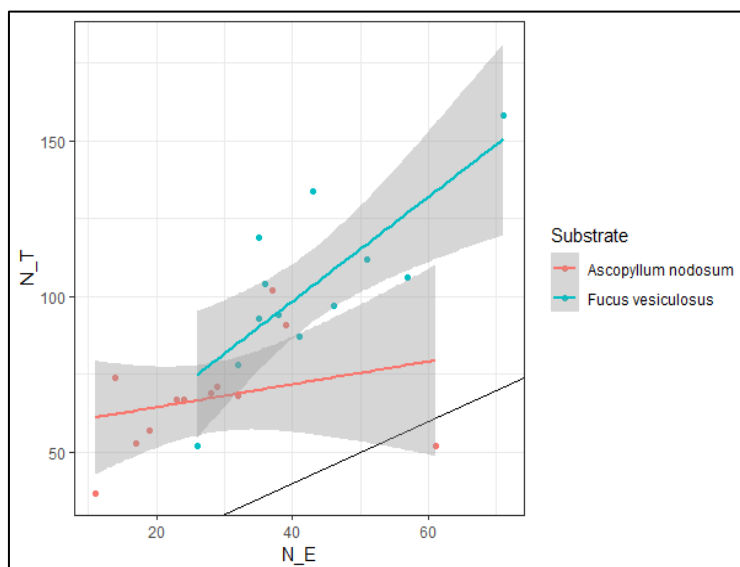
-0.018559661 0.007382967

sample estimates:

mean in group <i>Ascopyllum nodosum</i>	mean in group <i>Fucus vesiculosus</i>
0.03266405	0.03825239

Если же ввести такую величину, как отношение количества мидий формы «edulis» к весу субстрата то величина значимо не отличается.

Однако, можно построить еще вот такой график, где по оси ОХ находится количество МЕ, по ОУ - моллюски формы «trossulus». Черная линия - $Y=X$ (то есть численность $MT = ME$). Видно, что и на *F.vesiculosus* и *A.nodosum* все точки выше этой линии. Это означает, что MT на субстратах больше, чем ME .



Но есть и еще одна закономерность. Видно, что на *A.nodosum* на фоне увеличения обилия МЕ нет роста обилия MT . На *F.vesiculosus* все иначе, здесь рост обилия МЕ и рост обилия MT сопряжены, то есть оба вида ползут на талломы. Но на *A.nodosum* на фоне

наползания мидий формы «*edulis*», моллюски формы «*trossulus*» на не ползут. Возможно это означает, что МТ не любят *A.nadosum*.

4. Выводы

В ходе проведения гидробиологического исследования нами было выявлено:

✓ Массовыми видами в ценозах *Mytilus* являются: в Фукусовой губе - литорины, *Macoma balthica* и гаммариды, в Южной губе - моллюски *Macoma balthica*, *Littorina saxatilis*, *L.obtusata*.

✓ Анализ полученных данных за 2017-2019гг. говорит о том, что значение биомассы в 2017 году имело значение, чуть ниже чем в 2018 и 2019 годах. Максимальное значение биомассы моллюска было отмечена в 2019 году у морфотипа МЕ на субстрате «грунт». Изменения показателей обилия на наблюдаемых участках можно связать также с циклической динамикой, свойственной всем мидиевым поселениям и зависящей как от внешних (температура, соленость, пища, субстрат), так и от совокупности внешних и внутренних факторов, определяемых самими поселениями моллюсков (Кулаковский, 2000).

✓ Общая картина в 2017-19 гг позволяет отметить, что среднее значение плотности поселения морфотипов на сайтах показывает отчетливую закономерность: при совместном поселении моллюски формы «*trossulus*» тяготеют к фукоидам, а моллюски формы «*edulis*» - к грунту. Возможно, что такое различие как-то связано с различиями в толщине раковины мидий разных форм. Более тонкостенные мидии формы “*trossulus*”, поселившиеся на поверхности грунта могут подвергаться большему влиянию механических воздействий за счет волн или льда, чем толстостенные мидии формы “*edulis*”.

