



В. Г. Ажажа, О. А. Соколов

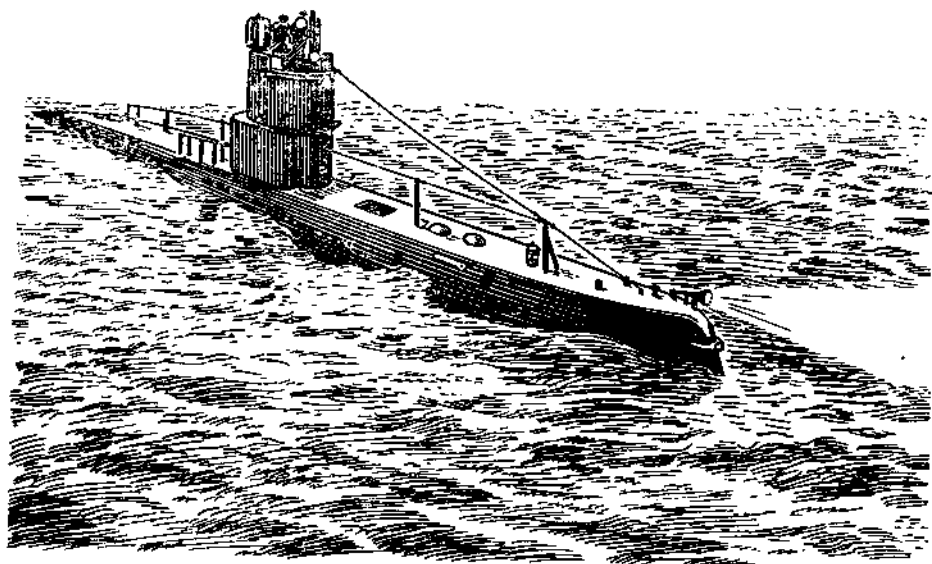
ПОДВОДНАЯ ЛОДКА В НАУЧНОМ ПОИСКЕ



АКАДЕМИЯ НАУК СССР

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ СЕРИЯ

- ПЕРЕКОВАННЫЙ МЕЧ
- ВИДИМОСТЬ ПОД ВОДОЙ
- РЫБИМИ ТРОПАМИ



*В. Т. Ажажа,
О. А. Соколов*

Подводная лодка в научном поиске

(Семь рейсов «Северянки»)



ИЗДАТЕЛЬСТВО
«НАУКА»
МОСКВА 1966

В декабре 1958 г. земной шар облетела весть — начала свои плавания научно-исследовательская подводная лодка «Северянка». Впервые в мире советский подводный корабль стал служить исключительно целям науки.

Минуло восемь лет. Уникальная субмарина совершила девять экспедиций в Северную Атлантику и Баренцево море, прошла около 20 000 миль, находясь в океане более полгода...

Книга эта и рассказывает о новом методе изучения Мирового океана. Читатель узнает о задачах подводных наблюдений, познакомится с устройством и аппаратурой «Северянки». Много страниц отведено описанию плаваний лодки и интересным открытиям, сделанным учеными в этих экспедициях. Книга рассчитана на широкий круг читателей, главным образом — научных работников, студентов, а также на всех, кто интересуется жизнью морей и океанов.

Перекованный меч

Первая научно-исследовательская

В течение десятилетий грозные подводные лодки бороздят глубины океана. Сколько жизней унесли они в мир безмолвия! Летопись подводного мореплавания хранит множество примеров стойкости и беспредельной отваги подводников, их дерзких атак и удивительных походов, совершенных под военно-морскими флагами. Но сравнительно недавно произошло событие, открывшее новую страницу в истории подводного флота.

14 декабря 1958 г. вышла в свой первый экспедиционный рейс советская научно-исследовательская подводная лодка «Северянка», входившая ранее в состав Северного флота. Переданная Всесоюзному научно-исследовательскому институту морского рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО) уникальная субмарина к настоящему времени совершила несколько экспедиционных рейсов, оставила за кормой около 20 000 миль, провела в Северной Атлантике и Баренцевом море свыше семи месяцев. Лодка вторгалась в косяки сельди, ложилась на грунт среди тресковых «пастищ», шла рядом с тралом, и ученые различных специальностей имели возможность сквозь стекла трех иллюминаторов наблюдать неведомое.

Сейчас, когда закончен первый этап исследований, уместно спросить: каковы итоги смелого эксперимента с «демобилизованным» подводным кораблем?

Идея использования подводной лодки для целей науки не нова. Она неоднократно высказывалась учеными

различных стран. Но ее осуществление требовало больших средств, не гарантируя их быстрого возврата. Поэтому подводная научная лаборатория продолжала оставаться мечтой.

Несмотря на многолетнюю историю военного подводного флота, ни одна страна не приступала к строительству мирных подводных лодок. Сразу начинать конструировать «научную лодку», не имея для этого какого-либо опыта, вряд ли было бы разумным. Габариты судна и количество помещений, размер иллюминаторов и род подводных прожекторов, перечень необходимых приборов и порядок их использования — это еще далеко не все неизвестные, которые пришлось бы решать ученым и конструкторам при создании новой лодки. Разработка этих вопросов могла бы затянуться на десятки лет.

Оставалось одно — реконструировать современную боевую подводную лодку и превратить ее в научную лабораторию. Ученый совет ВНИРО на одном из своих заседаний одобрил это предложение.

А потом началось то, с чего начинается любое большое дело, — организационная деятельность. Написав убедительную докладную, с заместителем директора ВНИРО отправляемся в Министерство рыбной промышленности. Получаем задание подсчитать примерную стоимость переоборудования. На бумагу легли первые цифры. Затем Министерство в письме главному командованию Военно-Морского Флота изложило просьбу о передаче нам лодки. Ответ был положительным, но высказывалось опасение — точны ли расчеты, не утопит ли лодка после переделки.

И вот наступил знаменательный день — 20 апреля 1957 г. было принято решение о передаче современной боевой подводной лодки институту.

В документе, который называется техническим заданием, наш институт должен был изложить свои требования к конструкторам: какой должна стать лодка в результате переоборудования. Лаборатория гидроакустических приборов предложила установить дополнительный эхолот с вибраторами, обращенными кверху, геологи моря потребовали устройство для того, чтобы брать пробы грунта, а специалисты по технике лова — подводный телевизор. (рис. 1).

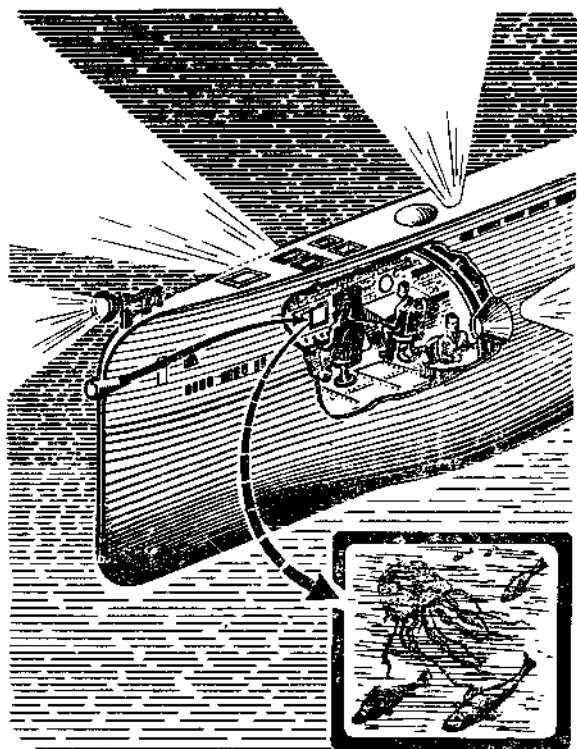


Рис. 1. Первоначальный эскиз размещения иллюминаторов, светильников и подводного телевизора на «Северянке»

Наконец техническое задание, неоднократно обсужденное и согласованное, передано в конструкторское бюро. За время разработки проекта переоборудования институт должен был своими силами создать ряд оригинальных приборов для первого в мире подводного научного судна. С этой целью во ВНИРО была организована лаборатория технических средств подводных исследований.

Перед нами стояла задача подготовить к эксплуатации фотометр, термосолемер и подводный телевизор. Фотометр должен показывать, на какую глубину и в каком количестве проникает под воду дневной свет. Осве-

щенность имеет большое значение для жизни рыб и сильно влияет на их поведение.

Второй прибор — термосолемер — предназначался для измерения температуры и солености морской воды. Температура оказывает большое влияние на распределение рыбы в море. Атлантическая сельдь, например, чутко реагирует на такое незначительное изменение температуры, как полградуса. Зачастую опытные рыбаки только по замерам температуры воды могут сказать, стоит ли в данном месте ожидать рыбу.

Важным показателем, по которому можно судить о поведении и местонахождении обитателей моря, служит и соленость. Обычные приемы определения солености и температуры в море трудоемки и отнимают много времени. Чтобы установить распределение солености и температуры воды до глубины хотя бы 100 м, приходится стопорить машины и ложиться в дрейф. В непокойную погоду (она в северных морях преобладает) такие наблюдения затруднены, а в штормовую — невыполнимы. Кроме того, этими приемами определять соленость и температуру можно лишь с надводного судна; и нашей задачей было создать прибор, который позволял бы производить с высокой точностью несколько замеров температуры и солености в минуту с подводной лодки без остановки ее движения. Это было не просто. Но больше всего хлопот доставил нам подводный телевизор.

Подводное телевидение еще только начинает развиваться, и мы, не имея выбора, вынуждены были остановиться на далекой от совершенства модели аппарата, разработанной Институтом океанологии Академии наук СССР. Сложность заключалась в том, что эта установка предназначалась для надводного судна, а для монтажа на подводной лодке требовала капитальной переделки.

Возникли у нас и другие заботы, в частности — контроль за реконструкцией лодки. Проект ее переделки конструкторское бюро подготовило в срок. Заводы, расположенные в различных концах страны, заканчивали изготовление иллюминаторов, подводных прожекторов, устройства для взятия проб грунта. Около четырех месяцев мы провели на заводе, где переделывалась лодка. Всего заранее предусмотреть не удалось, а время не ждало, и пришлось прямо на месте вносить изменения

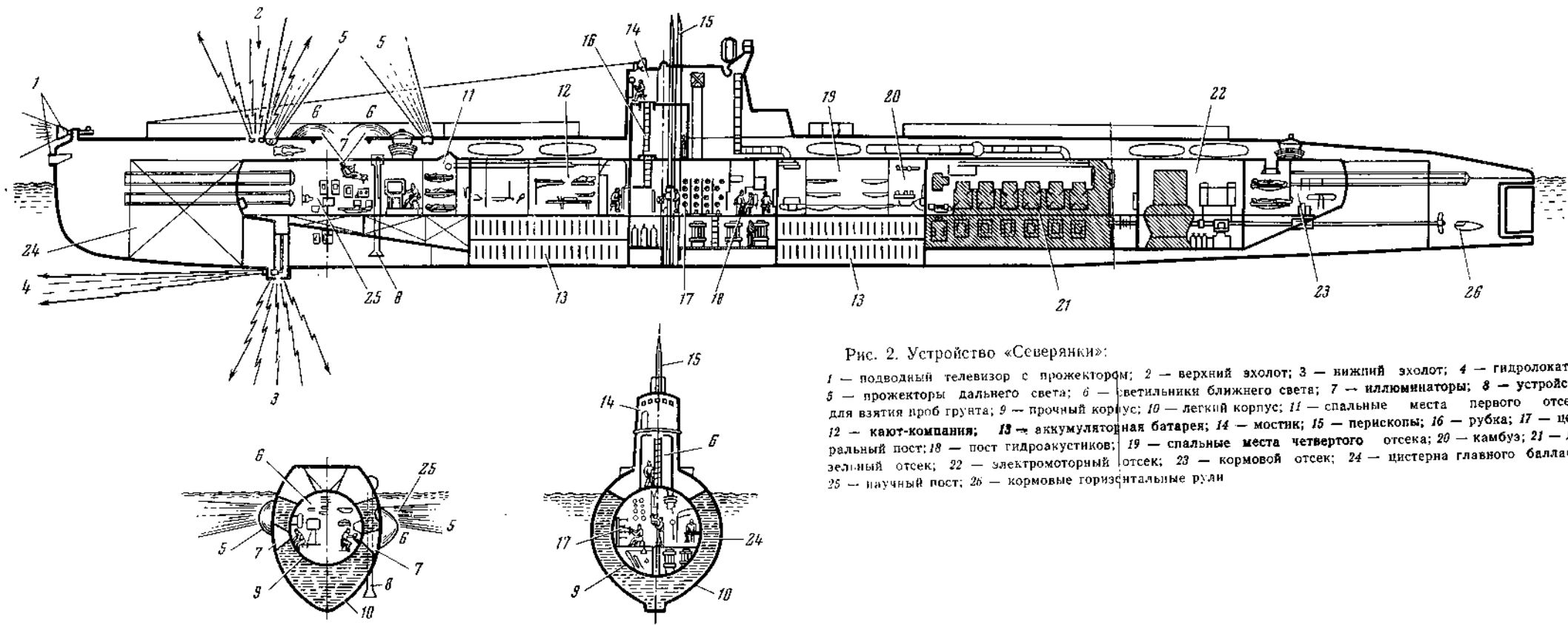


Рис. 2. Устройство «Северянки»:

1 — подводный телевизор с прожектором; 2 — верхний эхолот; 3 — нижний эхолот; 4 — гидролокатор; 5 — прожекторы дальнего света; 6 — светильники ближнего света; 7 — иллюминаторы; 8 — устройство для взятия проб грунта; 9 — прочный корпус; 10 — легкий корпус; 11 — спальные места первого отсека; 12 — кают-компания; 13 — аккумуляторная батарея; 14 — мостик; 15 — перископы; 16 — рубка; 17 — центральный пост; 18 — пост гидроакустиков; 19 — спальные места четвертого отсека; 20 — камбуз; 21 — дизельный отсек; 22 — электромоторный отсек; 23 — кормовой отсек; 24 — цистерна главного балласта; 25 — научный пост; 26 — кормовые горизонтальные рули

в проект, принимать новые решения о монтаже аппаратуры.

Подводная лодка, перестав быть военной, должна была получить название (до этого она обозначалась лишь номером). Сразу в голову пришел жюльверновский «Наутилус». Ведь так называли в 1931 г. свою лодку полярные исследователи Уилкинс и Свердруп. Почему бы не подхватить их эстафету, тем более что Свердруп в книге о своем путешествии выражал надежду, что подводные лодки страны социализма будут удачливее в своих арктических плаваниях, чем их «Наутилус». Но в это время пришло известие о том, что американская атомная боевая подводная лодка, тоже «Наутилус», прошла подо льдами в районе Северного полюса. И не только научные цели преследовало это подледное плавание.

Мы решили назвать первенца советского подводного научного флота «Северянкой». Такое имя она получила потому, что ее базой стал северный порт Мурманск и плавать ей предстояло в северных водах Атлантики.

День рождения «Северянки», т. е. сдачи ее заводом в эксплуатацию, намечался на середину декабря 1958 г. Пришла пора подумать и об участниках плавания. За счет «самоуплотнения» экипажа, обслуживающего механизмы, «Северянка» могла взять на борт пять-шесть научных сотрудников. Это максимум. Надо подобрать такой штат, который, несмотря на малую численность, смог бы обеспечить выполнение намеченной программы. Для этого научные работники должны обладать многими неизменными качествами.

Первое и важное условие для участия в экспедициях — железное здоровье. Любой подводный поход — не увеселительная прогулка; бывали случаи, когда после возвращения из плавания всю команду нужно было для поправки здоровья отправлять в дом отдыха.

Второе условие — хорошие морские качества, т. е. способность безболезненно переносить качку. Под водой не качает. Но когда лодка всплывает, она из-за низко расположенного центра тяжести уподобляется ваньке-встаньке и раскачивается, как маятник. Во время наших атлантических плаваний крен «Северянки» порой достигал 40—50°.

И третье условие — это умение проводить исследования в море, т. е. добывать научный материал в

любых условиях, не считаясь с лишениями походной жизни.

30 ноября 1958 г. с завода пришло известие — переоборудование завершено, «Северянка» готова к плаванию.

Подводная лаборатория

Представление о внутреннем устройстве и условиях жизни на подводной лодке у большинства людей сформировалось благодаря романам великого фантаста Жюль Верна. И в самом деле, невозможно забыть блестящие описания «Наутилуса». Немногочисленный обслуживающий персонал, полная электрификация и автоматизация, комфорт и, наконец, огромные окна в подводный мир — таким запоминается таинственный корабль капитана Немо.

Но как же устроен реально существующий подводный корабль (рис. 2)?

Главная его часть — прочный корпус. Это абсолютно водонепроницаемый стальной полый цилиндр длиной около 60 м. Он заключен в гигантскую металлическую рубашку наружного легкого корпуса, сделанного из более тонкой стали, и придает подводной лодке знакомую всем по рисункам и фотографиям обтекаемую форму. Большие пространства между стенками легкого и прочного корпуса разделены на отдельные помещения, называемые цистернами главного балласта. Именно они позволяют лодке погружаться и всплывать. При плавании над водой цистерны заполнены воздухом, и, несмотря на то, что в своей нижней части каждая цистерна имеет отверстие, вода в нее войти не может — в верхней части легкий корпус герметичен и заполняющему его воздуху уйти некуда. Когда нужно погрузиться, дается команда:

— Принять главный балласт!

Старший трюмный поворачивает рычаг, и в верхней части каждой цистерны открываются клапаны вентиляции — отверстия, через которые выпускается воздух. Вода заполняет цистерны, лодка быстро «набирает вес» и уходит на глубину. Для изменения глубины служат горизонтальные рули, или рули глубины. Их две пары — в носу и в корме. По виду и принципу действия они напоминают рули высоты на задней части крыльев самолета.

— Продуть балласт! — приказывает командир при всплытии.

Клапаны вентиляции закрываются, и в цистерны под большим давлением врывается воздух, выталкивая из них воду через нижние отверстия — кингстоны. Освободившись от водяного балласта, лодка всплывает.

Внутренний прочный корпус разделен на семь отсеков. Они сообщаются герметически закрывающимися дверями. В случае пробоины вода заполняет лишь один из отсеков, а в других люди могут продолжать борьбу за жизнь корабля.

Первый отсек раньше определял боевую мощь лодки и назывался торпедным. В нем хранилось оружие подводной лодки — самодвижущиеся сигароподобные торпеды, несущие заряд огромной взрывчатой силы, и располагались торпедные аппараты, из которых торпеды выстреливались сжатым воздухом. Под металлической палубой отсека размещались цистерны с пресной водой, топливом и машинным маслом.

Сейчас первый отсек стал научным. Торпеды выгружены оттуда навсегда, и место торпедных аппаратов заняли иллюминаторы — основное средство для наблюдения за подводным миром. Всего в носовом отсеке подводной лодки смонтированы три иллюминатора диаметром 130 мм с углом обзора 90° каждый. Иллюминатор состоит из двух параллельных оптических стекол толщиной 30 мм и металлической оправы с фланцами для соединения с прочным корпусом. Стекла и оправа в собранном виде были испытаны на прочность и деформировались только при возрастании гидравлического давления до 65 атм, что соответствует глубине 650 м. Два иллюминатора расположены по бортам с наклоном оптической оси на 15° под горизонт, что обеспечивает наблюдение за дном во время пребывания «Северянки» на грунте. Третий иллюминатор смонтирован вверху, и его оптическая ось при отсутствии дифферента совпадает с отвесной линией. От иллюминаторов на прочном корпусе к отверстиям на легком корпусе через цистерну главного балласта идут расширяющиеся наружу раструбы, обеспечивающие заданный угол обзора. Для удобства наблюдателя в верхней части оправы каждого иллюминатора имеется мягкий кожаный налобник. Возле бортовых иллюминаторов укрепляются поворотные сидения, под верхним иллюминатором смонтировано подвесное кресло типа шезлонга. Каждый иллюминатор снабжен поворотным

кронштейном для кино- и фотоаппаратуры. В ряде случаев для подводных наблюдений в направлении движения лодки над верхним иллюминатором укреплялся щит с зеркалом, наклоненный на 45° по отношению к горизонтальной плоскости.

Вначале каждый иллюминатор был снабжен системой ближнего и дальнего освещения. Первая состояла из расположенных в нише легкого корпуса и закрытых защитной решеткой двух омываемых водой ламп СЦ-82 мощностью 1 квт каждая. Система дальнего освещения включала два светильника типа СГ-1000 с рефлекторами. Эти светильники также располагались в нише за решетками. Один светильник СГ-1000 был укреплен на форштевне лодки и предназначался для освещения во время работы подводного телевизора. Каждая система освещения была снабжена реостатами, позволяющими регулировать силу света от нуля до максимума. Перед выходом в первое плавание система наружного подводного освещения «Северянки» насчитывала 13 источников света общей мощностью около 15 квт. Во время первых экспедиционных рейсов эта система испытывалась в различных вариантах, но она не смогла обеспечить качественную киносъемку на глубине. Поэтому перед пятым рейсом, чтобы уменьшить «вуалирующую» яркость световой завесы, которая возникает во время освещения водного пространства бортовыми светильниками, была осуществлена схема освещения с выносным светильником. Для этого на верхней палубе над иллюминатором правого борта была смонтирована откидывающаяся стрела и установлен герметический штепсельный разъем для подключения осветительных приборов. Перед погружением на стреле подвешивался выносной светильник ППС-1000 так, что плоскость подвески отстояла от наблюдателя на 4 м (рис. 3). Высота подвески устанавливалась в зависимости от характера наблюдений. Наблюдатель мог варьировать световой поток лампы в широких пределах. При длительных визуальных наблюдениях лампа работала в основном в режиме недокала. При этом яркость освещения была меньше и уменьшалось воздействие света на наблюдаемый организм. При киносъемках лампа работала в форсированном режиме.

Кроме штатного гидроакустического оборудования (гидролокатор, шумопеленгатор, навигационный эхолот)

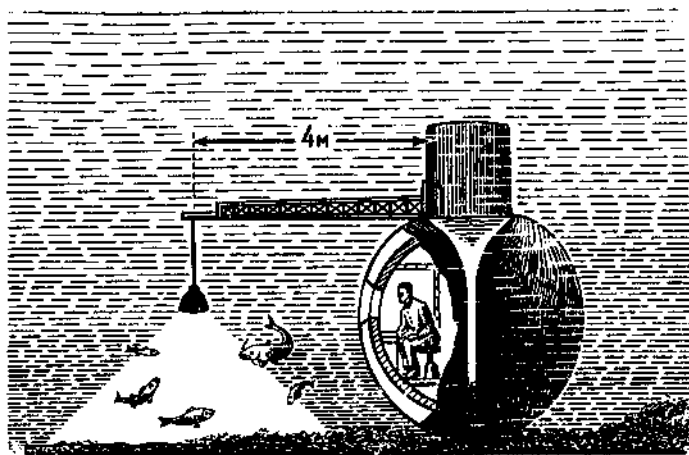


Рис. 3. Схема расположения выносного осветителя по отношению к наблюдателю

на лодке установлены два рыбопоисковых эхолота НЭЛ-5р со 100- и 500-метровыми шкалами и электрохимическими самописцами. Вибраторы одного из них были направлены вниз, а второго (верхнего эхолота) укреплены на палубе легкого корпуса и ориентированы вверх. В качестве дополнительного индикаторного прибора к верхнему эхолоту подключен электронный отметчик с вертикальной разверткой. Самописцы эхолотов установлены в носовой отсеке рядом с иллюминаторами.

Большое расстояние между прочным и легким корпусами в носовой части лодки не позволило проделать иллюминатор для наблюдения прямо по курсу. Вместо него был использован модернизированный во ВНИРО подводный телевизор типа «3/80», состоящий из врезанной в форштевень передающей камеры с углом обзора 60° и приемного устройства в носовой отсеке.

Для непрерывного измерения температуры и солености морской воды во время движения использовался «Термосолемер-II» системы ВНИРО. Он состоял из заборного стационарного датчика и электронного индикатора, установленного в первом отсеке. Кроме того, для измерения температуры применялся электротермометр с датчиком на прочном корпусе лодки.

Устройство для проб грунта состоит из укрепленной на левом борту лодки направляющей вертикальной трубы, в которой на тросе висит грунтовая труба системы ГОИН-3. Пробу берут, когда лодка находится в 20—25 м над грунтом.

Чтобы удерживать точно заданную глубину (без хода и на малом ходу), на «Северянке» имеется стабилизатор глубины погружения.

Перечисленная аппаратура установлена стационарно. Кроме этого использовались переносные приборы: фотометры для измерения освещенности, измерители подводных течений, приборы для гидрохимического анализа, фотоаппаратура и т. п. Если нужно было установить какие-либо дополнительные забортные электродатчики, «Северянка» имела восемь запасных, временно заглушенных отверстий.

Второй и четвертый отсеки — братья-близнецы. Их нижняя часть заполнена множеством закрытых эбонитовых баков. Это кислотные электрические аккумуляторы. Каждый аккумулятор в рост человека и весит полтонны. Их несколько сотен. Все вместе они составляют гигантскую аккумуляторную батарею — источник электроэнергии подводной лодки, источник ее двигательной силы. Верхняя часть отсеков — жилые помещения. Во втором отсеке расположены спальные места командного состава и каюта командира, по размерам в два раза меньшая, чем купе железнодорожного вагона. Тут же радиорубка и кают-компания. Название громкое, а за узеньким ее столом с трудом помещается шесть человек.

Жилплощадь четвертого отсека принадлежит старшинскому составу экипажа. Здесь же и камбуз. Так называется обитый жестью маленький столик, миниатюрная раковина умывальника и электроплита с духовкой, вмещающая четыре больших бачка. Житейский колорит четвертого отсека нарушает электрический компрессор — машина для пополнения запасов сжатого воздуха.

Пятый отсек — дизельный. Его занимают два мощных двигателя внутреннего сгорания, которые позволяют лодке двигаться над водой со скоростью пассажирского поезда. Для движения под водой используются электромоторы, размещенные в шестом отсеке. Им не грозит опасность задохнуться, так как они питаются от



Рис. 4. Третий отсек. Боцман «Северянки» А. Новиков управляет горизонтальными рулями

аккумуляторной батареи. Однако их работа требует большой затраты электрической энергии, и под водой аккумуляторная батарея быстро разряжается. Поэтому, чтобы растянуть запас электроэнергии, в тех случаях, когда высокая скорость не обязательна, используют другие электродвигатели, так называемые моторы экономичного хода, расположенные тоже в шестом отсеке. Когда они включены, лодка движется очень медленно,

зато они позволяют плыть сутками, не поднимаясь на поверхность и не заряжая батареи.

