

## Шантары стали ближе

Океанологические исследования на северо-западном шельфе Охотского моря

Проведена комплексная океанографическая экспедиция на НИС «Профессор Гагаринский», рейс 71, в период с 1 июля по 12 августа 2016 года на северо-западном шельфе Охотского моря. В результате экспедиции получены новые данные о продукции органического вещества и биогеохимических процессах в прибрежных и эстуарных экосистемах этого региона.

Мы встретились с руководителем экспедиции заведующим лабораторией гидрохимии Тихоокеанского океанологического института ДВО РАН доктором химических наук Павлом Яковлевичем ТИЩЕНКО и беседуем о прошедшей экспедиции.

– Павел Яковлевич, почему был выбран именно этот географический район? Какие цели и задачи ставились перед экспедицией?

– Она проводилась с целью получения новых комплексных океанографических данных для высокопродуктивного района на северо-западном шельфе Охотского моря. Планировалась экспедиция ещё в 2014 году совместно с Тихоокеанским институтом географии ДВО РАН и с Шанхайским университетом, но началась реформа РАН, и экспедиция сорвалась. Но в плане она осталась. И вот в нынешнем году мы получили финансирование и разрешение от Минобрнауки на её проведение. План-программа, утверждённая на учёном совете ТОИ, предусматривала проведение совместно с Тихоокеанским институтом географии комплексных гидрологических, гидрохимических и биогеохимических исследований в северо-

западной части шельфа Охотского моря, включая северную часть Татарского пролива. Идеологом этой экспедиции был не только я, но и Владимир Маркович Шулькин – доктор геолого-минералогических наук, его прежде всего интересовало поведение микроэлементов в реках и их эстуариях (эстуарии это районы смешения морских и речных вод), и доктор биологических наук Владимир Васильевич Мельников, изучающий распределение китов, их миграцию и места обитания. Он давно предлагал организовать такую экспедицию, потому что северо-восток острова Сахалин и район Шантарских островов – это место, куда приходят серые и полярные киты на кормёжку.

Почему заинтересовались именно этим районом? До этого мы довольно хорошо изучили шельф Японского моря. Более десяти лет нами исследовался залив Петра Великого, в котором образуются области сезонной гипоксии и аноксии. Это чрезвычайно продуктивный район в сравнении с открытыми морями и океанами. И высокая продуктивность фитопланктона здесь идёт не во благо экосистеме залива. Высокая первичная про-

дукция во многом обусловлена тем, что сюда впадают две крупные реки Раздольная и Туманная. Обе они эвтрофированы (то есть, это означает, что в них находятся высокие концентрации биогенных веществ). Эти вещества, попадая в залив, вызывают мощное цветение фитопланктона, в результате чего фитопланктон падает на дно, зоопланктон не успевает его переработать и тот начинает разлагаться на дне, поглощая кислород, в итоге возникает гипоксия и даже аноксия. Кстати, аноксия была нами обнаружена совместно с Институтом биологии моря и московским институтом океанологии в морском заповеднике, в районе острова Фуругельма. И в то же время мы знаем, что существуют высокопродуктивные эстуарные бассейны, реки которых не испытывают антропогенного стресса. Более того, в местах, прилегающих к впадению таких рек, не образуются области гипоксии или аноксии, эти акватории являются местами нагула китов, пищей которых является фитопланктон, зоопланктон (полярный кит) или зоопланктон, зообентос (серый кит), что говорит о высокой продукции органического ве-



щества в этих районах. Ведь чтобы накормить одного кита, надо как минимум пятьсот килограммов планктона в день.

Встают вопросы: почему в одном районе с высокой продукцией всё плохо, а в другом – благополучно? Понятно, что природа формирования «мёртвых» зон в заливе Петра Великого обусловлена впадением в него эвтрофированных рек. А за счёт чего на севере шельфа Охотского моря, где питаются гренландские и серые киты, такая высокая продуктивность, ведь там очень низкая человеческая деятельность? Почему и как высокая продукция обеспечивается природой? Это глобальная задача. Чтобы найти ответ, для этого

нужно было провести комплексные гидрологические, гидрохимические и геохимические наблюдения на северо-восточном склоне о. Сахалин, в эстуариях рек Амур, Усалгин, Ульбан, Тугур, Уда, в прилегающей акватории р. Амур – Татарском проливе и эстуарии реки Тумнин.