✓ Наибольшее количество мидий выявлено на талломах *F.vesiculosus*, возможно, что такое распределение как-то связано с силой прикрепления к таллому фукоида. На *F.vesiculosus* мидии крепятся прочнее, чем на *A.nadosum*. Это можно объяснить, тем что у *F.vesiculosus* ширина таллома больше, чем у *A.nadosum*, следовательно, площадь куда можно прикрепить биссусную нить больше.

МТ на субстратах больше, чем МЕ. Но есть и еще одна закономерностью. Видно, что на *A.nadosum* на фоне увеличения обилия МЕ нет роста обилия МТ. На *F.vesiculosus* все иначе, здесь рост обилия МЕ и рост обилия МТ сопряжены, то есть оба вида ползут на талломы. Но на *A.nadosum* на фоне наползания мидий формы «*edulis*», моллюски формы «*trossulus*» не ползут. Возможно это означает, что МТ не любят *A.nadosum*.

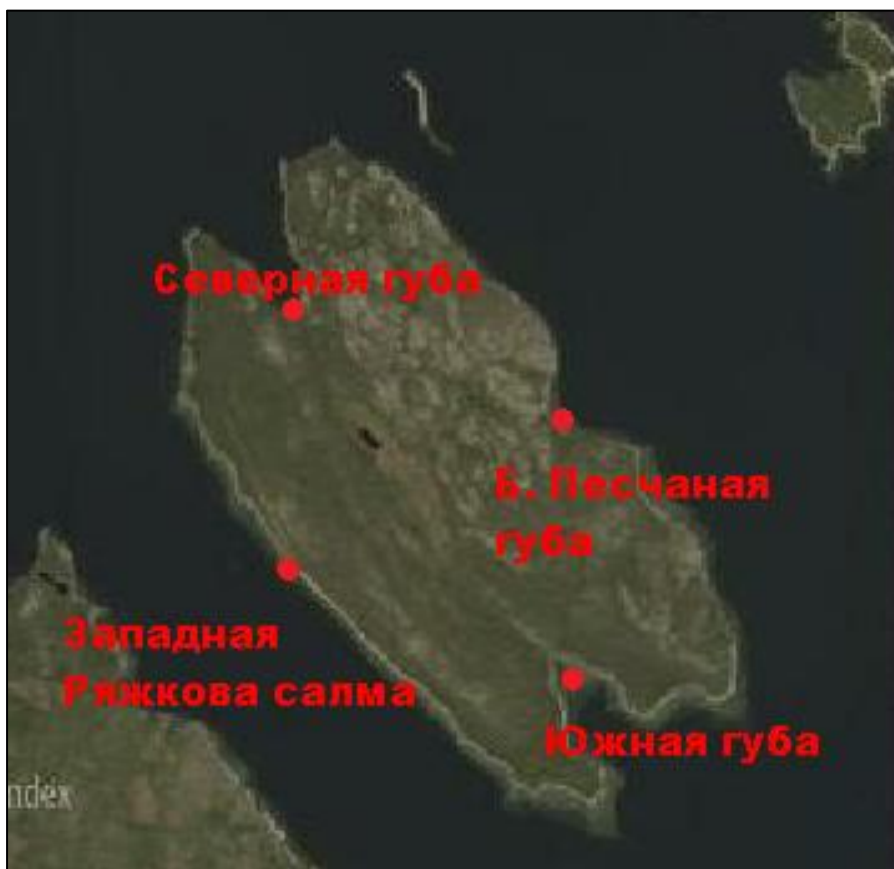
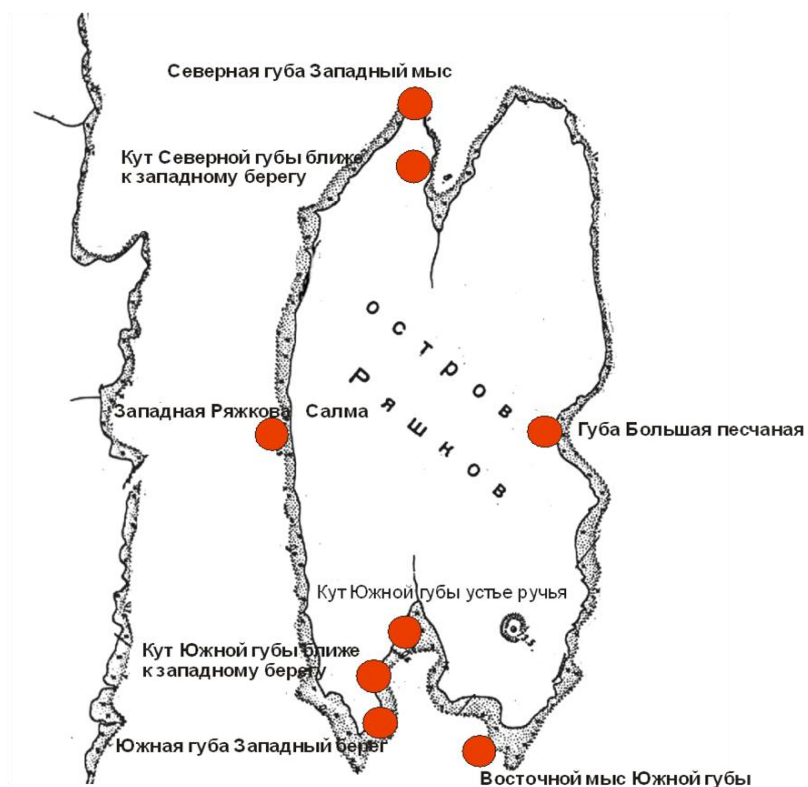
Анализируя полученные данные можно сказать, что распределение мидий имеет прямую зависимость от типа и вида субстрата. Наша гипотеза доказана.

