

ИССЛЕДОВАНИЯ ЗООПЛАНКТОНА МОРЕЙ ДАЛЬНОГО ВОСТОКА В ДАЛЬНЕВОСТОЧНОМ ФИЛИАЛЕ И ЗООЛОГИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ АН СССР В 1933 — 1953 гг.

К. А. БРОДСКИЙ

Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург 199034

Стационарные исследования зоопланктона морей Дальнего Востока СССР были начаты в 1933 — 1937 гг. в Дальневосточном филиале АН СССР (ДВ ФАН). Эти исследования определили задачи и методы изучения зоопланктона, дали первые сведения по видовому составу, сезонной смене планктона, его вертикальным миграциям и экологии массовых форм. В дальнейшем (1937 — 1953 гг.) были продолжены углубленные исследования по этим же вопросам (в особенности по важнейшей группе — копеподам) и разработана проблема районирования пелагиали морей Дальнего Востока и северной части Тихого океана. Автор был организатором и основным исполнителем работ начального периода этих исследований.

Как отмечала специалист ТИНРО по планктону М. С. Кун (1975), эти исследования имели большое значение для развития планктонологических исследований на Тихом океане.

Непосредственная работа в ДВ ФАН с 1933 по 1937 г. во Владивостоке, а затем в Ленинграде, откуда мы выезжали для участия в ряде экспедиций на Дальний Восток (1946, 1950 и 1953 гг.), и обработка собранных проб планктона дали возможность опубликовать монографию по составу, распределению и биогеографии копепод для всей акватории северной части Тихого океана (Бродский, 1957).

В 1933 г. сведения о планктоне дальневосточных морей практически отсутствовали. Работавшая на Дальнем Востоке в 1932 — 1933 гг. экспедиция ГГИ под руководством К. М. Дерюгина собрала значительные материалы по планктону Японского, Охотского и Берингова морей, но ее результаты так и не появились в печати. Были опубликованы лишь частичные данные по Японскому морю: Татарский пролив (Рахманова, 1933), б. Патрокл (Тагад, 1933), и Берингову морю (Степанова, 1937). Позже (в 50-х годах) сборы планктона по Охотскому морю были обработаны Л. М. Эпштейн, а по Берингову — Т. Г. Жадиной и послужили предметом их кандидатских диссертаций. Исследования американских, канадских и японских планктологов к 1933 г. почти не затрагивали дальневосточных морей, было сделано только несколько станций в Беринговом море ("Челенджер", 1875 г.; "Альбатрос", 1891 г.; Канадская арктическая экспедиция, 1913 г.); японские работы посвящены фитопланктону.

Насущная потребность в проведении планомерных исследований планктона дальневосточных морей была очевидной. Без этого не могли быть

даны характеристики водных масс, решены вопросы продуктивности морей, а также ряд практических проблем рыбного хозяйства.

В те годы важнейшим объектом промысла в Японском море была дальневосточная сардина иваси *Sardinops sagax melanosticta*, добыча которой в 30-х годах промышленностью СССР достигала 1 — 1,5 млн. т, а, если учесть уловы рыбаков Японии и северной Кореи, общий вылов достигал 2 млн. т. Затем подходы сардины в Японском море почти прекратились, и промысел этой рыбы к 1941 г. перестал существовать. Но с 1971 г. вылов сардины у берегов Японии увеличился и в 1976 г. достиг 0,8 млн. т (Моисеев, 1977).

Большое значение для промысла в дальневосточных морях имела и другая планктоноядная рыба — сельдь. Уловы только сахалино-хоккайдского стада сельди достигали в 1943 г. 500 тыс. т.

Осенью 1933 г. автор был направлен во Владивосток, в ДВ ФАН. Необходимо было организовать исследовательскую работу. Ввиду отсутствия помещения в ДВ ФАН директор ТИНРО А. А. Заостровский предоставил нам комнаты в своем здании (Ленинская, 20), где в дальнейшем протекала вся работа лаборатории до 1939 г.

