

УДК 574,583(26)

*И. М. Примаков, Н. А. Иванова, О. А. Ласовецкая, Е. Н. Чернова***ИССЛЕДОВАНИЯ МОРСКОГО ЗООПЛАНКТОНА В КЕРЕТСКОЙ ГУБЕ****Введение**

Несмотря на то, что Белое море — одно из наиболее изученных морей в России, количество исследований, посвященных зоопланктону мелководных приливных губ и бухт, сравнительно невелико. Большинство из них осуществлялось в первой половине XX в. и ограничивалось в основном изучением качественного состава и количественных характеристик зоопланктонных сообществ, без подробного анализа гидрологических особенностей данных акваторий.

В то же время одним из перспективных и активно развивающихся направлений в морской биологии является изучение пространственно-временной динамики численности организмов планктонных беспозвоночных. На общем фоне наименее изученными остаются факторы, обуславливающие микромасштабные неоднородности в распределении зоопланктона. В связи с этим особую актуальность приобретают гидробиологические исследования в эстуарии р. Кереть, где на Морской биологической станции СПбГУ в течение более 10 лет проводятся наблюдения за гидрологическим режимом (кафедра океанологии географического факультета) и структурно-функциональными показателями зоопланктона (кафедра ихтиологии и гидробиологии биолого-почвенного факультета). В то же время Керетская губа является весьма характерной для Белого моря акваторией, со сложным рельефом дна и усиленным гидродинамическим режимом, во многом определяемым приливной составляющей.

Исходя из вышесказанного, первоочередные задачи наших исследований в Керетской губе были связаны с выявлением характера и масштабов распределения организмов зоопланктона по акватории, а также факторов, его определяющих.

Материалы и методы исследования

Относительно регулярные исследования структурных показателей зоопланктона Керетской губы на Морской биологической станции СПбГУ были начаты в 1996 г. Главный упор делался на изучение суточной динамики вертикального распределения зоопланктона. Основные станции пробоотбора приведены на рис. 1. Наиболее подробные наблюдения были проведены на станции 5 (глубина 20 м) 19-20 июля и 2-4 августа 1997 г. Дискретность наблюдений составляла около 3 ч, а время съемок было приурочено к малой воде, полной воде и фазам смены вод. В дальнейшем этот метод пробоотбора был использован при всех суточных съемках.

С 2000 г. мелкомасштабный приливной эстуарий р. Кереть является модельной акваторией для изучения влияния суточной динамики гидрологических и гидродинамических условий на вертикальное распределение мезозоопланктона. Исследования

© И. М. Примаков, Н. А. Иванова, О. А. Ласовецкая, Е. Н. Чернова, 2009

проводятся совместно с сотрудниками и студентами кафедры океанологии географического факультета СПбГУ.

26-27 июля 2000 г. в Керетской губе суточная съемка впервые была проведена одновременно в двух точках: на станции 5 в глубоководной части губы и на станции 6 на выходе из губы. Параллельно с планктонными ловами проводились гидрологические работы: измерения температуры, солености, скоростей и направлений течений [1, 14].

10 сентября 2002 г. наблюдения за вертикальным распределением зоопланктона были дополнены экспериментом с применением планктонных ловушек, позволяющих оценивать вертикальные миграции организмов [5].

Изучение зависимости микрораспределения зоопланктона от освещенности и приливо-отливных течений выполнялось на основе двух суточных съемок — 31 июля и 8 августа 2005 г. в проливе Средняя Салма Керетской губы. Эксперимент был спланирован таким образом, что во время первой суточной съемки полная вода совпадала с максимумом освещенности, а во время второй — приходилась на утренние и вечерние часы [10, 17].

Летом 2006-2007 гг. в Керетской губе были проведены исследования, направленные на изучение распределения зоопланктона по акватории в связи с приливо-отливными явлениями. Они включали в себя отбор зоопланктонных проб, а также наблюдения за гидродинамическими (скорость и направление течений) и физико-химическими (температура и соленость) условиями в губе. В 2006 г. пробоотбор осуществлялся с двух лодок каждые полчаса синхронно. При этом одна лодка была установлена на якорю в устьевой части Керетской губы (станция 6), а вторая перемещалась ей навстречу от р. Кереть (станции 1-5). По данной схеме было проведено две съемки в период отлива. Летом 2007 г. нами была предпринята попытка подойти к изучению нижней границы диапазона масштабов, в которых предполагалось наличие агрегированности. Пробоотбор осуществлялся одновременно с трех лодок, находившихся на различных расстояниях друг от друга (от 1 до 250 м). Таким образом, одновременным пробоотбором съемок 2006 и 2007 гг. были охвачены масштабы от метров до километров, что позволило оценить гетерогенность в распределении зоопланктона в данном диапазоне масштабов [20].