5. Список литературы

1. Золотарев В.Н., Шурова Н.М., 1997. Соотношение призматического и перламутрового слоев в раковинах мидий *Mytilus trossulus* [Текст]. Биология моря. 23 С. 26 – 30.
2. Золотарев В.Н., 2002. Морфологические различия мидий группы *Mytilus edulis* // Вісн [Текст]. Житомир. держ. ун-ту ім. І. Франка. 10. С. 5 – 8.
3. Католикова М.В., Стрелков П.П., Вайнола Р., Буфалова Е.Н., Лайус Д.Л., Сухотин А.А., Ганцевич М.М., 2006. Мидии рода *Mytilus* морей северной Европы: таксономическое разнообразие, генетические и экологические взаимоотношения [Текст]. // Материалы VIII научного семинара "Чтения памяти К. М. Дерюгина". Санкт-Петербург. С. 30 – 50.
4. Католикова М.В., Стрелков П.П., Хайтов В.М., Ганцевич М.М., Вайнола Р., 2013. Тихоокеанская мидия *Mytilustrossulus* в Белом море: распространение, экологические и генетические взаимоотношения с *Mytilus edulis* [Текст]. // Проблемы изучения, рационального использования и 26 охраны природных ресурсов Белого моря. XI Всероссийская конференция с международным участием. Санкт-Петербург. С. 72 – 73.
5. Кепель А.А., Озолиньш А.В., 1992. Морфологический анализ мидий рода *Mytilus* (Mollusca, Bivalvia, Mytilidae) морей СССР [Текст]. // Зоологический журнал. 79. С. 33 – 40.
6. Луканин В.В., Наумов А.Д., Федяков В.В., 1986. Цикличность развития поселений *Mytilusedulis* в Белом море [Текст]. // Докл. АН СССР 287. С.78-84
7. Стрелков П.П., Католикова М.В., Лайус Д.Л., Андреев В.М., Федюк М.Л., 2008. Дискриминация беломорских мидий *Mytilusedulis* L. и *M. trossulus* Gould [Текст]. // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета. Сер.3. Вып. 4. С. 77 – 82.
8. Стрелков П.П., Хайтов В.М., Католикова М.В., 2012. Голубые ракушки. Природа. [Текст]. 6. С. 51 – 56.
9. Хайтов В.М., Полоскин А.В., Наумов А.Д., 2007. Многолетняя динамика поселений мидий: старые теории и новые данные [Текст]. // Материалы IX научного семинара «Чтения памяти К.М.Дерюгина». Санкт-Петербург. С. 55 – 84.
10. Липидный состав мидий *Mytilusedulis* L. Белого моря. Влияние некоторых факторов среды обитания [Электронный ресурс] : [Сайт] – Режим доступа : http://resources.krc.karelia.ru/krc/doc/publ2010/lipid_2010.pdf, свобод. (08.05.2016)
11. МАТЕРИАЛЫ XV научного семинара «Чтения памяти К.М.Дерюгина» [Электронный ресурс] : [Сайт] – Режим доступа : <http://www.hydrobiology.spb.ru/>, свобод. (08.05.2018)
12. Биологические основы марикультуры мидий на Карельском побережье Белого моря Научная библиотека диссертаций и авторефератов disserCat <http://www.dissercat.com/content/biologicheskie-osnovy-marikultury-midii-na-karelskom-poberezhe-belogo-morya#ixzz4H16i8ODS> [Электронный ресурс] :

