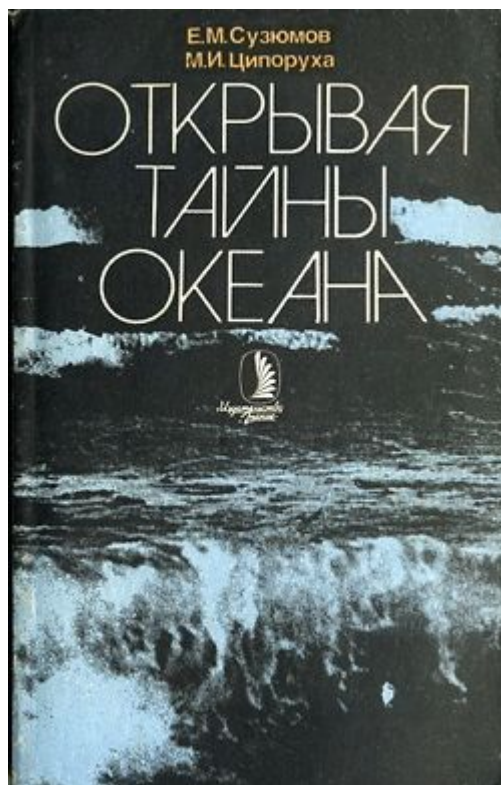


Евгений Матвеевич Сузюмов Михаил Исаакович Ципоруха
Открывая тайны океана



OCR Busya

*«Сузюмов Е. М., Ципоруха М. И. «Открывая тайны океана», серия «Нар. ун-т. Естественнонаучный фак-т»: Знание; Москва; 1991
ISBN 5-07-001304-1*

Аннотация

М.:, 1991

Книга посвящена проблемам комплексного изучения океанов и морей с помощью научно-исследовательских судов. Основное внимание в ней уделяется конкретным океанографическим, геолого-геофизическим и биологическим исследованиям, рассказывается о научных результатах экспедиций.

Читатель узнает о загадках Марианской впадины в Тихом океане и Бермудском треугольнике, о подводных вулканах и глубинных реках в океане, о лекарствах из морских организмов и о многих других интересных фактах.

Книга рассчитана на слушателей народных университетов естественнонаучных знаний.

Евгений Сузюмов, Михаил Ципоруха Открывая тайны океана

Предисловие

Роль Мирового океана в природных процессах, происходящих на нашей планете, а также в жизни всего человечества общеизвестна. Океан – это «кухня погоды», кладезь богатств минеральных и продовольственных, это главный «ассенизатор» планеты, он же – неиссякаемый источник энергии, по нему проходят основные транспортные артерии, связывающие материки и населяющий их народы.

Вместе с тем океан с его разнохарактерными чертами – это самый сложный объект научных исследований. Понадобилось несколько столетий, чтобы человечество получило самое поверхностное представление о его глубинах, течениях, приливах и отливах, живых организмах, населяющих его. И хотя можно без преувеличения сказать, что последние 35–40 лет – это время широкого научного наступления на тайны Мирового океана, он по-прежнему остается для нас «Великим неизвестным».

Современная океанология не ограничивает свои задачи познанием природных явлений и процессов на поверхности вод океанов и морей. Ученые проникают в тайны макро- и микроструктуры и динамики водных масс океана: открыты глубинные противотечения, изучается образование и движение громадных океанских вихрей, внутренних волн. Они пытаются определить влияние этих динамических структур океанских вод на изменчивость полей температуры и солености воды, на водо-, газо- и теплообмен между океаном и атмосферой через поверхностные водные слои. Безусловно, впереди громадный объем новых исследований в этом направлении.

Много сделано и делается в области изучения геоморфологии и геологии океанского дна. Теперь мы знаем, что морское дно, которое раньше считали плоским, вовсе не похоже на бескрайнюю равнину. Материковые склоны, плавно спускающиеся с континентального шельфа, почти повсюду перемежаются подводными ущельями и широкими впадинами, образующимися под действием мощных мутьевых потоков, оставляющих за собой глубоко врезаемые долинообразные желоба. Подводные землетрясения, вулканическая деятельность постоянно меняют очертания морского дна вдоль основных подводных океанских глубин.

На современной батиметрической карте Мирового океана уже видны сотни подводных гор и хребтов, долин, глубоководных впадин и ущелий. Удалось установить, что рифтовые зоны – это очень динамичные участки земной коры с высокой сейсмичностью. Здесь нередко наблюдаются выходы глубинных термальных вод, мощные тепловые потоки из недр Земли. В результате проведенных геолого-геофизических исследований обоснованы новые представления о тектоническом развитии Земли как в геологическом прошлом, так и в современный период. Но можно ли утверждать, что все тайны и загадки, связанные с формированием рельефа океанского дна, раскрыты? Безусловно, нет. Главные исследования предстоит провести в ближайшие и будущие годы.

Что же можно сказать о биологических исследованиях океана? За прошедшие десятилетия проведено биогеографическое районирование океанов, разработаны основные законы развития и динамики экологических систем в океане, построены карты продуктивности морей и океанов, изучены районы промысловых скоплений рыб и морских животных. Но абсолютно ясно, что и в этой области нераскрытых тайн значительно больше, чем раскрытых.

На помощь советским ученым в раскрытии тайн океана приходят технические средства, десятки научно-исследовательских судов, оснащенных самыми совершенными приборами и оборудованием. В практику научно-исследовательских работ в океане широко внедрены автономные буйковые станции и радиобуи, батискафы и глубоководные самодвижущиеся аппараты. Наконец, наблюдения, проводимые с помощью искусственных спутников Земли, в значительной степени поставят раскрытие тайн океана на более высокую ступень.

Авторы этой книги многие годы жизни отдали изучению океана, морскому делу, строительству и эксплуатации морских судов. И вполне закономерно их желание познакомить читателя с историей океанологических исследований, тайнами океана, раскрытыми советскими учеными.

Прочитав эту книгу, читатель узнает об успешном использовании для этих целей сложных технических средств и в первую очередь научно-исследовательских судов. Ведь морские суда ос-

таются и еще длительное время будут оставаться главными средствами изучения океана. Те же автономные буйковые станции, подводные аппараты и приборы можно устанавливать на дне или применять в работе только с помощью морских судов, а информацию с искусственных спутников Земли в большинстве районов Мирового океана можно принимать только с помощью судов космической службы.

Авторы надеются, что эта книга, рассказывающая о раскрытии тайн океана, будет хорошо встречена читателями.

*А. А. АКСЕНОВ,
доктор географических наук, профессор*

Глава 1 «Витязь» выходит в океан

*Впереди океан!..
Он всегда впереди, океан,
Где, как тайна, легли
Очертанья неведомых стран,
И где айсбергов дым,
И безбрежие синих оков,
И над штормом седым
Безответная мгла облаков.
Николай Флеров*

Из банановоза в корабль науки

Раскрытие тайн океана, его природы, законов, по которым живут обитатели' глубин, – эти направления исследований позволят в дальнейшем эффективно использовать его биологические и геологические ресурсы, надежно прогнозировать изменения атмосферных процессов, обеспечить развитие мореплавания. Поэтому постоянную вахту в морях и океанах несут корабли науки, оснащенные современной научной аппаратурой и оборудованием.

Первенцем и флагманом экспедиционного флота был «Витязь». С ним связан один из наиболее результативных периодов советской океанологии, период ее становления и выхода в Мировой океан. Инициатива создания «Витязя» принадлежала академику П. П. Ширшову, участнику беспримерного дрейфа на станции «Северный полюс-1» в 1937–1938 гг. В ходе дрейфа был собран уникальный материал наблюдений по географии, океанологии, гидробиологии, метеорологии, геологии обширной области Северного Ледовитого океана. Естественно встал вопрос о необходимости быстрой обработки и этих материалов для научного и практического использования. Ширшов в 1941 г. добился организации в Академии наук СССР первой в нашей стране лаборатории океанологии и привлек для работы в ней ведущих советских ученых, которые и занялись обработкой этих материалов.

В конце 1945 г. был организован Институт океанологии для комплексного исследования морей и океанов, который возглавил П. П. Ширшов. Первые исследования в окраинных морях новый институт проводил на арендованных учебных и промысловых судах. Однако было ясно, что плодотворно работать институт сможет только в том случае, если будет владеть собственными исследовательскими судами. Но как это осуществить?

Заместитель директора Института океанологии профессор В. Г. Богоров и опытный капитан дальнего плавания С. И. Ушаков были направлены в морские порты, где находились трофейные суда: Они осмотрели десятки судов и остановили свой выбор на грузовом теплоходе «Марс», бывшем банановозе.

Это судно было переоборудовано в ГДР на судовой верфи в г. Висмаре. На нем разместили 12 научных лабораторий, научную библиотеку, экспериментальную мастерскую и помещения для хранения лабораторного имущества. Каждая лаборатория предназначалась для проведения исследований по определенной научной дисциплине: океанологии, геологии и геофизике, биологии и

метеорологии. На верхней палубе находились грузовые лебедки для погрузки и выгрузки экспедиционного снаряжения и 11 океанографических лебедок для проведения исследовательских работ.

Переоборудованный корабль назвали «Витязь» в память о славном русском корабле науки, на котором в 1886–1889 гг. С. О. Макаров проводил исследования в Атлантическом и Тихом океанах. Новое научно-исследовательское судно (НИС) было, по существу, плавучим институтом, где 65 научных сотрудников выполняли сложный объем работ, поднимая пробы пород с океанского дна и исследуя атмосферу над ним. Оборудование научных лабораторий позволяло проводить разностороннюю обработку собранных образцов проб океанической воды, морской флоры и фауны, а также геологических образцов донных осадков и коренных пород.

Свой первый экспедиционный рейс «Витязь» провел в Черном море, а затем совершил переход на Дальний Восток и был постоянно приписан к Владивостоку. С 1949 г. вся история «Витязя» была связана с исследованиями дальневосточных морей и Тихого океана, а позже и Индийского океана. Первую экспедицию на Дальнем Востоке провели в 1949 г. в Охотском море под руководством видного советского гидробиолога профессора Л. А. Зенкевича. Экспедиция получила уникальные материалы по гидрологии, гидрохимии, биологии, ихтиологии и геологии этого окраинного моря.

Первые 3 года «Витязем» командовал капитан дальнего плавания С. И. Ушаков. Он много сделал для того, чтобы искоренить так называемое деление участников экспедиций на «паучников» и «извозчиков». Экипаж и научные работники на судне должны составлять единый коллектив с общими задачами. Члены экипажа так же ответственны за выполнение плана научных исследований в экспедиции, как и сами научные работники, поэтому должны помогать последним в проведении исследований. В свою очередь, научные работники – океанологи, морские геологи, гидробиологи – должны освоить особенности работы в море, стать настоящими исследователями-моряками.

Этот принцип, заложенный в первых экспедиционных рейсах «Витязя», выполняется в последующие годы на всех судах экспедиционного флота АН СССР. Именно такой принцип взаимоотношений экипажа НИС и научной экспедиции имел в виду академик Л. А. Зенкевич, сказав, что история океанологии – это история морских экспедиций. Без морских экспедиций невозможно развитие науки о море – океанологии. Никакие лабораторные исследования не могут сами по себе его обеспечить. Вот почему основоположники современной морской науки Нансен, Мюррей, Книпович, Дерюгин, Свердруп, Альберт Монакский и многие другие были настоящими моряками, для которых палуба корабля была исследовательской лабораторией, где рождались и обогащались фактами основы современной океанологии.

Исследовательский корабль, руководящий им научный коллектив и сама наука океанология представляют единое и неразрывное целое, ни одна часть этого триединства не может существовать без двух других, именно оно создает движущие силы науки о морях и океанах. Без этого наша наука была бы мертва.

Тайна погонофор

Уже первые экспедиции «Витязя» внесли огромный вклад в изучение самого крупного океана планеты – Тихого. При этом коренным образом менялись представления ученых о рельефе дна во многих районах океана. Ранее на картах восточнее Курильских островов была нанесена глубоководная впадина Тускарора, где отмечались глубины до 8514 м. Эта впадина была названа именем американского океанографического судна «Тускарора», проводившего в 1873–1876 гг. изыскания по проектированию трассы подводного кабеля Сан-Франциско – Иокогама и впервые открывшего ее.

После этого на протяжении почти 75 лет впадина Тускарора оставалась неисследованной и тревожила воображение многих писателей-фантастов, включая известного ученого-писателя И. А. Ефремова, который в рассказе «Встреча над Тускаророй» наделил воду из ее глубин чудодейственными свойствами.

«Витязь» в течение ряда лет работал в районе впадины. В результате неоднократно проведенных замеров глубин по всему обследуемому району представление об очертаниях впадины Тускароры изменилось. Выяснилось, что максимальная глубина впадины больше на 1200 м и равна 9715 м. Фактически с борта «Витязя» ученые вторично открыли эту впадину. Было установле-

но, что ее длина значительно больше, чем ранее предполагалось, и достигает около 2000 км, а ширина – 20–60 км. Впадина протянулась вдоль восточных подводных склонов Курильских островов и южной части Камчатки. По предложению ученых, проводивших исследования, ее переименовали в Курило-Камчатскую впадину (желоб).

Биологические исследования, проведенные в Курило-Камчатской впадине, помогли приоткрыть тайну жизни в глубинах океана, решить принципиальный спор о предельных глубинах, на которых возможно пребывание живых организмов.

Еще в 1948 г. шведский океанолог Г. Петерсон высказал предположение, что на глубинах больше 6500 м жизнь вообще невозможна. Он ссылаясь на опыты французского физиолога Фонтена, в ходе которых даже бактерии гибли в барокамере при давлении в ней, соответствующем глубине 6500 м.

Тралы «Витязя», опущенные на глубину более 6000 м, обнаружили около 300 видов ультраабиссальных животных (живущих на глубинах более 6000 м) и даже подняли рыбу с глубины 7579 м. Это была сенсация.

Ученых поразили внешние формы глубоководных рыб. Это были мрачные черные хищники с огромной по отношению к длине тела и зубастой пастью. А у одной из глубоководных рыб (большерота) рот больше головы. К маленькой голове подвешена несоразмерно огромная челюсть. Глубоководные, рыбы светятся в темноте и часто именно этим привлекают к себе жертву.

Наиболее глубоководными животными оказались шестилучевые кораллы, кольчатые черви, моллюски, иглокожие. Ученые тщательно изучали найденные образцы необычайных форм жизни. Правда, их изучение крайне затруднено, так как они неизбежно погибают при извлечении с глубин на поверхность.

С древних времен люди были убеждены, что в глубинах океана обитают огромные чудовища: морские змеи, громадные спруты, фантастические драконы. Жизнь опровергла эти домыслы. Большому организму необходимо больше пищи, а с увеличением глубины количество животных уменьшается, следовательно, резко снижается и количество возможных жертв хищников. Пока все известные обитатели океанских глубин относительно небольшого размера. Естественно, что среди обитателей ультраабиссали есть немало неоткрытых видов. Тем не менее маловероятно открытие среди них новых крупных животных.

В связи с этим известный советский гидробиолог член-корреспондент АН СССР В. Г. Богоров приводил курьезный факт. Советская делегация на международной научной конференции, посвященной 100-летию со времени опубликования знаменитого произведения Ч. Дарвина «Происхождение видов путем естественного отбора» и 150-летию со дня выхода в свет книги Ж. Б. Ламарка «Философия зоологии», которая прошла в Лондоне в 1959 г., выставила коллекцию глубоководных обитателей, собранную на «Витязе». Коллекция вызвала большой интерес среди ученых и разочаровала журналистов. В баночке были представлены экспонаты, собранные в ультраабиссали Тихого океана. Это были невзрачные на вид организмы небольшого размера, относящиеся к нескольким типам животного царства. На глубинах свыше 7 км найдены относительно немногочисленные виды фораминифер (корненожки), губок, кишечнополостных, червей, иглокожих, ракообразных, моллюсков, погонофор, асцидий. На глубинах более 10 км – несколько видов фораминифер, актиний, нематод, эхиурид, ракообразных, моллюсков и из иглокожих – голотурии. Эти находки доказали, что даже самые большие глубины океана населены.

Ученые до сих пор спорят о происхождении глубоководных животных. Согласно одной из гипотез жизнь на больших глубинах довольно молодая и возникла после последнего великого оледенения. В обоснование» той гипотезы ее приверженцы утверждали, что при каждом оледенении предельно холодные воды попадают из полярных районов на большие глубины и жизнь там прекращается.

Ряд гидробиологов, в том числе и академик Л. А. Зенкевич, считал, что фауна сверхбольших глубин очень древняя. Они утверждали, что жизнь там никогда не прерывалась и, возможно, что на этих глубинах было значительно меньше катаклизмов и резких изменений природных условий, чем в поверхностных слоях океана. Споры эти еще не окончены, нахождение истины связано с новыми находками и открытиями.

Интересно, что и после первых биологических открытий на протяжении многих лет именно «Витязь» был связан с исследованиями глубоководной фауны. Так, важную роль в ее изучении играет регистрация свечения, которое свойственно многим глубоководным морским организмам.

В середине 70-х гг советскими и зарубежными специалистами были сконструированы специальные приборы – батифотометры, способные регистрировать даже очень слабые световые вспышки на глубине. С помощью батифотометров, конструкция которых предусматривала передачу на судно принятого светового сигнала по кабелю, удалось зарегистрировать вспышки на глубине 3700 м.

Дальнейшее увеличение длины кабеля не имело смысла. Это приводило в первую очередь к недопустимому усложнению и утяжелению всей конструкции, включая систему передачи сигнала на судно. Как же ученые вышли из положения? Участники рейсов «Витязя» – ученые Красноярского Института физики Сибирского отделения АН СССР – создали автономный батифотометр, который мог бы опускаться с борта корабля на металлическом тросе. Прием и запись светового сигнала осуществляются прибором непосредственно в глубинах океана. Прибор был впервые опробован с борта НИС «Витязь». На глубину свыше 7000 м был опущен новый батифотометр. Прибор записал световые вспышки организмов, обитающих в царстве вечной ночи. Эксперимент увенчался успехом.

Что дали науке сенсационные находки «Витязя» на ультраабиссальных глубинах? Зачем они нам? Знание систематического состава ультраабиссальной среды исключительно важно для изучения особенностей распределения живой материи в биосфере, для определения путей эволюции живого на Земле.

Но дело не только в этом. При определении возраста глубоководных впадин океана их фауна является почти единственным надежным критерием. Профессор А. А. Аксенов утверждает по этому поводу, что стабильность условий жизни и невозможность переселения фауны из одной впадины в другую позволяют более надежно реконструировать ход геологической эволюции океана. Установлено, что фауна глубоководных желобов западной части Атлантического океана в районе Карибского моря имеет много общего с глубоководной фауной близлежащих районов Тихого океана. Значит, можно предположить, что в относительно недавнем геологическом прошлом существовала прямая связь двух океанов и не было Панамского перешейка.

В приведенном выше рассказе профессора В. Т. Богорова упомянуто о погонофорах. А ведь именно с экспедициями «Витязя» связаны важнейшие исследования по погонофорам, знаменующие их фактическое открытие для науки. Еще в 1914 г. крупнейший французский зоолог М. Коллери сообщил о загадочном существе, найденном в сборах голландской глубоководной экспедиции на судне «Зибога», работавшей в конце прошлого века в морях Малайского архипелага. Никто тогда не обратил внимания на его сообщение.

В первых экспедиционных рейсах «Витязя» впервые погонофоры были обнаружены в северо-западной части Охотского моря на глубине 3500 м, а затем в тропических районах Тихого и Индийского океанов. Позднее они были найдены и в Атлантическом океане.

Чем же удивительно это нитевидное животное, живущее в длинной хитиновой трубке? Профессор А. В. Иванов изучал эти существа в течение 20 лет и участвовал в ряде экспедиций на «Витязе». Это особый ранее неизвестный тип животных. За исследования в этой области профессор А. В. Иванов в 1961 г. удостоен Ленинской премии.

Сейчас установлено, что погонофоры – одни из древнейших животных, известных еще из палеозоя (570–220 млн. лет тому назад). Таким образом, они одни из немногих выживших древнейших животных, господствовавших миллионы лет назад. Погонофоры – наши дальние родственники, они очень близки к типу хордовых, а следовательно, и к позвоночным. Многие годы зоологи всего мира с интересом наблюдали за исследованиями Иванова, ведь ему удалось восстановить целое звено в эволюции животного мира.

В настоящее время описано около 130 видов погонофор (в переводе – бородачей). Так они названы из-за хорошо развитого аппарата щупалец на переднем конце тела, напоминающих бороду.

Погонофоры в большинстве являются типичными обитателями абиссали и встречаются, как правило, на глубинах от 2000 до 10 000 м. Они ведут сидячий образ жизни. Погонофоры не способны покинуть свою трубку диаметром до 3 мм и длиной от нескольких сантиметров до 1,5 м, так как не приспособлены к перемещениям на открытых пространствах. Однако внутри трубки они могут быстро и активно перемещаться, то высовывая передний конец тела со щупальцами из трубки, то уходя глубоко в нее. Длина трубки значительно превышает длину самого животного и не препятствует таким движениям.

Особенно интересна физиология питания этих животных. Оказывается, микроскопические

организмы и Детрит (останки организмов, опустившиеся из поверхностной зоны океана) застревают в густой сети пиннул (выростки на щупальцах). А в межщупальцевое пространство выделяются пищеварительные ферменты и там же происходит переваривание пищи. Питательные вещества всасываются пиннулами, а затем поступают в кровь и разносятся по всему телу. Правда, было также предположение, что погонофоры всасывают также через поверхность тела органические вещества, растворенные в морской воде.

По определению профессора А. В. Иванова, погонофоры представляют собой совершенно исключительный пример свободноживущих (непаразитических) животных, лишенных кишечника и обладающих исключительно наружным пищеварением.

Безусловно, открытие и изучение этих удивительных существ расширило наши представления о формах живой материи и об ее эволюции на Земле.

Загадки марианского желоба

Неоценим вклад экспедиций «Витязя» в определение подлинной картины рельефа дна Тихого океана и его морей, в изменение батиметрической карты Индийского океана. Впечатляет даже перечень открытых глубинных геологических образований. Все началось с обследования Курило-Камчатского желоба, а позже были обнаружены обширные горные хребты и отдельные горы, протяженные долины и глубоководные впадины, многие из которых названы именами видных русских и советских ученых, флотоводцев, космонавтов.

На карте Тихого океана появились подводные возвышенности Обручева и Шатского, желоб и гора «Витязь», подводные хребты Академии наук СССР и Богорова, отдельные подводные горы Макарова, Вавилова, Бардина, Исакова, Папанина, Ширшова, Гагарина, Титова, Павловского. В Индийском океане с борта «Витязя» открыты хребты Восточно-Индийский и Ланка, целых 6 глубоководных желобов, гора Щербакова и много других подобных географических объектов.

С борта «Витязя» изучено 14 глубоководных желобов Тихого океана. Навсегда в истории океанологии останется определение максимальной глубины одного из них – Марианской впадины, которая является на сегодняшний день максимальной глубиной Мирового океана.

Это произошло во время проведения работ по плану Международного геофизического года в 1957 г. Участники экспедиции на «Витязе» проводили исследования глубоководной Марианской впадины. Что она одна из самых глубоководных, сомнений не было. Но какова ее максимальная глубина? Геоморфологи под руководством Г. Б. Удинцева, прошедшего в рейсах «Витязя» путь от аспиранта до доктора наук, поставили перед собой задачу отыскать эту максимальную глубину. Как это произошло, рассказывает участник этих работ И. М. Белоусов. «Эхолот показывает, что «Витязь» приближается к крутому склону. Возможности приборов на пределе. Иногда магическая линия глубины исчезает. Удинцев не покидает лаборатории. Здесь же толпятся многие другие участники экспедиции. Шумно и тесно. Бесстрастный эхолот рисует штрихи. Они медленно ползут вниз: 10 000 м, 10 200 м. Наконец, площадка ровного дна, эхолот показывает 10 600 м. Какая здесь глубина на самом деле – больше или меньше? Загвоздка в том, что прибор решает непрерывную формулу, в которую входит постоянная величина – скорость звука 1500 м/с. На самом деле она меняется с глубиной, она разная в каждом слое, она зависит от температуры, то есть плотности воды. Прибор всего этого не учитывает. Поэтому без поправки на скорость звука, вернее на ее отклонение от расчетной величины, на больших глубинах точные данные не получишь. Запись сделана. «Витязь» остановился. Спускаем за борт батометры и термометры. Эта операция займет около 8 часов. А потом надо отобрать из батометров пробы воды, определить соленость, ввести всевозможные поправки в температуру. Проходят сутки...»

Весь состав экспедиции работает с величайшим напряжением. Геоморфологи и геологи переживают свой звездный час. Еще бы! Вот-вот должно совершиться великое открытие, которое навечно будет закреплено на географической карте нашей планеты. Представляем снова слово И. М. Белоусову: «Удинцев и Зенкевич молча идут в свою каюту. Мы не видели их двое суток. Туда им отнесли гидрологические данные. Там рассчитывались и пересчитывались поправки. Потом Удинцев вышел и показал лист бумаги. На нем крупными цифрами написана измеренная глубина. Новая максимальная глубина Мирового океана 11 034 м (впоследствии данные были уточнены – теперь считается, что глубина Марианской впадины 11 022 м). Сколько акробатов нужно поставить друг другу на голову, чтобы первый стоял на дне, а самый верхний сумел подышать морским

воздухом? 6299 человек. И даже если измерение глубины вести одним из семи чудес света – пирамидой Хеопса, то потребуется 76 ее близнецов, стоящих один на другом, чтобы вершина последней скалой возвышалась над морем...»

Ученые многих стран пытались обнаружить большую глубину на дне Мирового океана. В 1960 г. на дно Марианского желоба опустился батискаф «Триест». Гидронавты Жак Пиккар и Дональд Уолш сообщили, что достигнута глубина 11520 м. Но буквально через несколько дней было сообщено, что это ошибка. Фактически батискаф достиг дна на глубине 10 919 м.

В 1962 г. английское радио принесло весть, что британские географы на судне «Кук» измерили глубину к востоку от Филиппинских островов – 11523 м. Это сообщение было воспринято за рубежом с восторгом. Но прошло некоторое время, и начальник экспедиции на «Куке» опубликовал извинение: произошла ошибка, глубина оказалась значительно меньшей. Максимальная глубина, измеренная с «Витязя», указана на карте Мирового океана – 11 022 м.

Славный путь и бесславный конец ветерана

«Витязь» побывал в десятках стран обоих полушарий. Зачастую участники его экспедиций оказывались первыми советскими людьми, посетившими эти страны или острова. На «Витязе» выполнены важные исследования по многим национальным и международным программам.

«Витязь» достойно носил звание флагмана советского экспедиционного флота почти два десятилетия, уступив его в 1966 г. новому кораблю науки «Академик Курчатов». Это было вполне закономерно, так как с 1949 по 1966 г. значительно выросло техническое оснащение экспедиционных судов, планы и программы экспедиций соответствовали новым задачам морской науки того времени. Но еще более 10 лет «Витязь» продолжал бороздить воды Мирового океана, делая свой вклад в раскрытие его тайн в тесном сотрудничестве с кораблями нового поколения.

Вспоминая сейчас о его рейсах, мы вполне обоснованно называем «Витязь» долгожителем, так как редкий экспедиционный корабль так активно служил советской науке целых три десятилетия. Все эти годы он был приписан к Владивостоку, откуда выходил в свои длительные походы и туда же возвращался из них, принося людям сведения о новых раскрытых тайнах океана. Жители Дальнего Востока гордились им и говорили ленинградцам: «У вас есть Аврора», а у нас «Витязь». Мы полагали, что, закончив срок своей морской службы, «Витязь» останется на Дальнем Востоке и будет установлен на вечную стоянку как музей морской науки у одного из причалов Владивостока. Однако дирекция Института океанологии решила иначе: перевести его в порт европейской части СССР, а затем внутренними водными путями – в Москву и установить у одного из столичных причалов как Морской музей.

7 марта 1977 г. дальневосточники прощались со своим любимым кораблем. Прощание «Витязя» с портом было торжественным и немного грустным. На митинг у борта судна собрались ветераны экипажа, находившиеся на заслуженном отдыхе, портовые рабочие, моряки. Под звуки оркестра буксир отвел корабль на середину бухты. Гудок «Витязя» разнесся над Золотым Рогом. Полукругосветный рейс (61-й по счету) начался... Пройди с попутными исследованиями по Тихому и Индийскому океанам, задержавшись для более детальных работ в Красном море, «Витязь» вошел в Средиземное море, прошел проливом Босфор в Черное море и завершил свой 14 210-мильный рейс в Новороссийском порту.

Два года «Витязь» базировался в Черном море, совершал короткие рейсы в Средиземное море. Но вот подошел финиш – пора отправляться на вечную стоянку. Экспедицию возглавил заместитель директора института доктор географических наук А. А. Аксенов, на борту ветераны «Витязя», участники прежних его рейсов. 17 февраля 1979 г. состоялись торжественные проводы: под оркестр курсантов морского училища «Витязь» покинул Новороссийск. Впереди были Марсель, Барселона, Лиссабон.

Последний 65-й рейс завершился 24 апреля в Калининграде. «Витязь» верно отслужил науке, теперь навечно стал к причалу. Предполагалось превратить его в судно-мемориал, на котором будет открыт музей Мирового океана, но этим радужным надеждам не суждено было сбыться. Как часто бывает, одна сделанная ошибка влечет за собой другие. Не нужно было отрывать судно от родного Дальнего Востока. В Институте решили поставить его на Неве, но ленинградцы отказались – он был для них чужаком. Остановились на Калининграде, но и здесь он тоже был чужим. У института не было ни средств, ни технических возможностей, чтобы выполнить эти планы. Так и

стоит сиротливо в Калининграде бывший славный флагман советского экспедиционного флота, постепенно разрушаясь и ржавея.

Мы так подробно остановились на «Витязе» потому, что от него пошла современная история советского экспедиционного флота и что именно его экспедиции заложили первооснову широкого развития советских научных исследований в Мировом океане.

Глава II На научной вахте в морях и океанах

*Корабли науки, словно люди,
Выбирают в жизни трудный путь.
«Ковалевский» памятью нам будет
О годах, каких не зачеркнуть...
По волнам и жизни шли мы вместе,
Был нам другом, домом и судьбой.
Для науки лет и через двести
Будет он негаснущей звездой.*

В. М. Буроменский, капитан дальнего плавания

Загадки глубин Черного моря

В 1890–1892 гг. на Черном море работала русская гидрографическая экспедиция на судах «Донец» и «Запорожец». Ее руководителем был ученый И. Б. Шпиндлер. Когда в ходе работ впервые подняли на палубу опущенный в глубину на тросе медный батометр, то все присутствующие поразились его внешнему виду: медный цилиндр прибора почернел, а проба воды сильно пахла тухлыми яйцами.

Таковыми в дальнейшем оказались все пробы воды, поднятые с глубины более 150–200 м. Так было открыто наличие в глубинах моря мертвого слоя воды, насыщенного сероводородом – газом, присутствие которого в воздухе всего в количестве 0,002 % убивает птиц, а в количестве 0,1 % вызывает тяжелое заболевание людей.

Оказалось, что воды Черного моря состоят из двух слоев с разными соленостью, температурой и плотностью: верхнего, насыщенного кислородом, где возможна жизнь, и нижнего, более тяжелого и мертвого. Среди ученых преобладающим стало утверждение, что эти два слоя воды не перемешиваются и существуют как бы сами по себе.

Еще в 1881–1882 гг. тогда еще капитан 2-го ранга С. О. Макаров (1849–1904, вице-адмирал, ученый и флотоводец) установил, что в Босфоре – проливе, соединяющем Черное и Мраморное моря, существует двойное течение: поверхностное за счет поступления более легких, менее соленых вод Черного моря в Мраморное, а по дну – за счет поступления более соленых и тяжелых средиземноморских вод из Мраморного моря в Черное.

Ученые предположили, что более соленая средиземноморская вода, поступающая в Черное море, опускается на дно и вытесняет часть воды нижнего слоя наверх. В начале века было подсчитано, что, исходя из объемов поступающих средиземноморских вод, полное обновление вод нижнего застойного слоя происходит не менее чем за 1500–2500 лет.

Отсюда ряд крупных ученых делали вывод, что Черное море является исключением из правил, в нем круговорот веществ явно нарушен, глубинные воды в течение значительного времени не обновляются. Далее они утверждали, что в результате этого содержание минеральных питательных веществ в верхнем слое незначительно и он не способен обеспечить расцвет производителя первичной органической продукции – фитопланктона (микроскопических водорослей), а как следствие и расцвет многих видов морских животных, находящихся на более высоких ступенях пищевой лестницы. Значит, зоной насыщенной жизни могут быть только прибрежные районы моря, где питательные минеральные вещества выносятся реками с суши.

Именно такую картину рисовала теория гидробиологу Владимиру Алексеевичу Водяницко-

му, член-корреспонденту АН УССР, когда в середине 30-х гг. он начал активно заниматься вопросами биологической продуктивности Черного моря.

Но сама жизнь, научные наблюдения явно свидетельствовали об ошибочности господствующей теории. Ведь и рыбаки, и ученые наблюдали в открытом море целые стаи дельфинов. В отдельные годы их количество еще более возрастало. А ведь дельфин – хищник, он питается рыбой. Согласно теории в открытом море рыбы очень мало, а дельфиньи стаи жили и процветали и своим существованием, своими веселыми играми у бортов проплывающих пароходов опровергали теоретические утверждения.

Все это и многие другие факты подталкивали вдумчивого ученого на размышления. Выкристаллизовывалась серьезная научная программа: определить поголовье дельфиньих стай в Черном море, установить, сколько они поедают рыбы, а затем двигаться вниз по пищевой цепи – определить, чем питаются рыбы, поедаемые дельфинами, сколько зоопланктона эти рыбы поедают, какова необходимая Концентрация фитопланктона – основной пищи зоопланктона. И наконец, подойти к основанию пищевой цепи и определить, сколько необходимо питательных минеральных веществ, чтобы фитопланктон, пища для зоопланктона, рос, образовывал органические соединения и размножался в необходимом количестве.

И сразу же возникал вопрос об источнике этих питательных веществ и механизме их выноса в верхние слои. Все расчеты приводили ученого к мысли о существовании механизма водообмена между нижними слоями воды, насыщенными питательными веществами, и верхними, где имелся кислород и существовала жизнь.

Как видим, рассмотрение вопросов биологической продуктивности черноморских вод требовало тщательного изучения характера водообмена между слоями: существует ли он в Черном море или нет, и если существует, то какова его интенсивность.

Профессор В. А. Водяницкий впоследствии рассказал, что в своих размышлениях он опирался на новую замечательную работу Николая Михайловича Книповича (1862–1939, почетный член АН СССР, известный русский и советский гидробиолог и гидролог) «Гидрологические исследования в Черном море». В ней были обобщены все опубликованные ранее материалы по Черному морю, а также результаты двух экспедиций – научно-промысловой под руководством самого Н. М. Книповича и гидрографической экспедиции Ю. М. Шокальского (1856–1940, известный русский и советский океанограф).

Еще до начала своей экспедиции Книпович тщательно проработал гидрологические материалы «первой черноморской глубомерной экспедиции» 1890–1892 гг. и установил, что во многих случаях глубинные поверхности равных температур и соленостей (изоповерхности) располагаются в Черном море не горизонтально, а в форме двух куполов – восточного и западного.

Из этого он сделал вывод, что в Черном море преобладают два кольцевых течения, движущихся против часовой стрелки (циклонально). Вследствие движений струй течений под воздействием вращения Земли их наружные области, обращенные к берегам, должны опускаться, а внутренние подниматься, что и вызывает куполообразное строение изоповерхностей в глубинах.

Это важнейшее открытие, сделанное чисто камеральным методом, получило среди океанологов название «велосипед Книповича» из-за сходства формы двух рядом расположенных кольцевых течений с колесами велосипеда и во многом определило направление дальнейших исследований на Черном море.

Оно подсказывало, что глубинные воды Черного моря не являются безнадежно застойными, а в какой-то мере подвижны и потому неизбежно подвержены медленным процессам перемешивания.