Вместе с заместителем директора ТИНРО ихтиологом А. Г. Кагановским были намечены вопросы, представлявшие наиболее актуальными для работы гидробиологов ДВ ФАН. Была сформулирована тема: "Изучение качественного состава и количественного распределения планктона, в особенности планктона — кормовой базы сардины-иваси". Это направление исследований осуществлялось в течение всего времени работы лаборатории до 1937 г. и благодаря тесному контакту с ихтиологами ТИНРО дало существенные теоретические и практические результаты.

Штат был сформирован в следующем составе: К. А. Бродский — зав. лабораторией (планктонолог); научный сотрудник — планктонолог А. Н. Янковская; лаборант, впоследствии младший научный сотрудник — планктонолог Н. Богдасhevская; лаборант-химик Н. А. Гончар; лаборант П. Г. Потапова и тралмейстер А. М. Кочетова¹. В отдельных рейсах в качестве гидрологов и ихтиологов участвовали также сотрудники ТИНРО П. А. Моисеев, Т. П. Пономаренко, а также студенты Казанского и Ленинградского университетов и Мосрыбвтуза.

Оборудование уже позволяло обеспечить комплекс исследований, включающий работы по гидрологии, гидрохимии, метеорологии и сборы и обработку планктона. Имелись батометры, глубоководные термометры, реактивы и приборы для определения солености, растворенного в воде кислорода, содержания фосфатов, нитритов, нитратов и других элементов и соединений, а также установления рН. Удалось достать необходимые материалы для изготовления применявшихся планктонных сетей трех типов: Джели двух размеров и больших качественных сетей с диаметром входного отверстия от 75 до 100 см.

Серьезно сказывалось отсутствие своего исследовательского судна. Вначале сборы планктона проводили с плохо приспособленных для планктонных работ судов ТИНРО, небольших катеров и весельных лодок. К 1935 г. из

¹ Всегда с большой благодарностью мы будем вспоминать дружную и самоотверженную работу коллектива лаборатории, обеспечившего в трудных условиях наши исследования.

Ленинграда был получен парусно-моторный катер "Планктон" водоизмещением в 23 рег. т. К сожалению, для морских условий Дальнего Востока катер оказался мало пригоден. Мотор быстро перегревался и давал скорость не более 6 узлов. Отсутствовали моторные лебедки для глубоководных работ, не было лаборатории и т. д. Пришлось серьезно переоборудовать катер, причем своими силами. Автомобильный мотор заменили на 50-сильный дизельный, полученный из Управления "Востоксоюзрыба" после доклада там о работе лаборатории. Сделали привод от мотора к якорной лебедке для глубоководных работ, переоборудовали каюту и создали лабораторию в трюме. В "модернизированном" виде катер хорошо послужил для регулярных планктонных исследований. В зимнее время, когда деревянный катер вынимали из воды, сотрудники лаборатории для сбора планктона принимали участие в рейсах ТИНРО на паровых траулерах "Гага", "Топорок" и "Лебедь".

Районы исследования планктона в 1934 — 1937 гг. из года в год расширялись (Бродский, 1941а). В 1934 г. и до весны 1935 г. проводили систематические сборы планктона в районе о-ва Петрова, на котором располагалась биостанция ТИНРО, служившая базой и для нас. Задачей исследований стало выяснение состава и сезонной смены зоопланктона в прибрежной полосе моря, рекогносцировочные работы по изучению питания иваси в этом районе, а также характеристика распределения планктона.

В дальнейшем исследованиями был охвачен весь район континентальной ступени зал. Петра Великого (Бродский, 1935, 1936, 1937; Бродский, Янковская, 1935).

В декабре 1936 г. на траулере удалось сделать несколько разрезов, на которых собрали большой материал до глубины 2000 м, давший представление о глубинном планктоне Японского моря (Бродский, 1941б).

В 1934 и частью в 1935 гг. лаборатория базировалась на биостанции ТИНРО, где проводили исследования по биологии камчатского краба и краба-стригуна И. Г. Закс и Д. Н. Логвинович. Биостанция не располагала надежными плавсредствами.

Отсутствие надежной связи острова с мате ликом сказывалось не только на работе, но и на быте. Несмотря на трудности, все же удалось проследить за сезонной сменой планктона (период наблюдений более года), установить состав и размещение концентраций планктона и найти их связь с дислокацией скоплений иваси.