[Сайт] – Режим доступа :<http://www.dissercat.com/content/biologicheskie-osnovy-marikultury-midii-na-karelskom-poberezhe-belogo-morya>, свобод. (10.05.2019)

Карта-схема



Приложение 2

Результат учёта двустворчатых моллюсков на литорали острова Ряшков, 2017 год

Таблица 2

№ сайта	Тип субстрата	МЕ	МТ
1	Fucales	33	35
1	Грунт	36	25
2	Fucales	33	39
2	Грунт	33	29
3	Fucales	38	56
3	Грунт	41	35
4	Fucales	30	53
4	Грунт	42	31
5	Fucales	30	39
5	Грунт	18	15
6	Fucales	24	29
6	Грунт	52	28
7	Fucales	16	20
7	Грунт	22	10
общее кол-во		448	444

Среднее значение плотности поселения *Mutilus* на литорали острова Ряжков

Таблица 3

№ участка	Тип субстрата	МЕ	МТ
1	Fucales	11	11,6
1	Грунт	12	8,3
2	Fucales	11	13
2	Грунт	11	9,6
3	Fucales	12,6	18,6
3	Грунт	13,6	11,6
4	Fucales	10	17,6
4	Грунт	14	10,3
5	Fucales	10	13
5	Грунт	6	5
6	Fucales	10	9,6
6	Грунт	14	9,3
7	Fucales	5,3	6,6
7	Грунт	7,3	3,3
Среднее значение		10,55714286	10,52857143

Фотоматериалы проделанной работы



Рис. 4 Остров Ряжков

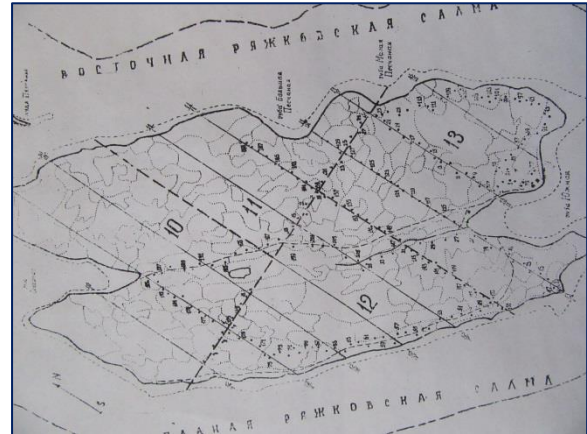


Рис. 5 Карта острова Ряжков



Рис. 6 Разбор проб



Рис. 7 Западная Ряжкова Салма



Рис.8 Сушка мидий



Рис. 9 Мидиевая банка на Большой песчаной губе



Рис. 10 Прилив на острове Ряжков



Рис. 11 Мидии на фукоидах



Рис. 12 Сбор мидий на фукоидах



Рис. 15 Подготовка фукоидов



Рис. 13 Подготовка грузил к эксперименту



Рис. 16 Фукоиды на грузиле

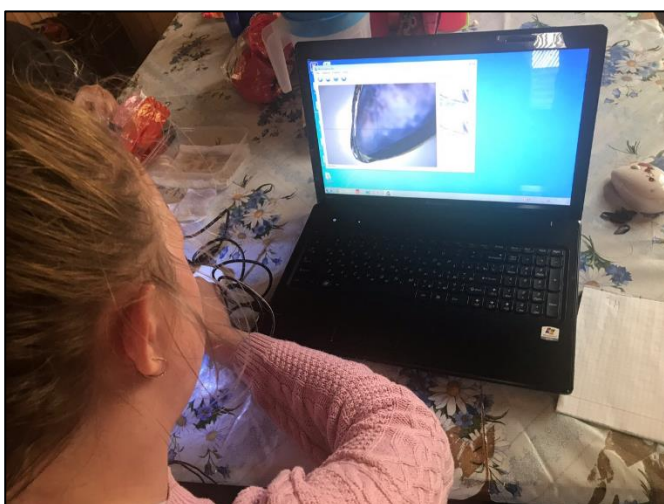


Рис. 14 Определение морфотипов



Рис. 17 Таломмы притянутые стяжками

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ
для характеристики группы однородных объектов, 2018 год