Во все годы исследования сбор и количественная обработка зоопланктонных проб осуществлялись по стандартным методикам [18]. Биомасса зоопланктона (B^z , мг/м³) была рассчитана по средним весам, определенным В. Г. Богоровым [2] и Н. М. Перцовой [12] для отдельных стадий зоопланктонных организмов Белого и Баренцева морей. Вычисления продукции планктонных ракообразных (P^z , мг/м³ в сутки) производились на основании балансового равенства с помощью коэффициентов, предложенных Л. М. Сушеной [14, 15, 16].

Особенности губы Кереть

Морфометрия. Губа Кереть вдается в Карельский берег на 22,2 км к северо-западу от мыса Шарапов. С востока и севера губа ограничена островами Средний и Горелый. Вход в нее осуществляется по проливу Средняя Салма, пролегающему между островами Средний и Горелый, и по проливу Узкая Салма, пролегающему между берегом материка и островом Средний. В вершину губы впадает р. Кереть. Глубины в средней части губы Кереть составляют 10-14 м. На подходах к губе Кереть расположены острова, прикрывающие вход в губу от волнений. Наиболее значительными из них являются острова Пешостров, Кишкин и Кереть. Острова разделены между собой проливами Глубокая Салма и Большая Салма [8].

Керетская губа соединяется с Большим Керетским Рейдом проливами Подпахта, Средняя и Узкая Салма (рис. 1). Основным проливом Керетской губы является Средняя Салма длиной 3,5 км со средними глубинами 10-20 м. Максимальная глубина составляет 35 м. Мелководный порог (6 м) частично отделяет исследуемую акваторию от устьевой части губы Чупа. Северо-западный берег очень круто уходит на глубину уже на расстоянии 10-20 м от уреза воды. Дно юго-восточного берега имеет близкий к горизонтальному профиль со средними глубинами 5 м, продолжающийся вплоть до резкого свала глубин.

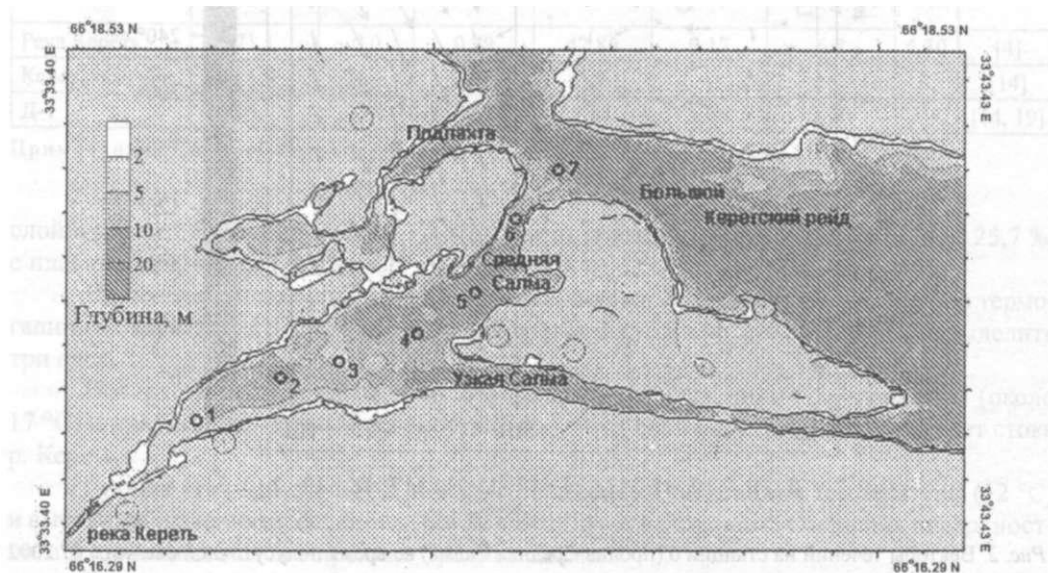


Рис. 1. Карта-схема района исследования

Гидрологическая характеристика. Характерной особенностью Керетской губы является сильный сток р. Кереть и высокие приливы, достигающие 1,4 м в квадратуру и 2,6 м в сизигий. При таких условиях в проливах формируются довольно сильные приливные течения, которые сложным образом взаимодействуют с поверхностным стоком пресных вод. Влияние речного стока сказывается в уменьшении скорости приливного поверхностного течения в проливах на горизонте 1 м по сравнению с горизонтом 5 м. В поверхностном горизонте абсолютные значения скорости течений меняются от 2 до 43 см/с; на глубине 5 м колеблются в пределах от 2 до 9 см/с. Кроме того, влияние стока Керети проявляется в образовании резких поверхностных и внутренних фронтов, вытянутых, как правило, с севера на юг под углом к оси пролива Средняя Салма (рис. 2).

