

6

SCHOOL 179

Pantopoda



НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЕ ОБОЗРЕНИЕ 179

Приложение к журналу «Математическое образование»

Учредитель: Фонд математического образования и просвещения
Гл. редактор Комаров С.И.

Редакторы Кудрявцева Е. И., Петраш Е. Г.

Раздел Пантопода (биология)
Номер выпуска

12+

СОДЕРЖАНИЕ

Качественный и количественный анализ состава фауны литоралей Ковдской губы и губы Старцева Кандалакшского залива Белого моря.	5
Селезнев Александр, Гетманов Степан, Глуховский Артем, Яворский Иван, Дорохов Николай	
Систематизация данных, по бентосным пробам, полученным в экспедициях в Ковду	23
Бесстрашников Никита, Абдюханов Расул	
Исследование медуз <i>Cyanea tzetlinii</i> и <i>Cyanea capillata</i> в Кандалакшском заливе Белого моря	28
Иголина Мария Александровна, Симис Илья Борисович, Волосовец Владислав Дмитриевич, Баранова Мария Григорьевна, Белявский Матвей Вадимович, Шахов Артём Алексеевич	
Продолжение наблюдения за видами-двойниками медуз рода <i>Cyanea</i> в Кандалакшском заливе Белого моря	35
Новикова Варвара Степановна	
Чистое ли «Чистое»? (Гидробиологическое описание озера Чистого и его окрестностей)	42
Михалочкина Анастасия Владимировна	
Исследование фауны беспозвоночных прибрежного участка г. Алупки, Крым	53
Вержбицкого Владимира	

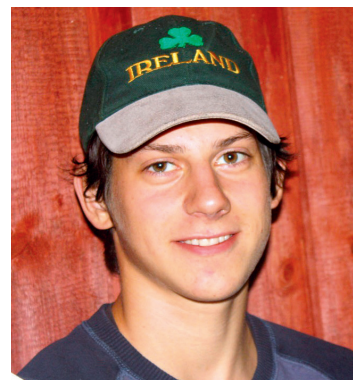
КАЧЕСТВЕННЫЙ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ СОСТАВА ФАУНЫ ЛИТОРАЛЕЙ КОВДСКОЙ ГУБЫ И ГУБЫ СТАРЦЕВА КАНДАЛАКШСКОГО ЗАЛИВА БЕЛОГО МОРЯ

Авторы:

Селезнев Александр,
Гетманов Степан,
Глуховский Артем,
Яворский Иван,
Дорохов Николай

Научные руководители:

Кудрявцева Елена Иосифовна,
Ступникова Александра Николаевна



ВВЕДЕНИЕ

Литораль – приливо-отливная зона морского берега, характеризующаяся уникальным видовым составом флоры и фауны, который специфически приспособился к таким условиям обитания. Сверху литораль ограничена супралиторалью или зоной заплеска, куда не доходит приливная вода, а снизу сублиторалью – неосушимой отливом частью. Сама литораль разделяется на три горизонта: верхний, средний и нижний, каждый из которых отличаются субстратом и временем нахождения под водой. В следствие чего, флора и фауна каждого горизонта отличается. Верхний горизонт – это зона высших растений. Погружен под воду наименьшее количество времени и грунт тут, как правило, песчаный или почвенный. Средний горизонт дольше находится под водой,

являясь переходной зоной между высшими растениями и водорослями. Горизонт практически пуст от представителей флоры, зато в его илисто-песчаном грунте обитают многие морские беспозвоночные. Нижний горизонт дольше всех находится под водой, грунт его, как правило, песчаный и каменистый с множеством крупных валунов, на которых в больших количествах растут фукусы и прикрепленные беспозвоночные.

Разные литорали Белого моря отличаются друг от друга многими абиотическими факторами: географическим положением, выпадающими рядом ручьями и реками, погодными условиями, силой течения воды, ее соленостью, близостью расположения населенных пунктов и т.д. Нашей команде стало интересно срав-

нить видовой состав трех отличающихся по этим факторам литоралей и попытаться объяснить количественную и качественную разницу состава фауны.

Летом 2021 года мы изучали три литорали Ковдской губы и губы Старцева Кандалакшского залива Белого моря (рис. 1).

Первая литораль находится в частичном опреснении у мыса Сосновка $66^{\circ}42'18.3''N$ $32^{\circ}50'51.6''E$, который находится в полутра километрах от устья реки Ковда. Пробы с этой точки были собраны 7 августа 2021 года. Соленость воды здесь составляет 21.5‰. Верхний горизонт - почвенно-песчаный с различными высшими растениями. Средний - илисто-пес-

чаный с большим количеством камней среднего размера, а нижний - каменистый с большим количеством фукусов (*Fucus*). В дальнейшем она будет именоваться Сосновка.

Вторая литораль находится в селе Ковда $66^{\circ}41'57.4''N$ $32^{\circ}51'44.4''E$ недалеко от лодочного причала в пятистах метрах от устья реки, из-за чего степень опреснения здесь самая высокая. Пробы с этой точки были взяты 11 августа 2021 года. Соленость воды здесь составляет 20.5‰ (в прошлые годы 13‰). Верхний горизонт - почвенно-песчаный с различными высшими растениями. Средний - мелко-каменистый, а нижний - каменистый с большим количеством фукусов (*Fucus*). Ввиду располо-

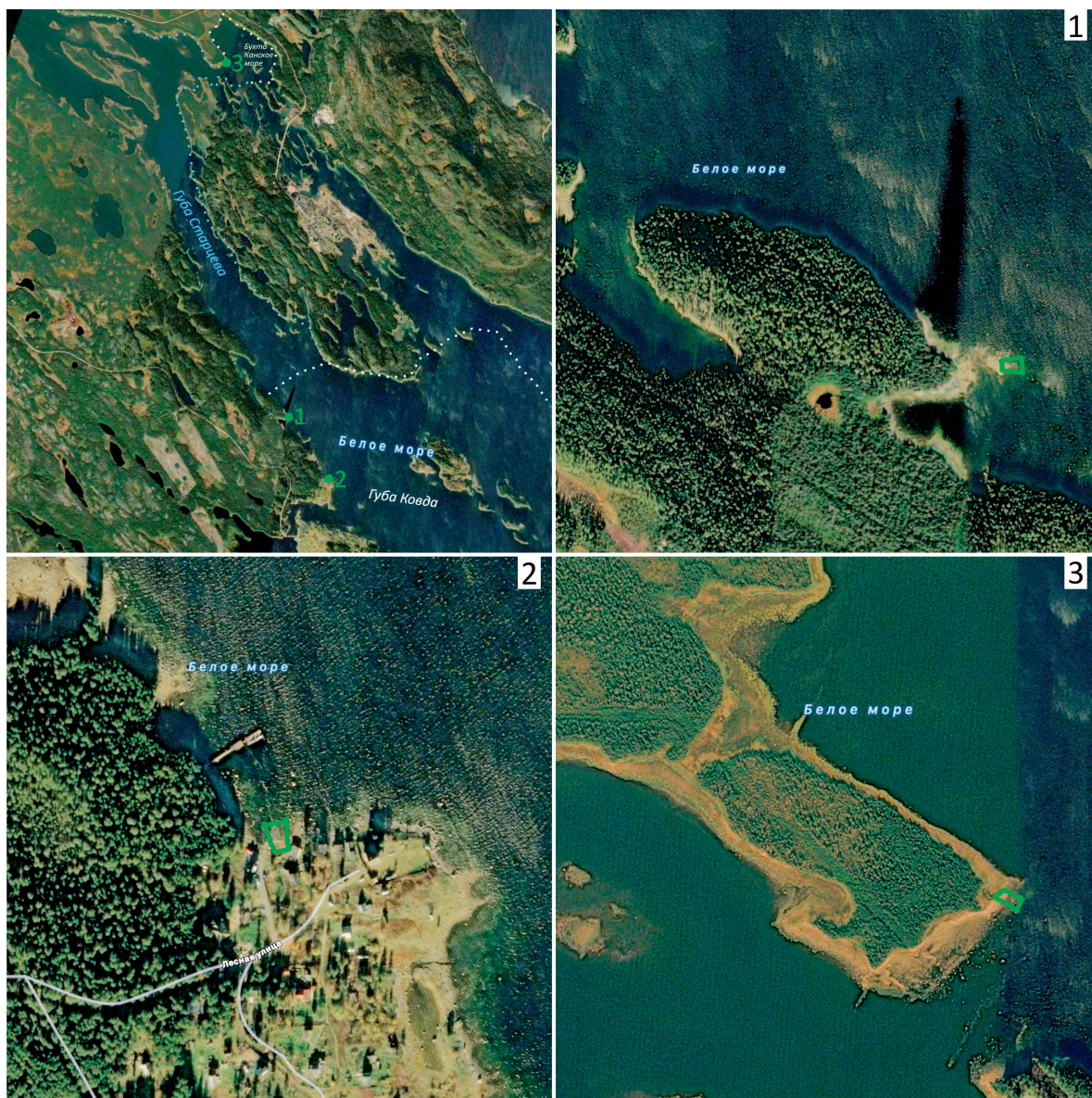


Рис. 1. Карта Ковдской губы и губы Старцева (слева, сверху) с точками расположения литоралей. 1 – литораль Сосновка. 2 – литораль Ковда. 3 – литораль Порог.

жения рядом с населенным пунктом выражено антропогенное воздействие. В дальнейшем она будет именоваться Ковда.

Третья литораль 66°44'53.9»N 32°47'24.2»E находится между губой Старцева и бухтой Канское море, точнее с северной стороны пролива между северо-западной частью острова Олений и материком. В этом достаточно узком месте: до 40 м в ширину при отливе, очень небольшая глубина и по дну, дугой через пролив, проходит гряда камней. Приливно-отливные течения здесь не только увеличивают скорость за счет сужения пролива, но и выходят на поверхность, разбиваясь о камни гряды. Это место называется Ягодный порог (Г. М. Вино-

градов и др., 2001). В дальнейшем это место будет именоваться Порог. Из-за этих особенностей приливные соленые течения, идущие из открытого моря, оказываются на мелководье, позволяя жить здесь многим видам морских беспозвоночных, нечасто встречающихся в опресненной Ковдской губе. Соленость здесь составляет 26‰, верхний горизонт практически целиком песчаный с высшими растениями, средний - илисто-песчаный, а нижний - также илисто-песчаный с множеством средних и мелких камней. В нижнем горизонте, в отличие от двух предыдущих литоралей, практически нет фукусов, ввиду отсутствия больших валунов на месте прохождения трансекты.

ЦЕЛЬ

– сравнить качественный и количественный состав фауны литоралей Ковдской губы и губы Старцева, отличающихся по абиотическим факторам.

ЗАДАЧИ:

1. Изучить состав бентосных организмов каждой литорали.
2. Составить список видов с указанием количества найденных особей в пересчете на квадратный метр.
3. Сравнить данные о видовом составе и количестве особей, полученные с разных литоралей.
4. Попытайтесь объяснить, чем обусловлены сходства или различия литоралей по их видовому и количественному составу.

МЕТОДЫ СБОРА И ОБРАБОТКИ

Закладывание трансекты

Для сбора проб был использован метод трансекты. На литорали выбиралась линия, перпендикулярная урезу воды, проходящая от супралиторали до sublиторали литорали, и делилась на три горизонта. Для взятия проб использовались квадратные рамки из проволоки размером 10x10см (рис. 2, А). В каждом горизонте литорали случайным образом было раскидано 5 таких рамок на расстоянии не более двух метров в обе стороны от основной линии. Для каждого горизонта были использованы несколько чистых контейнеров для проб. Из каждого квадрата сначала выбирались все

видимые глазом животные и складывались в соответствующие контейнеры. Далее все водоросли там, где они присутствовали, аккуратно отделялись от субстрата или вырезались по границам квадрата и помещались в те же контейнеры. Затем животные, которых сложно отсоединить от субстрата, как, например, балянусы, считались и записывались на месте. После чего верхний слой грунта (2-4см) еще раз тщательно просматривался, а затем снимался лопатой, если это возможно, и промывался в мелкодисперсном сите в морской воде, для выявления самых маленьких особей и помещения их в контейнеры.

Измерение солености воды.

Соленость измерялась при полном отливе, кроме литорали Ковды, где проба воды была взята при приливе, из-за неосведомленности об особенностях гидрологии: соленость в прилив и отлив может отличаться, особенно в эстуарных зонах, ведь при отливе река делает большой вклад пресной воды в объем акватории, тогда как при приливе, наоборот, вода из моря устремляется в реку, и опреснение эстуария падает. Стоит сказать, что, предположительно, именно из-за этого недочета соленость на литорали у Ковды, измеренная нами, получилась такой высокой: 20.5‰, тогда как другие биоклассы (биоклассы школ 57 и 179) фиксировали соленость в 13‰. Для измерения солености из сублиторали набиралась бутылка воды объемом 1.5 литра, предварительно вымытая питьевой водой, а после чего просушенная. В лаборатории вода переливалась в чистую колбу объемом

около 250 мл и сразу в нее помещался ареометр. Значения плотности воды, полученные при помощи ареометра, по табличным данным переводились в промилле (‰).

Обработка собранного материала в лабораторных условиях.

В лаборатории при помощи стереомикроскопа, или, если было необходимо, светового микроскопа, определялась видовая принадлежность каждого животного из пробы (Н.С. Гаевская, 1948; Моллюски Белого моря, 1987; О.В. Чекановская, 1962) и полученные данные вносились в таблицу Excel. Чтобы перевести количество найденных нами особей одного вида в количество особей на м², мы пользовались формулой: $(n/x) * 100$, где n – общее число найденных особей, а x – число проволочных квадратов, из которых были собраны пробы.

А



Рис. 2. А - схематичное деление литоральной зоны на горизонты. Красная линия – линия трансекты. Горизонты разделены черными линиями: самый дальний – нижний, средний и верхний соответственно по порядку от правого верхнего угла изображения к левому нижнему. В красных кружках проволочные рамки раскиданные случайным образом в одной из зон;

Б

Вид	Сосновка			Ковда			Порог		
	Верх.	Сред.	Ниж.	Верх.	Сред.	Ниж.	Верх.	Сред.	Ниж.
<i>Mytilus edulis</i>	140	420	5880		140	4180		1640	10200
<i>Macoma sp.</i>		340	140		20	140	40	340	140
<i>Mya arenaria</i>								40	40
<i>Littorina obtusata</i>	60	860	1920		480	2200	80	140	340
<i>Littorina saxatilis</i>		560	860	60	620	980	160	580	4360
<i>Hydrobia ulvae</i>	60	3400	700		420		60	180	1120
<i>Semibalanus balanoides</i>	160	80	11500		2280	3800		320	400
<i>Gammarus sp.</i>			160	40	220	1400			100
<i>Jaera albifrons</i>			940			5420			400
<i>Lampodrilus michaelson</i>	200	500			300		200	520	2660
<i>Friderica callosa</i>	100	20	40		20	40	320		
<i>Arenicola marina</i>		80						40	
<i>Nereis pelagica</i>			20			20			
<i>Nereis virens</i>						40			
<i>Amphiporus lactiforeus</i>								20	220
<i>Lineus sp.</i>		20	100					60	400
<i>Cephalotrix linearis</i>									40

Рис. 2. Б – полный список встреченных видов морских беспозвоночных с зонами литоралей и количеством особей в пересчете на м² в каждой из них.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Полученные данные в виде таблицы представлены на рис. 2, Б.

Далее каждый тип/класс морских беспозвоночных будет обсуждаться по отдельности. Также на каждой из последующих гистограмм будут отражены количественные данные по плотности определенного беспозвоночного на трех литоралях в каждой зоне, если это необходимо. Некоторые гистограммы будут отображать данные сразу о нескольких видах для их сравнения.

Моллюски (Mollusca)

Типа Моллюски (*Mollusca*) было встречено два класса: Брюхоногие (*Gastropoda*) и Двустворчатые (*Bivalvia*).

Брюхоногие (Gastropoda)

На трех литоралях было обнаружено три вида брюхоногих моллюсков: *Littorina obtusata*, *Littorina saxatilis*, *Hydrobia ulvae*.

Литторины (рис. 3, А)

Интересным является тот факт, что ни на одной из литоралей не было обнаружено другого типичного для литорали вида – *Littorina littorea*, несмотря на приемлемые для него суб-

страты, источники пищи и значения солености. Представители этого вида были найдены в сублиторли на Пороге при его исследовании.

Все три найденных вида моллюсков являются типичными для литоральной зоны и способны жить при измеренных значениях солености (Т.А. Матвеева, 1974). Из-за чего этот фактор, как нам показалось, не влияет на распределение плотности этих моллюсков по литоралям.

Представители встреченных видов рода *Littorina* являются растительноядными моллюсками, следовательно, закономерным выглядит их распределение по вертикали литорали (снижение плотности от нижней зоны к верхней), так как именно в нижней зоне литорали содержится наибольшее количество водорослей. То есть в таком распределении плотности внутри каждого вида нет ничего удивительного, но очень интересным кажется соотношение плотностей моллюсков двух видов относительно друг друга.

Нижний горизонт:

Как уже упоминалось ранее, оба вида являются растительноядными, но в нашем ис-

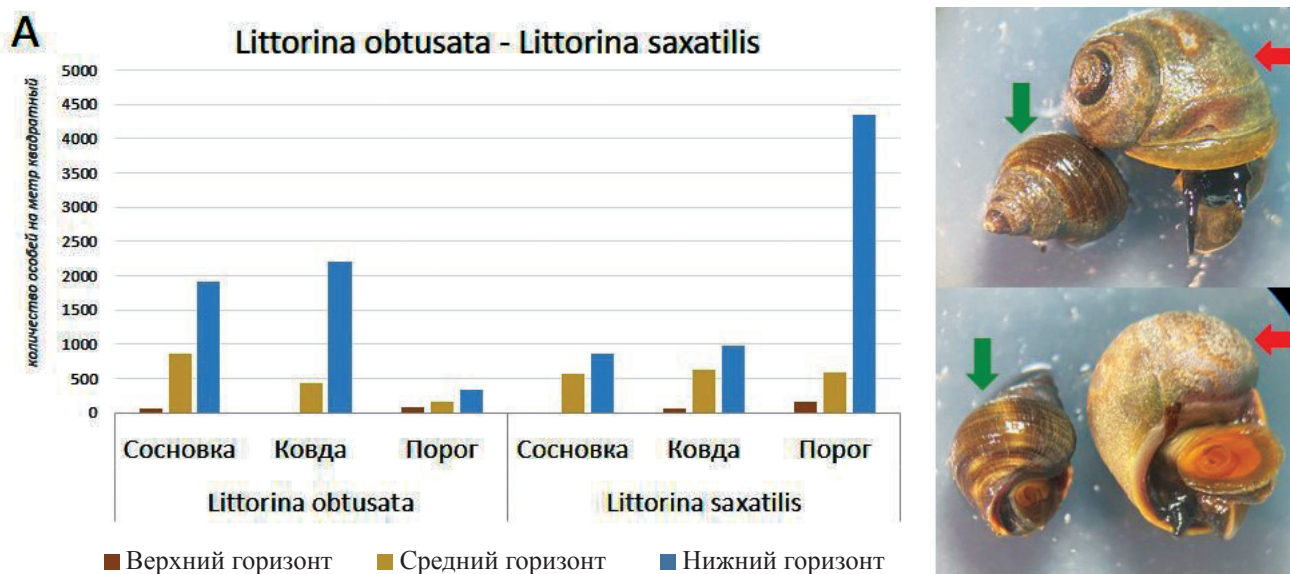


Рис 3: А – распределение моллюсков литторин по зонам на изучаемых литоральных.

На фото красной стрелкой отмечена – *Littorina obtusata*, а зеленой – *Littorina saxatilis*;

следовании анализа флоры, что было бы очень важно для объяснения разницы в результатах, мы не делали. Поэтому все наши догадки основаны на имеющейся литературе, косвенных доказательствах и зрительных наблюдениях. Иными словами, эти предположения наименее обоснованы и потребуют проверки в будущем.

Основу рациона *Littorina obtusata* составляют фукоиды, тогда как кормовой базой *Littorina saxatilis* является детрит и нитчатка (Т. А. Матвеева, 1974; Моллюски Белого моря, 1987). Отсюда вытекают предположения о распределении плотности моллюсков *Littorina*, зависящей от различной кормовой базы. На литорали Сосновка и Ковда в нижних горизонтах большую часть брюхоногих составляют *Littorina obtusata*, тогда как в той же зоне Порога явно преобладает *Littorina saxatilis*. Отличительной особенностью местности порога, подмеченной еще до нас, является высокое биоразнообразие и большая биомасса, формируемая под действием благоприятных условий (Г. М. Виноградов и др., 2001). С быстрым током насыщенной кислородом воды приносится большое количество взвешенных органических частиц, что является важным фактором для развития фильтраторов (*Mytilus edulis* и др.), которых здесь очень много. Также небольшая глубина в основной части водоема позволяет донным водорослям получать

много света и увеличивать свою биомассу (Г. М. Виноградов и др., 2001). Все это позволяет предположить, что с приливом на литораль выносятся большое количество органических частиц от обитателей дна, а при отливе часть этих органических остатков оседает на литоральном субстрате. Возможно, это обстоятельство приводит к созданию на литорали благоприятных условий для животных, поедающих детрит, коим и является *Littorina saxatilis*.

В то же время, из-за отсутствия данных о гидрологии этого конкретного места, можно допустить обратную ситуацию. Сильное течение в этом месте может, наоборот, вымывать все органические остатки, не успевающие из-за тока воды осесть на дно, с литоральной зоны, что снижает количество образующегося детрита, потребляемого *Littorina saxatilis*. В дополнение к этому, нижний горизонт Порога, в отличие от Сосновки и Ковды, содержит множество мелких и средних камней и песок, без крупных валунов. По этой причине он содержал гораздо меньшее количество фукусов, которым необходим твердый субстрат для закрепления (Е. В. Шошина, В.И. Капков, 2014). Маленькое количество фукоидов, из-за отсутствия большого количества крупных валунов (также причина малого количества усонюгих раков), снижает количество пищи для *Littorina obtusata* и освобождает место для произраста-

ния других представителей флоры. Из этого можно предположить, что именно на Пороге в нижней зоне было большое количество зеленых нитчатых водорослей, которыми также питаются *Littorina saxatilis*.

На основе вышеперечисленного можно допустить, что *Littorina saxatilis* преобладает на Пороге из-за наличия более благоприятного субстрата и вида пищи, чем для *Littorina obtusata*. На литоралих Сосновка и Ковда преобладание *Littorina obtusata* можно объяснить наличием нужного субстрата для произрастания фукоидов, который представлен крупными камнями в большом количестве. Следовательно, именно эти нижние зоны наиболее благоприятны для *Littorina obtusata*, поедающими фукоиды куда более эффективно, чем другие типы пищи (Т. А. Матвеева, 1974).

Средний горизонт:

Преобладание *Littorina saxatilis* на среднем горизонте Порога можно объяснить общим преобладанием этого вида на данной литорали. Со средними зонами Сосновки и Ковды все не так однозначно. Можно заметить, что именно на этом горизонте плотности обоих видов моллюсков наиболее приближены друг к другу. При этом на этих литоралих преобладающим видом в нижней зоне является *Littorina obtusata*. Одновременно с этим, разность плотности *Littorina obtusata* между средней и нижней зонами здесь же гораздо больше, чем та же разница у *Littorina saxatilis*. Этот факт, возможно, подтверждает суженность экологического ареала *Littorina obtusata* в сравнении

с *Littorina saxatilis* (Т. А. Матвеева, 1974). То есть исчезновение фукоидов приводит к резкому снижению численности *Littorina obtusata*, тогда как *Littorina saxatilis* более неприхотлива к условиям. Также можно заметить, что плотность *Littorina saxatilis* на средних горизонтах всех трех литоралей имеет различие в пределах 60 экз/м², что также может свидетельствовать об их общей лучшей приспособленности к мелко-каменистому и илистому грунту средней зоны. В дополнение к этому, низкая плотность *Littorina saxatilis* на среднем горизонте Порога в сравнении с нижним может указывать на лучший субстрат и большее количество еды в соответствующей зоне.

Верхний горизонт:

Здесь было найдено очень мало животных, что объясняет низкие показатели плотности. Нельзя исключать возможность случайного вынесения этих моллюсков с приливом в зону высших растений, ведь в верхней зоне литорали вероятность наличия пищи для этих организмов является наименьшей, так как она наибольшее время остается без воды.

Гидробия (рис. 3, Б)

Подобно предыдущим двум видам, *Hydrobia ulvae* является растительноядным моллюском. Этот моллюск соскабливает одноклеточные водоросли, растительный детрит, и большие скопления его наблюдаются около зеленых нитчатых водорослей (Т. А. Матвеева, 1974; К. Г. Татишвили и др., 1968). Распределение этого моллюска по литорали напрямую за-

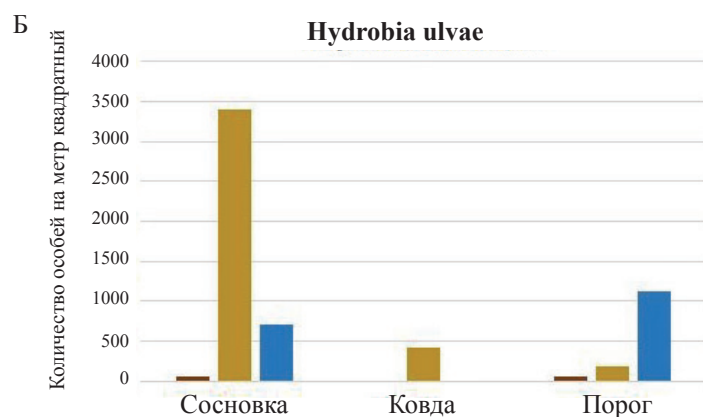


Рис 3: Б – распределение моллюска гидроби. На фото *Hydrobia ulvae* среди балаунов.