Средняя арифметическая	15.3	10,7	10,6
n - число измерений	42	42	42
σ - стандартное отклонение средней	11.4	5,5	5,9
m - ошибка средней арифметической	12.3	0,9	0,9
M \pm m	12.3 \pm 1,1	0,9 \pm 0,3	0,9 \pm 0,3
t _m - достоверность ошибки средней		2,0	
p - уровень значимости		p<0,001	
Коэффициент корреляции между кол-вом моллюсков и видом субстрата			
		-0,15	0,40
t _r - достоверность коэффициента корреляции		-0,98	2,76
p - уровень значимости		p>0,05	P<0,05
Коэффициент линейного тренда	0.5	0,5	0,5

Средняя арифметическая	15.3	10,7	10,6
n - число измерений	42	42	42
σ - стандартное отклонение средней	11.4	5,5	5,9
m - ошибка средней арифметической	12.3	0,9	0,9
M \pm m	30.5 \pm 1,1	-1,7 \pm 0,3	4,5 \pm 0,3
t _m - достоверность ошибки средней		2,0	
p - уровень значимости		p<0,05	
Коэффициент корреляции между видом субстрата и кол-во мидий			
		-0,15	0,40
t _r - достоверность коэффициента корреляции		-0,98	2,76
p - уровень значимости		p>0,05	P<0,01
Коэффициент линейного тренда	0.1	-0,1	-0,1

Первичные материалы

Выборка	Масса моллюсков, г							
	1 сайт		2 сайт		3 сайт		4 сайт	
	Fucales	Грунт	Fucales	Грунт	Fucales	Грунт	Fucales	Грунт
1	174	175	260	276	305	352	203	230
2	164	250	220	203	400	290	264	194
3	310	235	364	350	210	195	307	190
Сумма	648	660	844	829	915	837	774	614

Оценка распределения морфотипов *Mutilus* в акватории острова Рязков

№ сайта	№ выборки	Тип субстрата	Масса Fucus	Масса Mutilus	ME	MT
1	1	Fucales	678	174	10	42
1	2	Fucales	1049	164	18	36
1	3	Fucales	1010	310	8	26
1	1	Грунт	0	175	18	5
1	2	Грунт	0	250	48	10
1	3	Грунт	0	235	21	20
2	1	Fucales	864	260	23	49
2	2	Fucales	1290	220	27	25
2	3	Fucales	905	364	31	32

2	1	Грунт	0	276	12	10
2	2	Грунт	0	203	26	19
2	3	Грунт	0	350	43	29
3	1	Fucales	642	305	31	42
3	2	Fucales	1204	400	9	18
3	3	Fucales	1150	210	31	37
3	1	Грунт	0	352	9	6
3	2	Грунт	0	290	16	5
3	3	Грунт	0	195	10	8
4	1	Fucales	649	203	17	20
4	2	Fucales	970	264	12	31
4	3	Fucales	1180	307	6	42
4	1	Грунт	0	230	20	7
4	2	Грунт	0	194	19	18
4	3	Грунт	0	190	4	9
Среднее значение			470,000	255,0416667		
Общее кол-во				6376,041667	469	546