Проведенные наблюдения за течениями показали, что полусуточная изменчивость, явно доминирующая в колебаниях уровня, проявляется не столь четко в направлениях и скоростях течений. Большой амплитудой обладают мелководные четырехчасовые волны — обертоны полусуточной волны. По глубине наиболее четко они проявляются на горизонте 5 м, а по пространству — у порога, соединяющего пролив Средняя Салма с устьевой частью губы Чупа. Значительная изменчивость амплитуд этих волн во времени и с глубиной говорит о том, что это, скорее всего, внутренние приливные волны, генерируемые у порога на входе в акваторию. В связи с наличием обертонов полусуточной

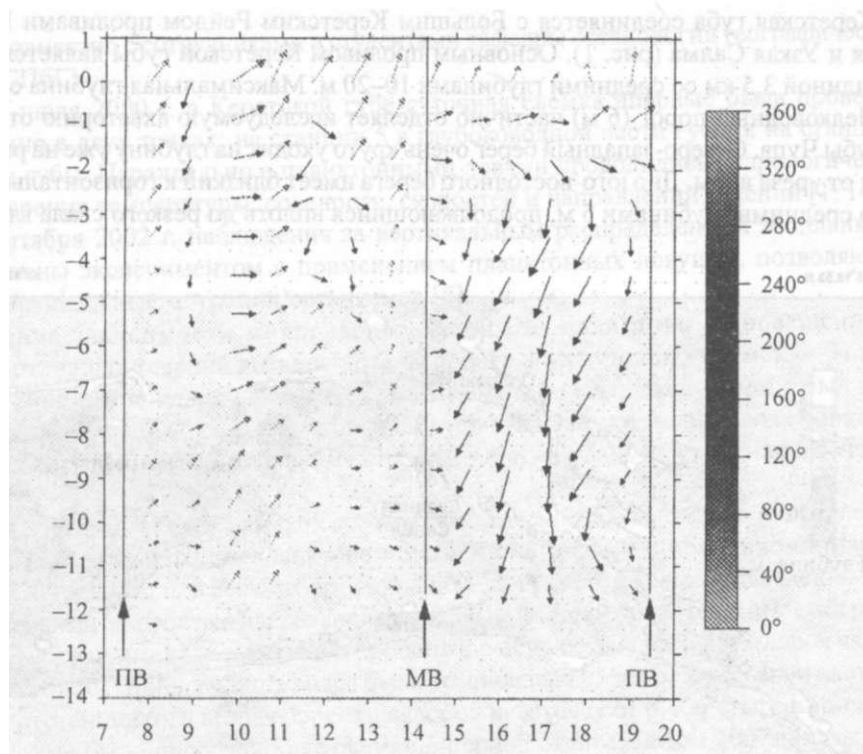


Рис. 2. Векторы течений на станции 6 (пролив Средняя Салма) во время полусуточной съемки 4.07.2007
 ПШ — полная вода, МВ — малая вода.

приливной волны, а также высокодинамичных мелкомасштабных приливных фронтов, зафиксированных на различных глубинах, максимумы абсолютных значений и вертикальных градиентов скорости течения на станциях наблюдения имеют место в различные фазы приливного цикла [1,6].

Анализ гидрохимических данных по составу воды в р. Кереть, Керетской губе и устьевой части губы Чупа показал, что поверхностные воды Керетской губы представляют собой трансформированные воды р. Кереть и губы Чупа (табл. 1).

Пресные воды р. Кереть распространяются в поверхностном слое толщиной 0-1,5 м. Далее от 1,5 до 3 м идет область с высокими градиентами температуры и солености (2-3 °С/м и 6 ‰/м). Глубины от 3 до 12-15 м характеризуются плавным изменением термогалинных характеристик (0,7 °С/м и 0,4 ‰/м). Градиенты физических факторов вновь увеличиваются на глубине 16-18 м (1,7 °С/м и 1,4 ‰/м) и остаются достаточно стабильными ниже нее.