висит от наличия источников питания (R. S. K. Barnes, 1981). Этот моллюск имеет довольно необычный образ жизни. При полном приливе многие *Hydrobia* плавают на пузырьке воздуха или «плотике» из слизи на поверхности воды. С началом отлива моллюски опускается на дно, начиная питаться, после зарываются в грунт и ждут прилива для повторения цикла (Т. А. Матвеева, 1974). В сочетании с жизненным циклом полученные данные с порога кажутся необычными, так как на литоральной зоне во время полного прилива есть сильное течение, которое должно было бы уносить плавающих на поверхности *Hydrobia*. Несмотря на это, на этой литорали обнаружено довольно много этих моллюсков. Возможно, описанный выше цикл характерен только для *Hydrobia* побережья южной Англии (именно об этой местности упоминается при описании образа жизни). Иными словами, жизненный цикл *Hydrobia*, возможно, требует дальнейших исследований.

Нижний горизонт:

Hydrobia ulvae предпочитает воды с высоким содержанием кислорода (К. Г. Татишвили и др., 1968). Это и возможное высокое содержание нитчатки, озвученное в части про *Littorina*, может объяснить наибольшую плотность *Hydrobia* на нижней зоне Порога среди всех нижних зон. В нижней зоне Ковды *Hydrobia* не было совсем, что выглядит необычно в сочетании с тем фактом, что на средней зоне этой же литорали плотность довольно высокая. Объяснение таким данным, учитывая, что эти моллюски наиболее характерны для зоны водорослей (К. Г. Татишвили и др., 1968), найти не удалось. Возможно, нижняя зона этой литорали не пригодна для прорастания на ней нитчатки по непонятной причине, но это требует дальнейших исследований. На Сосновке, нижняя зона которой была визуальным образом схожа с нижней зоной Ковды, наблюдается довольно высокая плотность данного моллюска, что может говорить о наличии подходящей пищи в этой зоне Сосновки и о ее отсутствии в той же зоне Ковды или о влиянии сильного опреснения из-за эстуарного расположения Ковды.

Средний горизонт:

Самое большое количество (намного отличающееся от всех других значений) особей среди всех зон всех литоралей было обнаружено на Сосновке в среднем горизонте. Возможной причиной такого большого значения плотности является то, что некоторые из наших рамок попали на скопления нитчатки, потребителем которой является *Hydrobia ulvae*. В дополнение к этому, средняя зона этой литорали была наиболее илистая из всех остальных. Именно мягкий илистый субстрат предпочитает этот вид моллюсков (К. Г. Татишвили и др., 1968) (Мягкий илистый субстрат также предпочтителен для пескожилов, количество которых наиболее высокое на средней зоне этой же литорали). На двух других литоралиях, Ковда и Порог, моллюски были обнаружены в меньшем количестве, что соотносится с более каменистым субстратом.

Верхний горизонт:

В верхних зонах, как и в случае с *Littorina*, было найдено очень мало животных, что и дает одинаково низкие показатели плотности, что, в свою очередь, говорит об одинаково неблагоприятных условиях для проживания в верхней зоне.

Двустворчатые моллюски (*Bivalvia*)

В ходе исследования было обнаружено три вида двустворчатых (*Bivalvia*) моллюсков: *Mya arenaria*, *Mytilus edulis*, *Macoma* sp.

Представителей вида *Mya arenaria* встречено всего 4 особи и все на Пороге.

Mya arenaria (песчаная ракушка), (рис. 4, А) – моллюск, зарывающийся в грунт на глубину до 40 см (В. А. Свешников, 1963), который обитает на плотно слежавшихся мелкопесчаных и глинистых грунтах с большим содержанием алевропелитовых фракций (Г.А. ШКЛЯРЕВИЧ, И.Б.ЩЕРБАКОВА, 2004), является фильтратором. Она встретилась только один раз, на литорали у Порога, что можно связать с тем, что на нижней и средней зонах был наиболее подходящий для нее субстрат для закапывания. Также множество органики в воде могло благоприятно повлиять на численность моллюска.

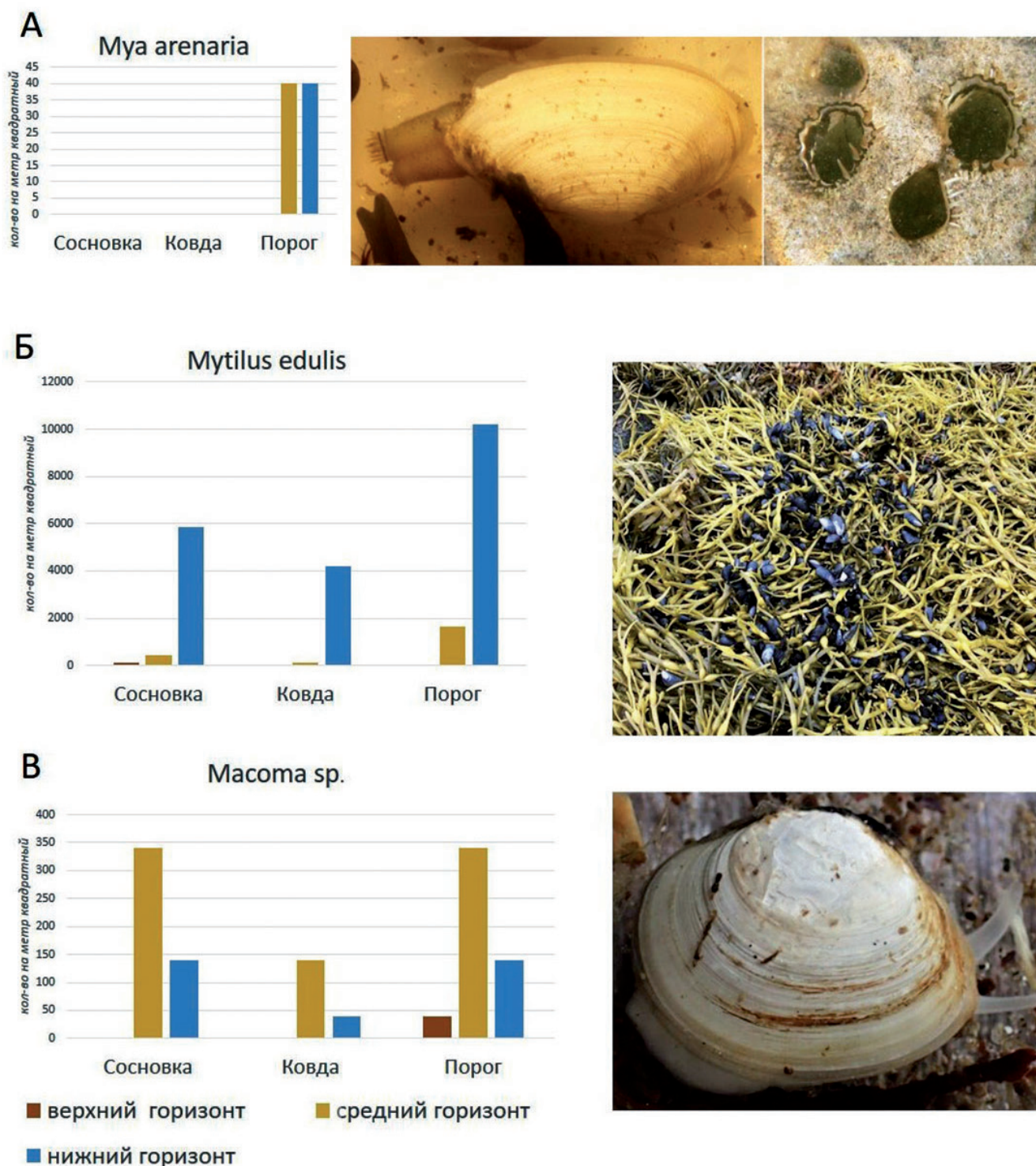


Рис. 4: Распределение по зонам изучаемых литоралей двусторчатых моллюсков.

А – *Mya arenaria*; Б – *Mytilus edulis*; В – *Macoma sp*

Mytilus edulis (мидия) (рис. 4, Б) – самый частый представитель класса *Bivalvia* на литорали, сестонофаг, мощный идентификатор экосистем (В. М. Хайтов, 1999), может достигать 40000 экз./м² и 30 кг/м², что составляет 90 % всей биомассы сообщества (П. П. Кравец, А. А. Машнин, 2015). Взрослые особи мидий ведут

только прикрепленный образ жизни, ассоциируясь на различных твердых поверхностях: камнях, древесных остатках, уплотненных частях таллома некоторых водорослей и т. д. Как правило, такого рода субстрат на всех трех литоралях находился в нижней зоне, где, собственно, и встречалось большее количество особей. Од-

нако, это далеко не единственная причина большого скопления мидий в нижней зоне: здесь вода находится дольше, чем в других зонах, а значит еды и других ресурсов здесь больше.

На литорали Ковда мидий во всех трех зонах меньше всего, а в верхней вообще не встретилось, что можно связать с самой низкой соленостью воды (<24 ‰), при которой они снижают свои биоэнергетические возможности (В. Я. Бергер, 1986), и сильным антропогенным вмешательством. На Сосновке мидий встречено чуть больше, чем на предыдущей, что, опять же, коррелирует с несколько более высокой соленостью воды и меньшим антропогенным вмешательством. На Пороге в средней и нижней зонах встречено самое большое количество мидий из-за нескольких особенностей данного сообщества: во-первых, соленость, обогащенность продуктами питания и аэрированность воды здесь значительно выше, чем на остальных литоральных, что очень важно мидиям – моллюскам фильтраторам, во-вторых, быстрое течение уносит продукты их жизнедеятельности, что необходимо в таких больших популяциях. В верхней зоне не встречено ни одной особи, ввиду неблагоприятных условий.

Masoma sp. (рис. 4, В) – небольшие погруженные в грунт моллюски. Из рода *Masoma* было встречено два вида: *Masoma calcarea* и *Masoma balthica*, но по нескольким причинам мы рассматриваем эти группы в рамках рода: определение молодых особей до вида очень затруднительно и экологические ниши, которые они занимают, очень схожи. *Masoma sp.* на Пороге в средней и нижней зонах столько же, сколько в этих же зонах на Сосновке, а на верхней, в отличие от Сосновки, где не встречено ни одной особи, оказалось некоторое их количество, что, опять же, связано с особенностями этой литорали: в верхней зоне качество приходящей воды выше, из-за чего у них есть возможность находиться на этой части литорали. Интересно, что на литорали Ковды *Masoma sp.* не только меньше, но и они в большей степени находятся в нижней зоне, тогда как на остальных литоральных они находятся в средней зоне – наиболее характерной для них среде с илисто-песчаным грунтом. Это странно, ведь согласно работам А. А. Гусева «Влия-

ние факторов среды на распределение *Masoma balthica* и *Mutilus edulis* в юго-восточной части Балтийского моря» лимитирующим показателем солености для *Masoma balthica* является 2–3‰, тогда как даже здесь – у Ковды мы и предыдущие биоклассы (биоклассы школ 57 и 179) минимально фиксировали соленость в 13‰, что является более чем достаточной для них. Может быть то, что исследуемые А. А. Гусевым макомы находились на большой глубине (50-80 м), и уж точно не на литорали, в какой-то степени объясняет их способность жить в такой опреснённой среде, ведь на глубине особи всегда находятся под водой, в отличие от литоральной зоны, где периодическое осушение берега выступает дополнительным сдерживающим фактором. Таким образом, может, для литоральных *Masoma balthica* этот предел солености сдвинут в большую сторону, в результате чего в Ковде их встречено меньшее количество и такого рода «сползание» в нижнюю, не характерную для них, зону обусловлено тем, что там вода, хоть и опресненная, находится больше времени.

Ракообразные (Crustacea)

Были встречены представители трех отрядов: *Semibalanus balanoides* (Cirripedia), *Jaera albifrons* (Isopoda), *Gammarus sp.* (Amphipoda)

Представитель отряда Усоногие – *Semibalanus balanoides* встретился на всех трех литоральных в нижней и средней зонах (рис. 5, А).

Взрослые особи баянусов (*Semibalanus balanoides*) – неподвижные, прикрепленные к субстрату животные. Субстратом служат твердые, цельные поверхности: камни, мертвая древесина, раковины других морских беспозвоночных. На трех описываемых литоральных соленость воды не являлась лимитирующим фактором для *Semibalanus balanoides*, так как там она превышала минимальную, соответственно, число особей в конкретной зоне литорали, в основном, зависело от наличия или отсутствия подходящего субстрата. На самой аэрированной литорали – у порога баянусов оказалось меньше всего, так как трансекта здесь проходила в месте с маленьким количеством подходящего для них субстрата, что было описано в части про *Littorina*. На лито-

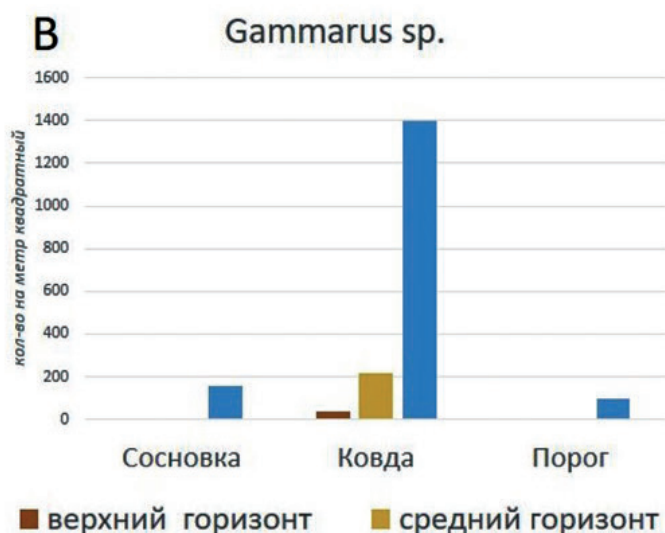
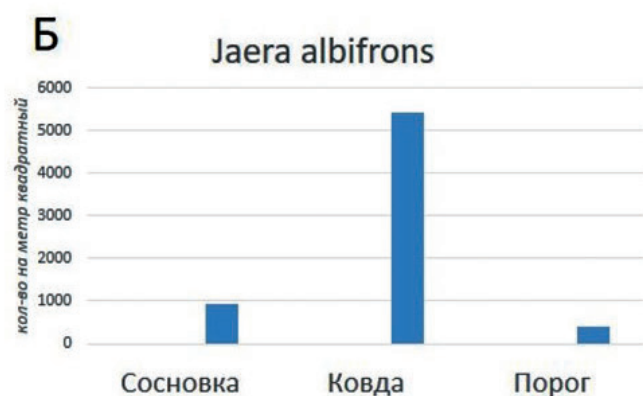
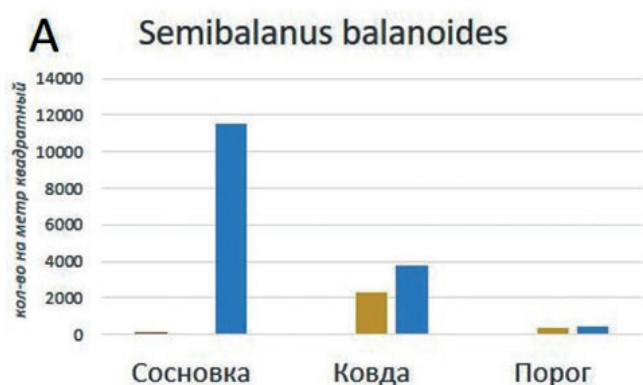


Рис 5: Распределение представителей ракообразных по зонам литоралей.
А – *Semibalanus balanoides*; Б - *Jaera albifrons*; В - *Gammarus* sp.

рали Ковды, наоборот, самое большое количество баянусов в средней зоне и среднее из всех трех литоралей значение этого показателя в нижней, что тоже связано именно с наличием большого количества субстрата, нежели с чем-то еще. Большое количество особей в нижней зоне Сосновки – средней по солености – так же можно связать с наличием субстрата.

Представитель отряда Равноногие – *Jaera albifrons* встречался на всех литоралях только в нижней зоне.

Jaera albifrons (рис. 5, Б) – маленькое ракообразное детритофаг (Калмыкова, Коршунова, 2018) около 2 мм в длину (В. Sjöberg, 1967), которое мы встречали, в основном, на слоевище фукусов (*Fucus*), от чего и зависела его

численность на литоралих порога и Сосновки. Количество *Jaera* на литорали у причала в селе Ковда значительно больше, чем на других литоралих. Предположительно, дело в том, что сюда, в образовавшийся эстуарий, река стоняет большое количество органических остатков со всего своего бассейна, и большая концентрация мелкодисперсных частиц, которыми в основном питаются *Jaera albifrons* (Калмыкова, Коршунова, 2018), делает возможным существование такой большой популяции рачков, несмотря на опреснение. Плотность *Jaera albifrons* на литорали у порога наименьшая: 400 особей на м², что может быть связано с быстрым течением, в котором они не могут уловить органические частицы, а также с тем, что на 3 литорали было меньше всего фукусов, на которых они, как правило, находятся.

Представитель отряда Разноногие или Бокоплавы (*Amphipoda*) – *Gammarus sp.* в большом количестве присутствовал на литорали Ковды.

Gammarus sp. (рис. 5, B) – самый массовый представитель амфипод на литорали, один только вид *Gammarus oceanicus* составляет 80% (Г.А. Шкляревич., С.В. Разновская, 2007). На литорали Ковды их, так же как *Jaera albifrons*, было огромное количество, в разы большее, чем на других литоралих, несмотря на сильное опреснение. Это объясняется теми же особенностями эстуарных сообществ (см. *Jaera albifrons*), ведь в рацион гаммарусов тоже входят растительные и животные остатки. Также такие результаты могут объясняться тем, что поскольку литораль находится в пределах села, антропогенное вмешательство может сыграть одну из ключевых ролей: жители села чистят рыбу в этом месте и, в целом, сюда попадает какое-то количество продуктов жизнедеятельности человека. Разница в численности на двух других литоралих есть, но она небольшая и ее нельзя считать существенной, для объяснения ее экологическими различиями; хотя стоит отметить, что на Пороге эти ракообразные встречались только держащимися за редкие фукусы (*Fucus*) или другие водоросли, так как там сильное течение, которое смывало свободноплавающих особей, и, наверное, поэтому их численность здесь так мала.

Кольчатые черви (*Annelida*):

При исследовании литеральной зоны было обнаружено оба класса Кольчатых червей: Многощетинковые черви (*Polychaeta*) и Малощетинковые черви (*Oligochaeta*).

Представителей класса *Polychaeta* было встречено три вида: *Arenicola marina* (пескожил), *Nereis pelagica*, *Nereis virens*.

Представители вида *Arenicola marina* были обнаружены на Пороге и Сосновке на средних горизонтах (рис. 6, А и В). Выбор горизонта можно объяснить тем, что данные черви строго ассоциированы с субстратом из-за особенностей их жизнедеятельности (данные животные зарываются в песок\ил, вырывая U-образную «норку»). Червям необходим влажный песчано-илистый грунт, который представлен, чаще всего, в средней зоне (нижний горизонт слишком каменистый, верхний – почвенный и безводный). Отсутствие пескожилов на литорали Ковды можно объяснить отсутствием достаточно мягкого грунта во всех зонах.

Представители вида *Nereis virens* (рис. 6, А и Г) – не являются литоральными и даже сублиторальными животными, на литораль они выходят обычно в период размножения, который проходит с начала июня по первую половину июля, таким образом, их нахождение в литоральной зоне в данный период времени (со второй половины июля по первую половину августа – не характерно). Однако, стоит отметить, что представители данного вида могут питаться мелкими рачками, такими как *Gammarus sp.* и *Jaera albifrons*. Действительно, можно увидеть зависимость между количеством встречаемых рачков и червей *Nereis virens* – на литорали Ковды мы нашли наибольшее количество червей и данных рачков, тогда как на Сосновке и Пороге, где количество встреченных нами рачков существенно меньше, мы не обнаружили ни одного представителя данного вида. Более того, из-за близкого расположения населенного пункта к акватории, в которой находится литораль Ковды, сильно обезрыблена, а следовательно, на данной литорали в принципе отсутствуют естественные враги *Nereis virens*.

Обнаружение представителей вида *Nereis pelagica* (рис. 6, А) на литорали – более ха-

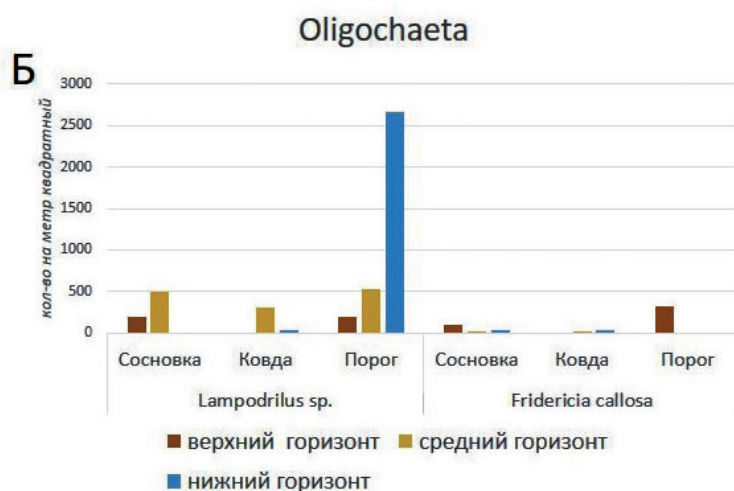
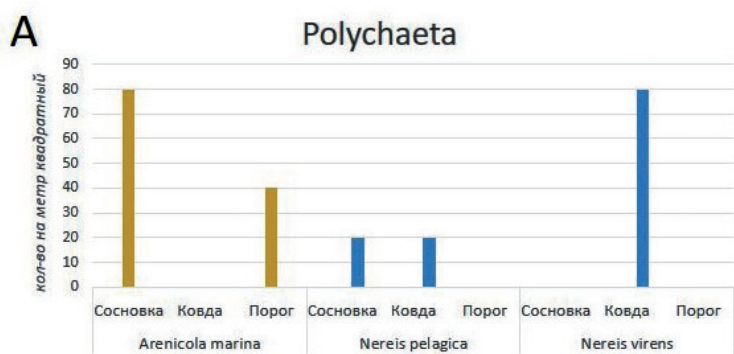


Рис 6: Распределение по зонам литорали представителей типа кольчатых червей: А – полихет; Б – олигохет.

Найденные представители: В - *Arenicola marina*; Г - *Nereis pelagica*; Д - *Fridericia callosa*; Е - *Lampodrilus sp.*

рактрно, чем обнаружение представителей вида *Nereis virens* в этой зоне, так как *Nereis pelagica* – сублиторальные животные, которых вполне могло снести на нижнюю зону литорали, где мы их и находили. Животные этого вида так же могут употреблять в пищу мелких ракообразных – *Gammarus* и *Jaera albifrons*, и, как и в случае с *Nereis virens*, можно заметить прямую зависимость между количеством червей и рачков – данные черви встречаются

в большом количестве на литорали Ковды и в меньшем на Сосновке, на Пороге представители данного вида отсутствуют.

Также существуют данные о том, что *Nereis pelagica* вовсе не активный хищник, а «фермер». Эти черви живут в норах, а вход в жилище обкладывают кусками водорослей, отрезанными крупными челюстями выворачивающийся глотки. На этих обрезках растут бактерии, которые, в свою очередь, червь

соскабливает хитиновыми пластинками, парагнатами, расположенными в той же выворачивающейся глотке.

Наличие *Nereis pelagica* на Сосновке можно объяснить тем, что они в принципе чаще встречаются на литорали, чем *Nereis virens*.

Представителей класса *Oligochaeta* было обнаружено 2 вида: *Fridericia callosa* и *Lampodrilus sp.*

Представители вида *Fridericia callosa* встречались на всех трёх литоралиях (рис. 6, Б и Д), при этом, можно заметить, что чаще всего они встречались на верхнем горизонте, что так же вполне естественно, так как эти животные – почвенные.

Представители вида *Lampodrilus sp.* встречались на всех литоралиях (рис. 6, Б и Е), однако наибольшая их численность наблюдается на Пороге. Также стоит отметить, что представителей данного вида мы в основном находили на нижнем горизонте, что очевидно, учитывая то, что данные черви – свободноплавающие животные.

Немертины (Nemertea)

В ходе работы были встречены следующие виды немертин: *Cephalothrix linearis*, *Amphiporus lactifloreus*, *Lineus sp.*

Lineus – самый многочисленный род, зафиксированный нами, встречен на Сосновке и Пороге. Виды *Amphiporus lactifloreus* (рис. 7, Б) и *Cephalothrix linearis* были встречены только на Пороге (рис. 7, А).

Все найденные нами немертины являются

бентосными хищниками. В их рацион входят черви полихеты и различные ракообразные. Во время охоты они покидают свои убежища (типичные для них субстраты) и могут оказываться в других зонах литорали, после чего возвращаются обратно. (M. Thiel, I. Kruse 2001). С этой особенностью их жизнедеятельности скорее всего связано их наличие в нетипичных для них зонах.

Cephalothrix linearis, представители этого рода чаще всего обитают в зарослях ламинарии (Gibson, 1994), которые могут произрастать только в зоне сублиторали и глубже. Все найденные нами представители этого вида были встречены только в нижней зоне Порога, причем в гораздо меньшем количестве, чем остальные виды, и только здесь в сублиторали ближе всего к берегу растут ламинарии. Таким образом, наличие этих немертин на литорали можно связать с тем, что их выносит приливными течениями, которые создают завихрения за счет неоднородности дна (Г. М. Виноградов и др., 2001) или же немертины выползают на литораль для охоты.

Для представителей вида *Amphiporus lactifloreus* и рода *Lineus sp.* характерным субстратом являются скопления мидий (M. Thiel & K. Reise, 1993), которых как раз было больше всего на Пороге в нижней зоне. На Сосновке и литорали Ковды *Amphiporus lactifloreus* не был зафиксирован, а *Lineus sp.* встречался гораздо реже, но и количество мидий там были значительно меньше, чем на Пороге. Наличие *Lineus sp.* и *Amphiporus lactifloreus* в средних зонах можно связать с поиском добычи во время охоты.