– Этот регион был ранее исследован океанологами по заданной тематике?

– Исследования были. В советское время Юрий Иванович Сорокин изучал первичную (это фитопланктон) и отчасти вторичную (зоопланктон, зообентос) продукцию на шельфе острова

(Продолжение на с.3)

Участники комплексной океанографической экспедиции, 71 рейс



# Шантары стали ближе

## Океанологические исследования на северо-западном шельфе Охотского моря

(Начало на с. 1)

Сахалин. Многочисленные исследования зообентоса проводил Институт биологии моря ДВО РАН. Первичная же продукция изучалась в гораздо меньшей степени. Что касается Шантарских островов (района нагула полярных китов), то там ранее исследовались концентрации зоопланктона нашими учёными, такими, как Владимир Васильевич Мельников, Константин Анатольевич Рогачёв. Ну, а относительно первичной продукции и механизмов её формирования для этого района сведений очень мало. И совсем отсутствуют гидрохимические данные о продукционных характеристиках этого района.

**— То есть вы здесь стали пионерами и результаты лабораторных исследований, возможно, принесут вам открытие?**

— Я не люблю это слово «открытие», скажем так — «ещё один шаг в науку». Ещё один такой «шаг» принесло исследование и течения реки Амур.

Вот посмотрите на схему распределения температуры воды, этот показатель указывает на очень многое. Сравнительно высокие температуры поверхностных вод характерны для Амура и для Амурского лимана. Распределение тёплых вод на север, северо-восток указывает на доминирующее направление распространения амурских вод. Распределение солёности поверхностных вод также подтверждает общепринятый тезис, что воды реки Амур в летний сезон распространяются на север, северо-восток, обтекают мыс Елизаветы и вдоль восточного побережья Сахалина направляются на юг, где смешиваются с охотоморскими водами в районе Пильтунской лагуны. Существование распреснённых поверхностных вод вдоль западного побережья о. Сахалин в северной части Татарского пролива указывает на возможность поступления части трансформированных вод Амура на юг, в Татарский пролив. Эта возможность будет проверена нами по результатам изотопного анализа вод реки Амур, Сахалинского залива и Татарского пролива.

То есть, о том, что река Амур идёт на север, о том, что она поворачивает и идёт вдоль северной части острова Сахалин, заворачивает за мыс Елизаветы и потом идёт на юг — об этом были разрозненные сведения. Но вот такая подробная съёмка сделана впервые, сделана нами, она показывает распространение амурских вод и то, что именно при встрече охотоморских вод здесь происходит апвеллинг (процесс, при котором глубинные воды океана поднимаются к поверхности), а здесь создаются очень специфические усло-

вия для цветения фитопланктона и поэтому в этом месте очень высокая продукция.

Наши данные говорят о том, что высокая продукция обусловлена двумя процессами: это апвеллинг и амурской водой. Сочетание этих двух факторов создаёт хорошие условия для первичного продуцирования органического вещества (фитопланктона). Именно здесь мы обнаружили высокие концентрации хлорофилла. Такую картину ждали все, но чтобы получить её, был затрачен большой труд. Нужно было сделать много станций, нужна была удача, ведь здесь, как правило, плохая погода. И когда мы хотели пройти за мыс Елизаветы, чтобы поставить последнюю станцию, разыгрался шторм. Капитан Эдуард Александрович Гавайлер вначале отказался идти «из-за одной точки», но поняв нас, и то, что из-за этой точки мы не сможем узнать, есть ли там амурская вода, а значит, результаты всей схемы будут неубедительными, согласился, несмотря на непогоду и ночь.

**— Павел Яковлевич, накануне директор вашего института Вячеслав Борисович Лобанов сказал, что экспедиция была уникальной. Это видно даже по тому, как вы доказательно подтвердили ход течения реки Амур. Как складывался рейс, какие трудности и неожиданности подстерегали вас на пути, и удалось ли выполнить всё то, что было намечено?**

— Исследуемый в экспедиции северо-западный шельф Охотского моря можно разделить на две эстуарные экосистемы: первая — эстуарий р. Амур — Амурский лиман с прилегающими акваториями, северо-восточный шельф о. Сахалин, Сахалинский залив, Татарский пролив и вторая — эстуарии рек Шантарского архипелага, с прилегающими акваториями — залив Николая, Ульяновский залив, Удский залив, куда впадают реки Сыран, Тором, Уда, Ульянов, Усалгин. Для того чтобы работать в эстуариях этих рек, мы брали с собой надувную моторную лодку, снабжённую навигационным оборудованием.