Вертикальное распределение солености формируется под влиянием эстуарного типа циркуляции, который характеризуется выносом пресных вод у поверхности и компенсационным заток морских вод у дна. Значения солености воды в поверхностном слое изменяются как в различные фазы прилива (от 0 до 8 ‰ от малой до полной воды), так и в зависимости от степени ветрового перемешивания. В слое поверхностного термоклина наблюдается максимальный градиент солености — 6 ‰/м. Промежуточный перемешанный

Таблица 1

Термогалинные и гидрохимические характеристики поверхностного слоя воды в районе исследования в первой декаде августа (по разным данным)

Акватория	Температура, °С	Соленость, ‰	Фосфаты, мкмоль/л	Кремний, мкмоль/л	Общая жесткость, мг-экв/л	Перманганатная окисляемость, мГО/л	рН	Источник
Река Кереть	21,1	0,0	0,29	42,86	0,17	6,8	6,30	[4]
Керетская губа	16,9	16,8	0,22	15,28	–	–	–	[14]
Д-1	15,6	25,9	0,27	7,85	1,86	2,20	7,96	[14, 19]

Примечание. Д-1 — устьевая часть губы Чула.

слой в диапазоне глубин от 3 до 12-15 м имеет соленость в пределах от 22,9 до 25,7 ‰ с плавным градиентом 0,4 ‰/м.

На основании полученных нами данных по вертикальному распределению термогалинных характеристик в водной толще Керетской губы в летнее время можно выделить три слоя.

Поверхностный слой от 0 до 2 м с высокими значениями температуры (около 17 °С) и низкими значениями солености (7 ‰). Этот слой образуется летом за счет стока р. Кереть.

Промежуточный слой от 2 до 15 м с невысокими значениями температуры (12 °С) и высокими значениями солености (24 ‰). Возникает в результате смешения поверхностного и придонного слоя в проливе Средняя Салма.

Придонный слой от 15 м и глубже характеризуется низкими значениями температуры (2 °С) и достаточно высокой соленостью (26 ‰). Этот слой образуется в осенне-зимний период при поступлении вод из Кандалакшского залива и практически не прогревается на протяжении всего лета.

Как уже было сказано ранее, в Керетской губе имеется мелководный порог, отделяющий Среднюю Салму от устьевой части Чупинской губы. По этому признаку данная акватория относится к губам с неравномерным рельефом дна и подводными порогами, глубины которых в той или иной мере ограничивают водообмен (рис. 3).

Как видно из рисунка, придонная температура в Средней Салме намного ниже, чем на соответствующей глубине за порогом в мористой части Керетской губы. Низкая температура в котловине Средней Салмы свидетельствует о том, что прогретые поверхностные воды практически не проникают туда и подтверждает наше предположение о формировании придонного слоя воды в результате процессов осенне-зимней конвекции [14].

Продуктивность планктона Керетской губы

По сравнению с соседними акваториями для Керетской губы характерны высокие значения плотности, биомассы и продукции зоопланктонных организмов [14]. Одной из причин высокой биологической продуктивности этой акватории является вынос большого количества биогенных элементов речными водами. Гидродинамические условия, создаваемые р. Кереть, и усиленная вертикальная циркуляция обогащают биогенами поверхностные слои. Отличие этого явления от прибрежного апвеллинга в океане состоит в том,

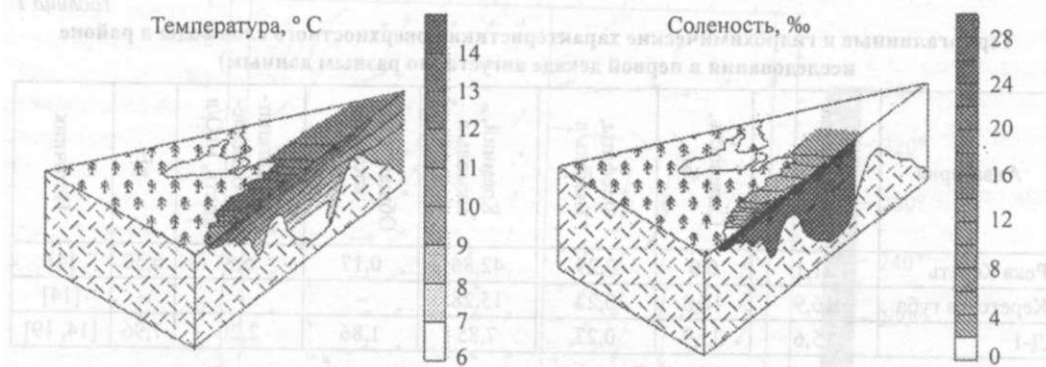


Рис. 3. Распределение температуры и солености на продольном разрезе Керетской губы