Третий отсек — мозг подводного корабля, где расположен командный пункт. Здесь — многочисленные приборы для управления курсом, скоростью, глубиной погружения и всплытием подводной лодки. В нижний этаж третьего отсека ведут широкие трубы — это шахты, куда после наблюдения опускаются перископы. Остальную часть нижнего этажа отсека занимают мощные водяные электрические насосы. От них в нос и в корму через всю лодку протянулась главная балластная магистраль, имеющая отростки в каждом отсеке. Случись где-нибудь пробойна, немедленно заработают насосы, откачивая за борт поступающую в отсеки воду.

Во время плавания третий отсек, или, как его еще называют, центральный пост, многолюден. В одном его углу склоняется над картой штурман, в другом, прижав наушники, гидроакустик слушает забортные шумы. У правого борта восседает боцман, положив руки на штурвалы рулей глубины, а рядом с ним перед клапанами и рычагами станции погружения и всплытия стоит старший трюмный (рис. 4). У пультов работу всех агрегатов контролирует инженер-механик и, наконец, в центре поста застыл командир.

Над прочным корпусом в районе третьего отсека возвышается боевая рубка. Под водой она играет роль поплавок, помогая лодке удерживаться «головой вверх», а называется так потому, что во время боевых действий туда был обязан переходить командир и, находясь у перископа, вести корабль в торпедную атаку.

Наверху — мостик, венчающий боевую рубку. Высокими, больше человеческого роста, бортами он защищен от воздействия ветра и волн, а наблюдать за окружающим можно через небольшие окна из плексигласа. Вперед от мостика в нос лодки уходит провод радиоантенны, а в его задней части возвышается крестовидная антенна радиопеленгатора — прибора, при помощи которого в надводном плавании можно находить направления на радиомаяки и таким образом определять свое местонахождение.

Верхняя палуба очень узка, и на ней с трудом расходятся два человека. Нос увенчан передающей камерой подводного телевизора, рядом с ней — сильный прожектор.

Однако никаким телевизором нельзя заменить такой совершенный оптический прибор, каким является глаз человека. Именно возможность непосредственного «лицезрения» протекающих под водой явлений и процессов принципиально отличает научно-исследовательскую подводную лодку от любых дистанционно управляемых приборов, в том числе и от подводного телевизора. Основным фактором, определяющим успех наблюдений под водой, является подводная видимость.

Видимость под водой

Космонавт видит дальше гидронавта

Расстояния, на которых с Земли видны отдаленные звезды и галактики в космосе, исчисляются десятками и сотнями парсеков.

1 парсек = 3,26 световых года = $3,084 \cdot 10^{13}$ км

Внушительные расстояния! Правда, при этом приходится пользоваться гигантскими телескопами, но важен сам факт: оптическое наблюдение на таких расстояниях возможно, несмотря на то, что свет от звезд и галактик проходит к телескопу через слой атмосферы, которая его значительно ослабляет и рассеивает. Если бы телескоп был расположен за пределами атмосферы, то возможное расстояние наблюдения было бы еще больше.

При горизонтальном наблюдении в плотном слое земной атмосферы дальность видимости намного меньше, чем в космосе, и измеряется она километрами или десятками километров в зависимости от состояния атмосферы. Но бывают и исключительные случаи, когда видимость в атмосфере резко ухудшается. Это происходит в облаках, в туман, в сильный дождь или снег. В это время объявляется нелетная погода, снижается скорость движения автомобилей, уменьшают свой бег локомотивы и т. д.

Однако под водой такие исключительные случаи превращаются в закономерность, так как условия для наблюдений там те же, что и в атмосфере в густой туман. Даже в самых чистых морских водах дальность видимости по горизонтали не превышает нескольких

десятков метров, а в прибрежных водах она ограничена несколькими метрами. Причина этого — рассеяние света. Не рассеивается свет только в абсолютной пустоте. Практически любая реальная среда рассеивает световое излучение из-за наличия в ней оптических неоднородностей. В атмосфере это — частицы пыли, капельки влаги, а также свили, возникающие за счет перемещения различно нагретых масс воздуха. В водной среде обычно неоднородностей значительно больше, чем в воздухе. К ним относятся различные взвеси: частицы грунта и отмерших организмов, планктон и т. д. Кроме того, вода в 770 раз плотнее воздуха, в связи с чем рассеяние света, связанное с движением молекул в воде, происходит значительно интенсивнее, чем в воздухе. Поэтому дальность видимости даже в дистиллированной воде ограничивается несколькими десятками метров. Явление рассеяния света создает сложные условия для наблюдений. Все предметы видны как бы в тумане, при этом между наблюдаемым объектом и наблюдателем возникает вуалирующая дымка, или, как ее иногда называют, световая завеса (вуаль). Световая вуаль понижает контраст объекта с фоном, уменьшает количество видимых мелких деталей и снижает дальность подводного видения.

Итак, при использовании своего зрительного аппарата гидронавты находятся в несравненно худших условиях, чем космонавты или аэронавты. И тем не менее увидеть вещи своими глазами, получить их зрительный образ для гидронавтов так же необходимо, как и для космонавтов.

Видимость объектов. Подводный туман

Любой предмет, находящийся в пространстве, воспринимается зрением только в том случае, если он по яркости или цвету отличается от фона, на котором наблюдается, т. е. тогда, когда между предметом и фоном существует контраст. Если контраст большой, то, как говорят, и запас видимости большой, предмет виден хорошо и четко. Если контраст слишком мал, то предмет может быть виден в форме неясного пятна или не виден совсем. Один и тот же предмет, например дерево или стог сена, по-разному видны на фоне неба или темного леса. В первом случае контраст большой, а во втором — он мал. Если контраст таков,

что объект еще виден, но почти исчезает, сливаясь с фоном, то его в технике называют пороговым. Величина порогового контраста имеет большое значение при определении степени видимости объектов. Она характеризует чувствительность человеческого глаза воспринимать световые контрасты.

Человеческий глаз — аппарат очень совершенный и гибкий. Он может приспосабливаться к различным условиям наблюдений. Он способен хорошо видеть как в яркий солнечный день, так и в сумерках. При этом пороговый контраст глаза почти не меняется. Но контрастная чувствительность зрения начинает ухудшаться при очень малых освещенностях, например в глубоких сумерках или когда в поле зрения попадают яркие источники света, например солнце или электрические лампы.

Видимость объекта в любой реальной среде зависит от расстояния. Если мы будем удаляться под водой от какого-либо предмета, то запас его видимости будет постепенно снижаться. Причина этого заключается в двух явлениях. Во-первых, с удалением от наблюдаемого предмета снижается его видимый угловой размер, при этом величина порогового контраста растет; во-вторых, рассеяние света, идущего от наблюдаемого объекта, а также света, поступившего со стороны, вызывает возникновение «подводного тумана». Образующаяся световая вуаль накладывается на яркости фона и объекта, в результате чего снижается видимый контраст.

Кроме того, процессы рассеяния световых лучей вызывают явления размывания контуров объекта. Если объект рассматривается через очень мутную среду, то видимая четкость его границ существенно ухудшается. Это в свою очередь также уменьшает контраст и, следовательно, снижает запас видимости.

На каких глубинах можно видеть подводные объекты при естественном освещении

Величина подводной освещенности определяет характер наблюдений под водой. Если она достаточно велика и составляет десятки люксов и более¹, то гидронавту незачем применять искусственное освещение. Прожекторы

¹ 1 люкс (лк) — освещенность, которая создается от источника силой света в 1 свечу на расстоянии в 1 м.

в этом случае не увеличат дальность наблюдений. Но если подводная освещенность равна единицам и долям люкса, то без прожекторов или подводных фонарей не обойтись. Как же меняется подводная освещенность с глубиной?

Прежде всего естественная подводная освещенность, или, как говорят, световой режим глубин, зависит от освещенности поверхности моря, на характер которой значительно влияют состояние погоды и положение солнца над горизонтом. Прямой солнечный свет, так же как и свет, отраженный и рассеянный облаками и атмосферой, частично входит в воду и частично отражается от водной поверхности. Подсчитано, что для рассеянного света отраженная доля составляет всего лишь около 5%. Для прямого солнечного света отраженная доля зависит от угла падения лучей на поверхность моря и состояния самой поверхности. Количество входящего в воду и отраженного от ее гладкой поверхности солнечного света (в процентах) наглядно иллюстрируется следующим образом:

Высота солнца над горизонтом	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
Доля входящего в воду света	0	68	92	95	98	99	99
Доля отраженного света	100	32	8	5	2	1	1

Итак, в дневное время значительная часть светового излучения, падающая на поверхность моря, проникает в водную среду. Но вода встречает световые лучи «недружелюбно». Она сразу же начинает их поглощать и рассеивать в разные стороны, при этом 2—3% светового излучения, вошедшего в воду, выходит обратно. Световые лучи, распространяющиеся в водной среде, наталкиваются на оптические неоднородности и рассеиваются (рис. 5). Рассеянные световые лучи в свою очередь подвергаются вторичному рассеянию и т. д. Происходит многократное рассеяние света.

В результате этого часть света поглощается окружающей водной средой и переходит в тепловую энергию молекул данной среды. Подводная освещенность постепенно уменьшается с глубиной, изменяется и спектральный состав света. Быстрее всех поглощаются красные и ультра-

трафиолетовые лучи, медленнее — зеленые и синие. Скорость изменения освещенности с глубиной зависит от прозрачности воды, а изменение спектрального состава — от характера взвесей, находящихся в водной среде. Изменение подводной освещенности происходит по сложному закону. Если значения подводной освещенности нанести на график, по вертикальной оси которого отложены глубины, а по горизонтальной в специальном логарифмическом масштабе — освещенность, то получится кривая, состоящая из двух приблизительно прямолинейных участков, соединенных криволинейным (рис. 6). При изменении условий освещения поверхности моря форма кривой хода подводной освещенности не остается постоянной. В солнечный день освещенность такова, что верхний прямолинейный участок увеличивается, а для пасмурного дня он практически отсутствует. Эта кривая построена по данным измерений, полученным в зимнее время в Норвежском море — северной части Атлантического океана. В это время солнце невысоко поднимается над горизонтом, а холодная вода наиболее прозрачна. Из графика видно, что освещенность на нулевой глубине — около 2000 лк, а на глубине 120 м она равна всего лишь 8 лк. Как будет известно дальше, в летнее время подводная освещенность в Норвежском море также невелика, несмотря на то, что солнце летом почти не заходит. В это время наступает бурное развитие микрораселения океана — планктона.

А вот как меняется освещенность в малопрозрачных водах Балтийского моря в летний полдень.

Глубина (м)	Освещенность	
	в люксах	в % к наружной поверхности
0 (над водой)	100 000	100
0 (под водой)	90 000	90
10	4 470	4,4
20	223	0,22
30	11	0,011
40	0,55	0,00055
50	0,027	0,000027

В тропических водах открытого океана планктона меньше, чем в более северных широтах, вода прозрачнее,

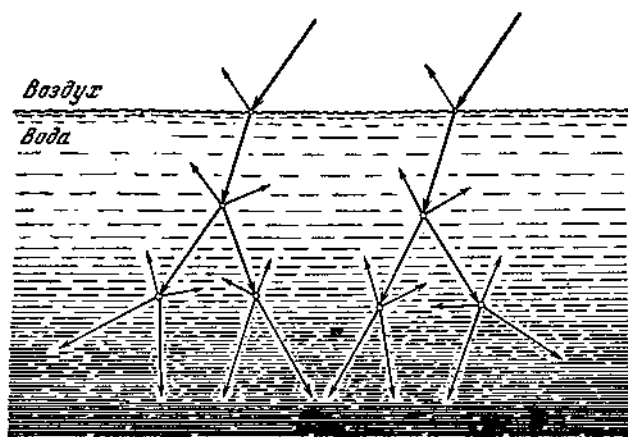


Рис. 5. Схема многократного рассеяния световых лучей в водной среде

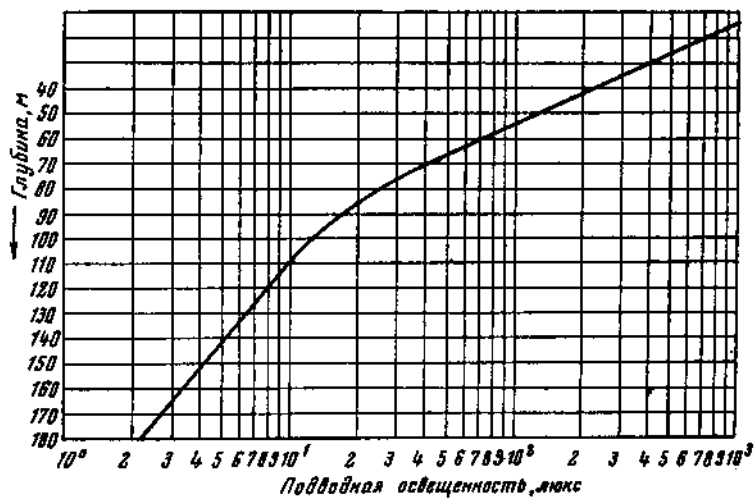


Рис. 6. Изменение освещенности с глубиной

а световых лучей падает на поверхность больше, поэтому подводная освещенность в тропических водах наиболее благоприятна для подводных наблюдений. Например, в средней части Тихого океана или в Средиземном море на глубине 300—400 м освещенность днем такова, что можно читать газету. На глубинах в тысячи метров естественная освещенность от солнечного света столь мала, что наш глаз отмечает полную темноту.

Однако почему же тогда глубоководные животные имеют развитый зрительный аппарат? Ведь на таких глубинах нельзя ничего увидеть без искусственного освещения. Ответ прост: глубоководные животные широко пользуются искусственным освещением. Очень многие организмы, живущие в море, сами излучают свет, превращая энергию химических реакций в световую энергию биолюминесценции. Поэтому даже на дне океана нет полного мрака.

Распределение яркости в море

Как мы уже знаем, контрастная чувствительность глаза зависит от яркости фона, на который, как говорят, адаптируется зрение. В связи с этим интересно проследить, как меняется распределение яркости толщи воды с глубиной.

Наблюдатель, находящийся под водой в самом верхнем слое толщи моря, не может не отметить, что яркость толщи, или яркость фона, меняется в зависимости от направления. Навстречу падающим солнечным лучам яркость фона — самая высокая, в обратном направлении она минимальна. Однако с глубиной разница в яркости уменьшается, при этом направление максимальной яркости будет постепенно приближаться к вертикали. Рис. 7 иллюстрирует эти изменения. Овальные кривые — это диаграммы углового распределения яркости на разных глубинах. Величина расходящихся радиусов-векторов характеризует относительную величину яркости фона в том или ином направлении. Как видно из рисунка, в верхних слоях толщи воды яркость фона с глубиной меняется как по величине, так и по направлению. Но с увеличением глубины относительное изменение яркости по направлениям уменьшается, а затем, начиная с некоторой глубины, перестает практически меняться. Диаграмма яркости

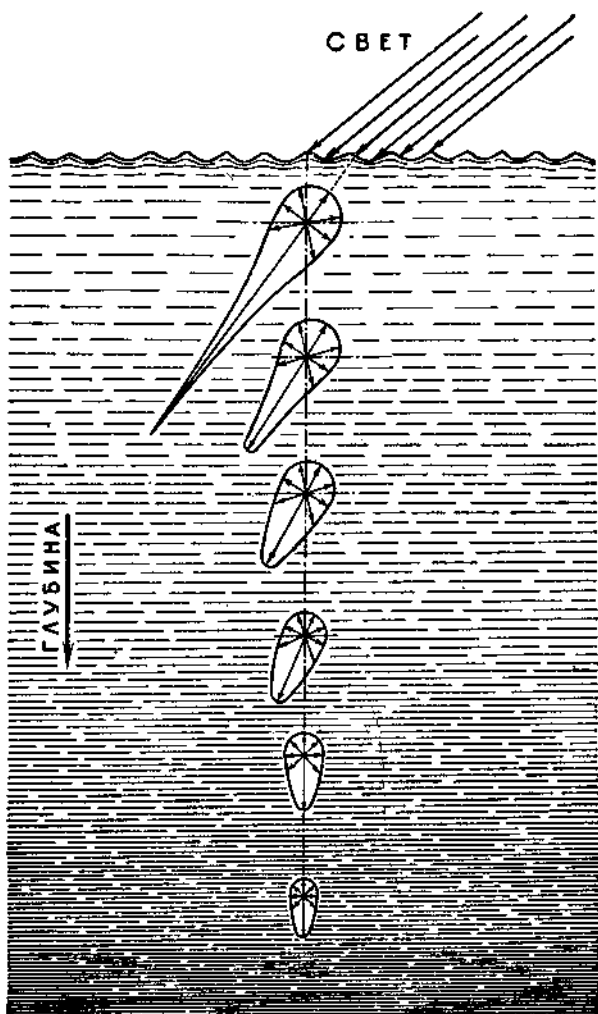


Рис. 7. Схема изменения углового распределения яркости в море с глубиной

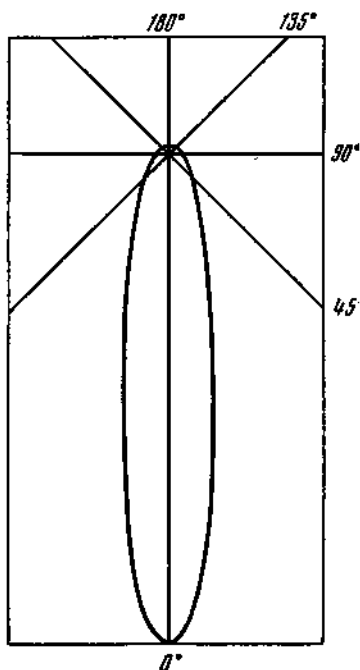


Рис. 8. Диаграмма углового распределения яркости для установившегося светового режима, измеренная в одном из районов Норвежского моря зимой

фона по форме становится постоянной. Для морской среды она всегда сильно вытянута сверху вниз.

В оптике моря световой режим верхних слоев толщи воды, где яркость фона меняется с глубиной и по величине и по направлению, называется неустановившимся световым режимом. Световой режим глубинных слоев, где яркость фона меняется с глубиной только по величине и не меняется по направлению, называется глубинным, или установившимся световым режимом. Глубина, на которой неустановившийся световой режим переходит в установившийся, зависит от условий освещения поверхности моря и от рассеивающих свойств водной среды. Если день пасмурный, установившийся световой режим наступает довольно быстро, т. е. на глуби-

не нескольких метров или нескольких десятков метров в зависимости от прозрачности воды и характера расположения облаков на небосклоне. А в солнечный день в прозрачной океанской воде световой режим устанавливается на глубинах 100—200 м и более.

Распределение яркости по направлениям при неустановившемся режиме может быть самым разнообразным. На него влияют условия погоды. Угловое распределение яркости при установившемся режиме зависит только от оптических свойств среды. На рис. 8 приведена примерная диаграмма углового распределения яркости, измеренная для установившегося светового режима в одном

из районов Норвежского моря зимой. Как и на рис. 7, диаграмма очень вытянута. Это говорит о том, что яркость фона, видимая при наблюдении снизу вверх, во много раз больше, чем яркость фона, видимая при наблюдении сверху вниз.

Некоторые наблюдатели-гидронавты пишут про так называемый «голубой занавес», при котором человек под водой теряет ориентировку. Это случается, когда яркость фона в некоторых условиях распределена равномерно по всем направлениям. Очевидно, что такие условия могут существовать в прибрежной зоне вблизи светлого дна, когда многократные отражения света между дном и толщей воды выравнивают распределение яркости по направлениям. В открытом море опасности «заблудиться» нет. Направление к поверхности всегда можно найти по визуальной ориентировке, если, конечно, гидронавт не избрал для погружения под воду глубокую ночь. Но и в этом случае иногда есть выход из положения: в прозрачных водах блики лунного света на поверхности моря видны из-под воды с глубины до 50 м.

Значение характеристик углового распределения яркости на различных глубинах очень важно для исследователей-гидронавтов. Эти характеристики позволяют судить о возможности проведения подводных наблюдений, рассчитать величину визуализирующей яркости дымки в том или ином направлении и определить величину дальности видимости в воде.

Дальность видимости в воде при естественном освещении

Если подводный наблюдатель будет плыть от неподвижного объекта, он станет терять его из вида на разных расстояниях в зависимости от направления удаления. Следовательно, дальность видимости под водой зависит от направления наблюдения. В одних направлениях предметы видны с большего расстояния, в других — с меньшего. Может случиться так, что плоский серый предмет при определенном его положении в пространстве и при определенном направлении наблюдения будет вовсе не виден даже с близкого расстояния в чистой воде. Этот предмет в определенных условиях будет как бы маскироваться, т. е. сливаться с фоном среды, наблюдае-

мым в данном направлении. Более того, если плоский серый, не цветной объект наблюдать в заданном направлении, то, поворачивая его в пространстве и, таким образом, меняя освещенность его поверхности, можно добиться такого положения, что его видимая яркость сравняется с яркостью фона, наблюдаемого в данном направлении, и объект исчезнет из поля зрения, так как его контраст с фоном будет равен нулю. Такое может случиться и с цветным объектом, если он находится на большой глубине. Например, красные объекты на глубине кажутся серыми, потому что в падающем на них световом излучении нет красных лучей. Они поглощаются в верхних слоях воды.

Так как распределение яркости фона под водой неравномерно по направлениям, то объект, имеющий какую-то постоянную яркость, виден с разных направлений по-разному. Такова одна из причин зависимости дальности видимости от направления. Вторая причина заключена в том, что при наблюдении равноудаленных объектов в разных направлениях величина вуалирующей яркости дымки разная. Она также зависит от распределения яркости в водном пространстве.

На рис. 9 приведены примерные диаграммы дальности видимости плоских объектов с различной отражающей способностью и различной ориентацией в пространстве. Диаграммы соответствуют чистой морской воде и построены для установившегося распределения яркости.

На диаграммах указаны направления наблюдений в градусах по отношению к вертикали.

Как видно из диаграмм, для всех объектов существует направление пулевой видимости или направление маскировки. Для более темных объектов (кривые б) дальность видимости больше снизу вверх, чем наоборот.

Верхние части диаграмм, изображенные сплошной линией, соответствуют силуэтной видимости, когда на светлом фоне видны темные объекты. Нижние части, обозначенные пунктирной линией, соответствуют противоположному случаю наблюдения.

На рис. 10 приведена диаграмма дальности видимости черного объекта. Для черного объекта направление маскировки отсутствует, а его дальность видимости при наблюдении снизу вверх значительно выше, чем наобо-

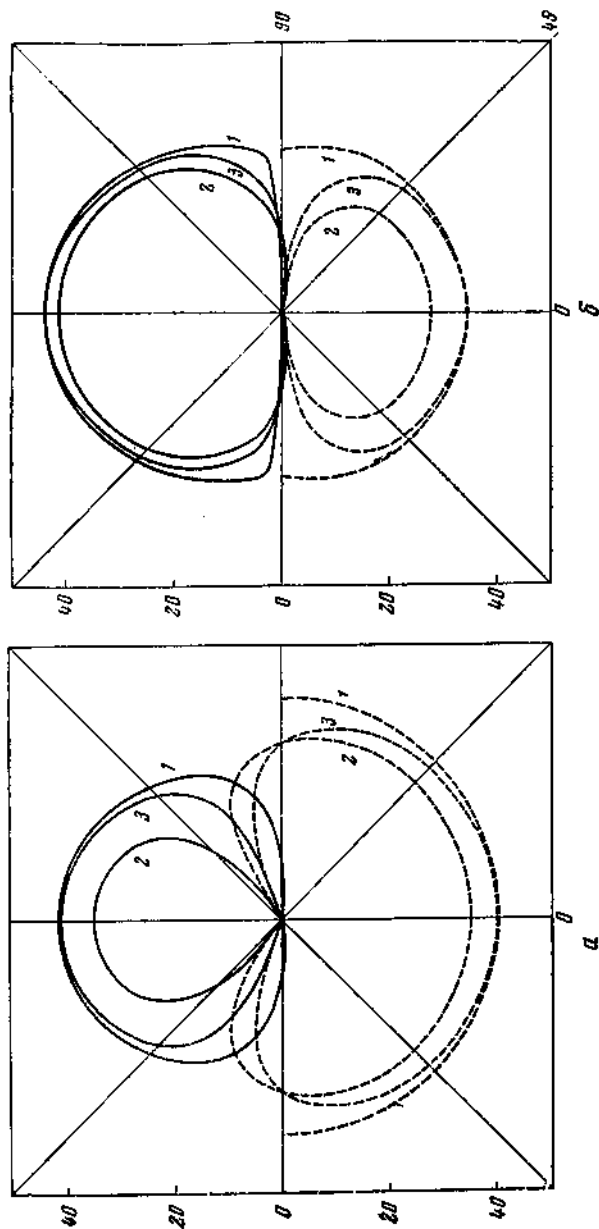


Рис. 9. Диаграммы дальности видности плоских объектов под водой: *а* — с коэффициентом отражения света, равным 0,5; *б* — с коэффициентом отражения света, равным 0,25;
1 — для горизонтального объекта; *2* — для вертикального объекта; *3* — для объекта, перпендикулярного направлению наблюдения

рот. Дальность видимости черного объекта называется «гидрологической дальностью видимости».

Если построить аналогичные кривые для неустановившегося режима, то они будут выглядеть искаженно, в соответствии с характеристикой распределения яркости фона в пространстве, которая может быть несимметричной по отношению к вертикали и сильно вытянута. При

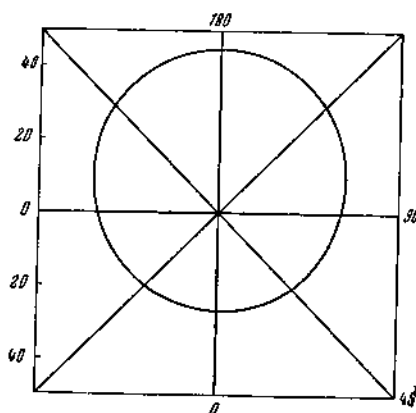


Рис. 10. Диаграмма дальности видимости черного объекта, или «гидрологической дальности видимости»

неустановившемся световом режиме дальность видимости снизу вверх, как правило, больше дальности видимости, соответствующей этому направлению при установившемся световом режиме. В верхних слоях моря при хорошей прозрачности дальность видимости снизу вверх может достигать величины 100 м и более. Это объясняется тем, что при неустановившемся световом режиме свет еще не полностью рассеян и влия-

ние вуалирующей дымки не так велико.