Несмотря на календарное лето, в районе плавания было довольно-таки прохладно. Шантарский регион считается местным центром холода Охотского моря. Посмотрите на фотографии, как мы тепло одеты: в куртках, шапках... А когда в ночь с 18 на 19 июля мы вошли в Тугурский залив, то встретили полосу дрейфующего льда, которую НИС «Профессор Гагаринский» не смог преодолеть. Поэтому южная часть залива и эстуарий р. Тугур нами не исследованы. Тогда мы поехали в эстуарии рек Тором и Сыран.

В результате мы изучили эстуарии семи рек: Амур, Сыран, Тором, Тумнин, Уда, Ульянов,

Усалгин. И если эстуарии Амура хорошо исследованы, а Тумнин лишь отчасти, то пять рек: Сыран, Усалгин, Ульянов, Тором и Уда вообще никогда не изучались. Было сложно. У нас были и эхолот, и GPS, но мы не знали русел рек, так как ни разу там не были. Идём, грубо говоря, по компасу в устье реки, а в это время начинается отлив. Чувствуем, что сейчас сядем на осушку, на мель то есть. И тогда нас трижды спасал Владимир Маркович Шулькин. Он выходил из лодки, благо был в гидрокостюме, он аквалангист, и ташил нас на буксире к основному руслу, ориентируясь на белух, которые резвились в наиболее глубокой части рек. Внезапно нас могли застать высокие волны, но благодаря моему заместителю по экспедиции, молодому научному сотруднику Павлу Семкину, он же капитан нашей лодки, его умелому вождению, нам удавалось избегать неприятностей. Ну, а в целом погода нас баловала, шторм был всего раза два-три, поэтому так много сделали. В реках, помимо обычных гидрологических и гидрохимических наблюдений, только на микроэлементный состав и макрокомпоненты было отобрано более ста проб. Это очень важно, так как я ещё раз повторюсь, эти реки никем ещё не изучались. Это будут совершенно новые сведения, и в этом смысле наши работы были пионерскими.

Важной особенностью гидрологического режима исследуемых акваторий являются приливные течения. В районе Шантарских островов и в Татарском проливе приливы полусуточные. Однако их высота составляет от трёх до шести метров в районе Шантарских островов и полметра в устье реки Тумнин. Приливные течения существенно изменяют гидрологическую структуру эстуариев рек. Это можно легко увидеть из сравнения термохалинных разрезов для эстуариев рек Сыран и Тумнин. В случае эстуария Сыран между речными и морскими водами наблюдается резкий фронт как по солёности, так и по температуре, что является результатом приливного перемешивания. Для эстуария реки Тумнин ясным образом наблюдается двухслойная структура с резким халоклином и термоклинном, что обусловлено небольшим приливным перемешиванием. Особенность — высокие концентрации фосфора. Вообще в реках всегда лимитирующим фактором для первичной продукции органического вещества является не азот, как в море, а фосфор. Здесь была обнаружена чрезвычайно высокая концентрация фосфора. В эвтрофированной реке Раздольной, например, его концентрация на уровне одного микромоля, а здесь в 4–5 раз больше. Это говорит о том, что источником его является рыба (все исследуемые реки — нерестовые).

Подводя итог, можно сказать, что рейс был сложным. Прежде всего потому, что район Шантарских островов — это труднодоступная территория. Здесь навигация длится 2–3 месяца. И хотя мы знали, что встретим льды, всё же надеялись, что в июле их уже не будет. Но, увы... Рейс отличался продолжительностью — сорок трое суток каботажного плавания без заходов в порт и в условиях практического отсутствия сотовой связи. Но и был продуктивным. Мы сделали большой объём работ: выполнили 360 гидролого-гидрохимических станций, 169 гидробиологических станций (фитопланктон и зоопланктон), 76 гидроби-



ологических станций на зообентос и 116 геохимических станций, в которых нами будут определяться видовой состав диатомей, их содержание, а также концентрация органического углерода. И ещё нами отобрана геологическая трубка в Амурском лимане, по результатам этой трубки установлен очень интенсивный процесс сульфатредукции в верхнем слое осадков Амурского лимана.