что питательные вещества удерживаются в пределах эстуариев вихревыми течениями, возникающими между слоями пресной и соленой воды во время прилива или отлива, попадая таким образом в своеобразную «ловушку» и оставаясь в эвфотической зоне до полного истощения [11]. Следствием этого является увеличение первичной продукции фитопланктона. Ограничивающим фактором при использовании биогенов является слабое распространение света в водном столбе из-за высокой мутности, являющейся следствием усиленной гидродинамики. По мере продвижения в направлении река — море концентрация биогенных элементов уменьшается, а освещенность увеличивается, т. к. уменьшается количество взвеси. Пик численности фитопланктона приходится на пересечение прямых изменения условий освещенности и количества биогенов [7]. Это подтвердили исследования, проведенные нами в июле 2000 г. совместно с сотрудником Института озераводства РАН З. Г. Кауровой (табл. 2).

Таблица 2

Структурно-функциональные характеристики планктона в губе Кереть и прилегающей акватории

Показатели	Станция 3		Станция 5		Станция 7	
	0 м	3 м	0 м	3 м	0 м	3 м
Размер бактериальных клеток, мкм ³	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2
Общая плотность бактерий, млн. кл./мл	3,9	1,3	4,0	5,8	3,5	2,6
Бактериальное дыхание, мг O ₂ /л	0,32	0,40	0,24	0,08	0,08	0,08
Общая деструкция, мг O ₂ /л в сутки	0,48	0,48	0,48	0,24	0,24	0,24
Первичная продукция, мг O ₂ /л в сутки	0,24	0,24	0,32	0,16	0,16	0,16
Первичная продукция, мг/м ³ в сутки	1500 ± 200				1000	
Численность зоопланктона, экз./м ³	50840 ± 4890				18500 ± 3210	
Биомасса зоопланктона, мг/м ³	412 ± 44				263 ± 30	
Продукция зоопланктона, мг/м ³ в сутки	16,3±0,8				9,7±1,4	

Второй причиной высокой биологической продуктивности эстуариев является высокая численность бактерий (см. табл. 2). Как известно, напряженность трофических взаимодействий организмов зоопланктона и бактериопланктона зависит как от обилия бактерий, так и от размерной структуры зоопланктонного сообщества [23]. Большую часть

рациона в природных условиях бактерии могут составлять только для микрозоопланктонных организмов с размером тела менее 150 мкм [24]. С другой стороны, бактериопланктон адсорбированный на взвешенных частицах потребляется даже грубыми фильтраторами с эффективностью на порядок более высокой, чем отдельные бактериальные клетки [3]. Эти закономерности в полной мере проявляются и в экосистеме исследуемого водоема, что дает основание предположить первостепенную роль бактерий в обеспечении пищей консументов первого порядка.

Вертикальная структура и распределение зоопланктона

Фаунистический состав зоопланктонного сообщества в районе исследований достаточно разнообразен. Всего в пределах акватории отмечено 52 таксономические группы зоопланктонных организмов, из которых 34 являются голопланктерами и определены до вида. Последние включают в себя 12 видов копепод, 9 кладоцер, 7 коловраток. Почти половина всех отмеченных животных (25 видов) относятся к классу ракообразных. Важную роль играют ювенильные стадии как планктонных, так и бентосных организмов (меропланктон), давая до 80 % общей численности и биомассы. Меропланктонные организмы представлены личиночными и ювенильными стадиями Nematoda, Polychaeta, Echinodermata, Bryozoa, Cirripedia, Ostracoda, Acari, Bivalvia и Gastropoda.

Зоопланктонное сообщество Керетской губы четко структурировано по вертикали. Неоднородность водного столба в эстуарии р. Кереть по биологическим критериям (количественный и качественный состав зоопланктонного сообщества) в значительной степени обусловлена его гидрологической стратифицированностью, что характерно для зоопланктона вообще и для беломорского зоопланктона в частности.

Верхний метровый горизонт воды по всей акватории в летний период мало обитаем, общая средняя плотность организмов составляет примерно 8 тыс. экз./м³ [5]. Основными представителями беспозвоночных животных здесь являются *Microsetella norvegica* и *Oithona similis*. Отсутствие большого числа организмов в приповерхностном слое воды объясняется значительными колебаниями солености, высокими скоростями течений на поверхности и значительным воздействием ультрафиолетового облучения, выносить которое способны лишь немногие представители планктонных организмов, в основном пигментированные, как в случае с *M. norvegica* [21].