Книпович обратил большое внимание на существование довольно значительного промежуточного слоя, в котором содержание сероводорода постепенно уменьшается, а содержание кислорода увеличивается. Этот промежуточный слой является зоной смешения и взаимодействия сероводородной и кислородной водных масс, имеющей чрезвычайно большое значение для биологической продуктивности поверхностных слоев, пронизываемых солнечными лучами, в которых развивается фитопланктон.

Профессор В. А. Водяницкий все больше утверждался в мысли, что в глубинах Черного моря (как и в океанах) имеется высокое содержание питательных для фитопланктона веществ, образующихся в результате разложения падающих из поверхностных слоев отмерших организмов и экскрементов. А затем глубинные воды смешиваются с поверхностными и обогащают их пита-

тельными веществами.

Исследования, проведенные соратниками Владимира Алексеевича по Севастопольской биологической станции АН СССР, где он был директором, подтверждали эти предположения. Зоолог М. А. Галаджиев установил, что над большими глубинами моря наличие зоопланктона не меньше, чем в мелководном Каркинитском заливе. Особо порадовали В. А. Водяницкого работы микробиолога Ф. И. Коппа, который определил содержание в поверхностных слоях моря микроорганизмов. Их оказалось в миллилитре воды до 2–3 млн. с биомассой 0,5 г, что вполне достаточно для питания и нормального развития зоопланктона. И что особенно важно, Ф. И. Копп обнаружил в верхнем слое воды мертвые нитевидные бактерии, происхождение которых явно связано с нижним бескислородным слоем. Значит, водообмен существует, раз их нашли в верхнем слое.

Выводы В. М. Водяницкого строги и бесспорны: дельфины съедают в год до 300 млн. кг рыбы – это в полтора раза больше, чем ее вылавливали все рыбаки Черного моря в то время. Оттолкнувшись от этих цифр и от всех добытых фактов, Владимир Алексеевич высказывает соображения о биологическом балансе Черного моря уже исходя из новых соображений о масштабах водообмена слоев.

Эти и многие другие данные вошли в его статью «К вопросу о биологической продуктивности Черного моря», которая по независящим от него обстоятельствам и из-за противодействия недругов в те сложные годы появилась в печати только в мае 1941 г.

После окончания Великой Отечественной войны В. А. Водяницкий вернулся в Севастополь и вновь взялся за решение проблемы водообмена в глубинах Черного моря. Предоставим слово ему самому: «Вновь берусь за черноморские проблемы, затронутые в моей работе 1935 г., опубликованной в 1941 г...Прежде всего вопрос о вертикальном перемешивании вод Черного моря, постановка которого могла показаться ересью...

Кстати, появляется и непосредственный повод для этого. В американском географическом журнале опубликована совместная статья двух гидрологов – американца Ф. Эллиота и турка О. Илгаса, в которой заново пересматривается вопрос о водообмене через Босфор, и в связи с этим подвергаются сомнению результаты босфорских исследований Макарова (1882) и Мерца-Меллера (1912). По мнению Илгаса и Эллиота, мраморноморские воды почти не попадают по дну Босфора в Черное море, так как путь им преграждает порог, расположенный в Черном море против устья пролива. Отсюда они сделали очень ответственные выводы и в отношении общей гидрологической структуры Черного моря, трактуя ее как устойчивую систему двух несмешивающихся водных масс – глубинной и поверхностной».

В. А. Водяницкий глубоко проанализировал баланс прихода средиземноморской воды через Босфор в Черное море, на котором основывались расчеты о 2500-летнем периоде обновления глубинных слоев моря.

Галина Васильевна Воройская в своей книге о профессоре В. А. Водяницком ясно и доходчиво изложила основы расчетов водообмена, на которых основывались ученые ранее и которые разработал Владимир Алексеевич.

Первая схема была предельно проста: через Босфор из Средиземного моря в Черное за год поступает 200 км³ воды. Соленость ее – 36промилле (1 промилле соответствует содержанию 1 г солей в одном литре). Как более тяжелая и соленая, она опускается на дно и вытесняет столько же воды соленостью 21промилле из сероводородного слоя в верхний слой моря, который имеет соленость всего 18промилле. Если разделить количество воды в море (более 0,5 млн. км³) на количество вытесняемой (200 м³), то получится цифра 2500. При глубине моря в 2243 м выходит, что скорость перемешивания равна примерно 1 м в год.

Безусловно, эта схема водообмена не учитывала многих физических факторов, и это ясно видел В. А. Водяницкий. Ведь бассейн моря представляет собой глубокую впадину с зеркалом поверхности 420 тыс. км². Учитывая климатический пояс, в котором расположено море, нельзя игнорировать фактор испарения морской воды и переноса в виде облаков, которые изливаются дождем здесь же или орошают земли на побережье и в глубине материка.

Выпавшие в виде дождевых осадков и не впитанные землей воды, а также талые воды при таянии снега и льда стекают в реки, которые несут их опять в море.

Часть морской воды уходит через Босфор в Средиземное море. Навстречу этому потоку по дну пролива идет более соленая и потому более тяжелая вода. Через Босфор уходит до 400 км³ воды соленостью 18промилле, а поступает 200 км³ с соленостью 33 – 34промилле. Ученый

убедился, что солевой баланс сходится: море получает столько же соли, сколько отдает.

И далее Г. В. Воройская образно описывает конечный этап рассуждений ученого и его прозрение: «Но что-то в этом простом балансе было не так, что-то остается неучтенным. Что же?... Но ведь вода из рек поступает в море пресной!..»

Владимир Алексеевич разыскивает специальную литературу, заново подсчитывает дебит Дуная, Днепра, Днестра, Буга, Риони и других рек, высчитывает, сколько потребуется воды соленостью в 21промилле, чтобы «подсолить» пресную воду до 18промилле. Результат таков: ежегодно в стадии смешивания находится не 200, а почти 3000 км³ воды... Он заново пересчитывает все, стремясь ничего не забыть, ничего не упустить. Расчеты показали: для полного обновления вод Черному морю требуется не 2500 лет, а меньше.

Но... Водяницкий решает новый каверзный вопрос: откуда уверенность, что речная вода смешивается с глубинными водами, а не остается в верхнем слое?

Новые столбцы цифр свидетельствуют: если бы речные воды смешивались только с верхним слоем, то за 60 лет кислородный слой должен был бы опресниться до 6промилле, а в нем все те же 18. Значит, происходит глубинное перемешивание воды со скоростью 15 м/год».

В. А. Водяницкий доказал, что вполне возможно привести в движение 3000 км³ в год. Для этого вполне достаточно таких реальных факторов, как поверхностные течения, сточно-нагонные явления, перемешивание, вызванное охлаждением верхнего слоя и нагреванием глубинного, возникновение внутренних волн и вихревых образований.

И наконец он смог сделать окончательный вывод, что вертикальное перемешивание вод в Черном море происходит на всех его горизонтах, а период обновления воды сероводородного слоя равен 100–130 годам. Все это было изложено в статье «Водообмен и история образования солёности Черного моря», опубликованной в 1948 г. и оказавшей глубокое воздействие на наших ученых-океанологов. А последние научные данные свидетельствуют о том, что полный водообмен в Черном море происходит всего за 60–80 лет.

Этот во многом академический, чисто научный вопрос об отсутствии или наличии вертикального водообмена! в одном из окраинных морей СССР в наш беспокойный век превратился в политический. Профессор В. А. Водяницкий получил письмо от академика Л. А. Зенкевича. В нем были такие строки: «...необходимость сбрасывать куда-то отходы радиоактивной промышленности привела к тому, что в США и Англии серьезно дебатировался вопрос об использовании для этой цели Черного моря как водоема с очень низкими показателями вертикальной циркуляции... В январе в Гетеборге я очень решительно возражал против подобного предложения, ссылаясь на Ваши данные. Однако этого мало...» Академик обратился к Владимиру Алексеевичу с просьбой представить дополнительные убедительные аргументы для возражений.

Подготовленные профессором материалы о водообмене в Черном море дали возможность представителю СССР академику Л. А. Зенкевичу на конференции МАГАТЭ в Вене в 1957 г. доказать недопустимость захоронения в нем ядерных отходов. И все же предложения о таком захоронении еще публиковались в Англии и США до 1962 г.

В расширении масштабов исследовательских работ на Черном море большую роль сыграли новые НИС, поступившие в распоряжение ученых в 50-х гг. Первым из них было НИС «Академик А. Ковалевский», принадлежавшее Севастопольской биологической станции АН СССР, которая затем была преобразована в Институт биологии южных морей АН УССР.

Начальник ОМЭР АН СССР И. Д. Папанин договорился с Министерством рыбного хозяйства СССР о передаче ученым трех среднетоннажных рыболовных траулеров для переоборудования в НИС. В 1954 г. заместитель начальника ОМЭР Е. М. Сузюмов и главный морской инспектор С. И. Ушаков подобрали для переоборудования траулер постройки 1949 г. Его срочно перевели в Севастополь, где на судоремонтном заводе в короткий срок переоборудовали в экспедиционное судно водоизмещением 455 т. Уже осенью 1954 г. НИС вышло в свой первый пробный рейс в Черное море. По предложению профессора В. А. Водяницкого ему присвоили имя «Академик А. Ковалевский» в память выдающегося русского биолога Александра Онуфриевича Ковалевского (1840–1901).

В течение двух последующих лет еще два таких же рыболовных траулера были переоборудованы в НИС и получили новые названия «Академик С. И. Вавилов» и «Н. Н. Миклухо-Маклай». Академик Сергей Иванович Вавилов (1891–1951) – выдающийся советский физик-оптик, президент АН СССР в 1945–1951 гг. Он сыграл важную роль в содействии организации океанологиче-

ских исследований в послевоенный период. И вполне обоснованно его имя было присвоено новому НИС Института океанологии АН СССР.

Так же вполне объяснимо появление на борту второго НИС Института биологии южных морей имени Николая Николаевича Миклухо-Маклая (1848–1888) – выдающегося русского путешественника, этнографа и антрополога, навсегда оставившего о себе память как об ученом-гуманисте и ниспровергателе расистских теорий о «высших» и «низших» расах.

Профессор В. А. Водяницкий прозорливо выступал за расширение гидробиологических исследований в нашей стране, глубоко осознав их исключительно важную роль в фундаментальном и сугубо прикладном планах, особенно с учетом отставания советской биологической науки, вызванного негативными последствиями лысенковского поветрия.

В известном совместном программном письме академика Л. А. Зенкевича и профессора В. А. Водяницкого в адрес Бюро отделения биологических наук АН СССР говорилось, в частности, о том, что вопросы качественного состава и количественного развития жизни в водоемах, биологических циклов водных организмов, их соотношения со средой, структуры водных сообществ, колебания продуктивности имеют не только существенное значение для рыбной промышленности, морского флота, здравоохранения, климатологии и других отраслей народного хозяйства, но представляют огромный общебиологический интерес, касаясь закономерностей распределения и развития жизни в водоемах в зависимости от исторических и современных условий и хозяйственной Деятельности человека.

В письме ученые изложили конкретную программу развития гидробиологических исследований, предлагая в АН СССР особый упор сделать на изучение закономерностей биологической продуктивности водоемов в самом широком значении этого термина.

Ратуя о развитии гидробиологических исследований, профессор настойчиво доказывал необходимость расширения районов работ в южных морях. Он объяснял, что необходимы сравнительные исследования в цепи южноевропейских средиземноморских морей. Ему было ясно, что работы на Черном море должны обязательно проходить параллельно с соответствующими исследованиями в соседних морях, тем более что многие важные промысловые рыбы совершали регулярные миграции между Черным и Средиземным морями. Он видел, что именно в отношении биологической продуктивности бассейн Средиземного моря изучен очень слабо. Широкая и регулярная работа на больших пространствах моря с полным комплексом необходимых гидрологических, гидрохимических и ихтиологических наблюдений здесь к концу 50-х гг. почти не проводилась, несмотря на обилие научных учреждений.

Важное место в работах на Черном море заняли наблюдения суточных и многосуточных станций. Они позволили получить непосредственное представление о ряде гидрологических и биологических процессов, протекающих в водоеме, в частности определить суточную продуктивность фитопланктона. К сожалению, для сравнения результатов можно было воспользоваться весьма немногочисленными работами иностранных ученых на Средиземном море, носящими по преимуществу частный или местный характер.

И настойчивость ученого победила. Уже в 1958 г. состоялась средиземноморская экспедиция на НИС «Академик А. Ковалевский», во время которой в 4 лабораториях судна напряженно работали 15 научных сотрудников. Это был переломный момент в работе Севастопольской биологической станции. До этого за 87 лет существования лишь пятеро ее сотрудников вели работы на Средиземном море, причем в те времена, когда проблема продуктивности морей еще не стояла на повестке дня. Собственно, экспедиция на НИС «Академик А. Ковалевский» может считаться первой отечественной гидробиологической экспедицией в Средиземном море.

Ученые работали в Эгейском, Ионическом и Адриатическом морях. Были выполнены важные исследования по гидрологии, гидрохимии, изучению планктона, бентоса (обитатели морского дна), ихтиологии и паразитологии. Удалось провести комплексные работы на нескольких круглосуточных станциях с постановкой судна на якорь на больших глубинах.

В следующем, 1959 г. в Средиземном море гидробиологи работали уже на двух НИС – «Академик А. Ковалевский» и «Академик С. И. Вавилов». Под руководством профессора В. А. Водяницкого ученые биостанции, а затем Института биологии южных морей в последующие годы провели серьезные исследования в Мраморном, Эгейском, Ионическом, Адриатическом, Тирренском, Лигурийском, Красном морях. А затем севастопольские гидробиологи опустили за борт планктонные сети и глубоководные тралы в Индийском и Атлантическом океанах, в Карибском море. По

масштабу и глубине проводимых работ институт действительно стал ведущим центром страны по изучению биологии южных морей.

В 1961 г. АН Республики Куба обратилась в АН СССР с просьбой оказать ей содействие в изучении морских и океанских вод, омывающих Кубу. Руководство АН СССР поручило организовать это дело ОМЭР. После обсуждения просьбы кубинцев с участием ведущих советских ученых было решено поручить проведение экспедиции в кубинских водах Институту биологии южных морей АН УССР, учитывая, что кубинскую сторону интересует прежде всего биологическая продуктивность Карибского моря и прилегающих акваторий Атлантического океана.

Решили направить в экспедицию туда НИС «Академик А. Ковалевский». По договоренности с Министерством морского флота СССР судно было переведено на Кубу на буксире, так как самостоятельный переход туда вызвал бы неоправданно большой расход ресурса двигателя. «Академик А. Ковалевский» находился на Кубе три года. За это время советские и кубинские ученые провели на нем несколько экспедиций, которые помогли собрать богатейший материал. И как результат этих продуктивных экспедиций правительство Республики Куба вынесло решение создать в системе АН Кубы Институт океанологии. И он был организован при живейшем сотрудничестве с советскими океанологами.

Сошли с морских путей «Академик С. И. Вавилов» и «Миклухо-Маклай». В строю еще остался корабль-долгожитель «Академик А. Ковалевский». В 1988 г. он совершил свой очередной 109-й рейс в восточную часть Средиземного моря.

А рядом с ветераном работают новые НИС. 5 марта 1977 г. в Севастопольский порт впервые вошло новое НИС, на борту которого было имя «Профессор Водяницкий». В распоряжении ученых института на новом НИС 9 лабораторий, помещения для биологических коллекций, траловые лебедки и другое научное оборудование.

Парадоксы магнитного поля Земли

То, что наша Земля является большим магнитом, впервые определил английский ученый-Вильям Гильберт, издавший в 1600 г. в Лондоне трактат «О магните, магнитных телах и о большом магните – Земле, новая физиология, доказанная множеством аргументов и опытов».

Но в практических целях люди научились использовать поле земного магнетизма с древних времен. В старинных китайских книгах есть намеки на то, что свойство подвижного естественного или искусственного магнита в виде магнитной стрелки устанавливаться в направлении север – юг вдоль магнитных силовых линий использовалось сухопутными путешественниками и, возможно, на кораблях уже в IV в. до н. э.

Пока найден китайский компас, изготовленный в XI в., более ранних образцов еще не обнаружено. Из Китая, видимо через арабов, сведения об использовании магнитной стрелки проникли в Европу. Первое упоминание о применении магнитной иглы для целей навигации у европейских авторов встречается в работах английского монаха Александра Неккама «Об орудиях» и «О природе вещей», датированных приблизительно 1187 г.

Впервые поле земного магнетизма в океане исследовала научная экспедиция во главе с известным астрономом Эдмундом Галлеем. В 1698 г. экспедиция отправилась в Атлантический океан на английском корабле «Пэрамур Пинк» для изучения магнитного склонения. По ее результатам и собрав дополнительные сведения по остальным океанам, Галлей опубликовал первые морские карты магнитного склонения Мирового океана.

В дальнейшем ученые продолжили детальное изучение магнитного поля Земли и его изменения во времени. Уже к началу XX в. были определены общие характеристики поля земного магнетизма. Установлено, что все околоземное пространство заполнено силовыми линиями этого поля. Это невидимое, неслышимое и неосознаваемое человеческими чувствами силовое поле можно обнаружить и изучать только с помощью специальных приборов, простейшим из которых является магнитный компас.

Воздействие этого поля на магнитную стрелку сейчас достаточно хорошо изучено. Установлено, что поле земного магнетизма заполняет все пространство, окружающее Землю, от ее поверхности до высот равных 36 – 120 тыс. км.

Стрелка магнитного компаса именно благодаря действию на нее этого поля всегда устанавливается вдоль магнитного меридиана так, что ее концы указывают направление на магнитный

полюс. Известно, что в настоящее время магнитный полюс не совпадает с географическим примерно на 11° .

Ученые, наблюдая за магнитной стрелкой в различных точках материков и океанов, сумели определить направление магнитных меридианов в каждой точке. Более того, длительные и тщательные наблюдения за положением магнитной стрелки в определенных точках позволили заметить ее колебания в течение суток, года и более длительных интервалов времени.

В процессе подобных наблюдений ученые определили угловые характеристики магнитного поля: магнитное склонение, равное углу между географическим и магнитным меридианом, и магнитное наклонение, определяемое углом между плоскостью горизонта и горизонтальной осью стрелки.

Кроме этого, магнитное силовое поле характеризуется и силой своего воздействия, или магнитной индукцией. Значит, чтобы изучить распределение магнитного поля в пространстве и изменение его во времени, необходимо накопить громадное количество данных по значениям магнитного склонения, наклонения и магнитной индукции в различных точках поверхности нашей планеты.

Уже в XVIII в. определили, что изменение во времени магнитного поля Земли носит закономерный характер. Ученые различают в первую очередь медленные изменения – вековые вариации. Из-за этого мировые карты магнитного поля Земли приходится периодически пересоставлять. Хуже всего вековой ход изучен на просторах океана, где магнитные обсерватории размещены только на отдельных островах. В будущем, возможно, магнитные съемки будут производить с борта искусственных спутников Земли. Но пока исключительно велика роль НИС, оснащенных приборами для измерения компонентов этого поля.

При изучении вариаций магнитного поля Земли установлено, что оно сейчас постоянно уменьшается. Увеличение и уменьшение напряженности поля обнаружено учеными и в прошлом. Видимо, эти изменения существенно повлияли на эволюцию живых существ Земли.

Затем ученые определили, что магнитное поле постоянно целиком смещается к западу. Это так называемый западный дрейф поля. За несколько тысяч лет поле, очевидно, делает полный оборот относительно магнитных полюсов. Но поле постепенно смещается и к северу. Наконец, существуют среднепериодичные изменения поля по величине напряженности с выделением двух характерных периодов 300–800 лет и 40–80 лет.

Безусловно, из-за наличия вековых и других вариаций поле земного магнетизма изучать исключительно сложно и, естественно, значительно сложнее, чем другие геофизические поля, такие, как тепловое, гравитационное и др. Установлено, что глубокое проникновение в законы формирования этого поля крайне важно для познания происхождения, устройства и развития планеты Земля, ее океанов и строения океанского дна. Об использовании знания этих законов для обоснования теории горизонтального перемещения материковых плит будет рассказано позже.

Как видим, изучение поля земного магнетизма необходимо для решения как чисто практических задач мореплавания, так и для объяснения фундаментальных законов природы. Недаром в связи с этим великий немецкий математик XIX в. Карл Ф. Гаусс, получивший выдающиеся результаты в теории земного магнетизма, отмечал: «Непрестанное усердие, с которым в новейшее время стремятся исследовать направление и величину земной магнитной силы во всех частях земной поверхности, представляет тем более радостное явление, чем очевиднее при этом проявляется чисто научный интерес. В самом деле, сколь ни важно для мореплавателя возможно точнее знать склонение, эта потребность не распространяется далее, и все, что лежит вне ее, остается для мореплавателя почти безразличным. Однако наука, которая охотно способствует материальным интересам, ими не ограничивается, а требует равного усердия для всех элементов своего исследования».

Громадное значение в изучении магнитного поля Земли имели магнитные съемки океанских просторов. Значителен вклад в это важное дело советских ученых. К началу Международного геофизического года 1956–1957 гг. была построена немагнитная мотопарусная шхуна «Заря», экспедиции на которой в последующем позволили собрать поистине бесценный материал.

Даже опытных мореплавателей приводят в восхищение смелые рейсы этого судна. Надо обладать большим мужеством, чтобы на таком судне водоизмещением всего 600 т пересекать необозримые океанские просторы, бороться с холодными штормами в Гренландском и Норвежском морях, стойко переносить удушающую влажную жару тропиков, выдерживать неожиданные

шквалистые ветры Индийского океана и выполнять при этом непрерывно изо дня в день, из месяца в месяц научные наблюдения.

Шхуна «Заря» – немагнитное судно. Это дает возможность фиксировать на ней истинные величины элементов магнитного поля Земли, что невозможно делать на судах другого типа из-за помех, вызываемых магнитным полем корабля. Буксируемые же за кораблем приборы не дают полного комплекса всех элементов магнитного поля Земли.

Проведенные на «Заре» магнитные наблюдения в Мировом океане являлись составной частью международной программы по магнитной съемке Земли, которая выполнялась учеными разных стран. Использование полученных на «Заре» данных дало возможность построить магнитные карты на новом качественном уровне и более высокой точности, получить сведения о суммарном изменении магнитного поля Земли за многие десятилетия, о физических процессах, протекающих в недрах Земли, о связях между характером аномального магнитного поля на водной поверхности с крупнейшими структурными особенностями океанического дна.

Помимо магнитных наблюдений на «Заре», по всему маршруту следования судна проводились ионосферные наблюдения с помощью автоматической ионосферной станции и наблюдения за космическими лучами. Исключительно важен и непрерывный эхолотный промер глубин, запись рельефа дна в районе магнитных наблюдений.

Мировая научная общественность высоко оценила результаты исследований, проведенных с борта «Зари». Как отмечал многолетний научный руководитель магнитных наблюдений на «Заре» доктор физико-математических наук М. М. Иванов, результаты проведенных исследований показали, что на магнитных картах, составлявшихся в середине 50-х гг., характеристика больших участков Мирового океана (особенно в Южном полушарии, в частности, в Индийском океане) дана со значительными систематическими погрешностями. Было установлено также, что появление этих ошибок объясняется совершенно неудовлетворительным знанием действительного распределения векового хода магнитного поля в океанах. Сопоставление результатов наблюдений на «Заре» с данными прежних наблюдений позволило построить карты суммарных изменений поля за несколько последних десятилетий.

Как же устроена шхуна «Заря» и в чем ее принципиальное отличие от других НИС?

Конструкторам и судостроителям пришлось проявить большое искусство, чтобы создать судно без собственного магнитного поля. Корпус «Зари», шпангоуты, палубы, мачты – деревянные, все металлические соединения обшивки корпуса – медные, а многочисленные блоки такелажа – из меди и дерева. Ванты, крепящие мачты и стеньги, – из медных тросов. Более того, якорные цепи, обычно изготавливаемые из прочных стальных звеньев, здесь пришлось делать также из меди, как и якоря и брашпиль. Можно представить, какие трудности встретились при размещении заказов – ведь весь флот применяет эти изделия, изготовленные из стали, которая много прочнее, весит меньше и стоит дешевле.

Но ста большие трудности встретились при насыщении машинного отделения. Все насосы, трубопроводы, генераторы и сам главный двигатель также пришлось изготавливать из меди, бронзы или в крайнем случае из маломангнитной стали. И только гребной вал был изготовлен из стали с учетом предстоящей тяжелой работы, которая была бы не по силам медному валу такого же сечения. Винт на судне установлен бронзовый.

Насколько важно было до предела ограничить наличие на судне предметов, обладающих магнитным полем, свидетельствует такой пример. В 1964 г. жители Таллинна могли наблюдать довольно странную картину: старший помощник капитана В. И. Узолин ходил по универмагу и, пользуясь магнитом, подбирал немагнитные ложки, вилки, чайники и прочий кухонный и хозяйственный инвентарь. Поскольку кают-компания расположена над магнитометрическими датчиками, всегда приходится помнить пословицу: «Комар в твоей комнате страшнее льва, который в Африке».

Обычный срок службы деревянных судов 10–15 лет, но ветеран – шхуна «Заря» благодаря хорошей эксплуатации и заботе об ее техническом состоянии успешно плавает до сих пор.

Многолетние исследования позволили ученым наблюдаемое на поверхности Земли магнитное поле разделить как бы на три части и изучать эти части отдельно. Советские морские магнитологи А. Н. Пушков и Л. Г. Касьяненко в первую очередь выделяли главное геомагнитное поле, предполагая, что его истоки находятся глубоко в Земле и поэтому оно должно иметь существенно плавный, гладкий характер на земной поверхности.

Второй частью является аномальное геомагнитное поле или поле магнитовозмущающих источников, находящихся в земной коре. Верхней границей источников считается сама поверхность Земли, а нижней – глубина, на которой из-за высокой температуры исчезают магнитные свойства пород. Третьей частью является внешнее переменное геомагнитное поле, обусловленное источниками токовой природы, существующими в высокопроводящих слоях атмосферы (ионосфере и магнитосфере) на высотах от сотен до тысяч километров.

Как видим, почти 1000 лет используют моряки поле земного магнетизма для определения пути в океане, почти 400 лет изучают это поле ученые и уже многое известно о его распределении в пространстве и изменении во времени. Теперь следует сказать о главном парадоксе, связанном с магнитным полем Земли. Оказывается, что, несмотря на солидный срок практического использования и вполне приличный срок изучения, глубинные причины его возникновения и поддержания до сих пор точно не установлены.

Второй парадокс заключается в том, что, даже изучив в совершенстве его изменения и вариации, мы мало продвинемся к определению причин его возникновения и объяснению причин изменения. Дело в том, что, основываясь только на внешних проявлениях магнитного поля Земли, нельзя однозначно судить о его природе. Одно и то же магнитное поле может вызываться и электрическими токами в глубинных слоях Земли, и залегающими в литосфере магнитными породами. Все это крайне осложняет разработку теории, объясняющей причины возникновения и поддержания магнитного поля Земли.

На этот счет существует несколько гипотез. В настоящее время большинство геофизиков считает, что наибольшую вероятность стать строгой теорией имеет гипотеза гидромагнитного динамо. Исходная идея была изложена еще в 1919 г. английским физиком Дж. Лармором. Суть ее в следующем: предполагается, что в недрах Земли имеется жидкий проводящий слой земного ядра. Если в нем происходит движение вещества, то в результате возникает электрический ток, а следовательно, создается магнитное поле.

В последующие годы математически была доказана возможность самовозбуждения магнитного поля в результате движений спирального вида в проводящем слое. Ученые построили несколько моделей, которые приводят к появлению на поверхности Земли магнитного поля, схожего с фактически наблюдаемым. При этом в качестве двигателя, приводящего в движение проводящий слой ядра и поддерживающего это движение, принимаются такие физические процессы, как тепловая и гравитационная конвекция и даже прецессия земной оси (круговые движения полюсов).

Предполагается, что суммарный результат вызван действием на жидкий слой ядра многих сил, в частности гидростатических сил, наподобие сил поддержания в жидкостях, силы Кориолиса, происхождение которой связано со вращением Земли и многих других факторов.

Ученым абсолютно ясно, что до превращения гипотезы гидромагнитного динамо в строгую теорию еще далеко. Для этого гипотеза земного динамо должна четко ответить хотя бы на вопросы, которые сформулировал советский геофизик С. И. Брагинский еще в 1967 г. Л. Г. Касьяненко и А. Н. Пушков привели их в следующем виде.

Почему геомагнитное поле в основном представляет собой диполь, направленный вдоль оси вращения Земли?

Почему существует меньший, но довольно значительный поперечный диполь (наклон магнитной оси), а также сложного вида недипольные составляющие поля?

Почему эти отклонения от осевого диполя испытывают вариации с периодами порядка 1000 лет?

Почему происходят короткопериодные вековые вариации с периодами порядка 100 лет и менее?

Почему происходит западный дрейф поля и вековых вариаций и чем объясняется корреляция неравномерностей дрейфа с флуктуациями в скорости вращения Земли?

Почему основной диполь и другие характеристики поля испытывали колебания с периодом порядка 10 000 лет?

Почему происходили многократные изменения знака оси диполя в прошлом (то есть почему менялись местами Северный и Южный магнитные полюса)?

Почему переполюсовки поля происходили за время порядка 10 000 лет и как именно протекал этот процесс?

Почему за огромные промежутки времени 108–109 лет величина магнитного поля сохрани-

лась приблизительно неизменной?

Почему за время существования Земли происходили большие систематические перемещения магнитных полюсов по ее поверхности?

Вопросы, вопросы и еще раз вопросы. Со времени их постановки прошло более 20 лет. Но ни на один исчерпывающего, убедительного, количественного ответа еще нет. Как видим, парадоксы земного магнетизма до сих пор не разъяснены. Впереди у геофизиков непочатый край работы, впереди новые экспедиции в далекие моря и океаны.

Существуют ли глубинные реки в океане?

В середине XX в. океанологи в основном описали систему поверхностных течений Мирового океана. Ученые определили многие параметры этих течений: их мощность, то есть количество воды, переносимой в секунду; скорость; температуру поверхностного слоя и др. Но им было ясно, что знания характера движения поверхностных вод явно недостаточно для составления целостной картины движения водных масс в толще океана. А эти знания просто были, необходимы, без них нельзя было объяснить многие парадоксы полей температур и солености океанических вод, нельзя было подойти к составлению прогнозных математических моделей поведения системы океан – атмосфера.

Первое крупное открытие, изменившее во многом представления океанологов о характере движения океанических масс воды, было сделано в Тихом океане. Как часто бывает, новое явление было обнаружено как бы случайно. В 1951 г. американские рыбаки начали лов рыбы на экваторе с помощью глубинных сетей. С удивлением они обнаружили, что их сети относит на восток, хотя мощное Южное Пассатное течение увлекало рыбацкие суда на запад.

Об этом загадочном явлении стало известно американскому океанологу Таунсенду Кромвеллу. Он организовал исследования в экваториальных водах Тихого океана, результатом которых явилось обнаружение под Южным Пассатным течением на экваторе противотечения со скоростью, достигающей местами 150 см/с.

Эта подводная река протянулась вдоль экватора от Соломоновых до Галапагосских островов на протяжении 8000 миль, имеет ширину 150–250 миль, причем толщина слоя воды, перемещающегося на восток, достигает 300 м. Вначале противотечение назвали Экваториальным. Позднее оно было переименовано в течение Кромвелла, который погиб в 1958 г. в авиационной катастрофе.

В дальнейшем течение Кромвелла исследовали и экспедиции на «Витязе». Чтобы исследовать течение по всему профилю и на разных глубинах, ученые использовали буйковые станции с самописцами течений. Выяснилось, что это течение в поперечном сечении имеет форму буквы «П». Внизу в ложбине этого течения, направленного на восток, обнаружен еще один самостоятельный и тоже мощный поток. И что поразительно, так это постоянство такой сложной гидродинамической модели. Даже если на пути течения оказываются острова, то оно лишь огибает их с двух сторон, сохраняя затем первоначальную структуру.

В 1959 г. на борту «младшего брата» «Витязя» – НИС «Михаил Ломоносов» работала в Атлантическом океане экспедиция под руководством Г. П. Пономаренко. В ходе исследований ученые сделали выдающееся открытие: ими было открыто экваториальное подповерхностное противотечение, названное именем Ломоносова.

В последующих рейсах это глубинное противотечение было детально исследовано. Ученые обнаружили поразительное природное явление: на глубине от 75 до 200–400 м в глубине океанских вод текла как бы мощная подводная река шириной 200–250 миль. По вертикали эта река простиралась приблизительно на 200 м. Течет она вдоль экватора со скоростью 100–120 см/с под поверхностным Южным Пассатным течением и направлена в противоположную сторону, то есть с запада на восток. Его мощность довольно значительна и равна примерно половине мощности Гольфстрима.

Глубинное противотечение Ломоносова представляет собой явно выраженный поток вод, пересекающий Атлантический океан от берегов Южной Америки до берегов Африки. Экспедициями «Михаила Ломоносова» оно было прослежено и изучено на протяжении более 2600 миль. Это открытие самым существенным образом изменило представление ученых о циркуляции водных масс тропической Атлантики и явилось также эпохальным событием в истории океанологии.

Мало того, с борта «Михаила Ломоносова» в этот период было открыто и другое глубинное противотечение, струящееся в океане под поверхностным Бразильским течением. Так навсегда в историю океанологии вошло наше НИС «Михаил Ломоносов».

Это судно было построено в 1957 г. для Морского гидрофизического института АН СССР по инициативе его директора академика В. В. Шулейкина и являлось плавучим филиалом института с 17 лабораториями, где 65 ученых – гидрофизиков, морских геологов, гидрохимиков и др. – имели все условия для напряженной исследовательской работы. Судно, построенное в ГДР, было неплохо для того времени оснащено научным оборудованием и исследовательскими лебедками.

Интересно, что непосредственно в ходе экспедиционных рейсов на судне была создана и испытана одна из первых автоматизированных систем сбора, передачи и обработки данных экспедиционных гидрофизических исследований. Судно явилось первым НИС, на котором была установлена и применена для автоматизации сбора и обработки научных материалов ЭЦВМ «Днепр».

Вспоминая о раскрытых учеными «Михаила Ломоносова» загадках морских течений, уместно привести благородные пророческие слова великого Ломоносова, чье имя на борту судна, о пользе мирного научного мореплавания: «О, если бы все труды, заботы, издержки и бесконечное множество людей, истребляемые и уничтожаемые свирепством войны, были обращены на пользу мирного научного мореплавания! Не только бы уже открыты донныне неизвестные области обитаемого мира и соединенные со льдом берега у недоступных донныне берегов, но могли бы быть, кажется, обнаружены неустанным усердием людей тайны самого дна морского. Насколько возросло бы наше благосостояние от обмена избыточествующих вещей между народами и насколько бы ярче заблестал свет наук после раскрытия новых тайников природы!»

Открытие противотечения Ломоносова было воспринято мировой научной общественностью как крупная победа советской морской науки. На сессии Межправительственного океанографического комитета в Париже в сентябре 1962 г. была принята международная программа исследований противотечения Ломоносова. К его изучению, помимо океанологов СССР, подключились ученые США, Аргентины, Бразилии, Франции и других стран. За открытие и исследование этого противотечения тропической Атлантики группа ученых Морского гидрофизического института АН УССР во главе с директором института академиком АН УССР А. Г. Колесниковым была в 1970 г. удостоена Государственной премии СССР. В списке лауреатов достойное место занял первооткрыватель противотечения Ломоносова Георгий Петрович Пономаренко.

Раз уж рассказ идет а НИС «Михаил Ломоносов», то нельзя не коснуться одного научного исследования, связанного с благородной борьбой за полное запрещение испытаний ядерного оружия.

Ученые на борту НИС «Михаил Ломоносов», используя прекрасное научное оборудование, провели исследования по выяснению концентрации вредоносных искусственных радиоактивных изотопов в приводном слое атмосферы и плотности выпадания их на поверхности океана. Затем, реализуя накопленный опыт и знания динамики вод океана и законов перемещения водных масс течениями, ученые исследовали пространственное распределение в океане радиоактивных изотопов. Вывод советских ученых был однозначен: основным источником радиоактивной загрязненности воздуха над океаном, а значит, и самого океана являются продукты деления, образовавшиеся в результате предшествующих взрывов ядерного оружия и продолжающие поступать из стратосферы в нижние слои атмосферы и на земную поверхность. Это был весомый вклад советских океанологов в борьбу за запрещение испытаний ядерного оружия, в борьбу за мирное небо над нашей голубой планетой.

