

Использование метода видеорегистрации для изучения вертикального распределения зоопланктона Белого моря в ходе студенческой практики.

Прудковский А.А., Бондарь Н.И., Зарубина Ю.М., Каримова Н.Р.,
Купаева Д.М., Найденова А.Д., Пронкина К.О., Шиян А.С.

МГУ имени М.В.Ломоносова, биологический факультет, кафедра зоологии беспозвоночных



Классические методы изучения количественного распределения организмов в море необычайно трудоёмки. При этом основной недостаток большинства методов - это дискретность полученных данных. Дискретность данных при изучении распределения зоопланктона методом сетных сборов ограничивает нас в исследовании многомасштабной изменчивости зоопланктона или особенностей микрораспределения организмов. Метод видеорегистрации зоопланктона позволяет получать непрерывные ряды данных. Такая методика незаменима при изучении особенностей вертикального распределения организмов в слоях воды с резкими градиентами температуры и солёности.



Методика:

Исследование было выполнено 6-8 июля 2016 г в акватории беломорской биостанции ББС им. Н.А.Перцова. В нашей работе мы использовали камеру GoPro Hero 4, оснащённую двумя макролинзами (x3,5 и x12,5) (рис. 1). Камера находилась в водонепроницаемом боксе «Эпиандр», непосредственно соприкасаясь с его передней стенкой. В качестве источника освещения использовали фонарь для дайвинга (400 лм), который находился на расстоянии около 70 мм от передней плоскости подводного бокса. Бокс с камерой и фонарь были установлены на общем основании, сделанном из ПВХ-трубы (рис. 2).

Первая часть работы была выполнена в мористой части Великой Салмы, на станции с глубиной около 100 м. Устройство с камерой и источником света опускали при помощи лебёдки с постоянной скоростью около 15 см/сек до глубины 60 м. Положение камеры (глубину) в каждый момент времени оценивали при помощи гидрологического зонда CTD Star Oddi. Съёмка велась с частотой 120 кадров в секунду, с разрешением 720x1928 пикселей, с узким полем зрения камеры. Видеоматериал просматривали на замедленной скорости и подсчитывали численность рачков на разных глубинах с детализацией 1 м. Одновременно с видеорегистрацией зоопланктона были собраны сетные пробы зоопланктона (использовали сеть с ячейей 100 мкм, пробы собирали на горизонтах 0-18 м, 18-33 м, 33-58 м, 58-103 м) (рис. 3), а также получены профили изменения температуры и солёности с глубиной с помощью гидрологического зонда CTD CastAway.



Результаты

На видеозаписи было возможно идентифицировать объекты с размером более 0,5-1 мм: морских стрелок *Parasagitta elegans* (рис. 4а), гидромедуз *Aglantha digitale* (рис. 4б), веслоногих рачков *Calanus glacialis* (рис. 4в, 5), *Pseudocalanus spp.* (рис. 4г, 6), *Microsetella norvegica* (рис. 4д, 7). Выбранные виды веслоногих ракообразных было просто идентифицировать на видеоматериале (рис. 4), так как они составляли около 100% организмов зоопланктона в своей размерной категории.

Крупных копепоид *Calanus glacialis* можно было идентифицировать в любой точке пространства между передней плоскостью подводного бокса и источником освещения. Рачков *Pseudocalanus spp.* можно было идентифицировать на расстоянии не более 30 мм от передней стенки бокса. Регистрируемый объём, в котором возможна идентификация микроскопических, но ярко окрашенных рачков *Microsetella norvegica* был ещё меньше. Науплиальные стадии развития копепоид, а также рачки *Oithona similis* были слишком прозрачны для идентификации, чаще всего они были практически неотличимы от фона.

Возможность идентификации зоопланктона зависела от ракурса объекта. Рачки обычно находились в поле зрения в течение 4-12 кадров. При этом идентифицируемый объект иногда входил в «зону резкости» или разворачивался нужным для идентификации ракурсом.