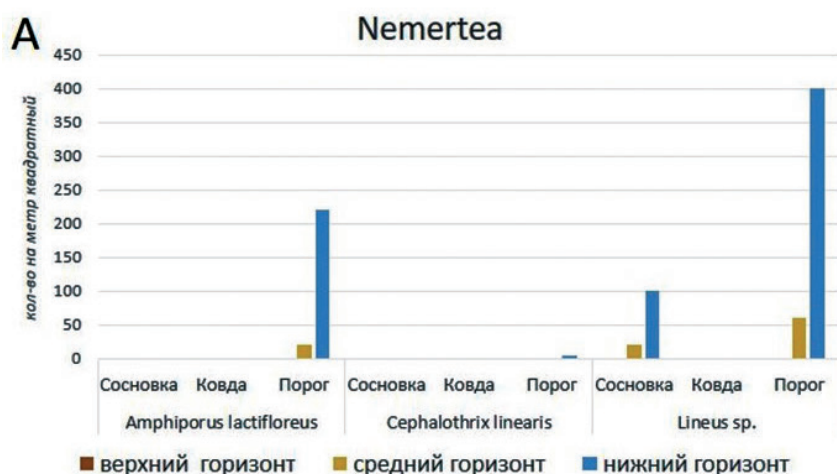


Рис 7: А - Распределение Немертин по изучаемым литоралиям; Б - *Amphiporus lactifloreus*

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе нашей работы были получены очень интересные результаты, собранные в удобном для сравнения виде на рис. 8. Эти данные в предыдущей части статьи мы попытались объяснить, ну или хотя бы просто осветить для дальнейших обсуждений. Основной нашей целью было сравнение литоралей с помощью оценки биоразнообразия и того, что обуславливает те или иные особенности этих биологических сообществ. Таким образом, в заключении мы хотели бы вообще обсудить, что в итоге стало понятно про три обследованные литорали, чего не было ясно при поверхностном их рассмотрении.

Литораль у мыса Сосновка.

Выбор этого места для трансекты изначально был обусловлен его «усредненностью». Иными словами, мыс расположен довольно далеко от устья реки, что снижает приливно-отливный перепад солености и повышает средний ее показатель, литораль удалена от деревни, что снижает уровень воздействия антропогенного фактора, также отсутствуют сразу бросающиеся в глаза особенности гидрологии, как небольшая глубина и быстрые течения Ягодного порога. Таким образом, эта литоральная зона – собирательный образ типичной литорали. Именно по этой причине, полученные данные показательно сравнить с двумя другими, более уникальными литоральями.

Литораль у Ковды.

Смотря на круговые диаграммы, составленные по данным, собранным на литорали Ковды и на Сосновке, можно увидеть, как выраженное антропогенное воздействие и эстуарное расположение влияет на состав сообщества литорали Ковды. Плотность поселений фильтрующих организмов, обитателей, в основном, нижней зоны, *Mytilus edulis* и *Semibalanus balanoides* здесь снижена, тогда как плотность представителей *Crustacea*, являющихся детритофагами, здесь выше, чем на всех прочих литоральных. В дополнение к этому, множество ракообразных, предположительно, заставляет появиться на литорали совсем не-

типичный для нее вид, *Nereis virens*. При этом, нужно заметить, что диаграмма соотношения частых видов этой литорали очень схожа с диаграммой для «усредненной» литорали. Так, наиболее многочисленным видом остаются баянусы. На литорали Ковды между мидиями и баянусами вклинилась *Jaera*, тем не менее, в процентном соотношении, количество мидий по-прежнему остается высоким. Далее, количество гидробий на литорали Ковды сильно меньше, чем на Сосновке, что связывается с отличающимся субстратом средней зоны. Следование *Littorina saxatilis* после *Littorina obtusata* остается неизменным.

Литораль у Ягодного порога.

Эта литораль оказалась абсолютно уникальной. Во-первых, плотность поселения большого числа видов здесь превышает выбранную нами отметку (300 особей на м²), следовательно, это можно говорить о большем биоразнообразии этой литорали. Во-вторых, несмотря на сниженное количество подходящего субстрата для мидий (камни и фукусы), они присутствуют в огромном количестве, то есть отличные условия позволяют им использовать доступное пространство очень эффективно. В-третьих, на общей диаграмме виды переменялись местами, в сравнении с «усредненной» Сосновкой. Первое место по плотности заняли мидии с огромным отрывом от других видов. Также на этой литорали *Littorina obtusata* следует за *Littorina saxatilis*, в отличие от двух других литоралей. Далее, неожиданно, количество представителей *Lampodrilus sp.* заметно скакнуло. И наконец, появились немертины в большом количестве, а представители *Crustacea* почти исчезли.

Соответственно, эта литораль показывает, насколько благоприятно соленость и сильное течение влияет на количество представителей вида фильтратора, *Mytilus edulis*. А также демонстрирует строгую, и не всегда очевидную, привязанность некоторых видов к субстрату. Так, *Semibalanus balanoides*, очевидно, нуждается в крупных камнях, а для *Jaera albifrons* и *Littorina obtusata* необходимы заросли фукусов.

ВЫВОДЫ

1. В ходе исследования литоральной зоны был составлен список самых частых литоральных видов. В приведенной таблице (рис. 2, Б) напротив каждого вида представлено его плотность поселения на м² в конкретной зоне каждой литорали.

2. В результате нашей работы была выявлена качественная и количественная разница в видовом составе трех литоралей. В ходе обсуждения полученных данных была произведена попытка объяснения этой количественной и качественной разницы.

3. На основе полученных результатов о видовом разнообразии мы подметили влияние особенностей каждой литорали на видовой состав. Антропогенный фактор в купе с эстуарным расположением неблагоприятен для видов-фильтраторов (*Mytilus edulis*, *Semibalanus balanoides*), в то же время, благоприятно влияя на численность представителей *Crustacea*, детритофагов (*Jaera albifrons*, *Gammarus sp.*). Высокая же соленость и сильное течение, несмотря на отсутствие большого количества подходящего субстрата, дают сильнейший рост численности *Mytilus edulis*.

4. Итоговые данные о численности брюхоногих моллюсков *Littorina sp.* подтверждают суженность экологического ареала *L. obtusata* и неприхотливость *L. saxatilis*.

5. В будущем, хотелось бы улучшить методику и предостеречь будущих юных исследователей от совершения ошибок, которые допускали мы в ходе изучения литоральной зоны. Хотелось бы обратить внимание на несколько важных замечаний:

1) Совершенно необходим анализ флоры и составление проективного покрытия, для дальнейшего связывания этих данных с собранными животными и составления более полной картины об экосистеме литорали.

2) Документирование каждой зоны литорали по отдельности при помощи фотокамеры

облегчило бы описание каждой литорали и объяснение ее особенностей.

3) Было бы разумно собирать пробы из каждой рамки отдельно. После вести пересчет особей сначала на рамку, а после уже на всю зону. Это позволило бы выявить возможные выбросы данных.

4) Перед сбором проб из каждой рамки было бы полезно фотографировать каждую из них, для дальнейшего связывания субстрата и численности особей.

5) Очень важно взятие проб воды для определения солености на максимальном отливе и на максимальном приливе, чтобы определить границы перепада солености.

6. Наконец, хотелось бы выделить несколько интересных моментов, обнаруженных нами, которые могут вдохновить будущих исследователей:

1) Литораль у Ковды – любима *Nereis virens*. То есть это место, может оказаться удобным для исследования этих полихет и их жизни.

2) *Hydrobia ulvae* – моллюск имеющий, на взгляд авторов, образ жизни, идущий в разрез с собранными данными (см. часть про гидробий в разделе «Результаты и обсуждения»).

3) Образ жизни *Nereis pelagica* – в ходе поиска информации об этом черве, авторами были обнаружены расхождения во мнениях о образе жизни этого червя. Во многих источниках говорят о активном хищничестве, а сотрудники кафедры зоологии беспозвоночных МГУ (в частности, Косевич И.А. сказал об этом на семинаре) опровергают это, говоря, что это миф, и на самом деле этот червь – «фермер» (см. часть про *Polychaeta* в разделе «Результаты и обсуждения»).

4) Ягодный порог – удивительное место для исследования жизни не только литоральных организмов. Флора и фауна очень разнообразна.

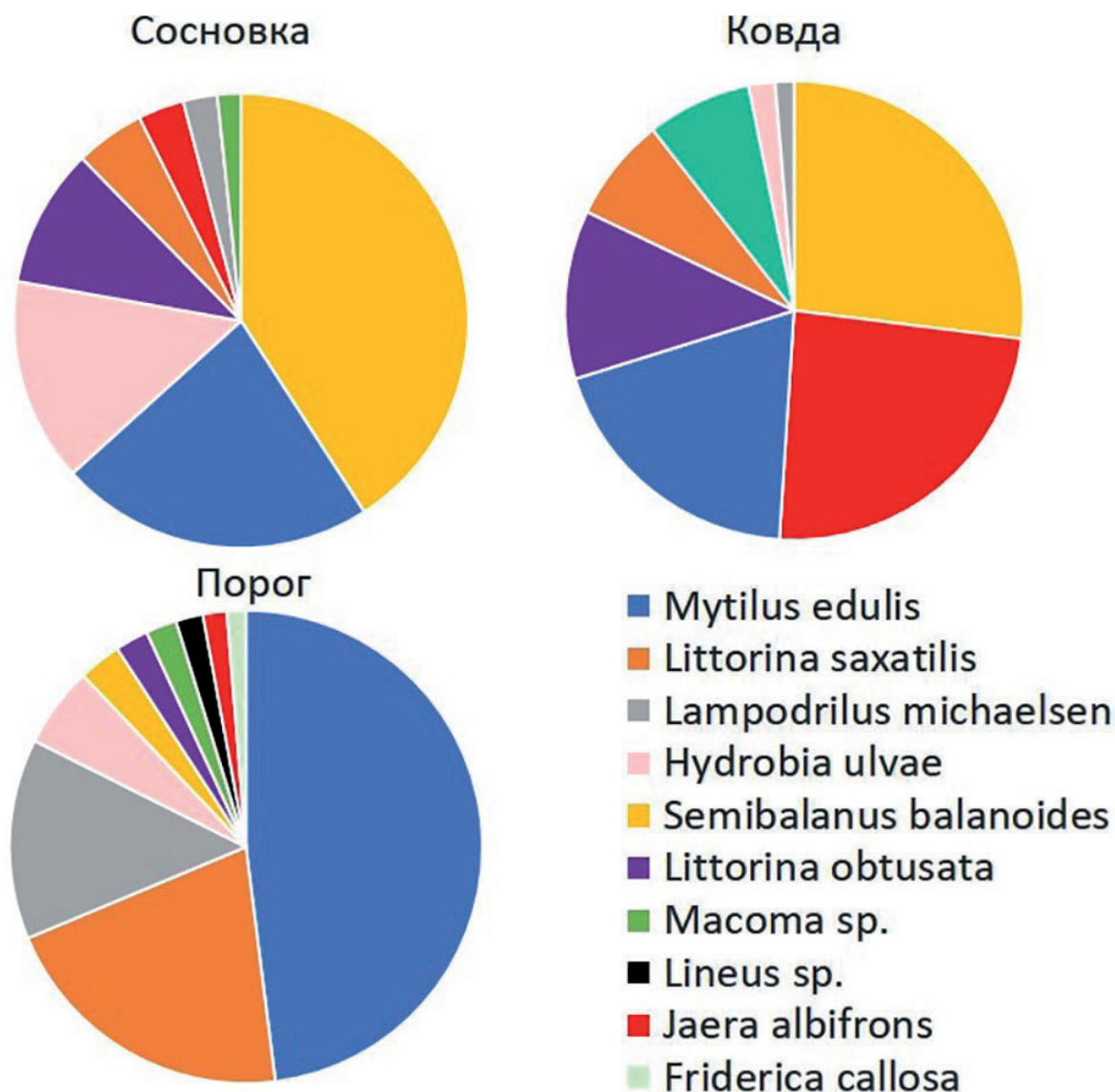


Рис 8: Процентное соотношение найденных особей самых распространенных (с плотностью более 300 особей на м²) видов на изучаемых литоральных.

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА:

А.А. Гусев. 2010. ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ СРЕДЫ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ *MACOMA BALTHICA* (LINNAEUS 1758) И *MYTILUS EDULIS* (LINNAEUS 1758) В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта №7. 34-39 с.

А.Б. Цетлин, А.Э. Жадан, Н. Н. Марфенин. 2010. Флора и фауна Белого моря. Иллюстрированный атлас. Издательство "КМК". 472 с.

В.А. Свешников. 1963. Биоценотические связи и условия существования некоторых кормовых беспозвоночных инфавны литорали Кандалакшского залива Белого моря // Труды

Кандалакшского государственного заповедника, выпуск IV, Труды беломорской биологической станции московского государственного университета, том II, под ред. Свешникова В. А. 125–130 с.

- В. М. Хайтов. 1999. Сообщества донных беспозвоночных, связанные с естественными плотными поселениями мидий на мелководьях белого моря (структура, динамика, биотические взаимодействия). – 03.00.08 – Зоология. Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук. – Санкт-Петербург. 190 с.
- В.Я. Бергер. 1986. Адаптации морских моллюсков к изменениям солености среды. Ленинград: Наука, 214 с.
- Г.А. Шкляревич, И.Б.Щербакова. 2004. МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОСЕЛЕНИЙ МЫА ARENARIA НА ЛИТОРАЛИ КАНДАЛАКШСКОГО ЗАЛИВА БЕЛОГО МОРЯ // Проблемы изучения, рационального использования и охраны ресурсов Белого моря. Материалы IX международной конференции 11–14 октября. 327–332 с.
- Г.А. Шкляревич, С.В. Разновская. 2007. ЛИТОРАЛЬНЫЕ АМФИПОДЫ КАНДАЛАКШСКОГО ЗАЛИВА БЕЛОГО МОРЯ // Сетевое издание «Современные проблемы науки и образования» № 6 (часть 1). 168–172 с.
- Г. М. Виноградов, М. В. Калякин, И. А. Кобузева, Е. А. Куприянова. 2001. Белое море, Ягодный порог... // Природа. №8 (1032), 37–42 с.
- Е. В. Шошина, В.И. Капков. 2014. Экологические особенности промысловых фукусовых водорослей Мурманского побережья Баренцева моря // Вестник МГТУ, том 17, № 1. 180–189 с.
- К. Г. Татишвили, К. Г. Багдасарян, Ж.Р. Казахашвили. 1968. Справочник по экологии морских брюхоногих. 42–44, 49–53 с.
- К.М. Кулеш, П. П. Кравец. 2015. Структура поселений брюхоногих моллюсков рода *Littorina* на литорали губы Чупа (Белое море) // INTERNATIONAL STUDENT SCIENTIFIC BULLETIN №2. 259–262 с.
- Калмыкова Александра, Коршунова Дарина. 2018. Сегрегация комплекса *Jaera albifrons* в акватории острова Рязков. Департамент образования города Москвы Государственное бюджетное образовательное учреждение «Школа №1535»
Моллюски Белого моря, 1987г., стр.76-78, 88.
- Н.С. Гаевская. 1948. Определитель фауны и флоры северных морей СССР. Государственное издательство “Советская наука”. 739 с.
- О. В. Чекановская. 1962. Водные малощетинковые черви фауны СССР.
- П. П. Кравец, А.А. Машнин. 2015. Популяционная структура и рост двустворчатого моллюска *Mytilus edulis* L. в Кольском заливе // Вестник удмуртского университета вып. 4. 25 с.
- Т. А. Матвеева. 1974. Экология и жизненные циклы массовых видов брюхоногих моллюсков Баренцева и Белого морей // Сезонные явления в жизни Белого и Баренцева морей. 65-190 с.
- Birgitta Sjöberg. 1967. On the ecology of the *Jaera albifrons* group (Isopoda) // Sarsia, 29:1. 321– 348 с.
Groningen; Den Burg. 163–172 с.
- R. Gibson. 1994. Nemertean. In Barnes R. S. K. & J. H. Crothers(eds) // Synopsis of the British Fauna, New Series, No. 24, 2ndedn. FSC Publications, Shrewsbury. 224 с.
- R.S.K. Barnes. 1981. Factors affecting climbing in the coastal gastropod *Hydrobia ulvae* // J. mar. biol. Ass. U.K. 61. 301-306 с.
- Martin Thiel, Inken Kruse. 2001. Status of the Nemertea as predators in marine ecosystems // Hydrobiologia 456, 21–32 с.
- Martin Thiel, K. Reise. 1993. Interaction of nemertines and their prey on tidal flats. // Neth. J. Sea Res. 31: Netherlands Journal of Sea Research. Netherlands Institute for Sea Research (NIOZ):

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарят Ступникову Александру Николаевну, Кудрявцеву Елену Иосифовну, Петраш Евгению Георгиевну, и всех одноклассников, которые принимали участие в нашем исследовании, за помощь в ходе создания работы и написания статьи, а также за организацию и проведение поездки на Белое Море.

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ДАННЫХ, ПО БЕНТОСНЫМ ПРОБАМ, ПОЛУЧЕННЫМ В ЭКСПЕДИЦИЯХ В КОВДУ

Авторы:

Бесстрашников Никита,
Абдюханов Расул

Научный руководитель:

Кудрявцева Е.И



ВВЕДЕНИЕ

Ежегодно, в течении многих лет биокласс школы 179 (ранее 57 и 520) проходит летнюю морскую практику на Белом море. Биостанция «Наш Дом» находится в деревне Ковда на берегу Кандалакшского залива, не далеко от ББС МГУ в Пояконде.

Во время прохождения практики, ученики берут морские бентосные пробы и учатся определять их состав. За 50 лет существования биокласса накоплен и продолжает накапливаться большой материал. Этот материал ценен тем, что суммирует наблюдения за многие годы за одним и тем же участком моря.

Работы по изучению биоты губы Ковда (библиография биостанции «Наш дом» https://www.littorina.info/Kovda/nash_dom/bibl.html) и прилегающих к ней акваторий начались еще на заре 20 века. Начал их профессор Тартуского, а затем Воронежского университетов Константином Карловичем Сент-Илер (<https://www.littorina.info/Kovda/sent-iler/fotoarh.html>), который приезжал в Ковду на морскую практику со своими студентами.

В 90-е годы ученики биокласса обобщили имеющиеся на тот момент данные и сравнил их с данными К.К. Сент-Илера, эта статьи были опубликованы (Виноградов Г.М. и др., 2001), (Виноградов Г.М. и др., 2006), (https://www.littorina.info/Kovda/nash_dom/pervoist/sovrstost_donn_soobsh/sovrstost_donn_soobsh.html). С тех пор накопилось много новых данных, которые мы хотим обобщить и проанализировать, а учитывая близкое взаиморасположение нашей станции и ББС МГУ интересно было бы сравнивать данные еще и с ними.

Сейчас данные наблюдений биокласса фиксируются в Биобазе (biobase179) в разделе Гидробиология (<http://biobase.179.ru/hydrobiology/biobase.html>). В Биобазе собраны фотографии отдельных представителей флоры и фауны, в том числе морской биоты, в том числе и данные бентосных проб. Но поскольку в биобазу попадают только те организмы, которые были сфотографированы, биобазы не может предоставить исчерпывающие данные по всем пробам.

Поэтому мы предлагаем, единый стандарт систематизации и визуализации данных по бентосным пробам. Для этого мы разработали единообразный шаблон таблицы Excel (http://biobase.179.ru/hydrobiology/2016-2022-kovda-sea/Kovda_bentos_spisok_2022.htm), в который мы собрали все имеющиеся в нашем доступе данные по пробам за прошедшие годы (с 2015 по 2021) (рис. 1). Так же таким образом мы обработали данные нашего года (2022).

Дата	Проба	вид	род	сем.	отряд	класс	ТИП	обилие в пробе	ещё	точка-описание	глубина	биотоп	прилив-отлив	GPS-координаты
*2018-07-26	Draga(1+2a)-18	<i>Euchone analis</i>	<i>Euchone</i>	<i>Sabellidae</i>	<i>Sabellida</i>	<i>Polychaeta</i>	<i>Annelida</i>				15-20m	ил		(1) 66.704933 , 32.855777 ; (2a) 66.705594 , 32.858928
*2018-07-26	Draga(1+2a)-18	<i>Ophiura robusta</i>	<i>Ophiura</i>	<i>Ophiuridae</i>	<i>Ophiurida</i>	<i>Ophiuroidea</i>	<i>Echinodermata</i>				15-20m	ил		(1) 66.704933 , 32.855777 ; (2a) 66.705594 , 32.858928
*2018-07-26	Draga(1+2a)-18	<i>Stegophiura nodosa</i>	<i>Stegophiura</i>	<i>Ophiuridae</i>	<i>Ophiurida</i>	<i>Ophiuroidea</i>	<i>Echinodermata</i>				15-20m	ил		(1) 66.704933 , 32.855777 ; (2a) 66.705594 , 32.858928

Рис. 1. Пример заполнения единообразного шаблона для бентосных проб.

Мы хотим объединить в единый рабочий инструмент биобазу биокласса и систематические данные по бентосным пробам. В таблице обязательно должны фиксироваться: дата, название пробы, место и способ ее добычи, характер грунта, глубина, латинское название животного и некоторые данные о его систематическом положении, а также его численность в пробе. Все таблицы бентосных проб по годам будут храниться на школьном сервере там же, где и фотографии организмов, и находиться через Биобазу (<http://biobase.179.ru/hydrobiology/biobase.html>).

Основное преимущество единообразного шаблона – это быстрая визуализация и сравнение данных с помощью онлайн карт ([\[nakarte.me\]\(http://nakarte.me\)\). А также возможность быстрого обобщения всех данных и проведения манипуляций со статистикой сразу за несколько лет в одной программе \(Excel\).](https://</p>
</div>
<div data-bbox=)

Процесс работы с нашей базой может выглядеть так: Допустим мы хотим получить данные про организм «*Pectinaria koreni*», это такой вид донной полихеты.

Вбиваем слово *Pectinaria* в поисковую строку Name на сайте Биобазы. Сайт находит вам все фотографии, связанные с этим названием (рис.2).

Теперь вместе с фото сайт Биобазы 179 будет выдавать все списки бентоса, в которых упоминается данный организм (рис.3)

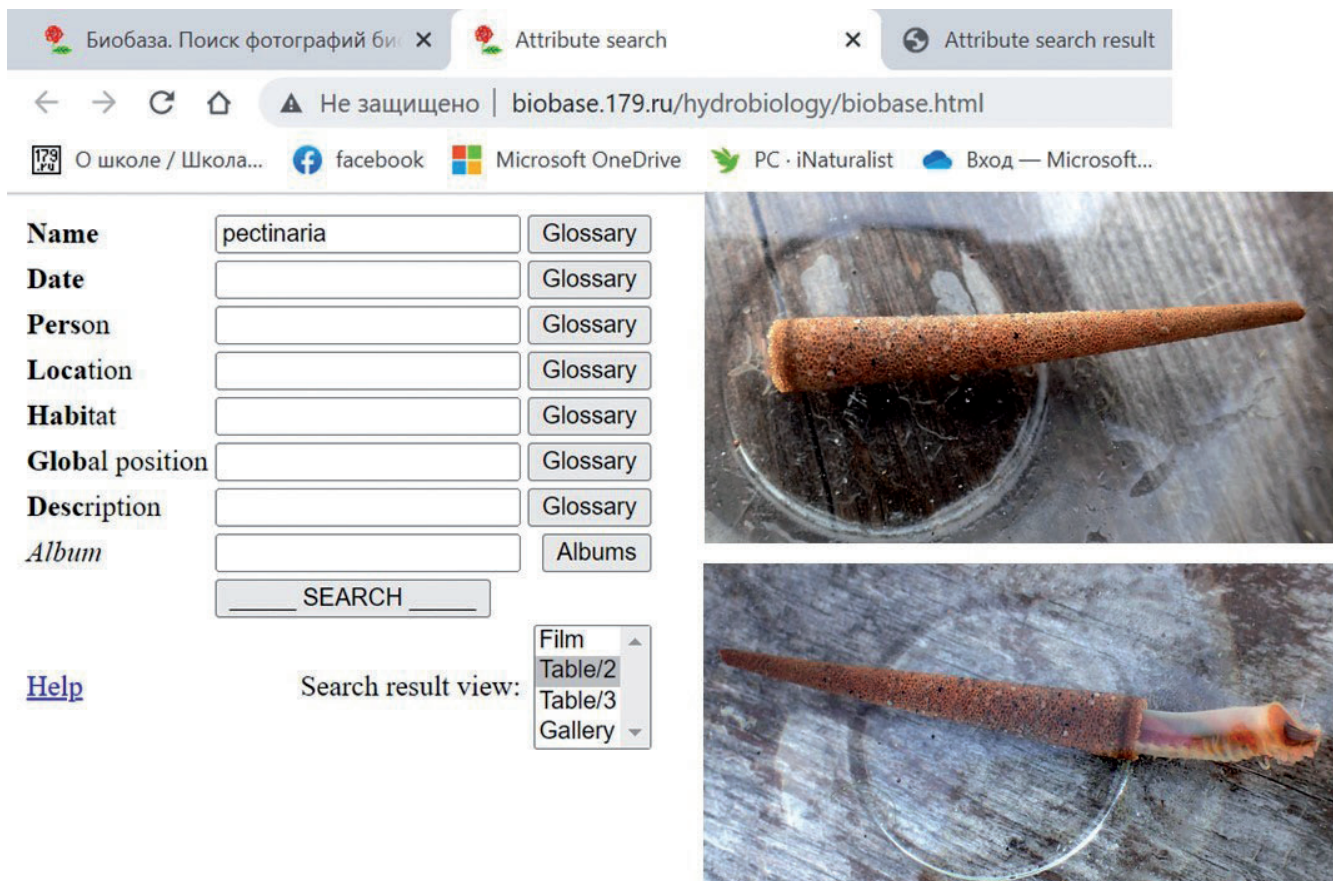


Рис. 2. Пример поискового запроса (ссылка на поисковый запрос используемый в иллюстрациях. <http://biobase.179.ru/hydrobiology/biobase.html>) в Биобазе и пример изображений, полученных по запросу (Pectinaria koreni (Malmgren, 1866)). В будущем поисковик будет выдавать картинки и ссылку на таблице

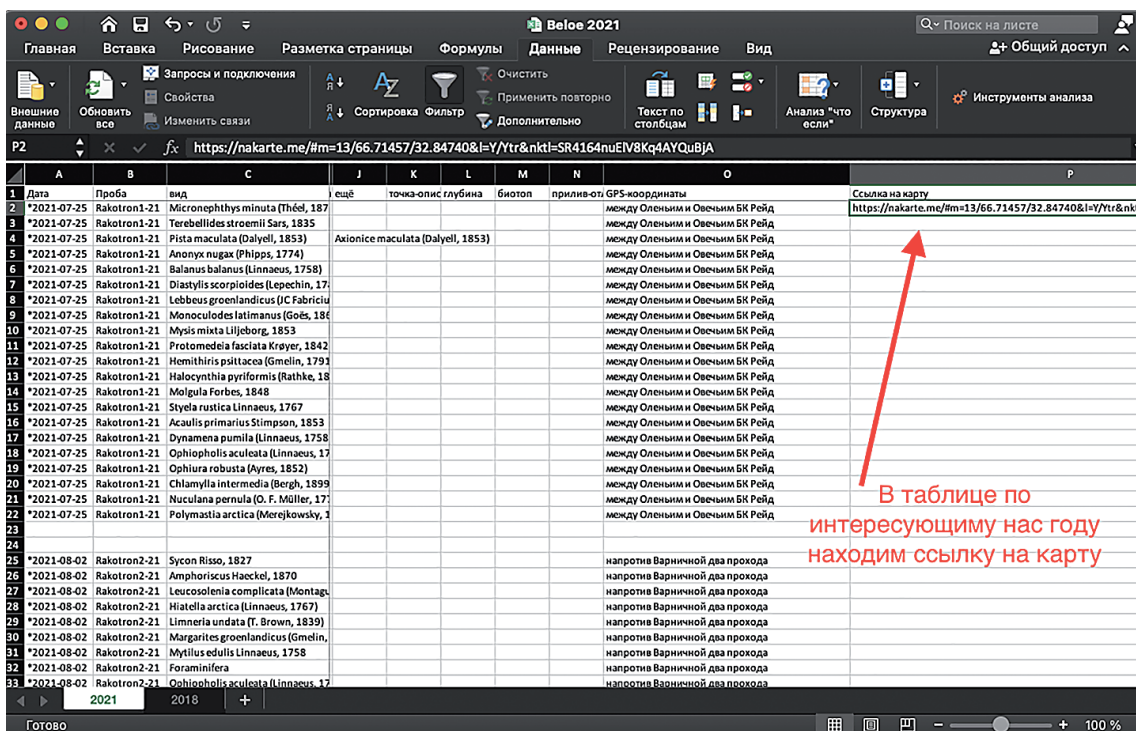


Рис. 3. Так будет выглядеть таблица, на которую вы получите ссылку (ссылка на карту используемую в иллюстрациях. <https://nakarte.me/#m=13/66.71457/32.84740&l=Y/Ytr>) в поисковике. Чтобы перейти на карту нужно кликнуть на гиперссылку в правом верхнем углу таблицы.