Во время работы лаборатории на о-ве Петрова его посетил академик С. А. Зернов, кроме того, в этот же период здесь проводила исследования по бентосу зал. Сяухэ экспедиция Зоологического института. Тогда о-в Петрова представлял собой нетронутый уголок Приморья.

Работа на катере "Планктон" шла непрерывно, иногда сутки и более. В очень свежую погоду катер укрывался в какой-либо бухте. Особенно большое впечатление оставила б. Витязь (у м. Гамова). В ее совершенно ненаселенных окрестностях царил абсолютная тишина, единственный дом (бывшего промышленника Янковского) стоял пустым. Все склоны сопки, окружающих бухту, были покрыты густым широколиственным лесом и кустарником.

В 1937 г. были обследованы бухты по восточному берегу Амурского залива, зал. Посьета и района м. Гамова (рейд Паллады, бухты Новгородская, Экспедиции, Сивучья, Калевалы, Миносок, Троицы, Витязь, Славянка, Сиди-

ми, Мелководная, район о-ва Фуругельма и др.). Коллекции планктона 1937 и 1954 — 1965 гг. позволили сравнить фауну зоопланктона, собранного соответственно в наиболее теплый и холодный периоды. Так, в конце августа температура даже во время тайфуна (перемешивание) у Посьета оставалась не ниже 25 — 27°C. В б. Экспедиции в короткое время можно было собрать сотни живых крупных гастропод *Rapana venosa*, численность которых значительно понизилась в послевоенные годы.

В Посьете же проводились наблюдения над поведением живых планктонных организмов с борта шлюпки. Использовали эффект Гиндаля, позволивший видеть микроскопических планктеров в их естественном положении в верхнем слое моря. Видны были не только копеподы и аппендикулярии, но и такие мелкие организмы, как диатомовые *Chaetoceras* (последние — при помощи погруженной в воду белой эмалированной кюветы). В освещенной косыми лучами солнца воде эти диатомовые медленно проносились течением под шлюпкой. Так же вели себя и аппендикулярии и копеподы. Вместо беспорядочного скопления все организмы зоо- и фитопланктона соблюдали определенную дистанцию и распределялись в строгом соответствии с величиной организма.

Основные итоги исследований освещены в статьях и монографиях, здесь же упомянем о тех материалах, которые не могли быть опубликованы. Главной заботой лаборатории стало введение "синоптического" метода исследования планктона, что дало представление о его квазистационарном состоянии. Обработку вели быстрым темпом, и после выполнения разреза через 2 — 3 дня были готовы результаты. Анализ каждой пробы оформляли в виде круговой диаграммы, дающей представление о составе и количественных отношениях компонентов планктона. Сразу же составляли карту распределения планктона на данное время. Карты использовали для прогнозов подхода сардин. Параллельно шла работа по анализу состава пищи сардин.

Таким образом, накопление материала для теоретических разработок шло одновременно с его непосредственным практическим использованием. Исследования, как уже отмечалось, проводили в контакте с ТИНРО. Характер этого контакта виден из заключения о научных материалах, полученных ТИНРО от лаборатории:

1. Серия карт с "изопланктонами", дающими представление о распределении планктона и его биомассы в верхних слоях северо-западной части Японского моря, по месяцам: с августа по ноябрь в 1935 г., в мае и с июня по декабрь в 1936 г. Данные эти получили вскоре после рейса, что было использовано для составления прогнозов хода рыбы.

2. Отчет о вертикальном, горизонтальном распределении и сезонной смене зоопланктона.

3. Данные по питанию сардины.

Значение для рыбной промышленности перечисленных материалов следующее: 1) проведение систематических работ по зоопланктону позволило ввести стандартную методику по взятию зоопланктона на судах разведки и в дальнейшем на наблюдательных пунктах; 2) использование новой методики позволило изучить питание сардины по сезонам; 3) материалы о распределении планктона вместе с океанографическими данными давали возможность ТИНРО уточнять прогнозы хода рыбы; 4) сводные данные о распределении и

сезонных колебаниях планктона были нужны для характеристики миграций и скопления иваси и их закономерностей. Такое заключение было сделано заместителем директора ТИНРО А. Г. Кагановским.