При очень малых освещенностях под водой на дальность видимости начинает оказывать влияние снижение контрастной чувствительности зрения. В этом случае дальность видимости объектов, находящихся ниже наблюдателя, становится значительно меньше, чем объектов, расположенных над наблюдателем.

Если же освещенность под водой высокая, то ее изменение в широких пределах от десятков до сотен или тысяч люксов не влияет на дальность подводного наблюдения. Так, например, дальность видимости для горизонтального наблюдения в верхних слоях моря может оставаться одинаковой в течение всего дня. Она также не меняется при изменении глубины, если прозрачность на разных глубинах остается постоянной. Дальность видимости в других направлениях может несколько ме-

няться за счет изменения распределения яркости фона в среде. Огромное влияние на дальность видимости под водой оказывает прозрачность водной среды.

Прозрачность вод морей и океанов и ее влияние на видимость объектов под водой

Прозрачность морской воды можно оценивать двумя способами. Первый, применяемый в оптике моря, заключается в том, что прозрачность воды оценивается величиной так называемого коэффициента, или показателя ослабления направленного света, который указывает, в какой степени ослабляется световое излучение параллельного пучка лучей, проходящих через толщу воды единичной длины. Уменьшение интенсивности светового пучка в этом случае происходит в результате частичного поглощения света средой и рассеяния его в стороны. Величину показателя измеряют на практике с помощью прозрачномеров, состоящих обычно из источника параллельных лучей света, фотоэлемента и электроизмерительной части. Датчик прозрачномера опускают на нужную глубину в воду, прозрачность которой хотят измерить, а электроизмерительная часть находится на борту судна и связана морским кабелем с датчиком. (рис. 11).

Второй способ заключается в том, что прозрачность оценивают по видимости опущенных в воду дисков. Чаще всего в океанографии применяют для этой цели белый диск диаметром 300 мм. Диск опускают в воду на тросе, и с борта судна фиксируют глубину его погружения по длине троса. Установленная данным способом прозрачность морских вод колеблется от 10 до 20 м в морях средней прозрачности таких, как Балтийское или Каспийское; до 50—60 м в районах открытого океана вблизи тропиков, а в Саргассовом море прозрачность по диску самая высокая — она достигает 66,5 м.

Измерение прозрачности с помощью белого диска благодаря своей доступности наиболее часто применяется на практике. Однако этот способ позволяет судить о прозрачности самого верхнего слоя воды, да и то приближенно, так как видимость белого диска в прозрачных водах зависит от характера освещения поверхности моря.

Гораздо удобнее оценивать прозрачность по первому способу. На рис. 12 приведены кривые дальности види-

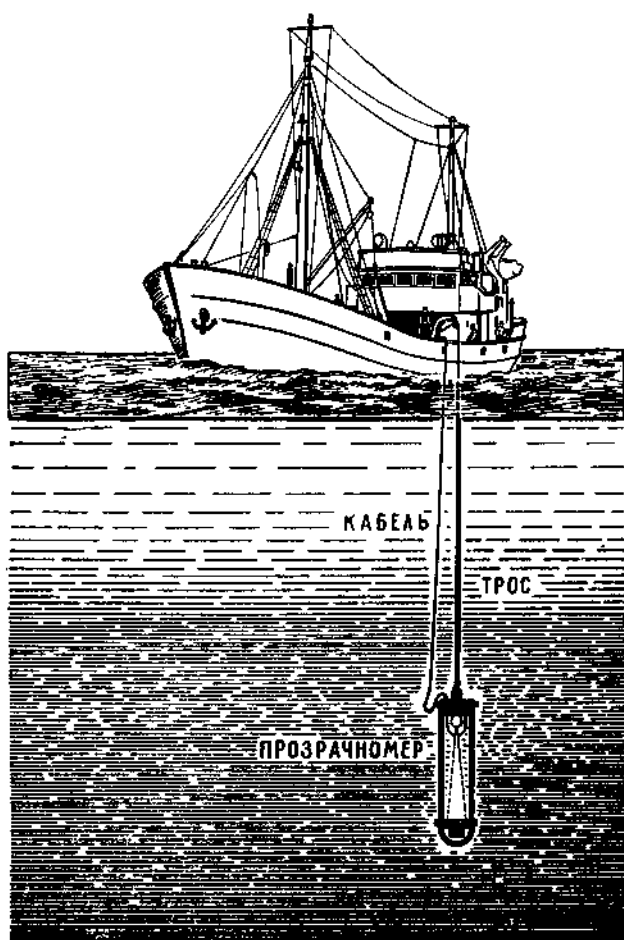


Рис. 11. Измерение прозрачности морской воды с помощью прозрачногомера

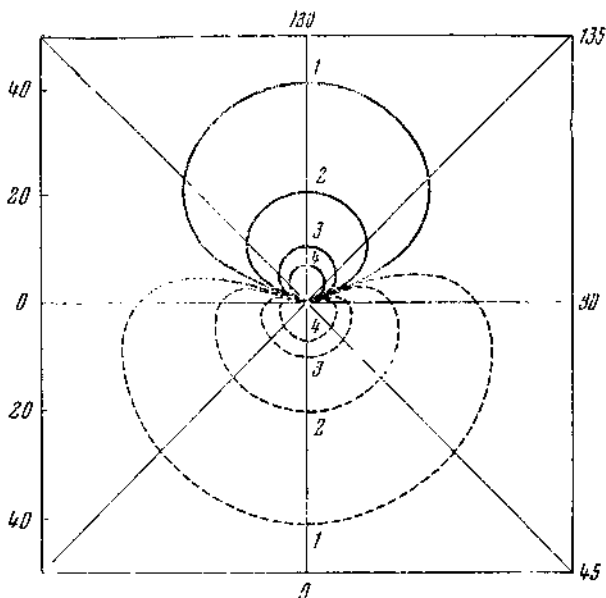


Рис. 12. Влияние показателя ослабления E на дальность видности объекта, перпендикулярного направлению наблюдения при: $E = 0,05$ (1); $E = 0,1$ (2); $E = 0,2$ (3); $E = 0,3$ (4)

мости объекта в зависимости от прозрачности воды, оцененной с помощью показателя ослабления направленного света, который обозначен буквой E . Кривые 1 и 2 соответствуют морям с прозрачностью по белому диску 40 м в одном случае и 20 м — в другом. Кривые 3 и 4 соответствуют водам с прозрачностью по диску в 6—10 м.

Морская среда далеко не всегда однородна по глубине. Часто прозрачность меняется на различных глубинах.

Наблюдения, проведенные во время рейсов «Северянки», показывают, что в районах открытого моря с большими глубинами, где отсутствует взмучивание, присущее прибрежным водам и мелководным морям, основное влияние на прозрачность вод и подводную видимость объектов оказывает планктон. В зависимости от состава и количественного содержания планктона значительно изменяются прозрачность и условия видности объектов.

Как известно, количество планктона в тех или иных районах Мирового океана в результате изменения гидрологического режима вод и, в частности, температуры воды в течение года меняется. Зимой, когда температура воды низкая и практически одинакова на разных глубинах, планктона мало, и его вертикальное распределение относительно равномерно. В это время возникают наилучшие условия для проведения подводных наблюдений. Весной происходит прогрев верхних слоев воды, где начинается интенсивное развитие биологических процессов. В дальнейшем с возрастанием прогрева и с перемешиванием вод образуется так называемый «температурный скачок» — резкий перепад температуры в сравнительно небольшом слое воды. Это время соответствует массовому развитию планктона. Основное скопление его находится в прогретой воде над «слоем скачка». В последнем скапливаются погибающие организмы. В это время возникает неравномерность прозрачности по вертикали. На

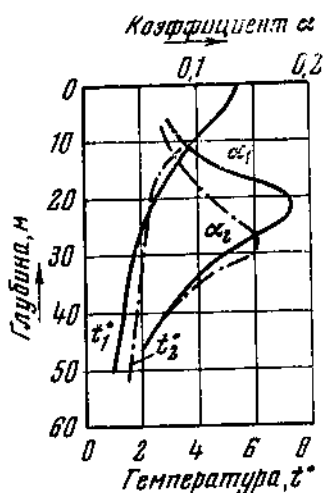


Рис. 13. Кривые изменения температуры t° и показателя вертикального ослабления естественного света α с глубиной для периода развития биологических процессов в Норвежском море

рис. 13 видно, что в слое, где температура круто уменьшается, показатель ослабления α имеет максимальное значение.

Летом вода прогревается, «слой скачка» опускается, толщина слоя обитания планктона увеличивается. Возникают самые неблагоприятные условия для подводных наблюдений.

Осенью биологические процессы идут на убыль. Общая биомасса планктона с понижением температуры уменьшается. Вода как бы очищается. Условия для подводных наблюдений улучшаются, несмотря на уменьшение естественной освещенности (в северных широтах).

Биологические сезоны имеют разную продолжительность в различных районах моря.

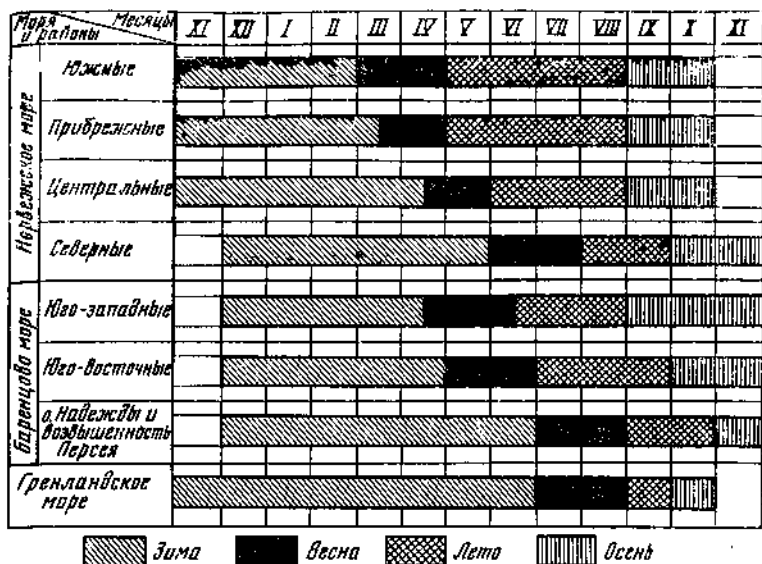


Рис. 14. График продолжительности биологических сезонов в Норвежском и Гренландском морях (по Павштикс)

График продолжительности биологических сезонов в Норвежском и Гренландском морях, полученный гидробиологом Е. А. Павштикс, приведен на рис. 14. Из графика видно, что из этих двух морей наиболее прозрачным является холодное Гренландское море, где зима длится восемь месяцев, а лето — всего лишь один.

Тропические воды открытого океана обычно бедны планктоном и поэтому прозрачны круглый год, несмотря на высокую температуру воды.

Подводные наблюдения при искусственном освещении

Хорошо вести подводные наблюдения, когда светло. Но, пожалуй, чаще гидронавтам приходится сталкиваться с недостатком освещенности. В этом случае остается прибегать к помощи искусственных источников света.

Искусственное освещение объектов при подводных наблюдениях — проблема сложная. В этом авторам кни-

ги приходилось не раз убеждаться, участвуя в плаваниях «Северянки». Осложняет проблему подводного освещения дымка, образующаяся в результате рассеяния света. Для того чтобы ослабить влияние рассеянного света, приходится выносить светильники или прожекторы к наблюдаемому объекту, как это показано на рис. 3. А это не всегда легкая задача, особенно если наблюдательный снаряд, например подводная лодка, находится в движении.

Как показывает опыт, для освещения при подводных наблюдениях должны применяться комбинированные установки, состоящие из светильников общего освещения, так называемых широкоизлучателей, и прожекторов, излучающих остронаправленный пучок света. Первые хорошо использовать для освещения объектов, находящихся вблизи от наблюдателя, вторые — для удаленных объектов. Рационально использовать один светильник для ближнего и дальнего освещения, как правило, не удастся.

Если осветительные приборы дальнего действия не удастся приблизить к объекту, они устанавливаются на некотором расстоянии в стороне от наблюдателя так, чтобы линия наблюдения как можно меньше проходила в зоне пучка света.

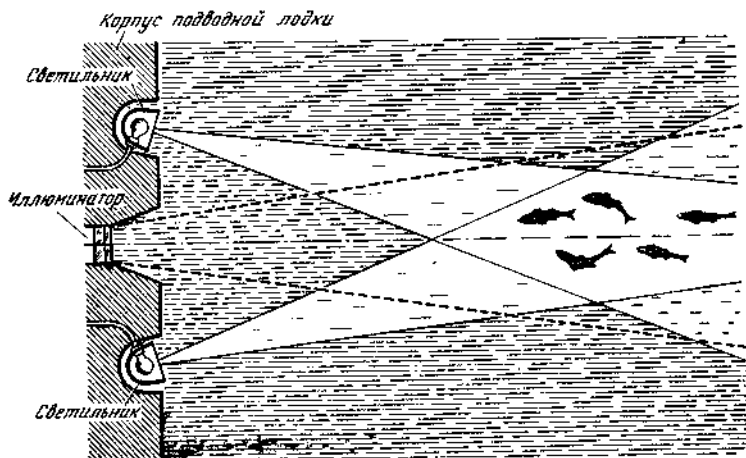


Рис. 15. Осветительные приборы дальнего действия должны быть установлены с разносом по отношению к наблюдателю

При удачном расположении светильников или прожекторов по отношению к объекту можно получить хорошие условия наблюдений с минимальной величиной визулирующей яркости и дальностью видимости до 50 м и более в прозрачной воде. При расположении светильников по схеме, указанной на рис. 15, дальность видимости обычно не превышает 20—30 м.

Мощность подводных прожекторов редко бывает меньше 1 квт, так как вода весьма интенсивно ослабляет прожекторный пучок. Иногда применяются прожекторы и светильники мощностью до 3 квт. Однако большее увеличение мощности, как правило, нецелесообразно, потому что это приводит к весьма незначительному увеличению дальности видимости. В водах же с небольшой прозрачностью применение чрезмерно большой мощности освещения может отрицательно сказаться на условиях наблюдений, так как в результате многократных отражений будет образовываться интенсивная дымка.

Подводный светильник или прожектор может быть полностью герметичным, но может иметь и омываемый водой источник света. Наша промышленность выпускает лампы подводного освещения, которые хорошо работают в соприкосновении с водой. В этом случае нужно изолировать от воды лишь токоподводящие части.

В качестве источников света можно применять лампы накаливания, газоразрядные и импульсные лампы.

Как показал опыт, экономически выгодно и практически удобно применять светильники и прожекторы с лампами накаливания и с приспособлением для регулировки их накала. При умеренном перекале лампы накаливания могут вполне конкурировать по выдаваемому ими световому потоку с газоразрядными лампами. Они дешевле последних, проще и удобнее в эксплуатации.

Подводное освещение позволяет гидронавтам раздвинуть темноту и заглянуть в подводный мир на таких глубинах, куда не могут проникнуть солнечные лучи.

Рыбьими тропами

Генеральная репетиция

(Первый рейс)

14 декабря 1958 г. Девять часов утра. В Екатерининской гавани совсем темно — классическая полярная ночь. Якорные огни чуть освещают палубу «Северянки». Веретенообразный корпус слегка покачивают волны. Над водой стелются серые клочья тумана. Кольский залив «дышит». Море, более теплое, чем воздух, непрерывно испаряет влагу, которая тут же конденсируется. Капельки оседают на все твердое и превращаются в иней. Белым налетом покрыта верхняя надстройка «Северянки», светлой линией перечеркнул зеленую воду зайндевший леер на верхней палубе. У стенки, где возвышается рубка лодки, многолюдно. До выхода в море несколько минут (рис. 16).

Наконец наступает минута расставания. С причала доносятся пожелания счастливого плавания. Отданы швартовы — стальные канаты, которыми лодка была связана с берегом. Короткие сигналы sireны, и земля остается позади. Узкая, длинная, словно прильнувшая к воде, лодка движется плавно. Сначала чуть слышен рокот электромоторов, а затем, после выхода из гавани, его сменяют ровный гул дизелей да шипение воды за бортом. Вскоре ветер усиливается, начинает жечь лицо. Горбы волн выше и круче. Студеные брызги долетают до мостика. Курс — на выход из Кольского залива.

Так началась первая экспедиция. Ее главной целью была проверка научной аппаратуры «Северянки» в работе. Особое место в этой проверке занимало погружение



Рис. 16. Последнюю букву выводит радист М. Гарипов — и на месте боевого номера подводной лодки появилась мирная надпись «Северянка»

подводной лодки на максимальную рабочую глубину. Кроме того, во время рейса отрабатывались связь и взаимодействие научных постов с постами управления и гидроакустического наблюдения; предметом исследования стали подводная среда и ее обитатели.

Другая цель — освоиться с обстановкой на подводном корабле во время пребывания в море.

Научная группа состояла из девяти человек: В. П. Зайцева — начальника экспедиции, директора ВНИРО; В. Г. Ажажи — заместителя начальника, заведующего лабораторией технических средств подводных исследований ВНИРО; О. А. Соколова — главного конструктора той же лаборатории; Д. В. Радакова — ихтиолога, старшего научного сотрудника Института морфологии животных АН СССР; Д. Е. Гершановича — морского геолога, старшего научного сотрудника ВНИРО; К. Л. Павлова — старшего инженера лаборатории тех-



Рис. 17. Участники первой экспедиции (слева направо): О. Н. Киселев, О. А. Соколов, К. Л. Павлов, В. А. Фомин, В. П. Зайцев, В. Г. Ажажа, Д. Е. Гершанович и В. П. Китаев

ники промышленного рыболовства ВНИРО; О. Н. Киселева — заведующего лабораторией гидроакустических приборов Полярного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии (ПИНРО); В. П. Китаева — техника-водолаза ПИНРО; В. А. Фомина — механика лаборатории технических средств подводных исследований ВНИРО (рис. 17).

14 декабря 1958 г. на «Северянке» впервые прозвучала команда:

— По местам стоять к погружению!

— Принимать балласт! Боцман, ныряй на глубину 40 м. Дифферент — 10° на нос. Оба мотора — малый вперед!

Слышится шум, напоминающий водопад: цистерны главного балласта заполняются забортной водой. Лодка плавно погружается. Сначала море клокочет у нас над головами, потом стало необычно тихо. Белая стрелка глубиномера быстро ползет вверх, отсчитывая метры: 7, 10, 15, 20, 30... Пора в носовой отсек!

Здесь царит полумрак. Чуть светятся фосфоресцирующие шкалы, индикаторные трубки приборов. Погружение продолжается. Словно кузнечики, стрекохут са-

мописцы эхолотов. По бумажной ленте верхнего эхолота, где фиксируется отражение ультразвукового импульса от поверхности моря, ползет кривая глубины. Зеленоватые сумерки за стеклами иллюминатора сменяются чернильной темнотой. На такую глубину трудно пробиться даже полуденным лучам.

Но что же там, в этой пронизанной лучами прожекторов дали? Чуть зеленоватая, однообразная во всех измерениях, как бы невесомая толща. Мы знаем, что лодка движется, но проходит пять минут, десять, а картина все та же. Подводный мир кажется безжизненным.

— Морской ангел! — вдруг взволнованно восклицает Радаков. — Да, да, морской ангел, — повторяет он. — По-латыни — клионе. Это крылоногий моллюск, и название он получил за свои плавники, напоминающие крылышки.

А вот еще ангел! Еще! И целая стайка этих небольших, несколько сантиметров в поперечнике, причудливых жителей моря проплывает мимо.

— Не думайте, что сейчас вы сделаете большие открытия, — охлаждает наше пылкое воображение довольно угрюмый с вида конструктор орудий лова Павлов.

Вдруг в лучах светильников засверкали серебристые стрелки рыбешек. Они вспышками проносятся мимо. «Северянка» движется.

— В носу! В корме! — несется из переговорных трубок. — Ложимся на грунт. Осматриваться в отсеках!

Толчок лодки о грунт — легкий, почти неощутимый. Сначала поднятая прикосновением лодки муть не позволяет увидеть что-либо. Через две-три минуты вода проясняется.

Сквозь толщу воды темнеет ил. Водорослей не видно. Отражая лучи бортовых ламп, блестят крупные белые ракушки. Над ними проплывают стайки маленьких рыбок. Одна из них, очевидно привлеченная светом, подплывает к самому стеклу и замирает. Рыбка глазастая, большешоголовая, с темно-синей спинкой и серебристым раздутым животом.

Вокруг множество крошечных существ, беспрестанно снующих вверх и вниз. Это представители планктона, рачки-черноглазки, или эуфаузииды, — важнейший продукт питания промысловых рыб Баренцева моря. Среди

суетных черноглазок степенно проплыла крупная медуза, напоминающая белый студенистый блин.

Тем временем Гершанович, наш морской геолог, определил направление придонного течения и его скорость — около километра в час.

«Отдохнув» на дне, «Северянка» поднимается на поверхность. Погашены светильники. Сквозь верхний иллюминатор уже видна игра бликов на поверхности волн.

Постепенно накапливали мы свои наблюдения, росло число заполненных страниц в журнале экспедиции. Мир животных по-прежнему оставался беден. Все те же черноглазки, ангелы, медузы, гребневики да мелкая рыбешка. Только однажды Павлову посчастливилось вдали увидеть какую-то довольно крупную рыбу. По-видимому, это была треска. Но ни одного настоящего косяка рыбы мы не встретили. Не обнаружили косяков и наши гидроакустические приборы.

В первом же рейсе была сделана попытка наблюдать из лодки за разноглубинным тралом. Для этого 20 декабря «Северянка» прошла через Кильдинскую салму (так называется на Кольском полуострове узкий пролив) и у восточного берега острова Кильдин пришвартовалась к стоящему на якоре рыболовному траулеру «Мелитополь». Согласовав с капитаном «Мелитополя» порядок работы и условные сигналы, мы вышли в открытое море.

Замысел был прост: вначале траулер спустит трал таким образом, что он пойдет по самой поверхности моря. «Северянка» должна пристроиться сзади и вести наблюдения через перископ. Затем трал будут постепенно заглублять на условные горизонты, соответственно должна погружаться и лодка, но уже с расчетом идти мимо траля и наблюдать через верхний иллюминатор.

В море разгуливала крупная, баллов на пять, зыбь. Во время буксировки траля «Мелитополь» бросало из стороны в сторону и отклоняло от курса градусов на 15. Перископ то и дело захлестывало волной. Иногда лодка теряла глубину, и тогда зрачок окуляра становился зеленым — над перископом билось Баренцево море. Трал никак не хотел показываться на поверхности, и никто не знал, на какой глубине он идет. Плохая погода заставила отказаться от продолжения испытания. Об этом просигналили на траулер, и «Мелитополь», выбросив столб черного дыма из своей непомерно большой трубы, пошел

ловить рыбу, а мы погрузились, чтобы совершенствовать технику покладки на грунт.

Но день выдался неудачный. Когда «Северянка» шла на глубине 100 м, вдруг снаружи в районе первого отсека раздался взрыв, отозвавшийся во всех отсеках лодки. Набатов зазвенели сигнальные колокола, а из репродукторов корабельной трансляции прозвучало: «Аварийная тревога! Осмотреться в отсеках!» Расшвыривая встречающиеся на пути предметы и позеленевших от страха «научников», матросы в одно мгновение вытащили из укрытий аварийный инструмент: кувалды, деревянные клинья, пилы, приготовили спасательные водолазные костюмы. Было слышно, как в центральном посту завывали, заработали водяные насосы.

Первой мыслью находившихся в носовом отсеке было: наскочили на мину. Осмотрели отсек — все в порядке, вроде не тонем, поступлений воды и видимых повреждений нет. Доложили в центральный пост. Через несколько минут был дан отбой тревоги, но окончательно всякие подозрения исчезли лишь вечером после всплытия. При наружном осмотре лодки обнаружили, что лопнула лампа одного из верхних светильников. Это ее толстая стеклянная колба с такой силой разорвалась на глубине.

Нас очень интересовал вопрос о «дальнобойности» наших подводных светильников. Для его выяснения мы помещали за борт обычную жестяную консервную банку, которая, как нам казалось, по своей отражательной способности весьма напоминает атлантическую сельдь. Ближний свет позволял нам в прозрачной воде хорошо видеть банку в 10—12 м от иллюминатора. При включенном дальнем освещении это расстояние возросло до 15—18 м.

В последний день генеральной репетиции состоялась самая ответственная проверка — глубоководное погружение. Так называлось плавание и опробование работы всех механизмов «Северянки» на предельной глубине, которую без ущерба для себя и экипажа был способен выдержать прочный корпус. В абсолютной тишине, внимательно прислушиваясь к работе агрегатов, держа под руками аварийный инструмент и будучи готовыми к немедленной борьбе с морской стихией, подводники «Северянки» проводили последний этап испытаний. Иногда было слышно, как под бременем огромного давления поскрипывал проч-

ый корпус. Через отдельные места уплотнений, особенно там, где наружу сквозь корпус выходят электрические кабели, тонкой струйкой лилась вода. Но это — «капли в море». Совершенно очевидно, что «Северянка» прочна и герметична. Трудный экзамен выдержан.

Можно сразу сказать, что в этом рейсе нам не очень повезло с наблюдениями за подводными обитателями. Этого и следовало ожидать. Низкая температура верхнего слоя воды в это время года обусловила и бедность органического мира.

Если перевести результаты полученных в первом рейсе наблюдений через иллюминаторы на лаконичный язык вахтенного журнала, то можно записать следующее.

В поверхностном слое воды до глубины 25—30 м встречались клионе как скоплениями, так и отдельными особями, изредка виднелись медузы.

В слое воды ниже 25—30 м число организмов возрастало по сравнению с охлажденным поверхностным слоем, появлялись рачки-черноглазки, гребневики и мальки рыб. У дна на глубине до 50 м, кроме отмеченных организмов в слое придонной воды, наблюдалось большое количество взвесей, переносимых течением по визуальным наблюдениям со скоростью 0,2—0,5 м/сек. При двух по-

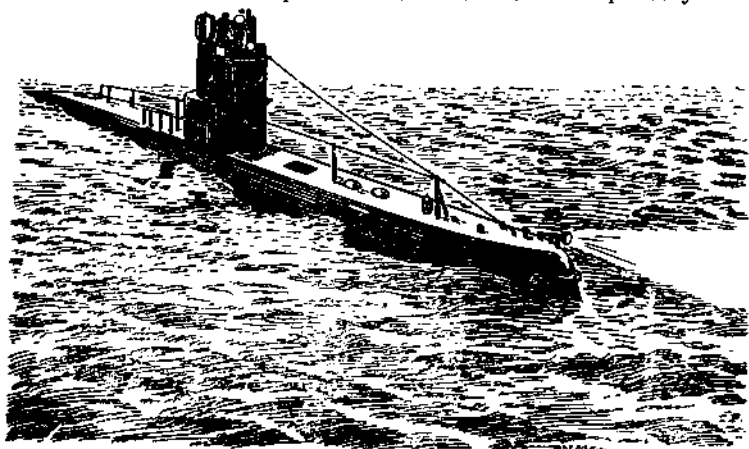


Рис. 18. «Северянка» в Мотовском заливе Баренцева моря

кладках просматривалось дно, покрытое песком, ракушками и галькой на глубине 37 м и песком с редкими мелкими камнями на глубине 47 м. Рыбные косяки и скопления ни визуальными, ни с помощью гидролокатора и эхолотов обнаружены не были. Интересно, что при подводном положении эхолот верхнего обнаружения зафиксировал на ленте самопишущего регистратора амплитуду, период и характер поверхностного волнения.