Чтобы перейти на онлайн карты и увидеть места взятия проб, переходим по ссылке и видим карту взятия всех проб за конкретный год. Чтобы выделить пробы в которых была *Pectinaria koreni*, необходимо сначала отфиль-

тровать их по названию организма из общего списка в таблице. А затем уже на карте оставить только те пробы, в которых данный организм был найден (рис. 4).

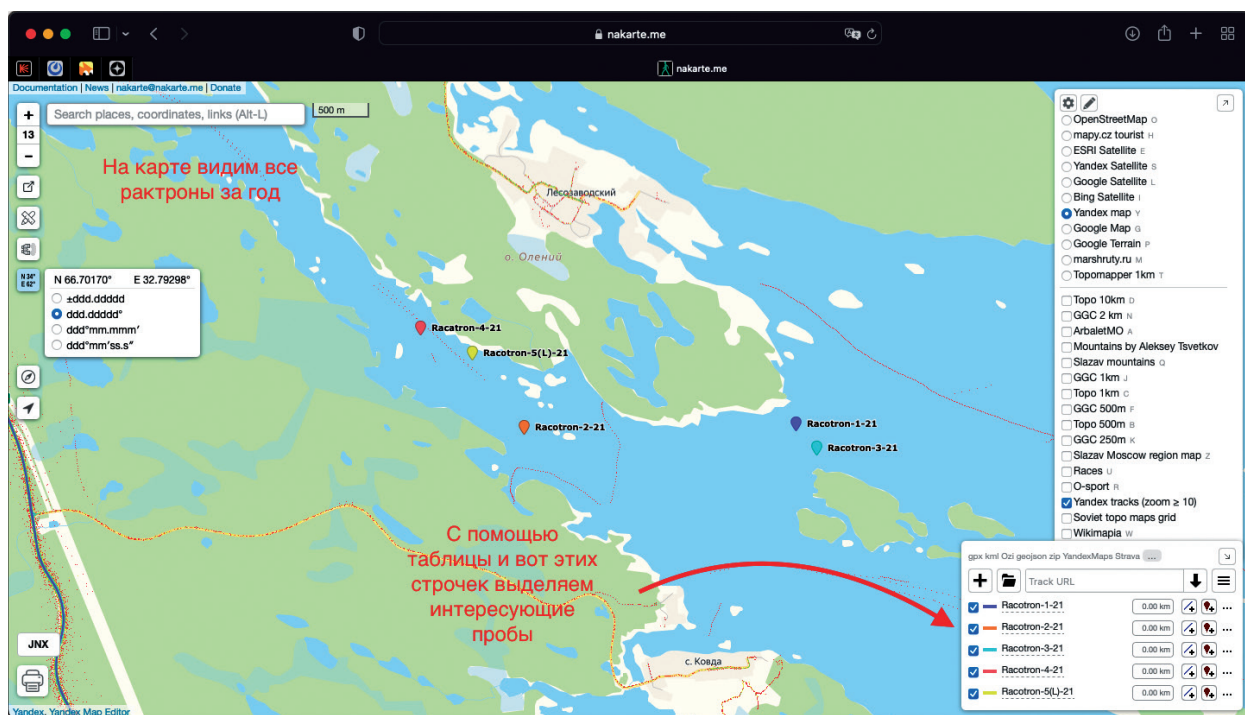


Рис. 4. После перехода по ссылке мы увидим такую картину. На карте ковдского залива появятся все точки вылова за весь выбранный год. Нажимая на галочки в правом нижнем углу, мы можем регулировать показ точек и таким образом отфильтровать только нужные нам точки. Информацию по нужным нам точкам мы можем взять из таблицы.

Если мы хотим визуализировать точки вылова данного организма за все годы исследований, то необходимо зайти в общий список бентоса за все годы сбора данных. Этот список будет находиться там же, среди таблиц за каждый год. Он будет первым в списке, поскольку там будет наибольшее число совпадений.

Все действия выполняются в несколько кликов быстро и удобно!

На получаемой карте мы видим все точки вылова за конкретный год (в нашем случае 2021).

Если выбрать несколько списков одновременно, то можно увидеть места вылова за все выбранные годы.

Мы думаем, что в будущем такой алгоритм фиксации данных может быть использован последующими поколениями. Это значительно облегчит сравнение и систематизацию данных

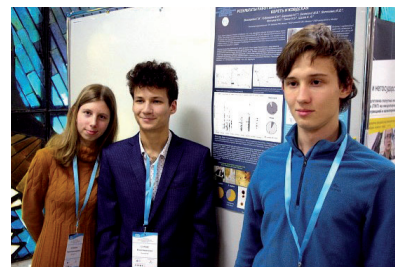
ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА:

- Сент-Илер К.К. 1909. Отчёт об экскурсии на Белое море студентов-естественников Юрьевского университета летом 1908 года // Учёные записки Императорского Юрьевского университета. 17 (3): 1–67.
- Сент-Илер К.К. 1911. Отчет об экскурсии студентов-естественников Императорского Юрьевского университета на Белое море летом 1911-го года // Юрьев: Типография К.Магтисена. 24 с. (Повторено в 1912 г.: Уч. зап. Имп. Юрьевского у-та. Т. 20. № 2. С. 1–24).
- Сент-Илер К.К. 1912. Отчёт об экскурсии студентов-естественников Императорского Юрьевского университета на Белое море летом 1911-го года // Учёные записки Императорского Юрьевского университета. 20 (2): 1–24.
- Виноградов Г.М., Кобузева И.А., Сорокина О.С., Куприянова Е.А., Литвинова Е.Ю., Калякин М.В., Маколин О.И., Нигматов А.А. 2001. Современное состояние донных сообществ Ковдской губы Белого моря. 1. Канское море и Горелая губа. // Состав и структура морского донного населения: сборник научных трудов (Ред. А.П. Кузнецов и О.Н. Зезина). М.: Изд-во ВНИРО. С. 110–117. (https://www.littorina.info/Kovda/nash_dom/pervoist/sovrstost_donn_soobsh/sovrstost_donn_soobsh.html)
- Виноградов Г.М., Кобузева И.А. 2006. Современное состояние донных сообществ Ковдской губы Белого моря. 2. Внешняя часть губы // Труды Беломорской биостанции МГУ. Т. 10. С. 44–55.
- Виноградов Г.М., Калякин М.В., Кобузева И.А., Куприянова Е.А. 2001. Белое море, Ягодный порог... // Природа. № 8 (1032). С. 37–42. (https://www.littorina.info/Kovda/nash_dom/pervoist/belmore_yagporog/belmore_yagporog.html)
- Литвинцева А., Любимова А., Худякова О. Анализ донного населения Ковдинского залива Белого моря через 80 лет после исследований К. К. Сент-Илера // «Пантопода» №№ 3-4, 1989 г. Стр. 1-10. https://www.littorina.info/Kovda/nash_dom/pervoist/analiz_cherez_80/analiz_cherez_80.html

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕДУЗ CYANEA TZETLINII И CYANEA CAPILLATA В КАНДАЛАКШСКОМ ЗАЛИВЕ БЕЛОГО МОРЯ

Авторы:

Игонина Мария Александровна,
Симис Илья Борисович,
Волосовец Владислав Дмитриевич,
Баранова Мария Григорьевна,
Белявский Матвей Вадимович,
Шахов Артём Алексеевич.



Научные руководители:

Виноградов Георгий Михайлович,
Кудрявцева Елена Иосифовна



ВВЕДЕНИЕ

Cyanea tzetlinii Kolbasova & Neretina, 2015 (Kolbasova et al., 2015) – вид-двойник беломорской медузы *Cyanea capillata* (Linnaeus, 1758) – был описан в окрестностях Беломорской биостанции МГУ им. Н. А. Перцова (пролив Великая Салма Ругозерской губы Кандалакшского залива Белого моря) только в 2015 году (Kolbasova et al., 2015). Видовое отличие *C. tzetlinii* было изначально подтверждено на молекулярном уровне, позже были найдены морфологические различия между двумя видами. В первую очередь, это наличие у *C. tzetlinii* характерного бульбовидного утолщения с маленьким тёмным сосочком в основании ропалиев, отсутствующего у *C. capillata*. Дальнейшие исследования показали, что *C. tzetlinii* присутствуют так же в Карском море, море Лаптевых и Беринговом море (Kolbasova et al., 2016).

Поскольку до сих пор в Белом море *C. tzetlinii* добывались только в водах Великой Салмы, представляется полезным провести наблюдения над ее распространением в других районах моря.

Исследуемые виды

Cyanea capillata (Linnaeus, 1758), цианея волосистая – сцифоидная медуза красно-желтого цвета, обитающая в северных морях Тихого, Атлантического и Северного-Ледовитого океанов. По размеру является самой большой медузой в мире. Тело представлено 16-тилопастным куполом и длинными щупальцами, снабженными стрекательными клетками. В выемках между лопастями находятся ропалии – видоизмененные щупальца, выполняющие функцию органов чувств. В ропалиях на-

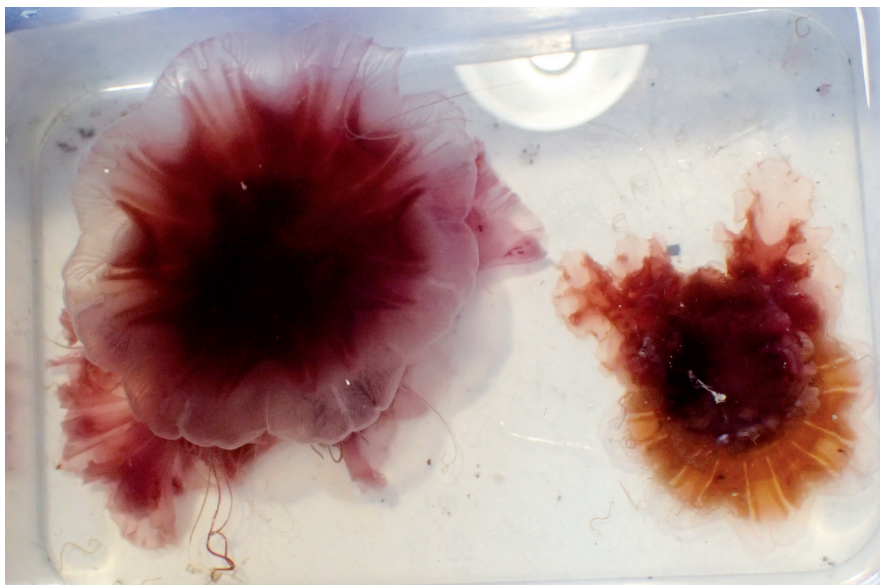


Рис 1. Внешний вид *C. capillata* (слева) и *C. tzetlinii* (справа), пойманных в Ковдской губе.

ходятся светочувствительные глазки и органы равновесия (статоцисты). *Cyanea capillata* – активный хищник, однако самостоятельно преодолевать морское течение не может, поэтому является планктоном.

Cyanea tzetlinii Kolbasova & Neretina, 2015 – внешне практически неотличима от *C. capillata* (рис.1). Наиболее заметное морфологическое отличие – наличие бульбовидного выроста, несущего на себе светочувствительный глазок, на конце задней части каждого из восьми ропалиев, отсутствующего у *C. capillata* (рис.2).

Про особенности биологии двух видов практически ничего не известно, поскольку до 2015 года их не различали. В популяции есть и самцы, и самки. Характерно внутреннее оплодотворение, когда сперматозоиды проникают в гастральную полость самки, там же происходит оплодотворение и развитие зародышей до стадии планулы. Затем планула через рот покидает тело самки, оседает на дно и образует полип сцифистому. В дальнейшем сцифистома почкуется, образуя множество молодых медуз.

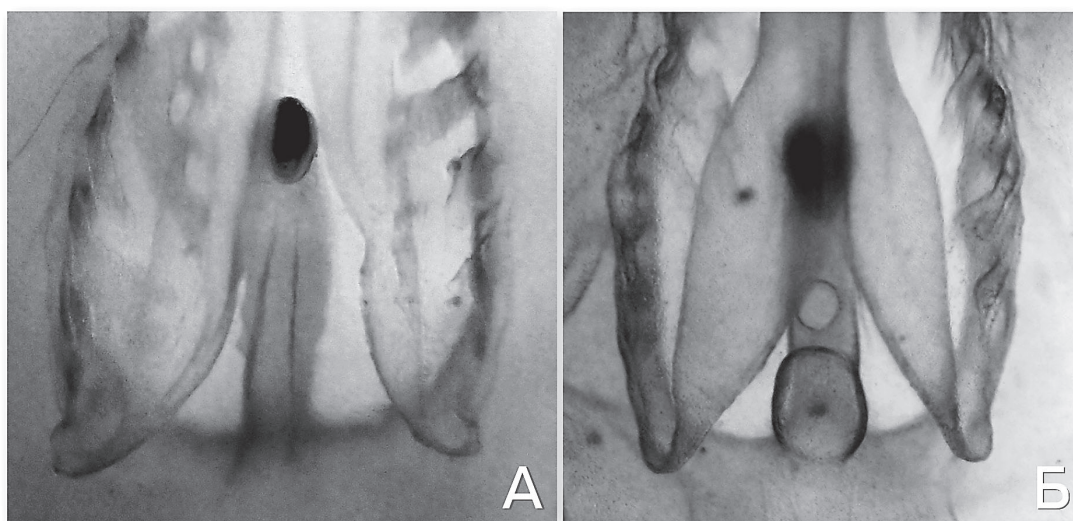


Рис. 2. Ропалии *C. capillata* (А) и *C. tzetlinii* (Б), пойманных в Ковдской губе 1.08 на Ковдском рейде и 9.08 в её кутовой части, соответственно. Хорошо виден ключевой определяющий признак – бульбовидный вырост в основании ропалия у *C. tzetlinii*. Прижизненные снимки под бинокляром.

МЕСТО ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводилось в 2019 году в двух точках Кандалакшского залива Белого моря – в губе Кереть около острова Пежостров с 14-го июля по 21 июля и в окрестностях де-

ревни Ковда в губе Ковда и в губе Старцева с 23 июля по 16-е августа (Рис. 3). Немного южнее и немного севернее ББС МГУ.

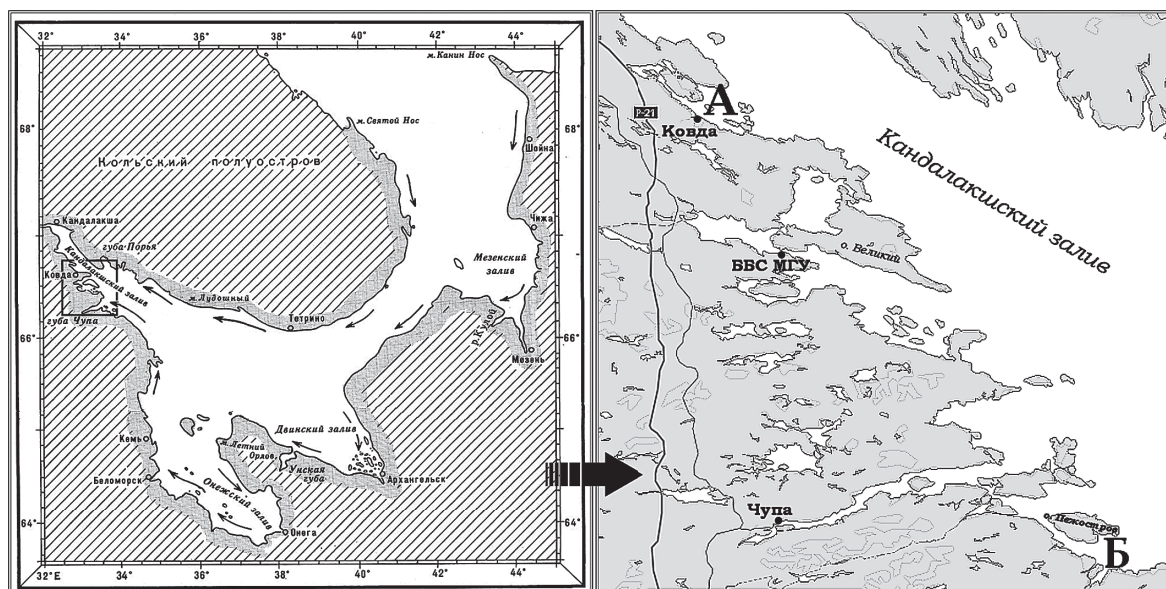


Рис. 3. Районы работ возле Ковды (А) и у Пежострова (Б).

МЕТОДЫ

В губе Кереть исследования проводились с 14 по 21 июля 2019 г. Собирали обсохших на литорали медуз или снимали с рыболовных сетей. Пойманных медуз определяли в лаборатории с помощью бинокля. В таблицу записывали дату, вид, диаметр, место сбора.

В Ковдской губе исследования проводились с 23 июля по 16 августа 2019 г. Медуз

ловили сачком, пересаживали в контейнер и определяли в лаборатории с помощью бинокля. Сбор медуз производился в разных точках (Рис. 4). Результаты вносили в таблицу. Помимо вида, в таблицу записывалась дата, состояние воды (прилив/отлив), диаметр купола, состояние погоды, координаты точки, время сбора, наличие/отсутствие планул.

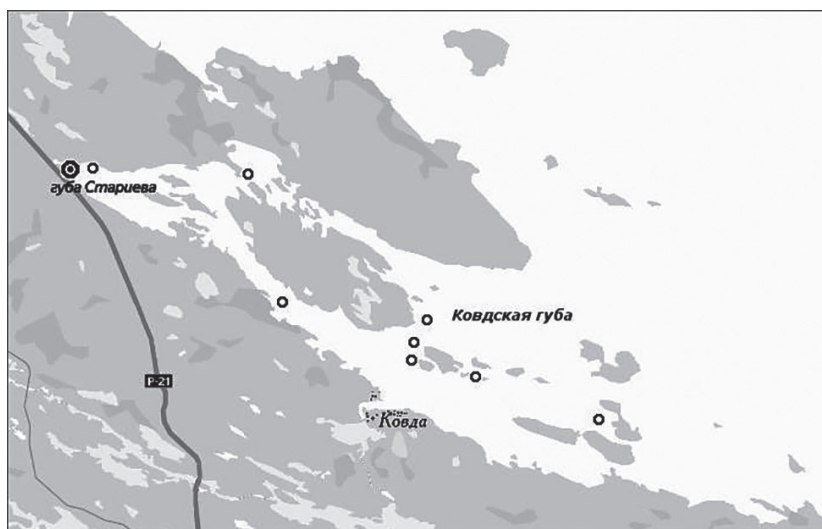


Рис. 4. Точки отбора проб в Ковдской губе. Более крупным значком отмечено обильное скопление медуз в кутовой губе Старцева.

РЕЗУЛЬТАТ

Для Пезжострова и Ковды результаты получились разные: в Пезжострове поймано 104 *C. capillata* и 11 *C. tzetlinii*, т. е. наблюдалось тотальное доминирование *C. capillata*. Однако в Ковде ситуация получилась другая: поймано 17 *C. capillata* и 193 *C. tzetlinii*. Эти данные не просто сравнивать, так как со времени окончания работы на Пезжострове до взятия первых проб в Ковде прошло три дня. Для наглядности мы поместили результаты из двух точек на

один общий точечный график. С 14 июля преобладает *C. capillata*, 19 июля появляются первые *C. tzetlinii* на Пезжострове, а уже с 23 июля они доминируют над *C. capillata* в Ковде (рис. 5).

Как хорошо видно на общем графике (рис. 5), диапазон размеров купола у *C. capillata* шире, нежели у *C. tzetlinii*. Такая особенность размерного ряда *C. tzetlinii* была отмечена и в предыдущих исследованиях.

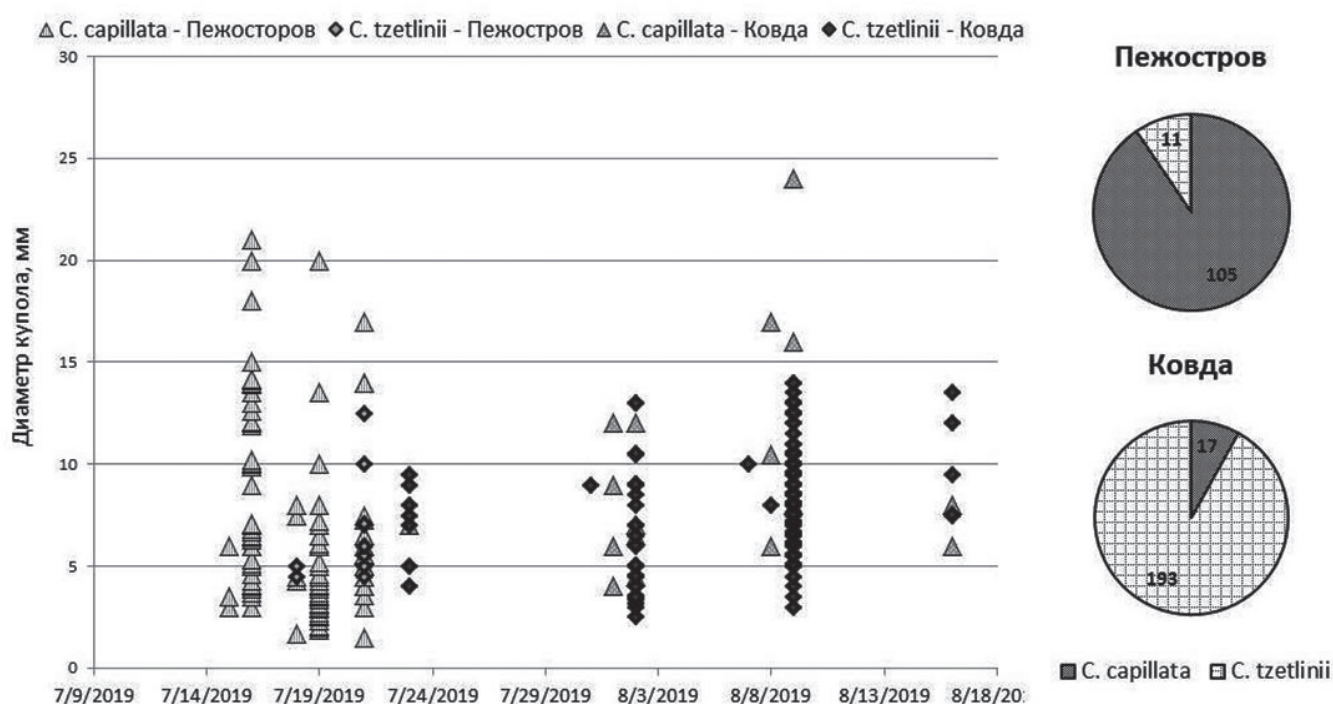


Рис. 5. Распределение медуз, пойманных у Двинских луд возле Пезжострова и в Ковдской губе, по датам и по размерам купола. Медузы разделены на группы в зависимости от точки сбора и вида. На боковой врезке представлено процентное соотношение двух видов в Ковдской губе и возле Пезжострова в период наблюдения.