В поверхностных слоях водной толщи преобладали рачки *Microsetella norvegica* и *Oithona similis*, а на больших глубинах - *Calanus glacialis* и *Pseudocalanus spp.* Общая тенденция изменения численности зоопланктона с глубиной была одинакова по данным сетных ловов (рис. 8) и по данным видеорегистратора (рис. 9). Изменения численности совпадали с изменениями температуры и солёности. Наиболее резкие градиенты температуры и солёности наблюдали в горизонте 20-25 м. Копепоиды *M.norvegica* встречались преимущественно над термо-гало-клином. Копепоиды *Pseudocalanus spp.* были наиболее многочисленны на глубинах резкого изменения температуры и солёности, хотя их численность изменялась с глубиной незначительно. Копепоиды *C.glacialis* (3-4 копепоидитные стадии) встречались, начиная с нижней границы градиентов температуры и солёности, преимущественно на глубинах 25-45 м.

При более подробном анализе полученных данных оказалось, что данные, полученные с видеокамеры при её спуске и подъёме несколько отличаются: положение максимума численности рачков *C.glacialis* отличалось на 6 м (рис. 10). Такой сдвиг в вертикальном распределении рачков может быть связан либо с пятнистостью их распределения, либо с влиянием высокочастотных составляющих внутренних волн в области градиентов температуры и солёности (McManus et al., 2005).