Первая пробная экспедиция в организационно-методическом отношении подготовила базу для нормальной работы второй экспедиции в Северную Атлантику (рис. 18).

«Лицом к лицу» с рыбой **(Второй рейс)**

Вторая экспедиция на «Северянке» была проведена в район сельдяного промысла в Северной Атлантике (к северу и северо-востоку от Фарерских островов) в период с 29 декабря 1958 г. по 21 января 1959 г. Главной целью экспедиции являлись визуальные наблюдения в океане за объектом промысла (сельдью) и средой его обитания. Кроме того, в процессе работы мы должны были выявить возможности подводной лодки как научно-исследовательского корабля особого качества и разработать методические основы использования «Северянки» для научных исследований.

Состав научной группы был следующим: начальник экспедиции — В. Г. Ажажа, заместитель — Д. В. Радаков, от ВНИРО — младший научный сотрудник, гидролог С. И. Потайчук и механик В. А. Фомин, от ПИНРО — младший научный сотрудник, ихтиолог Б. С. Соловьев и техник В. П. Китаев. Всего шесть человек. И в этом и в последующих рейсах в состав научной группы входили различные специалисты в зависимости от конкретных задач экспедиции.

Переход из Мурманска в район работ и обратно совершался 12 суток, столько же времени ушло на проведение исследовательских работ в намеченном районе.

На этот раз «Северянка» уходила незаметно, провожающих было мало. Лодка неслышно поплыла по стихшим наконец водам Кольского залива, быстро приближаясь к открытому морю.

Еще не все успели, как принято говорить у подводников, осмотреться в отсеках, как из центрального поста раздалась команда:

— В отсеках закрепить по-штормовому!

Смысл этой команды для непосвященных стал понятен через несколько минут, когда какая-то невидимая сила толкнула Соловьева в грудь и заставила сесть на койку радиста, а пишущая машинка была отброшена в конец отсека неизвестно откуда выскочившим чемоданом. Так дало о себе знать Баренцево море.

Переход был тяжелым. В течение многих дней лодку буквально швыряло из стороны в сторону. В Атлантике свирепствовал шторм, но лодка упорно шла в надводном положении. И лишь на рубеже 1958 и 1959 гг. «Северянка» погрузилась в мир тишины и спокойствия для того, чтобы в отсеках смогли прозвучать тосты в честь Нового года.

4 января 1959 г. «Северянка» сошла с 71 параллели и легла на курс 180°. В 14.00 начали вести непрерывную прокладку маршрута экспедиции на рабочем планшете, ежечасную запись температуры поверхностного слоя воды, включили эхолот и гидролокатор. Поиск сельди начался. Настроение экипажа поднялось. Этому способствовало также и то обстоятельство, что на новом курсе лодку меньше качало.

Наконец через два дня под утро с мостика доложили, что на горизонте показалось множество огней. «Северянка» пришла в район работы советской сельдяной флотилии.

Оживленно бывает здесь в это время. Выпустив в воду длинные шлейфы своих сетей там, где обнаружена рыба, дрейфуют сотни судов. Когда смотришь на эту армаду ночью, забываешь, что вокруг безбрежный океан, и кажется, что перед тобой большой город. По всему горизонту огни, огни, огни.

Но, к сожалению, такой «город» возникает не на любом месте. Беспредельны просторы океана, и участки с большим скоплением рыбы по сравнению с ним очень малы. Найти пригодное для облова место нелегко. Ведь сельдь переходит из одного района в другой, погружается на сотни метров вглубь, снова всплывает в верхние слои воды.

Кроме того, плотность скопления сельди тоже непостоянна: косяки могут уплотняться или, наоборот, рассеиваться.

ваться, чтобы потом опять как бы возродиться в другом месте. Но распределение сельди в море и ее поведение подчиняются определенным закономерностям; только зная их, можно обнаружить промысловые концентрации.

От Исландии к Фарерам устремляются воды холодного Восточно-Исландского течения. С юго-востока в этот же район вторгается теплое Северо-Атлантическое течение — продолжение Гольфстрима. Зона взаимодействия холодных водных масс, идущих из Арктики, и теплых, поступающих от экваториальной зоны, называется полярным фронтом и характеризуется резким изменением температуры и других показателей на небольшом расстоянии. Известны случаи, когда при одновременном измерении температуры в районе носа и кормы судна, пересекавшего полярный фронт, разность показаний составляет больше 10° . Не удивительно, что для такой холодолюбивой рыбы, как сельдь, зона полярного фронта — препятствие, не сразу одолимое.

Откормившаяся летом на холодноводных планктонных «пастбищах» у острова Ян-Майен и гонимая могучим инстинктом продолжения рода сельдь осенью достигает этой границы. Не привыкшие к резким изменениям температуры разрозненные стайки и отдельные рыбы скапливаются на кромке холодных и теплых вод во все растущие косяки и, продвигаясь вдоль фронта, постепенно акклиматизируются, приспосабливаются к возрастанию температуры окружающей среды от $1-3$ до $6-8^{\circ}$. Сначала стада сельди пытаются найти проход на глубине, погружившись на сотни метров, но там их встречает вставшая от самого дна стена теплых вод. И рыбе остается одно — в течение ноября, декабря и января ждать и привыкать. И только в середине или в конце января сельдь может продолжить свой неукротимый бег к норвежским берегам, на нерестилища.

Замеры термосолемером и гидрохимический анализ пробы воды указывали, что мы находимся как раз в районе полярного фронта. Но нам нужен был не фронт сам по себе, а конкретные скопления рыбы, за которыми мы могли бы наблюдать. И все средства нашей разведки пущены в ход.

Научные сотрудники ведут наблюдения круглосуточно, по вахтам. В обязанности вахтенного входит прокладка

маршрута лодки на крупномасштабном планшете, нанесение на планшет мест расположения сельди, рыболовных судов и сведений об уловах. Одновременно идет наблюдение за погодой, температурой и соленостью воды, обслуживаются эхолоты и непрерывно поддерживается связь с гидроакустиком в центральном посту. Но все — тщетно. Рыбы нет.

К утру волнение усилилось. Сила ветра достигала 12 баллов — шторм властвовал над Северной Атлантикой. Несколько раз вздыбленные волны с такой силой ударяли в лодку, что стальной корпус, содрогаясь, отвечал им каким-то стоном. Гидролокатор и эхолот выключили: даже если скопление рыбы рядом, получить от него эхо все равно невозможно — во время шторма верхний слой моря в несколько десятков метров толщиной настолько аэрирован (насыщен мельчайшими пузырьками воздуха), что представляет непреодолимую преграду для ультразвука.

Остается единственная надежда — на эфир. Может быть, из радиоразговоров рыболовных траулерам мы сможем узнать, в каком месте обнаруживалась сельдь до шторма. В такую погоду, разумеется, никто не ловит. Чтобы как-то уменьшить бортовую качку с ее опасными кренами, все траулеры сельдяной флотилии в этот момент штормуют «носом на волну», т. е., работая машинами, держат курс против волны.

На изнуренных качкой, обросших лицах товарищей тревога. Ведь мы вышли из порта уже неделю назад, и у нас на работу и на обратный переход остается около двух недель. Неужели неудача?

Командир предложил погрузиться. После трудного перехода, нескольких дней качки нужно было дать людям прийти в себя, побыть в спокойной обстановке.

— По местам стоять к погружению! — прогремела команда из давно молчавшего репродуктора.

Отсек ожил мгновенно. Из-под матрацев и одеял выскакивали «северяне» и становились у своих постов.

Лодку качнуло носом вниз. Отсек наполнился равномерным стрекотом эхолотов. Минута, другая — и палуба, только что ходуном ходившая под ногами, начинает выравниваться, плавно покачиваясь. Разом прекращаются вой ветра и удары волн о корпус. Стрелка кренометра теперь лишь изредка вздрагивает. Неукротимые волны

теперь ощутимы лишь верхним эхолотом, пускающим ультразвуковой луч вверх, к поверхности моря: на его розовой ленте поползла размашистая волнистая линия — отражения дыбящейся поверхности океана. Включены светильники. В иллюминаторах появился желтовато-зеленоватый фон. Лодка погружается все ниже.

И, наверное, так же, как в далекие времена, когда в обстановке томительного многодневного ожидания с наблюдательного пункта на мачте каравеллы Колумба внезапно донесся спасительный крик «Земля!», в первом отсеке «Северянки» вдруг прозвучал громовой голос Китаева: «Рыба!» Это самописец нижнего эхолота начертал на ленте расплывчатое пятно, формой чем-то напоминающее небольшую ночную бабочку.

— Еще! Еще!

Все сгрудились у эхолота, впиваясь глазами в ленту, сплошь усеянную «бабочками». «Северянка» уже на той глубине, что и рыба!

Соловьев, накрывшись с головой меховой курткой, чтобы не мешал свет, прирос к иллюминатору левого борта. На бесконечном зеленом фоне то и дело вспыхивали в лучах светильников и проносились к корме золотистые точки.

Беспомощно ткнулся в стекло увлекаемый течением крошечный малек с переливающимся брюшком. Отскочила, ударившись о борт, и засветилась голубоватым сиянием прозрачная медуза. Серебристым лунным серпом блеснула какая-то рыба. Да ведь это сельдь! Наконец-то мы встретились «лицом к лицу»!

— Справа пятьдесят — эхо! — бодро сообщают из центрального.

Это дежуривший у гидролокатора акустик Семин, наконец, услышал первый сигнал, отразившийся от подводного препятствия. Немедленно поворачиваем в сторону, указанную гидролокатором, и врезаемся в скопление сельди. Об этом говорят ленты эхолотов, да мы и сами видим ее в иллюминаторы! Одна... две... пять... десять...

— Вижу! Вижу! — кричит Радаков, подпрыгивая в кресле, как мальчишка. В этот момент на такое несолидное поведение сотрудника Академии наук никто не обращает внимания.

Перед нашими глазами выхватываемая лучами светильников медленно проходит сельдь. Но что это? Рыба

совершенно неподвижна и занимает какие-то странные положения — спиной вверх, головой вниз, по диагонали — десятки, сотни неподвижных сельдей. Лодка вся в зареве прожекторов, а сельдь, как известно, боится света. Может быть, это погибшая в результате какой-то эпидемии рыба или просто-напросто отход промысла — сельдь, выброшенная из сетей? Неясно.

Проходит час, другой. Мы самым малым ходом продвигаемся среди парящих в холоде и мраке океанской глубины, не подающих признаков жизни скоплений атлантической сельди. Рыба крупная, жирная и с виду не имеющая никаких дефектов, но совершенно неподвижная. Всегда предполагали, что сельдь в это время года наиболее пассивна. Но сейчас мы столкнулись с ярко выраженной, по крайней мере внешне, безжизненностью. Случайность? Пока неизвестно.

Идет непрерывное наблюдение. Научная группа еще во время перехода была разбита на две смены по три человека в каждой. Первая смена — это Радаков, Потайчук, Китаев. Вторая — Соловьев, Фомин, Ажажа. Описание начало действовать. Двое ведут наблюдения в бортовые иллюминаторы и обо всем увиденном сообщают третьему, сидящему возле эхолотов. Обязанности третьего многообразны: вести вахтенный журнал, делать пометки на лентах эхолотов, брать пробы воды, измерять температуру, соленость и освещенность, а также через вахтенного по отсеку поддерживать связь с командным пунктом лодки. Этим третьим по очереди становятся и первый и второй. Иначе нельзя — за 20—30 мин. безотрывного наблюдения в иллюминатор от большого напряжения устают глаза.

В ночь с 5 на 6 января 1959 г. «Северянка» медленно пробиралась на глубине 80 м среди непрерывного скопления сельди. Оба без усталости стучащих эхолота показывали, что слой, в котором она заключена, начинался на глубине 60 м и заканчивался на 120 м, но больше всего было рыбы на глубине 80 м. Сравнение увиденного в иллюминатор с лентами самописца позволило заключить, что каждый полумесяц на эхограмме — запись отдельного экземпляра сельди (рис. 19).

Подсчет рыбы, наблюдаемой через иллюминаторы и по записям эхолотов, нарисовал картину, которая оказалась для нас неожиданной, — на 17—18 тыс. м² воды при-

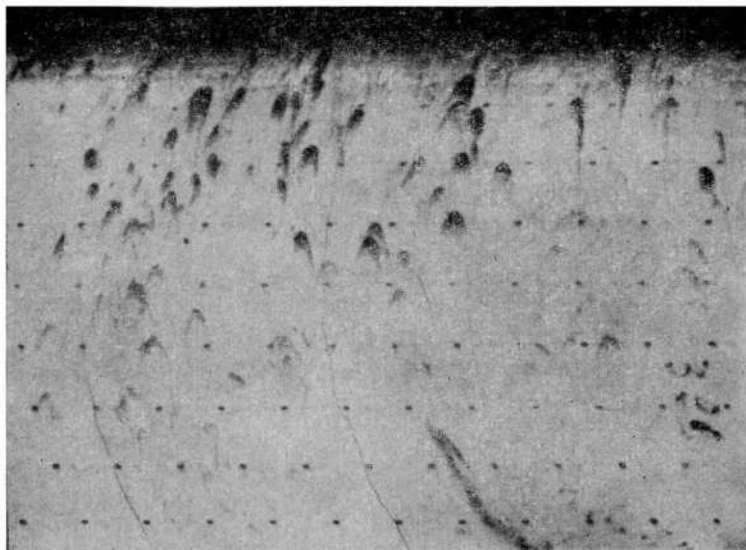


Рис. 19. Участок ленты эхолота. Каждая «галочка» — запись отдельной сельди. Создается впечатление, что обнаружено густое скопление рыбы

ходила только одна сельдь! Жидковато! Взгляните на фотографию ленты эхолота, и у вас создается впечатление, что записано сплошное скопление рыбы. Так думали и мы, пока не сделали подсчет.

Интересно, а целесообразен ли лов при такой небольшой плотности скопления?

Нам очень хотелось бы это проверить. Да и сельдь, которую мы видели, вызывала у нас сомнения — живая ли она. Но мы ее все равно «оприходовали» в журнале: какой процент стоит прямо, сколько — хвостом вверх, сколько — по диагонали и т. д.

Около семи часов утра Фомин заметил, как одна из висевших вниз головой рыб зашевелилась и рывками пошла вглубь.

Затем мы увидели, что сельди, попадая в наиболее яркую часть освещаемого пространства, начинают как бы пробуждаться. Чем ближе рассвет, тем больше таких «оживающих» сельдей. К восьми утра не только попадающие в центр светового луча, но и все находящиеся в по-

ле зрения наблюдателя сельди стали проявлять отрицательное отношение к свету и уходить от него — большая часть вниз, а некоторые в сторону со скоростью 30—50 см/сек. А еще через полчаса мы уже не видели ничего. Эхолоты отмечали, что вся масса сельди постепенно спускается все ниже и ниже, и, наконец, после девяти часов утра рыба остановилась на недоступной для нас глубине. Обычная утренняя вертикальная миграция сельди свершилась.

Мы шли на глубине 65 м, и сквозь верхний иллюминатор все яснее брезжил день. Над нами были видны колышущиеся волны и многочисленные пузыри воздуха — признаки беспокойного моря. Силу волнения и высоту волн нам позволял определить довольно точно верхний эхолот. Отражаясь от поверхности раздела вода — воздух, посланный вверх ультразвуковой луч возвращался к «Северянке», и на самописце появлялась зигзагообразная линия. Чем больше волны, тем выше зигзаги. Было приятно открыть еще одно свойство этого незаменимого прибора, позволяющего нам, находящимся на глубине, знать, что происходит наверху. Итак, судя по ленте самописца, океан как будто чуточку утихомирился.

Распоров острым носом кружево волн, «Северянка» всплывает для подзарядки аккумуляторной батареи. Еще не до конца продукты балластные цистерны, а лодка уже вошла в монотонный режим качки. Крен меньше вчерашнего — всего градусов 20—25. Иногда с кормы налетает большая волна и заливаает мостик. Поэтому выход наверх по-прежнему запрещен.

Близится обед, и кают-компания постепенно заполняется. Потайчук объясняет корабельному фельдшеру Грачеву:

— Помните, как все было распланировано? Мы идем к Фарерам, находим «Месяцева», и он ищет нам косяки. А как вышло? Шторм — и гидроакустические приборы рыболовных судов о перемещении рыбы не могут ничего сказать. Вот промысловики и растеряли селедку. А мы ее нашли! Только лодка погрузилась, как эхолоты стали писать сельдь. Под водой шторм не помеха для приборов. Понимаете, что это значит? — Подводная лодка может быть не просто научным, но и поисковым судном.

Вечером снова ныряем. Под водой эхолоты сразу пишут сельдь. В иллюминаторы ничего не видно. Сначала



Рис. 20. За стеклом иллюминатора — сельдь

рыба обнаруживается лишь на пределе видимости, а затем подпускает «Северянку» все ближе и ближе. И, наконец, около полуночи мы снова видим «заснувшую» сельдь, разбросанную друг от друга на десятки метров. И опять необычные позы рыбы — будто по мановению волшебника сон застал сельдей в самых неожиданных положениях (рис. 20).

Кроме сельдей мы вторую ночь видим крохотных мальков и каких-то рыб, на первый взгляд тресковых. Видим, а поймать для проверки не можем. Часто, но неравномерно встречаются представители планктона со звучными латинскими названиями: сагитта, темисто и т. д. Много медуз, моллюсков, гребневиков. Животный мир здесь, в океане, оказался гораздо богаче, чем у студеных берегов мурманского побережья.

Неоднократно среди «отдыхающих» сельдей встречались отдельные экземпляры рыбы, которую относят к семейству тресковых. Эта рыба не имеет русского названия, а по-латыни называется путассу. Она имеет узкое вытянутое серебристое тело длиной 25—30 см. Спина путассу голубовато-серая, брюшко бело-молочное. По всему телу разбросаны черновато-коричневые пятнышки. Запомнились непропорционально большие глаза и выдаю-

щаяся вперед нижняя челюсть — совсем как у щуки. Путассу также пребывали в оцепенении, а когда наступало утро, они, в противоположность сельди, «просыпались» менее охотно и более вяло уходили от света.

Постепенно многое становится понятным. Рыбаки сельдяной флотилии считают, что шторм разогнал рыбу. Такое суждение неверно. Оно возникает потому, что эхолоты рыбаков ничего не показывают. Во время шторма и несколько дней после него весь верхний слой воды от поверхности до 40—50 м вглубь предельно аэрирован. Большая насыщенность воды пузырьками воздуха в этом слое создает непреодолимую преграду для излучаемой эхолотами ультразвуковой энергии, и она затухает, не доходя до скоплений рыбы. А под водой, там, куда шторм не проникает, в мире тишины, лодка без помех обнаруживает сельдь. На лодке здесь спокойно можно производить наблюдения и необходимые измерения. Открытие таких качеств «Северянки» говорило о больших возможностях подводной лодки как средства поиска рыбы.

Однажды мы увидели сельдь, повернутую брюхом вверх, и восприняли это как случайность, вторую — как сигнал «внимание!» Но уже третья и многочисленные последующие перевернутые сельди заставили нас поверить в закономерное для этого времени года и этих мест положение зимующей атлантической сельди — брюхом вверх. Такая необычная поза не преобладала среди висящих головой вниз или диагонально спящих сельдей, но встречалась много раз. Мы знали, что некоторые рыбы могут так плавать. Довольно часто акулы, перевернувшись, нападают на свою жертву снизу. Сом — обитатель рек — может длительное время, затаившись, лежать спиной книзу. Перевернутое положение принимают иногда и другие рыбы. Но за сельдью до этого случая ничего подобного не замечалось.

Пока нам попадались только сравнительно неплотные скопления сельди, а мы мечтали о встрече с большим косяком. Опыт «Северного сияния» и других траулеров, работавших разноглубинным тралом, подсказывал, что такие косяки должны быть где-то здесь. Наблюдавшие за эхолотом ждали, когда же разрозненные «бабочки» на ленте самописца сольются в одно большое, мощное «орлиное крыло».

Это случилось через три дня после обнаружения перевернутой сельди. Шла зарядка аккумуляторной батареи. В этот момент Соловьев оповестил о том, что «Северянка» прошла над мощным плотным скоплением рыбы протяженностью около полутора километров. На эхограмме обозначилось долгожданное большое темнокоричневое «крыло». Верхняя граница обнаруженной рыбы — на глубине 110 м.

Нужно срочно нырять в косяк. Командир Шаповалов не соглашается. До конца зарядки остается десять минут, и он просит повременить. Включили гидролокатор и ультразвуковым лучом «зацепились» за сельдь. Но вот все готово. Ныряем в косяк на глубину 120 м с расчетом вонзиться в его вершину, граница которой по-прежнему на 110 м. Общая высота косяка 40—60 м. Гидроакустик докладывает, что наша цель — прямо по курсу. Наклонившись вперед форштевнем-клювом, лодка осторожно скользит вдоль луча гидролокатора. Светильники выключены, чтобы не напугать рыбу. У иллюминаторов по два наблюдателя. Заметно волнуется Радаков, да и не только он.

Глубина — 120 м. Одновременно включаем все светильники, чтобы застать сельдь врасплох. За иллюминаторами — ничего, если не считать мелькающих золотистых точек планктона. А эхолот? Эхолот показывает, что косяк ниже лодки примерно на 10 м. Выключаем свет, погружаемся глубже. Косяк опять ниже нас. Добыча не подпускает к себе. Один только раз, что называется краем глаза, увидели внизу, несколько в стороне от лодки, стайку в 10—12 сельдей, быстро и согласованно проплывшую параллельным курсом. Эти бодрые сельди были так непохожи на своих сонных сестер, наблюдаемых нами прежде. Создалось впечатление, что эта стайка принадлежала периферии косяка, за которым мы неудачно охотились (рис. 21). Стайка мелькнула и ушла.

Мы неоднократно встречали плотные косяки и безуспешно ныряли в них. Они опускались все ниже. Виделись мы лишь с нашей старой знакомой — рассеянной сельдью, спящей в различных положениях.

Это одна из многочисленных пока загадок: одни сельди могут в темноте поддерживать контакт друг с другом, стремительно перемещаться и одновременно



Рис. 21. В нижней правой части эхограммы записана вершина косяка сельди

держаться плотным косяком, другие же, по виду ничем не отличающиеся, почему-то держатся разрозненно и пребывают в оцепенении.

Вопросы стайного поведения рыбы, имеющие прямое отношение к проблемам рыболовства, привлекали многих исследователей.

Большое внимание этому уделял профессор И. И. Месяцев, пытаясь выявить сложные взаимосвязи, влияющие на формирование косяков.

В наши дни изучением этих закономерностей занимается группа ученых, которую возглавляет профессор Б. П. Мантейфель. Активным членом этой группы является и Радаков.

Ясно, что объединение рыбы и, в частности, сельди в стаю вызвано в первую очередь оборонительной необходимостью. Возможно, косяк состоит из отдельных стай или представляет собой одну огромную стаю. В походном «косяковом» строю сельди легче всего скрыться от своих врагов, которых у нее немало. В Северной Атлан-

тике ее пожирают треска, пикша и небольшая акула, известная под названиями катран и покотница. Достигающая всего метра в длину, с шершавой кожей, напоминающей наждачную бумагу, эта акула на высокой скорости врезается в косяк сельди, а рыба еще быстрее раступается и смыкается вновь, пропустив неприятеля. Внимание акулы, попавшей в косяк, рассредоточивается во многих направлениях, и шансов полакомиться в этом случае у нее гораздо меньше, чем если бы она преследовала одинокую сельдь.

Способность косячков успешно маневрировать подтвердилась во время попытки подводной лодки проникнуть в них.

Ища причины чрезвычайной пассивности зимней атлантической сельди, мы пришли к такому предположению. В районе плавания «Северянки» преобладает Восточно-Исландское течение, устремленное к норвежским берегам. К тем самым берегам, куда сельдь должна подойти весной для нереста. Спрашивается, зачем сельдь напрасно тратит жизненную энергию на длительное передвижение, если течение несет ее даже спящую. По всей видимости, здесь действует, выработавшийся веками рефлекс.

Кроме того, может быть, передвигаться в сонном состоянии и безопаснее. На первый взгляд это парадокс. Но многие хищные рыбы во мраке морских глубин обнаруживают свою жертву органами боковой линии (так называется идущий вдоль боков хищника чувствительный нерв), воспринимая колебания воды, вызываемые прохождением жертвы. Если сельдь неподвижна, значит отсутствуют колебания, и хищники, например акулы, заметить ее не смогут.

На основании многолетних наблюдений и показаний гидроакустических приборов считалось, что сельдь в январе «спит»: днем на большой глубине, а в сумерки ближе к поверхности. Однако кое у кого возникали сомнения. Теперь сомнений нет. Собственными глазами участники экспедиции на «Северянке» видели сонную рыбу, дремлющую в самых необычных позах, шарахающуюся с наступлением дня от света. Как только забрезжит рассвет, сельдь опускается, а к вечеру ее косяки снова всплывают. Именно в эти часы, когда сельдь движется, она и попадает в дрейфтерные сети.

Снова ночь, и опять глубина 80 м, которая чем-то полюбилась сельди. Идет обычная работа: четко постукивают эхолоты, зеленоватым светом вспыхивает экран термосолемера, к иллюминаторам прильнули фигуры гидронавтов в телогрейках. Вдруг из центрального отсека сообщают: «В наушниках шумопеленгатора отчетливо слышатся громкие звуки, напоминающие не то крысиный писк, не то посвистывание». Интересно, кто под водой может так пищать? В иллюминаторах и на эхолоте одно и то же — сельдь. Неужели селедка пищит? Внезапно шум прекратился. Это совпало с исчезновением рыбы в иллюминаторах и на лентах самописца эхолота.