Большинство медуз, добытых в Ковде, было собрано в куту губы Старцева (рис. 6). Среди них были многочисленны особи с планулами (размножающиеся самки). Планулы присутствовали у 43% добытых *C. tzetlinii* и примерно у половины *C. capillata* (с поправкой на малую выборку) (рис. 6Д).

Соотношение особей с планулами и без у *C. tzetlinii* и у *C. capillata* было примерно 1:1.

Вне кута губы Старцева все исследованные *C. capillata* были без планул и лишь несколько *C. tzetlinii* планулы имели.

Интересно, что среди медуз с планулами были особи как с маленьким, так и с большим диаметром купола (рис. 6Е). Анализ Манна-Уитни показал, что признак наличия планул от диаметра не зависит (для *C. tzetlinii* p -value = 0.69; для *C. capillata* p -value = 0.73).

Кут губы Старцева (Ковда)

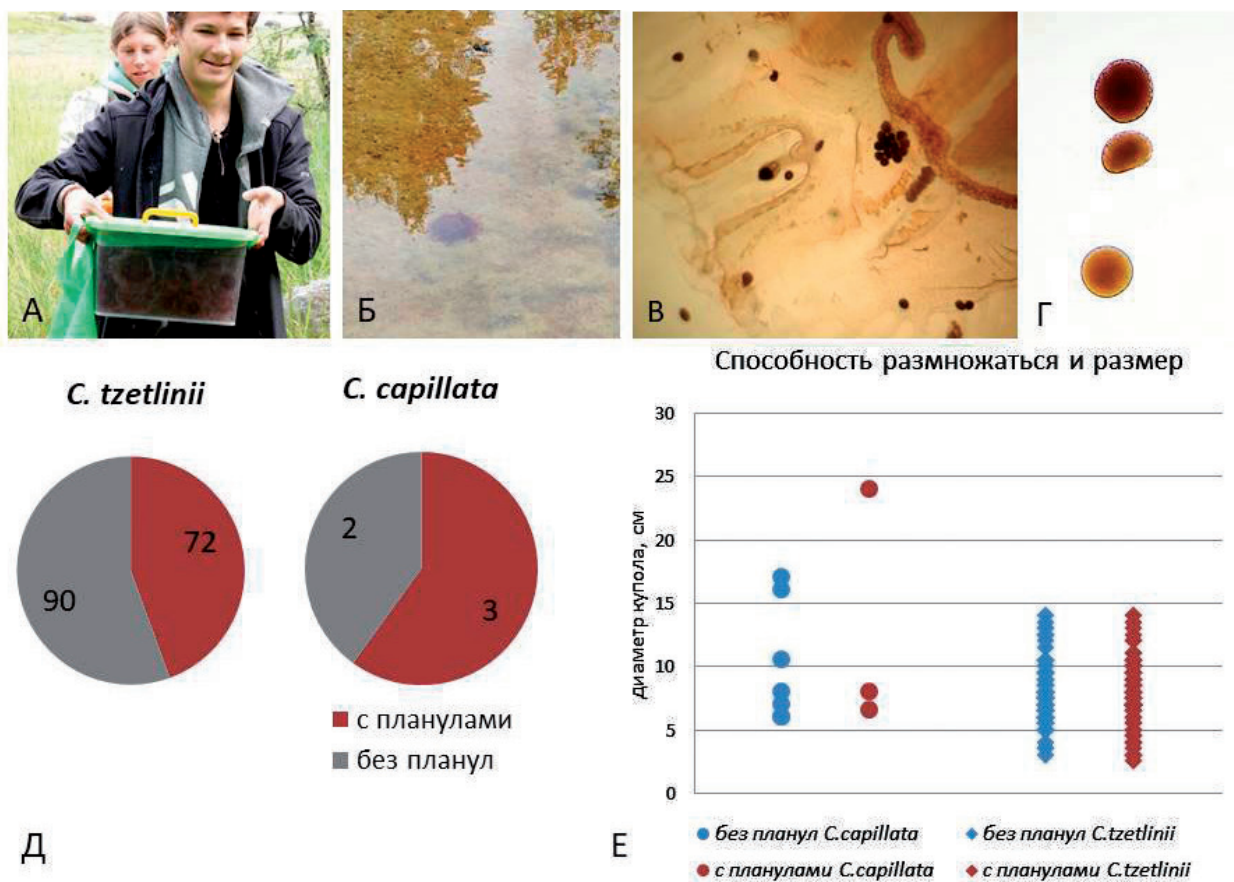


Рис. 6. Анализ медуз, пойманных в куту губы Старцева (окрестности Ковды).

А- сбор медуз; Б – медузы в куту губы Старцева были собраны на мелководье;

В – планулы в гастральной полости самки медузы; Г – планулы Суапеа;

Д - соотношение медуз с планулами и медуз без планул среди всех собранных в Ковде;

Е - сравнение размеров купола медуз с планулами и медуз без планул.

ОБСУЖДЕНИЕ

Ещё в первой работе было описано постепенное замещение в планктонных пробах *C. capillata* на *C. tzetlinii* во второй половине осени (Kolbasova et al., 2015). По нашим результатам, если сложить данные из Ковда и Пезжострова, такая динамика видовой смены сохранилась. Однако, немного сдвинулась по времени, что, возможно, связано с несоответствием конкретных климатических условий.

В 2019: с 14 июля преобладает *C. capillata*, 19 июля появляются первые *C. tzetlinii* на Пезжострове, а уже с 23 июля *C. tzetlinii* доминирует над *C. capillata* в Ковде.

В 2014: в июле в районе ББС МГУ доминирует *C. capillata*, а в августе там доминирует *C. tzetlinii*.

К сожалению, наблюдения на Пезострове и в Ковде оказались отрывочными, что также могло исказить общую картину. По имеющимся данным нельзя исключить того, что существует различие в распределении медуз в Пезострове и в Ковде. Но возможно, что практически полная замена *C. capillata* на *C. tzetlinii* в 2019 году произошла меньше, чем за неделю.

Интересным выводом работы является наблюдение, что кут губы Старцева, возможно, создает благоприятные условия для размножения медуз рода *Suapea*. Эта губа в своей самой дальней части обладает небольшими глубинами и хорошо прогревается. Вследствие особенностей приливно-отливных течений, в нее ежедневно приходит соленая вода из Кандалакшского залива и в ней практически не чувствуется опреснения, как в устье реки Ковда (Виноградов Г.М., 2001). Подавляющее большинство медуз, добытых в Ковде, и практически все медузы с планулами были добыты именно там.

Полученное соотношение особей с планулами и без (приблизительно 1:1), видимо, указывает на популяцию, где большинство особей размножается. Хотя точное соотношение полов в размножающиеся популяции для этих медуз неизвестно. *C. tzetlinii* скорее всего находится на пике размножения в начале августа 2019, а *C. capillata* тоже еще не завершила этот период. Это указывает на то, что сроки размножения *C. capillata* и *C. tzetlinii* хотя бы частично перекрываются. Таким образом представляется маловероятным, что изоляция видов-двойников связана с разницей в сроках размножения.

А то, что медузы двух видов могут быть пойманы вместе на одной территории, говорит о том, что видовая изоляция не связана и с разными ареалами обитания. Мы можем лишь предположить, что гибриды этих видов не жизнеспособны. Или перекрестное оплодотворение невозможно по каким-то биохимическим причинам.

ВЫВОДЫ

1) В 2019 году на Пезострове зафиксировано доминирование *C. capillata* в середине июля, а в Ковде – доминирование *C. tzetlinii* в конце июля и в августе.

2) Подтверждена общая динамика смены видового доминирования в Кандалакшском заливе Белого моря, показанная в статье 2015 года (Kolbasova et al., 2015), однако, ее сроки изменились.

3) Среди медуз обоих видов были найдены особи с планулами, что указывает на то, что сроки размножения двух видов хотя бы частично перекрываются.

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА:

Виноградов Г.М., Кобузева И.А., Сорокина О.С., Куприянова Е.А., Литвинова Е.Ю., Калякин М.В., Маколин О.И., Нигматов А.А. 2016. Современное состояние донных сообществ Ковдской губы Белого моря. 1. Канское море и Горелая губа. // Состав и структура морского донного населения: сборник научных трудов. М.: Изд-во ВНИРО. С. 110-117.

Kolbasova G.D., Zalevsky O.A., Gafurov A.R., Gusev P.O., Ezhova M.A., Zheludkevich A.A., Konovalova O.P., Kosobokova K.N., Kotlov N.U., Lanina N.O., Lapashina A.S., Medvedev D.O., Nosikova K.S., Bazykin G.A., Neretina T.V. 2015. A new species of *Cyanea* jellyfish sympatric to *C. capillata* in the White Sea // *Polar Biology*. – 2015. – Vol. 38, Iss. 9. – P. 1439–1451.

Kolbasova G.D., Konovalova O.P., Vasyukov D.D., Kuzmicheva E.A., Neretin N.Y., Zhadan A.E., Kosobokova K.N., Neretina T.V. 2016. Two sympatric species of *Cyanea* (Scyphozoa) from Arctic seas distinguished by the molecular methods // ICES/PICES 6th Zooplankton Production Symposium «New Challenges in a Changing Ocean», 9-13 May 2016, Bergen, Norway / Abstracts. <http://www.ices.dk/news-and-events/symposia/zp6/Pages/default.aspx>

БЛАГОДАРНОСТИ

Мы выражаем благодарность В.С. Ефимову, а также Е.Г. Петраш и всем участникам Беломорской экспедиции биокласса 179 школы за помощь в сборе материала.

ПРОДОЛЖЕНИЕ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ВИДАМИ- ДВОЙНИКАМИ МЕДУЗ РОДА *CYANEA* В КАНДАЛАКШСКОМ ЗАЛИВЕ БЕЛОГО МОРЯ

Автор:

Новикова Варвара Степановна

Научный руководитель:

Кудрявцева Елена Иосифовна



ВВЕДЕНИЕ

В июле-августе 2022 года (с 16 июля по 16-е августа) проводилось исследование двух видов-двойников медуз *Cyanea tzetlinii* Kolbasova & Neretina, 2015 и *Cyanea capillata* (Linnaeus, 1758) в окрестностях деревни Ковда в губе Ковда.

Вид *Cyanea tzetlinii* был открыт только в 2015 году в окрестностях Беломорской биостанции МГУ им. Н. А. Перцова (пролив Великая Салма Ругозерской губы Кандалакшского залива Белого моря) и был подтвержден на молекулярном уровне [Kolbasova et al., 2015]. В той же работе были найдены морфологические отличия двух видов, на которые ранее не обращали внимание. Эти отличия на самом деле позволяют надежно отличать два вида без генетического исследования.

Ещё в первой работе было описано постепенное замещение в планктонных пробах *C. capillata* на *C. tzetlinii* во второй половине августа.

В 2019 году учениками двух биоклассов (школы 179 и школы 67) было проведено повторное исследование встречаемости этих двух видов в двух точках Кандалакшского залива Белого моря – в губе Кереть около острова Пежостров и в окрестностях деревни Ковда, в губе Ковда и губе Старцева [Виноградов ГМ и др., 2020]. Полученные данные показывали, что общая динамика смены одного вида на другой сохраняется, но конкретные даты появления *C. tzetlinii* в прибрежных водах отличались от наблюдаемых в первый год.

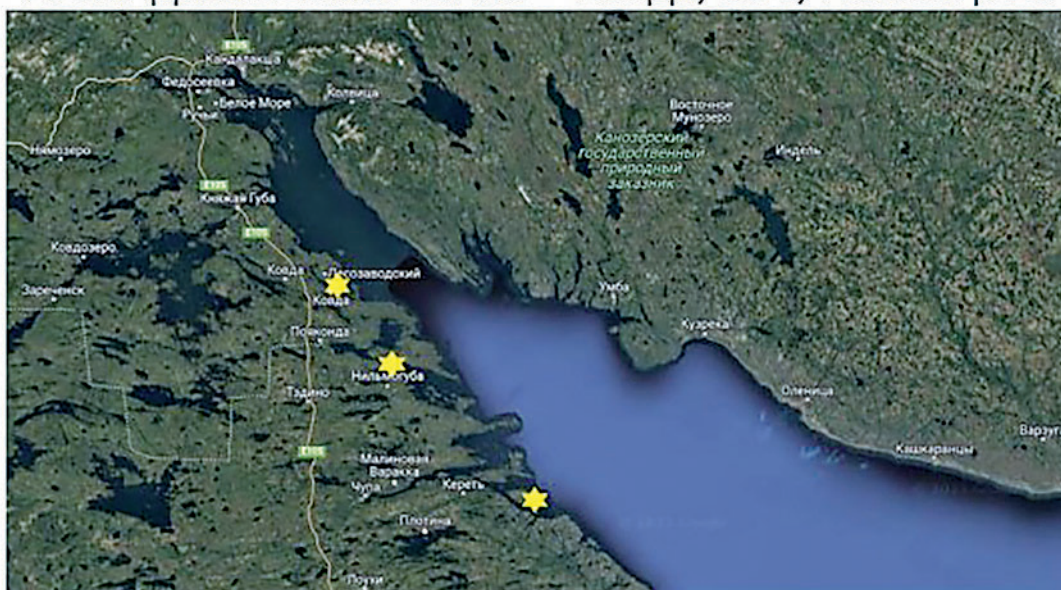
В 2022 году было решено повторить наблюдения на биостанции в деревне Ковда. В этот раз, помимо размера купола, учитывалась и стадии репродуктивного цикла медузы. Это позволило получить некоторые данные касательно биологии размножения этих видов и поставить некоторые вопросы.

МЕТОДИКА

С 16 июля по 16 августа 2022 года проводились исследования на территории Ковдской губы (Рис. 1). Медуз вылавливали сачком с пирса в Запапи напротив гидробиологической лаборатории биокласса или собирали на берегу вокруг пирса во время отлива. (Канда-

лакшский залив, Мурманская обл., 66.699717, 32.861467). Затем их определяли в лаборатории с помощью бинокля. В таблицу вносились дата, пол медузы, наличие/отсутствие личинок планул или яйцеклеток, вид медузы и диаметр ее купола.

А. Кандалакшский залив – Ковда, ББС, Пижостров.



Б. Ковда – место сбора медуз в Запапи (2022 год).

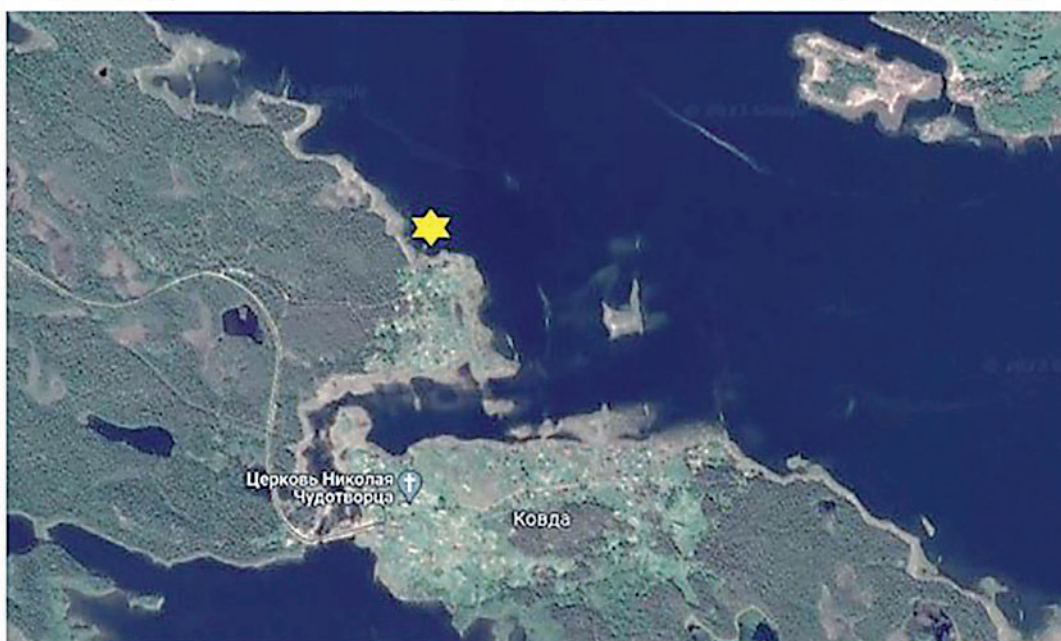


Рис. 1. Места сбора медуз.

А – в прежние годы Ковда (2019), ББС (2014), Пижостров (2019);

Б - в 2022 году (66.699717, 32.861467, Ковда, Запапи, Кандалакшский залив, Мурманская обл.)

ОПИСЫВАЕМЫЕ ВИДЫ

Cyanea capillata (Linnaeus, 1758) – вид сцифоидных медуз, обитающих в морях Тихого, Атлантического и Северного-Ледовитого океанов. Имеет разнообразную окраску с преобладанием буро-фиолетовых оттенков. Купол полусферический, с 16 лопастями. в углублениях между лопастями находятся ропалии – видоизмененные щупальца – со светочувствительными глазками и статоцистами (орган равновесия). Диаметр купола достигает 2,3 м. Щупальца со стрекательными клетками могут достигать 36,5 м. Также у самок имеются короткие щупальца вокруг рта, в которых созревают яйцеклетки.

Cyanea tzetlinii Kolbasova & Neretina, 2015 – недавно обнаруженный вид-двойник *C. capillata*. Внешне они практически не различаются, за исключением шаровидного выроста на ропалиях между лопастями, который отсутствует у *C. capillata* (Рис. 2).

Cyanea раздельнополые, чередуют половое размножение (медузы) и бесполое (полипы). Самцы выметывают сперматозоиды в воду, где находятся самки с яйцеклетками, происходит практически внутреннее оплодотворение. После оплодотворения яйцеклетки развиваются в личинки планулы, которые перебираются в гастральную полость матери, где обитают некоторое время. В какой-то момент они покидают тело самки и оседают на дно. Затем из планулы образуется полип (сцифостома), который в дальнейшем почкуется, образуя новых медуз.

Особенности развития *C. capillata* были известны давно, однако так как до 2015 года не различали *C. tzetlinii* и *C. capillata*, нельзя точно сказать характерны ли полученные данные для обоих видов или есть различия, которые раньше не были заметны.

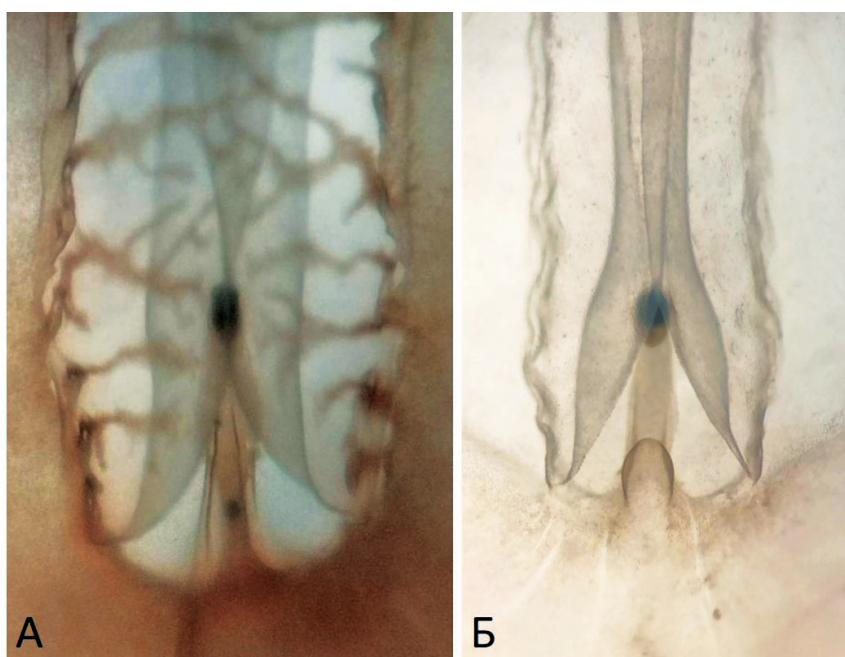


Рис. 2. Главное морфологическое отличие двух видов медуз.
А - *Cyanea capillata*;
Б - *Cyanea tzetlinii*.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Всего в 2022 году нами было поймано и определено 137 медуз, среди которых 96 медуз вида *C. tzetlinii* и 41 медуза вида *C. capillata*. В результате был построен график распределения медуз по датам и размерам (Рис 3), аналогичный полученному в первой статье [Kolbasova GD et al., 2015].

По графику видно, что с 3 августа *C. tzetlinii* начинают преобладать над *C. capillata*, а до этого не встречаются. В 2019 году наблюдения в Ковде начались с 23 июля и с первого дня *C. tzetlinii* уже были в большинстве.

В 2019 году по нашим наблюдениям *C. capillata* давали более широкой диапазон размеров купола, чем *C. tzetlinii*. В 2022 наблюдалась практически обратная картина. Это свидетельствует о том, что такое соотношение размеров не является правилом и изменяется год от года.

Безусловно подтвердилась общее правило, что сначала в планктоне обнаруживались толь-

ко *C. capillata*, а потом начинали появляться *C. tzetlinii*. Однако конкретная дата появления *C. tzetlinii* оказалась плавающей. На приведенной схеме мы обобщили данных трех лет наблюдения (рис. 4). Там не менее можно сделать вывод, что *C. tzetlinii* всегда появляются в прибрежных водах после *C. capillata* во вторую половину лета.

Уже у первых пойманных медуз 17.07.2022 мы обнаружили наличие зрелых яйцеклеток в ротовых щупальцах. Причем одновременно в некоторых медузах были обнаружены зрелые яйцеклетки, живые сперматозоиды и зародыши на очень ранних стадиях дробления. Что свидетельствует о том, что нам удалось поймать медуз во время их оплодотворения. В дальнейшем для каждой медузы мы фиксировали наличие яйцеклеток или личинок-планул, которые еще долгое время развиваются в теле матери (рис. 5).

Cyanea capillata и *Cyanea tzetlinii*, лето 2022.

Динамика встречаемости в губе Ковда (Кандалакшский залив Белого моря).

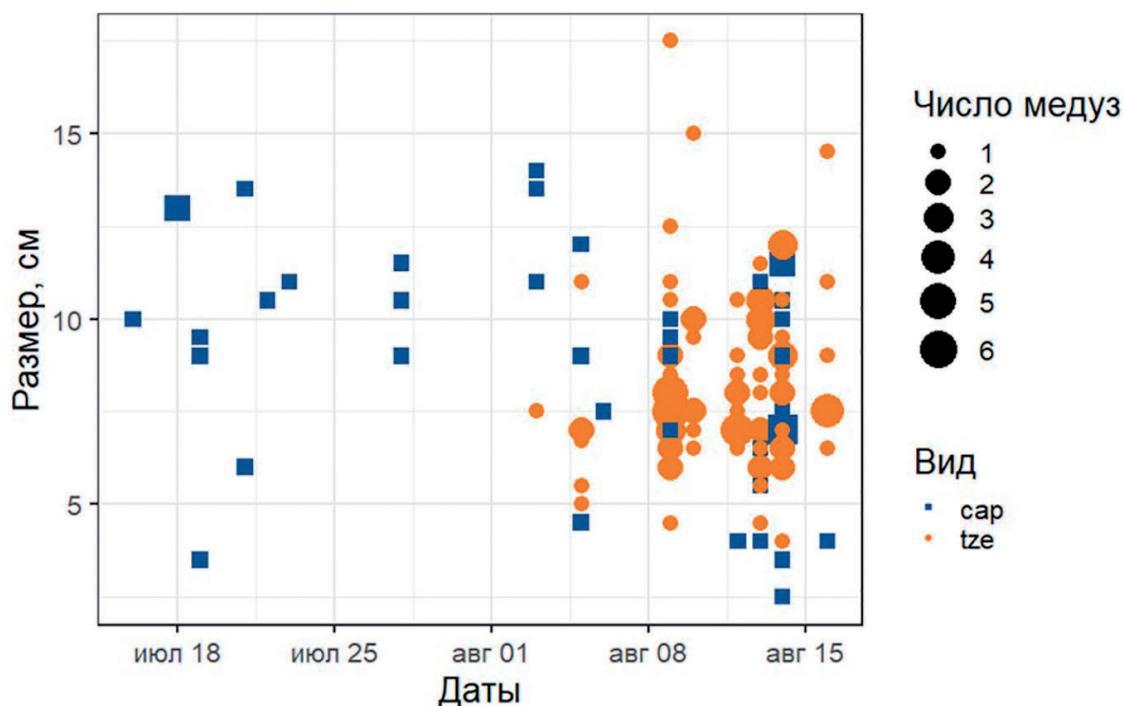


Рис. 3: Распределение медуз по датам и по размерам купола. Медузы разделены в зависимости от вида. *C. tzetlinii* (tze) обозначены оранжевым цветом, а *C. capillata* (cap) – синим. Размер фигуры коррелирует с количеством медуз, имеющих купол данного диаметра.