Количественный максимум планктона представлен главным образом ювенильными организмами и приурочен к глубине от 2 до 6 м от поверхности — оптимальном по своим условиям для молодежи пелагических форм. Максимальных значений в данном горизонте достигают также величины обилия ракообразных *Oithona similis*, *Podon leukcarti*, *Microsetella norvegica*, личинок Bivalvia, Gastropoda и других бентосных животных. Среднее значение общей плотности зоопланктона на этих глубинах составляет 77 тыс. экз./м³ в июле и 47 тыс. экз./м³ в августе. Причинами высокой плотности зоопланктона в данном горизонте могут служить обилие фитопланктона в слое прозрачной воды, термические условия, оптимальные для развития молодежи рачкового планктона и меропланктонных организмов (количество молодежи в этом слое по нашим данным составляет 80 %).

С увеличением глубины плотность организмов снижается довольно резко, частично меняется видовой состав. Доля ювенильных особей в общей плотности зоопланктона падает до 30 %. Ниже 12 м начинают увеличиваться средние значения биомассы вследствие уменьшения количества науплиусов и младших копеподитных стадий и увеличения количества старших копеподитов и взрослых особей, обладающих большим индивидуальным весом.

Граница между массовым присутствием теплолюбивых и холодолюбивых форм зоопланктона проходит, как правило, на уровне второго термоклина на глубине 12-15 м. Глубже 15 м расположен непрогретый слой воды с максимальными для данной акватории величинами солености, где доминируют старшие копеподитные стадии крупных холодолюбивых калянид, на долю которых приходится до 70 % численности. Средние значения биомассы зоопланктона в этом слое стабильно высоки — до 2 г/м³. Такое распределение зоопланктона характерно для тех частей акватории, где глубина превышает 20 м [6].

Распределение зоопланктонных организмов по вертикали в пределах суток испытывает заметные колебания. Изучение зависимости вертикальных миграций зоопланктона в Средней Салме от освещенности и приливо-отливных течений показало, что если максимум освещенности приходится на полную воду (согласованное влияние факторов), максимальные численности планктона во всей водной толще приходится на малую воду, а минимальные — на полную. В случае несогласованного влияния, минимальные численности планктона в поверхностном слое приходится на максимум освещенности (независимо от приливо-отливного цикла), а в глубже лежащих слоях, где влияние света ограничено, — на полную воду [10,17], т. е. освещенность оказывает значительное влияние на перемещения небольшого количества организмов, находящихся преимущественно в верхнем трехметровом слое (*Oithona similis*, *Microsetella norvegica*, Cladocera, науплиусы Copepoda, личинки Bivalvia и Gastropoda). Численность всего остального зоопланктона скоррелирована с приливо-отливным ритмом.

Это отчасти было подтверждено экспериментом с разнонаправленными зоопланктонными ловушками, проведенным в сентябре 2002 г. Так, на горизонтах 3 и 8 м экземпляры *O. similis* были отмечены мигрирующими днем преимущественно вниз, а вечером — к поверхности. Меропланктонные организмы, среди которых доминировали личинки Bivalvia и Gastropoda, в дневное время были отмечены только на горизонте 3 м в ловушках, установленных в обоих направлениях; ночью (23,00-7,00) меропланктон отмечался на горизонтах 8 и 15 м, мигрирующим вниз. В суточных миграциях *Temora longicornis*, *Pseudocalanus minutus* и некоторых других видов согласованности с изменением освещенности выявлено не было [5].

Исследования горизонтального распределения зоопланктона проводились в 2006 г. Оказалось, что на акватории Керетской губы, как правило, наблюдаются две области повышенного обилия зоопланктона: в вершине губы и в проливе Средняя Салма. С началом прилива течение гонит зоопланктон, скопившийся в проливе, вглубь губы. При этом скопление может значительно растягиваться. С приближением фазы полной воды в куту формируется пятно зоопланктона, чему способствуют гидрологические условия данной области (наличие зоны активной турбулентности). С наступлением отлива события развиваются в обратной последовательности: пятно из кута губы постепенно перемещается по направлению к устью. Наряду с этим зоопланктон всей водной толщи акватории движется к выходу из губы и частично задерживается в Средней Салме благодаря морфометрии губы и рельефу дна (узость пролива и наличие порога). За счет этого вновь происходит формирование второй области повышенного обилия зоопланктона [20]. Такая картина может усложняться наличием в проливе Средняя Салма уже упоминавшихся мелководных 4-часовых волн, обертонов полусуточной волны, наиболее четко проявляющихся на станции 6. Обладая большой амплитудой, они оказывают на планктонное сообщество не меньшее влияние, чем собственно приливные течения и могут приводить к значительному увеличению концентрации ряда видов (*Oithona similis*, *Temora longicornis*, *Acartia longiremis*, *Centropages hamatus*, *Evadne nordmanni*, личинки моллюсков) на станции 6 в периоды смены вод [14].