И вот снова эти звуки, и снова сельдь видна в желтом зареве прожекторов. По звукам чувствуется, что это не одна и не две рыбы. Их много, они окружают своим пением лодку со всех сторон. Вот теперь и скажи: «Нем, как рыба!» По всей вероятности, звуки служат средством связи между сельдями в этом царстве тишины. Без помощи сложного прибора мы бы их, конечно, не услышали.

— Что, если попробовать искать сельдь по ее голосу? — спрашивает гидроакустик Васильев.

Рыбьи «песни» записываются на магнитофоне. Наш научный багаж увеличивается — нежданно-негаданно появилась пленка с записью «разговора сельдей».

Говоря об итогах второй экспедиции, можно отметить следующее.

Первый опыт применения подводной лодки для наблюдений за рыбой в море говорит о больших перспективах, которые открываются перед рыбохозяйственной наукой, обогащая ее конкретными данными о биологии и поведении рыб в естественных условиях.

Поисковые качества подводной лодки значительно превосходят соответствующие возможности надводных судов. В штормовую погоду поиск гидроакустическими приборами исключается, промысловый флот рыбу теряет и впоследствии тратит много времени, чтобы вновь найти ее. Это ведет к большим непроизводительным затратам. Подводная лодка на глубине может вести поиск, держаться на рыбе в любую погоду и, всплыв, информировать промысловые суда.

Одновременные наблюдения за сельдью через иллюминаторы и с помощью эхолотов позволяют расшифро-

вывать их записи и указывают на один из возможных путей количественной оценки скопления рыбы.

Подтверждается и конкретизируется известное мнение о пассивности зимующей сельди. Впервые получены количественные показатели, характеризующие степень подвижности рассредоточенной сельди, причем выяснено, что основная масса такой сельди совершенно пассивна во взвешенном состоянии, не реагирует даже на приближение подводной лодки с включенными светильниками. Это состояние сельди не остается, однако, неизменным в течение темного времени суток: начиная с 8—9 час. утра и до ухода сельди на день в глубину ее подвижность все время возрастает. Безразличное отношение к электрическому свету сменяется явно выраженной отрицательной реакцией на этот раздражитель, подавляющее большинство активных сельдей от лодки уходит вниз. Следует предполагать, что систематические вертикальные миграции сельди, когда рыба вынуждена «пробудиться» от пассивного состояния, вызываются какими-то весьма важными причинами.

Полученные в рейсе данные указывают, что наблюдавшаяся нами рассредоточенная сельдь ловится в дрейфтерные сети только в период повышения ее активности в связи с вечерней и утренней вертикальной миграциями.

Крайняя степень пассивности зимующей сельди в течение значительной части суток имеет, по-видимому, приспособительное значение. Сельдь тратит минимум энергии в процессе своего существования в это время и вместе с тем переносится преобладающими здесь течениями к нерестилищам. Кроме того, возможно, что неподвижность или слабая подвижность сельдей имеет также защитное значение: хищникам, обнаруживающим жертву ночью с помощью органов боковой линии, труднее найти рыбу, не выдающую своего присутствия движением.

Очевидная необходимость развития подводных исследований, вытекающая, в частности, из опыта работы на «Северянке», заставляет поставить вопрос о начале работ по созданию специальной научно-исследовательской подводной лодки.

В то же время следует использовать «Северянку», внося ряд усовершенствований в научную аппаратуру

и оборудование, установленные на ней, а также во внутреннее устройство лодки.

Наблюдения за орудиями лова из подводной лодки могут быть произведены лишь при условии спокойной погоды и относительно хорошей прозрачности воды. Наблюдения за донными тралами будут возможны только при установке нижнего иллюминатора.

Следует отметить, что перечисленные выше положительные результаты были достигнуты в автономном плавании подводной лодки в чрезвычайно тяжелых условиях работы (80% времени пришлось на штормовую погоду). Успеху экспедиции в значительной степени способствовала постоянная помощь со стороны экипажа подводной лодки. Изнурительные условия работы на подводной лодке во время длительного автономного плавания и шторма не могли не влиять на моральное и физическое состояние коллектива. Однако понимание важности поставленных задач заставило всех моряков честно выполнять свой долг, порой даже ценой героических усилий.

Трал над «Северянкой»

(Третий рейс)

Это плавание состоялось с 4 по 23 апреля 1959 г. «Северянка» снова работала в Мотовском заливе, а также проводила наблюдения в Териберской губе Баренцева моря. Главная цель экспедиции — поиски промысловой северной рыбы — мойвы и наблюдение за ее поведением в это время года. По данным, которыми располагал заведующий лабораторией гидроакустических приборов ПИНРО О. Н. Киселев, подход мойвы в Мотовский залив должен был состояться в середине первой декады апреля.

Состав научной группы был следующим: О. Н. Киселев — начальник экспедиции, В. Г. Ажажа — заместитель начальника, Д. В. Радаков — старший научный сотрудник, В. А. Фомин — механик, Е. Н. Зайцев — инженер лаборатории промышленного рыболовства ПИНРО, М. Д. Трусканов — инженер лаборатории гидроакустических приборов ПИНРО, В. П. Китаев — техник-водолаз ПИНРО. В наблюдении за разноглубинным тралом принимал участие старший научный сотрудник ПИНРО К. Г. Константинов. Преобладание сотрудников Полярного института в этом рейсе объяснялось главной целью

экспедиции. Мойва — рыба местная, но сравнительно мало изученная, и ее повадки давно интересовали сограждан ПИНРО.

Однако эта рыбка оказалась с «характером». Невзирая на прогноз, она не появилась в отведенный для плавания «Северянки» отрезок времени, и поэтому главное внимание было уделено тралу.

Трал, предназначенный для лова рыбы в толще воды, представляет собой сложное инженерное сооружение. Главной его частью является сетной мешок — гибкая конструкция сложной формы. Правильно рассчитанный траловый мешок под влиянием сил сопротивления воды обязан принимать заданную проектом форму. Передняя часть трала, которой он захватывает рыбу, называется устьем. Оно имеет четыре стороны, или, как их называют, подборы. К подборам присоединяются тросы, идущие к буксирному судну-траулеру. Горизонтальное раскрытие устья трала обеспечивается распорной силой, создаваемой во время движения закрепленными на буксирных тросах плоскими площадками — досками. Вертикальное раскрытие зависит от количества поплавков на верхней подборе и количества грузов на нижней. Горизонт хода трала, т. е. глубина, на которой он движется, зависит от длины буксирных тросов и скорости траулера.

Инженеры, проектирующие тралы, не имеют возможности в полной мере проверить их работу под водой. А ведь достаточно одного небольшого просчета — и вместо правильно идущего трала за кормой траулера будет буксироваться никому не нужный бесформенный груз.

«Северянка» вышла в Баренцево море, когда вступал в свои права полярный день и естественная освещенность была высока. Например, в солнечный полдень на глубине 100 м у бортовых иллюминаторов можно было читать газету. Это время и было выбрано для наблюдения за тралом (рис. 22).

Несмотря на то что экипаж уже имел опыт в обеспечении научно-исследовательских работ, командир «Северянки» Шаповалов с вечера еще раз обошел отсеки подводной лодки и напомнил о сложности задачи. Утром к «Северянке» подошел рыболовный траулер «Приз», имевший на борту разноглубинный трал. Все было готово. После спуска трала «Северянка», следуя под перископом, должна была пристроиться в кильватер

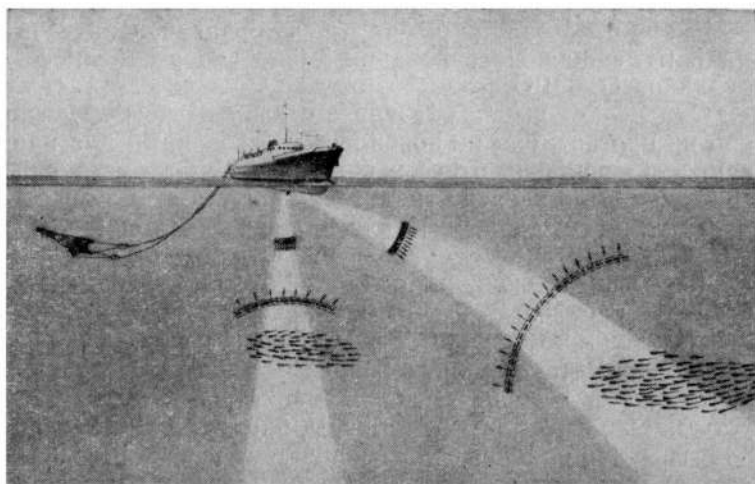


Рис. 22. Схема лова сельди разноглубинным тралом судном типа «Северное сияние» с использованием гидролокатора и эхолота

траулера, идущему обычным курсом и с постоянной скоростью. Затем лодка погружалась на несколько метров ниже глубины хода нижней подборы и догоняла трал, пока он не был замечен в верхнем иллюминаторе. После этого нужно было уравнивать скорость лодки со скоростью траулера и удерживать ее под тралом. Таких экспериментов еще никто никогда не проделывал.

С траулера получен условный сигнал: «Трал спущен. Лег на курс траления». «Северянка» разворачивалась вслед за траулером. «По местам стоять к погружению! — разносится по отсекам. — Идем под трал. В первом отсеке — внимательно слушать забортные шумы...» Мы смотрим в верхний иллюминатор. Томительные минуты ожидания... Но вот в светлом диске верхнего иллюминатора появляется хвостовая часть трала. «Стоп, правый мотор. Держать 90 оборотов!». Слова команды по переговорной трубе немедленно передают в центральный пост.

Итак, трал над нами. Мы неоднократно видели чертежи и модели трала и, таким образом, были в какой-то степени подготовлены к наблюдению. Но то, что мы увидели в иллюминатор, превзошло все ожидания. Прямо

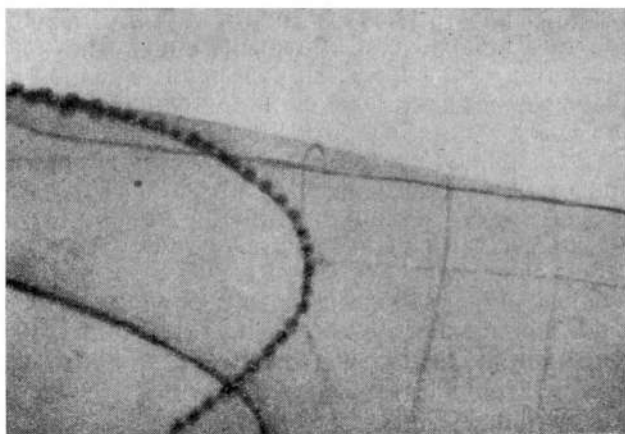


Рис. 23. Разноглубинный трал над «Северянкой». Снято через верхний иллюминатор (кинокадр)

над нами, подобно фантастическому дирижаблю, шел трал. На светлом фоне снизу он казался темно-синим. Встречным потоком воды он был раздут изнутри настолько, что, казалось, гибкие нити, из которых скроен траловый мешок, звенят как струны. Известно, что по законам оптики предметы в воде кажутся расположенными ближе к наблюдателю, чем это есть в действительности. Это делало зрелище более внушительным. Казалось, что не будь иллюминатора, до трала можно дотянуться рукой.

Быстро первое очарование сменилось деловой озабоченностью. «Прошу приблизиться к траловой доске», — говорит инженер Е. Зайцев. Лодка начинает выделять «фигуры высшего пилотажа». Следуя вдоль тонкой нитки буксирного троса, подводный корабль подходит под большую овальную доску и, уравнивая скорость, как бы повисает под ней. «Доска имеет угол атаки 25° , — диктует Зайцев, — идет без вибрации, устойчиво». Запись ведет М. Трусканов. Он же при помощи верхнего эхолота измеряет вертикальное раскрытие трала — 11 м; точно, как и предусмотрено конструкторами.

Снова наблюдаем устье трала. А вот горизонтальное раскрытие значительно меньше расчетного! Это значит,

что в таком виде трал будет ловить намного меньше рыбы, чем ему положено. Осматриваем нижнюю подбору. Она должна иметь форму так называемой цепной линии. А сейчас средняя часть цепной линии слишком провисла. По-видимому, силы сопротивления воды на подбору действуют неравномерно и возрастают у мест крепления буксирных тросов, чего не должно быть. Трал придется пересчитывать. Это обстоятельство должно быть подтверждено фактами. Инженеры уступают место кинооператору (рис. 23).

Наблюдения за тралом, которые дали интересный материал, продолжались несколько дней. Они требовали большого внимания и своевременной реакции от наблюдающего в верхний иллюминатор, а также согласованности действий всего экипажа «Северянки».

Впервые в истории науки были проведены подводные наблюдения за работой разноглубинного трала и произведена его киносъемка. Результаты наблюдений, несомненно, окажут помощь инженерам при проектировании новых тралов для лова рыбы в толще воды.

При покладках на грунт в местах камбаловых «пастищ» проводились наблюдения за донными рыбами (камбалами) и другими животными. Как только оседало облако взвешенных частиц, вызванное прикосновением «Северянки» к грунту, со дна медленно поднимались похожие на лепешки камбалы и, энергично двигая хвостами, устремлялись под корпус подводной лодки. С гораздо меньшей скоростью, но, видимо, максимальной для их размеров, под лодку ползли крабы — тот мелкий вид, который встречается в Баренцевом море. По всей видимости, в данном случае и камбалы, и крабы под корпусом лодки искали защиты от проникающего сквозь толщу воды света, который на них действовал раздражающе.

Работа с ультразвуковыми гидроакустическими приборами и особенно с эхолотом, направленным вверх, позволила произвести измерение зон действия эхолотов, т. е. определить то пространство вокруг подводной лодки, которое пронизывается ультразвуковой энергией и в пределах которого возможно обнаружение рыб и других объектов.

В предыдущей экспедиции у Фарерских островов через иллюминатор подводной лодки удалось провести интереснейшие наблюдения за атлантической сельдью —

объектом лова. Теперь мы увидели в движении разно-
глубинный трал — орудие лова. Остается только пронаб-
людать главное — сам процесс лова. Тогда многое станет
ясным, и можно дальше совершенствовать траление.

Но стало рождаться сомнение: пожалуй, наблюдение
за ловом — задача для «Северянки» невыполнимая.
Главная причина, заранее предопределявшая неудачу, —
явное безрыбье на пути трала, так как движущаяся в
прозрачной воде рядом с тралом лодка распугивает все
живое. О наблюдении за тралом, идущим по дну, не имея
нижнего иллюминатора, вообще говорить не приходилось
из-за опасности врезаться в неровности грунта или трал.
Кроме того, завеса ила, сопровождающая донный трал,
могла затруднить наблюдение. «Северянка» в этом слу-
чае окажется бессильной. Это лишний раз подчеркнуло
необходимость построить специальную подводную лодку
для изучения океана.

О чем говорят эхолоты

(Четвертый рейс)

После зимнего похода «Северянки» в Северную Атлан-
тику было чрезвычайно интересно провести подводные
наблюдения за атлантическими сельдями в летнее время.
Они держатся относительно разреженными косяками,
рассеянными на большой акватории от 63 до 77° север-
ной широты (рис. 24). Промысловый флот в это время
распределен также на значительной площади, и рассто-
яние между отдельными судами велико. Хорошая погода
и большие просторы позволяют рыболовным судам дрей-
фовать летом с очень длинными порядками (наборами)
сетей, длина которых достигает порой 3 км. Уловы рыбы
летом на единицу длины сетей меньше, чем зимой,
вследствие разреженности косяков, однако они относи-
тельно стабильны, потому что штормовая погода реже
нарушает ритм работы рыбаков.

У судов промысловой разведки летом дел не меньше,
чем зимой. Поиск больших скоплений — задача ответ-
ственная, и приходится делать немало галсов и опытных
обловов, прежде чем рекомендовать тот или иной квад-
рат океана рыболовецкому флоту. Иногда встречаются
загадки: гидроакустические станции регистрируют хоро-
шие скопления рыбы, на которые выметываются сети.

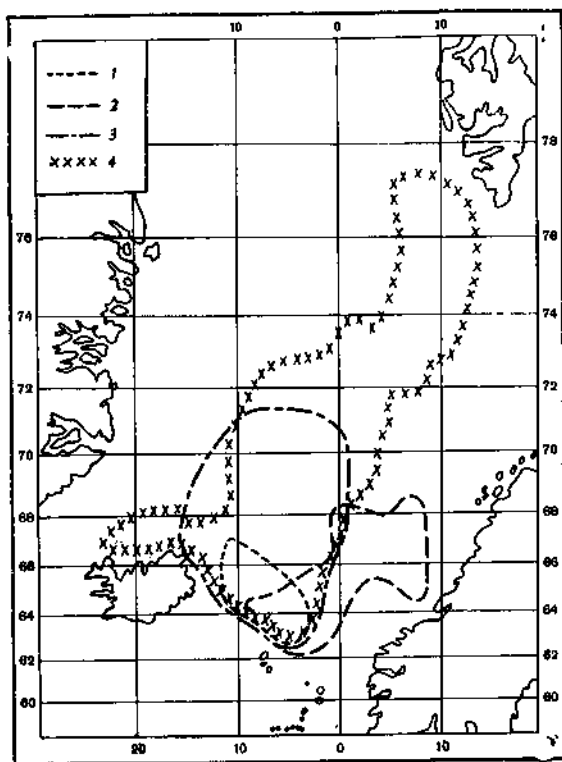


Рис. 24. Распределение сельди в Норвежском море по сезонам 1951—1958 гг.

1 — зимой; 2 — весной; 3 — летом; 4 — осень

Судно долго дрейфует над косяком. Наконец сети выбираются... и в них ни одной рыбины! Не всякий, даже опытный, гидроакустик может отличить на ленте гидроакустического прибора изображение рыбы, которая ловится, от экзозаписи «рыбы», которая не ловится. Эту загадку предстояло разгадать.

Две основные задачи были поставлены перед четвертой экспедицией «Северянки». Первая заключалась в разработке методики визуального наблюдения дрейферных сельдяных сетей из иллюминаторов подводной лодки и изучении поведения сельди в районе сетей, вторая —

в расшифровке загадочных показаний гидроакустической аппаратуры. Кроме того, планировалось измерить подводную освещенность, дальность видимости в воде и гидрологические характеристики вод — температуру и соленость, а также провести наблюдения за планктоном. Программа похода разрабатывалась ПИНРО. В качестве обеспечивающего надводного корабля было выделено научно-исследовательское судно ПИНРО «Профессор Месяцев», на котором также находилась научная группа, возглавляемая известным ученым, заведующим лабораторией сельди ПИНРО И. Г. Юдановым. К моменту выхода «Северянки» «Профессор Месяцев» уже работал в районе промысла. Непосредственные последние приготовления к выходу — погрузка и наладка аппаратуры — заняли четыре дня. В отсеки были погружены многочисленные ящики с приборами, банки с сухарями, мешки с картошкой, консервы, фрукты, матрацы и, несмотря на лето, меховые спальные мешки. Ведь лето в Заполярье не очень-то жаркое, особенно в первом отсеке подводной лодки, постоянно омываемом морской водой с температурой, редко приближающейся к 10° С.

5 июля 1959 г. в полдень экипаж «Северянки» и научная группа по традиции выстроились на палубе лодки для того, чтобы выслушать последние наставления руководства базы и прощальные речи друзей. В этот день ярко светило солнце, на берегу играла музыка, а по лицам выстроившегося экипажа струился пот, так как все были одеты по-походному — в меховые непромокаемые брюки и куртки. В 14.00 лодка отошла от пирса, и рейс начался.

Встреча с «Профессором Месяцевым» должна была состояться на промысле. Хорошая погода позволила тщательно подготовить аппаратуру для исследований и проверить ее во время пробных погружений. Однако при первых же погружениях была обнаружена низкая прозрачность воды, вызванная цветением растительного планктона — фитопланктона. При наблюдении через боковые иллюминаторы во время погружений была видна зеленая вода очень малой прозрачности, а через верхний иллюминатор хорошо просматривались на светлом фоне поверхности моря, а также на темном фоне колодца иллюминатора различные планктонные организмы. Такая ситуация вызвала опасения, успешно ли пройдут

наблюдения за дрефтерными сетями. Для того чтобы представить сложность задачи наблюдения за сетями из подводной лодки, познакомимся с конструкцией дрефтерного порядка сетей. Дрефтерный порядок набирается из отдельных сетей размером 10×30 м так, как это показано на рис. 25. Основным связующим элементом порядка служит вожак — толстый стальной канат, оплетенный пенькой. При этом существуют два варианта расположения вожака: по низу и по верху. При нижнем расположении вожака не требуется подвязывать дополнительные грузы к нижней подборе, т. е. к нижней кромке сети, для того чтобы оттянуть их вниз. В этом случае сам вожак надежно натягивает сети, удерживаемые на плаву надувными поплавками-кухтылями. При верхнем расположении вожака к сетям подвязывают грузики.

Глубина расположения порядка зависит от длины поводцов — концов, соединяющих сети с кухтылями. Длина поводцов устанавливается в зависимости от горизонта расположения косяков рыбы, определяемого по показаниям гидроакустической аппаратуры. Чаще используется дрефтерный порядок с нижним расположением вожака. Судно, выметавшее сети, ложится в свободный дрейф, при этом порядок натягивается. Однако практика промысла сельди показывает, что дрефтерные сети в процессе дрейфа под действием веса вожака и поводцов, а также под влиянием течения и волнения искажают свою форму. Нижняя подбора получает некоторый провес, боковые подборы под действием силы натяжения вожака в беспокойную погоду искривляются, при недостаточном количестве поплавков происходит изменение формы верхней подборы сети и т. д. Все это в итоге влияет на форму ячеек сети, от правильного раскрытия которых зависит уловистость сети.

Чтобы проверить работу дрефтерного порядка, было решено провести наблюдения за сетями из подводной лодки (рис. 26).

Из соображений безопасности предполагалось обследовать порядок с верхним расположением вожака, так как при случайном столкновении стальной вожак мог представить немалую опасность для подводной лодки. Были разработаны два варианта подхода лодки к сетям. По первому варианту (рис. 26) лодка должна заходить

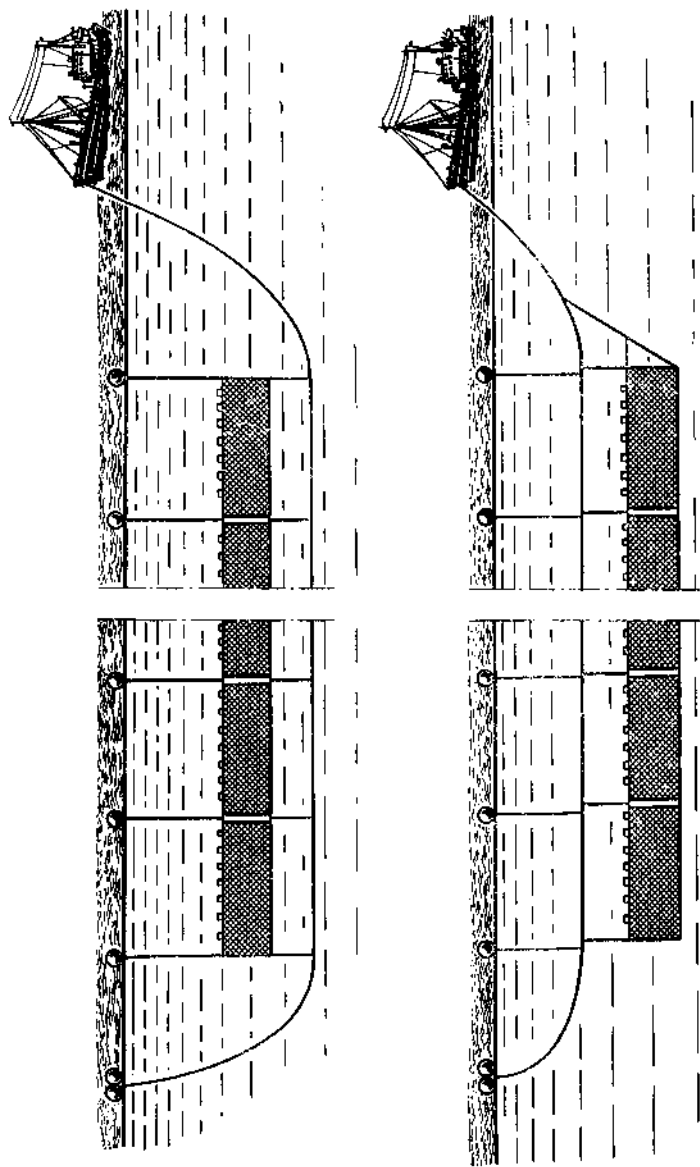


Рис. 25. Схема дрейфтерного порядка: вверху — с нижним расположением вожака, внизу — с верхним

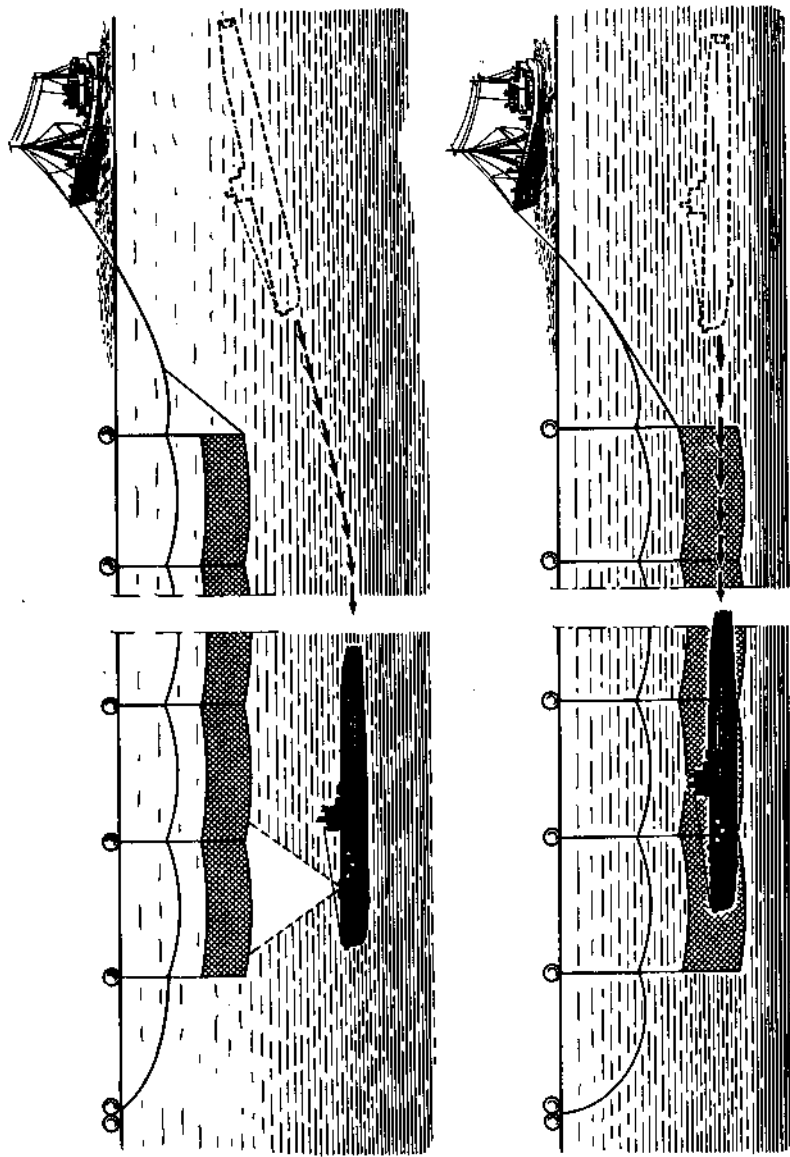


Рис. 26. Первоначальные варианты наблюдения за дрейфтерными сетями из подводной лодки: вверху — через верхний иллюминатор, внизу — через бортовой

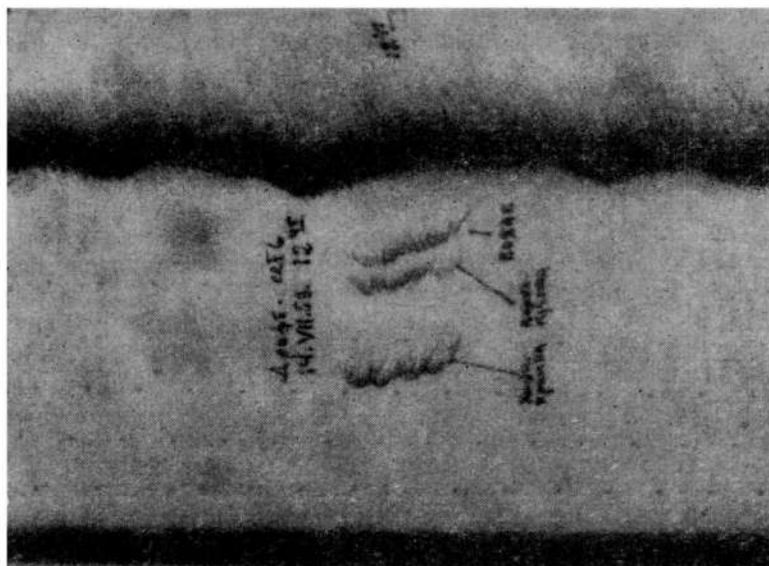


Рис. 27. Эхограмма с записями дрейферного порядка

под судно, дрейфующее с сетями, с кормы и следовать на безопасной глубине вдоль линии дрейфа под сетями. Наблюдения в этом случае должны осуществляться через верхний иллюминатор. По второму варианту курс лодки располагался рядом с сетями на одном горизонте с ними, сети при этом должны быть видны через один из бортовых иллюминаторов. На деле оказалось, что порядок не вытягивается в одну линию, а всегда искривлен за счет взаимодействия различных причин и в первую очередь за счет разности направлений ветра и перемещения водных масс, а также местных завихрений в морском течении. Одним словом, на практике от обоих первоначально разработанных вариантов наблюдения сетей пришлось отказаться. Попытки зайти под сети по первому варианту не увенчались успехом, а пытаться осуществить второй было по меньшей мере безрассудно.