В 1959–1960 гг. советские ученые с борта «Витязя» открыли подповерхностное противотечение вдоль экватора, аналогичное противотечению Ломоносова и в Индийском океане. Его характеристики были следующими: глубина течения 100–400 м, ширина две-три сотни миль, скорость порядка 100 см/с.

В результате последующих исследований они установили, что противотечение не остается все время спокойным и постоянным. Вдоль него распространяются волны длиной порядка 1000 км, то есть течение иногда извивается, как шнур, если дернуть его за конец. Это противотечение было названо именем Б... А. Тареева, молодого советского ученого, преждевременно скончавшегося во Владивостоке перед выходом судна в экспедиционный рейс, во время которого были сделаны важные исследования, приведшие к его открытию.

В дальнейшем советские океанологи продолжили поиск глубинных рек в океане уже на су-

дах нового поколения. В 1969 г. в одном из рейсов нового флагмана советского научно-исследовательского флота НИС «Академик Курчатов» проводились обширные исследования глубинных течений, в тропической Атлантике в районе Антильских и Багамских островов. В результате – но вое выдающееся открытие: в глубинах океана открыто неизвестное мощное течение – подводная река шириной 80 – 150 миль, текущая от берегов Флориды на юго-восток вдоль гряды Антильских островов и северо-восточных берегов Южной Америки до экватора, где оно соединяется с истоками противотечения Ломоносова. Это противотечение расположено на глубинах 600–800 м и несет воды, примерно равные по объему половине Гольфстрима. Его протяженность более 3500 миль, и названо оно Гвиано-Антильским подповерхностным противотечением.

В последующие годы неожиданно для ученых была зарегистрирована изменчивость подповерхностных экваториальных противотечений. На этих подводных реках обнаружили многочисленные извилины, ответвления – меандры. Таким образом, здесь все оказалось сложнее, чем первоначально думали ученые. В структуре этих противотечений большое значение играли элементы турбулентности, изменчивости.

Многолетние исследования течений, проведенные океанологами, позволили составить первые глобальные модели динамики водных масс Мирового океана, которые во многом отражали реальную картину поверхностных и глубинных течений. А ведь без такой работающей модели просто невозможно разобраться в грандиозных процессах взаимодействия океана и атмосферы, формирующих в основном климат нашей планеты.

Глава III

Что лучше – универсальность или специализация?

*Не правда ли, морской, хмельной, невиданный простор
сродни горам в безумстве, буйстве, кротости.
Седые гребни волн чисты, как снег на пиках гор,
и впадины меж ними – словно пропасти.
Служение стихиям не терпит суеты.
К двум полюсам ведет меридиан.
Благословенны вечные хребты,
благословен Великий океан.*

Владимир Высокий

Загадки синоптических вихрей

Конец 50-х гг. – время качественного скачка в развитии океанологической техники и методик проведения исследований. От описательных методов изучения природы Мирового океана ученые переходили к изучению процессов в океане, к исследованию физических полей с помощью точных геофизических методов. Комплексность в исследованиях уступала место тематическим экспедициям. Возросший масштаб тематических исследований, особенно в гидрофизике, геофизике, акустике, требовал широкого применения средств автоматизации сбора и обработки научных материалов.

Советские ученые чувствовали тогда некоторое отставание от зарубежных коллег. Необходим был прорыв в океанологических исследованиях, и он мог быть осуществлен только с помощью новых экспедиционных судов, оснащенных современной исследовательской аппаратурой.

Перед советскими океанологами опять стала проблема: каким образом ускорить получение таких судов. Отдел морских экспедиционных работ АН СССР во главе с И. Д. Папаниным предложил строить новое экспедиционное судно на базе проекта корпуса и энергетической установки (ЭУ) серийного пассажирского теплохода. Разработка технического проекта и строительство головного судна выполнялись верфью им. Матиаса Тезена в Висмаре (ГДР) при участии и под наблюдением советских специалистов.

1966 год вошел в историю советской морской науки как год, смены лидера в исследователь-

ском флоте. Ветеран «Витязь» уступил почетное звание флагмана советского научно-исследовательского флота новому универсальному экспедиционному судну «Академик Курчатов», предназначенному для комплексных океанологических исследований.

Это был поистине плавучий исследовательский институт, где в корпусе длиной почти 125 м разместились 24 научные лаборатории для проведения исследований по физике моря, атмосферы и космического пространства, физике Земли, геологии, химии и биологии. Кроме этого, на судне имеется множество вспомогательных, подсобных, но крайне необходимых научных помещений: вычислительный центр, фотолaborатория, хранилище коллекций и сборов, чертежная.

При постройке судна лаборатории были неплохо оснащены научной аппаратурой, в число которой входили эхолоты различных диапазонов для непрерывной регистрации от самых, малых глубин до дна океанских впадин, фототелеграфная аппаратура для приема синоптических карт, дистанционные метеостанции, сейсмографы, регистраторы температуры и солености заборной воды и многое другое. Для исследования космических лучей на судне установили азимутальный телескоп и нейтронный супермонитор. Для быстрой обработки в рейсе огромного числа измерений физических параметров использовалась судовая ЭВМ.

Часть исследовательских лебедок в отличие от «Витязя» были не тросовые, а кабельтросовые, то есть они способны были опускать в глубины исследовательские зонды, от которых информация по кабелю передавалась на борт судна. В средней части корпуса проходила шахта диаметром 700 мм с отверстием в днище. Через нее при любой погоде можно было опускать за борт на глубину исследовательские приборы.

Приведем выдержки из экспертного заключения, составленного во время приемки судна от судоверфи и зафиксировавшего достоинства нового флагмана:

...«Академик Курчатов» является первоклассным научным экспедиционным судном, способным обеспечить выполнение широкого комплекса научных исследований в открытом океане в течение длительного времени.

Высокая скорость хода обеспечивает быстрое прохождение судна в район работ и значительно экономит время перехода из одного района в другой. Отличная маневренность, обеспеченная противодрейфовым устройством и активным рулем, позволяет осуществлять сложные маневры при производстве работ на станциях, полигонах и при буйковых постановках. Активные успокоители качки, уменьшающие качку в 3,5 раза, обеспечивают спокойные условия для работы в лабораториях даже во время, шторма. Насыщенность судна специальными устройствами и лабораториями, предназначенными для работы на ходу, обеспечивает получение важной и разнообразной информации не только непосредственно на станциях и полигонах, но и во время переходов.

Большие размеры лабораторий, оснащение их регистрационной и аналитической аппаратурой позволяют значительную часть обработки собираемой информации и материалов выполнить во время рейса.

...Особо следует отметить большое значение высокой маневренности судна для производства работ одновременно с нескольких лебедок. В целом возможности, заложенные в НИС «Академик Курчатов», обеспечивают эффективную работу большого коллектива ученых различных специальностей.

Необходимо подчеркнуть, что судно вполне отвечает современным требованиям, так как обеспечивает использование большого числа автономных буйковых постановок и широкий комплекс геофизических измерений при работе по системе полигонов...

...Судно «Академик Курчатов» представляет все возможности для решительного изменения системы организации и выполнения экспедиционных исследований в океане.

Таким образом, вся работа в экспедиции будет не только и не столько сбором материала, но примет характер глубокого законченного научного исследования...

Эксплуатационные возможности этого корабля (его автономность, скорость хода, маневренность, оборудование навигационными приборами и др.) и его научно-техническая оснащенность неизбежно заставят ученых пересмотреть целый ряд считающихся незыблемыми организационных и методических положений в проведении океанологических экспедиций и перейти на новые научно-организационные формы подготовки и проведения экспедиций».

Морские специалисты быстро оценили высокие качества ИИС «Академик Курчатов», технические новшества, примененные при его создании, и перспективы коренных преобразований в методике океанологических исследований. «Академик Курчатов» стал головным в серии НИС, по-

строенных на судовой верфи им. Матиаса Тезена. В период 1966–1968 гг. там были построены однотипные НИС «Профессор Визе», «Профессор Зубов», «Академик Королев», «Академик Ширшов» – для Гидрометеослужбы, затем «Академик Вернадский» – для Морского гидрофизического института АН УССР и «Дмитрий Менделеев» – для Института океанологии АН СССР. В дальнейшем были построены еще 4 подобных судна для других ведомств.

Головное судно этой серии вполне заслуженно было названо в память выдающегося советского физика-атомщика трижды Героя Социалистического Труда Игоря Васильевича Курчатова (1903–1960). Второе судно этой серии получило название «Дмитрий Менделеев» в память о великом русском ученом-творце Периодической таблицы элементов Дмитриии Ивановиче Менделееве (1834–1907).

В названии третьего судна этой серии была увековечена память о великом русском и советском ученом академике Владимире Ивановиче Вернадском (1863–1945).

Суда Гидрометеослужбы были названы в честь корифея полярной науки члена-корреспондента АН СССР, профессора Владимира Юльевича Визе (1886–1954), одного из создателей советской школы океанологов доктора географических наук профессора Николая Николаевича Зубова (1885–1960), одного из основоположников послевоенной советской океанологии, основателя и первого директора Института океанологии АН СССР Героя Советского Союза академика Петра Петровича Ширшова (1905–1953), основателя советской космонавтики Дважды Героя Социалистического Труда академика Сергея Павловича Королева (1907–1966).

Именно НИС типа «Академик Курчатов» сыграли основную роль в исследованиях 70-х гг., приведших к выдающемуся открытию – обнаружению в океане синоптических вихрей. Ученые давно выражали сомнение в том, что океанские течения подобны по структуре рекам в океане и представляют собой однородный поток по всему сечению течения, все частицы которого движутся примерно в одном направлении.

Видный советский океанолог профессор В. Б. Штокман (1909–1968) еще до войны выдвинул идею о том, что течения представляют собой изменчивые образования. Уже в 50 – 60-х гг. он прозорливо доказывал необходимость проведения долговременных измерений параметров водной массы в одних и тех же точках океана на разных глубинах. Под его руководством советские океанологи провели ряд подобных измерений в окраинных морях. И эти опыты подтвердили наличие серьезной изменчивости параметров, хотя каких-либо закономерностей еще установить не удалось.

К концу 60-х гг. в Институте океанологии АН СССР твердо решили провести подобные долговременные измерения в океане. В подготовке нового эксперимента профессор В. Б. Штокман не смог участвовать, так как безвременно скончался в 1968 г. Работу провели его соратники и ученики.

Важно было правильно выбрать место проведения эксперимента. Желательно замеры проводить в типичном районе океана, где течения считались наиболее стабильными, устойчивыми. В результате длительных обсуждений ученые остановились на районе Северного Пассатного течения в Атлантическом океане. Центр выбранного полигона размером 120x120 миль расположился в точке на широте примерно Дакара и расстоянии более 860 миль от него. Здесь дуют постоянные ветры – северо-восточные пассаты, рельеф дна приблизительно ровный, глубина – типичная для океана – около 5000 м, то есть это район, где как будто исключены все посторонние факторы, могущие привести к дополнительной изменчивости основного потока господствующего течения.

Экспедиционный отряд состоял из шести новейших НИС: два от Института океанологии АН СССР – «Академик Курчатов» и «Дмитрий Менделеев»; одно – «Академик Вернадский» – от Гидрофизического института АН УССР; два от Акустического института АН СССР – «Сергей Вавилов» и «Петр Лебедев» – и наконец «Андрей Вилькицкий», принадлежащее Гидрографической службе страны. Научным руководителем этого внушительного эксперимента был определен выдающийся советский океанолог и гидроакустик академик Л. М. Бреховских.

В чем же смысл проведения эксперимента? На выбранном полигоне было установлено 17 автономных буйковых станций, причем станции установили в виде своеобразного креста из 4 лучей. Сами лучи пересекались под прямым углом и были направлены по меридиану и параллели. Центральную станцию установили в точке пересечения лучей, остальные 16 (по 4 на каждом луче) были установлены так, чтобы расстояние между ними увеличивалось с удалением от центральной станции.

Каждая буйковая станция состояла из стального троса, на одном конце которого располагался тяжелый груз – якорь. К другому концу троса прикреплялся плавающий на поверхности буй, обладавший достаточной плавучестью, чтобы поддерживать верхний конец троса с подвешенными приборами на поверхности. На трос, подвесили 10 автономных приборов-измерителей течения на горизонтах с глубиной от 25 до 1500 м.

В то время в качестве измерителя течения использовалась буквопечатающая вертушка Алексева. На бумажной ленте прибора через каждые полчаса отпечатывались значения направления и скорости течения. «Памяти» прибора хватало на 28 суток. По плану проведения эксперимента предполагалось задействовать буйковую антенну в течение полугода. Планировалось каждые 25 суток поднимать буйковую станцию для перезарядки приборов новыми бумажными лентами, а в этой же точке устанавливать другую станцию с заряженными измерителями. Параллельно с измерениями течений фиксировались температура и электропроводность (значит, соленость) воды на каждом горизонте.

Цель эксперимента была в том, чтобы установить, меняются ли направления и скорости течения во времени и пространстве и если меняются, то как.

И в настоящее время автономная буйковая станция остается важнейшим техническим средством океанологов. Правда, теперь на тросе устанавливают новые автономные приборы, которые через 15–20 мин фиксируют значения температуры, электропроводности, скорости и направления течения не на бумаге, а на магнитную ленту. «Памяти» таких приборов хватает на несколько месяцев. Безусловно, записи на магнитной ленте могут быть легко перенесены в долговременную память судовой ЭВМ, а затем извлечены оттуда по желанию исследователя.

Вернемся в 1970 г. Основная работа, приведшая к открытию синоптических вихрей, была проведена с борта НИС «Академик Курчатов», «Дмитрий Менделеев» и «Андрей Вилькицкий», которые приступили к установке автономных станций в феврале. Система буйковых станций работала непрерывно более 5,5 месяца. Это была тяжелая и ответственная работа. Бывало, что из-за погоды буи срывались с места. Тогда приходилось искать их в океане силами нескольких судов. Время от времени суда уходили с полигона для заправки топливом и пополнения запасов продовольствия. Тогда на полигоне оставалось одно дежурное судно, которое инспектировало станции. НИС «Академик Курчатов» и «Дмитрий Менделеев» провели в океане почти 7 месяцев, «Андрей Вилькицкий» – полгода.

В марте на борту «Академика Курчатова» была часто слышна английская и немецкая речь. Туда прибыли иностранные океанологи и привезли с собой автономные регистраторы течений различных конструкций. Ученые решили сравнить, откалибровать измерители течений производства разных стран. Для этого на полигоне недалеко друг от друга выставили 4 дополнительные станции. Две недели работали параллельно подвешенные к тросам станций океанологические приборы, изготовленные в СССР, Норвегии, Великобритании, ГДР, США. Затем провели сверку и калибровку приборов. Эта важная работа обеспечила в дальнейшем успешное проведение совместных работ по международным исследовательским программам.

В результате проведения новаторского и масштабного эксперимента, названного «Полигон-70», был собран колоссальный объем информации. К обработке его приступили немедленно. Судовые вычислительные центры «Академика Курчатова» и «Дмитрия Менделеева» справились с этой ответственной работой. Уже первоначальные обобщения собранного экспериментального материала после подъема первой станции выявили поразительную картину. Прежде всего оказалось, что, когда начались измерения, течение в слоях до 1500 м было направлено не на запад и юго-запад, как ему положено было быть, учитывая расположение полигона в районе Северного Пассатного течения, а на северо-восток, то есть почти в прямо противоположном направлении...

Примерно через две недели направление течения стало северо-западным. Еще через три недели оно снова изменило направление. Ученые поняли, что они наблюдают новое неизвестное до этого времени явление с временным масштабом несколько недель или месяцев. Перед ними возникла грандиозная и запутанная картина, так как течение на разных горизонтах меняло свое направление по-разному.

После того как провели глубокий анализ данных, замеренных всеми 17 станциями за полгода, картина прояснилась. Океанологи установили, что через зону полигона проплывали огромные вихри размером 100–150 км со скоростью перемещения водных масс вокруг центра вихря 10–20 см/с. А сами гигантские вихри не стояли на месте, а медленно (со скоростью около 4 см/с) пе-

ремещались в направлении, которое ученые всегда обозначали как направление Северного Пассатного течения.

Об этом эпохальном открытии советские ученые сообщили в октябре 1970 г. на Международной океанографической ассамблее в Токио, где сообщение вызвало повышенный и вполне оправданный интерес всех океанологов.

В марте – июле 1973 г. в районе Саргассова моря аналогичный эксперимент провели американские ученые. Они назвали свое исследование «Серединно-океанический динамический эксперимент» (Mid Ocean Dynamical Experiment) по первым буквам английских слов – MODE. Их исследования подтвердили существование синоптических вихрей.

Эти два выдающихся полигонных океанологических исследования позволили ответить на ряд вопросов, но в результате возникло еще больше новых. Было неясно, как возникают эти вихри, как они взаимодействуют друг с другом и со средним течением. Для решения этих и многих других вопросов в 1977–1978 гг. был проведен большой совместный советско-американский эксперимент Полимоде, название которого сложили из начальных слогов «Полигон-70» и обозначения американского эксперимента МОДЕ.

Советские участники исследований проводили работы в течение года на полигоне размером 310x310 миль в юго-западной части Саргассова моря. Советские ученые создали и поддерживали с конца июня 1977 г. до октября 1978 г. систему из 19 буйковых станций. В работах на полигоне участвовало 9 НИС: «Академик Курчатов», «Академик Вернадский», «Витязь», «Михаил Ломоносов», «Петр Лебедев», «Сергей Вавилов» – из академического флота, от Гидрометеослужбы – «Виктор Бугаев», а также гидрографические суда «Академик Крылов» и «Молдавия».

Советские автономные буйковые станции непрерывно фиксировали с интервалом от 12 до 60 мин на нескольких горизонтах направление и скорость течений и значения температуры воды. Параллельно с этим советские НИС осуществили множество гидрологических съемок, в ходе которых замерялись параметры водных масс на различных горизонтах в других районах полигона.

Американцы в этот раз широко использовали дрейфующие буи нейтральной плавучести. Такой буй опускается на заданную глубину и дрейфует вместе с водной массой. На бую устанавливается излучатель звука типа органной трубы, излучающий по программе чередом заранее заданное время звуковой сигнал определенной частоты.

Звуковой сигнал регистрировался на нескольких (не менее трех) приемных акустических станциях, расположенных на островах, на побережье или на судах в открытом океане. Затем по разнице времени пробега звукового сигнала до различных станций определяли с точностью до километра местоположение буя в каждый данный момент времени. Следовательно, определив линию дрейфа буя, ученые выясняли характер перемещения водных масс, которые несли этот буй.

Во время эксперимента ПОЛИМОДЕ было установлено, что буи, выпущенные в одном и том же месте на отличающихся между собой всего на несколько десятков метров глубинах, могут перемещаться по совершенно различным траекториям – еще одно доказательство изменчивости и многослойности динамических характеристик водных масс.

В период эксперимента советскими учеными был выполнен впечатляющий объем работ: 17 крупномасштабных (по всему полигону) гидрологических съемок, 14 среднемасштабных и наблюдения на нескольких микрополигонах. Все буйковые океанографические станции почти непрерывно проработали по 12–13 месяцев. Зарегистрировано около 3 млн. компонент вектора скорости течения и получено около 2 млн. значений температуры воды. Проведены наблюдения на нескольких тысячах гидрологических станций и станциях температурного зондирования.

В результате всей этой, не побоимся сказать, титанической работы за время эксперимента удалось зарегистрировать прохождение через полигон в течение года более 20 синоптических вихрей диаметром 200–300 км и нескольких десятков более мелких вихрей. Ученые установили, что поступательное движение вихрей неравномерно и криволинейно. Вихри сталкиваются друг с другом, взаимодействуют друг с другом и, видимо, при этом обмениваются энергией.

Получается, что океан вопреки всем ожиданиям весьма схож с атмосферой, где такие вихревые образования, как циклоны и антициклоны, обладают большей энергией, чем результирующий средний воздушный поток, определяющий общее направление перемещения воздушных масс. Поэтому в дальнейшем, по предложению члена-корреспондента АН СССР А. С. Монины, эти водные вихри открытого океана стали называть синоптическими.

Анализ данных, полученных на советской системе буйковых станций и на американской

системе дрейфующих буев, еще раз убедительно доказал большую роль, которую играют обнаруженные вихри в жизни океана. Подтвердилось, что не менее 90 % кинетической энергии океана заключено в вихрях.

После этих опытов вихри стали обнаруживать в самых различных местах. Хорошо выраженные вихри были обнаружены в Арктике и Антарктике. Они были найдены и в Тихом океане.

Ученым удалось определить объемную структуру синоптических вихрей. Такие вихри имеют приближенно форму несколько скрученного по часовой стрелке (для Северного полушария) усеченного конуса с вершиной, обращенной кверху для циклонических вихрей (вращение против часовой стрелки) и вниз для антициклонических (вращение по часовой стрелке).

Интересно, что циклонические вихри характеризуются стоном поверхностных вод и подъемом из глубины холодных вод. Это явление важно для биологии океана, так как глубинные воды выносят на поверхность питательные соли, приводящие к бурному развитию жизни. В свою очередь, антициклонические вихри приводят к нагону поверхностных вод и их опусканию на глубину, то есть эти вихри являются «теплыми», так как температура поверхностных вод повышается. Контрасты температуры в различных зонах вихрей могут быть значительными и достигать 10 °С.

Ясно, что теплые и холодные вихри в океане создают особые условия для тепло-и влагообмена с атмосферой и поэтому оказывают самое существенное влияние на изменение параметров воздушных масс, то есть изменяют погоду. Отсюда следует, что постижение тайн океанских вихрей, помимо раскрытия фундаментальных законов жизни океана, позволит создать научную основу для краткосрочных и долгосрочных океанологических прогнозов, для построения прогностической модели системы атмосфера – океан, что усовершенствует методы прогноза погоды.

Какова же причина возникновения синоптических вихрей? Здесь еще много неясного. Но уже сейчас можно утверждать, что основной причиной их возникновения является неустойчивость постоянных течений, связанная с наличием в них горизонтальных и вертикальных перепадов скорости. Как видно, вихревая форма движения в данном случае является более динамически устойчивой, способствующей сохранению равновесия глобальной динамической системы океанских течений и противотечений.

Но оказывается, что вихри открытого океана не единственные в нем. Существует в океане другой вид вихрей, вызванный неустойчивостью таких крупных и мощных течений, как Гольфстрим и Куроисио. Такие течения все время меандрируют, то есть отклоняются из стороны в сторону. Иногда основной поток течения так быстро и сильно изменяется, что образуется совершенно самостоятельный, ответвившийся от основного течения вихрь.

Один Гольфстрим за год рождает несколько подобных вихрей, которые существуют в океане самостоятельно по нескольку лет, перемещаясь в юго-западном направлении, а затем вновь вливаясь в Гольфстрим. Эти вихри отличаются от синоптических не только происхождением, но и заметно большей скоростью вращения. Их назвали рингами (от английского слова «ринг» – кольцо). Интересно, что эти ринги хорошо просматриваются с ИСЗ с помощью радиометров по контрасту температуры поверхностных вод.

Именно поэтому на НИС «Академик Курчатов» во время работ по советско-американской программе ПОЛИМОДЕ принимали спутниковые данные для оперативного планирования и корректировки маршрута судна, изучавшего ринги Гольфстрима и связанные с ними гидрологические фронты.

Подводные вулканы действуют

Вулканические извержения – это грозные и величественные явления природы. На протяжении веков люди с ужасом, но и с любопытством наблюдали за деятельностью вулканических сил. И действительно, извержение – зрелище удивительное. При извержениях вулканов высота подъема газов и паров воды, насыщенных пеплом и обломками камней, достигает обычно от одного до пяти километров.

При многих извержениях концентрация вулканического пепла в атмосфере бывает настолько большой, что днем наступает полная темнота. Именно это имело место в 1956 г. при извержении Безымянного даже в 40 км от вулкана, где расположен поселок Ключи. При больших извержениях из кратера вылетает обломков и выливается лазы до нескольких десятков кубических километров.

Практически большинство океанских островов имеют вулканическое происхождение, то есть

они возникли в результате грандиозного излияния лавы из кратеров подводных вулканов. Дно океана усеяно вулканами. На его поверхность выступают лишь самые высокие из них, всего же на дне океана обнаружено более 10 тыс. вулканов.

Извержения подводных вулканов, расположенных в очень глубоких местах океана, обычно незаметны, так как большое давление воды препятствует взрывным извержениям. А если подводный вулкан находится в более мелком месте, то его извержения будут сопровождаться выбросами огромного количества пара и газов, переполненных мелкими обломками лавы. Обычно у такого вулкана взрывы продолжаются до тех пор, пока извергаемые породы не образуют остров, поднявшийся над уровнем моря. После этого взрывы могут сменяться или чередоваться с излияниями лавы.

Участники советской экспедиции на НИС «Михаил Ломоносов» наблюдали в Атлантическом океане в районе Азорских островов бурное извержение подводного вулкана, в результате которого на поверхности океана появился новый остров.

28 сентября 1957 г. жители северо-западной оконечности острова Фаял (Азорские острова) обратили внимание на то, что в одном километре от берега океан начал бурлить, появились буруны, образовался водоворот в виде огромной воронки. На следующий день из воды начала появляться гора, и в течение трех дней на этом месте вырос остров. К 5 октября остров уже принял характерную подковообразную форму. Во внутренней части этой «подковы» был расположен кратер диаметром около 1 км. Высота острова достигала 100 м, а столб пара и пепла выбрасывался на высоту 1000 м. Пепла было так много, что в течение нескольких дней он засыпал западную часть о. Фаял слоем в 1–2 м. Новый вулкан получил название Капелиньиш.

13 октября 1957 г. высокие берега острова начали понижаться и погружаться в океан – остался только кратер с едва возвышающимися над водой границами. Деятельность вулкана стала затухать. Но период затишья длился недолго. Уже 10 ноября 1957 г. там же началось новое извержение, и на месте погружившегося вырос новый остров. Активная деятельность вулкана продолжалась непрерывно, остров вырастал на глазах. Затем остров начал соединяться с берегом тонким перешейком, который все увеличивался; в результате образовался полуостров.

Вскоре извержение перешло в новую фазу: до этого из недр выбрасывался только пепел, а 16 декабря 1957 г. появилась лава. Ее поток толщиной 10 м и шириной до 150 м непрерывно изливался и стекал в океан по склонам острова. После этого западная часть полуострова вновь опустилась в океан, осталась восточная, ближайшая к острову Фаял. Весь февраль 1958 г. кратер вулкана, подобно гейзеру, извергал вверх потоки горячей воды.

Один из авторов находился на борту НИС «Михаил Ломоносов». Вот его впечатления об этом необычном природном явлении: «Утро 2 апреля 1958 г. застало «Михаила Ломоносова» на очередной океанографической станции. Справа от корабля прорезала облака острая, как пика, конусообразная вершина горы Пику, сверкающая белоснежной шапкой под утренними лучами солнца. Перед носом корабля в 20 милях о. Фаял – невысокий, темный, с неровной линией хребта, пересекающего остров с востока на запад. От западной оконечности острова поднимается ввысь белый столб и сливается с плотными кучевыми облаками, шапкой нависшими над островом Фаял.

Когда работы на станции были закончены и «Михаил Ломоносов» направился к острову, все отчетливей вырисовывалась величественная динамическая картина столкновения двух стихий – океана и подводных вулканических сил. Между океаном и облаками непрерывно находился образованный водяным паром белый столб, узкий внизу и расширяющийся кверху. И вот через равные промежутки, синхронные периоду волн, гонимых океаном в кратер вулкана, из кратера появлялся темный, почти черный клубок пара и пепла. Он быстро вырастал в огромную с раскидистыми ветвями красивую елку, которая начинала затем терять четкие очертания формы, клубиться и превращалась в гигантский серый гриб. Шапка гриба продолжала расползаться в бесформенную хаотическую массу, превращаясь в облако, сливающееся с мощным облачным пятном, застывшим над островом. И пока этот клубящийся колоссальный серо-белый столб устремлялся навстречу облакам, из него, подобно черному дождю, высыпались потоки пепла. А в это время из кратера уже рождался новый черный и плотный клубок, и на светлом фоне высокого столба пара, уже лишнего пепла, росла новая елка.

Это было незабываемое величественное зрелище. Судно находилось в миле от вулкана, ветер доносил к нам хлопья пепла. Наконец капитан подал команду: «Полный вперед!» – и «Михаил Ломоносов» направился к очередной океанографической станции. Давно уже скрылись за гори-

зонтом Азорские острова, но еще долго мы видели за кормой корабля порожденное вулканом большое неподвижное облако, застывшее над о. Фаял».

Особенно много вулканов расположено в районе Камчатки и Курильских островов, причем вулканов всех типов: действующих, уснувших и потухших. К первым относятся те, что извергаются в настоящее время постоянно или хотя бы периодически. К ним причисляем и те, об извержении которых в прошлом имеются исторические данные, и даже те, об извержении которых точных данных нет, но они выделяют горячие газы и воду.

Так, например, вулкан у о. Фаял и до 1957 г. считался действующим, так как зафиксировано его извержение в 1672 г. Почти 300 лет он не причинял людям беспокойства, находясь под толщей океанских вод, и только в 1957 г. вновь начал действовать.

А что значит – уснувший вулкан? Это тот, который сохранил специфическую форму и под которым происходят локальные землетрясения. Они-то и свидетельствуют; что он может проснуться и проявить себя как действующий. Правда, уснувший вулкан может со временем превратиться в потухший – сильно разрушенный и размытый без каких-либо проявлений вулканической деятельности.

Как известно, к тектоническим процессам в земной коре, кроме вулканической деятельности, относятся также землетрясения, причем оба этих процесса взаимосвязаны.

Изучением тектоники дна Средиземного моря, занималась экспедиция Института океанологии АН СССР в апреле – мае 1987 г. на НИС «Рифт». Это сравнительно небольшое судно, построенное в Волгограде, имеет специфическую особенность: оно является носителем самовсплывающих донных станций, дающих возможность проводить длительные наблюдения на дне морей в намеченных точках. Такой прибор сбрасывают в воду, а по истечении установленного срока работы, на дне он всплывает на поверхность по заложенной в него программе или же по акустическому сигналу с судна. Экспедицией руководил видный советский ученый-сейсмолог член-корреспондент АН СССР С. Л. Соловьев.

Сергей Леонидович рассказал, что экспедиция работала в Эгейском и Тирренском морях в тесном научно-техническом сотрудничестве с греческими и итальянскими учеными. В каждом из этих морей было опущено на дно по пять донных станций. В Эгейском море приборы, находясь на глубине 1100–1800 м за 8 суток работы записали сигналы 420 землетрясений, в большинстве случаев локальных, ничтожных по энергии, из них для 130 было определено положение очага.

Специфическая особенность работы донных станций заключается в том, что они регистрируют самые слабые землетрясения, которые невозможно уловить береговыми станциями. Работа донных сейсмографов показала, что большинство зарегистрированных подземных очагов – около 75 % – находятся на небольших глубинах от 2 до 25 км, то есть в земной коре. Это явилось новым открытием, так как до сих пор считалось, что землетрясения возникают на значительно больших глубинах, в мантии Земли. Таким образом, сейсмичность Эгейского моря оказалась очень высокой.

В Тирренском море донные приборы были установлены на глубинах 1000–1800 м. Одновременно итальянские ученые установили на побережье Апеннинского полуострова свои приборы в 22 наблюдательных пунктах, которые работали параллельно в составе единой системы наблюдений. Наблюдения проводились в течение 10 суток.

Оказалось, что сейсмичность в Апеннинской дуге значительно ниже. Удалось установить очаги только 17 землетрясений, причем так же, как и в Эгейском море, они сконцентрированы в основном в земной коре. А ведь по наблюдениям наземных станций считалось, что земная кора в Тирренском море асейсмична. Установленные на дне моря приборы показали, что находящиеся там подводные вулканы являются не потухшими, а только уснувшими. Донные сейсмографы зарегистрировали около 200 слабых сигналов, похожих на толчки, вызываемые деятельностью подводных вулканов.

Для нас изучение вулканической деятельности представляет особую важность. В первую очередь это связано с необходимостью прогнозировать начало вулканических извержений и землетрясений. Ведь в районах расположения вулканов и вообще в сейсмически активных районах проживают люди. Значит, внезапное извержение или землетрясение может привести к гибели людей и разрушению созданного ими. Точный прогноз позволит предотвратить все это.

Затем изучение вулканической деятельности необходимо для познания фундаментальных законов возникновения и эволюции планеты Земля. Нельзя забывать и о том, что горячая вода и пар,

вырывающиеся из глубин в районах активного вулканизма, – это даровой, экологически чистый источник тепловой энергии, которым грех пренебрегать в наш век – век остро энергетического и экологического кризисов.

Для изучения природы вулканизма большое значение имеет тщательная научная классификация и описание вулканов, расположенных на дне океана, на островах и в прибрежных районах. Ученые различают два типа вулканизма, связанных с океаном: срединно-океанический и периферийно-океанический. К первому типу относятся вулканы, расположенные в районах срединных подводных рифтов, в глубоководных впадинах, поднятиях и островах на них. Именно вулканическая деятельность этого типа привела к образованию Азорских островов, островов Вознесения, Святой Елены, Тристан-да-Кунья в Атлантике, островов Галапагос, Гавайские, Лайн, Туамоту, Кука и др. в Тихом океане.

К этому же типу вулканизма относятся расположенные на дне океанов плосковершинные подводные горы – гайоты – и погруженные потухшие вулканы, увенчанные коралловыми рифами. Их насчитывается ни много ни мало, а несколько десятков тысяч.

А вот периферийно-океанический тип вулканизма проявляется преимущественно на островных дугах и в окраинных морях. Именно такого типа вулканы расположены в районе Камчатки и Курил. С островными дугами связано более половины всех молодых вулканов на Земле.

Даже географическое размещение вулканов указывает на тесную связь между поясами вулканической Деятельности и расположенными под ними подвижными зонами земной коры. Именно разломы, образующиеся в этих зонах, формируют каналы, по которым горячая магма движется к земной поверхности. А на глубине, где давление растворенных в магме газов становится больше давления вышележащих земных толщ, газы начинают стремительно продвигаться и увлекают за собой магму вверх. А затем гигантский взрыв – и начинается извержение.

Безусловно, не случайно, что Институт вулканологии Дальневосточного отделения АН СССР расположен именно в Петропавловске-Камчатском. Это ведущее научное учреждение АН СССР, которое занимается изучением вулканов. Конечно, в первую очередь ученых интересуют вулканы Курило-Камчатской зоны, а среди них немало подводных. В институте даже имеется специальная лаборатория подводного вулканизма.

С конца 70-х гг. исследование подводных и островных вулканов учеными института значительно активизировалось в связи с получением специализированного НИС «Вулканолог» водоизмещением 1100 т, предназначенного для проведения геолого-геохимических исследований в районах проявления подводной вулканической деятельности.

Это судно является одной из разновидностей унифицированного среднетоннажного НИС, созданного в 70-х гг. в нашей стране. Расскажем более подробно об этих судах, явившихся наглядным подтверждением передового и экономически исключительно эффективного принципа строительства судов – «един во многих лицах», который в совершенстве освоен и воплощен в практику судостроения нашими учеными и инженерами.

Начнем несколько издалека. В век научно-технической революции наука становится непосредственной производительной силой. Такая истина теперь не требует доказательств. Но это достигается не бесплатно. Постоянно растут затраты на проведение научных исследований. Научное оборудование, которое используется для познания тайн природы, становится все более дорогостоящим, сложным и объемным. Можно упомянуть в связи с этим хотя бы исследовательские ядерные реакторы, колоссальные ускорители элементарных частиц, установки «Токомак» для получения управляемых термоядерных реакций, гигантские радиотелескопы для изучения глубин Вселенной и т. д.

Таким же дорогостоящим и сложным основным техническим средством изучения океанов, морей, рек и озер являются НИС. Стоимость их создания и эксплуатации превосходит в 1,5–2 раза стоимость того же для транспортных судов аналогичных размеров, которая сама по себе не мала. И это без учета затрат на содержание научной экспедиции и приобретение специального научного оборудования. Вместе с тем необходимость их постройки и напряженного использования неоспорима.