Для оправдания изучения "никому не нужных" веслоногих рачков возникла насущная необходимость пропаганды значения исследований планктона, поэтому, кроме лекций и бесед на промыслах, мной была опубликована серия статей в местной печати (Планктон и морская разведка рыбы // Рыбная индустрия, Владивосток, 1936. 14 ноября; Морской планктон и его хозяйственное значение // Рыбная индустрия. Владивосток, 1936. 2 ноября; Изучение морского планктона // Красное знамя. Владивосток, 1936. 12 июня).

Основные итоги работы лаборатории ДВ ФАН изложены в работах автора (Бродский, 1935, 1941; Бродский, Янковская, 1935, и др.). Ряд рисунков, таблиц и выводов из этих работ были приведены впоследствии в монографиях, учебниках и сводках других авторов (Зенкевич, 1951, 1963; Киселев, 1969, и др.). Обработка более 1500 проб планктона дала представление о составе и распределении планктона северо-западной части Японского моря. Был получен видовой список зоопланктона и дана экологическая характеристика планктеров с оценкой их распределения в зависимости от температуры воды, солености, удаленности от берега и других особенностей мест обитания. Выделены группы тепловодных и холодноводных видов, а также неритических и океанических планктеров. Изучение вертикального распределения планктона выявило наличие двух "планктонных скачков": резкое уменьшение биомассы планктона в слоях 75 — 100 и 800 — 1000 м. Наиболее богатым оказался слой 0 — 50 м. Отношение биомассы планктона этого слоя к таковой нижележащего (50 — 200 м) было более чем 3:1 (по данным японских планктонологов, наибольшее количество планктона в Японском море сосредоточено в поверхностном слое воды до глубины 50 м, и это количество планктона в 8 раз больше, чем в слое 50 — 100 м, и в 16,5 раза больше, чем в слое 100 — 200 м).

Глубоководные ловы планктона, выполненные лабораторией до 3000 м, полностью подтвердили установленное еще К. М. Дерюгиным (1933) отсутствие абиссального планктона в Японском море, который замещается массой особей батипелагических видов *Calanus cristatus*, *C. plumchrus* с сезонными миграциями до 2000 — 3000 м (Бродский, 1938а,б). В результате этого в Японском море иной характер циркуляции планктона, чем в морях с абиссальным планктоном.

Для анализа и изображения суточных вертикальных миграций был применен оригинальный метод (Бродский, 1941а; Киселев, 1969), который позволил установить следующее. Общая черта вертикальных суточных миграций планктеров для преобладающего числа массовых видов (кроме батипелагических) — малая амплитуда, ограничивающаяся слоем в 50 м. Максимальная масса планктона в слое 0 — 25 м приходится на 16 — 22 ч. С 22 ч начинается уменьшение количества планктона в этом слое. Для слоя 25 — 50 м максимальная биомасса приходится на 0 — 6 ч.

При изучении сезонной динамики планктона было обнаружено два максимума: в мае и в ноябре. Майский пик обусловлен массой особей *C. plumchrus* в верхних слоях воды. Биомасса в это время превышает $4 \text{ г} \cdot \text{м}^{-3}$. Ноябрьский пик образуется за счет развития фитопланктона. Имеется еще и третий пик — в августе, зависящий от массового развития мелких тепловод-

ных видов копепод, что представляет собой специфическую особенность северо-западной части Японского моря, где в теплое время года эти виды при небольшой разовой биомассе дают большую продукцию. Подход к поверхности батипелагических видов копепод создает богатую кормовую базу для сельди и сардины в период первых подходов к берегам Приморья.

Основные выводы, полученные лабораторией в результате изучения планктона Японского моря, в частности схемы суточных вертикальных миграций и сезонной смены планктона, сохранили свое принципиальное значение и до сих пор (Мещерякова, 1960; Кун, 1975).

Однако сравнение сборов из зал. Посъета, сделанных в 1937 г., а затем в 1962 и 1965 гг. (Кос, 1969), показало существенные различия не только для бентоса, но и для планктона. В 1935 — 1937 гг. в летнее время *Paracalanus parvus* был массовым видом, образующим густые скопления, а в 1962 г. в заливе он полностью исчез из планктона. Массовыми видами зоопланктона зал. Посъета в 1937 г. были субтропические и тропические виды *Labidocera pavo*, *Acartia pacifica* и др. Среди кладоцер в массе встречались *Evadne tergestina*, *Penilia avirostris*. В последующем часть этих видов полностью исчезла, а другие встречались единично. Весь облик планктонных проб в 1937 г. был тропический (ярко-синего цвета), а впоследствии планктон приобрел окраску, типичную для умеренных широт.