Заход под сети был осуществлен совсем другим способом: подводная лодка выходила под углом к сетям. Идя на перископной глубине на расстоянии нескольких

сот метров от сетей, «Северянка» брала пеленг на дрейфтерный порядок и, погружаясь, проходила под сетями, при этом расстояние от нижней кромки сетей до верхнего иллюминатора равнялось 17—20 м, а до верхней точки надстройки всего 10—13 м. Это была ответственная операция, требовавшая особого напряжения и внимания от экипажа лодки. Момент прохода под сетями определялся по показаниям эхолота верхнего обнаружения. Как только на ленте появлялась запись сетей, лодка меняла курс и, двигаясь зигзагообразно, несколько раз пересекала линию их расположения.

На рис. 27 изображен участок эхограммы эхолота верхнего обнаружения с записью сетей. Нижняя граница толстой линии внизу соответствует глубине расположения вибратора-излучателя эхолота, который находится на одном уровне с верхним иллюминатором. Нижняя граница толстой искривленной полосы вверху соответствует поверхности моря, по которой шла крупная океанская зыбь. «Галочки» на эхограмме являются записями нижней и верхней подбор сетей и вожака. Из эхограммы видно, что лодка четыре раза пересекала плоскость расположения порядка. Однако низкая прозрачность в верхних слоях водной толщи не позволила увидеть сети. Вода изобиловала планктоном. В полном разгаре была биологическая весна.

Планктон и подводная освещенность

Неудача с дрейфтерными сетями заставила обратить особое внимание на то, как распределяется планктон и как он влияет на дальность видимости в воде. В районе работ «Северянки» и «Профессора Месяцева» наблюдалось массовое развитие различных видов микроскопических водорослей. При вертикальных перемещениях лодки видимый количественный и качественный состав водорослей менялся. Иногда встречался зоопланктон. В северных районах моря, особенно в районе так называемой «Банки 600» и восточнее, водорослей было значительно меньше, но зато встречались скопления зоопланктона, главное место среди которого занимал калланус финмархикус — небольшие красноватые рачки, размером не больше 1—2 мм. Там, где его было очень много, вода имела розовый оттенок.

С борта «Профессора Месяцева» облов планктона вели с помощью планктонных сетей, сделанных из очень мелкого «газа». Вид планктонной сети изображен на рис. 28. Такая сеть погружается на нужную глубину, а затем лебедка начинает ее поднимать. При этом процеживается столб воды, диаметр которого определяется диаметром сетки. Выловленный планктон тщательно смывается со стенок сетки, фильтруется и взвешивается. Таким образом узнают количество планктона на единицу объема воды.

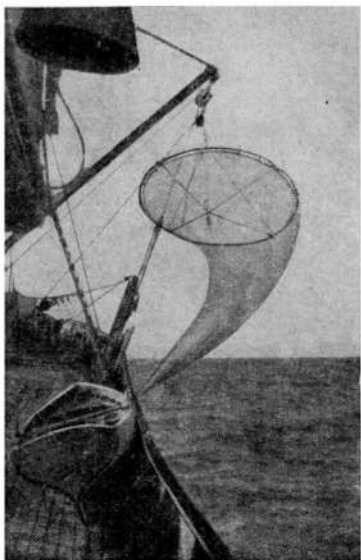


Рис. 28. Сеть для лова планктона

На «Месяцеве» планктоном занималась Елена Александровна Павштикс, известная своими работами по изучению планктонных организмов полярных морей. с борта «Северянки» проводили наблюдения за качественным содержанием различных видов планктона на разных горизонтах. Одновременно измерялась подводная освещенность и дальность видимости «снизу вверх» (рис. 29). По кривой хода подводной освещенности подсчитывался коэффициент вертикального ослабления света. Этот коэффициент зависел от содержания планктона на той или иной глубине.

Для измерения дальности видимости объектов около верхнего иллюминатора привязывали трос, на другом конце которого был укреплен поплавок — траловый кухтыль. По длине троса к нему прикреплялись на расстоянии 5 м друг от друга алюминиевые трубки, размер которых совпадал с размерами сельди, встречавшейся в районе работ (рис. 30). Коэффициент отражения света от поверхности трубок был равен 0,5—0,6, что примерно

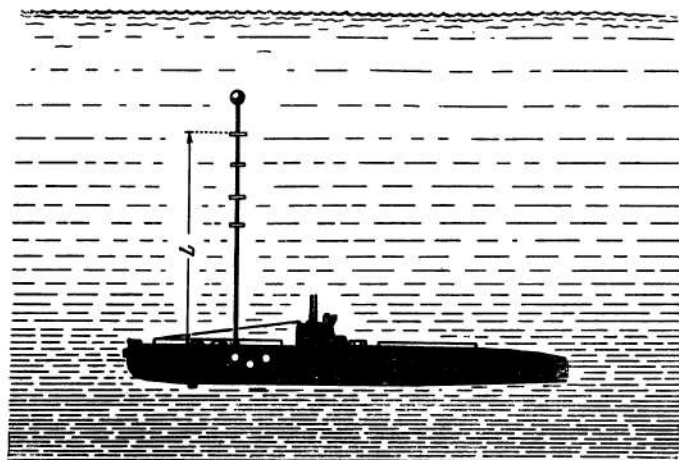


Рис. 29. Схема измерения дальности видимости

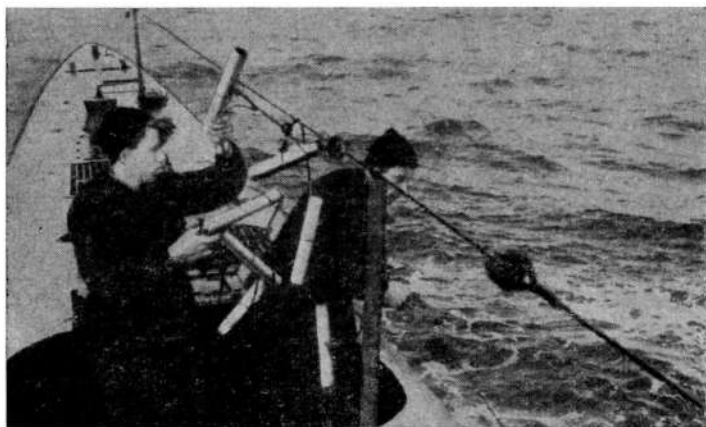


Рис. 30. С. И. Потайчук и О. А. Соколов готовят приспособления для измерения дальности видимости на палубе «Северянки» в районе верхнего иллюминатора

соответствовало коэффициенту отражения света от селды. Лодка погружалась без хода, трос вытягивался, и по количеству видимых объектов можно было судить о дальности видимости в воде, наблюдая снизу вверх.

На рис. 31, а приведены данные, полученные в одной из точек исследованного района, кривые температуры,

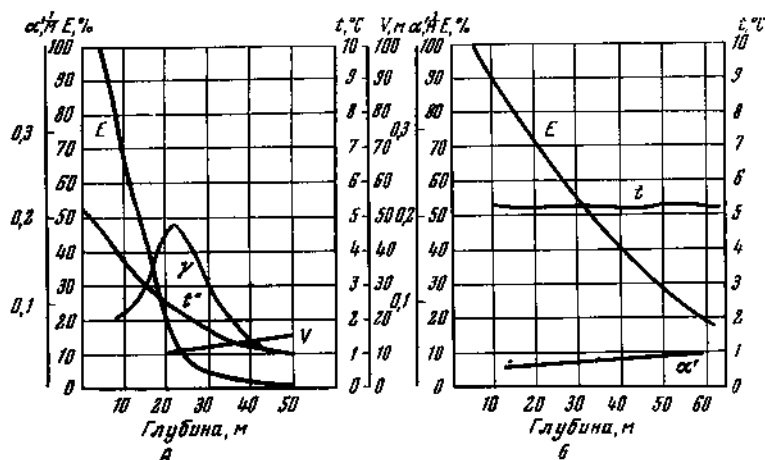


Рис. 31. Кривые температуры воды (t°), хода подводной освещенности с глубиной (E в %), коэффициента вертикального ослабления света (α') и вертикальной дальности видимости (V): А — летом; Б — зимой

хода подводной освещенности с глубиной, выраженной в процентах (за 100% принята освещенность на глубине 5 м), коэффициента вертикального ослабления света и вертикальной подводной дальности видимости, которая измерена вышеописанным способом. Как видно из графика, максимальное значение коэффициента вертикального ослабления света α' соответствует глубине 22—23 м. Визуально в этом слое наибольшее скопление планктона.

Кривая V иллюстрирует изменение вертикальной видимости. В слое максимального значения коэффициента α' видимость минимальна и равна 10 м, затем с глубиной она несколько увеличивается, несмотря на худшие условия освещения. Для сравнения на рис. 31, б приведены данные, полученные в той же точке исследованного района зимой во время второй экспедиции «Северянки».

Дальность видимости в этом случае составляла десятки метров.

Наряду с измерениями температуры, освещенности и видимости во время экспедиционных работ изучали, как влияют скопления планктона на работу корабельной гидроакустической аппаратуры.

Решение загадки

Погода была великолепная, и наблюдения велись практически круглые сутки. «Северянка» либо опускалась под воду для производства различных измерений, либо осуществляла гидроакустический поиск. Также неутомимо работал и «Профессор Месяцев». Отдыхать было совершенно некогда, и кое-кто уже мечтал о хорошем шторме, во время которого можно было бы выспаться.

Эхолоты работали круглые сутки, непрерывно «прощупывал» воду гидролокатор. Самописцы часто «писали рыбу». Иногда контрольные обловы сетями, выметываемыми с «Профессора Месяцева», приносили много рыбы: 50, 100 и даже 200 кг на сеть. Но с «Северянки» рыбу не было видно — мешала плохая прозрачность, и, очевидно, сельдь, чутко реагируя на приближение стального «чудища», держалась от него на расстоянии. Сельдь «видели» только гидроакустические приборы. Они ее не только «видели», но и слышали в самом смысле слова. Косяки звучали. Они издавали характерные «скрипучие писки» на высоких частотах, которые хорошо воспринимала станция пассивного поиска — шумопеленгатор, установленный на борту «Северянки». Шумопеленгатор позволял преобразовывать неслышимые звуки, издаваемые на ультразвуковых частотах, в слышимые. Этот прибор иногда улавливал «писки» одиночных рыб, находящихся вне зоны действия эхолотов, которые показывали отсутствие рыбы.

Но иногда бывало наоборот: эхолоты рыбу показывали, а «писков» не было. При этом отсутствовала рыба и в контрольных уловах, а если и была, то единичные экземпляры. Именно такие показания и обманывали рыбаков, заставляя их терять драгоценное время.

Неожиданно загадку «обманных показаний» разгадали приборы. Однажды, находясь вблизи пересечения 70 параллели с Гринвичским меридианом, «Северянка»

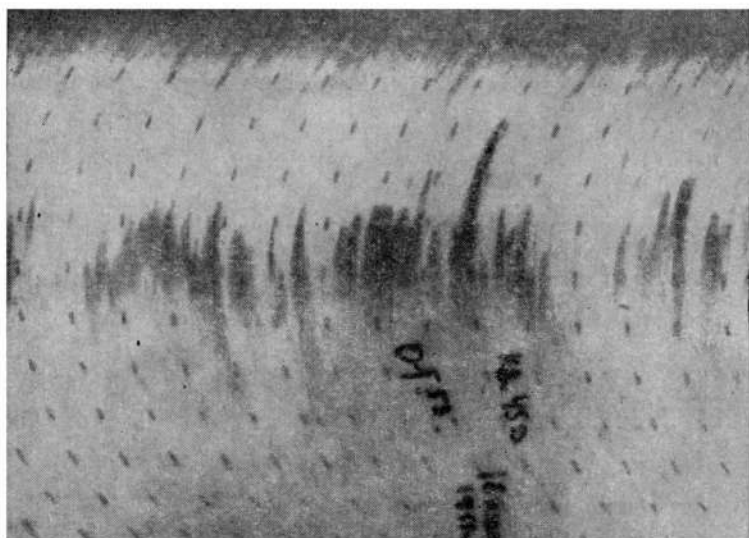


Рис. 32. Запись косяков сельди на глубине 40—50 м, полученная эхолотом нижнего обнаружения

обнаружила рыбу. Самописец эхолота нижнего обнаружения непрерывно записывал плотную размытую полосу, соответствующую глубине около 35 м. Была дана команда на погружение. Все заняли свои места: экипаж — у бесчисленных рукояток управления лодкой, научные сотрудники — у приборов.

«Глубина — 7 м!», — сообщал вахтенный штурман, следящий за глубиномером. «Дифферент — 2° на нос... Забортная температура — $8,4^{\circ}$ », — выкрикивал Потайчук, сидевший у электронного термосолемера. «Глубина — 15 м ... Забортная температура — 8° ! ... Записи на глубине 35 м!... За иллюминаторами — зеленая вода, рыбы нет», — сообщал Федоров.

«Глубина 35 м! ... Температура — $4,2^{\circ}$... В иллюминаторы вижу калянуса! ... Записи прекратились...»

«Глубина 40 м!... Температура — $3,2^{\circ}$... За бортом много калянуса!... Записей на эхолоте нет!... В верхний иллюминатор видно много калянуса...»

«Глубина 50 м!... Температура — 3° ... Калянуса мало... Записи отсутствуют...»

Эхолот верхнего обнаружения ничего не показывал. При всплытии лодки запись на ленте эхолота нижнего обнаружения немедленно возобновилась. Погружения и всплытия повторялись до тех пор, пока не стало совершенно ясно, что загадочные записи на лентах эхолотов вызываются отражением ультразвуковых волн от слоя «температурного скачка», а вернее — от развивающегося вблизи слоя скачка зоопланктона. Это подтверждается тем обстоятельством, что ложные записи встречаются только в теплые месяцы, когда верхний слой воды достаточно прогрет. Осенью слой температурного скачка исчезает и эхолоты перестают «обманывать» рыбаков.

Таким образом, для распознавания ложных записей необходимо иметь сведения о распределении температуры воды по глубине и следить за развитием и распределением планктона. Большую помощь могут оказать в этом случае приборы для прослушивания звуков рыб. Ведь опустить гидрофон в косяк и послушать «о чем говорят рыбы» — дело минутное... Но пока на промысловых судах таких приборов нет, а существующие шумопеленгаторы дороги, да и мало подходят для промысловых судов (рис. 32).

Итоги рейса

Несмотря на неудачу, которая постигла «Северянку» при попытке наблюдать за дрейфтерными сетями, в целом четвертая экспедиция была успешной. Вкратце итоги экспедиции сводятся к следующему.

Впервые наблюдали вертикальное распределение планктона в период цветения. Непосредственные наблюдения за планктоном из подводной лодки позволяют определить тонкую структуру скоплений, чего нельзя сделать с помощью планктонных сетей, процеживающих значительный по глубине слой воды.

Собран интересный материал о влиянии планктона на подводную освещенность. Определена подводная дальность видимости для периода цветения вод в различных районах.

Отработана методика маневрирования подводной лодки под дрейфтерными сетями. Нет сомнения, что в период спада биологических процессов — осенью или зи-

мой — дрейфтерные сети можно наблюдать из иллюминаторов подводной лодки.

Установлено, что планктон влияет на работу корабельной гидроакустической аппаратуры. Скопления некоторых форм планктона в совокупности с особым характером температуры на глубине создают условия для отражения ультразвуковых волн, при этом показания гидроакустической аппаратуры очень сходны с показаниями, обусловленными наличием сельди. Таким образом, был объяснен факт отсутствия уловов при «хороших показаниях».

Поскольку первые экспедиции «Северянки» имели основной целью разработку методики использования подводных лодок для рыбохозяйственных исследований, то с этой точки зрения четвертая экспедиция была не менее важной, чем предыдущие.

Затаившись на дне

(Пятый рейс)

Ранним утром 28 апреля 1960 г. «Северянка» вышла с базы в свой пятый рейс. Курс пролегал в Мотовский залив Баренцева моря, где в губе Эйна была назначена встреча с исследовательским кораблем «Персей-2» — потомком легендарного «Персея» — старейшего советского научно-исследовательского корабля, погибшего от вражеской бомбы во время второй мировой войны (рис. 33). «Персей-2» вышел в море раньше нас — 22 апреля, чтобы выяснить обстановку промысла. Встретившись с ним, научная группа «Северянки» должна была договориться о плане совместных действий.

В первом отсеке установлена новая аппаратура: комплекс приборов для измерения глубинных течений электромагнитным способом, измеритель придонных течений, электронный измеритель солености и температуры воды, фотометр для измерения подводной освещенности, кино- и фотоаппаратура.

Объем работ в пятом рейсе, несмотря на его непродолжительность, был запланирован большой.

Предстояло провести биологические наблюдения за промысловой рыбой — мойвой, изучить ее поведение в это время и условия нереста, а также аналогичные наблюдения за треской;



Рис. 33. Научно-исследовательское судно ПИНРО «Персей-2»

испытать новую электромагнитную аппаратуру для изучения глубинных течений, а также приборы для измерения придонных течений;

определить температуру и соленость вод с помощью нового электронного термосолемера;

изучить условия видимости объектов под водой в данный период в прибрежных районах Баренцева моря;

провести геологические наблюдения за распределением донных осадков.

В районе работ «Северянка» шла над водой. Продвижение по Кольскому заливу — операция ответственная: встречи и расхождения с многочисленными судами требовали особой осторожности и внимательности от экипажа подводной лодки. Поэтому на переходе вся «наука» сконцентрировалась в первом отсеке, чтобы не вызывать лишней суетолки. В первом отсеке, где не гремят дизели и не колышется указатель компаса, движения не чувствуется.

Наблюдения за мойвой предпринимаются во второй раз. В 1959 г., когда «Северянка» выходила в третий

поход в эти же самые районы, мойвы в Мотовском заливе не оказалось. В 1960 г. на основании сопоставления многих данных и анализа метеорологического и гидрологического режима района был предсказан подход косяков мойвы к берегам Мурманска. Прогноз подтвердился. Когда «Северянка» вышла в тренировочный поход, матросы заметили в иллюминаторы небольших рыбок с темно-коричневой спинкой. Научных сотрудников в это время на борту не было. Несколько позже они познакомились с мойвой в столовой междурейсового дома отдыха моряков. Некоторые из них пробовали эту рыбу впервые и тут же решили, что она заслуживает внимания.

Мойвой должны были заниматься биологи: кандидат биологических наук М. И. Рыженко — начальник пятого рейса, научные сотрудники ПИНРО Соляев и Прохоров.

Молодой инженер-механик лаборатории технических средств подводных исследований ВНИРО С. Золотов немало сил потратил, чтобы оснастить «Северянку» новыми приспособлениями для наблюдений. Ему предстояло испытать их. Главную заботу для Золотова составлял новый прибор, в создании которого он принимал участие, — измеритель подводных течений. Датчик-вертушка прибора был укреплен на ограждении рубки и реагировал на течения при покладке лодки на грунт. Скорость и направление течений считывались с указателей, находящихся в первом отсеке.

Гидролог Потайчук должен был испытывать улучшенный вариант «Термосолемера-II», который позволял дистанционно определять температуру и соленость воды. Задача морского геолога Гершановича — наблюдать за дном. Его интересовали донные осадки, распределение грунтов на пологих и крутых склонах морского дна (рис. 34). Океанолог Ли Соловьев — сотрудник Института океанологии АН СССР предполагал испытать метод измерения глубинных течений электромагнитным путем. При этом способе за подводной лодкой буксируются длинные кабели-шлейфы, в которых наводится электродвижущая сила за счет взаимодействия потока электропроводной соленой воды — течения и магнитного поля Земли.

И, наконец, задачей одного из авторов — О. А. Соколова являлось измерение подводной освещенности,



Рис. 34. Морской геолог Д. Е. Гершанович фотографирует грунт через бортовой иллюминатор

измерение дальности видимости под водой и производство киносъемок.

Четвертая экспедиция «Северянки» в Северную Атлантику, проходившая в условиях цветения воды, показала малую пригодность бортовой осветительной установки, имевшейся на лодке, для наблюдений в сильно мутной среде. Бортовые светильники, расположенные в одной плоскости с иллюминаторами, освещали водное пространство перед наблюдателем, вызывая интенсивное свечение этого пространства в результате рассеяния света. Дальность видимости в воде при этом была невелика, она даже снижалась при включении светильников, особенно если имелось достаточное естественное освещение. Опыт четвертой экспедиции показал необходимость вынести подводный осветитель к плоскости наблюдения. В связи с этим перед пятым рейсом было уделено особое внимание специальным приспособлениям для наблюдений. На наружной палубе лодки над иллюминатором правого борта была смонтирована откидывающаяся стрела и установлен герметичный штепсельный разъем для подключения осветительных приборов. На стреле перед погружением лодки подвешивался выносной светильник. Это позволяло избежать засветки водного пространства перед наблюдателем и резко улучшить усло-

вия наблюдений. В качестве светильника использовались тысячеваттная лампа в герметичном патроне и оmyаемый водой хромированный отражатель. Сила света лампы могла меняться в широких пределах при помощи реостата, установленного в первом отсеке около иллюминатора. Таким образом, лампа могла работать как в режиме недокала, так и в режиме перекала, предназначенного для киносъемок. Кроме того, для подводных наблюдений в направлении движения лодки над верхним иллюминатором был смонтирован щит с зеркалом, наклоненный под углом 45° к горизонтальной плоскости (рис. 35).

Днем 28 апреля в Мотовском заливе возле губы Эйна состоялась встреча с «Персеом-2». Надводный коллега «Северянки» вытаскивал на борт трал.

Совещание состоялось в просторной кают-компании «Персея-2». Научная группа «Северянки» ознакомилась с распределением рыбы в районе, и была достигнута договоренность о взаимодействии и способе связи. Между делом обменялись подарками. Персеюне преподнесли северянам свежую рыбу, а северяне — ящик сухой воблы. На борт «Северянки» перешли с «Персея-2» инженер — гидроакустик М. Трусканов и биолог В. Прохоров.

В 03.00 состоялось первое погружение в губе Эйна. Низкая прозрачность мешала наблюдениям. В иллюминаторы были видны хлопья планктона, которые перемещались относительно иллюминатора снизу вверх. Казалось, что под водой идет крупный снег, только в обратном направлении. Прозрачность была еще хуже, чем в Атлантике летом. Легли на грунт. В отсеке погасили свет. Рыженко, сидевший у иллюминатора, вдруг заявил, что он отчетливо видит дно и на грунте большой камень-валун. Включили забортное освещение. Когда немного улеглась муть, поднятая с грунта во время покладки, грунт стал хорошо виден. Его характер заинтересовал Гершановича. Он внимательно рассматривал его строение и записывал результаты наблюдений в журнал. А в это время состоялось короткое совещание шутников, и камню, лежащему на морском дне, было присвоено имя первооткрывателя. Его назвали «Камнем Рыженко». На грунте стояли два часа, затем, немного приподнявшись, перешли в новую точку. Были сделаны измерения видимости различных предметов на грунте.