Наблюдения за динамикой *Cyanea tzetlinii* и *Cyanea capillata* в планктоне Кандалакшского залива Белого моря в разные годы

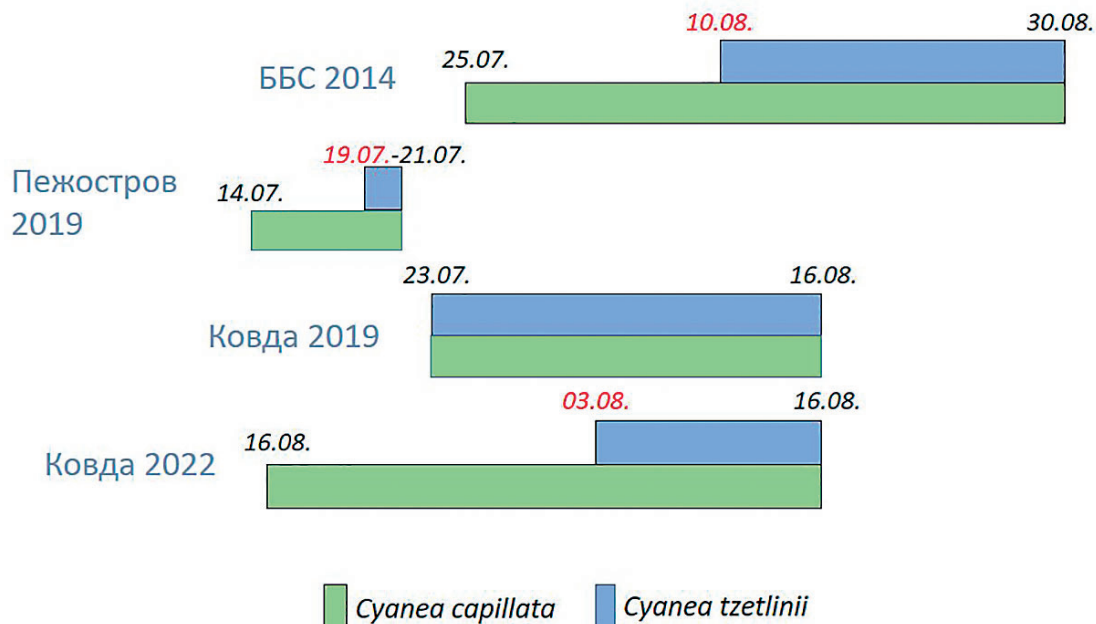


Рис. 4. Схема объединяющая данные наблюдения за динамикой медуз в разные годы.

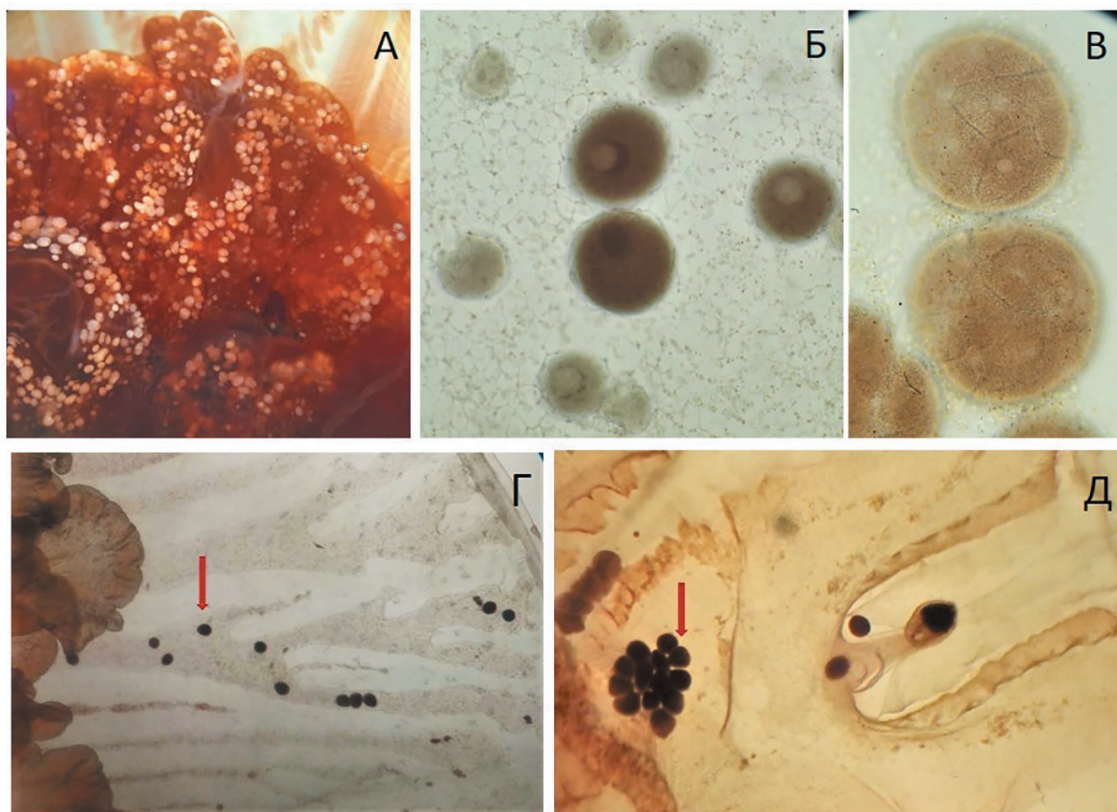


Рис. 5. Размножающиеся особи медуз рода *Cyanea*.

- А – околоротовые щупальца самки с яйцеклетками (белые точки);
- Б – яйцеклетки разной степени зрелости в околоротовых щупальцах самки;
- В – ранние зародыши на стадии нескольких бластомеров, которые в некоторых случаях могут быть обнаружены в околоротовых щупальцах самок между яйцеклетками;
- Г – личинки планулы (красная стрелка) в гастральной системе самки;
- Д – скопление планул (красная стрелка) в теле самки.

В первой половине срока наблюдения нам попадались только медузы с яйцами. Первые планулы были обнаружены 5.08.2022. Ниже на графиках отображено процентное и количественное соотношение яйцеклеток/планул/их отсутствия, так как также попадались особи без того и другого, а также без ротовых щупалец (Рис. 6). Возможно, это были самцы.

Исходя из полученных графиков мы видим, что в самом начале попадались медузы только с яйцеклетками (только *C. capillata*), затем 3.08 появились *C. tzetlinii* тоже с яйцеклетками, а вскоре, уже 5.08 начинают появляться медузы обоих видов с планулами. Из этого следует, что начало наших наблюдений как раз совпало с периодом оплодотворения и последующим развитием планул. В дальнейшем в течении всего срока наблюдений нам попадались медузы обоих видов, как с яйцеклетками (в процессе оплодотворения), так и с планулами. Похоже, что период созревания яйцеклеток и оплодотворения у этих медуз довольно растянут.

Складывается впечатление, что несмотря на то, что *C. capillata* появились в заливе раньше *C. tzetlinii*, сроки их размножения практически совпадают или, по крайней мере, сильно перекрываются. А разделение размножающихся особей в пространстве, если и присутствует, то только частичное. Совершенно очевидно, что два вида-двойника размножаются в одно время и часто в одной водной массе.

Это ставит ряд интересных биологических вопросов. Какова природа разделения этих двух видов при размножении. Что позволяет им не скрещиваться при очевидном сходстве? Возможно, это связано с наличием каких-то биохимических сигналов, не дающих оплодотворить не свой вид или связано с нарушением раннего развития при оплодотворении не своего вида. Литературы, касающейся размножения медуз очень мало, и эта тема совершенно не изучена.

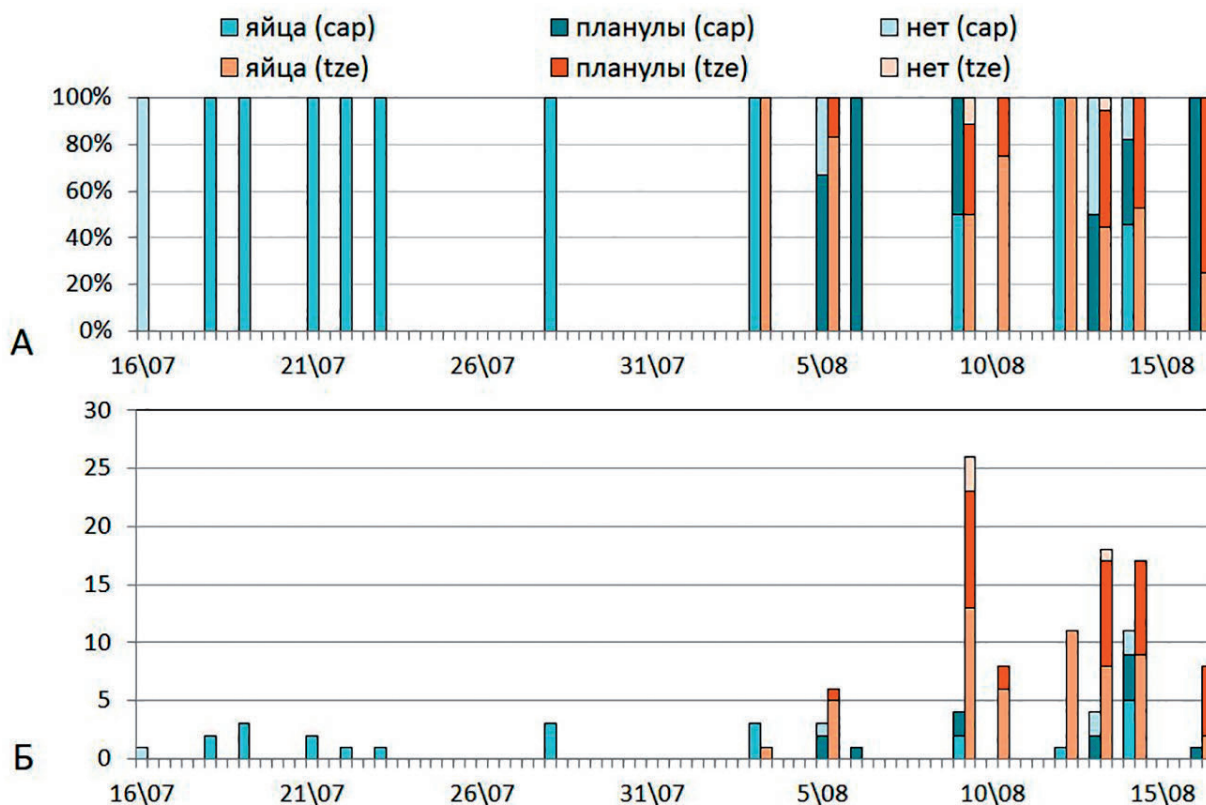


Рис. 6. Динамика обнаружения медуз *C. tzetlinii* (оранжевый цвет) и *C. capillata* (голубой цвет) на разных стадиях размножения (с яйцеклетками и ранними зародышами, с личинками-планулами, без всего).

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА:

Kolbasova G.D., Zalevsky O.A., Gafurov A.R., Gusev P.O., Ezhova M.A., Zheludkevich A.A., Konovalova O.P., Kosobokova K.N., Kotlov N.U., Lanina N.O., Lapashina A.S., Medvedev D.O., Nosikova K.S., Bazykin G.A., Neretina T.V. 2015. A new species of *Cyanea* jellyfish sympatric to *C. capillata* in the White Sea // *Polar Biology*. – 2015. – Vol. 38, Iss. 9. – P. 1439–1451.

Виноградов Г.М., Кудрявцева Е.И., Баранова М.Г., Белявский М.В., Волосовец В.Д., Игонина М.А., Симис И.Б., Шахов А.А. 2020. Новые места нахождения медузы *Cyanea tzetlinii* в Кандалакшском заливе Белого моря: результаты работ биоклассов московских школ в губах Кереть и Ковдская. Труды VIII Международной научно-практической конференции «Морские исследования и образование (MARESEDU-2019)». Том II. Тверь: ООО «ПолиПРЕСС» (ISBN 978-5-6042986-0-2). С. 392–395.

ЧИСТОЕ ЛИ «ЧИСТОЕ»?

(Гидробиологическое описание озера Чистого и его окрестностей)

Авторы:

Михалочкина Анастасия Владимировна

Научный руководитель:

Кудрявцева Елена Иосифовна,



ВВЕДЕНИЕ

В ходе летней практики 2022 (2 июня – 11 июня) мы изучали видовой состав беспозвоночных животных водоёмов и водотоков села Чистое (Торопецкий район, Тверская область) (рис. 1А). Это в основном само озеро Чистое и прилегающие к нему небольшие водные объекты. На основе собранных данных с помощью методов биоиндикации была проведена оценка степени их загрязнения.

Место представляет интерес для изучения, поскольку возможно является экологически чистым (это мы выясним). По предварительным данным, уровень антропогенного воздействия на территорию низкий. Ближайший город – Торопец, находится в 37 километрах от села, благодаря лесным массивам и холмистому рельефу, оно обретает изолированность.

Ранее проведённых работ о видовом разнообразии беспозвоночных и чистоте водных объектов района нами найдено не было. Биокласс был в этом месте впервые, и мы надеемся, что работа станет хорошей основой для дальнейших сравнений, как с данными в другое время года, так и с показателями других водных экосистем

ЦЕЛИ:

Описание видового состава беспозвоночных животных водных объектов села Чистое, определение степеней их загрязнения методами биоиндикации, проведение сравнительного анализа видов и показателей.

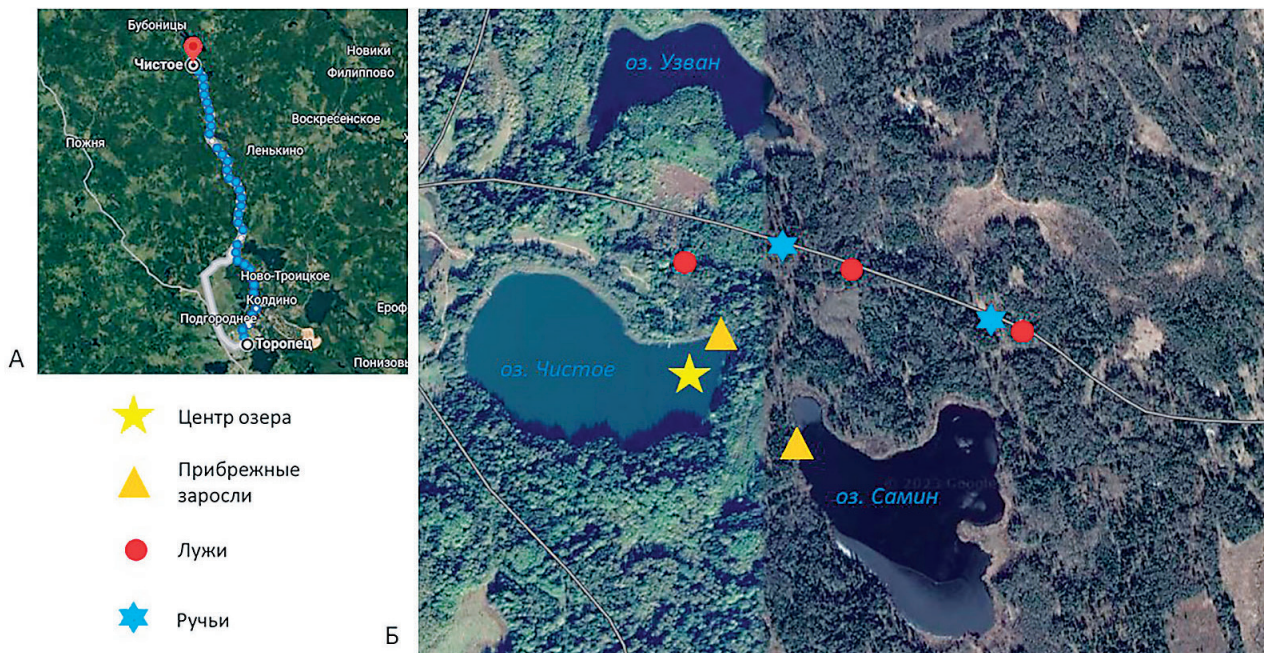


Рис. 1: А- место проведения работы в Торопецком районе в селе Чистое; Б – места забора гидробиологических проб. Значками показаны разные биотопы.

МЕТОДЫ

Биоиндикация, в применении к водоемам, – это метод определения степени загрязнения органикой, основанный на толерантности организмов к уровню её содержания в воде. Каждому индикаторному виду присвоен индекс сапробности. Общая сапробность водоема может быть рассчитана по нескольким общепринятым формулам (рис. 2).

Первый широко используемый метод – это метод Пантле-Букка, где индекс сапробности рассчитывается по формуле:

$$I = \Sigma(sh) / \Sigma(h)$$

где I – индекс сапробности водоема, S – индекс сапробности вида, а h – относительное количество особей вида (h: 1 – случайные находки, 3 – частая встречаемость, 5 – массовое развитие). Шкала индекса обилия может быть более подробной (от 1 до 9). Загрязнение органикой растет от олигосапробности к полисапробности. Существует классификация водных объектов по сапробности. Выделяют 6 основных

зон: ксеносапробность (0 – 0.5); олигосапробность (0.51 – 1.5); б – мезосапробность (1.51 – 2.5); а – мезосапробность (2.51 – 3.5); полисапробность (3.51 – 4.5).

В нашем случае не проводилось систематической фиксации индекса обилия организмов. В течении 10 дней мы брали пробы в озере Чистом, а также в его заиленном затоне, некоторых ручьях, соединяющих озеро Чистое с соседними озерами и лужах вокруг. Еще была взята одна проба из прибрежных зарослей озера Самин. Поэтому, чтобы учитывать обилие видов, мы видоизменили формулу Пантле-Букка таким образом, что каждому виду мы приписали индекс обилия 1, но включили его в формулу столько раз, сколько он был отмечен для разных дней.

Второй метод, который мы использовали, это метод Чертопруда. По нему индекс рассчитывается по формуле

$$I = \Sigma(SJ) / \Sigma(J)$$

где I – индекс сапробности водоема, S – индекс сапробности семейства, а J – его индикаторная значимость по 4-х балльной шкале. Его применение оказалось невозможным для центра озера, потому, что там отсутствовали необходимые индикаторные семейства.

Мы разделили водные объекты на 4 биотопа: центр озера, прибрежные заросли озера, лужи и ручьи. Пробу из озера Самин отнесли к пробам из Чистого, так как это ближайшее озеро, связанное с озером Чистым протокой.

На схеме (рис. 1Б) снимок села Чистого и его окрестностей со спутника, на котором показаны места взятия проб.

В центр озера мы подплывали на лодке и брали пробы, закидывая планктонную сеть. Образцы из прибрежных зарослей были взяты ручным сбором, а также планктонной сетью и повешением стекол для обрастания. Из ручьев и луж животные собирались вручную.

Для определения беспозвоночных животных мы использовали «Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России» в 2-х томах [1], [2] и «Краткий определитель беспозвоночных пресных вод центра европейской России» [3]. Индексы сапробностей мы брали из определителя Чертопруда [3] и с сайта EcoGrade [5]

Метод Пантле-Букка

$$I = \frac{\sum(h * S_{\text{вид}})}{\sum h}$$

$S_{\text{вид}}$ – индекс сапробности вида
 h – индекс обилия
 I – общая сапробность водоема

Метод Чертопруда

$$I = \frac{\sum(J * S_{\text{сем}})}{\sum J}$$

$S_{\text{сем}}$ – индекс сапробности семейства
 J – индикаторная значимость

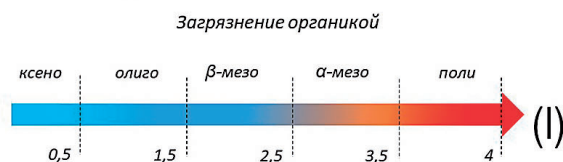


Рис. 2: Методы расчета индекса сапробности.

В прибрежных зарослях было определено 53 вида, 28 из них оказалось индикаторными (рис. 4). Применяв метод Чертопруда, мы получили значение 2,67. Индекс, вычисленный модифицированным методом Пантле-Букка, равен 1,82. Оба метода указывают на мезосапробную зону. Однако, Пантле-Букк указывает на б-мезосапробную, а метод Чертопруда уже на а-мезосапробную.

3. Мы взяли 3 проб из ручьев, которые протекают между озерами. Было определено 7 видов, все из которых оказались индикаторными. Применяв метод Чертопруда, мы получили значение 2,45. Индекс, вычисленный методом Пантле-Букка в нашей модификации, был ра-

вен 1,28. Значения опять сильно отличаются, метод Чертопруда относит ручьи к а-мезосапробной зоне, а метод Пантле-Букка к олигосапробной (рис. 5).

4. Мы взяли 5 проб из луж. Лужами мы считали неглубокие, возможно иногда пересыхающие водоемы с заиленным дном. В лужах было определено 17 беспозвоночных животных, из которых 12 были индикаторными. Применяв метод Чертопруда, мы получили значение 2,5. Индекс, вычисленный методом Пантле-Букка в нашей модификации, был равен 1,87. Оба метода говорят об а-мезосапробной зоне, но метод Чертопруда опять показал более высокие значения (рис. 6).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Было определено 84 разных беспозвоночных животных. Из них 55 до вида, 19 до рода, остальные до более крупных таксонов (Таблица 1). Общий список приведён в конце статьи в таблице.

1. Мы взяли 6 проб планктона из центра озера Чистое с помощью планктонной сетки. Там было определено 15 видов, из них индикаторными оказались 12 (рис. 3). Метод Чертопруды для центра озера применить не удалось по причине отсутствия индикаторных семейств. Поэтому мы применили метод Пантле-Букка в нашей модификации.

Вычислив индекс сапробности методом Пантле-Букка в нашей модификации, мы получили значение 1,46. Он попадает в олигосапробную зону, хотя и на самой границе с б-мезосапробной.

2. Из прибрежных зарослей озера Чистого было взято 10 проб и одна проба из прибрежных зарослей озера Самин. Кроме того, к биотопу прибрежные заросли были отнесены организмы, найденные на стеклах, установленных в месте впадения протоки в озеро Чистое. Эти стекла были обработаны на 4 и на 9 день после установки.

Центр озера Чистого. Метод Пантле-Букка

род	вид	S	h	дата
<i>Ceratum</i>	<i>hirundinella</i>	1,15	1	03.06.2022
<i>Kellicottia</i>	<i>longispina</i>	1,25	1	03.06.2022
<i>Kellicottia</i>	<i>longispina</i>	1,25	1	04.06.2022
<i>Kellicottia</i>	<i>longispina</i>	1,25	1	05.06.2022
<i>Kellicottia</i>	<i>longispina</i>	1,25	1	07.06.2022
<i>Kellicottia</i>	<i>longispina</i>	1,25	1	08.06.2022
<i>Conochilus</i>	<i>unicornis</i>	1,30	1	03.06.2022
<i>Conochilus</i>	<i>unicornis</i>	1,30	1	04.06.2022
<i>Conochilus</i>	<i>unicornis</i>	1,30	1	05.06.2022
<i>Conochilus</i>	<i>unicornis</i>	1,30	1	07.06.2022
<i>Conochilus</i>	<i>unicornis</i>	1,30	1	08.06.2022
<i>Polyphemus</i>	<i>pediculus</i>	1,30	1	07.06.2022
<i>Ceriodaphnia</i>	<i>pulchella</i>	1,40	1	08.06.2022
<i>Diaphanosoma</i>	<i>brachyurum</i>	1,40	1	03.06.2022
<i>Diaphanosoma</i>	<i>brachyurum</i>	1,40	1	08.06.2022
<i>Asplanchna</i>	<i>priodonta</i>	1,50	1	04.06.2022
<i>Asplanchna</i>	<i>priodonta</i>	1,50	1	07.06.2022
<i>Asplanchna</i>	<i>priodonta</i>	1,50	1	08.06.2022
<i>Bosmina</i>	<i>longirostris</i>	1,50	1	03.06.2022
<i>Bosmina</i>	<i>longirostris</i>	1,50	1	04.06.2022
<i>Bosmina</i>	<i>longirostris</i>	1,50	1	05.06.2022
<i>Bosmina</i>	<i>longirostris</i>	1,50	1	07.06.2022
<i>Bosmina</i>	<i>longirostris</i>	1,50	1	08.06.2022
<i>Keratella</i>	<i>sp</i>	1,55	1	03.06.2022
<i>Keratella</i>	<i>sp</i>	1,55	1	07.06.2022
<i>Polyarthra</i>	<i>vulgaris</i>	1,90	1	03.06.2022
<i>Daphnia</i>	<i>longispina</i>	2,05	1	04.06.2022
<i>Filinia</i>	<i>longiseta</i>	2,35	1	03.06.2022
	сумма	40,80	28,00	
	I	1,46		

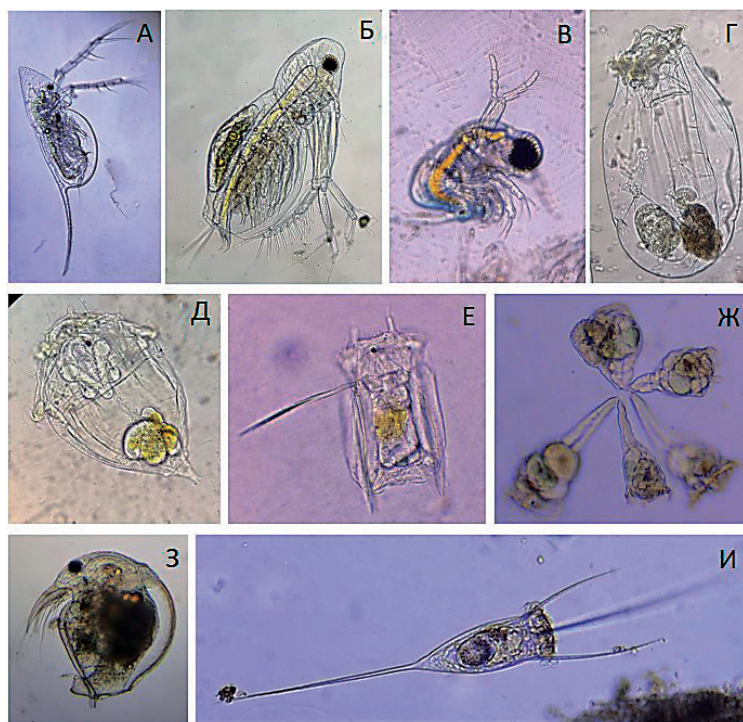


Рис. 3: Вычисление сапробности центра озера Чистое по методу Пантле-Букка в нашей модификации.

Приведены фотографии организмов, обнаруженных в планктоне Чистого.

- А – *Daphnia longispina* (ветвистоусые раки); Б – *Diaphanosoma brachyurum* (ветвистоусые раки);
 В – *Polyphemus pediculus* (ветвистоусые раки); Г – *Asplanchna priodonta* (коловратки);
 Д – *Synchaeta verrucosa* (коловратки); Е – *Polyarthra vulgaris* (коловратки);
 Ж – *Conochilus unicornis* (коловратки); З – *Bosmina longispina* (ветвистоусые раки);
 И – *Kellicottia longispina* (коловратки).