Ведь каждое направление требует оснащения исследовательского судна специальным, специфическим оборудованием. Так, для проведения гидрологических исследований необходимо наличие на судне средств для замера температуры воды на различных глубинах, скорости и направления течений, определения прозрачности, степени турбулентности (завихрения) и

перемешивания водных масс, параметров волнения (в первую очередь высоты и периода волн).

А геофизические исследования невозможны без наличия средств замера магнитных, гравитационных и электрических полей, без источников акустических волн и гидрофонов для приема отраженных акустических волн при проведении сейсморазведки и просвечивания акустическими волнами осадочных пород и океанской земной коры.

Геологические исследования предусматривают размещение на исследовательских судах средств для забора проб грунта, в первую очередь в виде длинных грунтовых колонок, и приборов для выполнения анализа проб в судовых лабораториях. Гидрохимические исследования состоят из забора проб воды с различных глубин и дальнейшего их анализа на содержание различных компонентов, а также определения солености.

Особые приборы и оборудование необходимы для проведения с борта исследовательского судна гидроакустических исследований, связанных с изучением законов распространения звука в морской воде. Совсем другие приборы и оборудование используются для выполнения метеорологических исследований, включающих определение температуры, влажности и давления воздуха на различных высотах, скорости и направления ветра, интенсивности потоков прямой и отраженной от поверхности моря солнечной радиации, наблюдения за облачностью.

И совсем особое, специфическое оборудование, включающее широкий набор устройств и приборов от тральной лебедки до инкубатора для выращивания из икринок рыбной молоди и вивария для содержания белых мышей и морских свинок, требуется для проведения на борту НИС биологических исследований, направленных на всестороннее изучение животного и растительного мира океана.

Как разместить на НИС все это объемное и сложное оборудование? Как спланировать размещение на судне в течение длительного экспедиционного рейса и, главное, эффективную работу различных научных отрядов гидрофизиков, гидрохимиков, гидробиологов, геологов, метеорологов, каждый из которых имеет свои специфические задачи и приемы их решения?

Жизнь, практика проведения исследований подсказали ученым и конструкторам, как найти выход из этих объективных трудностей, как шире развернуть исследования Мирового океана при максимально возможной, но разумной и ответственной экономии денежных и материальных ресурсов.

Стало ясно, что наряду с большими НИС типа «Витязь», «Академик Курчатов» необходимо строить НИС меньшего водоизмещения для выполнения специализированных исследований по одному из направлений изучения океана. Не везде и не всегда нужны более дорогостоящие при постройке и тем более в эксплуатации НИС водоизмещением 5–6 тыс. т. Это не означает, разумеется, что комплексные океанологические исследования с борта одного НИС изжили себя. Более того, решение наиболее сложных и глубоких проблем современной океанологии немислимо без проведения именно таких комплексных исследований.

В связи с потребностью в специализированных НИС ученые – заказчики судов и конструкторы – разработчики проектов новых судов задумались над такой проблемой: что же, разрабатывать отдельный проект НИС для проведения каждого из направлений исследований? Безусловно, нет. И тогда все большую значимость и распространение приобрела идея об унифицированном проекте НИС, то есть о создании проекта судна, который может быть сравнительно легко приспособлен к строительству судов для рационального проведения того или иного определенного вида исследований.

В 1974 г. вступило в строй НИС «Валериан Урываев» для метеорологических исследований, названное именем известного советского ученого-гидролога. Это судно явилось головным не только в серии судов погоды, но и для геофизических НИС типа «Морской геофизик» для комплексных геолого-геофизических исследований, гидрологических типа «Яков Гаккель» (названное именем известного советского полярного океанолога), гидробиологических типа «Дальние зеленцы» и, наконец, «Вулканолог», о котором мы уже упоминали. Суда всех этих пяти типов созданы на базе одного проекта.

Лекарства из морских организмов – химера или реальность?

Человечество издавна мечтает о «волшебных пулях» – лекарствах для активного избирательного воздействия на своих злейших врагов: болезнетворных грибков, микробов, вирусов. Уче-

ные разыскивают чудодейственные лекарственные вещества повсюду, пытаются выделить их из клеток некоторых растений и животных, воссоздать заново в лабораторных колбах и ретортах.

Именно с целью поиска и изучения таких природных соединений была создана во Владивостоке академическая лаборатория, которая в 1964 г. была преобразована в Институт биологически активных веществ.

В начале 70-х гг. ученые института прозорливо сосредоточили свои усилия по поиску биологически активных веществ в океане. Здесь уместно привести пророческие слова выдающегося советского гидробиолога академика Л. А. Зенкевича: «Человечеству необходимо «перестраиваться» на океан. Это неизбежно, и в этом деле нельзя проявлять близорукости, иначе за нее придется расплачиваться тяжелой ценой».

Да и тысячелетний опыт многих народов свидетельствовал об эффективности лекарств, изготовленных из морских организмов. В Китае и Японии издавна использовали для лечения ряда болезней икру некоторых видов рыб, некоторых представителей класса иглокожих, например толченые голотурии, навары из водорослей. Снадобья из морских организмов употреблялись и в качестве стимуляторов жизненной активности человека, для повышения общего тонуса и жизнедеятельности отдельных органов.

Ряд обстоятельств во многом способствовали тому, что для последних 20–25 лет характерно именно бурное развитие биоорганических морских исследований. Во-первых, к концу 60-х гг. гидробиологи четко определили картину исключительного разнообразия форм жизни в океане и точно установили наличие в организмах некоторых морских животных и растений таких физиологически активных соединений, которых нет у животных и растений суши.

Во-вторых, усовершенствовались методы выделения, очистки и определения химической структуры биологических регуляторов и стимуляторов. И наконец, самое главное заключалось в том, что ученых подталкивала общественная потребность – человечество ощущало острейший дефицит новых эффективных средств лечения таких болезней, как сердечно-сосудистые, психические, вирусные, онкологические.

Директор Тихоокеанского института биоорганической химии – ТИБОХ (так с 1973 г. стал называться академический Институт биологически активных веществ) академик Георгий Борисович Еляков считал, что именно все эти причины и привели к тому, что ученые, в первую очередь США, Японии, СССР, развернули серьезные исследования физиологически активных веществ, содержащихся в морских организмах.

Он отметил, что многие подобные вещества уже приняты медиками для практического использования. Так, например, хорошо зарекомендовала себя каиновая кислота, выделяемая из красных водорослей. Голотоксин – активный компонент мышечной ткани голотурий – запатентован как препарат против кожных грибковых поражений. Из карибской губки выделено лекарство против вирусных заболеваний. Из представителей животного и растительного мира океана ученые выделили простагландины – группу физиологически активных веществ, с помощью которых снижают кровяное давление, облегчают дыхание при астматических заболеваниях, воздействуют на некоторые компоненты крови. Значительную роль в практической медицине и биохимических исследованиях играют определенные полисахариды, выделяемые из водорослей.

Для науки самое главное понять, какова роль тех или иных физиологически активных веществ в жизни морских организмов. Поняв это, ученые смогут сделать поиск новых целебных средств строго направленным, освободить его от игры случая.

Руководитель дальневосточных биооргаников четко определил причину интереса ученых именно к морской фауне и флоре. Обитатели океана – по всей видимости, самые древние жители нашей планеты. Иные их виды существуют уже десятки миллионов лет, практически мало изменяясь. Значит, в ходе эволюции; на более ранних этапах природой были придирчиво отобраны варианты их приспособления к морской стихии. Среди них различные химические соединения, которые не только обеспечивают жизнедеятельность того или другого отдельного организма, но и регулируют отношения между особями одного вида, между представителями дружественных или враждебных видов. Можно лишь удивляться тому, насколько готовы некоторые обитатели океана буквально к любой подстерегающей их случайности. Как тут не вспомнить мудрые слова Геродота: «За долгое время может случиться все, что возможно». Впрочем, один из выдающихся химиков-биооргаников наших дней, французский ученый М. Барбье, рассуждая об адаптации морских организмов, удачно дополнил суждение Геродота, заметив: «За долгое время может сохраниться

лишь то, что необходимо».

Исследования ученых показали, насколько велик и разнообразен набор химических соединений, которые служат морским организмам. Тут и вещества для защиты от хищников, для уничтожения болезнетворных бактерий, подавления конкурирующих видов, поиска пищи, для того, чтобы особям противоположного пола найти друг друга, для маскировки, прикрытия бегства, сообщения об опасности и для обеспечения многих других биологически крайне важных действий. Академик Г. Б. Еляков считает, что химическая информация определяет важнейшие акты поведения морских организмов, а из обитателей суши только у насекомых она играет в жизни такую же важную роль.

Эволюция в течение миллионов лет хорошо потрудились, чтобы снабдить обитателей океана способами защиты от разносчиков всевозможных болезней – микробов и грибов. Для этого применяются зачастую весьма простые и эффективные методы. Один из них – галогенерирование, то есть введение атомов хлора в продукты обмена веществ. Дело облегчается тем, что в морской воде хлор имеется в большом количестве в составе солей, растворенных в ней. Благодаря этому «шлаки» морских организмов приобретают антимикробные свойства. Если же хлорные соединения оказываются малоэффективными, то природа позаботилась об использовании для тех же целей более активных соединений йода, брома и бора.

Такие антибактериальные соединения, синтезированные водорослями, попадают к растительноядным животным, которые эти водоросли поедают. Причем у некоторых животных они могут накапливаться, значит, облегчается их извлечение и использование в качестве основы лекарственных препаратов.

Как видим, ученым было чему поучиться у природы. Теоретические предпосылки и практические наблюдения, о которых рассказал директор ТИБОХ, послужили ученым-тихоокеанцам твердой платформой для развертывания исследований. Безусловно, важнейшую роль в их проведении сыграли экспедиционные рейсы на НИС для сбора биологического материала в морях и океанах.

Размах исследований значительно возрос после прибытия на Дальний Восток среднетоннажного специализированного НИС «Профессор Богоров» водоизмещением 1677 т. Это было одно из четырех НИС «профессорской» серии, построенных в Финляндии для АН СССР в 1976–1979 гг.

Такое необычное название серия получила из-за того, что суда были названы именами видных советских ученых, чья деятельность была тесно связана с изучением морей и океанов, а также отдаленных регионов нашей Родины: профессоров Вениамина Григорьевича Богорова, Алексея Ивановича Куренцова, Владимира Алексеевича Водяницкого и Владимира Борисовича Штокмана.

Научный комплекс НИС «Профессор Богоров» включает 11 прекрасно оснащенных лабораторий, где могут работать 28 научных сотрудников. Для изучения биологических объектов предназначены три биохимические, одна вспомогательная и одна приборная лаборатории. Есть на судне и виварий с подопытными животными. Комплекс технических средств, установленный на судне, позволяет выполнять различные виды океанологических измерений с достаточно высокой точностью. Очень важно, что судовой многопроцессорный вычислительный комплекс на базе ЭВМ третьего поколения позволил осуществить комплексную автоматизацию исследовательских работ в море путем оперативной обработки собранных учеными данных в реальном масштабе времени.

Ученые института активно использовали новое НИС для решения научных задач, поставленных перед ТИБОХ на конец 70-х и 80-х гг. Судно побывало у берегов Вьетнама, где ученые собрали значительную коллекцию целебных препаратов, выделенных из морских беспозвоночных. Сбор морских организмов проводить не просто. Главная роль в этом отводится аквалангистам. На поиски биологически активного материала выходят обычно по 15–20 ученых и водолазов. Остальные члены биохимического экспедиционного отряда в это время упорно трудятся в лабораториях над обработкой находок, приготовлением препаратов, определением их физиологической активности.

Об условиях работы аквалангистов живо рассказал заместитель директора ТИБОХ по научной работе доктор химических наук Юрий Семенович Оводов: «Условия эти иной раз и впрямь бывают необычными, особенно когда приходится нырять вблизи коралловых рифов. Тут ведь и акулы встречаются, и скаты, и много разных рыб. Надо знать, с кем как себя вести. Ну и, конечно, надо найти ту живность, которая требуется, поднять ее на поверхность, доставить в лодку – мы

называем ее «мыльницей». Отсюда уже добычу перегружают в рабочий бот, где оборудованы бидоны и ванны.

А при этом, даже увлекшись охотой, нужно суметь не поцарапаться о кораллы, не наступить на морского ежа – вообще не получить никакой травмы. Тот, кто поранился в воде, у нас в героях не ходит, а зачисляется в грубейшие нарушители техники безопасности. Травм от рейса к рейсу становится все меньше. И это красноречиво говорит о том, что с работой в дальних районах мы хорошо освоились».

Ученый отметил, что теперь в тропиках крайне редко попадаются животные или растения совершенно неведомых видов. Он считает, что это самое убедительное доказательство того, что многолетний поиск обитателей моря, синтезирующих различные физиологически активные соединения, принес вполне заметные результаты. Ученые своих «подопечных» по большей части «знают в лицо». Наступает новый этап. Впереди – более глубокое проникновение в механизм интимных процессов, происходящих в организме, детальное изучение роли каждого биорегулятора и биополимера в борьбе живого существа против всевозможных неблагоприятных воздействий.

В 1979 г. НИС «Профессор Богоров» с научной экспедицией института побывал на Мальдивских и Сейшельских островах, Мадагаскаре, у берегов Шри-Ланка. Один из научных отрядов возглавляла заведующая лабораторией института кандидат химических наук Эмма Павловна Козловская. Ее интересовали различные виды актиний. Это животные, которые относятся к классу кишечнополостных беспозвоночных. Они ведут неподвижный образ жизни, прикрепляясь к скалам или коралловым образованиям. Букеты щупалец делают их похожими на цветы красной, зеленой, бежевой, кремовой окраски. Своеобразные «цветники» – заросли актиний – опасны для человека. Подобно многим другим обитателям моря, эти существа вооружены стрекательными клетками – нематоцистами. Когда мимо проплывает какое-либо животное, актиния выбрасывает их наружу. Остреньким краешком нематоциста впивается, словно игла, в тело неугодного пришельца, рвется капсула, токсин проникает в жертву.

Надо сказать, что выброс стрекательных клеток для актиний – как бы универсальное проявление жизнедеятельности. Если «уколу» подвергается враг, посягающий на ее жизнь, он, испытав неприятное ощущение (ожог, временную потерю чувствительности), отказывается от своих агрессивных намерений и отправляется на поиск добычи поспокойнее. Если же нематоциста угодит в какое-нибудь небольшое безобидное животное, токсины парализуют его; животное падает на щупальца актинии, которая торопливо заталкивает его в себя и поедает...

«Крупным нашим везением было то, что актинии первого же из добытых видов относились к наиболее токсичным. Прямо на борту «Профессора Богорова» мы получили пять высокоактивных полипептидов – веществ белковой породы, отличающихся по химической структуре сравнительно короткой цепочкой аминокислот: их в молекуле больше десятка, но меньше сотни. опыты на мышах, грибах, микробах различных штаммов показали, что эти вещества имеют отношение к проведению нервного импульса».

Исследования нейротоксинов были продолжены. Ученым удалось многое выяснить в механизмах функционирования живой клетки. На нынешнем этапе важнее всего понять связь между химической структурой токсинов и той функцией, которую они выполняют. Для этого необходимо установить, каковы их рецепторы, то есть с молекулами каких именно веществ, входящих в состав клеточной мембраны, токсины вступают во взаимодействие, в чем конкретно состоит его химический смысл. Тогда удастся составить более точное представление об устройстве ионного канала в мембране клетки и о принципах его функционирования. Со временем это позволит «регулировать» механизм передачи нервного импульса. В дальнейшем эти знания должны открыть большие перспективы в диагностике и лечении некоторых нервных заболеваний.

Отрадно, что, проводя исследования по поиску физиологически активных веществ в морских животных и водорослях, выясняя тонкий механизм действия этих веществ, ученые заглядывают вперед, думают о проблемах, которые возникнут в случае массовой потребности в найденных веществах для нужд практической медицины.

Они считают, что в подобных обстоятельствах нельзя превращать живые организмы океана в промышленное сырье, ибо это может привести даже к необратимым изменениям в природе, к исчезновению целых биологических видов.

Отсюда вывод: природа должна дать только модель полезного вещества. Задачи ученых ясны: досконально изучить химическое строение нужного вещества, а затем научиться создавать это

вещество с помощью методов органического синтеза или биосинтеза. Только такой путь создания лекарственных препаратов на основе модели природных физиологически активных веществ может быть принят в настоящее время.

В дальнейшем ученые ТИБОХ получили в свое распоряжение новое НИС «Академик Опарин». Это было одно из четырех специализированных, среднетоннажных НИС водоизмещением 2600 т, построенных для АН СССР также в Финляндии в 1984–1985 гг.

Из четырех НИС три строились для гидрофизических исследований водных масс океанов и морей, исследования океанского дна и слоев атмосферы, прилегающих к поверхности океана. А НИС «Академик Опарин» предназначено именно для исследований по профилю ТИБОХ – для гидробиологических исследований. Исходя из этого и спроектирован установленный на нем научно-исследовательский комплекс.

И безусловно, название гидробиологического судна было выбрано не случайно. Герой Социалистического Труда академик Александр Иванович Опарин (1894–1980) был виднейшим советским биохимиком, создателем научно обоснованной теории возникновения жизни на Земле, в основе которой лежит идея, что жизнь – результат эволюции углеродных соединений. Эта теория, созданная ученым в результате многолетних изысканий, явилась крупным достижением материалистической мысли и во многом определила пути развития исторической биохимии.

НИС «Академик Опарин» – это плавучий филиал ТИБОХ. Судовое научное оборудование специально скомплектовано для полноценного проведения химических и биохимических исследований морских организмов с целью поиска, выделения и исследования структуры и физиологической активности соединений, обладающих антибиотическим, противоопухолевым и иммуностимулирующим действием.

В носу на главной палубе расположена химико-технологическая лаборатория. В ней установлены приборы и устройства для выделения физиологически активных соединений из морских организмов.

Для исследования химического строения выделенных из морских организмов веществ предназначены пять лабораторий: три биохимические, спектроскопическая и физико-химическая. Размещенное в них оборудование сделало бы честь лучшему биохимическому НИИ в любом академическом центре. Это, в частности, несколько жидкостных /и газовых хроматографов; инфракрасных, ультрафиолетовых видимых и флуоресцентных спектрофотометров; аминокислотных и углеводных анализаторов.

В гидробиологической лаборатории ученые разбирают, фиксируют и определяют видовую принадлежность выловленных морских организмов. Работу с культурами тканей и микробиологические испытания проводят в лаборатории и боксе биоиспытаний и в микробиологической лаборатории с ламинарным боксом (боксом повышенной стерильности).

В расположенной на палубе ходового мостика лаборатории биосинтеза установлена уникальная аппаратура, в том числе жидкостный сцинтилляционный счетчик и программируемый многоканальный анализатор для изучения механизмов биосинтеза с помощью радиоактивных изотопов.

Помимо лабораторий, на судне имеется ряд специфических вспомогательных научных помещений: стеклодувная мастерская, виварий, где содержатся подопытные мыши, морские свинки и др. и фотолаборатория. Имеются специальные холодильные камеры, где биологический материал хранится при температуре ниже – 45 °С.

Для сбора биологического материала методом траления на глубинах до 500 м на судне установлена специальная лебедка и П-образная рама. Предусмотрен сбор морских животных и растений водолазами. Для этого на судне имеется пять рабочих катеров и комплекты снаряжения для водолазов. Поиск рыбных скоплений производится при помощи рыбопоискового гидролокатора.

С получением НИС «Академик Опарин» ученые ТИБОХ получили возможность вести работу по поиску физиологически активных веществ в морских организмах на неизмеримо более высоком уровне, чем ранее. Это подтвердили результаты первых же экспедиционных рейсов.

Особенно плодотворным в научном плане был многомесячный рейс, закончившийся в сентябре 1987 г. Экспедиция получила в свое распоряжение судно, специально построенное для исследований в области морской биологии и биохимии. Ученые привезли сотни штаммов микроорганизмов-продуцентов. Руководитель научной экспедиции академик Г. Б. Еляков, подводя итоги рейса, отмечал, что многие считают сегодня эру антибиотиков прошедшей. Природа такого пес-

симизма понятна: при массированном использовании антибиотиков возникают устойчивые штаммы болезнетворных микроорганизмов. Большинство антибиотиков имеет наземное происхождение, то есть в эволюционном плане они встречались с возбудителями болезней, часть которых выработала и сохраняет в генетической памяти устойчивость.

Именно поэтому ученые ищут оружие против опасных инфекций среди морских звезд, ежей, моллюсков и множества других обитателей Мирового океана. Морские и земные организмы разделены по крайней мере двумя миллиардами лет эволюции. Отсюда и надежда ученых обнаружить соединения, к которым патогенные микроорганизмы приспособиться не смогут.

Науке необходимы вещества, которые могут служить как тончайшие инструменты исследования живой клетки. К ним относятся анемотоксины, выделяемые из актиний, с помощью которых можно изучать механизм передачи нервного возбуждения. Так называемые ферменты обмена нуклеиновых кислот, способные резать в определенных местах и соединять ДНК, необходимы для решения проблем генной инженерии. Ученые института занимаются изучением целой серии таких ферментов, продуцируемых морскими организмами.

Говоря о возможности использования биоресурсов океана в медицинских целях, директор ТИБОХ с оптимизмом сказал, что «когда речь идет об океане, самые дерзкие прогнозы не выглядят фантастическими. Ну а в нашем случае вера опирается на факты. Директору американского института исследований рака Дж. Петтиту – он был гостем на судне – удалось выделить из морского объекта вещество, которое сейчас испытывается как эффективное средство лечения злокачественных опухолей.

Конечно, и мы проверяем серию экстрактов в качестве противораковых соединений. Понятно и напряженное внимание ко всему, что связано со СПИДом... Возможности «Академика Опарина» позволяют начать широкие исследования морских организмов с целью выявления соединений против СПИДа».

Ясно одно – впереди у морских биологов и биохимиков удивительные находки и открытия.

Тайны Амазонки и океан

В 1983 г. жители прибрежных поселков на Амазонке с любопытством рассматривали проплывавшее по реке белоснежное судно с красным флагом и вымпелом АН СССР на мачтах. Это было морское НИС «Профессор Штокман». Да, авторы не ошиблись: морское судно отправилось в экспедицию по реке. И в рейсе приняли активное участие ученые-океанологи.

Все это совсем не случайно. Как известно, Амазонка по своим глубинам, ширине, протяженности глубоководного фарватера в нижнем течении, по разнообразию фауны и флоры в реке и на ее берегах представляет собой нечто среднее между рекой и морем. В ней, например, водятся дельфины, многие гигантские рыбы, которые не встречаются в других реках. Некоторые ученые считают, что по влиянию на природные процессы, происходящие в атмосфере над сушей и в атлантических водах, Амазонку можно сравнить с таким величайшим океанским течением, как Гольфстрим.

Именно поэтому и была проведена экспедиция по реке Амазонке и в прибрежных водах Бразилии, организованная Институтом океанологии совместно с Институтом Латинской Америки АН СССР... Судно пересекло Атлантический океан, вошло в дельту и поплыло вверх по течению по одной из величайших рек мира.

Главной задачей, которая была поставлена перед участниками экспедиции, было исследование вод Амазонки и ее притоков, определение количества и химического состава содержащихся в них веществ, состава донных осадков, выявление влияния вод Амазонки на воды Атлантического океана. Экспедицию возглавил заместитель директора Института океанологии АН СССР член-корреспондент АН СССР М. Е. Виноградов.

Учитывая важность этих исследований для познания природы страны и прибрежных вод, правительство Бразилии приняло специальный декрет, разрешающий советским ученым выполнять все необходимые исследования в бассейне Амазонки и прибрежной шельфовой зоне.

Работа экспедиции явилась блестящим примером интернационального сотрудничества ученых разных стран. В ее проведении приняли участие семь бразильских ученых, экспедиция получила помощь со стороны ряда бразильских национальных научных организаций. В свою очередь, советские ученые предоставили все результаты проведенных в рейсе исследований в распоряжение

бразильских коллег.

При плавании по реке экспедиция исследовала ее воды на 67 станциях. В заранее намеченных точках ученые погружали в речные воды разнообразные зонды, сообщавшие сведения о температуре, солености, плотности, прозрачности на различных глубинах. Производился отбор проб воды с нескольких горизонтов и грунта дна. Пробы донных отложений были взяты в русле реки, на шельфе и в прилегающих глубоководных районах океана. Все эти данные оказались неоценимыми для определения законов образования осадочных пород на дне океана.

Не менее ценными были и биологические исследования, проведенные в ходе экспедиционного рейса. Флора и фауна Амазонки уникальны. Участник экспедиции кандидат биологических наук С. Кашин рассказывал позже, что, по мнению ученых, разнообразие видов рыб, обитающих в Амазонке (более 1300 видов), возникло под влиянием условий существования их в реке. Многие виды рыб, живущих в так называемых белых водах (это как бы жидкая грязь, напоминающая пульпу, перекачиваемую земснарядами), не имеют зрения, которое здесь было бы бесполезно. Такие рыбы распознают предметы в воде с помощью электрических импульсов, которые, отражаясь от неподвижных и движущихся объектов, воспринимаются особыми электрическими органами чувств.

В водах, бедных кислородом, у рыб появились органы, поглощающие его из атмосферы. Так, в частности, своеобразными легкими служат у них плавательные пузыри.

Встретились ученые экспедиции и со знаменитыми пираньями. Эти рыбы главным образом растительноядные, а крепкие острые зубы нужны им, чтобы разгрызть падающие с деревьев и кустарников в воду орехи и плоды. Но существуют и пираньи-хищницы, опасные для человека.

Обычные сети, применявшиеся везде для ловли рыб, здесь на Амазонке не могли быть использованы: запутавшихся в них рыб, разрывая сети, мгновенно, обглаживали другие рыбы-хищники. Лески, даже самые прочные, через минуту-другую перекусывались хищниками. Пришлось ученым обратиться за помощью к местным жителям, использующим для рыболовства сети особой, незнакомой до этого советским ихтиологам конструкции.

Уловы были обильными и ценными. Некоторые из выловленных рыб оказались неизвестными даже бразильским ученым. Экспедиция привезла домой экспонаты рыб примерно ста видов. Кроме того, было привезено около 250 экземпляров растений, насекомых и животных, не встречающихся в Европе и Азии. Таковы первые итоги этого примечательного рейса.

Мы уже упоминали о «профессорской» серии специализированных НИС, к которым принадлежит и НИС «Профессор Штокман». При постройке НИС «Профессор Богоров» и «Профессор Куренцов» предназначались для геолого-геофизических и гидрофизических исследований, НИС «Профессор Водяницкий» – для гидробиологических исследований, а «Профессор Штокман» – для гидрогеофизических исследований.

Все эти суда по тому времени были неплохо оснащены для работы в океане, имели гидролокатор кругового обзора и два глубоководных эхолота, в том числе один узколучевой на стабилизированной платформе. С помощью эхолота можно осуществлять непрерывную высокоточную съемку рельефа дна на пути следования судна.

Следует отметить, что конструкторы исключительно тщательно продумали размещение на этих судах всего комплекса научного оборудования. Так, на трех судах (кроме биологического НИС «Профессор Водяницкий») этот комплекс разместили в четырех рабочих зонах. В носовой зоне, где осуществляется взятие геологических проб грунта морского дна, постановка буйковых станций, опускание за борт приборов для сбора гидрологических данных и забора проб воды с глубины до 7000 м, находятся две исследовательские лебедки, грузовой кран и вываливаемая за борт П-образная рама для вывода троса с приборами за борт.

Расположение гидрофизической, гидрохимической и геологической лабораторий в надстройке на главной палубе обеспечивает удобный и кратчайший путь транспортировки с носового участка палубы собранных проб для последующей обработки.

В кормовой рабочей зоне установлен такой же кран, как в носу, вываливаемая П-образная рама и три кабельные лебедки различного назначения, используемые при сейсмопрофилировании, буксировке автоматических зондов, зондировании океанских глубин при нахождении судна в дрейфе, сборе биологических проб и т. п.

Одна из кабельных лебедок используется для спуска за борт системы приемников-гидрофонов, называемой «сейсмографической косой». Для сейсмографических исследований в

качестве источника звука применяются системы электроискрового возбуждения и пневматических взрывов. И в том и в другом случаях получаемые при проскакивании искры или выбросе в воду воздушных пузырей под высоким давлением звуковые волны пронизывают осадочные породы на океанском дне, выстилающие дно магматические породы – и, отразившись, возвращаются к приемникам сейсмографической системы. Полученные таким образом данные о времени прохождения, характере преломления и отражения звуковых волн обрабатываются в геофизической лаборатории и лаборатории сбора информации.

Центральная рабочая зона включает вычислительный центр и лабораторию сбора информации. Эта зона оборудована комплексом электронно-вычислительной аппаратуры, обеспечивающим сбор и обработку всей научной информации в рейсе, а также управление натурными экспериментами. Четвертая верхняя зона включает штурманскую рубку, где установлен навигационный комплекс, и промерную лабораторию с эхолотами.

Появление в составе исследовательского флота нашей страны судов «профессорской» серии позволило значительно расширить объем и повысить эффективность проведения научных исследований в океане.

В середине 1987 г. в центральном и южном районах Атлантики ученые Морской арктической, геологоразведочной экспедиции выполняли комплексную программу по изучению глубинного строения дна океана (проект «Литое») на двух НИС «Профессор Куренцов» и «Геофизик».

С помощью новейших приборов, которыми оснащены эти НИС, изучались глубинные структуры пород, слагающих океаническое дно. Ученые-геофизики поставили перед собой цель собрать данные для создания трехмерной модели земной коры, покрытой водами океана. Создание такой модели поможет объяснить природу движения материковых плит и облегчит поиск новых месторождений полезных ископаемых. Замыслы дерзновенные, но ученые-геофизики и морские геологи полны желаний и надежды их успешно свершить.

Глава IV ЭВМ и тайны океана

*И вблизи, и вдали все вода, да вода, -
Плыть в широтах любых нам, вздыхая о ком-то.
Ах, питомцы Земли, как мы рады, когда
На локаторе вспыхнет мерцающий контур.
Над крутыми волнами в ненастные дни,
И в тропический штиль, и в полярном тумане
Нас своими огнями все манят они,
Острова в океане, острова в океане...
Из песни А. М. Городницкого*

Внесено в книгу рекордов Гиннеса

24 января 1981 г. был поднят флаг СССР и вымпел АН СССР на новом НИС «Академик Мстислав Келдыш», построенном для АН СССР на верфи «Холлминг» в финском городе Раума. Это судно, как и суда типа «Академик Курчатов», предназначено для проведения комплексных океанологических исследований.

Но ведь между датами вступления в состав исследовательского флота обоих судов прошло 15 лет. Поэтому они существенно отличались по уровню научного оборудования. Более того, на новом НИС был создан уникальный автоматизированный комплекс сбора и обработки научной информации, связывающий в единую стройную систему процессы измерения, регистрации, накопления и обработки значений параметров, определяющих состояние водных масс и их взаимодействие с атмосферой.

Этот уникальный комплекс был разработан в результате творческого содружества советских и финских специалистов. Уже первые экспедиционные рейсы судна подтвердили высокую эффек-

тивность применения этого комплекса для изучения океана.

НИС «Академик Мстислав Келдыш» носит на борту имя президента АН СССР в 1961–1978 гг., трижды Героя Социалистического Труда, видного ученого академика Мстислава Всеволодовича Келдыша (1911–1978). На протяжении многих лет он активно содействовал развитию советских океанологических исследований.

Академик М. В. Келдыш являлся выдающимся ученым в области математики, аэрогидродинамики, теории колебаний. Он внес значительный вклад в разработку ряда актуальных вопросов развития авиационной, космической и атомной техники, в развитие вычислительной и машинной математики в СССР. Это вполне закономерно, что именно НИС с новым уникальным автоматизированным комплексом накопления и обработки научных данных с помощью ЭВМ названо его именем.

Строительство этого уникального судна – наглядный пример тесной кооперации финских судостроителей с советскими промышленными объединениями, выгодной для обеих сторон. Многие из состава радионавигационного и другого оборудования на судне советского производства и поставлено финской фирме – строителю судна в счет взаимных межгосударственных поставок промышленной продукции и сырья.

С самого начала постройки судно вызывало неослабевающий интерес в кругах судостроителей многих стран, в первую очередь из-за уникальности научного комплекса, устанавливаемого на судне, а также мер по обеспечению высокой точности измерений океанологических параметров и отбора проб. Что особо привлекало внимание, так это меры для максимального устранения помех, создаваемых качкой, вибрацией и шумами при работе судовых механизмов и устройств.

Район плавания НИС включает всю акваторию Мирового океана за исключением ледовых районов Арктики и Антарктики. Мореходные качества судна подверглись суровой проверке во время, возвращения из третьего экспедиционного рейса в 1982 г. Судно в течение многих дней находилось в зоне 10-балльного шторма и успешно выдержало штормовое испытание.

Научный комплекс судна не имеет мировых аналогов. Он состоит из 17 отлично оборудованных лабораторий для работы 65 научных сотрудников и автоматизированной системы непрерывного замера значений характеристик водных масс и атмосферы над ними. По тематике проводимых исследований судно практически не имеет ограничений, так как оборудовано необходимыми приборами и устройствами для изучения физических, химических, биологических процессов и явлений в океане и атмосфере, а также для изучения строения дна океана.

Судно снабжено различными зондами, включающими датчики температуры, глубины, электропроводности, количества растворенного кислорода, концентрации водородных ионов (рН), мутности.

При погружении зонда в глубины океана результаты измерений в заданном интервале времени передаются по кабелю на судно и записываются в цифровом блоке записи на магнитную ленту. Сам блок расположен в гидрологической лаборатории. Затем через лабораторную ЭВМ данные передаются в вычислительный центр (ВЦ). Там же в гидрологической лаборатории установлен лабораторный солемер для автоматического анализа проб воды. А данные анализов через лабораторную ЭВМ можно передавать в ВЦ.

Поражает работа автоанализатора в гидрохимической лаборатории. Прибор автоматически определяет содержание в пробах морской воды нитратов, нитритов, сульфидов и ряда других соединений. И опять система предусматривает передачу данных анализов в ВЦ.

В комплекте научного оборудования имеется система буксируемого насоса с датчиками для автоматического сбора данных по параметрам поверхностного слоя воды. Замеренные данные выводятся на дисплей в гидрохимической лаборатории, а затем через лабораторную ЭВМ могут быть переданы в ВЦ. Эти же данные с помощью цифрового блока записи могут быть занесены на магнитную ленту.

Помимо штатных судовых лабораторий, на судне имеются 4 съемные контейнерные лаборатории. Они в случае необходимости устанавливаются на палубе надстройки и оснащаются оборудованием в зависимости от характера планируемых исследований. Контейнерные лаборатории могут быть по желанию ученых легко сняты и заменены другими с измененным составом научного оборудования.

Но самым удивительным и примечательным в составе научного комплекса является многоуровневая система автоматизированного сбора, распределения, обработки и хранения данных на-

учных исследований, включающая 12 мини- и специализированных микро-ЭВМ. Она объединяет в единое целое разнообразные измерительные и аналитические приборы в лабораториях, линии связи и центральный комплекс ЭВМ в судовом ВЦ.

Интересно, что судно после вступления в строй было занесено в «Книгу рекордов Гиннеса». В этой книге наряду с самыми эксцентричными рекордами типа «наибольшая продолжительность путешествия на руках при положении путешественника вниз головой» фиксируются и технические достижения. Так, в 1981 г. НИС «Академик Мстислав Келдыш» считалось крупнейшим в мире плавучим центром автоматизированной обработки данных и по этому поводу было занесено в «Книгу рекордов».

Как же функционирует эта система? Вначале результаты измерений параметров и данные анализов по линиям связи поступают в лабораторные ЭВМ. Оттуда после предварительной обработки данные передаются в ВЦ. Там информация, поступающая из разных точек, собирается, и ее массивы записываются на магнитных лентах.

Последующая обработка информации производится либо сразу в ВЦ, либо позднее на берегу. Сама запись идет в международной стандартной форме, поэтому обмен результатами исследований с другими советскими и иностранными исследовательскими организациями максимально облегчен.

Лабораторные ЭВМ, установленные в основных семи лабораториях, представляют собой настольные образцы микро-ЭВМ, оснащенные дисплеем, клавиатурой для ввода исходных данных, а также памятью на гибких магнитных дисках. К ним подключено печатающее выводное устройство и графопостроитель.