Исследования по питанию сардины в северо-западной части Японского моря показали, что летом основная пища сардин — зоопланктон, именно копеподы *Pseudocalanus elongatus*, *Paracalanus parvus*, *Oithona similis*. Фитопланктон — объект вынужденного питания и случайно попадает в кишечник при заглатывании копепод, которые специально отбираются сардинами из планктона (Бродский, 1935, 1936, 1937; Бродский, Янковская, 1935). Обнаружение же в кишечниках сардин створок диатомей обусловлено еще и тем, что кремневые створки не перевариваются и могут аккумулироваться в кишечнике.

С конца 1937 г., в связи с переездом автора в Ленинград, обработка суточных планктонных станций во Владивостоке была продолжена Н. И. Богдасhevской. В 1939 г. произошла реорганизация, а затем и ликвидация ДВ ФАН, и лаборатория перестала существовать. К этому времени планктонные исследования были развернуты в ТИНРО А. П. Кусморской. Возглавляемая ею, а затем М. С. Кун лаборатория продолжала изучение распределения и сезонной смены планктона в дальневосточных морях, а также питания сельди, скумбрии и сайры.

В Ленинграде работа автора по планктону дальневосточных морей была сконцентрирована на характеристике видового состава каланоид, имеющих первостепенное значение в общей экономике моря как объекта питания рыб. В монографии (Бродский, 1948) для всех дальневосточных морей было описано 48 видов и даны сведения по экологии, распространению и значению каждого вида в питании рыб. В ней также подчеркивалась специфичность фауны копепод Дальнего Востока.

Следующим этапом в познании планктона морей Дальнего Востока была экспедиция 1946 г. Арктического института на ледоколе "Северный полюс", в которой автор принял участие как начальник биологического отряда. Маршрут ее пролегал через северо-западную часть Тихого океана, Берингово, Чу-

котское и Восточно-Сибирское моря. Как это ни странно, именно "Высокоширотная" экспедиция имела решающее значение для познания состава и вертикального распределения планктона северо-западной части Тихого океана. Главную роль сыграла одна станция (ст. 1, 25 VII.1946 г., в 90 милях к северо-западу от южной оконечности Камчатки), где была взята серия вертикальных ловов планктона и сделан один лов с глубины 4000 м. Этот лов, сделанный большой планктонной сетью с максимальной для того времени глубины, дал обильный материал, в котором представлены почти 85% всех видов копепод северной части Тихого океана (Бродский, 1950, 1952а,б). Как показали последующие работы, очень немного видов добавлено к списку обнаруженных в этой уникальной пробе (в дальнейшем были обработаны пробы и установлен видовой состав с описанием новых видов и родов с глубины 8500 м — Бродский, 1955а).

Описание всех известных к тому времени видов каланоид дальневосточных морей, северной части Тихого океана и Арктического бассейна с его морями (288 видов, из них 77 новых, 74 рода, 4 новых подсемейств и 12 семейств) опубликовано в серии определителей Зоологического института (Бродский, 1950). Работа эта в 1967 г. была издана на английском языке, часть ее переведена и на японский язык. В книге подчеркивался видовой эндемизм фауны каланоид северной части Тихого океана, что позволило решительно возражать против отождествления видов из северной Атлантики и северной Пацифики и в особенности против распространенной точки зрения о космополитизме морских каланоид.

С 1949 г. в северной части Тихого океана и дальневосточных морях начались интенсивные экспедиционные исследования планктона и бентоса, проводимые Институтом океанологии АН СССР на научно-исследовательском судне "Витязь".

В результате участия в рейсе "Витязя" в 1950 г. в Беринговом море автору удалось провести обработку планктонных проб уже во время экспедиции и дать районирование пелагиали Берингова моря по копеподам. Другой участник экспедиции планктонолог М. Е. Виноградов изучал вертикальные миграции планктона и распределение его биомассы.