Прибрежные заросли. Метод Пантле-Букка.

род	вид	S	h	дата
<i>Rotaria</i>	<i>citrina</i>	1,00	1	11.06.2022
<i>Trichocerca</i>	<i>diurella</i>	1,10	1	11.06.2022
	<i>brachyura</i>	1,30	1	02.06.2022
	<i>truncatus</i>	1,30	1	11.06.2022
	<i>Syda</i>	1,30	1	11.06.2022
	<i>crystallina</i>	1,44	1	08.06.2022
	<i>Platylas</i>	1,44	1	08.06.2022
	<i>quadricornis</i>	1,50	1	09.06.2022
	<i>Hydra</i>	1,50	1	09.06.2022
	<i>sp.</i>	1,50	1	11.06.2022
	<i>Hydra</i>	1,50	1	11.06.2022
	<i>sp.</i>	1,50	1	04.06.2022
	<i>Simocephalus</i>	1,50	1	05.06.2022
	<i>vetulus</i>	1,50	1	06.06.2022
	<i>Simocephalus</i>	1,50	1	06.06.2022
	<i>vetulus</i>	1,50	1	08.06.2022
	<i>Simocephalus</i>	1,50	1	08.06.2022
	<i>vetulus</i>	1,65	1	11.06.2022
	<i>Colurella</i>	1,65	1	08.06.2022
	<i>obtusa</i>	1,65	1	08.06.2022
	<i>Nepa</i>	1,65	1	08.06.2022
	<i>cinerea</i>	1,70	1	02.06.2022
	<i>Ceriodaphnia</i>	1,70	1	02.06.2022
	<i>reticulata</i>	1,70	1	04.06.2022
	<i>Ceriodaphnia</i>	1,70	1	04.06.2022
	<i>reticulata</i>	1,70	1	02.06.2022
	<i>Planorbis</i>	1,70	1	09.06.2022
	<i>corneus</i>	1,70	1	11.06.2022
	<i>Planorbis</i>	1,70	1	11.06.2022
	<i>corneus</i>	1,70	1	09.06.2022
	<i>Planorbis</i>	1,70	1	11.06.2022
	<i>corneus</i>	1,85	1	09.06.2022
	<i>Lymnaea</i>	1,85	1	09.06.2022
	<i>stagnalis</i>	1,90	1	04.06.2022
	<i>Claeon</i>	1,90	1	04.06.2022
	<i>luteolum</i>	2,00	1	02.06.2022
	<i>Scapholeberis</i>	2,00	1	04.06.2022
	<i>mucronata</i>	2,00	1	04.06.2022
	<i>Scapholeberis</i>	2,00	1	04.06.2022
	<i>mucronata</i>	2,00	1	09.06.2022
	<i>Scapholeberis</i>	2,00	1	11.06.2022
	<i>mucronata</i>	2,15	1	05.06.2022
	<i>Stephanoceros</i>	2,15	1	07.06.2022
	<i>fimbriatus</i>	2,15	1	11.06.2022
	<i>Stephanoceros</i>	2,15	1	11.06.2022
	<i>fimbriatus</i>	2,50	1	07.06.2022
	<i>Stephanoceros</i>	2,50	1	07.06.2022
	<i>sol</i>	2,50	1	08.06.2022
	<i>Cymatia</i>	2,50	1	08.06.2022
	<i>sp.</i>	2,60	1	04.06.2022
	<i>Helobdella</i>	2,60	1	05.06.2022
	<i>stagnalis</i>	2,60	1	05.06.2022
	<i>Helobdella</i>	2,80	1	04.06.2022
	<i>aquaticus</i>	1,70	1	02.06.2022
	<i>Anisus</i>	1,70	1	02.06.2022
	<i>sp.</i>	1,70	1	09.06.2022
	<i>Haemopis</i>	1,70	1	09.06.2022
	<i>sanguisuga</i>	63,54	35,00	
	сумма	1,82		

Прибрежные заросли. Метод Чертопруд.

семейство	S	J	S*J	дата
<i>Nepidae</i>	2,5	2	5	08.06.2022
<i>Bullinidae</i>	3	1	3	02.06.2022
<i>Planorbidae</i>	3	1	3	11.06.2022
<i>Lymnaeidae</i>	2,5	1	2,5	09.06.2022
<i>Baetidae</i>	2	1	2	04.06.2022
<i>Pisidiidae</i>	2	1	2	06.06.2022
<i>Elodidae</i>	2	1	2	04.06.2022
<i>Bithyniidae</i>	2,5	1	2,5	02.06.2022
<i>Caenidae</i>	2,5	3	7,5	09.06.2022
<i>Corixidae</i>	2,5	1	2,5	08.06.2022
<i>Glossiphoniidae</i>	2,5	2	5	02.06.2022
<i>Naididae</i>	2,5	2	5	11.06.2022
<i>Glossiphoniidae</i>	2,5	2	5	04.06.2022
<i>Asellidae</i>	3	2	6	04.06.2022
<i>Planorbidae</i>	3	1	3	02.06.2022
<i>Aeshnidae</i>	3	3	9	02.06.2022
<i>Hydrophilidae</i>	3	1	3	02.06.2022
<i>Hirudinidae</i>	3	2	6	09.06.2022
<i>Lestidae</i>	3	3	9	02.06.2022
<i>Naididae</i>	2,5	2	5	11.06.2022
сумма		33	88	
I	2,67			

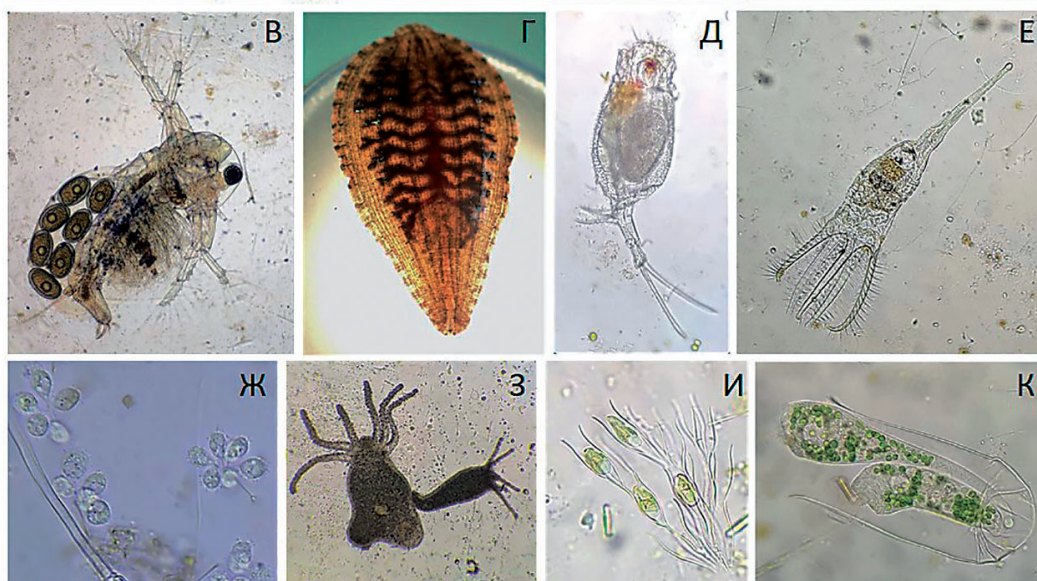


Рис. 4: Вычисление сапробности прибрежных зарослей озера Чистого и озера Самин по методу Пантле-Букка в нашей модификации и по методу Чертопруд. Приведены фотографии организмов, обнаруженных в прибрежных зарослях Чистого и Самина. А – *Cymatia* sp (клоп гребляк); Б – *Scapholeberis mucronata* (ветвистоусые раки); В – *Sida crystallina* (ветвистоусые раки); Г – *Haementeria costata* (плоская пиявка); Д – *Trichotria pocillum* (колловратка); Е – *Stephanoceros fimbriatus* (колловратки); Ж – *Codosiga* sp (воротничковые жгутиконосцы); З – *Hydra* sp; И – *Dinobryon* sp (золотистые водоросли); К – *Thuricola folliculata* (инфузории).

Ручьи. Метод Пантле-Букка.					Ручьи. Метод Чертопруда.				
род	вид	S	h	дата	семейство	S	J	S*J	дата
<i>Nemurella</i>	<i>pictetii</i>	0,20	1	05.06.2022	<i>Nemouridae</i>	2	1	2	08.06.2022
<i>Nemurella</i>	<i>pictetii</i>	0,20	1	08.06.2022	<i>Phryganeidae</i>	2,5	2	5	06.06.2022
<i>Lymanea</i>	<i>stagnalis</i>	1,85	1	06.06.2022	<i>Lymanidae</i>	2,5	1	2,5	06.06.2022
<i>Lymanea</i>	<i>glutinosa</i>	1,20	1	06.06.2022	<i>Lymanidae</i>	2,5	1	2,5	06.06.2022
<i>Planorbarius</i>	sp.	1,70	1	06.06.2022	<i>Bullinidae</i>	3	1	3	06.06.2022
<i>Stylaria</i>	<i>lacustris</i>	2,00	1	06.06.2022	<i>Naididae</i>	2,5	2	5	06.06.2022
<i>Viviparus</i>	<i>viviparus</i>	1,80	1	06.06.2022	<i>Viviparidae</i>	2,5	1	2,5	06.06.2022
	сумма	8,95	7		сумма		9	22,5	
А	I	1,28			Б	I	2,5		



Рис. 5: Вычисление сапробности ручьев между озёрами по методу Пантле-Букка в нашей модификации и по методу Чертопруда. А – *Nemurella pictetii* (весьянки).

Лужи. Метод Пантле-Букка.					Лужи. Метод Чертопруда.				
род	вид	S	h	дата	семейство	S	J	S*J	дата
<i>Simoccephalus</i>	<i>exspinosus</i>	1,00	1	06.06.2022	<i>Nepidae</i>	2,5	2	5	08.06.2022
<i>Simoccephalus</i>	<i>vetulus</i>	1,50	1	06.06.2022	<i>Baetidae</i>	2	1	2	06.06.2022
<i>Nepa</i>	<i>cinerea</i>	1,60	1	08.06.2022	<i>Dytiscidae</i>	2,5	1	2,5	06.06.2022
<i>Cloeon</i>	<i>dipterum</i>	2,00	1	06.06.2022	<i>Corixidae</i>	2,5	1	2,5	08.06.2022
<i>Helobdella</i>	<i>stagnalis</i>	2,60	1	06.06.2022	<i>Glossiphoniidae</i>	2,5	2	5	04.06.2022
<i>Helobdella</i>	<i>stagnalis</i>	2,60	1	04.06.2022	<i>Libellulidae</i>	3	3	9	06.06.2022
	сумма	11,30	6		<i>Naididae</i>	2,5	2	5	08.06.2022
	S	1,88			<i>Pisidiidae</i>	2	1	2	06.06.2022
					сумма		13	33	
					S	2,54			

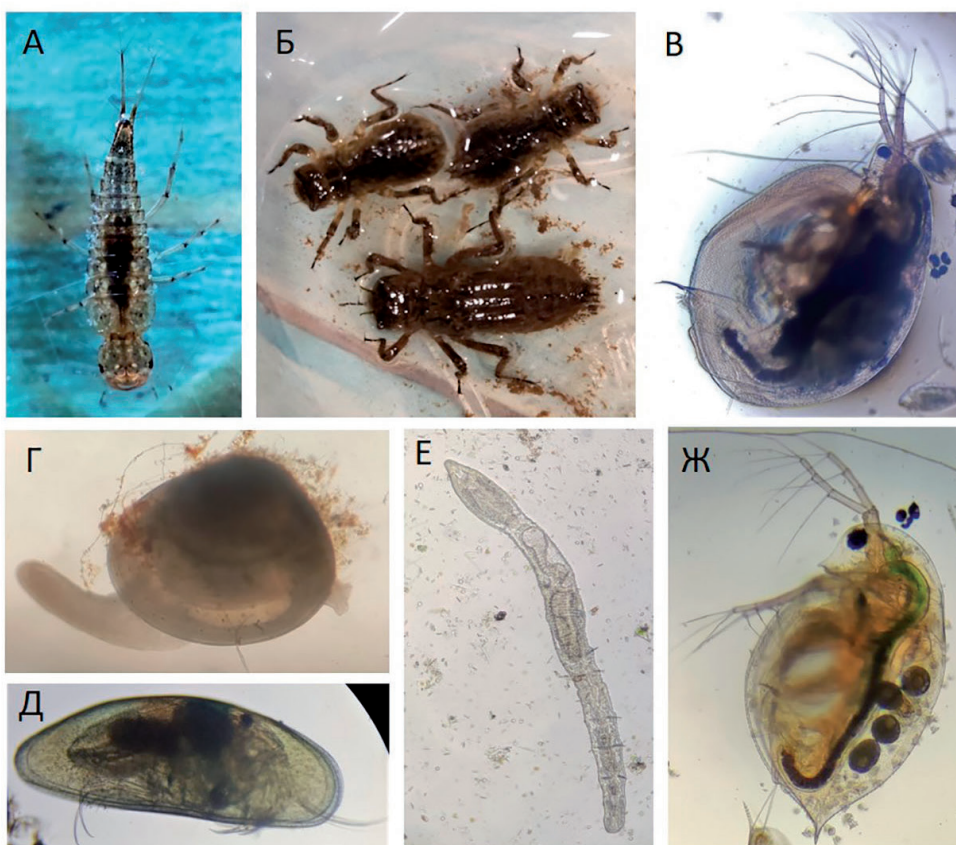


Рис. 6: Вычисление сапробности луж в районе деревни Чистое по методу Пантле-Букка в нашей модификации и по методу Чертопруда. Приведены фотографии организмов, обнаруженных в лужах.

- А – *Agabus* sp, сем. *Dytiscidae* (плавунцы);
- Б – *Sympetrum* sp (сем. Настоящих стрекоз (*Libellulidae*));
- В – *Simoccephalus exspinosus* (ветвистоусые раки);
- Г – *Neopisidium* sp (моллюски, горошинки);
- Д – кл. *Ostracoda* (ракушкообразные раки);
- Е – *Chaetogaster diastrophus* (олигохеты);
- Ж – *Daphnia obtusa* (ветвистоусые раки).

ОБСУЖДЕНИЕ

Мы посчитали индексы сапробности методом Пантле-Букка для центра озера, прибрежных зарослей, луж и ручьев и методом Чертопруда для прибрежных зарослей, луж и ручьев. Нам не удалось вычислить индекс для центра озера методом Чертопруда, потому, что мы не встретили там необходимых индикаторных семейств. Вероятно, это связано с тем, что метод больше рассчитан на прибрежные заросли. Сравнив полученные значения, мы построили график (рис. 7А). Оказалось, что индексы, вычисленные методом Чертопруда систематически завышены, по сравнению с индексами, вычисленными методом Пантле-Букка.

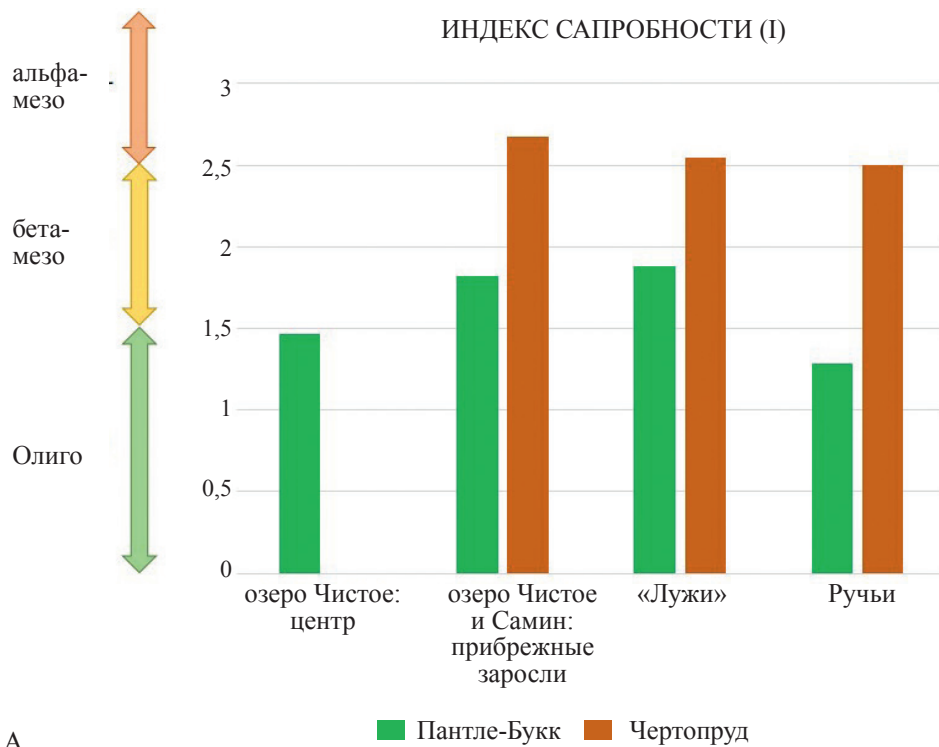
У обоих используемых нами методов вычисления индексов сапробности есть свои преимущества и недостатки. Метод Пантле-Букка с одной стороны имеет большее разнообразие показателей, что позволяет с высокой точностью определить индекс. В нашем случае это безусловно удобно, поскольку основную часть животных мы определили до вида. С другой стороны метод требует определения индекса обилия, которое нами не проводилось, по этой причине пришлось модифицировать его. Среди преимуществ метода Чертопруда можно выделить отсутствие необходимости определения до вида. Это значительно увеличивает количество индикаторных животных. В то же

время индикация по семействам является более усреднённой, ведь виды одного семейства могут обладать разными степенями толерантности к органическому загрязнению (разными индексами сапробности).

Например, веснянка *Nemurella pictetii* как вид указывает на очень чистую ксеносапробную воду ($S = 0.2$), а как семейство *Nemouridae* на б-мезосапробную воду ($S = 2,0$; $J = 1$). При общем небольшом количестве животных, попавших в анализ, это приводит к значительному повышению общего индекса сапробности, рассчитанном по методу Чертопруда. В ручьях было поймано наименьшее количество видов животных, поэтому вычисления индекса сапробности здесь наименее достоверные.

Говоря о видовом составе, можно сказать, что на разных биотопах было немного общих видов. На круговой диаграмме (рис. 7Б) представлено распределение по биотопам организмов, которые были определены до вида или до рода. У прибрежных зарослей с лужами 6 пересечений, с ручьями только 2. Видовой состав центра озера оказался уникальным. Это говорит о правильном выделении биотопов.

Водоёмы и водотоки села Чистого оказались довольно чистыми, они все относятся к олигосапробным и мезосапробным зонам.



**КОЛИЧЕСТВО ОРГАНИЗМОВ,
ОПРЕДЕЛЕННЫХ ДО ВИДА ИЛИ ДО РОДА В РАЗНЫХ БИОТОПАХ**

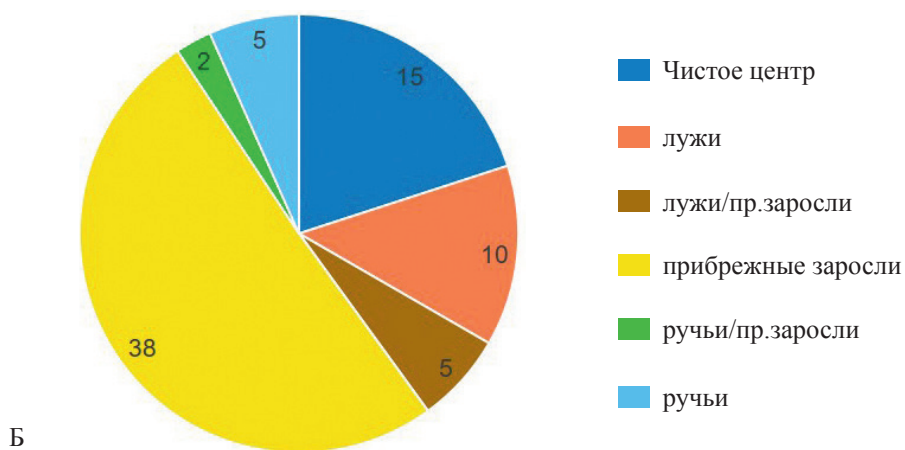


Рис 7: А - значения индексов сапробности для изученных биотопов, определённые методом Пантле-Букка в нашей модификации и методом Чертопруда; Б – диаграмма распределения по биотопам организмов, определённых до вида или до рода.

Таблица 1. Общий список найденных видов.

Систематическая группа	Вид	S Пант-ле-Букк	S Чертопруд	J Чертопруд	Центр озера	Прибрежные заросли озера	Ручьи	Лужи
воротничковые жгутиконосцы	<i>Codosiga</i> sp					+		
амёбозои	<i>Arcella</i> sp					+		
гетероконты (солнечник)	<i>Actinophrys</i> sol	2,5				+		
инфузории	<i>Platycola decumbens</i>					+		
инфузории	<i>Thuricola folliculata</i>					+		
инфузории	<i>Vorticella</i> sp					+		
эвгленозои	<i>Euglena</i> sp					+		
эвгленозои	<i>Phacus</i> sp					+		
динофлагелляты	<i>Ceratium hirundinella</i>	1,15			+			
диатомеи	x					+		
золотистые водоросли	<i>Dinobryon</i> sp					+		
стрекающие	<i>Hydra</i> sp	1,5				+		
плоские черви ресничные	x					+		
брюхогесничные черви	x					+		
коловратки	<i>Asplanchna priodonta</i>	1,50			+			
коловратки	<i>Cephalodella megaloccephala</i>					+		
коловратки	<i>Colurella obtusa</i>	1,65				+		
коловратки	<i>Conochilus unicornis</i>	1,30			+			
коловратки	<i>Filinia longiseta</i>	2,35			+			
коловратки	<i>Kellicottia longispina</i>	1,25			+			
коловратки	<i>Keratella</i> sp	1,55			+			
коловратки	<i>Monommata longiseta</i>					+		
коловратки	<i>Platyias quadricornis</i>	1,44				+		
коловратки	<i>Polyarthra vulgaris</i>	1,90			+			
коловратки	<i>Rotaria citrina</i>	1,00				+		
коловратки	<i>Stephanoceros fimbriatus</i>	2,10				+		
коловратки	<i>Synchaeta verrucosa</i>				+			
коловратки	<i>Trichocerca diurella brachyura</i>	1,10				+		
коловратки	<i>Trichotria pocillum</i>					+		
кольчатые черви малощетинковые наидиды	<i>Chaetogaster diastrophus</i>		2,5	2		+		
кольчатые черви малощетинковые наидиды	x		2,5	2				+
кольчатые черви малощетинковые наидиды	<i>Stylaria lacustris</i>	2	2,5	2			+	
кольчатые черви олигохеты	<i>Lumbriculus variegatus</i>					+		
кольчатые черви олигохеты	<i>Nais pseudoptusa</i>		2,5	2		+		
кольчатые черви плоские пиявки	<i>Haementeria costata</i>		2,5	2		+		

кольчатые черви плоские пиявки	<i>Helobdella stagnalis</i>	2,6	2,5	2		+		+
кольчатые черви челюстные пиявки	<i>Haemopsis sanguisuga</i>	1,7	3	2		+		
моллюски горо- шинки	<i>Neopisidium sp</i>		2	1		+		+
моллюски живо- родки	<i>Viviparus viviparus</i>	1,8	2,5	1			+	
моллюски катушки	<i>Anisus sp</i>	1,7	3	1		+		
моллюски катушки	<i>Planorbis corneus</i>	1,7	3	1		+	+	
моллюски прудо- вики	<i>Lymnaea glutinosa</i>	1,2	2,5	1			+	
моллюски прудо- вики	<i>Lymnaea stagnalis</i>	1,85	2,5	1		+	+	
моллюски улитки	<i>Bithynia sp</i>		2,5	1		+		
моллюски улитки лёгочные	<i>Discus rudieratus</i>							+
насекомые веснян- ки личинка	<i>Nemurella pictetii</i>	0,2	2	1			+	
насекомые водяные скорпионы имаго	<i>Nepa cinerea</i>	1,65	2,5	2		+		+
насекомые жуки водолюбы личинка	<i>Cercyon sp</i>		3	1		+		
насекомые жуки имаго	<i>Spercheus emarginatus</i>					+		
насекомые жуки плавунцы личинка	<i>Agabus sp</i> <i>Dytiscidae</i>		2,5	1				+
насекомые жуки трясинники ли- чинка	x		2	1		+		
насекомые клопы гребляки	<i>Cymatia sp</i>		2,5	1		+		+
насекомые комары звонцы личинка	x					+		
насекомые комары земноводные личинка	<i>Dixella sp</i>							+
насекомые комары настоящие личинка	<i>Culex sp</i>	1,55						+
насекомые мокре- цы личинка	<i>Bezzia palpomyia</i>					+		
насекомые подёнки личинка	<i>Caenis sp</i>		2,5	3		+		
насекомые подёнки личинка	<i>Cloeon luteolum</i>	1,9	2	1		+		
насекомые подёнки личинка	<i>Cloeon dipterum</i>	2,05	2	1				+
насекомые ручей- ники личинка	<i>Oligostomis reticulata</i>		2,5	2			+	
насекомые стре- козы настоящие личинка	<i>Sympetrum sp</i>		3	3				+
насекомые стреко- зы равнокрылые личинка	<i>Sympetma sp</i>		3	3		+		
насекомые стреко- зы разнокрылые личинка	<i>Brachytron pratense</i>		3	3		+		
ракообразные ветвистоусые	<i>Bosmina longispina</i>					+		
ракообразные ветвистоусые	<i>Pleuroxus truncatus</i>	1,30				+		
ракообразные ветвистоусые	<i>Alona sp</i>					+		