Гибкость их использования необычайна. Во-первых, ученые имеют возможность работать на них как на автономных ЭВМ и решать определенные локальные научные задачи по индивидуальным программам. Для этого каждая лабораторная ЭВМ снабжена индивидуальной библиотекой программ по обработке и анализу собранных научных данных (исходя из профиля лаборатории) и вывода их в случае необходимости на графопостроитель.

Второй режим предусматривает использование лабораторных ЭВМ в качестве разнесенных терминалов (оконечных составных частей) ВЦ. Для этой цели разработаны специальные программы, позволяющие использовать вычислительные средства ВЦ из лабораторий. В свою очередь, ВЦ имеет возможность задействовать мощности лабораторных ЭВМ в интересах решения общей задачи.

И наконец, в третьем режиме лабораторные ЭВМ используются для автоматизации процесса сбора, накопления и обработки результатов измерений в реальном масштабе времени. При этом массивы данных фиксируются на гибких дисках или передаются в ВЦ. Одновременно массивы данных от лабораторных ЭВМ можно вывести на дисплей, печатающее устройство и на графопостроитель, выдающий графики и схемы.

На судне установлена автоматизированная навигационная система, основой которой является навигационная ЭВМ. Что же она умеет делать? Очень многое. Навигационная ЭВМ оценивает и анализирует данные о курсе скорости судна, поступающие от судового гирокомпаса и лага, а также радиосигналы от навигационных ИСЗ и береговых радионавигационных систем. В результате анализа определяется местонахождение судна, причем параметры точки, где находится судно в данный момент, высвечиваются на видеомониторах, расположенных в рулевой и штурманской рубках, в ряде лабораторий и в других местах.

При необходимости данные о местоположении судна автоматически печатаются на специальных бланках и передаются в ВЦ.

Затем навигационная ЭВМ обеспечивает автоматическое вычерчивание маршрута движения судна на навигационных картах. И наконец, эта же ЭВМ может управлять автоматическим удержанием судна на курсе при его движении по определенным исследовательским линиям. Так, можно проводить автоматическое удержание судна на курсе при плавании по дуге большого круга, отрезок которой является кратчайшим расстоянием между географическими пунктами.

По заранее разработанной программе навигационная ЭВМ обеспечит автоматический переход судна с одного исследовательского маршрута на другой, выдавая команды на руль для поворота в намеченных программой точках.

Мозговым центром всей системы автоматизированной обработки данных на судне является ВЦ. Именно туда по линиям связи стекаются все многочисленные данные от лабораторных ЭВМ,

навигационной системы, автоматической метеостанции, исследовательских эхолотов. В ВЦ установлены две мини-ЭВМ, которые называются «ЭВМ регистрации данных» и «ЭВМ обработки данных». Сами названия определяют их основное назначение, хотя обе центральные ЭВМ полностью взаимозаменяемы. К ним подключены блоки дисковой памяти, устройства с магнитными лентами, где записаны массивы данных, печатающие вводно-выводные устройства, видеомониторы и многое, многое другое.

ЭВМ регистрации данных по специальной программе может регистрировать данные в реальном масштабе времени, поступающие от нескольких измерительных комплексов непосредственно либо через лабораторные ЭВМ.

Все результаты измерений при регистрации объединяются в массивы стандартного формата и, что особенно ценно, автоматически снабжаются заголовками, которые включают сведения о дате, времени, местонахождении судна в момент проведения измерений, а также метеоусловия в это время. После этого происходит автоматическая перезапись массива на магнитные ленты.

Все заложенные в память ЭВМ измеренные значения параметров водных масс и анализов проб составляют базу данных. Каждый параметр имеет свой алфавитно-цифровой код, каждый заголовок – свой индекс, кодируются также обозначения экспериментов, к которым относится тот или иной массив информации.

Вся эта подробная кодификация позволяет по специальной программе запроса разыскать в памяти ЭВМ и извлечь оттуда те или иные сведения по определенному научному направлению. Значит, ученые имеют возможность в любой момент получить необходимые данные по проведению экспериментов, причем не просто набор данных в заданном научном разрезе, а обработанные данные в соответствии с программами, имеющимися в судовой библиотеке программ, если нужно, то в виде графиков, схем, контурных карт.

Для этого к ЭВМ подключены специальные самописцы. Работе картопостроителя помогает устройство оцифровки. С его помощью с карт и различных схем можно автоматически считывать значения координат опорных точек и записывать их в массив данных. А в последующем по другой программе можно вывести эти данные на графопостроитель и вновь построить контурные карты и схемы.

Надо прямо сказать, что наличие системы автоматизированного сбора и обработки данных с помощью ЭВМ позволило вывести исследования океана на новую ступень, а ученым выявить новые закономерности, определяющие изменения во времени сложной физической системы под названием «океан – атмосфера».

Океан и тайны эволюции биосферы

Многие загадки океана были раскрыты учеными с помощью подводных аппаратов (ПА). Поэтому на НИС «Академик Мстислав Келдыш» также установили ангар и спуско-подъемное устройство для ПА. Вначале на судне разместили обитаемый исследовательский ПА «Пайсис», способный погружаться на глубину до 2000 м. Эти отличные ПА освоены советскими учеными из Института океанологии АН СССР и успешно используются для проведения исследований во многих районах Мирового океана.

ПА «Пайсис» имеет водоизмещение всего 11,3 т, а длину – 6 м. Гребной электродвигатель, получающий электропитание от аккумуляторной батареи, обеспечивает дальность плавания около 10 миль при скорости до 2 узлов. Экипаж ПА состоит из двух пилотов-гидронавтов и гидронавта-наблюдателя. Система жизнеобеспечения ПА позволяет экипажу работать непрерывно в течение трех суток.

Как же экипаж ПА определяет свой курс, как ориентируется в толще вод на океанских глубинах? Работа ПА на глубине обеспечивается оригинальной гидроакустической системой ориентирования и локальной навигации. Эта система позволяет определять положение ПА относительно донных акустических маяков, которые устанавливаются в борта НИС – носителя ПА перед началом работ. Точность определения места с ее помощью – несколько метров при дальности действия до 4 км.

В состав системы входят установленные на ПА приемное, передающее и регистрирующее устройство, а также специализированная микро-ЭВМ, которая вычисляет по данным запросов и ответов донных маяков расстояние до каждого из них, а также направление на каждый маяк.

Вычисленные расстояния высвечиваются на электронно-лучевом индикаторе, на котором в виде светящихся точек видны маяки, а рядом с ними светятся цифры, обозначающие номер маяка и расстояние до него. Местонахождение ПА обозначается светящимся треугольником, а квадратом – цель, к которой он движется.

Второй комплект микро-ЭВМ устанавливается на борту судна-носителя ПА. Данные от нее вводятся в ЭВМ ВЦ, и оттуда результаты вычислений поступают на графопостроитель, где отображается маршрут движения ПА и по которому руководитель погружения следит за работой гидронавтов.

ПА «Пайсис» снабжен системой подводного акустического телефона. Кроме использования в обычном разговорном режиме, она применяется также для пеленгования: при определении направления на ПА с борта судна – с помощью направленного гидрофона, установленного на судне; при определении направления на судно-носитель из ПА – с помощью установленной на нем направленной акустической антенны. Так же используется эта система при поиске одним ПА другого в аварийной ситуации.

«Пайсис» оборудован разнообразной научной аппаратурой для изучения океана: датчиками скорости течения, температуры, электропроводности морской воды, глубины, скорости распространения звуковых волн в воде, датчиком содержания растворенного кислорода, Автоматизированная система сбора океанологических данных периодически опрашивает все датчики и записывает полученные значения параметров на видеоманитофон. Одновременно фиксируется видеоизображение поступающее от подводной камеры, установленной на корпусе ПА.

ПА снабжен гидролокатором бокового обзора и приемным устройством сейсмофилографа, которое фиксирует акустические колебания и позволяет получить разрез осадочных отложений на глубину 200 м от поверхности дна, причем выделяются неоднородности размером не менее 300 мм.

Все видеоманитофонные записи, сделанные на ПА при проведении геофизических и гидрофизических исследований, после подъема ПА на поверхность вводятся в ЭВМ ВЦ судна-носителя и там обрабатываются с выдачей результатов либо на цифropечатающее устройство, либо на графопостроитель, либо на ленточный самописец.

ПА оборудован поворотным устройством, на котором установлена фотокамера с осветительными приборами, включаемая в работу гидронавтами. И наконец, при помощи манипулятора гидронавты могут доставлять на поверхность образцы пород и биологические пробы.

Как видим, исследовательские возможности ПА велики и многообразны, что и подтвердилось при многочисленных их погружениях в океане.

Комплекс ПА «Пайсис» является исключительно сложным. Безаварийная его эксплуатация требует от пилотов-гидронавтов, инженеров и техников, участвующих в подготовке его к погружению, высокой компетентности и ответственности. Отсюда и особые требования к личному составу, выполняющему на судне-носителе контрольно-регулирующие операции.

Для них выделяют отдельные помещения, где проводится осмотр и техническое обслуживание демонтированных с ПА агрегатов, а также выполняются сложные и ответственные работы по подготовке оборудования ПА к работе в холодных (а иногда и горячих, как увидим дальше) глубинах океана.

НИС «Академик Мстислав Келдыш», на котором неоднократно базировался «Пайсис», принадлежит Институту океанологии АН СССР и приписано к порту Калининград. За время существования в строю судно побывало на просторах Атлантического, Индийского и Тихого океанов, участвовало в нескольких международных экспедициях и полигонных исследованиях.

В 1984 г. во время девятого экспедиционного рейса НИС «Академик Мстислав Келдыш» советские ученые, выполняя обширную программу исследований, много внимания уделили изучению необычных и загадочных геологических объектов – гайотов – плосковершинных подводных гор в Тихом океане. Был открыт неизвестный ранее гайот, получивший название ИОАН (Институт океанологии АН). Для проведения исследований 23 раза уходили на глубину базирующиеся на судне два ПА «Пайсис».

«Когда мы опускались на аппарате в первый раз, – рассказывал заместитель начальника экспедиции, один из первых советских гидронавтов, кандидат технических наук Александр Моисеевич Подражанский, – нам открылась суровая, фантастическая картина океанского дна, покрытого черными, железомарганцевыми пластами. Естественно, никаких растений. Очень мало животных

– губки, морские звезды... Вообще самое острое ощущение – это подход к грунту. Аппарат опускается медленно, тысячу метров преодолевает примерно за 50 мин. Уже на глубине 500 м тьма становится абсолютной, не ощущается движения – ты как будто паришь, теряется представление о ходе времени. И поэтому все чувства напряжены, ждешь, когда же наконец прожекторы высветят в однообразной толще воды железную твердь. Сколько бы ни опускался, это ощущение всегда будет самым ярким.

Аппараты у нас надежные... Могут вести активную работу в течение 10–12 ч. Неожиданностей у нас с ними не было, если не считать одной – на подводном хребте Муссау. Сильное природное течение кинуло нас на стену, вышел из строя один из двигателей. Пришлось всплывать.

Впервые мы погружались одновременно на двух аппаратах. Благодаря этому исследования велись более интенсивно. Теле- и фотокамеры работали прекрасно, а о ловкости манипуляторов можно судить хотя бы по тому факту, что, случалось, умудрялись поймать ими рыбу».

Начальник экспедиции в этом рейсе доктор физико-математических наук Олег Георгиевич Сорохтин поделился своими мыслями о происхождении гайотов, которые образовались примерно около 100 млн. лет назад, в середине мелового периода, за счет разрушения вулканических островов и последующего их опускания ниже уровня Мирового океана. На вершинах многих из этих гор имелись рифовые постройки типа тех, которые существуют сегодня на атоллах, и в раннем и среднем мелу какое-то время эти острова существовали сначала в виде вулканических островов, затем атоллов.

В дальнейшем, по мнению ученого, там произошла экологическая катастрофа. Наступление моря и широкое распространение микрофауны посадило кораллы на голодный паек. Из-за нехватки карбоната кальция тонкие веточки кораллов разошлись и погибли. За счет прогибания океанского дна острова скрылись под водой. Ныне их вершины скрыты в непроглядной мгле на глубине порядка полутора километров.

Ученый вспоминал позднее: «Я считаю, что успех нашего рейса полностью определяется прежде всего успехом погружений на двух ПА «Пайсис». С их помощью мы могли спускаться на вершины и на склоны подводных гор, видеть их собственными глазами, брать образцы при помощи манипулятора ПА, описывать, то есть применять всю ту методику и те способы исследований, к которым геологи привыкли на суше...

Еще мы изучили рифт Таджура в Аденском заливе. Эта структура относится к зонам, где происходит раздвижение океанского дна и образование новой коры. Там продолжили исследования, начатые в седьмом рейсе экспедицией под руководством члена-корреспондента АН СССР А. П. Лисицина. Наши предшественники обнаружили тут проявления гидротермальной деятельности и гору, которую называли Марганцевой. Первые данные указывают, что она покрыта железомарганцевыми корками – полезными ископаемыми будущего, спрятанными Землей в океане, как в кладовой!»

Анализ научных материалов, собранных в этом рейсе, помог О. Г. Сорохтину и доктору геолого-минералогических наук А. М. Городницкому, занимавшемуся подводными горами более 20 лет, обосновать гипотезу гибели кораллов 100 млн. лет назад, приведшую к образованию гайотов.

Происходившее в то время увеличение зеркала водной поверхности Земли вызвало общее потепление. Особенно хорошо прогревались и освещались многочисленные мелководья в тропической зоне. Сильное, непрерывное испарение на большой площади мелководья можно сравнить с мощнейшим насосом, выкачивавшим воду из глубин океана. На мелководье росла концентрация солей, растворенных в морской воде, в том числе и соединений кальция.

Морские организмы быстро поглощали этот кальций, а в центральных областях океана, откуда «насос» качал воду, создавался хронический недостаток соединений кальция. Поэтому кораллы, населявшие вершины погружавшихся вулканических островов, погибли, что и привело к образованию гайотов. Так, в результате исследований, проведенных с борта НИС «Академик Мстислав Келдыш», оказалась близкой к разгадке еще одна тайна океанских глубин.

Более того, догадка о причинах гибели кораллов в меловой период позволила ученым попытаться разобраться с влиянием на флору и фауну океана более раннего грандиозного затопления суши в кембрийскую эпоху (570–500 млн. лет назад).

Установлено, что для географии суши в кембрии, как и в меловой период, характерна большая протяженность прибрежных мелководных районов с множеством заливов, бухт, лагун. Схожи и климаты этих эпох: кембрия и мелового периода. Обе эпохи характеризуются значительным по-

теплением.

Следовательно, в этот геологический период шло сильное испарение воды на мелководье и параллельно увеличивалась там концентрация солей. Значит, и в кембрии работал природный «насос», перекачивавший воду из океана к побережью.

Но в то время среди обитателей шельфа не было еще активных потребителей кальция. Наоборот, многие мягкотелые организмы докембрииского происхождения не смогли выжить при изменении природных условий в прибрежных районах.

Одновременно в ходе эволюции появились живые существа, способные поглощать избыток кальция в воде за счет оснащения тела раковинами, скелетом и панцирем. Скелеты некоторых животных той поры напоминают как бы пропитанные известью ткани. Типичные представители фауны кембрия – трилобиты – имели хитиновый панцирь, на треть состоящий из извести и фосфата кальция.

Л. Юдасин, писавший об исследованиях О. Г. Сорохтина и А. М. Городницкого, отмечает: «Кембрий еще называют фосфоритовой эпохой, потому что он подарил нам крупнейшие месторождения этой горной породы». Ее находят там, где когда-то были мелководья: в Казахстане, Сибири, Китае.

Но ведь фосфорит – содружество фосфора и кальция. Как они оказались рядом именно в шельфовой зоне?

Ветры с суши отгоняли от берега в этих акваториях поверхностные слои. На их место из глубин океана поднимались воды, богатые фосфором. Это явление называют апвеллингом. Оно тем более распространено на Земле, чем обширнее шельфовые зоны. У фосфора есть особенность: находясь в растворе, он постоянно готов соединиться с кальцием, чтобы выпасть в осадок. На больших глубинах в океане этого не происходит, мешает присутствие углекислоты. Поэтому там накапливается много фосфора. Иное дело на мелководье. Когда туда начинает поступать сильный приток глубинных вод, происходит встреча двух элементов, находящихся в избытке. Выпадение осадка и образование залежей фосфоритов становится закономерным.

То, что кембрий богат мощными пластами фосфоритов, еще раз подтверждает: в тогдашних шельфовых водах была высокая концентрация кальция, благодаря чему при глубоких генетических изменениях у организмов и мог совершиться один из самых крупных актов в развитии жизни на Земле – появление первых скелетов, панцирей и раковин».

В 1986 г. НИС «Академик Мстислав Келдыш» совершило 12-й рейс продолжительностью более 4 месяцев. В этот раз главной целью ученых было изучение вулканически активных участков Срединного хребта северо-восточной части Тихого океана. Работы проводились в основном в двух районах, доступных для ПА «Пайсис», которые совершили 48 погружений на глубину, – в Калифорнийском заливе и на подводном хребте Хуан де Фука (северная оконечность Восточно-Тихоокеанского поднятия).

Особо интересными были исследования в Калифорнийском заливе, где вместе с советскими учеными работали три мексиканских исследователя. Руководитель экспедиции – заведующий геолого-геофизической секцией Института океанологии АН СССР член-корреспондент АН СССР Александр Петрович Лисицин вспоминал уже в Москве после возвращения из экспедиции: «На двух ПА «Пайсис» параллельными курсами мы шли по рифтовой долине впадины Гуаймос, что находится в Калифорнийском заливе. Перед нами появились раскаленные базальтовые лавы, в них циркулировала вода. И так продолжается сотни тысяч лет. Вода выщелачивает металлы из базальтов и вырывается на поверхность горячими источниками. Возле них накапливаются руды цинка, меди, свинца и других металлов.

Аппараты зависали над дном океана всего в десятке метров от него. А выше простиралась двухкилометровая толща воды».

Ученые наблюдали на дне причудливую картину. Из геотермальных источников изливались горячие растворы (температура которых достигает 350 °С), насыщенные соединениями цветных металлов, железа с серой. Было установлено, что отложение сернистых соединений идет во многих местах Срединного хребта.

Вблизи таких источников проживают не так давно обнаруженные живые существа – вестимитиферы. Внешне они похожи на белые гибкие трубки длиной до 2 м и диаметром 4–5 см. Эти существа не имеют рта и органов пищеварения. В их клетках обитают серобактерии, которые усваивают сернистые соединения и синтезируют органическое вещество. За счет этого вещества и

живут вестимитиферы уже десятки миллионов лет.

В связи с открытием в глубинах океана новых видов бактерий произошла любопытная история. В 1983 г. с сенсационным заявлением выступили американские геохимики из Массачусетского технологического института. Они сообщили, что на глубине 2600 м у гребня Восточно-Тихоокеанского поднятия ими обнаружены бактерии, которые живут и активно размножаются в горячих источниках при температуре 250 °С.

Затем появились сообщения, что некоторые из этих бактерий якобы живут и размножаются в автоклаве при давлении 265 ат и температуре 150–250 °С. А ведь всегда считалось, что бактерии в воде погибают, если ее нагреть до температуры 90 – 100 °С.

Появились сообщения, что извлеченные со дна бактерии были тщательно изучены. Американцы сообщили, что состоят они в принципе из тех же веществ, из которых сформировано все живое: наследственная информация хранится в ДНК, протоплазма состоит из белков, и усваивают они якобы химические вещества, выделяемые из термальных источников на дне океана.

Даже сообщалось, что при температуре ниже 80 °С эти бактерии якобы прекращают размножение и что особенностью их является наличие в молекулах белков в большом количестве таких аминокислот, которые отсутствуют у всех других живых организмов Земли.

Но в 1984 г. в журнале «Nature» появилась работа американского ученого Р. Уайта. Он доказывал, что при температуре 250 °С белки и нуклеиновые кислоты функционировать не могут. Не могут потому, что при такой температуре рвутся химические связи, соединяющие нуклеотиды в молекулах ДНК и РНК и аминокислоты в белковых цепочках.

Тогда что же обнаружили американские ученые и в глубинах океана? Пока многие ученые считают, что это были капельки коацерватов – продуктов тепловой денатурации белков и нуклеиновых кислот. Видимо, поэтому и приняли их некоторые ученые за новые аминокислоты, которые отсутствуют у других живых организмов.

Безусловно, крайне заманчиво было бы обнаружить в глубинах океана живые организмы, способные существовать при высоких температурах. Это было бы одним из выдающихся открытий, связанных с изучением океана. Будем ждать результатов новых погружений ПА в глубины вод.

Вернемся к нашим гидронавтам. В Калифорнийском заливе ПА обнаружили самые крупные из известных скопления сульфидных руд. Это грандиозные сооружения – причудливые башни в десятки метров высотой. Снаружи они плотно укутаны «живым одеялом» – живыми организмами. Из вершин башен бьют струи горячего раствора, «как из труб огромного парохода», валит мощный столб рудного дыма высотой 100–150 м. Такие природные образования называли «черными курильщиками». Их происхождение связано с тем, что выходящие на поверхность рудоносные образования смешиваются с холодной морской водой, а в результате образуются мельчайшие твердые частицы минералов с высоким содержанием металла.

Александр Петрович рассказал, что содержание взвешенных частиц в дыме «черных курильщиков» достигает 200 мг/л воды. Это довольно высокая концентрация рудного вещества. Исходя из этого около 150 вагонов руды ежегодно поставляется с гидротермами на дно Калифорнийского залива. И это продолжается миллионы лет.

В том же районе гидронавты ПА «Пайсис» обнаружили на большой глубине газовые выбросы. Они поднимаются над дном на высоту до 1000 м. Определен состав этих выбросов – метан и гелий. Видимо, район перспективен в части месторождений нефти. Рыхлые осадки на дне залива, богатые органическим веществом, под действием господствующих здесь высоких температур быстро перерабатываются в нефть и газ. Взятые там пробы руд были настолько пропитаны органическими соединениями, свойственными нефти, что загорались от огонька спички и горели дымным пламенем.

Александр Петрович рассказал далее: «Наш подход к изучению океанских сульфидов – комплексный подход – оказался совершенно оригинальным, такими методами не работают ни американцы, ни французы. Они обычно проводят исследования на мелких судах и в несколько приемов. Проведут, к примеру, геофизические исследования – возвращаются для обработки материала, делают геохимические измерения – и снова перерыв.

Для нас такой стиль морских исследований неприемлем, потому что, как правило, в район работ нужно идти месяц, да месяц обратно. Сама жизнь заставляет оперативно организовывать работу, тут же на месте проводится анализ собранных материалов и наблюдений. На «Академике

Мстиславе Келдыше», имеющем самую мощную в мире судовую ЭВМ, созданы прекрасные условия для оперативной работы.

В последней экспедиции мы многому научились, приобрели хороший опыт в поисках гидротерм и сульфидов, обработали данные наблюдений 15 разнообразных приборов. Среди них – приборы, примененные впервые в мировой практике океанологических исследований. Например, лазерный анализатор, в состав которого входят четыре лазерных прибора, он позволяет определить в пробах ничтожные концентрации благородных металлов.

В Сан-Франциско, куда наше судно заходило в ходе рейса, мы принимали на борту американских ученых. Они назвали наш корабль ультрасовременным и дали высокую оценку нашим методам изучения сульфидов. Профессора Станфордского университета и специалисты Геологической службы США с огорчением признали, что они работать в море такими крупными экспедициями пока не могут. Выразили пожелание вести совместные исследования».

Видный морской геолог настроен оптимистически: «Мы сделали лишь первые шаги в доселе неведомый мир глубин, – отметил он. – Будет и второй этап – разведка. Придет время, когда человек откроет кладовые океана и научится пользоваться его богатствами разумно, не причиняя природе ущерба».

В конце 1987 г. вошли в строй новые ПА – «Мир-1» и «Мир-2». Построенный с учетом новейших достижений науки и техники глубоководный исследовательский аппарат «Мир» создан совместными усилиями советских и финских специалистов. Разработку технического задания и руководство испытаниями взяли на себя специалисты АН СССР, а проектирование и изготовление самих аппаратов выполнила финская фирма «Раума-Репола».

Один из создателей этого ПА доктор технических наук И. Е. Михальцев рассказал: «Перед учеными стояла задача – создать глубоководный автономный аппарат, способный полностью обеспечить проведение геологических, физических, биологических и химических исследований в океане. Это значит, что аппарат должен быть оборудован манипуляторами, системами связи, фото- и киноустановками, обладать большим запасом хода, обеспечивать комфортные условия для ученых на его борту. Поскольку практически 99 % площади Мирового океана имеют глубины до 6000 м, глубина максимального погружения может быть именно такой».

Испытания новых ПА «Мир» состоялись в декабре 1987 г. на НИС «Академик Мстислав Келдыш» в Атлантическом океане. 13 декабря ПА «Мир-1» с экипажем в составе И. Е. Михальцев – руководитель испытаний, пилоты А. М. Сагалевиц (Институт океанологии АН СССР) и представитель финской фирмы «Раума-Репола» Пекко Лааксо пошел на погружение на предельную глубину. Результаты превзошли ожидание, во время испытательного 12-часового погружения были превышены расчетные характеристики: «Мир-1» погрузился на 6170 м. На следующий день тот же экипаж на ПА «Мир-2» достиг глубины 6120 м.

Надежно работали все механизмы и аппаратура, установленные как внутри обитаемого отсека – двухметрового стального шара, так и снаружи на пронизаемом легком корпусе аппарата. Были проверены в работе на предельной глубине обе системы ультразвуковой связи с поверхностью на каждом аппарате, телевизионные установки, широкоформатные фотостереоаппараты. Манипулятор ПА «Мир» имеет семь степеней свободы, то есть сего помощью оператор может, изгибая и поворачивая «искусственную руку», доставать из самых недоступных мест образцы породы и биообъекты массой до 80 кг.

ПА «Мир» может передвигаться на глубине со скоростью до пяти узлов. Экипаж состоит из трех человек: двух пилотов и одного наблюдателя – научного сотрудника. Запасы кислорода рассчитаны на 216 человеко-часов подводной работы, то есть три человека могут находиться в автономном плавании трое суток, а при необходимости выполнения длительных экспериментов продолжительность пребывания может быть увеличена до 10 суток.

ПА «Мир» легко маневрирует по горизонтали и по вертикали. Короче говоря, это своеобразная маленькая подводная лодка массой 18 т, которая может выполнять разнообразные научные исследования.

Вновь слово И. Е. Михальцеву. «Мы получили уникальную возможность для исследования океана... Само название «Мир» символично – все наши исследования ведутся с грифом «СН» – «совершенно не секретно», и мы готовы к сотрудничеству в мирных целях с учеными любой страны».

В феврале 1988 г. НИС «Академик Мстислав Келдыш» вышел из Калининграда в рейс с ПА

«Мир-1» и «Мир-2» на борту, но уже не в испытательный, а исследовательский рейс. Основу научной программы экспедиции составили геолого-геофизические исследования в Атлантическом океане. Возглавил экспедицию неутомимый исследователь член-корреспондент АН СССР А. П. Лисицин.

Почему же на этот раз исследования проводились в Атлантике? Еще совсем недавно ученые относили к самым перспективным рудоносным районам в океане именно области срединных подводных хребтов, где выше скорости раздвижения морского дна. Но последующие исследования позволили отнести, к участкам с активными гидротермами и те районы, где скорости раздвижения значительно меньше.

Экспедиция направилась именно в один из таких районов на атлантическом полигоне, расположенном на 26° северной широты, где Трансатлантический геотраверз пересекается с Срединно-Атлантическим хребтом.

Погружения ПА «Мир» позволили установить, что атлантические «черные курильщики» отличаются от тихоокеанских прежде всего размерами. Они гораздо крупнее, чем в Тихом океане и представляют собой огромные, похожие на вулканы усеченные конусы до 70 м в высоту с диаметром основания около 200 м. В такой сульфидной горе миллионы тонн руды. Ученые обнаружили в этом районе кроме действующих гидротерм и давно потухшие. Удалось установить, что время образования каждой такой неактивной гидротермы около 10 тыс. лет. Но возраст океанической коры составляет в ряде районов до 150 млн. «лет, поэтому ясно, что за этот период могло образоваться громадное количество потухших «курильщиков». Следовательно, запасы сульфидных руд на дне океана значительно больше, чем предполагалось ранее.

Исследования ученых подтвердили, что прежние модели рудообразования в океане неверны. Самое главное – размеры перспективных на сульфиды районов Мирового океана увеличились вдвое. Если раньше считали, что они занимают по протяженности 30–40 тыс. км подводных срединных хребтов, то, по данным экспедиции, теперь эта цифра почти удвоилась – 80 тыс. км.

Интересно, что фауна атлантических гидротерм отличается от тихоокеанских и состоит в основном из мелких ракообразных. Ученые предполагают, что сравнительная бедность фауны на атлантических «курильщиках» объясняется значительно меньшим наличием сероводорода, без которого не могут существовать вестимитиферы и другие уникальные представители подводной фауны.

Сульфидные руды океана – это огромный резерв для человечества на будущее. Исследования показали, что запасы сульфидных руд в океане по крайней мере в тысячу раз, если не больше, превышают прежние оценки.

Почти трехмесячный рейс НИС «Академик Мстислав Келдыш» в Атлантику был исключительно напряженным. Во время погружений на ПА «Мир» ученые имели возможность определить не только химический состав воды и взвешенных в ней частиц, но и характеристики руд и донных осадков, содержание радиоактивных элементов, исследовать микрофлору и микрофауну осадков, оценивать их возраст методами абсолютной геохронологии и биостратиграфии. Эти исследования наглядно продемонстрировали преимущества новых ПА.

Вся страна вновь заговорила о ПА «Мир» в июне 1989 г., когда они были использованы для обследования затонувшей атомной подводной лодки «Комсомолец» в Норвежском море. Аппараты были доставлены туда на борту НИС «Академик Мстислав Келдыш». Район поиска был оборудован системой донных акустических маяков-ответчиков, а затем начались погружения ПА «Мир». Первым на ПА «Мир-1» направился в глубину моря экипаж в составе И. Михальцева, Д. Васильева и А. Сагалевича. Когда ПА опустился на 50 м, солнечный свет полностью пропал, экипаж включил прожектор, и ПА со скоростью 30 м/мин продолжил погружение. Поиск продолжался 11 ч, но лодку обнаружить не удалось.

Затем в воду погрузился ПА «Мир-2», в экипаж которого входили Е. Черняев, М. Фалин и Н. Шаков. На этот раз удалось обнаружить затонувшую подлодку. Определить сразу, как она лежит, было трудно, поскольку увидеть что-либо можно было лишь на расстоянии не более 3 м. ПА «Мир» осторожно двигался вдоль лодки. Сильное течение относило аппарат прямо на «Комсомолец». Создалось сложное положение, но Евгений Черняев мастерски удерживал аппарат от навала. Тем временем остальные гидронавты фотографировали лодку, делали видеозапись и другие необходимые измерения.

Удалось определить, что лодка лежит на ровном киле и погрузилась в донный ил примерно

на 2,5 м. Видимые разрушения были главным образом в носовой части, винты и вся кормовая часть как будто были целы. Приблизительно в 700 м от лодки гидронавты обнаружили на грунте и всплывающую спасательную камеру, которая, как известно, отделилась от лодки, всплыла на поверхность, но затем затонула. Во время девятичасового погружения ПА «Мир-2» полностью выполнил поставленную задачу. Для уточнения некоторых вопросов решено было провести третье погружение. На завершающем этапе, однако, экипажу не удалось справиться с сильным течением. ПА снесло на кормовую часть лодки, и его гребные винты получили повреждения. Гидронавты вынуждены были продолжать работу на менее мощных двигателях. После всплытия на поверхность неисправности были быстро устранены.

Страна оценила подвиг гидронавтов «Мир-1» и «Мир-2» и наградила членов экипажа орденами. Исследования глубин океана с помощью ПА «Мир» продолжаются.

Плавающий институт открыл Атлантиду?

Все началось с подводного снимка. В 1973 г. НИС «Академик Петровский», принадлежащее МГУ, работало в Атлантике. С борта судна научный сотрудник Института океанологии АН СССР В. И. Маракуев сделал серию снимков вершины подводной горы Ампер, расположенной в Атлантике недалеко от Гибралтара. Вершина горы находится на глубине всего 70 м от поверхности океана.

На некоторых из этих снимков под слоем белого песка были видны какие-то вертикальные гряды, похожие на остатки стен древнего поселения. Что было особо примечательно, так это расположение загадочных гряд почти под прямым углом друг к другу. Считается, что природное образование таких прямых углов в геологических структурах довольно редко. Сразу возник вопрос: а не искусственного ли происхождения эти гряды? Снимки попали в прессу. В ряде зарубежных газет и журналов появились сообщения о возможном обнаружении следов таинственной Атлантиды, расположенной, по словам древнегреческого философа Платона (428–348 гг. до н. э.), в Атлантическом океане и 11 тыс. лет назад в результате землетрясения погружившейся в пучину вод «в один день и бедственную ночь».

В 1979 г. разгадать загадку горы Ампер попытались ученые на НИС «Академик Курчатов» с помощью ПА «Пайсис». Но неисправность в самом аппарате и ухудшение погоды не позволили этого сделать в тот раз.

24 января 1982 г. из Новороссийска в первый исследовательский рейс вышло новое НИС. На борту его было начертано знакомое всем имя «Витязь». Не прошло и трех лет с тех пор, как легендарный «Витязь» закончил свою тридцатилетнюю службу советской науке и завершил последний 65-й экспедиционный рейс, а на просторы Мирового океана вышел новый корабль науки, носящий это славное имя. Четвертый «Витязь» в истории русского и советского флота был построен польскими корабелями верфи им А. Барского в Щецине (ПР).

Это замечательное судно предназначено, как и НИС «Академик Мстислав Келдыш», для проведения комплексных океанологических исследований. Его возможности в этом отношении исключительно велики и разнообразны. О научных лабораториях этого плавающего института расскажем позже. Особенностью научного комплекса нового «Витязя» явилось наличие оборудования для эффективного использования ПА и водолазов.

На НИС оборудован в кормовой части ангар для ПА, где удобно производить его подготовку к спуску на глубину. Вывод ПА из ангара на палубу автоматический: сам ПА расположен на тележке, закрепленной на подъемной платформе. При нажатии кнопки пуска с помощью гидропривода раздвигаются крышки люка и подъемная платформа поднимает аппарат на верхнюю палубу. Затем он на платформе перемещается под П-образную раму, которая и выводит его за корму. Такое приспособление позволяет опускать и поднимать ПА при волнении до 5 баллов и крене судна до 5°.

В первом рейсе «Витязя» на борту судна находился обитаемый ПА «Аргус» отечественной постройки. Он рассчитан на экипаж из трех гидронавтов. Правда, вместо 100 глаз мифического стража, в честь которого назван ПА, у него было всего три иллюминатора для визуальных наблюдений и проведения кино- и фотосъемок. Есть у него и механическая рука-манипулятор для забора образцов грунта или флоры. Ее подвижность такова, что были случаи, когда рукой захватывали и неповоротливое подводное животное.

Кроме обитаемых, на «Витязе» имелся буксируемый необитаемый ПА «Звук-4м», созданный в Институте океанологии АН СССР. При буксировке на заданной глубине он позволяет осматривать и фотографировать дно. Установленный на нем гидролокатор бокового обзора дает возможность изучать рельеф дна в полосе шириной почти километр. Кроме того, на «Звук» установлены подводный телевизор и специальная фотокамера, способная делать сотни фотографий морского дна на ходу судна.

Новый «Витязь» оборудован уникальным водолазным комплексом, предназначенным для спуска водолазов под воду в автономном водолазном снаряжении и проведении различных подводных работ и исследований на глубинах до 250 м.

Основу комплекса составляет водолазный колокол, в котором размещаются три водолаза. Колокол оборудован системой жизнеобеспечения, предназначенной для подачи водолазам кислородно-гелиевой дыхательной смеси, для подогрева самой смеси и гидрокостюмов, в которые водолазы облачены.

На судне установлена декомпрессионная камера. Именно в ней водолазы проходят декомпрессию под давлением после длительного пребывания под водой и быстрого подъема в колоколе на поверхность. В этом главное преимущество комплекса. Наличие декомпрессионной камеры и колокола, где также можно поддерживать необходимое давление, позволяет исключить медленный многочасовой подъем водолазов с глубины и проведение декомпрессии в ходе длительных остановок под водой.