Попытка погрузиться «на рыбу», которую нашел «Персей», успеха не имела. «Персей» обнаружил рыбу в месте, где было большое движение судов: рыболовных сейнеров, ботов и траулеров. Погружаться здесь было опасно, однако попытка состоялась. «Персей» должен был «отгонять» суда от места погружения (рис. 36). Но только лишь «Северянка» погрузилась на перископную глубину, как на нее пошел сейнер, принадлежащий какому-то рыболовецкому колхозу, не обращая внимания на все сигналы с «Персея», с которого бегло стреляли сигнальными ракетами и звучно передавали с помощью электромегафона не очень вежливую информацию. Лодке пришлось срочно всплыть. В надводном положении можно было наблюдать, как «Персей» отгонял других два сейнера, но они спокойно обошли его и пошли своим курсом. Мысль о погружении в районе, где работают промысловые суда, пришлось оставить. На ночевку «Северянка» и «Персей» ушли в губу Эйна.

На следующий день «Персей» обнаружил в губе Корабельная косяки трески и мойвы на глубине 90—100 м на свободном от судов пространстве. Но и в этот день попытка погрузиться и наблюдать рыбу окончилась неудачей, так как вышла из строя система выносного освещения. Через полчаса пришлось всплыть и весь остаток погожего дня ремонтировать выносной светильник.

И снова стучит эхолот. «Северянка», снявшись с якоря после ночной стоянки, идет в губу Мотку. План дня следующий:

8.00— 9.00 — переход в губу Мотка,

9.00—11.00 — погружение на грунт,

11.00—13.00 — переход подводным ходом в губу Корабельная.

Но плану снова не суждено было быть выполненным. В 9.30 «Северянка» пришла в намеченную точку. Вывесли светильник и начали погружение без хода. Вода изобиловала планктоном. Его было так много, что светильник, висящий перед иллюминатором, почти не был виден.

Глубина 20 м, вода стала изумрудно-зеленой. Под водой была в самом разгаре весна, цвели мельчайшие водоросли.

40 м. Становится все темнее и темнее. Лодка плавно, но довольно быстро продолжала погружение. В отсеках —

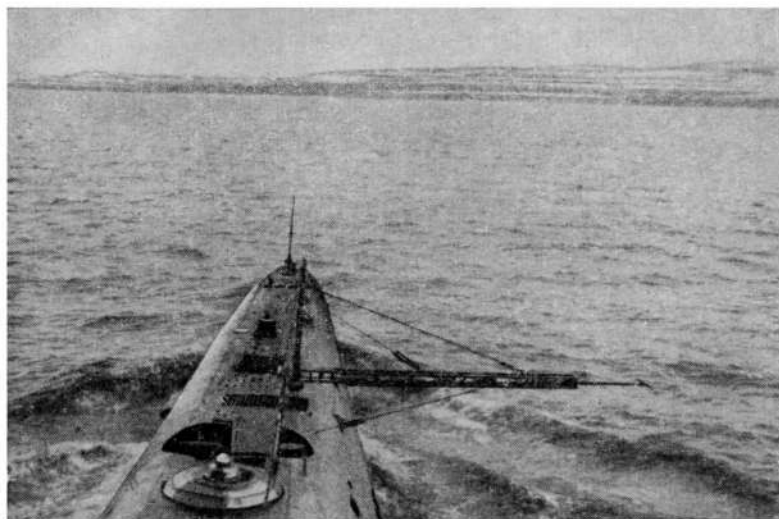


Рис. 35. Откидывающаяся стрела и щит с зеркалом на верхней палубе «Северянки»

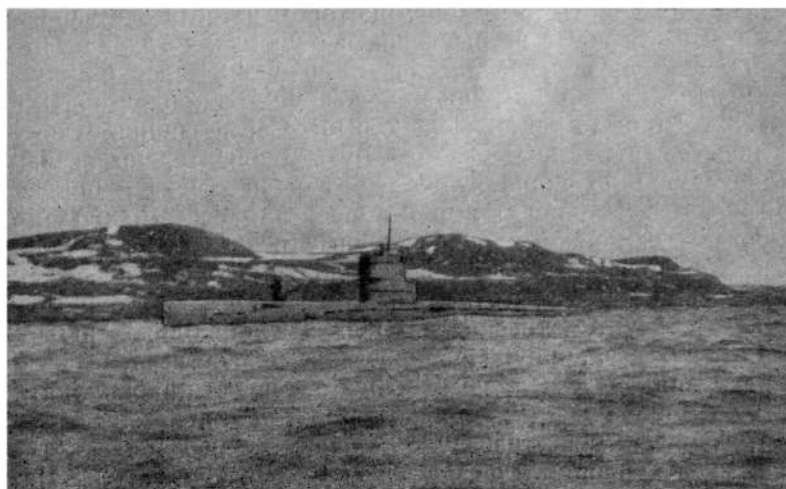


Рис. 36. На фоне скалистых берегов Мотовского залива «Северянка» едва заметна

тишина, нарушаемая иногда звуками перепускаемого для регулирования дифферента воздуха. К иллюминаторам прильнули наблюдатели.

45... 50 м... Включили свет, открылось великолепное зрелище, какого нельзя увидеть в обычной надводной жизни: словно под водой в обратную сторону шел снег. Освещенные лучами прожекторов хлопья планктона плавно проплывали мимо иллюминатора вверх. Лодка продолжала погружение.

60... 70 м... Самописец эхолота верхнего обнаружения, ритмично постукивая, «отбивал» кривую изменения глубины.

75 м. Естественный свет почти перестал просматриваться. Вода стала прозрачнее. Перед иллюминатором в лучах бортовых светильников поблескивал хромированный корпус отражателя выносного осветителя.

80... 90 м. И вдруг лодка содрогнулась от легкого удара о грунт и легла с небольшим дифферентом на нос. За стеклами иллюминаторов множество мелких рыбешек роилось в лучах бортовых прожекторов. Их собиралось все больше и больше, как вдруг все померкло. Со дна поднялось облако илистой пыли, которое образовалось при ударе корпуса лодки о грунт. Некоторые из рыбешек подошли вплотную к иллюминаторам и тогда все увидели, что это вовсе не рыбешки, а рачки-черноглазки. Постепенно муть рассеялась, и стало видно серое илистое дно. И вот над ним появились крупные продолговатые тела. Это была действительно рыба. Серые спинки сливались с грунтом. Через час муть окончательно осела, и рыбу стало видно лучше — это были треска и пикша (рис. 37). Наблюдателям вскоре стало невозможно работать, так как их возбужденные возгласы привлекли к себе других членов экипажа лодки. Столпившиеся за их спинами моряки старались заглянуть в иллюминаторы. Между тем треска осмелела и стала ближе подходить к светильнику. Появилась возможность заснять ее на кинолентку. У иллюминатора затрещал киноаппарат. В освещенную зону пришел пинагор — пузатая рыба, имеющая и второе название — морской воробей. Пинагор, не спеша, проплыл и скрылся под корпусом лодки. На дне кипела жизнь. Рачки-черноглазки питались фитопланктоном — мельчайшими водорослями, рыбы — рачками.



Рис. 37. Треска и пикша в освещенной зоне (кинокадр)

Научные сотрудники подсчитывали количество рыб на единицу объема воды, изучали отношение их к свету, для чего яркость регулировалась реостатами; интересовал также процесс питания, скорость бросков рыб за добычей и в момент испуга, например, когда внезапно включался свет или стучали по корпусу лодки.

Черноглазкам яркий свет нравился. Они кружили в непосредственной близости от светильника и забирались под отражатель. Рыбы же, наоборот, при увеличении яркости удалялись от лампы, а при малом свете смело подходили к рачкам и лакомились ими.

Поведение и количество рачков-черноглазков наталкивают на мысль организовать их промысловый лов на свет с помощью рыбонасоса, как это делается при лове кильки на Каспийском море. Там широко применяется такой способ. К патрубку шланга диаметром 150—200 мм прикрепляют мощные электролампы и нускают его в воду на нужную глубину. Верхний конец шланга соединяют с центробежным насосом специальной конструкции. Собравшаяся на свет килька засасывается вместе с во-

дой и поднимается на палубу судна. Такой способ вполне пригоден и для черноглазок. Количество этих рачков в полярных районах Мирового океана огромно. Достаточно сказать, что эти крошечные рачки являются основной пищей исполинов-китов. Если освоить их промышленный лов, люди могут получить миллионы центнеров высококачественного сырья для получения жиров, кормовой муки и удобрений, а возможно, и пищевого белка.

В связи с ухудшением погоды работа продолжалась в губе Мотка. Приведя в готовность выносную осветительную систему и устройство для измерения дальности видимости, лодка снова скрывается под водой. У иллюминаторов производятся измерения подводной освещенности и яркости среды. Картина прежняя. На глубине 35—40 м вода становится изумрудно-зеленой. Видимость резко падает. Для удобства наблюдения в отсеке гасят лишний свет. Эхолот верхнего обнаружения как всегда отсчитывает глубину. Кроме эхолота, глубину показывают стрелочные глубиномеры. С легким толчком лодка ложится на грунт. На этот раз угодили прямо в косяк трески и пикши. У иллюминатора сидел Рыженко. Когда глубина достигла 95—100 м, он увидел стаю рыб и закричал: «Сюда, скорей! Сколько рыбы!».

Вскоре с грунта поднялся ил, и рыбы разошлись. Однако у люстры висел столб черноглазок, который казался желтовато-бурым из-за огромного количества рачков. Через полчаса, когда муть немного улеглась, можно было заметить, как треска, избегавшая электрического света, врывалась в стаю рачков, хватала одного из них и убегала. Спустя два часа, рыбы, постепенно осмелели и уже целыми косяками появлялись в освещенной зоне, поедая беззащитных рачков. Некоторые большие рыбы иногда «клевали» своих сестер так, как это делают куры из-за зернышка или червяка (один такой момент удалось заснять на кинолентку), другие настолько освоились, что стали заходить под отражатель, как бы желая погреться под лампой.

Наблюдения были чрезвычайно интересны. Удалось отснять всю заряженную кинолентку (рис. 38).

Изучив на основе многочисленных погружений обстановку в Мотовском заливе и убедившись в том, что мой-



Рис. 38. С киноаппаратом у иллюминатора

вы здесь нет, «Северянка» покинула залив и перешла на восток в район губ Орловка и Териберка в надежде ее там обнаружить. Работы в этом районе начали с гидрооптических измерений. Лодка сделала несколько погружений в губе Орловка. У иллюминаторов были подвешены специальные шары, видимость которых определялась на разных глубинах. Условия явно не благоприятствовали наблюдениям, тем не менее был сделан ряд покладок для осмотра грунтов в надежде обнаружить мойву. Но мойва к этому времени переместилась вплотную к берегам, подход к которым для лодки был невозможен из соображений безопасности плавания. Зато у берега работало множество сейнеров и ботов, и их палуба серебрилась от десятков тонн выловленной рыбы. Когда запланированное время подошло к концу, «Северянка» взяла курс на базу.

Каковы же научные итоги этого рейса?

Прежде всего скажем несколько слов о внешних условиях рейса, т. е. о гидрометеорологической обстановке. Измерения температуры воды и воздуха показали, что в 1960 г. биологическая весна наступила на две-три недели раньше обычного. В придонных слоях наблюдалась

более повышенная температура, чем в соответствующий период последних пяти лет с 1955 г. Температура поверхностных слоев воды достигала в апреле 1960 г. $3,35^{\circ}\text{C}$, а в мае $3,81^{\circ}$. В западных районах придонная температура равнялась $3,40\text{—}3,65^{\circ}$, а в восточных $2,90\text{—}3,10^{\circ}$. Эти температуры характерны для теплых лет.

В связи с повышенным запасом тепла рано началось бурное развитие планктонных организмов. Это вызвало резкое снижение прозрачности воды в районах исследований «Северянки». Повышенная температура воды повлияла также на распределение косяков рыб и обусловила их более ранний подход к берегам на нерест. Этим и объясняется неудача, которую потерпела «Северянка», пытаясь проследить преднерестовые скопления мойвы. Однако эта неудача не снижает ценности наблюдений в целом, которые были сделаны в пятом рейсе.

Из биологических наблюдений прежде всего заслуживает внимания реакция рачков-черноглазок на свет. Она позволяет разработать простые и эффективные способы лова. Промышленный лов этого вида планктона может оказаться весьма перспективным, так как запасы его в океане огромны.

Большой интерес для биологов представляют также наблюдения за треской и пикшей. Улучшенная система освещения в пятом рейсе позволила снять кинофильм.

Хорошо работали приборы для измерения течения, температуры и солености. Электронный дистанционный термосолемер позволял быстро получать информацию о среде в нужный момент и с хорошей точностью (рис. 39).

С помощью измерителей течений удалось определить их скорость в различных слоях воды, в том числе непосредственно у грунта, что помогло объяснить некоторые геологические явления. Визуальное обозрение донных осадков на поверхности дна показало, что не только у берегов, но и в открытом море осадочный покров не является однородным и может существенно меняться на весьма незначительных расстояниях. Песок, илистый песок и другие более тонкие отложения чередуются со скоплениями ракушек, гравия, гальки, изредка валунов. Участки с однообразным грунтом в районах плаванья встречались редко и были не характерны. Очень интересным фактом оказалось то, что камни — галька, валуны, обломки не занесены илом, а выступают над



Рис. 39. Гидролог С. Потайчук (слева) и инженер С. Золотов считывают показания электронного термосолемера и дистанционного измерителя придонных течений

дном, хотя из года в год на дно оседают миллионы тонн органических остатков отмершего планктона. Это говорит о том, что существует вынос или вымывание этих остатков придонными течениями. Как показали измерения, скорость течений относительно высока — 15—20 см/сек.

Интерес представляют также и наблюдения за некоторыми планктонными организмами, видимыми простым глазом. В большинстве случаев эти организмы не были равномерно распределены в толще воды, а встречались в виде облакообразных скоплений различной величины и плотности.

По разделу гидрооптических наблюдений был собран материал об ослаблении подводной освещенности с глубиной, а также произведена оценка дальности видимости в воде на многих глубинах, которая в разных слоях воды оказалась различной.

Пятый рейс «Северянки» пополнил наши знания о морских глубинах, дал толчок новым мыслям, новым планам.

Сельдь «меняет характер»

(Шестой рейс)

Шестой рейс подводной лодки «Северянка» осуществлялся с 1 по 31 декабря 1960 г. Работы проводились в Норвежском море, в районах советского сельдяного промысла.

В экспедиции участвовало научно-исследовательское судно «Профессор Месяцев».

В связи с исключительными в 1960 г. гидрометеорологическими условиями (позднее наступление зимы и относительно высокие температуры воды и воздуха) рейс протекал в неблагоприятной промысловой обстановке. Сельдь держалась на небольшой акватории, занятой средними рыболовными траулерами, а большие морозильные суда имели плохие уловы и были сняты с сельдяного промысла.

Так как большую часть наблюдений предполагалось проводить в темное время суток или на глубинах более 100 м, где естественная освещенность мала даже в дневное время, особое внимание в период подготовки было уделено улучшению системы освещения. Дополнительно к имевшейся бортовой системе подводного освещения было установлено восемь светильников с зеркальными лампами накаливания типа ЗН-8 мощностью по 500 квт, заключенными в прочные герметические корпуса: по два светильника — у бортовых иллюминаторов, один — у верхнего, два — на откидывающейся от борта стреле, еще один светильник был расположен на палубе и направлен по курсу под углом 45° к вертикали. Он позволял смотреть через верхний иллюминатор в направлении движения подводной лодки при помощи наклонного зеркала, установленного с внешней стороны. Положение светильников выбиралось так, чтобы оптические оси иллюминаторов и светильников сходились на расстоянии 10 м от бортовых иллюминаторов, а от верхнего — на расстоянии 20 м.

Основные задачи рейса — изучить поведение атлантических сельдей и распределение планктона, получить данные о свойствах среды, работе пелагического¹ (разно-

¹ От латинского слова «пелагаль» — толща моря. Пелагический трал буксируется в толще воды в отличие от донного, буксируемого по дну моря.

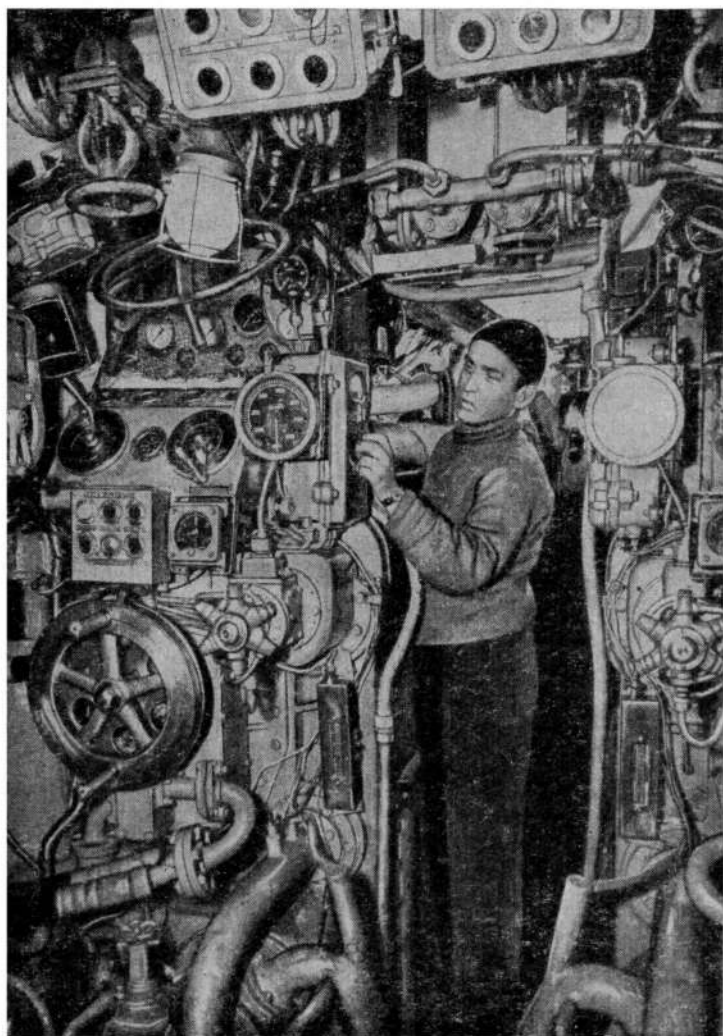


Рис. 40. В дизельном отсеке «Северянки». На вахте — старшина мотористов А. Головин

глубинного) трала и видимости окрашенных сетей под водой.

Начальником комплексной экспедиции «Профессора Месяцева» и «Северянки» был М. Рыженко, начальником научной группы на «Северянке» — О. Соколов.

Научная группа на борту «Северянки» состояла из молодых сотрудников ВНИРО: гидробиолога Н. Хромова, инженера С. Золотова, механика В. Фомина и научного сотрудника Ленинградского научно-исследовательского института им. Крылова Ю. Калашникова. Рейс начался 1 декабря 1960 г. вечером. В 20.20 по московскому времени лодка под электромоторами неслышно отошла от пирса. Находящиеся в первом отсеке следили за событиями лишь по звукам команд, доносившихся из переговорного устройства. Выйдя на фарватер Кольского залива, «Северянка» содрогнулась от включения мощных дизелей и взяла курс в Мотовский залив для пробного глубоководного погружения (рис. 40).

2 декабря в 01.30 состоялось первое пробное погружение в Мотовском заливе. Лодка, не снижая скорости, нырнула в черную пучину. Но пучина оказалась не такой уж черной. За иллюминаторами мелькали светящиеся организмы. Их было много, и они светились голубовато-зеленым светом разной интенсивности. Вот выписка из журнала наблюдений:

«01.45 — у иллюминаторов Рыженко и Хромов. Глубина — 30 м, ход — 5,4 узла. Включено забортное освещение. Хромов замечает быстро уплывающую рыбу. Много крупных медуз.

01.55 — 40 м. Хромов с левого борта, Рыженко — с правого, Золотов у верхнего иллюминатора. Всюду мелькают медузы.

02.00—60 м. Видны светящиеся организмы, медузы. О. Соколов в правый иллюминатор увидел большую красивую медузу. Освещение работает нормально.

02.05 — 75 м. Золотов и Хромов в верхний и боковой иллюминаторы наблюдают увеличение количества медуз. Хромов видит рыбу, но определить ее вид не может.

02.10 — 100 м. Хромов через левый иллюминатор видит гребневиков, медуз меньше.

02.17—120 м. Работают все светильники. Рыженко видит молодь рыбы, Соколов — темные предметы.

02.19 — 150 м. Медузы встречаются полями.

02.21 — 160 м. Скорость 5,7 узла. Поле медуз проходит за 4 сек.

02.23 — 170 м. В первом отсеке пробило сальник и стала поступать вода. Срочное всплытие.

02.25 — 30 м. Освещение выключено. Количество видимых светящихся организмов резко возросло.

И, наконец, лодка всплыла. Вот теперь за бортом снова марк. Лишь слева на горизонте одиноко мерцал огонь маяка.

За исключением неисправности в одном сальнике, которую быстро устранили, все работало нормально, поэтому «Северянка» вышла из Мотовского залива и начала переход в Норвежское море в район стоянки плавбазы рыболовного флота у Фарерских островов.

Баренцево море встретило лодку восьмибалльным штормом (рис. 41). Ее бросало из стороны в сторону. Укачались почти все, и только Фомин вел себя как ни в чем не бывало, шторм как будто его и не касался. Крепился и Рыженко да еще несколько бывалых матросов. Фомин знал, что лучшим средством борьбы с морской болезнью является обильная еда, поэтому он достал круг колбасы, хлеб, чеснок и предложил устроить ужин.

От берегов Норвегии «Северянка» повернула к Фарерским островам. Ветер стал дуть в «спину», поэтому бортовая качка уменьшилась. Огромные валы катились сзади, догоняли лодку и накрывали кормовую часть. Но острый нос уверенно резал воду, и «Северянка», ритмично покачиваясь, продвигалась вперед.

К Фарерам подошли 7 декабря. Одновременно наладили радиосвязь с обеспечивающим судном «Профессор Месяцев», которое шло к плавбазам, тем временем перебравшимся на запад от Фарерских островов, спасаясь от северо-восточного штормового ветра.

«Северянка» вошла в Фареро-Шотландский пролив, разъединяющий Шотландский и Фарерский архипелаги. Над горизонтом низко висело солнце, шторм утих. Верхний мостик заполнился народом. Все вышли подышать воздухом, посмотреть берег.

С «Профессора Месяцева» поступило сообщение об аварии главного двигателя и о том, что он следует на Фарерские острова в Фуглэ-Фьорд для ремонта. «Северянке» пришлось начать работы в одиночестве. Второе

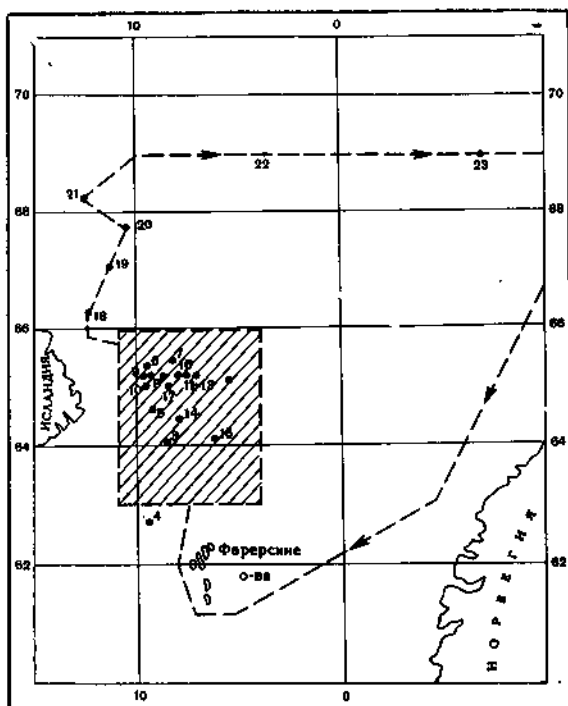


Рис. 41. Маршрут шестого рейса. Заштрихован район работы «Северянки» в зоне обитания зимующей атлантической сельди с указанием точек погружения

погружение состоялось севернее Фарер. Цель погружения — измерить освещенность и посмотреть наличие планктона. В 5.47 по Гринвичу на скорости шесть узлов лодка погрузилась под воду. За бортом мелькала масса крупных светящихся форм размером до 1 см. На глубине 50 м еще ощущалось покачивание. Скорость снизили до четырех узлов. После включения забортного светильника свечения не видно. Изредка наблюдаются сальпы — небольшие студенистые формы, относящиеся к низшим хордовым животным. В верхний иллюминатор хорошо видна поверхность.

Глубина — 52 м. По левому борту выключены светильники. Эхолот ничего не показывает. Через левый иллю-

минатор наблюдаются светящиеся организмы, через правый в лучах светильников видны неясные туманности.

75 м. Глубина океана в этом месте — 2500 м. Скорость два узла. Количество планктона снизилось.

85 м. За бортом стали появляться отдельные экземпляры сельди, которые спокойно висели в толще воды без движения, не обращая внимания на подводную лодку и на яркий электрический свет. Некоторые рыбы, как бы очнувшись, уходили из освещенной зоны.

100 м. Сельди стали попадаться небольшими косяками по несколько десятков штук. Вода чистая. Засветка пространства перед иллюминаторами небольшая. Дальность видимости порядка 20 м.

120 м. Количество наблюдаемой рыбы увеличивается. Рыба записывается эхолотом. В основном это молодь сельди. Отдельные экземпляры рыб совершают хватательные движения.

130 м. 8.47. Начал появляться фон естественного дневного освещения, который особенно заметен через верхний иллюминатор. Эхолот верхнего обнаружения перестал записывать рыбу. С рассветом сельдь мигрировала на большие глубины.

140 м. Рыба уходит ниже.

150 м. Рыба пишется на глубине, недоступной для лодки. Стало заметно светать.

В 9.20 лодка начала всплывать, останавливаясь на отдельных горизонтах для измерения освещенности. Погружение в районе промысла принесло первые результаты.

Началась кропотливая работа. «Северянка», используя богатый арсенал средств гидроакустического поиска, делала один галс за другим, исследуя довольно обширный район моря, лежащий между 4 и 11° западной долготы и между 63 и 66° северной широты. Рыбу наблюдали почти при каждом погружении (рис. 42). Сельди держались в виде отдельных разрозненных косяков. Большей частью это были скопления пассивных сельдей, слабо реагирующих на приближение лодки и включение искусственного освещения. Изредка попадались экземпляры сельди, находящиеся в вертикальном или перевернутом положении. С наступлением рассвета, когда наблюдалось едва заметное изменение подводной освещенности, косяки сельди начинали опускаться на большие глубины.