Летом 2007 г. нами была предпринята попытка изучить мелкомасштабную неоднородность в горизонтальном распределении зоопланктона Керетской губы с помощью индекса структурности: $I^w = \sigma^2/\mu$, где σ^2 — дисперсия, μ — среднее арифметическое значение [9]. Расчет данного индекса производился для следующих диапазонов масштабов: 1-5; 5-20; 20-50; 50-100; 100-250; 500-1000 и 1000-2500 м (рис. 4).

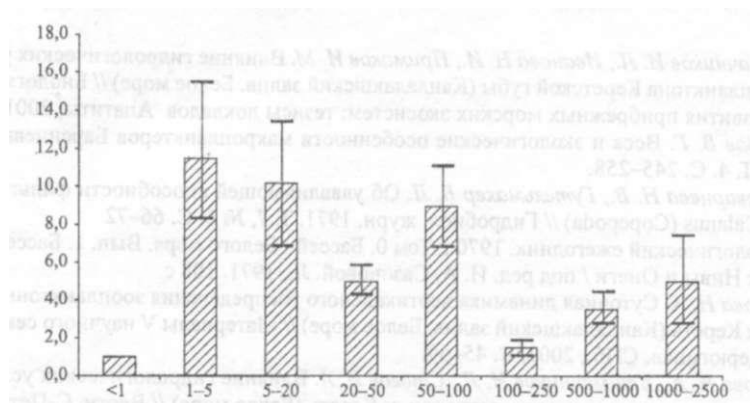


Рис. 4. Варьирование индекса структурности горизонтального распределения зоопланктона в зависимости от диапазонов расстояний между станциями единовременного пробоотбора

Индекс структурности достоверно не отличался от единицы в диапазонах расстояний менее метра (при взятии проб из одной точки) и 100-250 м. Это свидетельствует о наличии двух уровней агрегации зоопланктона на акватории Керетской губы. Пятна с масштабами до 1 м предположительно обусловлены биологическими особенностями организмов. Действительно, по литературным данным [13, 22], при одновременной регистрации численности организмов морского зоопланктона и концентрации хлорофилла показано, что зоопланктонные организмы обычно имеют значительно большую микронеровность («пятнистость») пространственного распределения, чем фитопланктон. Это обстоятельство рассматривается как аргумент в пользу того, что организмы зоопланктона имеют механизмы активного поддержания микроскоилений и противодействия процессам турбулентной диффузии. Пятна с масштабами 100-250 м могут формироваться за счет особенностей гидродинамических условий в губе, что в целом согласуется с результатами исследований 2006 г. [17, 20].

Таким образом, на основании результатов проведенных исследований можно сделать следующее заключение. Несмотря на значительные суточные колебания численности зоопланктона на разных станциях и в разных горизонтах, средняя плотность организмов в пределах Керетской губы остается постоянной. Происходит это за счет горизонтальных перемещений зоопланктона по акватории губы внутренними волнами, а вертикальные миграции организмов задают направление этих перемещений, тем самым препятствуя их активному выносу из эстуария.

* * *

Авторы выражают глубокую признательность сотрудникам кафедры океанологии факультета географии и геоэкологии СПбГУ Ю. М. Афанасьевой, И. Л. Башмачникову, Р. Е. Смагину и К. Г. Смирнову, в разные годы возглавлявших океанологические исследования

в данном районе. Мы очень благодарны З. Г. Кауровой (Институт озераведения РАН) за помощь в изучении продуктивности Керетской губы, а также Д. М. Мартыновой (Зоологический институт РАН) и А. В. Вакатову (Казанский государственный университет) за помощь в проведении планктонных съемок.