В первом рейсе надлежало обстоятельно проверить и испытать все научное оборудование, включая ПА в действии. В качестве испытательных полигонов были выбраны подводные склоны острова Кипр в Средиземном море и таинственная гора Ампер, где были сделаны сенсационные снимки с борта НИС «Академик Петровский». Кроме советских, в работе участвовали болгарские и кипрские специалисты.

У берегов Кипра ученые совершили 11 спусков на «Аргусе», 10 раз погружались в колоколе водолазы. В ходе испытательных спусков была решена одна насущная проблема, которую жизнь поставила перед островной республикой. Вблизи Пафоса, одного из древнейших и живописнейших городов острова, на его южном побережье нет песчаного пляжа. А он нужен, ведь туризм на острове – одна из главных статей дохода. Хорошо бы найти песок недалеко от берега.

В районе Пафоса советские и болгарские водолазы спустились на глубину 200 м и нашли подводные залежи песка. Они оконтурили залежь, оценили качество песка, а пробы и карту бесплатно передали в геологический департамент Кипра.

Были сделаны и интересные археологические находки. Неподалеку от современного порта Пафос под водой были найдены и сфотографированы остатки древнего порта, ушедшего под воду. Там же найдены остатки древних судов и амфоры.

Испытания ПА «Звук» также прошли успешно. Ученые убедились в том, что аппарат позволяет обнаруживать выходы скал над плоской поверхностью осадочных пород, то есть выявлять выход коренных пород дна, которые больше всего интересуют геологов.

После разведки, выполненной «Звуком», к наиболее интересным объектам опускался «Аргус», а на самые-самые привлекательные для ученых участки дна опускались водолазы. Так, в первом рейсе «Витязя» было отработано последовательное использование всех технических средств для подводного геологического исследования дна. После завершения испытаний «Витязь» направился к таинственной горе Ампер.

Погода в районе горы была крайне неблагоприятной – волнение 6–7 баллов, да и до планового срока возвращения домой оставалось совсем немного. Слово участнику этого рейса доктору геолого-минералогических наук А. М. Городничкому:

«Прежде всего провели детальную съемку рельефа. На самой вершине он оказался очень сложным: на глубине около 70 м – нагромождение скал, узкие трещины. Зато немного глубже, около 100 м от поверхности, – ровная площадка большой протяженности, покрытая песком. Как и у берегов Кипра, в ход был пущен «Звук-4М» с фотопулеметом. Несколько десятков фотографий составили подробную фотопанораму вершины. И опять отчетливо видны были вертикальные узкие гряды, как бы сложенные из отдельных блоков. Может быть, все-таки не гряды, а стены?»

Надо было спускаться под воду. Фотографии и телеосмотры сверху информативны в меру: посмотреть нужно не сверху, а сбоку.

Осадков на вершине горы как будто немного – черные скалы торчат повсеместно из-под яр-

ко-белого детеритового песка. Это понятно: здесь проходит сильное Португальское течение, оно гонит океанские воды с севера на юг с приличной скоростью, смывая илистые осадки со склонов горы. Пробовали отдать якорь, а выбрать обратно его не смогли – цепь оборвалась, такие эти скалы...

Время уходит. Истекают последние сутки отпущенного нам срока для исследований на горе Ампер. А погода не улучшается – не то время года. Начальник рейса профессор В. С. Ястребов ходит мрачный, капитан Н. В. Апехтин – тоже. Несколько раз готовили к спуску ПА, и каждый раз погода срывала планы. Опустить-то его можно, а вот как обратно взять в такую волну? Что же, так и уйдем ни с чем? И тогда было принято другое решение: прямо на вершину горы, где обнажались выходы таинственных «стен», на глубину около 70 м опустили, несмотря на шторм, водолазный колокол с тремя акванавтами. Балансировку колокола обеспечивали двумя дополнительными грузами почти по полтонны. Их опускали на своих тросах. Группу акванавтов возглавил начальник отряда водолазов Николай Ризенков, участник знаменитого глубоководного погружения ко дну Байкала на «Пайсисе» (об этом погружении расскажем в последней главе).

Шторм на поверхности гулял всюю. Операция была довольно рискованная. Колокол мотало и било о скалистую поверхность горы. Выбрав подходящий момент, Ризенков прыгнул из люка колокола прямо на стену. «Все равно, что с трамвая на полном ходу», – рассказывал он потом участникам экспедиции.

Перед погружением мне довелось инструктировать его. Говорил: «Внимательно осмотрите стены – нет ли следов обработки камня какими-нибудь орудиями. Особенно внимательно оглядывайте трещины – может быть, заделаны чем-нибудь?» И так далее. Но какой толк в инструкциях в такую погоду?! Какой внимательный осмотр, когда волна раскачивает судно, а внизу тяжелая машина водолазного колокола бьется о скалы?! От одного из этих ударов оборвался свинцовый балластный груз. Ударившись о скальную стену почти рядом с акванавтом, он отбил от нее несколько сравнительно небольших кусков, Николай схватил один из них и устремился обратно в колокол... Начали подъем».

Геологические исследования камня с горы Ампер и изучение геохимического состава показали: базальт, из которого он состоит, мог образоваться при застывании лавы только на воздухе, а не под водой. Значит, подводная гора Ампер была вулканическим островом. Дальнейшие исследования уточнили, что гора Ампер как остров могла существовать не далее чем 40 тыс. лет назад.

Геологи считают одним из верных признаков погружения поверхности океанского дна наличие гайотов. Они есть и в горной системе Атлантики, куда входит гора Ампер. Неподдалеку от нее расположена подводная гора Атлантис с плоской вершиной и другими признаками надводного периода существования.

А. М. Городницкий рассказывал позже, что гору Атлантис изучали американские исследователи и пришли к выводу, что не далее чем 12 тыс. лет назад эта гора была вулканическим островом. Значит, как раз в том месте, где должна была находиться платоновская Атлантида, расположена целая горная страна, которая в недалеком геологическом прошлом могла быть архипелагом.

По вопросу вертикальных гряд, открытых на вершине горы Ампер, ученый и многие его коллеги все же склонялись к мнению об их естественном происхождении. Он считал в то время, что если искать следы построек, то не на вершине горы, а ниже, на плато.

И исследования продолжались. В 1983 г. с борта НИС «Рифт» вновь опустился на гору Ампер ПА «Аргус». Гидронавты с «Аргуса» на глубинах 70–95 м вновь наблюдали формы рельефа дна, похожие на искусственные сооружения. Один из них В. В. Булыга написал после этих спусков:

«Мы потихоньку выползли на стометровую отметку, где начиналось плато – вершина горы. Видимость достигла 40 м. И здесь вот начали встречаться первые «стены» с ярко выраженной кладкой. Но к этому мы были морально подготовлены, так как о существовании этих стен было известно и ранее. Стены как стены, но когда мы подвсплыли над грунтом на 20–30 м, то нам открылась панорама города, так как стены уж очень похоже имитировали остатки комнат, улиц, площадей.

Схожести добавляли форма и цвет милых нам земных кирпичей. Но попытка отломать один такой «кирпичик» не увенчалась успехом. То ли это действительно стена базальта, то ли предки строили на совесть, вопрос остается открытым. Удалось только взять камушек-окатыш, из которого была сложена арка – сооружение, самое похожее на творение рук человеческих из всего, что мы

видели».

Значит, опять сомнения? Истина могла быть выяснена только в ходе новых спусков и исследований.

17 июля 1984 г. из Новороссийска вышла очередная экспедиция советских океанологов на новом НИС «Витязь» и НИС «Рифт». Руководителем экспедиции был (в то время заместитель директора Института океанологии АН СССР) доктор технических наук Вячеслав Семенович Ястребов. Вот его слова, сказанные перед выходом в рейс: «Перед нашим «десантом» поставлена задача – по возможности детально изучить подводные горы Средиземного моря и восточной части Атлантического океана, чтобы собрать дополнительные сведения об истории формирования дна в этом бассейне. Подобная работа особенно волнует ученых, поскольку тесно связана с новой теорией развития планеты – с концепцией тектоники литосферных плит, с дрейфом континентов, образованием полезных ископаемых и другими не менее злободневными проблемами. Мировой океан насчитывает несколько тысяч подводных гор. Причем список их далеко не окончательный, так как подводные вершины и сейчас продолжают открывать... Разумеется, некоторой информацией о подводных горах! ученые располагают. Но собрана она, как правило, с поверхности океана. А этого для изучения морского дна недостаточно. Вот почему участники нынешнего рейса предполагают, как говорится, собственными глазами посмотреть на подводные горы».

Когда руководителя экспедиции спросили, будут ли продолжены исследования на горе Ампер по поиску следов Атлантиды, Вячеслав Семенович ответил, что специально такой цели экспедиция не ставит. Лично он не исключает возможности неожиданных открытий, ибо по опыту знает: когда имеешь дело с океаном, то нужно быть готовым к самому невероятному.

В рейсе продолжительностью два с половиной месяца удалось полностью выполнить положения методики геологического обследования подводных гор, разработанной ранее. в расчете на максимальное использование технических средств научного комплекса судна.

27 погружений совершил ПА «Аргус». Для обследования подножья гор спускался за борт «Звук», запечатлевший за рейс 8 тыс. кадров. Ученые часами рассматривали на экране судового телевизора передаваемые со «Звука» изображения участков подножия гор.

На особо интересные вершины гор пять раз спускался водолазный колокол. Водолазы помогли впервые получить обширную коллекцию образцов пород с этих вершин. Наиболее знаменательным погружением колокола был спуск водолазов на вершину горы Жозефин, расположенную на глубине 200 м в 400 милях к западу от Гибралтара. наших водолазов Владимира Тутубалина и Владимира Подымова вместе с болгарским водолазом Николой Дуковым заранее направили в декомпрессионную камеру, где постепенно давление подняли до нужной отметки. Параллельно шло снаряжение к спуску на глубину водолазного колокола, герметично присоединенного к камере. Баллоны колокола были заправлены дыхательной смесью. Состав ее для глубины 200 м, режимы спуска и последующей декомпрессии помогла рассчитать ЭВМ.

Предварительно район горы был обследован акустическими импульсами при помощи аппаратуры сейсмического профилирования, установленной на НИС «Рифт». Благодаря этому ученые познакомились со структурами осадочных и подстилающих пород океанского дна.

Телефонная связь между водолазами и бортом «Витязя» непрерывно поддерживалась по кабелю. На судне точно знали, где находится колокол, водолазы, что они делают, как себя чувствуют.

Сквозь двухсотметровую толщу воды на дно проникал сумеречный свет, позволивший даже отключить прожекторы колокола. И без них были неплохо различимы выходы скальных гряд, рядом с которыми опустились водолазы.

Покинув свой подводный колокол-лифт, они внимательно осмотрели вершину горы Жозефин. Водолазы сделали то, что никак не удавалось ранее: к радости ученых-геологов, собрали образцы пород со скальных выходов, и именно отколотые образцы, и не где-нибудь, а в местах выхода наиболее мощных гряд, а ведь об этом особо просили ученые.

Когда задание было выполнено, в том же лифте-колоколе водолазы вернулись на судно и после стыковки с камерой перешли в нее, где и оставались до окончания длительной декомпрессии.

Через маленький шлюз, вмонтированный в корпус декомпрессионной камеры, им передавали радиogramмы из дома, книги, старались транслировать любимые мелодии. Даже еду готовили с учетом индивидуальных вкусов. Получилось так, что в период декомпрессии наступил день рождения Николы Дукова. В этот день для него был испечен вкусный торт и передан внутрь камеры

через шлюз.

Экспедиции все же удалось вновь обследовать таинственную гору Ампер. «Звук» запечатлел на фото пленке фрагменты «каменной кладки» на глубине 80 м. На гору опускались водолазы для сбора образцов пород на глубине 105 м. Прямо в море с помощью ЭВМ, куда специалисты отряда математической обработки ввели данные геоморфологической и геомагнитной съемок, было получено трехмерное изображение ряда подводных гор, и в первую очередь горы Ампер.

А как же с остатками каменных стен? Результаты разносторонних исследований пока не подтвердили искусственного происхождения загадочных гряд и образований типа «каменной кладки» на горе Ампер. Может быть, все это и огорчительно для убежденных «атлантистов», сторонников того, что Атлантида фактически существовала на затонувших островах Атлантического океана, но факты пока против них.

Безусловно, исследовательские работы на подводных горах – это только малая часть той напряженной деятельности, которая связана с экспедициями нового «Витязя». Этот плавучий институт, где в море трудятся почти 60 научных сотрудников, имеет 19 основных судовых научных лабораторий, а площадь их и других вспомогательных научных помещений достигает 500 м².

На наш взгляд, следует подробнее познакомиться с каждым элементом этого многопланового и сложного комплекса научных лабораторий. Давайте совершим экскурсию по «Витязю» и будем двигаться при знакомстве с ними с верхних помещений вниз на нижние ярусы судовых отсеков.

Самые верхние лаборатории – промерная и метеорологическая – расположены в первом ярусе рубки на промерной палубе. Палуба получила свое название именно от промерной лаборатории, в которой установлены главные приборы с регистраторами и цифровые Указатели трех исследовательских эхолотов. Они обеспечивают сбор сведений о рельефе морского дна по маршруту движения судна.

Предназначение метеорологической лаборатории – проведение метеорологических и актинометрических (измерение солнечной радиации) наблюдений. В лаборатории установлена фототелеграфная аппаратура для приема телетайпных сводок погоды, а с метеорологических спутников – телевизионных и инфракрасных изображений облачного покрова, поверхности океана и суши. Прием радиосводок погоды позволяет научным сотрудникам и штурманам экипажа анализировать синоптическую обстановку в районе нахождения судна для обеспечения безопасности плавания и прогнозирования условий использования научной аппаратуры.

Научные сотрудники систематически фиксируют текущую метеообстановку, обобщая измерения силы и направления ветра, температуры и давления воздуха, температуры поверхностного слоя воды за бортом, причем основная часть данных поступает на приемные приборы от наружных датчиков по кабельным линиям. Для размещения актинометрических и метеорологических датчиков может использоваться и горизонтальная мачта, установленная на палубе бака, которая вручную выдвигается в нос так, что ее носовой конец будет находиться на расстоянии 12 м от форштевня.

Ниже на палубе надстройки расположена лаборатория биолюминесценции. В ней исследуется все, что связано с расшифровкой физиологических процессов свечения морских механизмов.

Еще ниже на шлюпочной палубе размещена гидрооптическая лаборатория. Она предназначена для исследования гидрооптических характеристик и изучения процессов формирования световых полей на различных глубинах моря в зависимости от состояния его поверхности и гидрооптических неоднородностей в толще водной массы.

Там же на шлюпочной палубе находится гидрологическая лаборатория. В ней ученые-гидрологи готовят приборы к заборным гидрологическим работам, проводят регулировку батометров и самописцев течений, снаряжают термометрические рамы. В лаборатории установлены приборы для регистрации сигналов, передаваемых на судно из глубины по кабелю от датчиков, установленных на зондах. В ней имеется оборудование для измерения электропроводности, а значит, и определения солености проб заборной воды.

В помещении лаборатории ученые проводят первичную камеральную обработку данных наблюдений над течениями, температурой и соленостью воды, вычерчивают графики и таблицы по результатам первичной обработки и после анализа собранных натуральных данных с помощью ЭВМ.

Гидрохимическая лаборатория также размещается на шлюпочной палубе. В ней проводятся химические анализы морской воды и проб донных осадков. Как и всякая химическая лаборатория,

она оснащена вытяжным шкафом, в ней имеется сушильный шкаф и дистиллятор для получения дистиллированной воды. На столах установлены приборы и оборудование для анализа, как в обычной береговой лаборатории. Разница видна в том, что все приборы, штативы для колб, бюреток, пробирок надежно закреплены. Вся химическая посуда размещается на полках в фигурных вырезах крепежных планок, с тем чтобы она оставалась в сохранности в шторм и при сильной качке. Так же крепится стеклянная посуда и во всех остальных лабораториях.

На шлюпочной палубе выделено место для изотопной лаборатории. Там проводятся все радиохимические исследования с использованием радиоуглеродного метода. С помощью радиоуглеродного изотопа углерода C^{14} ученые изучают усвоение питательных веществ, рост и формирование основы живого в океане – фитопланктона (микроскопических водорослей). Изотопные методы позволяют проследить трофические связи в морских сообществах, выяснить, кто, как и чем питается, кто кого поедает в океане.

Радиоактивный углерод C^{14} обладает мягким излучением и менее опасен при попадании на кожу и внутрь человеческого организма, но тем не менее гидробиологи тщательно соблюдают меры безопасности при работе с ним. В лаборатории введение радиоактивного изотопа в морские организмы производится путем добавления раствора радиоактивной соды в пробы воды с этими организмами. После усвоения радиоактивного углерода организмами они отфильтровываются из воды для дальнейших исследований. В целях безопасности все опыты производятся в двух вытяжных шкафах. Вся вода, куда добавлялся изотоп, а также вода после мытья посуды, в которой проводились опыты, собирается в специальные емкости.

Теперь, спустимся на основную лабораторную палубу – верхнюю. Здесь размещена физиологическая лаборатория. В ней проводятся экспериментальные работы по исследованию процессов питания, усвоения, обмена, продуктивности водных животных и трофических (пищевых) связей между ними. Многие анализы и определения также проводятся по условиям техники безопасности только в вытяжном шкафу. Учитывая характер методов и приемов работ в этой лаборатории, в состав оборудования включены дистиллятор, термостаты, вакуумные насосы, сушильные шкафы и исследовательская центрифуга.

В аналитической лаборатории выполняют исследования интенсивности потребления кислорода водными животными, анализы на содержание кислорода в пробах воды, определяют содержание сухого вещества, зольности и углерода в клетках водяных растений и животных. Состав оборудования в лаборатории примерно такой же, как и физиологической.

В лаборатории планктона ученые-гидробиологи проводят разбор, обработку и фиксацию собранного живого материала. Так как фиксация производится с помощью таких летучих веществ, как формалин, спирты, эфиры, то вся эта работа также проводится в вытяжном шкафу.

Следующая лаборатория на верхней палубе – микробиологическая. Само название свидетельствует о направлении проводимых исследований. В лаборатории проводятся экспериментальные работы по исследованию трофических связей, продуктивности, обменных процессов и количественные определения содержания в водных слоях микропланктона, фитопланктона (растительного планктона), бактерий, простейших и микрозоопланктона. Лаборатория оборудована примерно так же, как физиологическая.

В лаборатории первичной продукции выполняются физиологические и биохимические анализы, связанные с исследованием воспроизводства фитопланктоном (этим основанием живой цепи в океане) в процессе фотосинтеза первичной продукции – органических соединений, входящих в состав живых клеток.

Биохимическая лаборатория предназначена для изучения биохимического состава живых организмов, то есть количественного определения различных органических соединений в составе живых клеток. В этих целях используются самые тонкие методы, в частности тонкослойной и колоночной хроматографии, фильтрации через решетки с мельчайшими отверстиями экстрактов и проб планктона, взвесей в морской воде.

В фильтрационной лаборатории размещены проточные аквариумы для содержания морских животных в естественной среде. В ней также проводят фильтрацию морской воды под давлением для определения взвесей, микрофлоры и микрофауны.

Есть на верхней палубе специальная бентосная лаборатория для изучения организмов, живущих на морском дне. Там производится предварительная и первичная разборка извлеченных из исследовательских тралов животных, растений и грунта. Живые организмы там же фиксируются,

производится их определение, то есть определяют их принадлежность к тому или иному виду, роду, классу, типу.

Из грунта, собранного дночерпателем, выбираются бентосные организмы, производится взвешивание собранного живого материала и определение бентосной биомассы, устанавливаются трофические цепи в собранной фауне. Ученые-гидробиологи составляют графики и карты для иллюстрации закономерностей распределения морской фауны в исследуемом районе.

В ихтиологической лаборатории ученые проводят предварительную и первичную разборку выловленных рыб, определяют их видовую принадлежность, вычисляют биомассу улова, проводят построение карт и графиков, иллюстрирующих общие закономерности распределения и состава ихтиофауны. Оборудование лаборатории позволяет проводить в ней инкубацию икры и выращивание молоди рыб.

На основной лабораторной палубе расположена геологическая лаборатория. Там ученые разбирают и описывают пробы донных осадков и горных пород, определяют их физические свойства и минеральный состав, проводят также микропалеонтологические исследования, связанные с определением состава древних организмов в осадочных и горных породах. Для приготовления микрошлифов и их воспроизведения прямо в судовых условиях в лаборатории установлены лабораторный шлифовальный станок-полуавтомат и репродукционная фотоустановка.

Рядом с этой лабораторией расположено помещение для консервации геологических проб, в котором пробы осадочных пород сушат и хранят при низкой температуре.

Отлично оборудована судовая геофизическая лаборатория. Ее главное назначение – сбор, обработка, хранение собранных натуральных данных, полученных в ходе геофизических исследований от буксируемой сейсмографической и электроразведочной аппаратуры. Данные поступают в судовую автоматизированную систему сбора и обрабатываются в лаборатории на цифровых станциях. Там же находятся накопители собранных данных на магнитных лентах и различного типа визуальные регистраторы акустических и электрических сигналов.

Для производства магнитометрических измерений на судне установлены автоматизированный протонный магнитометр и квантовый магнитометр.

Во многие лаборатории выведены показания судового лага и гирокомпаса, а также данные по рельефу дна, поступающие от исследовательских эхолотов.

Имеется на верхней палубе кинофотолаборатория, где проявляют пленки и печатают черно-белые и цветные фото. На этой, если можно так сказать, исследовательской палубе размещена автоклавная, где нагревают и испаряют пробы воды, проводят центрифугирование и сушку взвесей и остатка проб, извлеченных из морской воды.

Спустимся теперь на главную палубу. На ней размещена радиоизмерительная лаборатория, предназначенная для регулировки и настройки радиоизмерительной и электронной аппаратуры. Здесь же вспомогательные научные помещения: для сушки и хранения образцов донных животных, хранилище кислот и формалина, камера хранения фиксированных проб в стеклянных банках.

Еще ниже на платформе расположен вычислительный центр, где установлена главная судовая ЭВМ типа ЭС-1010, изготовленная в ВНР. Именно с ее помощью производится автоматизированный сбор, накопление, обработка и хранение основной части собранной в рейсе новой научной информации.

На платформе расположено помещение гироплатформ. – В нем на двух стабилизированных платформах установлены приборы, сохраняющие заданное по отношению к горизонту и меридиану положение невзирая на качку и перемену судном курса. Эти стабилизированные приборы используются для гравиметрических исследований (исследований, связанных с изучением поля земного тяготения). Речь идет о различной конструкции струнных гравиметров, о маятниковом вариометре и других измерительных приборах.

И наконец, на платформе расположена сублимационная, предназначенная для высушивания проб в вакууме при низкой температуре. В соответствии с назначением в ней имеется установка для сублимационной сушки и морозильный стол.

Новый «Витязь» оборудован единой системой связи, при помощи которой регистрируют в памяти ЭВМ результаты измерений. Система состоит из кольцевой линии связи, охватывающей основные лаборатории, и радиальных линий, соединяющих ВЦ с лабораториями, где характер исследований предусматривает регистрацию и обработку особо большого объема натуральных данных. К этим лабораториям относится геофизическая, аналитическая, гидрологическая, комплекс грави-

метрических приборов в помещении на платформе и штурманская рубка.

Лабораторный комплекс «Витязя» дополняется 11 исследовательскими лебедками различного назначения, включая мощную траловую лебедку для глубоководного траления, кабельные и тросовые лебедки. Судно способно проводить исследовательские работы в самых глубоких желобах Мирового океана.

Невольно возникает вопрос: как же тросы длиной более 11 000 м не обрываются под собственной тяжестью, когда их полностью вытравливают за борт? Оказывается, их составляют из отдельных кусков разного диаметра. Так, трос лебедки для глубоководного траления составлен из четырех отдельных кусков одинаковой длины, но разного диаметра. Безусловно, соединение кусков между собой выполнено надежно, так что прочность сплетения не меньше прочности более тонкого троса.

Как видим, по составу лабораторий, по объему автоматизированной обработки научных данных с помощью ЭВМ и оснащению судна научно-исследовательской аппаратурой «Витязь» 1982 г. действительно является достойным преемником «Витязя» 1949 г.

НИС «Витязь» является головным в серии из трех судов. Польские корабли передали советским ученым еще два однотипных НИС «Академик Александр Несмеянов» и «Академик Александр Виноградов». Оба НИС принадлежат Дальневосточному отделению АН СССР и базируются во Владивостоке.

Первое судно названо в память президента АН СССР в 1951–1961 гг., видного химика-органика, Героя Социалистического Труда академика Александра Николаевича Несмеянова (1899–1980).

Слоеный пирог в океане

В 1965 г. американский ученый Генри Стоммел и советский ученый Константин Федоров совместно проводили испытания нового американского прибора для измерения температуры и солености вод океана. Работы проводились в Тихом океане между островами Минданао (Филиппины) и Тимор. Прибор опускали на тросе в глубину вод.

Однажды исследователи обнаружили на регистраторе прибора необычную запись измерений. На глубине 135 м, там, где окончился перемешанный слой океана, температура должна была согласно существовавшим представлениям начать равномерно уменьшаться с глубиной. А прибор зарегистрировал ее повышение на 0,5 °С. Слой воды с такой повышенной температурой имел толщину около 10 м. Затем температура начала уменьшаться.

Вот что написал об этом примечательном наблюдении ученых доктор технических наук Н. В. Вершинский, руководитель лаборатории морских измерительных приборов Института океанологии АН СССР: «Чтобы понять удивление исследователей, надо сказать, что в любом курсе океанографии тех лет о распределении температуры в океане по вертикали можно было прочесть примерно следующее. Первоначально от поверхности вглубь идет верхний перемешанный слой. В этом слое температура воды практически остается неизменной. Толщина перемешанного слоя обычно составляет 60 – 100 м. Ветер, волны, турбулентность, течение все время перемешивают воду в поверхностном слое, благодаря чему ее температура и становится примерно одинаковой. Но возможности перемешивающих сил ограничены, на какой-то глубине их действие прекращается. При дальнейшем погружении температура воды резко уменьшается. Скачком!

Этот второй слой так и называется – слой скачка. Обычно он невелик и составляет всего 10–20 м. На протяжении этих немногих метров температура воды снижается на несколько градусов. Градиент температуры в слое скачка обычно составляет несколько десятых долей градуса на метр. Этот слой – удивительное явление, которому нет аналога в атмосфере. Он играет большую роль в физике и биологии моря, а также в человеческой деятельности, связанной с морем. Благодаря большому градиенту плотности в слое скачка собираются различные частицы взвеси, планктонные организмы и мальки рыб. Подводная лодка в нем может лежать, как на грунте. Поэтому иногда его называют слоем «жидкого грунта».

Слой скачка представляет собой своеобразный экран: через него плохо проходят сигналы эхолотов и гидролокаторов. Кстати сказать, он не остается всегда на одном месте. Слой перемещается вверх или вниз и иногда с довольно большой скоростью. Ниже слоя скачка располагается слой главного термоклина. В этом третьем слое температура воды продолжает уменьшаться, но не

так быстро, как в слое скачка, градиент температуры здесь составляет несколько сотых долей градуса на метр...

В течение двух дней исследователи несколько раз повторяли свои измерения. Результаты были схожи. Записи неопровержимо свидетельствовали о наличии в океане тонких прослоек воды протяженностью от 2 до 20 км, температура и соленость которых резко отличались от соседних. Толщина слоев от 2 до 40 м. Океан в этом районе напоминал слоеный пирог».

В 1969 г. английский ученый Вудс нашел элементы микроструктуры в Средиземном море около острова Мальта. Он сперва использовал для замеров двухметровую рейку, на которую укрепил десяток полупроводниковых датчиков температуры. Затем Вудс сконструировал автономный падающий зонд, который помог четко зафиксировать слоистую структуру полей температуры и солености воды.

А в 1971 г. слоистую структуру впервые обнаружили в Тиморском море и советские ученые на НИС «Дмитрий Менделеев». Затем во время плавания судна по Индийскому океану ученые находили элементы такой микроструктуры во многих районах.

Таким образом, как часто бывает в науке, применение новых приборов для измерения ранее многократно замеренных физических параметров привело к новым сенсационным открытиям.

Ранее температуру глубинных слоев океана замеряли ртутными термометрами в отдельных точках на разных глубинах. Из этих же точек при помощи батометров поднимали с глубины пробы воды для последующего определения в судовой лаборатории ее солености. Затем по результатам измерений в отдельных точках океанологи строили плавные кривые графиков изменения параметров воды с глубиной ниже слоя скачка.

Теперь новые приборы – малоинерционные зонды с полупроводниковыми датчиками – позволили измерить непрерывную зависимость температуры и солености воды от глубины погружения зонда. Их использование дало возможность уловить совсем небольшие изменения параметров водных масс при перемещении зонда по вертикали в пределах десятков сантиметров и фиксировать их изменения во времени за доли секунд.

Оказалось, что везде в океане вся водная масса от поверхности до больших глубин разделена на тонкие однородные слои. Разница в температуре между соседними горизонтальными слоями составляла несколько десятых градуса. Сами слои имеют толщину от десятков сантиметров до десятков метров. Самое поразительное было то, что при переходе из слоя в слой температура воды, ее соленость и плотность менялись резко, скачкообразно, а сами слои устойчиво существуют иногда несколько минут, а иногда несколько часов и даже суток. А в горизонтальном направлении такие слои с однородными параметрами простираются на расстояние до десятка километров.

Первые сообщения об открытии тонкой структуры океана не всеми учеными-океанологами были приняты спокойно и благожелательно. Многие ученые восприняли результаты измерений как случайность и недоразумение.

Действительно, было чему удивляться. Ведь вода во все века была символом подвижности, изменчивости, текучести. Тем более вода в океане, где структура ее чрезвычайно изменчива, волны, поверхностные и подводные течения все время перемешивают водные массы.

Почему же сохраняется такая устойчивая слоистость? Однозначного ответа на этот вопрос пока нет. Ясно одно: все эти замеры не игра случая, не химера – открыто нечто важное, играющее существенную роль в динамике океана. По мнению доктора географических наук А. А. Аксенова, не вполне ясны причины этого явления. Пока объясняют его так: по той или иной причине в толще воды возникают многочисленные довольно четкие границы, разделяющие слои с различной плотностью. На границе двух слоев различной плотности очень легко возникают внутренние волны, которые перемешивают воду. При разрушении внутренних волн возникают новые однородные слои и границы слоев образуются на иных глубинах. Этот процесс повторяется многократно, меняются глубина залегания и толщина слоев с резкими границами, но общий характер водной толщи остается неизменным.

Выявление тонкослойной структуры продолжалось. Советские ученые А. С. Монин, К. Н. Федоров, В. П. Швецов обнаружили, что и глубинные течения в открытом океане также имеют слоистую структуру. Течение остается постоянным в пределах слоя толщиной от 10 см до 10 м, затем его скорость скачкообразно меняется при переходе к соседнему слою и т. д. И тут ученые обнаружили «слоистый пирог».

Значительный вклад в изучение тонкой структуры океана сделали наши океанологи, исполь-

зую научное оборудование новых среднетоннажных специализированных НИС водоизмещением 2600 т, построенных в Финляндии.

Это НИС «Академик Борис Петров», принадлежащее Институту геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского АН СССР, «Академик Николай Страхов», работающее по планам Геологического института АН СССР, и принадлежащие Дальневосточному отделению АН СССР «Академик М. А. Лаврентьев», «Академик Опарин».

Эти суда получили имена видных советских ученых. Герой Социалистического Труда академик Борис Николаевич Петров (1913–1980) был крупнейшим ученым в области проблем управления, талантливым организатором космической науки и международного сотрудничества в этой области.

Так же закономерно появление имени академика Николая Михайловича Страхова (1900 – 1978) на борту корабля науки. Выдающийся советский геолог внес крупный вклад в изучение осадочных пород на дне океанов и морей.

Советский математик и механик академик Михаил Алексеевич Лаврентьев (1900–1979) получил широкую известность как крупный организатор науки в Сибири и на востоке СССР. Именно он стоял у истоков создания прославленного Академгородка в Новосибирске. В последние десятилетия исследования в институтах Сибирского отделения АН СССР приобрели такие масштабы, что теперь невозможно представить себе общую картину почти в любой области науки без учета работы сибирских ученых.

Из четырех НИС этой серии три (кроме НИС «Академик Опарин») строились для гидрофизических исследований водных масс океанов и морей, исследования океанского дна и слоев атмосферы, прилегающих к поверхности океана. Исходя из этих задач и спроектирован установленный на судах научно-исследовательский комплекс.

Важной составной частью этого комплекса являются погружаемые зонды. В носовой части главной палубы судов этой серии размещены гидрологическая и гидрохимическая лаборатории, а также так называемая «мокрая лаборатория». Научная аппаратура, размещенная в них, включает регистрирующие блоки погружаемых зондов с датчиками электропроводности, температуры и плотности. Причем конструкция гидрозонда предусматривает наличие на нем комплекта батометров для взятия проб воды с различных горизонтов.

На этих судах установлены не только глубоководные узколучевые исследовательские эхолоты, но и многолучевые.

Как рассказал известный исследователь Мирового океана доктор географических наук Глеб Борисович Удинцев, появление этих приборов – многолучевых эхолотов – следует оценить как революцию в деле изучения океанского дна. Ведь на протяжении многих лет наши суда оснащались эхолотами, измерявшими глубины при помощи одного луча, направленного с судна вниз по вертикали. Это позволяло получать двухмерное изображение рельефа океанского дна, его профиль по маршруту движения судна. Используя большой массив данных, собранный при помощи однолучевых эхолотов, до сих пор составлялись карты рельефа дна морей и океанов.

Однако построение карт по профилям дна, между которыми нужно было пролагать линии равных глубин – изобаты, зависело от умения картографа-геоморфолога или гидрографа создавать пространственное трехмерное изображение, базируясь на синтезе всей доступной геолого-геофизической информации. Понятно, что при этом карты рельефа океанского дна, служившие затем основой для всех других геологических и геофизических карт, содержали много субъективного, что особо проявлялось при их использовании для разработки гипотез происхождения дна морей и океанов.

Положение существенно изменилось с появлением многолучевых эхолотов. Они позволяют принимать отраженные дном звуковые сигналы, посланные эхолотом, в виде веера лучей; охватывающих полосу поверхности дна шириной, равной двум глубинам океана в точке измерения (до нескольких километров). Это не только намного повышает производительность исследований, но, что особенно важно для морской геологии, можно с помощью электронно-вычислительной техники тут же представлять трехмерное изображение рельефа на дисплее, а также графически. Таким образом, многолучевые эхолоты позволяют получать детальные батиметрические карты при сплошном площадном покрытии дна приборной съемкой, сводя долю субъективных представлений до минимума.

Первые же рейсы советских НИС, оснащенных многолучевыми эхолотами, сразу же показа-

ли преимущества новых приборов. Стало ясно их значение не только для выполнения фундаментальных работ по картографированию дна океанов, но и как средства активного управления исследовательскими работами в качестве приборов своего рода акустической навигации. Это дало возможность активно и с минимальными затратами времени выбирать места для геологических и геофизических станций, контролировать движение буксируемых над дном или по дну приборов, производить поиск морфологических объектов дна, например минимальных глубин над вершинами подводных гор, и т. п.

Особенно эффективным по реализации возможностей многолучевого эхолота был рейс НИС «Академик Николай Страхов», проведенный в период с 1 апреля по 5 августа 1988 г. в экваториальной Атлантике.

Исследования велись по полному комплексу геолого-геофизических работ, но главным было многолучевое эхолотирование. Для исследований был выбран экваториальный участок Срединно-Атлантического хребта в районе о. Сан-Паулу. Этот малоизученный район выделялся своей необычностью по сравнению с другими участками хребта: обнаруженные здесь магматические и осадочные породы неожиданно оказались необычайно древними. Предстояло выяснить, отличается ли этот участок хребта от других и по остальным своим характеристикам, а прежде всего – по рельефу. Но для решения этого вопроса необходимо было иметь чрезвычайно детальную картину подводного рельефа.