Распределение морфотипов <i>Mutilus</i> в Фукусовой губе (экспериментальные условия)								
№ выборки (кирпича)	№ повторности (стяжка)	N (67°)	E (032°)	Тип субстрата	Масса субстрата	Масса <i>Mytilus</i>	ME	MT
1	1	00.416	35.309	<i>Fucus vesiculosus</i>	978	374	36	104
1	2	00.416	35.309	<i>Fucus vesiculosus</i>	1049	264	41	87
1	3	00.416	35.309	<i>Fucus vesiculosus</i>	1010	510	57	106
1	4	00.416	35.309	<i>Fucus vesiculosus</i>	1678	874	71	158
2	1	00.416	35.309	<i>Fucus vesiculosus</i>	1049	664	46	97
2	2	00.416	35.309	<i>Fucus vesiculosus</i>	1010	410	35	119
2	3	00.416	35.309	<i>Fucus vesiculosus</i>	864	360	35	93
2	4	00.416	35.309	<i>Fucus vesiculosus</i>	1590	820	43	134
3	1	00.416	35.309	<i>Fucus vesiculosus</i>	905	464	32	78
3	2	00.416	35.309	<i>Fucus vesiculosus</i>	642	305	26	52
3	3	00.416	35.309	<i>Fucus vesiculosus</i>	1204	480	38	94
3	4	00.416	35.309	<i>Fucus vesiculosus</i>	1650	810	51	112
Среднее					1135,75	527,9166667	42,58333	102,8333333
1	1	00.416	35.309	<i>Ascopyllum nodosum</i>	742	251	14	74
1	2	00.416	35.309	<i>Ascopyllum nodosum</i>	865	314	32	68
1	3	00.416	35.309	<i>Ascopyllum nodosum</i>	795	298	29	71
1	4	00.416	35.309	<i>Ascopyllum nodosum</i>	1054	562	28	69
2	1	00.416	35.309	<i>Ascopyllum nodosum</i>	1011	602	39	91
2	2	00.416	35.309	<i>Ascopyllum nodosum</i>	952	378	17	53
2	3	00.416	35.309	<i>Ascopyllum nodosum</i>	791	365	24	67
2	4	00.416	35.309	<i>Ascopyllum nodosum</i>	932	461	37	102
3	1	00.416	35.309	<i>Ascopyllum nodosum</i>	794	397	23	67
3	2	00.416	35.309	<i>Ascopyllum nodosum</i>	700	297	61	52
3	3	00.416	35.309	<i>Ascopyllum nodosum</i>	942	361	19	57
3	4	00.416	35.309	<i>Ascopyllum nodosum</i>	1067	406	11	37
Среднее					1016,39	462,1966667	35,5033	85,79333333

Оценка распределения морфотипов Mutilus в акватории острова Ряжков									
№ сайта	№ выборки	N (67°)	E (032°)	Тип субстрата	Масса Fucus	Масса Mytilus	ME	MT	Соотношение
1	1	01.221	34.195	Fucales	741	387	35	107	0,753521127
1	2	01.222	34.196	Fucales	1052	207	21	41	0,661290323
1	3	01.223	34.197	Fucales	1201	305	34	48	0,585365854
1	1	01.224	34.198	Грунт	0	254	48	6	0,111111111
1	2	01.225	34.199	Грунт	0	194	88	19	0,177570093
1	3	01.226	34.200	Грунт	0	146	64	5	0,072463768
2	1	00.516	34.295	Fucales	758	261	19	45	0,703125
2	2	00.517	34.296	Fucales	1307	359	20	68	0,772727273
2	3	00.518	34.297	Fucales	1242	407	11	72	0,86746988
2	1	00.519	34.298	Грунт	0	109	36	4	0,1
2	2	00.520	34.299	Грунт	0	209	74	12	0,139534884
2	3	00.521	34.300	Грунт	0	474	51	40	0,43956044
3	1	00.492	34.240	Fucales	904	483	48	95	0,664335664
3	2	00.493	34.241	Fucales	1401	675	48	144	0,75
3	3	00.494	34.242	Fucales	1227	153	14	29	0,674418605
3	1	00.495	34.243	Грунт	0	176	37	15	0,288461538
3	2	00.496	34.244	Грунт	0	246	38	18	0,321428571
3	3	00.497	34.245	Грунт	0	107	45	28	0,383561644
4	1	00.415	35.308	Fucales	1005	116	27	33	0,55
4	2	00.416	35.309	Fucales	875	109	14	44	0,75862069
4	3	00.417	35.310	Fucales	1238	178	29	31	0,516666667
4	1	00.418	35.311	Грунт	0	167	22	10	0,3125
4	2	00.419	35.312	Грунт	0	105	21	22	0,511627907
4	3	00.420	35.313	Грунт	0	100	19	12	0,387096774
Среднее значение					541,118	246,9583333			
Общее кол-во						6173,958333	863	948	