В рейсе, помимо зондирования водной толщи на такие параметры как давление, температура, электропроводность, кислород, мутность, содержание хлорофилла, окрашенного органического вещества и фотосинтетически активной радиации, нами анализировались пробы на кислород, биогенные вещества (аммоний, нитриты, нитраты, фосфаты, силикаты), pH, щёлочность. В рейсе фильтровались пробы воды на хлорофилл, взвешенные формы углерода, микроэлементов. Отбирались пробы воды на общий азот, общий фосфор, изотопы <sup>18</sup>O/D, солёность, гумусовое вещество, растворённый органический углерод, содержание микроэлементов (Fe, Mn, Zn, Cu, Cd, Ni, Pb). Отбирались пробы грунта. Этот материал анализируется в восьми береговых лабораториях нашего института, ТИГ ДВО РАН, ИБМ ДВО РАН.

Во время движения судна и на станциях при нахождении судна в дрейфе проводили геолого-геофизические работы — по маршруту движения судна велось непрерывное акустическое зондирование морского дна (эхолотное), на станциях проводился отбор проб донных осадков дночерпателем. Выполнено около 3050 погонных миль эхолотного промера на полигонах в заливах Сахалинском, Академии, Шантарском море и в Удской губе и 500 миль попутного промера во время переходов. Геологическое опробование сделано в 272-х точках. Отобраны пробы поверхностных донных осадков для последующего анализа.

**— Расскажите, пожалуйста, о составе экспедиции.**

— Это семнадцать человек научного состава: пятнадцать из нашего института и двое из Тихоокеанского института географии ДВО РАН. Были сформированы четыре отряда: гидрологический (начальник отряда Василий Александрович Баннов); гидрохимический (начальник отряда Пётр Тищенко), гидробиологический отряд (начальник отряда Владимир Васильевич Мельников) и геохимический отряд возглавлял Сергей Григорьевич Сагалаев. В экспедиции приняли участие шесть молодых специалистов и студент ДВФУ. Надо отметить согласованную деятельность экипажа судна, их товарищескую помощь и поддержку, особенно капитана НИС

«Профессор Гагаринский» — Эдуарда Александровича Гавайлера.

Мы проводили широкомасштабные гидрологические, гидрохимические, гидробиологические и геохимические исследования, чтобы ликвидировать отсутствие фактического материала для высокопродуктивного района северо-западного шельфа Охотского моря и одновременно проводили наблюдения за животными, птицами. Владимир Васильевич Мельников много фотографировал, он снял хороший добрый фильм о животном мире Шантар.

**— Судя по всему, у вас осталась удовлетворённость от выполненной работы в рейсе, от открытия вами нового для себя дальневосточного региона.**

— Экспедиция оказалась плодотворной. Получены новые данные в тех районах, которые являются необычными для нас, мы ещё не работали в таких местах с такими сильными приливными течениями, такой высокой продукцией, как район Шантарских островов. Меня спрашивают: «Вы изучили шельф Японского моря и обнаружили гипоксию в районе высокой продукции, а сейчас шельф Охотского моря тоже с высокой продукцией, а там нет гипоксии, почему?»

Главная причина, почему нет гипоксии на шельфе Охотского моря — это сильные приливные течения, которые перемешивают воду (высокое вертикальное перемешивание) и которых нет на шельфе залива Петра Великого. Здесь получается гармония: высокая продукция фитопланктона приводит к высокой продукции зоопланктона, которые составляют кормовую базу млекопитающим животным — китам.

Научная составляющая экспедиции тесно связана с другой — простым визуальным наблюдением нового района России. Это тоже очень важно: члены экспедиции имели возможность пополнить свои знания о флоре и фауне родной страны, насладиться открывающимися видами, и даже полюбить этот край. Здесь очень интересные реки. И край очень необычный. И я очень рад, что наше правительство в декабре 2013 года объявило несколько островов Шантарского архипелага заповедными. Я был во многих местах, в тропиках. Например, красота на Гавайях яркая, броская, так и лезет в глаза, а это красота нежная, хрупкая. Её надо уметь разглядеть. Красоту эту легко разрушить, если туда внедриться с техникой и алчностью современного мира. Я очень надеюсь, что этого не произойдёт и в будущем район Шантар станет всё заповедным, а человеку останется только любоваться им и изучать.

Людмила ЮРЧУК

Фото Владимира МЕЛЬНИКОВА