Такая задача и была поставлена перед экспедицией. В течение четырех месяцев велись исследования с интервалами между галсами не более 5 миль. Они охватили обширную область океана шириной с востока на запад до 700 миль и с севера на юг до 200 миль. В результате выполненных исследований стало очевидным, что экваториальный сегмент Срединно-Атлантического хребта, заключенный между разломами 4° на севере и о. Сан-Паулу на юге, действительно имеет аномальное строение. Обычные для остальных частей хребта (к северу и к югу от изучавшейся области) структура рельефа, отсутствие мощного осадочного покрова и характеристики магнитного поля пород оказались здесь характерными только для узкой осевой части сегмента шириной не более 60–80 миль, получившей название Петропавловского хребта.

А то, что считалось ранее склонами хребта, оказалось обширными плато с совершенно иным характером рельефа и магнитного поля, с мощным осадочным покровом. Так что, видимо, происхождение рельефа и геологическое строение плато являются совершенно иным, чем у Петропавловского хребта.

Значение полученных результатов может оказаться очень важным для разработки общих представлений о геологии дна Атлантического океана. Однако предстоит многое осмыслить и проверить. А для этого необходимы новые экспедиции, новые исследования.

Следует особо отметить оборудование для исследования водных масс, установленное на НИС «Арнольд Веймер» водоизмещением 2140 т. Это специализированное НИС построено финскими кораблями для АН ЭССР в 1984 г. и названо в честь видного государственного деятеля и ученого ЭССР президента АН ЭССР в 1959–1973 гг. Арнольда Веймера.

В числе судовых лабораторий – три физики моря (гидрохимическая, гидробиологическая, морской оптики), вычислительный центр и ряд других. Для проведения гидрофизических исследований на судне имеется комплект регистрирующих измерителей течения. Сигналы от них принимаются установленным на судне гидрофонным приемником и передаются в систему регистрации и обработки данных, а также записываются на магнитную ленту.

Для этой же цели служат свободно плавающие извещатели течения фирмы «Бентос» для регистрации значений параметров течения, сигналы от которых также принимаются судовым приемным устройством.

На судне установлена автоматизированная система отбора проб с различных горизонтов и замера гидрофизических и гидрохимических параметров с помощью исследовательских зондов с акустическими измерителями течения, датчиками содержания растворенного кислорода, концентрации водородных ионов (рН) и электропроводности.

Гидрохимическая лаборатория оснащена высокоточной аппаратурой, позволяющей проводить анализы проб морской воды и донных отложений на содержание микроэлементов. Для этой цели предназначены сложные и точные приборы: спектрофотометры различных систем (в том числе атомно-абсорбционный), флуоресцентный жидкостный хроматограф, полярографический анализатор, два автоматических химических анализатора и др.

У гидрохимической лаборатории расположена сквозная шахта в корпусе размером 600Х600 мм. Из нее можно забирать морскую воду из-под судна и производить спуск приборов в воду при неблагоприятных метеоусловиях, не позволяющих использовать в этих Целях палубные устройства.

В оптической лаборатории имеются два флуорометра, двухлучевой спектрофотометр, оптический многоканальный анализатор и программируемый многоканальный анализатор. Такое оборудование позволяет ученым проводить широкий спектр исследований, связанных с изучением оптических свойств морской воды.

В гидробиологической лаборатории, помимо стандартных микроскопов, есть планктонный микроскоп «Олимпус», специальное оборудование для проведения исследований с помощью радиоактивных изотопов: сцинтиляционный счетчик и анализатор частиц.

Особый интерес представляет судовая автоматизированная система регистрации и обработки собранных научных данных. В ВЦ размещена мини-ЭВМ венгерского производства. Эта ЭВМ двухпроцессорной системы, то есть решение задач и обработка экспериментальных данных производится в ЭВМ параллельно по двум программам.

Для автоматизированной регистрации собранных экспериментальных данных, поступающих от многочисленных приборов и устройств, на судне смонтированы две кабельные системы. Первая – радиальная кабельная сеть для передачи данных из лабораторий и мест проведения измерений на главный коммутационный пульт.

На пульте можно подсоединить линии измерения к любому контакту и вывести поступающие сигналы на любую судовую ЭВМ. Распределительные коробки этой линии установлены во всех лабораториях и на рабочих площадках у лебедек. Вторая кабельная сеть – резервная для подключения новых приборов и устройств, которые будут установлены на судне в будущем.

Прекрасная система, а ведь эта сравнительно мощная и разветвленная система сбора и обработки данных с помощью ЭВМ так удачно размещена на небольшом среднетоннажном НИС.

НИС «Арнольд Веймер» по составу научного оборудования и возможностям проведения многоплановых исследований является образцовым для среднетоннажного НИС. При его постройке и оснащении состав научного оборудования был тщательно продуман учеными АН ЭССР, что значительно повысило эффективность проведения исследовательских работ после ввода судна в эксплуатацию.

Глава V Космос и океан

*И вот уже в космическом пространстве
Друг друга окликают корабли.
Я думаю о гордом постоянстве,
О мужестве сынов моей Земли!*

Николай Рыленков

Спутник изучает океан

«Наука всегда продвигается вперед рывками. Ее передний край в каких-то точках разрывается узкими стрелами блестящих открытий, подчас далеко опережающих общий фронт научных поисков. «Точками роста» назвал их однажды выдающийся советский ученый А. Н. Несмеянов. По его мнению, эти «точки роста» проявляются там, где происходит взаимопроникновение наук.

Подобная картина наблюдается ныне на стыке наук об океане и космосе. Именно эти две среды стали теми природными лабораториями для постановки уникальных экспериментов и исследований, в ходе которых выявляются новые фундаментальные закономерности превращения материи, развития окружающей нас природы, воздействия Солнца, Луны, космических лучей на жизнь человека».

Эти слова президента АН СССР академика Г. И. Марчука объясняют, почему советские уче-

ные в последние годы делают упор на расширение использования космических объектов для изучения океана. Теперь к традиционным средствам изучения: НИС, буйковым станциям, морским платформам и пр. добавились искусственные спутники Земли (ИСЗ).

Первые два десятка космических снимков земной поверхности и океана были сделаны еще летчиком-космонавтом СССР Германом Степановичем Титовым во время его суточного орбитального полета на корабле «Восток-2» 6–7 августа 1961 г. В последующем серьезные исследования океана из космоса велись с использованием автоматических ИСЗ серии «Космос», «Интеркосмос» и «Метеор», с борта пилотируемых орбитальных станций «Салют».

Можно сказать, что сейчас формируется новая наука – космическая океанология, которая базируется на бурно развивающихся в последнее время дистанционных методах измерения океанологических параметров.

Использование в качестве носителей исследовательской аппаратуры дистанционного изучения океана ИСЗ позволяет поднять исследования на новую качественную ступень, обеспечив быстрый обзор значительных площадей акваторий океанов и морей, большую продолжительность исследований, их качественно новую степень масштабности по сравнению с исследованиями с борта НИС.

Немаловажное значение имеет относительная дешевизна получения информации об океане с борта ИСЗ (если расходы подсчитать на единицу исследуемой площади). Вместе с тем результаты использования ИСЗ для этих целей в нашей стране и в США свидетельствуют о принципиальной и практической возможности обеспечения необходимой точности измерения океанологических параметров.

Какие же параметры измеряют дистанционно с космической орбиты? В первую очередь фиксируется все, что касается глобальной топографии поверхности океанов и морей, состояния водной поверхности, морских течений, параметров и направления распространения волн, температуры водной поверхности и радиационного баланса на ней.

Ряд ученых высказывают вполне обоснованные предположения, что в недалеком будущем удастся, регистрируя из космоса определенные характеристики поверхности океана, получать представление и о его глубинных структурах, так как между ними существуют непосредственные связи (пока еще не вполне ясные и установленные).

Один из основоположников спутниковой океанологии в СССР академик АН УССР Б. А. Неллепо так охарактеризовал методы этого нового научного направления: «Методы космической океанографии в своей основе – это методы крупномасштабных исследований, позволяющие осуществить оперативный обзор обширных акваторий, дающие общее представление о динамике происходящих процессов и поверхностном слое океана, а также получать количественные оценки гидрофизических параметров в высокоградиентных (высококонтрастных) зонах».

Спутниковая океанология сейчас делает как бы первые шаги, но в ближайшие 20–25 лет она, вероятно, станет существенным источником сведений об океане. В первую очередь это касается измерений из космоса характеристик процессов, отражающихся на поверхности океана: температуры водной поверхности, топографии теплых и холодных поверхностных течений, крупномасштабных изменений уровня океана, характеристик морского волнения, концентрации в поверхностных слоях мельчайших водорослей – фитопланктона, характеристик поверхностных пленок различного происхождения.

Фиксация из космоса характеристик поверхностных пленок поможет не только контролировать степень загрязненности океанских вод, но и прогнозировать размещение перспективных районов промысла. Установлено, что в местах сосредоточения косяков рыбы на поверхности океана появляются поверхностно-активные пленки, изменяющие состав спектрального излучения морской поверхности. Следовательно, научившись надежно фиксировать и идентифицировать эти изменения, можно отработать методику определения мест скопления рыбы.

Вот еще характерный пример использования спутниковой океанологической информации по поверхностным характеристикам океанских вод. Установлено, что характер распределения и изменения температуры верхнего слоя океана во многом определяет изменения погоды. При этом, учитывая большую теплоемкость воды по сравнению с теплоемкостью воздуха, охлаждение всего на 0,1 °С двухсотметрового слоя морской воды может вызвать нагревание атмосферы над ним до 8 °С, что является очень значительным повышением.

В последние годы президентом АН СССР академиком Г. И. Марчуком была высказана гипотеза

теза о том, что формирование погоды над европейской частью СССР во многом зависит от состояния океана в так называемых «зонах влияния» Атлантического океана, расположенных у берегов Центральной Америки и юго-восточных берегов США. Важнейшей характеристикой этого состояния является отличие температуры верхнего слоя океана от средних обычных значений для данного периода года. Упрощая, можно сказать, что аномалии температурного режима в «зонах влияния» проявляются с запаздыванием в 5–6 месяцев в аномалиях погоды в районах, удаленных на тысячи километров от этих зон.

Например, считается, что памятное многим лето 1972 г. было необычайно знойным на европейской территории СССР из-за того, что температура воды в Северной Атлантике, включая Норвежское и Баренцево моря, поднялась выше нормы.

Идеи академика Г. И. Марчука о наличии в океане особых, более активных в своем взаимодействии с атмосферой районов уже получили развитие в советской национальной программе «Разрезы». Планируется, что экспедиционные исследования по программе, начатые в 1981 г., продолятся не менее 10 лет. В мировой практике такой объемной программы, видимо, еще не было. Теоретические разработки по исследованиям в энергоактивных зонах океана получают серьезное подтверждение по результатам первых лет выполнения программы «Разрезы». Ученые пришли к выводу, что следует постоянно измерять уровень океана со спутников. Располагая такими данными, возможно узнать и изменение теплосодержания океана – фактический запас тепла. В настоящее время ученые большинства стран изучают эту проблему, моделируют ее.

Значит, опять мы приходим к необходимости широкого использования ИСЗ для замера на огромных просторах океана полей температуры и аномалий уровня. Ряд ученых считают, что именно спутниковые наблюдения позволят собрать необходимые данные для разработки математических моделей, которые дадут возможность надежно просчитывать на мощных ЭВМ краткосрочные прогнозы погоды.

Для того чтобы показать, какая это непростая задача – проводить измерения физических параметров водных масс с ИСЗ, – расскажем о проблеме «скин-слоя».

Оказывается, что определенную дистанционно с борта ИСЗ с помощью инфракрасных радиометрических измерений температуру поверхности океана нельзя отождествлять с температурой однородного поверхностного слоя воды. Природа и здесь показала свою сложность и изощренность.

У поверхности океана почти всегда расположен так называемый холодный «скин-слой» толщиной несколько миллиметров. Натурные эксперименты показали, что перепад температуры 0,4–2,0 °С может быть сосредоточен в пределах 1 мм, и холодная пленка сохраняется при ветре до 10 м/с (до 5 баллов). Выяснилось, что, несмотря на многие причины, вызывающие разрушение «скин-слоя», восстановление его происходит сравнительно быстро.

Свойства «скин-слоя» довольно причудливы. Например, «скин-слой» в известном смысле оптически прозрачен для падающей солнечной радиации. А вот затраты на испарение и ряд других физических процессов «скин-слой» может изменять на 10–15 %. Выяснено, что температура «скин-слоя» существенно влияет на характеристики процессов взаимодействия океана и атмосферы.

Из всего этого вырисовывается вывод: необходимо проведение серьезных и длительных исследований, чтобы досконально изучить этот таинственный «скин-слой» и научиться однозначно определять температуру поверхностного слоя в океане, выяснив температуру «скин-слоя» по измерениям из космоса.

За последние годы изучение океана из космоса продвинулось существенно вперед. Запуск океанографических ИСЗ «Космос-1076» и «Космос-1151», запущенных соответственно 12 ноября 1979 г. и 23 января 1980 г., преследовал цель отработать методику определения температуры водной поверхности, интенсивности волнения и силы ветра, характеристик ледяного покрова, влажности атмосферы, интенсивности осадков, а также определения оптических характеристик водных масс по виду спектра излучения, отраженного от водной поверхности.

На одном из метеорологических ИСЗ «Метеор» установлено оптико-механическое сканирующее устройство, позволяющее наблюдать и фиксировать крупномасштабные вихри в атмосфере и океане, изменения их формы и направления движения, что необходимо знать для определения влияния системы океан – атмосфера на колебания погоды.

Спутниковые снимки шельфовых районов, для которых характерно существенное воздейст-

вие стока рек, используются для того, чтобы по контрастам фототона из-за различий в оптических характеристиках морских и речных вод определять концентрацию органических и минеральных взвесей, что прямо связано с уровнем биологической продуктивности этих водных акваторий.

Космические снимки помогли даже обнаружить древнее русло Волги. Оказалось, что, когда на месте Каспийского, Азовского и Черного морей, а также современного Предкавказья была акватория древнего моря, устье Волги располагалось севернее г. Грозного, столицы Чечено-Ингушской АССР. Постепенно река смещалась на восток. В далекие геологические времена, когда Каспийское море отделилось от Мирового океана, Волга несла свои воды в него с запада. С годами дельта Волги смещалась на север, а ее русло – на восток, пока они не заняли нынешнего положения. Космические снимки дали и практическую пользу, так как древнее русло Волги перспективно в части поиска пресных подземных вод. Наивно было бы думать, что использование для изучения океана ИСЗ может заменить работу многочисленных НИС. До этого еще очень далеко. В течение значительного периода времени НИС останутся основным и незаменимым научным инструментом в океанологии. Тем более нужны будут суда космической службы для управления полетами спутников.

Более 20 лет назад во многих зарубежных газетах были напечатаны сенсационные сообщения о появлении на просторах Атлантического океана нового необычного советского судна с тремя огромными шарами, установленными на надстройках.

Некоторые недобросовестные иностранные журналисты опубликовали небывлицы, в которых пугали обывателей появлением в океане сверхсекретного советского судна-«шпиона». Однако у лжи оказалась короткая жизнь. Вскоре действительность разоблачила антисоветские измышления наших недругов.

Во время стоянок в иностранных портах на новом НИС АН СССР «Космонавт Владимир Комаров» (так называлось «таинственное» судно с шарами) побывали тысячи посетителей. Им была предоставлена возможность познакомиться с судном и оборудованием, а также дана исчерпывающая информация о его назначении. В частности, любознательные посетители убедились, что загадочные шары служат всего лишь прикрытием от непогоды зеркал антенн, направленных в космическое пространство.

Сейчас к судам космической службы АН СССР, регулярно посещающим для пополнения судовых запасов и отдыха экипажей многие порты мира, уже привыкли, и их необычный облик не вызывает ненужных кривотолков.

НИС космической службы – детища космического века. Они выполняют роль измерительных пунктов, предназначенных для контроля и управления полетом спутников и межпланетных станций. Наша страна велика и необъятна. Но даже обширной территории нашей страны недостаточно, чтобы обеспечить непрерывный контроль за космическими полетами. Для этого необходимо разместить измерительные пункты за пределами нашей Родины.

Эту роль выполняют суда космической службы – подвижные измерительные пункты. Их главное преимущество перед наземными пунктами – возможность перехода в любую точку Мирового океана, наиболее выгодную для обеспечения контроля и управления полетом. 14 июля 1971 г. явилось знаменательным днем в истории свершения советской космической программы. В этот день был поднят Государственный флаг СССР на флагмане научного флота космической службы, самом крупном НИС в мире «Космонавт Юрий Гагарин».

При разработке проекта этого НИС в его основу конструкторы положили корпус и ЭУ серийного танкера, неплохо зарекомендовавшего себя в эксплуатации. Постройка судна началась на стапеле одного из ленинградских судостроительных заводов в марте 1969 г., и уже в октябре того же года судно спустили на воду.

Строительство продолжалось немногим более двух лет, а 16 июля 1971 г. судно ушло из Ленинграда в порт приписки Одессу. В декабре того же года НИС вышло в свой первый длительный экспедиционный рейс в Атлантический океан.

По своим размерам (длина 232 м), конструкции, оснащению космическими системами и исследовательским возможностям судно не имеет себе равных в мире.

Комплекс космического научно-технического оборудования, установленный на судне, обеспечивает одновременную работу с двумя космическими объектами и способен передавать на них команды, производить траекторные измерения, принимать телеметрическую, научную информацию и телевизионные изображения, обеспечивать двухстороннюю телефонно-телеграфную связь с

космонавтами.

Для управления космическими объектами судно оборудовано уникальной системой приема и передачи радиосигналов. Основу ее составляют остронаправленные приемные и передающие антенны, мощные радиопередатчики и высокочувствительные радиоприемники со входными параболическими усилителями, охлаждаемыми жидким азотом.

Характерной архитектурной деталью внешнего облика судна являются четыре главные параболические антенны, установленные на мощных барбетах.

Если считать от носа, то вторая, третья и четвертая главные антенны входят в состав космической командно-измерительной системы. Через них ведется передача и прием радиосигналов в различных диапазонах радиоволн. Третья и четвертая антенны имеют диаметр зеркал 25 м, а вторая – 12 м. Носовая первая 12-метровая антенна предназначена для связи через спутники-ретрансляторы «Молния» с Центром управления космическими полетами.

Система управления антеннами обеспечивает автоматическое сопровождение космических объектов по приходящим радиосигналам и наведение по заранее рассчитанной программе. Система так надежно спроектирована, что может работать при штормовом ветре до 9 баллов и сильном волнении моря.

Все параболические антенны снабжены трехосной системой стабилизации, компенсирующей качку корабля. Эта система учитывает даже прогиб корпуса судна да волнение. Углы изгиба корпуса в диаметральной плоскости ватерлинии (с точностью до 40 угловых секунд) поступают в систему стабилизации от специальных датчиков. Вот какая необходима точность, чтобы обеспечить надежную связь с космическими объектами.

Обычно измерение деформации судового корпуса производит луч света или даже луч лазера. Для этого в подпалубном пространстве прокладывают трубу – световой канал. Если изгиба корпуса нет, то луч в конце светового канала попадает в центр мишени из светочувствительных элементов. При изгибе корпуса на волнении луч смещается от центра мишени, и за счет этого сигнал, пропорциональный смещению луча, поступает в систему стабилизации и управления антеннами.

Система крепления, управления и стабилизации антенн, установленная на судне, уникальна. Ведь масса 25-метровой антенны составляет 240 т, а 12-метровой – 180 т. Да и площадь антенн велика. Четыре главных параболических зеркала антенн имеют общую площадь 1220 м², так что при развороте их на борт (что является характерным положением при начале сеанса связи с космосом) они обладают значительной парусностью и воспринимают большие ветровые нагрузки.

Само наличие на палубе и надстройках таких крупных антенных устройств, которых не имеет ни одно НИС в мире, поставило перед конструкторами сложную задачу по обеспечению устойчивости судна. Ведь масса четырех главных космических антенн вместе с фундаментами составляет 1000 т, и размещены они на уровнях, высота которых от ватерлинии равна высоте 5- и 8-этажного дома. А центры тяжести больших зеркал антенн находятся на высоте от ватерлинии, соответствующей высоте 12-этажного дома. Но конструкторы отлично справились со своей задачей: устойчивость НИС «Космонавт Юрий Гагарин» позволяет ему плавать при самом бурном состоянии моря.

С помощью автоматизированного комплекса системы местоопределения удастся надежно привязать к географическим координатам точки в Мировом океане, в которых проводятся сеансы связи с космическими объектами. Данные астрономических наблюдений в виде радиооптических сигналов автоматически вводятся в ЭВМ. Туда же поступают преобразованные сигналы от навигационных спутников. Гироскопические приборы с точностью до нескольких угловых минут передают в ЭВМ сведения о курсе судна, бортовой и килевой качке и рыскании. Скорость судна относительно воды и морского дна замеряется индукционными и гидроакустическими лагами. Специальные приборы измеряют скорость перемещения судна при качке на волнении, что необходимо для учета поправок при траекторных измерениях скорости космических аппаратов. ЭВМ, обрабатывая все поступившие данные, вырабатывает и выдает текущие координаты места судна. Только при учете всех перечисленных величин возможно достичь точности определения места судна в океане, необходимой для обеспечения устойчивой связи с ИСЗ и межпланетными станциями.

В последующие годы строительство новых судов космической службы продолжалось. В 1977–1979 гг. вошла в состав флота космической службы серия малых судов: «Космонавт Владислав Волков», «Космонавт Георгин Добровольский», «Космонавт Виктор Пацаев», «Космонавт

Павел Беляев». Как видим, эти суда названы в память погибших космонавтов.

Вообще-то эти суда водоизмещением 8950 т совсем не малые. А названы они так потому, что перед ними поставлены более ограниченные задачи, чем перед судами, о которых рассказано ранее. Ясно одно: значение всех судов космической службы в обеспечении советской космической программы исключительно велико.

Вполне понятно, что управлять работой ИСЗ совсем не просто, для этого необходимы солидные технические средства не только на материке, но и в океане. Но с получением на Земле спутниковой океанологической информации трудности с ее использованием только начинаются. Очень сложно эту информацию правильно расшифровать, нелегко научиться однозначно ее прочитывать.

В связи с этим дважды Герой Советского Союза космонавт Георгий Михайлович Гречко привел любопытный пример: «Когда снимок акватории у Фолклендских (Мальвинских) островов (сделанный им с борта станции «Салют-6» в 1978 г.) впервые обсуждался в одном из институтов, то произошел следующий разговор между специалистами. Один из них, указывая на светло-зеленое пятно, заявил, что это, безусловно, планктон и там могут находиться косяки рыб.

Другой сказал, что на фото изображена область распространения синезеленых водорослей, которые рыба не ест, а потому никакого скопления жаброхвостых там быть не может.

Третий выразил уверенность, что это область особого рода волнения воды, которая с космической высоты воспринимается как зеленая, а на самом деле ничем не отличается от соседних. Три разных мнения, и такие противоречивые. Только реальные сведения, добытые непосредственно на местности, помогли бы разрешить этот спор или сделать его вообще ненужным. Вывод: без взаимодействия с надводными и подводными исследованиями эффективность космических экспериментов в области океанологии едва ли может быть высокой».

Поэтому так важна работа на контрольно-калибровочных полигонах, где отрабатывается методика дистанционного зондирования и идентификации физических образований в океане и их параметров. На таких полигонах одновременно производится замер океанологических параметров со спутников, самолетов, НИС. Затем полученные данные сравниваются, изучаются и расшифровываются космические снимки, сделанные с ИСЗ, определяются погрешности спутниковой аппаратуры и точность замеров океанологических параметров.

Примером таких полигонных исследований является проведенный в нашей стране осенью 1983 г. эксперимент «Интеркосмос – Черное море». В ходе эксперимента наблюдения за водной поверхностью велись одновременно с автоматического ИСЗ «Метеор», с орбитальной станции «Салют-7», с борта самолета-лаборатории Ан-30, НИС «Профессор Колесников» и «Комета-637», со стационарной океанологической платформы.

В августе 1984 г. подобный эксперимент был повторен, причем отрабатывались именно методические задачи по дистанционному определению характеристик водной поверхности. Съёмки отдельных участков акватории вновь велись одновременно со станции «Салют-7», специализированного геофизического спутника «Космос-1500», самолетов-лабораторий, с борта НИС «Михаил Ломоносов» и «Профессор Колесников». Это был международный эксперимент, в подготовке и проведении которого наряду с учеными СССР приняли участие специалисты Болгарии, ГДР, Польши.

Впервые в отечественной практике подобные крупномасштабные и долговременные эксперименты были проведены с участием ИСЗ «Космос-1500», «Космос-1602», «Интеркосмос-20», «Интеркосмос-21», орбитальной станции «Салют-7» и целой группы НИС. Целью эксперимента было создание научно-технических основ глобальной системы наблюдения и контроля за состоянием океана в интересах службы погоды, а также в интересах промыслового и торгового флота СССР.

Во время комплексной съёмки Каспийского моря в августе 1986 г. подобные подспутниковые исследования проведены в районе специального полигона на границе Северного и Среднего Каспия. Впервые на Каспийском море с борта НИС «Акватория» осуществлялись синхронные наблюдения совместно со спутником «Метеор», самолетом-лабораторией Ту-134, оснащенным сканером высокого разрешения.

В июле 1987 г. океанологические съёмки на Каспийском полигоне были повторены, причем к ним подключились орбитальная станция «Мир», самолеты-лаборатории Ту-134 и Ан-30, вертолет Ми-8, а также информационные системы ИСЗ серий NOAA, «Метеор», «Ресурс».

Проведение комплекса океанологических наблюдений на разных высотных уровнях позволило продвинуть вперед отработку методики использования дистанционных спутниковых измерений для исследования поверхностного слоя моря. Безусловно, работы на подспутниковых полигонах с участием в первую очередь НИС будут проводиться интенсивно и впредь.

Почему космонавты видят подводный рельеф в океанских глубинах?

Возможности космической океанологии поистине неисчерпаемы. И неожиданностей для ученых в этом новом деле встретилось немало.

В июне 1978 г. с борта космического корабля «Салют-6» советский космонавт В. В. Коваленок усмотрел из космоса отрезок Срединно-Атлантического хребта, вершины которого находятся на глубинах более 1000 м. А в 1979 г. также с «Салюта-6» космонавты В. А. Ляхов и В. В. Рюмин наблюдали участок подводного хребта к юго-западу от Гавайских островов. Вот рассказ об этом космонавта Г. Т. Берегозого: «Шел очередной сеанс связи с экипажем научной станции «Салют-6». Космонавты В. Ляхов и В. Рюмин вели визуальные наблюдения над Тихим океаном, и вдруг слышим:

– «Заря», сообщите океанологам – видим участок подводного хребта.

– Принято, – ответила Земля. И через минуту:

– Уточните район, «Протоны». Океанологи не верят, считают, что этого не может быть. Вам не померещилось?

– Да нет, не померещилось. Ясно видим оба. Район юго-западнее Гавайских островов».

Как убедились на Земле, в этом районе действительно под водой простиралась горная цепь. Но ведь она на глубине сотен метров. А по законам физики толща воды более 100 м совершенно непрозрачна. Как могли «Протоны» заглянуть невооруженным глазом на такую глубину? Было от чего прийти в недоумение ученым.

В мае – июне 1980 г. подводный рельеф дна океана наблюдали с «Салюта-6» Л. И. Попов и В. В. Рюмин. В мае 1980 г. в юго-восточной части Атлантического океана они увидели бирюзовое пятно диаметром 30–40 км. Координаты и размеры пятна практически совпадали с координатами и размерами подводной горы Юинг. 27 июня космонавты дважды наблюдали рельеф дна Тихого океана. Космонавты рассказывали, что воспринимали подводные горные хребты как образы гор, а не как изменение оптических характеристик воды. Хребты выглядят из космоса так, будто их неровно покрасили в землисто-серый или бирюзовый цвет. Космонавты безошибочно отличали их от пятен планктона или взвеси в океане.

Как же можно объяснить этот физический феномен? Визуальное обнаружение из космоса элементов рельефа дна шельфовых районов моря объясняется однозначно. Ученые пришли к выводу, что атмосфера как бы отфильтровывает многократные отражения световых волн, которые «запутывают» общую картину, превращая видимые предметы в невидимые. Схематически это происходит следующим образом. Луч солнца, достигнув дна, отражается от него и возвращается на приемник излучения с небольшой, но вполне достаточной интенсивностью, а все попутные многократные отражения поглощаются атмосферой.

Данное крупное открытие в атмосферной оптике позволило создать метод исследования водных масс и топографии дна озер, рек, морского и океанского шельфа.

С его помощью, например, сквозь толщу морских вод удалось разглядеть на дне шельфовых областей погребенные русла древних рек, древние дельты, где тысячелетиями по крупинкам скапливались полезные ископаемые, выносимые течениями.

В связи с обнаружением космонавтами объектов в толще вод океанов на глубинах более 1000 м академик Г. И. Марчук высказал гипотезу. Если бы морская вода не давала многократного рассеяния солнечных лучей, то тогда освещение доходило бы до дна, отражалось бы и попадало в глаза космонавта или в объектив фотоаппарата. Но вода – среда оптически мутная, и в ней свет идет не только в прямом направлении, но и многократно рассеивается. Наблюдатель же, смотрящий в воду непосредственно с поверхности, воспринимает рассеянный свет. Из-за этого предметы на глубине более 40 м даже в чистой воде практически не видны.

На Байкале, где вода особенно чистая, уже с самолета глубина видимости предметов увеличивается до 150–200 м в зависимости от высоты полета. Не исключено, что из космоса при хорошем освещении и при наблюдении под определенным углом можно увидеть предметы на глубине

700 или 1000 м. И это действительно установили космонавты. В чем дело? Атмосфера играет роль фильтра, и чем толще ее слой, через который проходят рассеянные лучи, тем эффективнее этот фильтр. Он пропускает только однократно отраженные световые волны. Впрочем, это лишь гипотеза.

Академик АН УССР Б. А. Нелепо по поводу этого космического феномена высказывает предположение, что именно на подводных хребтах рождаются так называемые внутренние волны, которые изменяют распределение оптических характеристик воды. Видимо, космонавты наблюдают отражение этих процессов на поверхности океана, а считают, что видят сами хребты.

Но если взаимосвязи видимого и фактически существующего будут точно определены, то открывается возможность изучения рельефа дна океана путем фиксирования изменений оптических характеристик воды над элементами рельефа дна.

И еще одно возможное объяснение этого феномена. Если на дне океана залегают более тяжелые породы, то водная масса притягивается сильнее и водная поверхность как бы прогибается в сторону этих тяжелых пород. Определено, что впадинам океанского дна (где располагаются, как правило, тяжелые породы) соответствуют поверхностные водные впадины. Может быть, это явление и объясняет изменение оптических свойств водной поверхности над подводными хребтами. А в итоге появляется возможность наблюдения их с орбиты.

Известный советский географ В. И. Магидович высказывает по этому поводу еще одну гипотезу. Космонавты видели не самые подводные поднятия, а их изображения, созданные планктоном или взвешенными в воде частицами, на расположение которых оказывает воздействие рельеф дна.

По мнению доктора технических наук профессора А. И. Лазарева, лучше всего наблюдать дно морей и океанов, когда контраст между яркостью дна и океана максимальный, а он, как известно, зависит от условий освещения, наблюдения и от прозрачности морской воды. Анализ условий показывает, что глубина, на которой возможны наблюдения рельефа дна, существенно зависит от высоты, с которой ведутся наблюдения. Этот неожиданный эффект связан с тем, что в элемент разрешения зрительной системы наблюдателя попадает и прямое излучение от дна, и то, которое рассеивается толщей воды. Таким образом, космонавты могут фактически видеть подводные горы при определенном, особом сочетании условий их освещения и наблюдения из космоса.

Как видим, гипотез и предложений по поводу феномена много, но истина не раскрыта.

Глава VI Все ли тайны океана раскрыты!

*Друзья мои, где вы сейчас,
Узнать я не могу.
Давненько что-то не встречал
Я вас на берегу.
Но от разлук и непогод
Есть песни и баян.
Уходит флот, Советский флот
Работать в океан.
Игорь Смирнов*

Океан – акустическое королевство кривых зеркал

Именно так назвал океан наш виднейший гидроакустик академик Л. М. Бреховских в одной из своих статей. И в этом метком определении заложен глубокий смысл. Вспомним, во-первых, что только звуковые волны в отличие от любых электромагнитных колебаний могут распространяться в океане на большие расстояния. Даже всежигающий мощный луч оптического лазера в водной среде способен пройти всего лишь сотни метров. Но почему королевство кривых зеркал? Дело в том, что искривление направления распространения звуковых колебаний в водной среде связано с ее неоднородностью. Мы уже познакомились ранее с различными видами неоднородно-

стей в океане. Океан – это слоеный пирог, где каждый слой характеризуется своей температурой, плотностью и соленостью, следовательно, и скорость распространения звука в каждом слое будет различной.

Искривления траектории распространения звуковой волны в океане объясняются общим законом природы: волны в любых средах уходят из зон с повышенной скоростью распространения и стремятся в зоны с меньшей скоростью.

Именно действием этого всеобщего закона объясняется возникновение такого природного явления, как подводный звуковой канал (ПЗК), открытый в 1946 г. советскими и американскими учеными независимо друг от друга. Оказалось, что звуковые колебания способны распространяться в океане на расстояния более 11 000 миль от одного континента до другого, пересекая океаны.

В 1951 г. советские ученые Л. М. Бреховских (ныне академик), доктор технических наук Л. Д. Розенберг, Б. Н. Карлов и Н. И. Сигачев были удостоены за это открытие Государственной премии СССР 1-й степени.

ПЗК возникает тогда, когда скорость звука с глубиной сперва уменьшается, а затем по ряду причин снова возрастает. Только в этом случае звуковые волны не достигают дна, где при отражении рассеиваются, а движутся как бы в определенном канале с минимальной потерей энергии. (Отражение звуковых колебаний от поверхности воды не влияет на дальность их распространения, так как происходит без потерь звуковой энергии.)

Обычно рост скорости звука с глубиной вызван уменьшением сжимаемости воды. Правда, одновременно растет плотность воды, что вызывает уменьшение скорости (она обратно пропорциональна корню квадратному из произведения сжимаемости среды на ее плотность). ПЗК и возникает именно тогда, когда с глубиной влияние уменьшения сжимаемости превысит воздействие роста плотности.

Оказалось, что ПЗК существует в любом море и океане, в районах, где глубины достаточно велики. Правда, ось ПЗК (слой воды, где скорость звука минимальна) находится на различных глубинах. В Арктике она поднята к поверхности, в центральной Атлантике – погружена на глубину более 1000 м. Возможен и двухосевой ПЗК. Это значит, что в данном районе океана имеются два слоя, где скорость звука минимальна.

Академик Л. М. Бреховских считает, что возможности ПЗК далеко еще не использованы. В настоящее время ученые думают применить его для создания системы акустической томографии (в переводе с латинского – «последовательного описания») океана, позволяющей осуществлять непрерывное наблюдение за состоянием водных масс и их движением сразу на огромных акваториях океана (площадью до 1 млн. км²). Акустическая томография океана, позволяющая контролировать процессы в толще океана, будет весьма удачно дополнять космическую систему наблюдения океана. Последняя использует электромагнитные волны различных диапазонов, которые дают нужную информацию с поверхности океана, но не проникают в толщу вод.

Известно также, что в космосе из-за вакуума звуковые волны не распространяются, но зато там прекрасные условия для электромагнитных волн. Поэтому исследователи, изучающие Землю из космоса, используют электромагнитные волны, а океанологи исследуют океан с помощью акустических волн. И вот возникает любопытнейшая научная идея: а что если создать специальные преобразователи электромагнитных волн в акустические? Ведь тогда с помощью космонавтов или автоматических орбитальных спутников мы бы смогли достаточно точно прощупывать не только атмосферу, но и глубины океана.

Современная акустика океана – это передовые рубежи океанологии. С ее возможностями познакомимся на одном характерном примере. Широкое использование акустических эхолотов привело к нередкой регистрации «дна-призрака». В этих случаях регистраторы эхолотов отмечали дно на глубине 400–600 м, а при опускании обычного лота-груза на тресе глубина в этих местах оказывалась равной нескольким километрам.

Более тщательное наблюдение за «дном-призраком» выявило, что оно меняет свое положение: утром опускается на глубину, а вечером поднимается к поверхности воды. Ясно было, что эхолот отмечал какой-то перемещающийся объект, видимо, относящийся к живой природе.