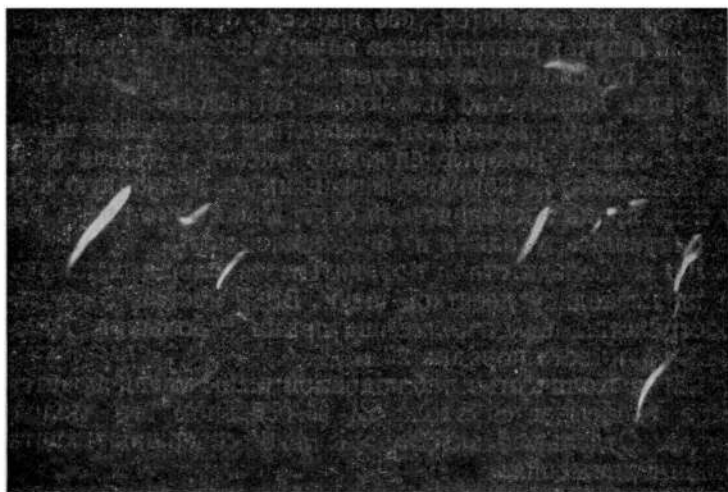


Рис. 42. Одновременно в поле зрения наблюдалось по несколько десятков рыб. Снято через верхний иллюминатор (кинокадр)

С рассветом верхние слои воды оказывались свободными от рыбы. С вечерней зорькой эхолоты регистрировали подъем сельди, и в иллюминаторы снова были видны скопления рыб. Одновременно в поле зрения наблюдалось по несколько десятков рыб. Этого было, конечно, мало, чтобы получить хороший улов. Промысловые скопления были заняты средними рыболовными траулерами. Подход к ним «Северянке» был запрещен, так как в этих районах существовала реальная опасность запутаться в сетях и потерпеть аварию. Приходилось искать «свой косяк». И такой косяк был найден. 16 декабря в 6.05 по Гринвичу гидролокатор нащупал «цель». При подходе к ней эхолоты начали записывать очень плотный косяк на глубине 75—100 м. Прежде всего нужно было «оконтурить» косяк, т. е., определив границы скопления, нанести их на карту, чтобы без ошибки пройти через него в подводном положении. После нескольких галсов стало ясно, что косяк очень мощный, а его размеры равны примерно 3 км в длину и нескольким сотням метров в ширину.

В 7.10 «Северянка» с включенными прожекторами погрузилась на глубину 90 м в самую толщу косяка. Однако

за бортом ничего не было видно. Рыба стала записываться на глубине 15 м под килем лодки, а через две минуты запись прекратилась совсем. Погасили свет и погрузились на 120 м. За иллюминаторами абсолютная темнота; между тем, судя по записям на ленте эхолота, рыбы вплотную подошли к лодке. И действительно, включив свет, обнаружили массу быстро рассеивающихся сельдей. Находясь в плотном косяке, они вели себя иначе, чем в разреженных скоплениях. Вот выписка из журнала научных наблюдений:

«...7.50. Эхолоты регистрируют рыбу. Довольно плотные скопления. Через 1,5—2 мин. после включения светильников скопления вокруг лодки рассеиваются. Свет выключен; эхолоты показывают, что скопления опять начинают окружать лодку.

Легли на обратный курс. Все время регистрируются плотные скопления. При включении света в первый момент рыбу видно, но не очень много. Через 15—20 сек. в передней части лодки слышен шум ударов сельди о корпус, и в районе светильников появляется масса рыбы (рис. 43). Через 30—90 сек. скопления рассеиваются. Свет гасится, и цикл снова повторяется. Лодка движется со скоростью 2 узла...»

Такое странное поведение сельди вызвало горячие споры. Рыженко объяснял бросок сельди в освещенную зону тем, что она принимает искусственные источники света за естественное излучение светящихся форм планктона и бросается на него, движимая инстинктом питания. Однако это объяснение противоречило фактам.

Если бы свет, излучаемый бортовыми подводными прожекторами, по качественным и количественным характеристикам был похож на свет, излучаемый планктоном, то это можно было бы допустить. Но дело в том, что излучения, идущие от светящихся форм планктона и от прожекторов, крайне различны и по спектральному составу, и по мощности, и по пространственным характеристикам.

Зеленовато-голубоватый свет, излучаемый планктоном, спокойно воспринимается глазом, адаптированным к темноте. Небольшая яркость множества подвижных точек, или своеобразный световой дождь, во время движения лодки в скоплении планктона не создает неудобств

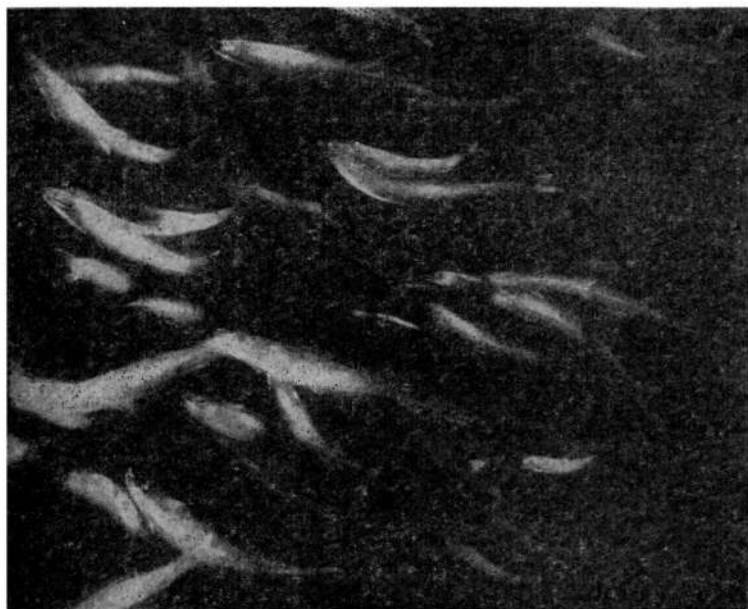


Рис. 43. Плотные скопления сельди в лучах включенных светильников.

зрению. В то же время свет лампы накаливания или блики на зеркальной поверхности отражателя наш глаз не выдерживает даже при световой адаптации.

Как известно, это происходит по следующим причинам. Освещенность сетчатой оболочки глаза в зоне объектов наблюдения прямо пропорциональна яркости этих объектов. Яркие объекты создают высокую освещенность на сетчатке и воспринимаются более светлыми. Если две светящиеся поверхности излучают одинаковую силу света в направлении зрения, но имеют разные площади, то меньшая поверхность будет обладать большей яркостью и, следовательно, сильнее воздействовать на глаз.

Свет очень ярких источников, находящихся в поле зрения, вызывает чрезмерное возбуждение зрительного участка коры головного мозга. Это возбуждение бывает настолько сильным, что глаз не замечает предметы менее яркие. Более того, после окончания воздействия «сле-

пящей» яркости на глаз он не сразу, а в течение относительно продолжительного времени восстанавливает свою первоначальную чувствительность.

По-видимому, внезапное включение указанных светильников вызывало состояние шока у рыб, находящихся в освещенной зоне. Стремительно рассеиваясь, они попадали в косяк, находящийся вблизи подводной лодки. Создавалось своеобразное уплотнение.

После того, как происходила разрядка уплотнения, сельди, замечая приближение света, уходили в стороны; при этом эхолоты регистрировали отсутствие рыбы на протяжении всего пути с включенными прожекторами.

Безусловно, это объяснение нуждается в дополнительной проверке, но отрицательный характер отношения сельди к искусственному свету очевиден. Это подтверждается также тем, что появившиеся в освещенной зоне рыбы не создавали скопления у самих светильников, а беспорядочно ударялись о корпус подводной лодки, леерные стойки, тросы. Было видно, как на верхний иллюминатор падал «дождь» чешуи.

Рыженко сделал вывод о возможности использования реакции сельди на движущиеся источники света в промысловых целях.

В дальнейшем больше не удавалось погрузиться в такой мощный косяк рыбы, однако наблюдения и за меньшими косяками показывали отрицательное отношение сельди к искусственному освещению.

Наблюдения за сельдью в промысловых скоплениях с помощью автоматически действующей подводной фотоаппаратуры продолжил Фомин. Предполагалось, что компактный фотоаппарат с импульсным осветителем, опускаемый в косяк с борта судна на тросе, не вносит таких возмущений в активную стаю рыб, как большая и шумящая подводная лодка. Импульсная световая вспышка столь коротка, что рыбы не успевают среагировать на свет. По получаемым фотографиям можно установить истинную плотность рыб в толще воды и, сопоставляя эти данные с результатами гидроакустических наблюдений, судить о количестве рыб в косяках.

Подводный фотоавтомат для этой цели был сконструирован и построен в Лаборатории технических средств подводных исследований ВНИРО. Он был снаб-

жен программным устройством и позволял фотографировать через определенные, заранее устанавливаемые промежутки времени. С помощью этого фотоавтомата были получены дополнительные сведения о косяках сельди. Нужно заметить, что фотографирование с помощью фотоустройств не может заменить подводную лодку или какое-либо другое средство для наблюдений, позволяющее исследователю длительное время находиться под водой. Фото- или киносредства позволяют документировать лишь отдельные стороны событий, не раскрывая их динамику.

С помощью фотоавтомата Фомин получил серию снимков, представлявших большой интерес для ученых и промысловиков. Были сопоставлены наблюдения, сделанные «Северянкой», с результатами гидроакустической съемки косяков и фотосъемкой. При этом было получено достаточно полное представление о запасах сельди в исследованном районе, что позволяет более рационально использовать промысловый флот.

«Северянка» изучала также и зоопланктон, который в больших или меньших количествах встречался в разных частях района исследования. В основном это были рачки-черноглазки.

Одним из интересных этапов шестого рейса было наблюдение за разноглубинным тралом, которое предпринималось во второй раз. В третьем рейсе была доказана принципиальная возможность таких наблюдений и произведена первая киносъемка трала, а в этот раз было решено изучить работу трала иной конструкции. Посмотреть его в процессе лова не удалось, так как в светлое время суток, когда проводились наблюдения, сельдь мигрировала на глубину, недоступную для подводной лодки. Работа трала была заснята на киноплёнку (рис. 44).

Подведем итоги шестого научно-исследовательского рейса подводной лодки «Северянка».

Наиболее интересными являются ихтиологические наблюдения. Для изучения зимующей атлантической сельди было сделано 15 погружений в районе севернее Фарерских островов, ограниченном 63 и 66° северной широты, 4 и 10° западной долготы, продолжительностью от 2 до 8 часов. Они проводились преимущественно в темное время суток или на зорях, когда сельдь совершала вертикальные миграции. В дневное время она опу-



Рис. 44. Наблюдения за разноглубинным тралом требует напряжения и внимания от каждого члена экипажа

скалась в глубокие слои воды, недоступные для подводной лодки.

В этом районе повсюду были обнаружены разреженные косяки сельди младших возрастных групп. Они находились в состоянии спячки и практически не реагировали ни на приближение подводной лодки, ни на свет прожекторов бортовой осветительной системы. Лишь отдельные экземпляры, попав в центр светового луча вблизи прожектора, пробуждались и уходили из него. Количество рыб в разреженных косяках колебалось от двух до нескольких десятков штук. Ориентация наблюдавшихся сельдей была нормальной, т. е. спиной кверху.

Впервые удалось провести наблюдения в плотном косяке зимующей сельди. Реакция ее на движущийся источник света можно использовать в практических целях, например для создания искусственных концентраций сельдей. Были также получены интересные данные о планктоне. Во время визуального контроля в боковые иллюминаторы с включенными светильниками проводился лов планктона сетью, которая прикреплялась к корпусу подводной лодки и залавливала его при движении.

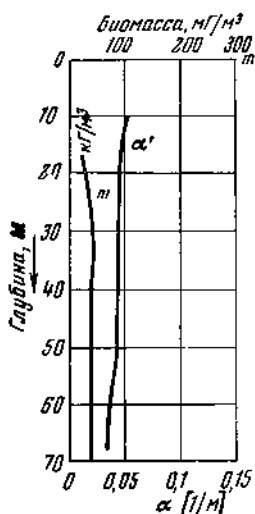


Рис. 45. Кривые распределения биомассы (m) планктона на глубине и показателя ослабления света (α), характеризующего прозрачность

их горизонтального и вертикального распределения (рис. 45).

Гидрооптические наблюдения сводились к измерению подводной освещенности в различных районах Норвежского моря, оценке дальности видимости под водой и определению яркости фона водной среды.

Абсолютное значение прозрачности вод в ряде районов оказалось на порядок выше, чем в весенне-летний период в этих же районах, что создавало благоприятные условия для подводных наблюдений.

Результаты измерений видимости объектов в воде позволили выбрать оптимальные условия для изучения пелагического трала в натуре.

Это подтвердило прекрасную возможность изучить работу трала. Были обнаружены колебания распорных досок буксируемого трала и волнообразные движения сетного полотна с одной стороны, вызванные, очевидно, неравномерным натяжением дели в результате непра-

Эта работа выполнялась только в темное время суток. Днем планктон почти не встречался, вероятно, в связи с его миграцией в светлое время суток в более глубокие слои воды. Неожиданной оказалась большая неравномерность в распределении рачков-черноглазков и по горизонтали и по вертикали. Их биомасса в слое 80—100 м составляла 100—200 мг на 1 м³ воды. Днем рачки в слое 150—200 м отсутствовали.

Было обнаружено много светящегося планктона. Подавляющая его часть представляла собой отмершие организмы, невидимые в лучах света, но люминесцирующие в темноте под действием бактерий.

Итоги зимнего рейса показали, что с подводной лодки можно хорошо наблюдать за макрозоопланктоном: рачками-черноглазками, сальпами, гребневиками и т. д. При этом можно непосредственно получать количественные характеристики

вильного покрова. Сельди в зоне действия трала в это время не было, так как днем сельдь мигрировала на глубины, недоступные для подводной лодки, а в ночное время дальность видимости не позволяла вести наблюдения за тралом, и, кроме того, сельдь активно реагировала на искусственный свет подводных прожекторов, уходя из освещенной зоны при длительном освещении.

В Мотовском заливе изучалась видимость окрашенных сетей под водой. Для этого на откидной стреле перед одним из бортовых иллюминаторов подвешивались две рамы с цветными образцами сетей. Всего использовалось 20 образцов хлопчатобумажных сетей и 16 капроновых.

Наблюдения проводили на глубинах 7 и 25 м в условиях сумеречной освещенности. Цвета не различались, все сети казались серыми и были в различной степени заметны. Наименьшей заметностью обладали желтый образец хлопчатобумажной сети и желто-зеленый образец капроновой.

В заключение отметим, что шестой рейс «Северянки» принес много интересных и полезных для промысла сведений, еще раз показав, что подводная лодка является мощным средством океанографических и рыбохозяйственных исследований.

Встреча с мойвой

(Седьмой рейс)

Эта экспедиция состоялась в июне 1963 г. До этого «Северянка» значительное время провела у заводского причала и в доке, проходя средний ремонт. Районом плавания снова стал Мотовский залив Баренцева моря. В задачи рейса входило наблюдение за мойвой, а также проведение гидрооптических наблюдений, связанных с заметностью орудий лова под водой.

Научная группа полностью состояла из сотрудников Лаборатории технических средств подводных исследований ВНИРО. Рейс длился 10 суток.

Подсчеты, проведенные начальником экспедиции В. Честным, показали, что при облове косяков из 176 рыб, находящихся в 1 м³ воды, в трал попадали только две. Значит, в определенных условиях рыба чувствует трал. Эти условия слагаются из освещенности поверхности

моря, прозрачности воды, глубины лова и ряда других явлений. Изучить их — такова была задача рейса.

К концу восьмого дня «Северянка» попала в скопление мойвы очень высокой плотности. Рыба терлась о стекло, медленно и с трудом продвигаясь к носу лодки. Временами она шла в дружном строю, будто ее специально уложили, как укладывают салаку в консервную банку. Да и размером она была чуть больше салаки.

Внезапно серебристую массу словно пронзили длинным мечом. Это была треска. Скоро мойва прошла, увлекая за собой косяк хищниц. «Северянка» всплыла и стала на якорь.

В этом же рейсе у южного побережья полуострова Рыбачий на мелководье, где мойва нерестится весной, В. А. Матусович, надев шерстяное белье и гидрокombинезон, совершил пробное погружение с аквалангом, доказав, что при случае наблюдение в иллюминаторы можно совместить и с опусканием аквалангиста.

Счастливого плавания, «Северянка»!

(Вместо эпилога)

Опыт научно-исследовательской подводной лодки «Северянка» показал, что при помощи специальных подводных лодок возможно решение ряда научных проблем рыбного хозяйства и океанографии.

Многие из них не могут быть полностью решены с помощью лишь надводных исследовательских кораблей, даже оборудованных специальными средствами подводных наблюдений (подводное телевидение, гидростаты и т. д.). Преимуществами исследовательской подводной лодки являются ее высокая маневренность, способность к длительному пребыванию под водой, возможность вести одновременно целый комплекс подводных исследований и иметь на борту мощную осветительную установку и исследовательскую аппаратуру.

Одной из наиболее важных является проблема оценки промысловых запасов рыб и в связи с этим проблема расшифровки показаний поисковых гидроакустических приборов. Производя гидроакустический поиск рыбных косяков в промысловом районе, подводная лодка может погружаться для определения плотности и состава косяков. Кроме того, как показал опыт исследовательских

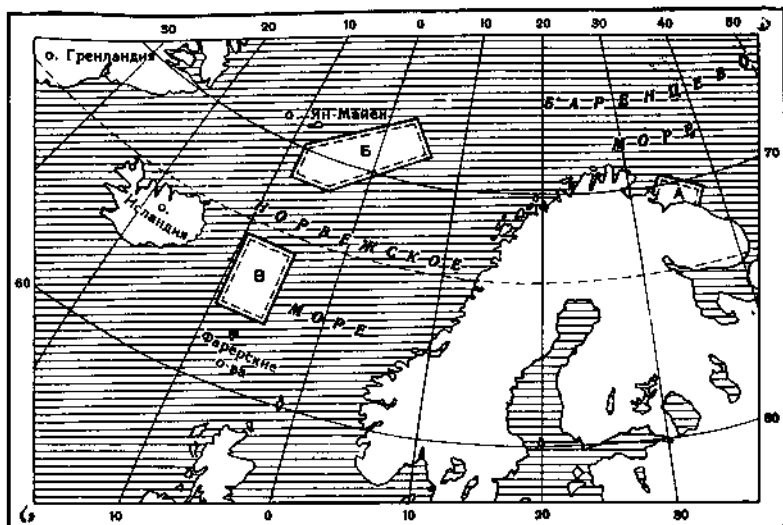


Рис. 46. Районы работы экспедиций на «Северянке». А — первая, третья, пятая и седьмая экспедиции; Б — четвертая экспедиция; В — вторая и шестая экспедиции

рейсов «Северянки», подводная лодка незаменима во время штормов, когда обычные поисковые корабли «теряют рыбу» вследствие неустойчивых показаний гидроакустической аппаратуры во время качки корабля. Например, в районе промысла сельди в Северной Атлантике штормы бушуют почти всю зиму.

Применение «зрячей» подводной лодки позволяет поновому подойти к оценке кормовой базы водоема. Непосредственные наблюдения за обширным районом почти исключают ошибки в количественной характеристике организмов. Большие возможности сулит использование подводных лодок для изучения морских грунтов как в интересах тралового промысла, так и с точки зрения морской геологии.

Одна из наиболее важных рыбохозяйственных проблем — повысить уловистость орудий лова и улучшить их избирательность, т. е. способность вылавливать только взрослых рыб. Решить эту проблему, не зная особенностей поведения отдельных рыб и целых косяков, нельзя,

а выявить их можно только методом визуальных подводных наблюдений.

Подводные наблюдения позволяют установить плотность рыб в косяках, скорость и направление их движения, состав косяков, распределение донных рыб в зависимости от рельефа и растительности, реакцию их на внешние физические раздражители, например свет и звук (рис. 46).

В процессе эксплуатации подводной лодки «Северянка» выявлялись ее недостатки и намечались черты будущего научно-исследовательского подводного корабля.

Поскольку подводную лодку в необычной для нее роли используют недавно, следует говорить не столько о количественной стороне, сколько о новом качестве исследований. Работа, выполненная в сравнительно короткий срок, обогатила рыбохозяйственную науку ценными данными.

Французский журнал «Сьянс э авенир» («Наука и будущее») по этому поводу писал следующее: «Океанографическая подводная лодка?.. Но она уже существует! Это советская «Северянка», которая провела свои первые опыты в декабре 1958 года. Большая заслуга Советского Союза в том, что он первый (да, первый!) вышел за пределы обычных океанографических исследований на поверхности воды. «Северянка» удивила океанографию, начав изучение моря в самом море, а не только на море. Она предприняла наблюдение рыбных косяков, спустившись к самим рыбам...».

Вместо традиционного эпилога — еще несколько слов о плаваниях «Северянки».

В декабре 1964 г. она вновь вышла в Баренцево море, то поднимаясь до 71° северной широты, то спускаясь к скалистым берегам полуострова Рыбачий. Этой, восьмой по счету, экспедицией руководил сотрудник ВНИРО, кандидат биологических наук М. П. Аронов. Распределение сельди в толще воды, концентрация трески и пикши на грунте — вот что интересовало разведчиков рыбы. Две недели бродила «Северянка» среди рыбных стад, лишь изредка всплывая для зарядки аккумуляторных батарей. Находившиеся на борту инженеры усовершенствовали съемочную аппаратуру, установили наружные кинокамеры в носовой части подлодки и около рубки. Удалось снять моменты погружения и всплытия подводной лодки,

покладку на грунт и многое другое. В этом же рейсе специалисты-кораблестроители проверяли технические возможности лодки как научно-исследовательского корабля, причем особое внимание уделялось ее маневренным способностям.

Во время девятого рейса в сентябре 1965 г. исследовательская субмарина подошла к далекому Шпицбергену. Совершить нелегкий переход по линии мыс Нордкап — остров Медвежий — остров Надежды — Шпицберген ее заставила мойва, первое знакомство с которой состоялось в седьмом рейсе. Возглавил экспедицию инженер Матусевич из лаборатории технических средств подводных исследований ВНИРО. Много раз ультразвуковые щупальцы гидролокатора и эхолотов «нащупывали» мойву, но она чутко реагировала на приближение лодки и не появлялась в поле зрения. Еще раз подтвердилось сезонное различие в поведении рыбы. Впервые «Северянка» плыла на глубине, снабженная устройством для залавливания встречающейся на пути рыбы. Хитроумные умельцы из кораблестроительного института установили раскрывающуюся во время хода сетную ловушку. Были опасения, что возросшее сопротивление воды отклонит подводную лодку с заданного курса и глубины, но они не подтвердились. К всеобщему удивлению, первой жертвой подводного лова стал крупный палтус. До этого палтусы на пути «Северянки» не встречались.

Новая, полная радостных открытий, жизнь подводной лодки продолжается. Возможно, что к выходу этой книги в свет и десятая экспедиция «Северянки» станет достоянием истории. Пожелаем же ей счастливого плавания.

Оглавление

1. Перекованный меч	
Первая научно-исследовательская	5
Подводная лаборатория	10
2. Видимость под водой	
Космонавт видит дальше гидронавта	18
Видимость объектов. Подводный туман	19
На каких глубинах можно видеть подводные объекты при естественном освещении	20
Распределение яркости в море	24
Дальность видимости в воде при естественном освещении	27
Прозрачность вод морей и океанов и ее влияние на ви- димость объектов под водой	31
Подводные наблюдения при искусственном освещении .	35
3. Рыбьими тропами	
Генеральная репетиция (Первый рейс)	38
«Лицом к лицу» с рыбой (Второй рейс)	45
Трал над «Северянкой» (Третий рейс)	60
О чем говорят эхолоты (Четвертый рейс)	65
Планктон и подводная освещенность	72
Решение загадки	76
Итоги рейса	78
Затаившись на дне (Пятый рейс)	79
Сельдь «меняет характер» (Шестой рейс)	92
Встреча с мойвой (Седьмой рейс)	105
Счастливого плавания, «Северянка!» (Вместо эпилога)	105

Владимир Георгиевич А ж а ж а,
Олег Александрович С о к о л о в

Подводная лодка в научном поиске

(Семь рейсов «Северянки»)

*Утверждено к печати
редколлегией
научно-популярной литературы
Академии наук СССР*

Редактор *Л. И. Приходько*
Художник *Н. И. Шевцов*
Технический редактор *Р. М. Денисова*

Сдано в набор 5/IV-66г. Подписано к печати 8/VII-66г. Формат 84×103¹/₃₂
Печ. л. 3¹/₂+1вкл. Усл. печ. л. 5,88+1вкл. Уч.-изд. л. 5,1+0,1 вкл.
Тираж 32000. Т-09665 Изд. № 1186/66. Тип. зак. 646. Цена 17 к.

Издательство «Наука». Москва, К-62, Подсоенский пер., 21
2-я типография издательства «Наука». Москва, Г-99, Шубинский пер., 10

**МАГАЗИНЫ «АКАДЕМКНИГА» ПРЕДЛАГАЮТ ВАШЕМУ ВНИМАНИЮ
КНИГИ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНОЙ СЕРИИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «НАУКА»:**

Богаатов Г. Б. Телевизионные передачи из космоса. 1966. 303 стр.
51 к.

Герд М. А., Гуровский Н. Н. Первые космонавты и первые раз-
ведчики космоса. Изд. 2-е, доп. 1965. 239 стр. 37 к.

Дамскин Б. Б., Петрий О. А. Современная электрохимия. 1965.
110 стр. 16 к.

Колпаков А. Д. Ирландия — остров мятежный. 1965. 191 стр. 30 к.

Леонов Р. А. Загадка шаровой молнии. 1965. 76 стр. 12 к.

Обручев В. А. Путешествия в прошлое и будущее. (Научно-фан-
тастические произведения). 1965. 243 стр. 1 р.

Смирнов В. Ф. Чудесные карлики. 1965. 152 стр. 23 к.

Чернолуцкий В. В. Легенды об олене — человеке. 1965. 140 стр.
20 к.

Чимена О. М. Создание двух романов. (Гончаров и шестидесят-
ница Е. П. Майкова). 1966. 160 стр. 24 к.

Если Вы хотите приобрести эти книги, заказы направляйте по
адресу: Москва В-463, Мичуринский проспект, 12, магазин «Книга —
почтой» Центральной конторы «Академкнига».

Сканирование - Беспалов
DjVu-кодирование - Беспалов



17 КОП.

16-015

ИЗДАТЕЛЬСТВО • НАУКА •



АКАДЕМИЯ НАУК
СССР

НАУЧНО-
ПОПУЛЯРНАЯ
СЕРИЯ

В. Г. Ажажа, О. А. Соколов

ПОДВОДНАЯ ЛОДКА В НАУЧНОМ ПОИСКЕ