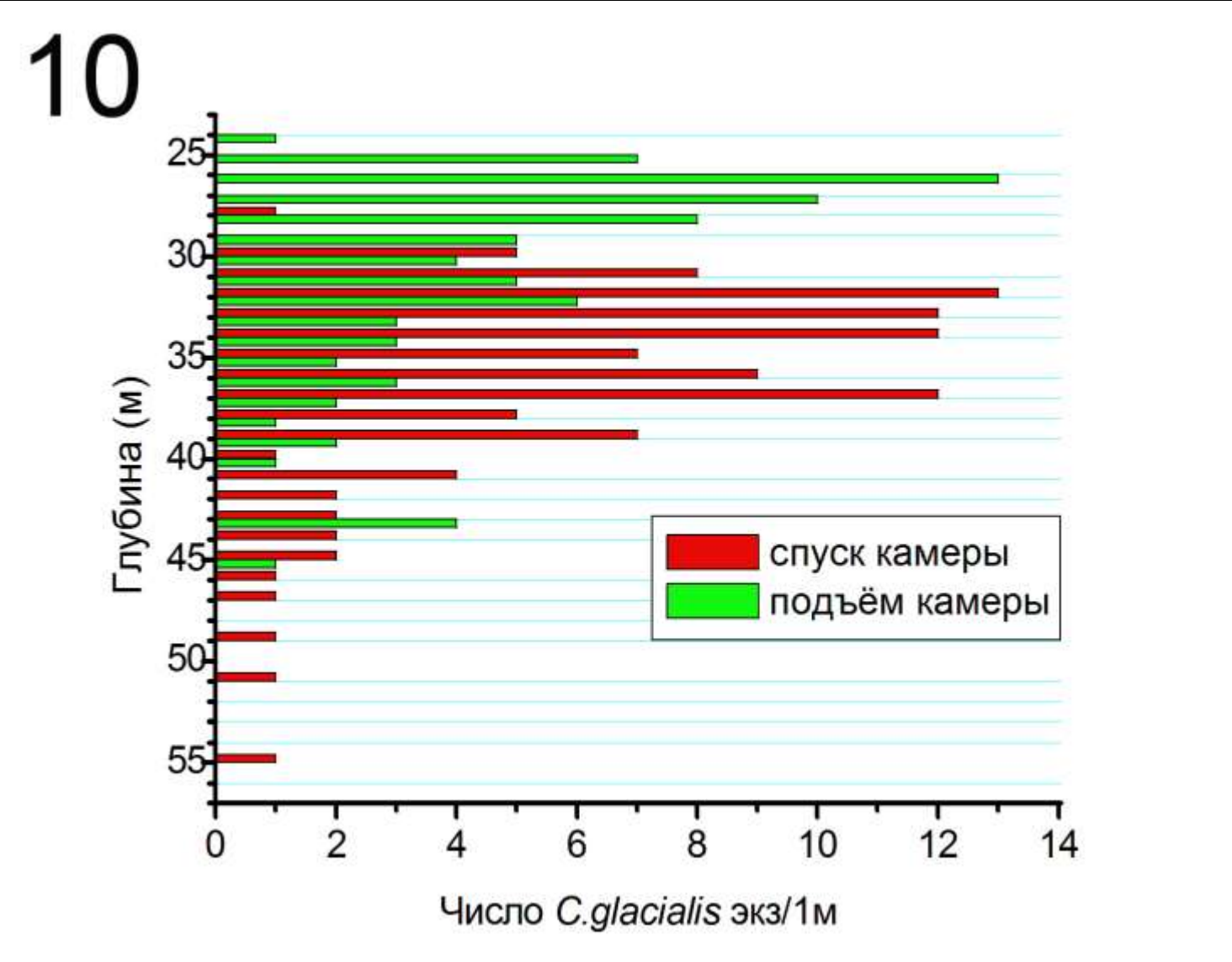


Рис. 1 – Видеокамера GoPro Hero 4 в водонепроницаемом боксе с двумя макролинзами (x3,5 и x12,5), установленная на платформу.
Рис. 2 – Устройство видеорегистрации: водонепроницаемый бокс с видеокамерой и фонарь для дайвинга, установленные на общее основание (ПВХ-трубу).
Рис. 3 – Планктонная сеть для послойного лова зоопланктона: диаметр входного отверстия – 25 см, диаметр ячеи фильтрующего конуса – 100 мкм.
Рис. 4 – Изображения, полученные при помощи видеорегистратора: морская стрелка *Parasagitta elegans* (А), гидромедуза *Aglantha digitale* (Б), веслоногий рачок *Calanus glacialis* (В), веслоногий рачок рода *Pseudocalanus* (Г), веслоногий рачок *Microsetella norvegica* (Д).
Рис. 5 – Макрофотография веслоногого рачка *Calanus glacialis* (самка).
Рис. 6 – Макрофотография веслоногого рачка *Pseudocalanus sp.* (самка с яйцами).
Рис. 7 – Макрофотография веслоногого рачка *Microsetella norvegica*.
Рис. 8 – Вертикальное распределение массовых видов зоопланктона (*Calanus glacialis*, *Pseudocalanus spp.*, *Microsetella norvegica*) по данным сетных сборов.
Рис. 9 – Вертикальное распределение массовых видов зоопланктона (*Calanus glacialis*, *Pseudocalanus spp.*, *Microsetella norvegica*) по данным видеорегистратора. Непрерывными линиями показано изменение температуры и солёности с глубиной.
Рис. 10 – Вертикальное распределение рачков *Calanus glacialis*: сравнение распределения рачков при спуске и подъёме видеорегистратора.
Рис. 11 – Макрофотография веслоногого рачка *Acartia longiremis* (самец).
Рис. 12 – Фотография живого рачка *Acartia longiremis*, выполненная под люминесцентным микроскопом. Показано красноватое содержимое кишечника.
Рис. 13 – Вертикальное распределение рачков рода *Acartia* в «озере на Зелёном мысу» по данным видеорегистратора. Непрерывными линиями показано изменение температуры и солёности с глубиной.

Вторая часть работы была выполнена в мелководном частично изолированном от моря водоёме «озеро на зелёном мысу». Водоём входит в программу «комплексное исследование отделяющихся водоёмов Белого моря» (Краснова и др., 2013). Однако исследование вертикального распределения зоопланктона стандартными методами невозможно по причине мелководности данного водоёма. В озере количественно преобладают прибрежные веслоногие ракообразные рода *Acartia* (*A.longiremis* и *A.bifilosa*) (рис. 11). Их вертикальное распределение было изучено при помощи метода видеорегистрации. Устройство с камерой медленно опускали вручную от поверхности до максимальной глубины 5,5 м. Одновременно с видеорегистрацией зоопланктона были собраны сетные пробы зоопланктона (от дна до поверхности), а также получены профили изменения температуры и солёности с глубиной с помощью гидрологического зонда CTD CastAway.

На видеоматериале рачки рода *Acartia* встречались глубже градиента солёности (рис. 13). Наибольшее количество рачков было сконцентрировано поблизости от "красного слоя" - слоя воды с высокой концентрацией криптофитовых водорослей *Rhodomonas abbreviata* (Краснова и др., 2013). По-видимому, рачки питаются этими водорослями. У многих рачков в пищеварительной системе было обнаружено окрашенное содержимое, имеющее оранжевый оттенок при наблюдении под люминесцентным микроскопом (рис. 12).