ракообразные ветвистоусые	<i>Polyphemus pediculus</i>	1,30			+			
ракообразные ветвистоусые	<i>Sida crystallina</i>	1,30				+		
ракообразные ветвистоусые	<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	1,40			+			
ракообразные ветвистоусые	<i>Ceriodaphnia pulchella</i>	1,40			+			
ракообразные ветвистоусые	<i>Ceriodaphnia reticulata</i>	1,70				+		
ракообразные ветвистоусые	<i>Scapholeberis mucronata</i>	2,00				+		
ракообразные ветвистоусые	<i>Simocephalus exspinosus</i>	1,00						+
ракообразные ветвистоусые	<i>Simocephalus vetulus</i>	1,50				+		+
ракообразные ветвистоусые	<i>Bosmina longirostris</i>	1,50			+			
ракообразные ветвистоусые	<i>Daphnia cristata</i>				+			
ракообразные ветвистоусые	<i>Daphnia obtusa</i>	1,60						+
ракообразные ветвистоусые	<i>Daphnia pulex</i>	2,80						+
ракообразные ветвистоусые	<i>Daphnia curvirostris</i>	2,30						+
ракообразные ветвистоусые	<i>Daphnia longispina</i>	2,05			+			
ракообразные ракушковые раки	x					+		+
ракообразные водяные ослики	<i>Asellus aquaticus</i>	2,8	3	2		+		
паукообразные клещи водяные	x					+		
тихоходка	x					+		

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. «Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России Том 1 Зоопланктон» под редакцией В.Р. Алексеева, С.Я. Цалолихина, «КМК» 2010.
2. «Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России Том 2 Зообентос» под редакцией В.Р. Алексеева, С.Я. Цалолихина, «КМК» 2016.
3. «Краткий определитель беспозвоночных пресных вод центра европейской России», М.В. Чертопруд, Е.С. Чертопруд, «КМК» 2011.
4. (Википедия: [сайт]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Чистое_\(Тверская_область\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Чистое_(Тверская_область)))
5. (Информационно-аналитическая система «Экологический контроль природной среды по данным биологического и физико-химического мониторинга», авторы д.б.н. А.П.Левич, д.б.н. Н.Г.Булгаков: [сайт]. URL: <http://ecograde.bio.msu.ru/index.html>)

БЛАГОДАРНОСТИ

Выражаем отдельную благодарность всем людям, собиравшим пробы, определявшим беспозвоночных и делившимися фотографиями. А также Марии Алексеевне Синьковой за советы по написанию статьи.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАУНЫ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ПРИБРЕЖНОГО УЧАСТКА Г. АЛУПКИ, КРЫМ

Автор:

Вержбицкий Владимир

Научный руководитель:

Горин Сергей Анатольевич

ВВЕДЕНИЕ

Чёрное море имеет очень необычную биоту что связано связано со значительной изоляцией от мирового океана и опреснением реками. Флора и фауна моря представлена средиземноморскими видами, реликтами Понтического озера, а также занесёнными человеком с судами из других морей (Зенкевич, 1956). К тому же у Чёрного моря присутствуют и другие необычные характеристики, такие как очень небольшие по силе приливы и отливы, а также высокое содержание сероводорода на глубине. В данной работе было изучено два типа прибрежных сообществ (эпифитонов) южного берега Крыма, в окрестностях города Алупки, на среднезагруженном пляже (контур биотопа – галька и ракуша (по Александров, Зайцев, 2016)). Была проанализирована распространенность доминирующего рода *Chaetogammarus* в этих двух сообществах. Первое прибрежное сообщество – заросли водорослей на глубине около 0.5 метра, рас-

полагающиеся на дне или небольших камнях. Второе сообщество – обрастания валунов и волнорезов, находящиеся немного выше или ниже кромки воды. Воспользовавшись результатами сравнения видового состава и некоторых сопутствующих подсчетов (например, выяснение биомассы некоторых таксонов) были проверены гипотезы, изложенных ниже. В главе «обсуждение» приведены собственно размышления, основанные на подтвержденных или опровергнутых гипотезах. Актуальность исследования состоит в том, что исследования морей на всех уровнях (локальных, до крупномасштабных) являются важной (ветвью направления деятельности человека). Исследование морских сообществ является актуальной темой при оценке хозяйственной деятельности человека. Данное исследование отвечает целям устойчивого развития ООН 12 (ответственное потребление) и 14 (Сохранение и рациональное использование океанов, морей и морских

ресурсов в интересах устойчивого развития). Реализация целей устойчивого развития невозможна без, в том числе, оценки биологических ресурсов и биоразнообразия, помогающего понять особенности функционирования той или иной экосистемы для понимания модели взаимодействия с ней человека.

Значимость работы состоит в том, что, изучая более мелкие компоненты системы, в данном случае, беспозвоночных, мы можем понять особенности функционирования крупных систем в целом, делая поправку на эмерджентность, и эта работа может стать одним из исследований, использующихся в более крупных работах. Морские беспозвоночные небольших размеров, являющиеся объектом этого исследова-

новения, являются кормовой базой морских рыб и птиц, уже представляющие из себя ценные объекты добычи. Цели 14 работа отвечает благодаря большой значимости макрофауны в поддержании прибрежных экосистем. Они также связаны трофическими связями с водорослями, между собой, а также имеют другие виды связей с другими организмами (форические, фабрические), а также видоизменяют среду вокруг себя. Таким образом, понимание ролей этих организмов и их распределение в среде в экстремальных для них условиях важно, чтобы понимать функционирование как отдельных сообществ, так и экосистем и их влияние, как биологических факторов на среду.

ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

Описанием фауны Чёрного моря занимались и занимаются на очень высоких уровнях, поскольку, как упомянуто выше, в нём можно обнаружить большое число различных видов разного происхождения. Для того, чтобы узнать о фауне Чёрного моря, лучше начать с книги Е. П. Иськив «Подводный мир Чёрного моря», (2002), самой по себе не являющейся научной публикацией, но наглядно рассказывающей об основных кладах животных, обитающих в Чёрном море. Для более полноценного обзора же были использованы книги Блиновой Е.И. «Водоросли-макрофиты и травы морей евро-

пейской части России (флора, распространение, биология, запасы, марикультура)», М., (2007) и Маккавеевой Е. В. «Беспозвоночные зарослей макрофитов Черного моря» (1979). В первой книге описан видовой состав, а также экологические особенности жизни водорослей морей России, в том числе и Чёрного.

Вторая книга же как и описывает крупномасштабные исследования фауны Чёрного моря и приводит крупные списки фауны, также подробно описывает методику, по которой можно проводить достоверные фаунистические исследования.

ГИПОТЕЗЫ

Для проверки гипотез был использован U-критерий Манна-Уитни для малых выборок.

Основная: Распределение и популяционные характеристики *Chaetogammarus olivii* не зависят от глубины (или зависимость незначительна на малых выборках).

Рабочая 1. В сообществах водорослей на волнорезах (стенах) наблюдается значительно меньшее разнообразие. [Гипотеза подтверждена по t-критерию Стьюдента]

Рабочая 2. В сообществах водорослей на стенах наблюдается в среднем отличающееся число особей *Chaetogammarus olivii*. [Гипотеза опровержена по U-критерию Манна-Уитни для малых выборок]

Рабочая 3. В среднем особи *Chaetogammarus* на сообществах стен имеет значительно отличающуюся биомассу, чем в подводных сообществах [Гипотеза опровержена по U-критерию Манна-Уитни для малых выборок]

ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ

Цель: исследовать состав беспозвоночных в пробах с водорослей, произрастающих у уреза воды и на глубине 0.5 м.

Задачи:

1. Провести отбор водорослей с беспозвоночным населением на выбранных участках. Выбрать из них макробентос.

2. Определить видовой состав и численность беспозвоночных. Составить списки видов с приведением числа особей на каждом участке.

3. Определить биомассу важнейших групп беспозвоночных.

4. Провести анализ проб по составу и средней биомассе особей интересующих групп.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для проведения данной работы необходимо было совершить следующие действия:

– Собрать одинаковые по объёму (1.5 литра) пробы воды с водорослей двух групп: на глубине 0.5 м и около кромки воды. В качестве проб были собраны талломы водорослей с населяющими их беспозвоночными, в герметичный пластиковый пакет с дальнейшим его закрытием, при этом на глубине 0.5 м дно пакета находилось сверху, а на поверхности снизу, иначе собрать пробы было практически невозможно.

– Выделить макробентос из проб. Для этого пробы фильтровались в сетке с ячейками

около 2 мм, после чего весь скопившийся там макробентос был перемещён в пробирки и зафиксирован 96% этиловым спиртом.

– Определить видовой состав макробентоса. Большая часть определялась до вида, однако некоторые сложно определяемые виды определялись до рода.

– Взвесить интересующие группы. После того, как распределение *C. olivii* оказалось интересным и одна из гипотез была подтверждена по U-критерию Манна-Уитни, было также предложено взвесить биомассу всех особей вида в двух группах и сравнить их между собой.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В результате проведения работ в пробах было обнаружено около 25 различных видов морских беспозвоночных, большинство из которых удалось идентифицировать до рода или вида. В пробах, собранных у поверхности воды, наблюдаются, в основном, представители *Chaetogammarus olivii* и различных видов моллюсков. Скорее всего, это вызвано тем,

что они способны выдерживать ветровые и волновые механические воздействия. Моллюски делают это при помощи твердых раковин и прикрепления к субстрату, в то время как *Chaetogammarus* пользуются небольшим размером и уходят вглубь зарослей, прикрепляясь к водорослям.

Таблица 1. Количество видов различных крупных таксонов в сериях 1 и 2.

Таксон	Придонная серия	Серия у уреза
Amphipoda	10	8
Isopoda	2	–
Gastropoda	2	2
Polychaeta	1	1
Bivalvia	1	2
Insecta	1	–
Acarina	1	–

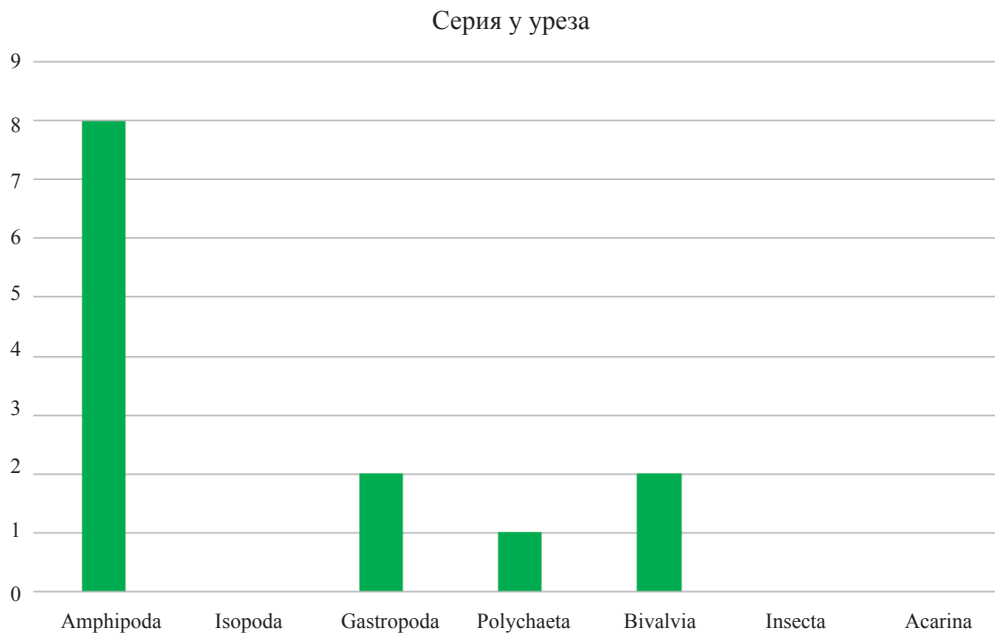
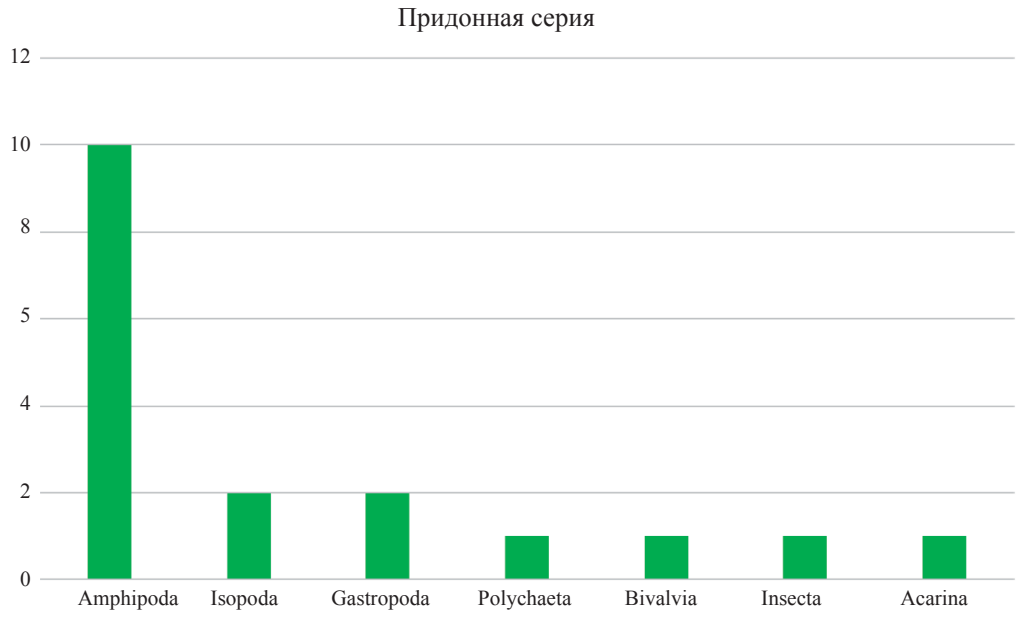


Рис. 1 и 2: Сравнение состава серий 1 и 2 по крупным таксонам

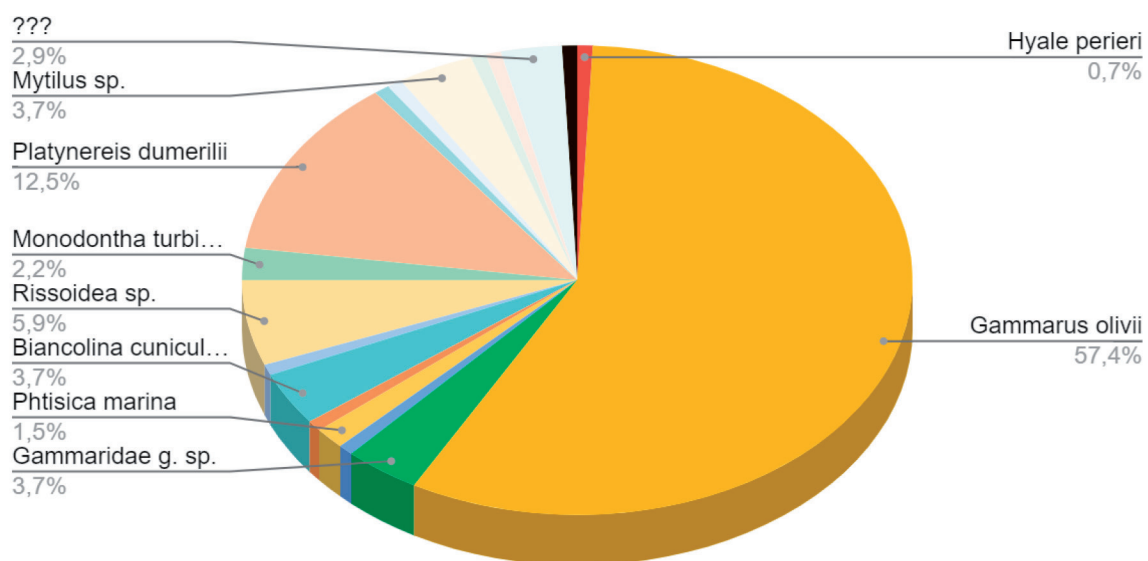
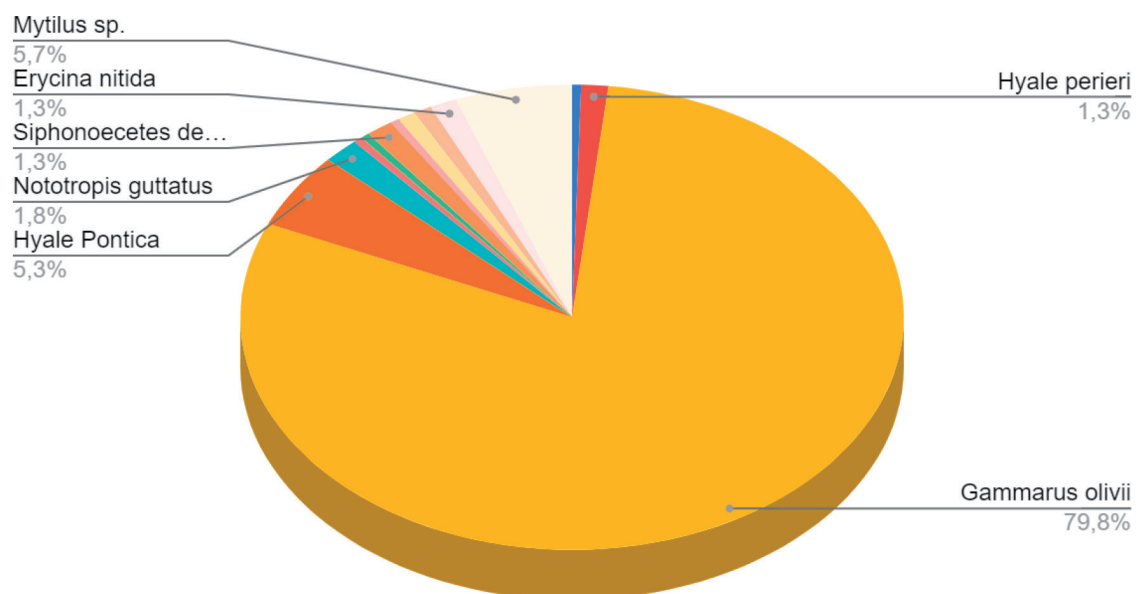


Рис. 3 и 4: Сравнение состава Прибойной и Сублиторальной серий по видам



Фото 1, 2, 3 и 4: Некоторые представители фауны беспозвоночных, взятые из проб. Сверху вниз и слева направо: *Hyale perieri*, *Chaetogammarus olivii*, *Platynereis dumerilii* и *Siphonoecetes delavallei*.

Полная таблица по видам приведена в приложении 1.

После подсчета среднего количества особей на пробу, а также средней биомассы одной особи по U-критерию Манна-Уитни было проверено, в какой серии проб особей оказывалось больше, а также в какой серии средняя биомасса была выше. В итоге было выяснено, что в среднем большее число особей было в пробах у поверхности воды, однако они значительно уступают в средней биомассе на особь пробам на глубине. Благодаря этим данным возможно также рассчитать некоторые характеристики данных популяций.

Нельзя не упомянуть также и то, что у поверхностных сообществ видом-эдификатором *Cladophora sp.*, как вид, способный образовывать небольшие по высоте, но густые и продолжительные заросли, в которых возможно обитать организмам, в том числе не облада-

ющим приспособлениями к обитанию на поверхности. На дне же заросли в основном образовывал *Callithamnion sp.*, образующий более разреженные, но в целом более крупные заросли. И там и там встречались водоросли родов *Phyllophora*, *Ulva*, *Gelidium*, в силу своего проективного покрытия или особенностей произрастания не образующие больших зарослей или зарослей, удобных для снятия однородных проб. Тем не менее, отдельные особи Каллитамниона встречались и у поверхности, как и Кладофора, образующая заросли в том числе на глубине. Это, а также присутствие других родов в обоих сообществах, скорее всего, указывает на то, что в образовании сообществ беспозвоночных важен не столько таксон водоросли из-за особенностей их химического состава, столько её жизненная форма и тот вид укрытия, который та способна предоставить.

Таблица 2. Некоторые характеристики популяций из разных серий

Признак	Придонная серия	Серия у уреза
Численность (суммарная в пробах)	78 особей	182 особей
Среднее число особей на пробу	11.14	15.17
Плотность	7.4 особей/Литр	10.1 особей/литр
Суммарная биомасса во всех пробах серии	0.2863	0.08
Биомасса на литр	0.0015	0.00(4)
Средняя масса особей на пробу	0.026	0.011
Различия в распределении (по тесту Манна-Уитни)	Отсутствуют	Отсутствуют

ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе работы было обнаружено значительное число видов из различных таксонов, и по результатам также была составлена таблица. Её возможно использовать в дальнейших исследованиях в данном районе южного берега Крыма (ЮБК), чтобы понимать, какие виды наиболее вероятно могут встретиться на побережье Алупки. Среди видов были обнаружены ракообразные, моллюски, насекомые, клещи, кольчатые черви, что свидетельствует о разнообразии видового состава на данном участке. Как видно из полученных диаграмм и гистограмм, биоразнообразие у поверхности снижается как на уровне макротаксонов, так и на уровне численности остающихся у поверхности таксонов. Уменьшившаяся численность *C. olivii* также позволяет другим видам увеличивать своё процентное соотношение по числу особей. Снижение видового разнообразия является предсказуемым следствием усиления влияния волн, ветра, а также изменившимся сообществом водорослей, не способным предоставить необходимое питание для видов, обитающих под водой.

Были описаны некоторые статические популяционные характеристики *Chaetogammarus olivii* на данном участке моря. Они могут помочь в дальнейших исследованиях этого вида на ЮБК,

в том числе при сравнении различных популяций с различных участков моря. Из результатов выше можно увидеть, что *C. olivii* в достаточной степени распространен как у уреза воды, так и на глубине, что отличает его как от других видов Amphipoda, так и от других таксонов беспозвоночных, обнаруженных в пробах. Скорее всего, такое распространение стало возможным благодаря большому числу особей вида, о чём свидетельствует значительное уменьшение средней биомассы отдельных особей у уреза воды.

Неожиданным результатом стала равнозначность среднего числа особей и плотности популяции у поверхности. Возможно предположить, что такое распределение связано с тем, что у поверхности воды для *C. olivii* создаются условия, такие же по близости к идеалу в оптимуме, чем на глубине. Данное предположение возможно даже подтверждается данными по биомассе ракообразных, значительно меньшей на поверхности, чем на глубине. Если организм набирает значительно меньшую биомассу, чем может, это может свидетельствовать о том, что данные условия не подходят для него. Также это подтверждается исследованием Зиминой и Любиной (2016), не выделяющей для ракообразных глубины, как фактора, влияющего на популяционные харак-

теристики. К тому же, водоросли на стенах и валунах у уреза воды значительно меньше по своему линейному размеру, к тому же в среде отсутствуют вогнутости. Перемещение вплавь становится невозможным из-за волн. Следовательно, организмы, поселившиеся в данной среде, имеют возможность передвигаться практически только в двумерном пространстве. Это, скорее всего, создаёт статистические погрешности в вычислении плотности и средней численности, что особенно сильно отражается на малых выборках. Однако из дан-

ных этой работы нельзя сделать однозначного вывода, является ли такое влияние мерности среды на плотность закономерностью, или же оно сработало только для конкретной популяции. Однако в данной работе подтверждается, что на малых глубинах популяционные факторы *C. olivii* не слишком сильно зависят от глубины на данных сообществах водорослей. В целом гораздо большее воздействие на структуру популяции оказывают температура и химический состав внешней среды, растительное сообщество и трофические связи.

ВЫВОДЫ

1. При сравнении состава водорослей у поверхности и на глубине были выявлены изменения как в видовом составе, так и в общей численности беспозвоночных и отдельных таксонов. В целом такие изменения ожидаемы из-за более жестких условий у поверхности, а также отличающегося сообщества водорослей. Изменения включали в себя, но не ограничивались значительным уменьшением встречаемости мелких и/или мягкотелых видов, увеличением доли особей *P. dumerilii* в сообществе и изменениями в составе ракообразных

2. В сообществе у поверхности преобладала водоросль Кладофора, имеющая короткий таллом, но образующая большие по площади и непрерывные заросли на поверхностях камней и стен. На дне же заросли в основном образовывал Каллитамнион вместе с другими видами, встречающимися и у поверхности (Филлофо-

ра, Ульва, Гелидиум). Скорее всего, водоросли-доминанты имеют роль в регуляции состава беспозвоночных, однако не как пищевой ресурс, а как укрытие и место жизни в целом.

3. Особый интерес для работы представил вид *Chaetogammarus olivii*, популяционные характеристики которого, по первоначальным наблюдениям, не сильно отличались в двух сериях проб. Математические подсчёты подтвердили отсутствие значимых различий как в среднем весе одной особи, так и в количестве особей на пробу, хотя эти показатели в среднем меньше у поверхности (см. вывод 1). Это может свидетельствовать о наличии у *C. olivii* приспособления к обитанию в обитанию у поверхности и в (указать сообщество), однако в работе не имеется достаточно контролей для того, чтобы оценить точные причины отсутствия сильных различий в популяционных характеристиках.

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА:

Александров Б., Зайцев Ю., “Экологические дозорные Чёрного моря” // Публ. при поддержке Программы развития ООН и Европейской комиссии в Украине, Грузии и России, Проект EMBLAS-II. UNDP, European Union, 2016. 42 с.

Зенкевич Л.А. Моря СССР, их фауна и флора. 2-е изд., доп. М. : Учпедгиз, 1956. 424 с.

Иськив Е. П. Подводный мир Чёрного моря. Симферополь: Таврия, 2002. 64 с.

Блинова Е.И. Водоросли-макрофиты и травы морей европейской части России (флора, распространение, биология, запасы, марикультура), М. : Изд-во ВНИРО, 2007. 114 с.

Маккавеева Е. Б. Беспозвоночные зарослей макрофитов Черного моря. Киев: Наук. думка, 1979. 228 с.

Зими́на О.Л., Люби́на О.С. Донные ракообразные надотряда Peracarida (Crustacea: Malacostraca) на разрезе “Кольский меридиан” // Труды Кольского научного центра РАН. 2016. №2-3 (36). С. 196-221