Интересные новые данные по составу и распределению планктона прикурильских вод и северной части Тихого океана получены во время совместной экспедиции по изучению китообразных ИОАН и ТИНРО в 1953 г. Судно экспедиции — средний рыболовный траулер СРТ-662, на котором проводили исследования планктона, сделало двукратную съемку акватории от Курильских островов на юг до 34° с. ш.

Маломерное судно (280 т водоизмещения) в открытом океане испытывало сильную качку. Все же удалось получить картину поширотной зональности планктона от Курил до 34° с. ш., связанной с положением Ойясио и северной фронтальной зоной Куроисио. Зоны различались даже по смене цвета осадка планктона, от красного и розового — от обилия *C. plumchrus* и *C. cristatus*, до голубого и ярко-синего от обилия тропических Pontellidae (Бродский, 1955а, 1962). В этом же году в районе работ СРТ-662 проходило НИС "Витязь", но в отличие от первого судна сделало лишь косой разрез через акваторию, подробно исследованную СРТ-662 (Богоров, Виноградов, 1955).

Экспедицией Зоологического института и ТИНРО в 1947 — 1949 гг. детально обследован Курило-Сахалинский район. Обработка сборов планктона позволила дать горизонтальное распределение видов зоопланктона, их вертикальное положение и распределение копепод, используемых в пищу сельдью. Эти данные сопоставлены с миграциями сельди Сахалино-Хоккайдского стада. В "Атласе" (Бродский, 1955а) применен оригинальный метод изображения группировок, а для каждого массового вида копепод составлены карты изопланкт (линии равных количеств на 1 м^3). Таким образом, еще для одного района дальневосточных морей дана характеристика планктона (Бродский, 1955б; 1959).

Как итог исследований планктона Дальнего Востока написана монография по биогеографическому районированию северной части Тихого океана (Бродский, 1957). В ней, в частности, предположен иной, чем данный нами в "Атласе", метод построения группировок копепод, а именно: при учете всех видов каланоид данного района, их частоты встречаемости строится группировка, где каждый вид занимает свое иерархическое место по отношению к другим видам. На этой основе дается "структура группировки", показывающая число видов по классам частоты встречаемости (в %: 100 — 75; 75 — 50; 50 — 25 и < 25), отмечаются массовые виды и дается их оценка в процентах ко всему числу видов (на 1 м^3). Так было установлено ядро дальневосточной фауны каланоид из 8 видов, 6 из них местные автохтонные (*Calanus cristatus*, *C. plumchrus*, *Eucalanus bungii*, *Pareuchaeta japonica*, *Metridia pacifica* и *Scolecithricella minor v. orientalis*).

На основе карты распределения группировок сделано зоогеографическое районирование пелагиали дальневосточных морей и прилегающей части Тихого океана. Схема эта (см.: Бродский, 1956а,б), как мы полагаем, выдержала испытание временем (см.: Кун, 1975). Нельзя не отметить, что наша схема, построенная на точном определении видов, хотя и одной группы (важнейшей) пелагических организмов, что представляется обязательным условием надежности биогеографического районирования (Бродский, 1956в), значительно отличается от схемы районирования пелагиали океанов (Беклемишев и др., 1977), при построении которой автор, не будучи систематиком, использовал только литературные данные, и в которой смешаны экология, гидрология и биогеография. В последней схеме игнорируется различие фаун Арктического бассейна и дальневосточных морей и дается единая Арктобореальная область. Анализ каланоид, сделанный нами, позволил не только отделить Арктическую биогеографическую область от Бореальной, но и разделить последнюю на собственно Бореальную (северная Атлантика) и северную умеренную тихоокеанскую область. Анализ видового состава каланоид позволил дать также районирование пелагиали Мирового океана (Бродский, 1953, 1960, 1964).

Литература

- Беклемишев К. В., Парин Н. В., Семина Г. И. 1977. Пелагиаль // Биология Тихого океана. М.: Наука. Т. 1. С. 219 — 261.
- Богоров В. Г., Виноградов М. Е. 1955. Основные черты распределения зоопланктона в северо-западной части Тихого океана // Тр. ИО АН СССР. Т. 18. С. 113 — 123.