Литература

1. Башмачников И. Л., Иванова Н. И., Примаков И. М. Влияние гидрологических условий на распределение зоопланктона Керетской губы (Кандалакшский залив, Белое море) // Биологические основы устойчивого развития прибрежных морских экосистем: тезисы докладов. Апатиты, 2001. С. 27-28.
2. Богоров В. Г. Веса и экологические особенности макропланктеров Баренцева моря // Труды ВНИРО. 1939. Т. 4. С. 245-258.
3. Вышварцева Н. В., Гутельмахер Б. Л. Об улавливающей способности фильтрационного аппарата рачков *Calanus* (*Sopropoda*) // Гидробиол. журн. 1971. Т. 7, № 3. С. 66-72.
4. Гидрологический ежегодник. 1970 г. Том 0. Бассейн Белого моря. Вып. 1. Бассейны рек между бассейнами рек Нивы и Онеги / под ред. И. А. Сазоновой. Л., 1971. 108 с.
5. Иванова Н. А. Суточная динамика вертикального распределения зоопланктонных организмов в эстуарии реки Кереть (Кандалакшский залив, Белое море) // Материалы V научного семинара «Чтения памяти К. М. Дерюгина». СПб., 2003. С. 45-69.
6. Иванова Н. А., Башмачников И. Л., Стогов И. А. Влияние гидрологических условий на вертикальное распределение зоопланктона в эстуарии р. Кереть (Белое море) // Вестн. С-Петерб. ун-та. Сер. 3. 2001. Вып. 2 (№ 11). С. 11-14.
7. Лисицин А. П. Маргинальный фильтр океанов // Океанология. 1994. Т. 34, № 5. С. 735-747.
8. Лоция Белого моря. СПб., 1995. 336 с.
9. Максимович Н. В., Погребов В. Б. Анализ количественных гидробиологических материалов. Л., 1986. 97 с.
10. Мичлашвили О. А., Примаков И. М. Зависимость распределения зоопланктона от освещенности и приливо-отливного режима // VIII научная сессия морской биологической станции Санкт-Петербургского государственного университета. СПб., 2007. С. 27-28.
11. Нешиба С. Океанология. М., 1991. 413 с.
12. Перцова Н. М. Средние веса и размеры массовых видов зоопланктона Белого моря // Океанология. 1967. Т. 2. Вып. 2. С. 309-313.
13. Пионтковский С. А. Экология поведения веслоногих ракообразных. Киев, 1985. 116 с.
14. Примаков И. М. Особенности распределения и жизненные циклы массовых форм зоопланктона Кандалакшского залива Белого моря: дис. ... канд. биол. наук. СПб., 2002. 169 с.
15. Примаков И. М. Структура планктонного сообщества в устьевой части губы Чупа: опыт многомерного анализа // Морские и пресноводные биосистемы севера Карелии. Труды БиНИИ СПбГУ. Вып. 51. СПб., 2004. С. 138-152.
16. Примаков И. М., Бергер В. Я. Продукция планктонных ракообразных в Белом море // Биология моря. 2007. Т. 33, № 5. С. 356-360.
17. Примаков И. М., Ласовецкая О. А., Морозов Е. А. Влияние гидродинамики на пространственное распределение беломорского зоопланктона // Материалы II Международной конференции «Экологические исследования беломорских организмов». СПб., 2007. С. 100-103.
18. Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений / под ред. А. В. Цыбань. Л., 1980. 192 с.
19. Савоскин Ю. М. Основные черты гидролого-гидрохимического режима губы Чупа Белого моря: отчет о гидрол. работах в губе Чупа Белого моря за 1957-1967 гг. Фонды Зоологического института АН СССР (Беломорская биостанция). 1969. 250 с.
20. Чернова Е. Н., Примаков И. М. Пространственно-временная неоднородность распределения зоопланктона Керетской губы Кандалакшского залива Белого моря // Материалы науч. конф., посвящ. 70-летию Беломорской биологической станции МГУ: сб. статей. М., 2008. С. 134-139.
21. Keller A. A., Hargraves P., Jeon Y., Klein G., MacPhee, Kloss E., Oviatt C., Zhang J. Effect of ultraviolet — Enhancement on marine trophic levels in a stratified coastal system // Mar. Biol. 1997. Vol. 130, N 2. P. 277-287.

22. *Mackas D. Z., Boyd C. M.* Spectral analysis of zooplankton spatial heterogeneity // *Science*. 1979. Vol. 304, N 4388. P. 62-64.
23. *Pace M. L., Porter K.G., Feig Y.S.* Species- and age-specific differences in bacterial resource utilization by two co-occurring cladocerans // *Ecology*. 1983. Vol. 64, N 5. P. 1145-1156.
24. *Porter K. G.* Natural bacteria as food resources for zooplankton // *Current Perspectives in Microbial Ecology*. Washington, 1984. P. 340-345.