После проведения отловов в этих перемещающихся слоях ученые обнаружили там скопления зоопланктона.

Этим дело полностью не прояснилось. Акустики рассчитали, что фактическая концентрация в океане зоопланктона не могла вызвать наблюдаемый звукорассеивающий эффект. Они предло-

жили гидробиологам поискать более крупные объекты. И эти объекты были найдены – ими оказались небольшие рыбы и ракообразные длиной до 10–12 см.

Тогда ученые выдвинули новую гипотезу: причиной появления «дна-призрака» явилось рассеивание звуковых колебаний плавательными пузырями рыб. Физики давно уже знали, что небольшие газовые полости являются акустическими резонаторами, которые сильно рассеивают звуковые колебания определенной для каждой полости частоты. Значит, если частота звука, излучаемая эхолотом, была близка к резонансной частоте плавательных пузырей, то последние начинали резонировать и создавать сильное рассеянное поле.

Оказалось, что даже одна-две рыбки в объеме 1000 м³уже дают эффект рассеяния, близкий к фактически наблюдаемому в океане. Дальнейшие углубленные исследования показали, что рассеивающий эффект возникает и от рыб, и от скоплений зоопланктона. Только последний дает значительный эффект при более высоких излучаемых акустическими приборами частотах.

Значит, звукорассеивающий слой («дно-призрак») состоит из совокупности мелких рыб, зоопланктона и некоторых других представителей океанской фауны.

Ученые разобрались и с причиной вертикальных перемещений этого слоя. С наступлением ночи зоопланктон поднимается вверх, чтобы кормиться и поедать фитопланктон, находящийся только в поверхностных слоях. Рыбы, естественно, следуют за зоопланктоном, так как это уже их пища.

Утром зоопланктон опускается в глубины, где ниже температура воды, и все процессы жизнедеятельности замедляются. Так мудрая природа осуществляет экономию энергии в живых системах. То же можно сказать и по поводу рыбок – второй составляющей содержимого звукорассеивающего слоя.

Гидроакустики нашли практическое применение этому эффекту звукорассеивания. Оказалось, что анализ частот звуковых колебаний, рассеиваемых на том или ином конкретном слое «дна-призрака», позволяет определить качественный состав биоты звукорассеивающего слоя. Такой способ более эффективен, чем простой отлов. Во-первых, такие измерения можно делать на ходу судна. Во-вторых, эффективность траления обычно мала – до 90 % рыбы из данного слоя воды может избежать попадания в трал. И конечно, не нужны затраты времени и усилий на траления, необходимо только обеспечить работу излучателя.

Ясно одно – применение гидроакустики для нужд гидробиологии, а затем и в чисто практических целях будет возрастать. Ведь биологические объекты звукорассеивающего слоя – это пища для более крупных рыб. Значит, появляется возможность оценивать наличие и вид кормовой базы для рыбных стад.

Изучение акустики океана потребовало создания соответствующих технических средств – специально приспособленных для этого судов. Первыми советскими НИС, хорошо оснащенными акустической техникой, были «Сергей Вавилов» и «Петр Лебедев», принадлежавшие Акустическому институту АН СССР и названные в честь видных советского и русского физиков. Эти корабли науки были созданы путем переоборудования сухогрузных судов финской постройки водоизмещением 4600 т. Разработка проекта и переоборудование явились результатом настойчивых усилий ученых лаборатории акустических методов исследования океана Акустического института АН СССР и Отдела морских экспедиционных работ АН СССР.

Каждое судно имело пять лабораторий: гидроакустики, электроники, гидрологии, гидробиологии, гидрохимии. Суда были хорошо оборудованы необходимыми научными приборами, установками, аппаратурой. Вместе с тем научный комплекс судна не представлял просто набора отдельных лабораторий, а являлся единой связанной системой. Вся информация, собранная во время любого производимого эксперимента, стекалась в центральную лабораторию, где регистрировалась и анализировалась. «Сергей Вавилов» был первым советским НИС, на борту которого установили ЭВМ.

Суда вышли в свой первый атлантический рейс в декабре 1960 г. Оба судна обычно работали в океане одновременно в параллельно расположенных районах. Благодаря этому осуществлялись синхронные наблюдения за сложными гидрофизическими явлениями, происходившими в поверхностном слое океана и на глубине.

Помимо акустических исследований, которые являлись основными, главными для этих судов, с их борта проводились планомерные площадные съемки рельефа дна Атлантического океана, геологические исследования с помощью акустической аппаратуры и подводных телевизоров.

Суда были приспособлены для проведения глубоководного траления, что позволило в малоисследованных районах выловить интересные и почти неизученные экземпляры глубоководной фауны.

Безусловно, главным было проведение в период экспедиционных рейсов разнообразных гидрофизических исследований, измерение параметров волнения поверхности океана и приповерхностного слоя, изучение внутренних волн, измерение температурных полей водных масс.

Особую ценность представили проведенные акустические исследования. Ученые измеряли шумы океана в широком диапазоне частот при различных состояниях его поверхности в разных метеословиях.

Обычно на этих судах работали одновременно несколько акустических отрядов, каждый из которых изучал отдельную важную проблему акустики океана. Так, одной группой изучались законы отражения звука от дна, а другой – распространение звука в толще вод, третья группа изучала характеристики звукорассеивающих слоев и т. д.

Результаты акустических исследований, проведенных на этих судах в 60 – 70-х гг., были обобщены в коллективной монографии «Акустика океана», выпущенной из печати в 1974 г. и через несколько лет удостоенной Государственной премии СССР.

Проходят годы, славные имена кораблей науки не исчезают, а передаются новым, более совершенным судам. Именно поэтому новое НИС для комплексных гидрофизических исследований, которое вступило в строй в феврале 1988 г., названо вновь именем выдающегося советского физика президента АН СССР в 1945–1951 гг. академика Сергея Ивановича Вавилова.

Второе подобное НИС, также вошедшее в строй в 1988 г., названо «Академик Иоффе». Имя Героя Социалистического Труда академика Абрама Федоровича Иоффе широко известно в СССР и за рубежом. Его помнят как видного советского физика и крупного организатора науки. Важнейшей заслугой академика А. Ф. Иоффе явилось создание школы физиков, из которой вышли основоположники советской атомной науки и техники академики А. П. Александров, Л. А. Арцимович, П. Л. Капица, И. К. Кикоин, И. В. Курчатов и многие другие.

Оба судна построили на верфи «Холлминг» в г. Раума (Финляндия). При составлении проекта новых судов за основу взят корпус НИС «Академик Мстислав Келдыш». Помимо комплексных гидрофизических исследований, на них будут проводиться исследования рельефа морского дна, определение характеристик осадочных пород и излучения поверхности моря, а также некоторые гидрохимические и гидробиологические исследования.

При создании научного комплекса новых судов использован в полной мере опыт работы в океане НИС «Академик Мстислав Келдыш». Фактически новый научный комплекс воплощает в себе развитие и совершенствование идей, принципов и методов научных исследований, заложенных в основу научного комплекса НИС «Академик Мстислав Келдыш».

Следует отметить, что постройка этих судов явилась еще одним примером тесной кооперации финских судостроителей с советскими предприятиями. На судах установлено немало советского оборудования, включая главные двигатели, вспомогательные котлы, опреснительные установки, сепараторы топлива и масла, ряд насосов, шпильки, радионавигационные приборы, камбузное оборудование и оборудование прачечной.

Научный комплекс НИС «Академик Сергей Вавилов» включает 13 стационарных и три съемные контейнерные лаборатории. В числе стационарных лабораторий метеорологическая, космических исследований, радиолокационного зондирования, лазерного и акустического зондирования, промерная, глубоководных систем, гидрологическо-гидрохимическая, метрологическая, мокрая, шумов океана, наладки буев и телеметрических измерений, а также ряд других. Только простой перечень лабораторий уже дает представление о широком спектре исследований, которые будут проводиться на новых судах.

В корпусе судна устроена шахта диаметром 2,5 м для проведения гидрофизических исследований с помощью опускаемой за борт аппаратуры при волнении моря до 5–6 баллов, когда использование исследовательских лебедок на верхней палубе для этой цели затруднено. И здесь предусмотрено максимальное облегчение труда ученых: научная аппаратура массой до 100 кг опускается в шахту и поднимается наверх при помощи опускаемой платформы и специальной лебедки. Шахта начинается на главной палубе и продолжается до днища.

Предусмотрена установка радиоизмерительной аппаратуры на двух гиросtabilизированных платформах, что позволит проводить особо точные измерения, исключив искажение их результа-

тов за счет качки и рыскания судна.

На судне многое предусмотрено для обеспечения проведения исследовательских работ по акустике океана на самом высоком уровне. Так, установлен специальный звукоизолированный дизельгенератор мощностью 200 кВт. Последний предназначен для подачи электропитания на навигационные и исследовательские приборы и устройства, а также в ВЦ при проведении высокоточных акустических измерений. Наличие такого звукоизолированного источника электроэнергии позволит проводить акустические исследования при минимальном шумовом фоне, что резко повысит их точность и информативность.

И действительно уникальным является судовой парусно-моторный бот метрологического обеспечения для проведения особо точных акустических измерений и снятия круговой диаграммы собственных шумов судна.

Бот небольшой, но он снабжен системой спутниковой навигации, на нем установлена малогабаритная лебедка с кабелем почти нейтральной плавучести (для опускания гидрофонов) длиной полкилометра. Для исключения влияния на измерения шумов от работы дизельного двигателя бота на нем можно поднять откидную мачту и двигаться под парусом.

Судовая система сбора, регистрации и обработки научной информации является дальнейшим развитием системы, установленной на НИС «Академик Мстислав Келдыш». Если на последнем ее центр и основа – две мини-ЭВМ, то на НИС «Академик Сергей Вавилов» в ВЦ установлены три главные ЭВМ: первая – для быстрой регистрации данных с подключенным к ней матричным процессором, вторая – для медленной регистрации данных и третья – для обработки данных.

Главной задачей ЭВМ быстрой регистрации информации является прием по специальным кабельным линиям аналоговых сигналов, характеризующих быстротекущие процессы, в основном акустические и оптические сигналы. Затем в ЭВМ эти сигналы с помощью аналого-цифровых преобразователей трансформируются в цифровую форму и уплотняются в матричном процессоре. Следующим этапом является регистрация преобразованных сигналов на дисковых носителях информации и перезапись собранных научных данных с них на магнитные ленты.

Эта ЭВМ снабжена вводными и выводными печатающими устройствами и терминалом на ЭЛТ. Важным элементом ЭВМ является графопостроитель, предназначенный для автоматического построения и вычерчивания графиков по накопленным геофизическим натурным данным согласно разработанным для ЭВМ специальным программам.

ЭВМ медленной регистрации данных и ЭВМ обработки данных одинаковы по типу и мощности. Главной задачей первой является прием по отдельным кабельным линиям научной информации из лабораторий и непосредственно от измерительной аппаратуры, в том числе и поступающих в систему в реальном масштабе времени через лабораторные микро-ЭВМ.

Основная часть научной информации, поступающая в эту ЭВМ, включает сведения об окружающей среде и существующих в момент измерения параметров водных масс и атмосферы условиях. Туда поступают сведения от навигационной системы о местонахождении судна, о его скорости и курсе. От автоматической метеостанции регулярно поступают сведения о параметрах погоды, от исследовательских эхолотов – сведения о глубине.

В эту ЭВМ поступает информация об измеренных параметрах водных масс и результатах анализа проб. Такая информация поступает от исследовательских зондов, пробоотборников, автоматических анализаторов. В ЭВМ все поступающие данные регистрируются на дисковых носителях информации и перезаписываются с них на магнитные ленты.

И наконец, ЭВМ обработки данных предназначается для дальнейшей обработки накопленной в первых двух ЭВМ и записанной на магнитные ленты научной информации по имеющимся в библиотеке прикладным программам.

Система управления ЭВМ исключительно гибкая и многофункциональная. Предусмотрены четыре режима работы ЭВМ медленной регистрации и ЭВМ обработки данных. В первом режиме обе ЭВМ работают по индивидуальной для каждой машины программе. Вторым режимом характеризуется тем, что в ЭВМ медленной регистрации научная информация поступает в реальном масштабе времени и в случае необходимости передается для дальнейшей обработки во вторую машину.

Третий режим предусматривает работу обеих ЭВМ по пакету программ с последовательным выполнением заданий сперва одной, а затем второй машиной. И наконец, в четвертом режиме задачи решаются обеими ЭВМ параллельно и синхронно.

Вся поступающая в ЭВМ научная информация кодируется для точного обозначения времени, места проведения того или иного эксперимента, в ходе которого она собрана. Кодификация предусматривает обозначение номера исследовательского рейса, в ходе которого проведены данные измерения, номера гидрологической станции, а также точного определения типа измерительного прибора и места его установки (на судне, на автономном буйе, на исследовательском зонде и т. д.).

Поэтому ученые, используя специальные программы, могут извлекать из памяти ЭВМ интересующую их научную информацию и обрабатывать ее в нужном ключе.

Безусловно, такая высокоэффективная система регистрации и обработки научных данных во многом повысит качество и производительность работы ученых, позволит значительно расширить масштабы исследований. Более того, эта система регистрации и обработки данных даст возможность по-новому взглянуть на многие физические процессы в океане и атмосфере, выявить новые закономерности и физические связи.

Ученые АН СССР многого ждут от первых экспедиционных рейсов новых кораблей науки – они начались в марте 1988 г.

Зачем бурят океанское дно?

Ученые уже давно обратили внимание на поразительное сходство очертаний берегов Европы и Африки, с одной стороны, и Северной и Южной Америки – с другой.

Теперь большинство ученых считают, что этот и многие другие факты могут быть объяснены в рамках концепции тектоники литосферных плит. Сущность концепции состоит в том, что внешняя оболочка Земли толщиной около 100 км, которую называют литосферой, состоит из нескольких крупных плит, движущихся относительно друг друга. Все плиты лежат на нагретом пластичном слое – астеносфере, по которому и происходит скольжение самих литосферных плит.

Откуда же возникают силы, вызывающие движение плит? Считается, что эти силы появляются в результате конвективных движений расплавленного вещества верхней мантии Земли, простирающейся под литосферой на глубину до 1000 км. Более нагретая глубинная магма поднимается вверх, а холодные верхние слои опускаются вниз.

Теперь точно установлено, что Атлантический океан действительно расширяется, а Европа и Африка, ранее бывшие заодно с обеими Америками, теперь удаляются от них со скоростью несколько сантиметров в год.

В создании концепции тектоники литосферных плит важнейшую роль сыграло исследовательское бурение океанского дна и определение состава, возраста и остаточной намагниченности вынутых образцов пород. Сейчас осадочная толща пород пробурена вплоть до подстилающего твердого основания более чем в 600 точках океанского дна.

Многое в этом отношении дало международное научное сотрудничество с использованием американского судна для глубоководного бурения «Гломар Челленджер» водоизмещением 10 800 т. Установленное на судне оборудование позволяло бурить скважины глубиной от поверхности дна до 1000 м при глубине океана над скважиной до 6000 м.

Практически судне пробурило в Атлантическом океане рекордную скважину в толще донных пород глубиной 1740 м при глубине моря 3900 м. А наибольшая глубина океана, на которой проводилось бурение, равна 6243 м (в Индийском океане). Установленная на судне динамической стабилизации позволяла проводить бурение при высоте волны до 5 м, ветре силой 8–9 баллов и течении до 1,5 узла (при этом горизонтальные перемещения судна составляют не более 6 % от глубины моря в точке бурения).

Советские ученые приняли участие во многих рейсах «Гломар Челленджер» и на основании данных, собранных там, достигли значительных успехов в области изучения прошлого и настоящего океанической земной коры.

Что же показало всестороннее изучение вынутых из скважин образцов пород? Оказалось, что при бурении не найдено пород более старых, чем примерно 200 млн. лет. А ведь возраст Земли – более 4 млрд. лет. Почему же дно океана выстелено такими сравнительно молодыми (в геологическом смысле) породами?

Объяснение дает концепция тектоники литосферных плит. Около 220 млн. лет назад все континенты составляли единый праматерик. Затем он распался, и началось расхождение материков. В

результате за прошедшие миллионы лет земная кора под океаном полностью обновилась. В настоящее время Атлантический и Индийский океаны растут, а площадь Тихого океана уменьшается. Австралия движется на север со скоростью 6 см в год.

Эта гипотеза подтверждается анализом остаточной намагниченности извлеченных пород разного возраста. Дело в том, что в районе срединно-океанического хребта, где поступала и поступает из глубины жидкая лава, она застывала, и в ней фиксировалось направление магнитного поля Земли в момент застывания. Далее, из-за раздвигания земной коры эти породы оказывались на некотором расстоянии от оси хребта (оси раздвижения). А так как установлено, что в прошлом магнитное поле Земли неоднократно меняло знак, то за этой застывшей лавой появлялась у оси раздвижения позднее застывшая лава с обратным направлением намагничивания.

Окончательное доказательство правильности гипотезы о движении литосферных плит получено, по словам академика Л. М. Бреховских, при бурении морского дна в открытом океане на исследовательском судне «Гломар Челленджер». В вынутых колонках, достигавших иногда длины 500 м, ученые определили возраст осадков. Естественно, оказалось, что с углублением он увеличивается. На границе же со скальной породой он соответствует возрасту породы, определенному по аномалиям магнитного поля. Ученые получили равномерное увеличение возраста пород при удалении точки бурения от оси хребта, где образуется новая земная кора. Таким образом, было доказано, что не только скальные породы, но и прилегающие к ним осадки тем старше, чем дальше они расположены от оси хребта. Так было получено решающее доказательство существования процесса раздвижения плит и непрерывного образования земной коры под океаном.

Исключительная важность исследования дна океана для решения проблем, связанных с историей образования и развития Земли, а также ее внутреннего строения, побудила АН СССР поставить вопрос о строительстве советского судна для глубоководного бурения в океане. Правительство СССР приняло решение о постройке такого судна для Института океанологии АН СССР и вводе его в строй в середине 90-х гг.

Глубоководное исследовательское бурение океанского дна имеет конкретной целью изучение структуры и истории развития океанской земной коры, истории отложения донных осадков, процессов формирования рудных, нерудных и горючих полезных ископаемых на дне океана. Отсюда и состав научного комплекса, устанавливаемого на судне.

Новое судно будет в состоянии проводить буровые работы при глубине океана в точке бурения 6000 м, а максимальная глубина скважины может быть 1500 м. При этом будет обеспечиваться непрерывный отбор керна (то есть столба слоев пород по диаметру и глубине скважины) и исследование его на борту судна.

Проектом в перспективе предусмотрена при применении бурильной колонны из легкосплавных труб повышенной прочности работа бурильного оборудования с бурильной колонной длиной до 11000 м. А это значит, что при глубине океана в точке бурения 6000 м глубина самой скважины будет около 4000 м и более.

Предусматривается, что образцы добытого керна будут обрабатываться, изучаться и храниться прямо на судне. Намеченная к установке на судне аппаратура обеспечит проведение геофизической съемки района бурения, который предполагается выбирать заранее по результатам исследований со специализированных геофизических судов.

Детальное исследование керна различными методами – геофизическими, геохимическими и палеонтологическими – даст ученым возможность уверенно судить о составе, свойствах и возрасте залегающих пород, уточнить информацию о структуре залегания осадков и подстилающих пород, предварительно разведанных геофизическими методами. Все эти сведения имеют неопределимое значение для развития науки о внешней коре Земли, о строении и истории образования океанического дна.

Но как обеспечить удержание бурового судна в заданной точке над скважиной при выполнении буровых работ? Ведь ветер, волны, течения все время стараются сместить судно от устья скважины. А большое смещение может привести к недопустимому изгибу и обрыву бурильной колонны.

Конструкторы разработали оригинальную систему удержания судна в точке бурения. Для этого на нем разместят пять водометных подруливающих устройств (ПУ) – три в носовой оконечности и два в кормовой. Управлять их работой будет система динамической стабилизации.

Каждое ПУ представляет собой Т-образный канал в корпусе судна, в вертикальной части ко-

торого устанавливается винт регулируемого шага с электродвигателем мощностью 1400 кВт для забора воды из-под киля судна и создания упора за счет выброса воды через один из горизонтальных отростков за борт.

Теперь познакомимся с назначением каждой составляющей сложной системы динамической стабилизации. При подготовке к бурению на грунте в выбранном районе у места будущей скважины установят три гидроакустических маяка-ответчика на расстоянии не более 4000 м друг от друга.

На судне будет находиться гидроакустическая система «Сухона», предназначенная для измерения времени распространения акустических сигналов от маяков до судовых гидроакустических антенн. Затем ЭВМ системы «Сухона» пересчитает время прохождения сигналов в наклонные дальности. При этом будет учитываться заданный оператором профиль вертикального распределения скорости звука в воде, измеренный заранее специальной аппаратурой. Полученная информация о наклонных дальностях передается в автоматизированный высокоточный навигационный комплекс «Поиск» для отображения на индикаторе и дальнейшей обработки.

Судовые гидроакустические антенны установят в специальных звукоизолированных от судовых помещений выгородках в междудонном пространстве в вершинах квадрата со стороной 20 м, а центр квадрата будет совпадать с осью ствола буровой установки.

В комплексе «Поиск» будут выработываться данные о географических координатах гидроакустических маяков-ответчиков и самого судна, а затем эти данные будут переданы в систему управления техническими средствами динамической стабилизации (СУ ТС ДС) «Сельвинит».

Но это еще не все. Непрерывное обеспечение СУ ТС ДС информацией о смещении судна от заданной точки в промежутках между коррекциями от комплекса «Поиск» производит специальный гиринерциальный комплекс «Скиф», где интегрируются ускорения судна в трех координатных плоскостях при его перемещении от заданной точки бурения.

СУ ТС ДС на основе полученной от «Поиска» и «Скифа» информации об отклонении координат и курса судна от заданных оператором, а также с учетом данных о скорости и направлении ветра формирует и выдает управляющие сигналы в локальные системы управления главными двигателями с винтами регулируемого шага и водометными ПУ. Принцип работы системы динамической стабилизации бурового судна состоит в активном противодействии (при помощи работы в нужном направлении винтов главных двигателей и водометных ПУ) возмущающим воздействиям на судно ветра, течения и волн.

Система должна обеспечить удержание судна над скважиной во время операции бурения при глубинах океана до 6000 м с отклонением от заданной точки не более 3 % от глубины (что в два раза более точно, чем на «Гломар Челленджер»). Она определит и будет автоматически удерживать значение курса судна, при котором минимизируется расход мощности на компенсацию внешних возмущений.

Помимо буровой установки, на судне будет размещен комплекс научных лабораторий для обработки, изучения и хранения добытого керна. При подъеме на поверхность керн в первую очередь распиливается на камнерезных станках в продольном направлении. Таким образом получают его коллекционную и рабочую части. Коллекционная часть упаковывается в ящики и помещается в зернохранилище. А рабочую часть ученые начинают изучать.

Оки в первую очередь фотографируют образцы, измеряют их плотность и влажность, проводят отбор газов и петрографическое описание (при этом уточняется структура, условия залегания и минералогический состав).

Очень важно точно определить акустические свойства образцов керна, скорость распространения звуковых колебаний в нем. Это крайне необходимо для того, чтобы по известным акустическим характеристикам образцов керна определить характер осадочных и подстилающих слоев по скорости прохождения акустических волн, характеру их преломления и отражения при сейсмических исследованиях.

Из образцов керна изготавливают шлифы для микроскопического изучения структуры. Определяются механические свойства образцов. Особо важно изучение образцов керна в судовой палеонтологической лаборатории. Там исследуется видовой состав остатков живых организмов и определяется время их проживания, то есть определяется время образования осадочного слоя, откуда взят образец керна. Так же много важной информации дает определение характера намагничивания образца. Многое проясняется при этом из истории подстилающих слоев. Ведь базальто-

вые породы сохраняют ту магнитную ориентацию, которую они получили во время выхода из земных недр расплавленной массы и ее застывания.

Конечно, все эти исследования предусматривается проводить прямо на буровом судне в судовых лабораториях во время экспедиционного рейса.

Ученые, разрабатывая методику научных исследований на борту бурового судна, предусматривают установку там комплекса аппаратуры и оборудования для выполнения геофизических исследований непосредственно в скважинах, что во много раз увеличит точность и информативность применяемых геофизических методов за счет исключения искажающего влияния слоев грунта, пройденных буром.

Даже из приведенного краткого описания видно, что будет построено действительно уникальное специализированное НИС, в конструкции и оснащении которого наглядно проявятся все достижения науки и техники в нашей стране за последние годы.

Как раскрывают тайны полярных шапок земли

Рассказывая об исследованиях океана, о советских НИС, работающих там, необходимо хотя бы вкратце упомянуть о тех из них, которые специально предназначены для исследования полярных стран. Традиционен интерес советской науки к изучению полярных шапок нашей планеты. Уже первое советское НИС – легендарный «Персей» – предназначалось именно для изучения северных окраинных морей, освоение которых было исключительно важно для развития народного хозяйства страны.

На протяжении многих лет советские научные экспедиции в северные моря отправлялись на ледоколах и транспортных судах ледового плавания, не предназначенных непосредственно для научных исследований. В 50-х гг. в связи с началом советских антарктических экспедиций были построены и оборудованы специальные научно-экспедиционные суда.

Главным назначением этих судов была доставка людей и грузов на береговые научно-исследовательские станции в Антарктиде. Параллельно с этим, используя судовые научные лаборатории и палубные лебедки, ученые проводили исследования в Северном Ледовитом океане и в морях, омывающих Антарктиду.

Одним из первых таких судов был дизель-электроход «Обь» водоизмещением 12 600 т. Построенная в 1954 г. «Обь» в следующем году была переоборудована в экспедиционное судно с девятью научными лабораториями.

5 января 1956 г. судно доставило к берегам Антарктиды состав Первой комплексной антарктической экспедиции АН СССР. С этого времени по 1976 г. оно являлось флагманом советского научного антарктического флота, доставляло ежегодно людей и грузы для антарктических научно-исследовательских станций, выполняло экспедиционно-исследовательские рейсы в Арктике. В 1956–1959 гг. судно участвовало в океанографической съемке антарктических морей.

В 1976 г. «Обь» сменил новый флагман советского научного антарктического флота «Михаил Сомов». Новое судно, построенное в 1975 г, было названо в честь известного советского океанолога и полярного исследователя Героя Советского Союза М. М. Сомова (1908–1973). Михаил Михайлович в 1950–1951 гг. являлся начальником дрейфующей станции «Северный полюс-2», а в 1955–1957 гг. возглавил первую советскую антарктическую экспедицию. Неоценим вклад М. М. Сомова в изучение ледового режима полярных морей.

На научно-экспедиционном судне «Михаил Сомов» водоизмещением 14 185 т размещено 18 научных лабораторий для комплексного изучения антарктических морей и берегов ледового континента. Судно до настоящего времени активно используется для обеспечения советских исследований в Антарктиде и доставки туда на научно-исследовательские станции полярников и грузов.

Серьезным испытанием для экипажа и самого судна явился беспримерный дрейф в зимний период у берегов Антарктиды с 15 марта по 26 июля 1985 г. Экипаж «Михаила Сомова» проявил подлинное мужество и отвагу, а корпус корабля выдержал натиск льдов с первого до последнего дня испытаний, до дня, когда ледокол «Владивосток» помог судну вырваться из ледового плена.

И, наконец, в СССР был создан первый в мире научно-исследовательский ледокол (НИЛ), предназначенный для проведения научными сотрудниками Арктического и Антарктического НИИ Госкомгидромета комплексных океанологических, метеорологических и ледоведческих исследований в Северном полярном бассейне.

Этому уникальному судну вполне заслуженно было присвоено имя Героя Советского Союза академика Отто Юльевича Шмидта (1891–1956), одного из выдающихся советских ученых и исследователей Советской Арктики.

Имя О. Ю. Шмидта навсегда связано с героической челюскинской эпопеей. В 1933–1934 гг. он возглавил экспедицию на пароходе «Челюскин» (пароход был раздавлен в феврале 1934 г. во льдах Чукотского моря). В течение двух месяцев внимание всего мира было приковано к «лагерю Шмидта» – льдине, на которую высадились экипаж и пассажиры с погибшего парохода. Советские летчики спасли всех и вывезли на материк, а в памяти советских людей на многие годы остался образ «ледового комиссара» О. Ю. Шмидта.

31 августа 1979 г. был поднят Государственный флаг СССР на НИС «Отто Шмидт» водоизмещением 3700 т, построенном на Ленинградском адмиралтейском объединении.

Благодаря сочетанию хороших ледокольных и мореходных качеств это судно может работать как на волнении, так и в ледовых условиях приполярных районов, недоступных для других НИС. Обшивка и набор корпуса, подверженные ледовым нагрузкам, выполнены на нем из особо прочной стали.

Научный комплекс, размещенный на НИЛ, состоит из 14 лабораторий. Кроме традиционных лабораторий, какие имеются на большинстве НИС подобного водоизмещения – двух океанологических (приборная и телеметрическая), гидрохимической, промерной, батометрической, метеорологической, синоптической, ВЦ и других, на ледоколе имеются специфические лаборатории, связанные с его назначением. Это в первую очередь две ледоисследовательские, в одной из которых длительное время можно поддерживать отрицательную температуру воздуха до – 180 С, что позволяет изучать физико-механические свойства ледового покрова в удобных и в то же время естественных температурных условиях.

Такой же специфической является лаборатория подводных (фактически подледных) исследований, которая снабжена комплектом оборудования для проведения подводных и подледных визуальных и телевизионных наблюдений, в том числе и с помощью аквалангистов. Комплекс лаборатории дополнен конференц-залом на 30 мест, оснащенный современной демонстрационной техникой.

Конструкторы многое предусмотрели для облегчения проведения научно-исследовательских работ в полярных районах. На ледоколе в корпусе устроена специальная шахта диаметром 800 мм, расположенная от верхней палубы до днища и предназначенная для опускания на глубину научной аппаратуры при дрейфе судна во льдах. Сам процесс опускания и подъема приборов механизирован при помощи специальных кабельной или небольшой тросовой лебедок.

В носовой оконечности одна из тросовых лебедок установлена в закрытом помещении, имеющем проем для выноса аппаратуры за борт. Две исследовательские лебедки, установленные на верхней палубе в корме имеют специальный навес, защищающий от осадков, рабочие зоны всех лебедок хорошо освещены, что позволяет вести работу даже в условиях полярной ночи.

Ко всем исследовательским лебедкам устроен подвод теплого воздуха для обогрева работающих и борьбы с обледенением узлов лебедок, тросов и кабелей на барабанах. Для предотвращения обмерзания тросов и кабель-тросов при выборе их из воды установлены устройства, удаляющие воду с их поверхности во время подъема научной аппаратуры.

На НИЛ «Отто Шмидт» впервые проведены детальные наблюдения за ломкой льда форштевнем. Это стало возможным благодаря тому, что на судне установлено выдвижное телескопическое устройство. Оно позволяет выносить вперед от форштевня на расстояние до 8 м аппаратуру для проведения актинометрических исследований. На этом же выдвижном устройстве крепится и опускаемая вниз беседка для наблюдения за процессом ломки льда. А ведь ранее наблюдать ломку льда вблизи не представлялось возможным, так как с борта судна этого не увидишь, а со льда близко к работающему ледоколу не подойти.

Во всех лабораториях на НИЛ установлены комплекты вычислительных устройств, предназначенные для первичной обработки научной информации. Обобщение и обработка научной информации, а также координация выполнения научно-исследовательских работ производятся с помощью управляющего вычислительного комплекса, выполненного на основе мини-ЭВМ третьего поколения.

Комплекс включает в себя процессор с пультом управления и блоками оперативной и внешней памяти, а также устройство ввода-вывода аналоговых и дискретных сигналов. Использование

этого комплекса позволяет обрабатывать и обобщать основную массу научной информации непосредственно в период проведения экспедиции, что сокращает время доведения полученных научных данных до практических решений. Это особенно важно при использовании собранных данных для обоснования ледовых прогнозов на трассе Северного морского пути.

После завершения работ по постройке и испытания НИЛ в сентябре 1979 г. перешел в Мурманск и затем вышел в Карское море для выполнения исследований по программе КАРЭКС (Карский эксперимент). Программа предусматривала проведение комплекса океанологических, метеорологических и ледоисследовательских работ, цель которых заключалась в развитии теории взаимодействия атмосферы и океана в Арктическом бассейне, разработке и совершенствовании методов ледовых и гидрологических прогнозов и расчетов, выяснении закономерностей загрязнения вод и льдов и создании методов контроля за загрязнением, что особенно важно в настоящее время в связи с усиленным антропогенным воздействием на природу Арктики.

Новый НИЛ принял участие в важных исследованиях, связанных с изучением влияния изменения стока сибирских рек на гидрологический и ледовый режим Северного Ледовитого океана и его окраинных морей, что на обычных НИС сделать было крайне затруднительно.

Ввод в строй НИЛ «Отто Шмидт» позволил начать круглогодичное комплексное изучение арктических морей с проведением экспедиционных исследований в районе кромки дрейфующих льдов. Ученые Госкомгидромета СССР за прошедшие годы отработали использование НИЛ в качестве «дрейфующей станции». При этом выбирается в прикромочном ледяном массиве подходящая льдина, на которой можно сравнительно безопасно проводить научные наблюдения. Ледокол закрепляется к ней ледовыми якорями и дрейфует вместе с ней.

Если удастся выполнить комплекс наблюдений на льдине в течение недели и более, то в распоряжении ученых поступает уникальная информация, крайне необходимая для понимания физических процессов при взаимодействии океана, льда и атмосферы.

Комплекс исследовательских работ в период выполнения дрейфовой станции может быть крайне разнообразным и включать в себя как актинометрические наблюдения в приледном слое атмосферы, так и гидрологические, гидрохимические и гидробиологические наблюдения в подледном слое океана. Научные сотрудники Госкомгидромета СССР подготовлены к проведению исследований с использованием водолазного снаряжения, что особенно эффективно в случае выполнения дрейфовой станции. В ходе ее обязательно проводятся измерения физических параметров в толще льда, определение уровня загрязнения снежного покрова, а также изучение процессов ледообразования или ледотаяния (в зависимости от сезона).

При проведении этих исследований используется специально сконструированная аппаратура, приспособленная для быстрой эвакуации в случае разрушения льдины. Разработаны системы дистанционного измерения различных физических параметров на льдине, что, естественно, обеспечивает большую безопасность проведения работ.

Участник ряда рейсов на НИЛ «Отто Шмидт» С. В. Васильев писал по этому поводу: «Почти каждый выход человека на лед, особенно в полярную ночь и в темное время суток, связан с опасностью неожиданного появления белого медведя. Он чувствует себя полноправным хозяином Арктики, никого не боится и подходит к самому борту ледокола, предварительно «проверив» все приборы на льдине. Из всех лакомств, которыми угощают его с судна, медведь явно предпочитает сладкое сгущенное молоко. Одним ударом лапы он разбивает железную банку, тщательно вылизывает ее содержимое и потом долго облизывает лапы и свои следы, на которых находит остатки сладкого молока. Однако наблюдать за ним лучше все же с борта ледокола. Лишь после того, как «незванный гость» уйдет восвояси, можно продолжать работать на льдине».

За прошедшие годы эксплуатации первого в мире НИЛ «Отто Шмидт» получена ценнейшая научная информация, которая используется для решения как фундаментальных задач, так и для обеспечения практических нужд народного хозяйства. За счет получения этой добавочной информации удалось в какой-то степени повысить точность ледовых прогнозов, что особенно важно в настоящее время при активном круглогодичном использовании Северного морского пути.

Десятилетний юбилей НИЛ «Отто Шмидт» был отмечен выдающимся научным событием. Свыше 40 суток НИЛ дрейфовал во льдах Гренландского моря, выполняя комплекс научных исследований в труднодоступных высоких широтах Арктики. 24 января 1989 г., сняв зимовщиков и оборудование дрейфующей станции «СП-28» с разрушающейся льдины, атомный ледокол «Россия» помог НИЛ «Отто Шмидт» вклиниться в ледовые массивы. НИЛ как бы заменил станцию

«СП-28», и ег., экипаж и научный персонал продолжили выполнение комплекса научно-исследовательских работ, которых должен был выполнить коллектив «СП-28».

Вскоре, однако, ледовый массив, в который вклинился НИЛ, под воздействием зыби и сильных подводных течений раскололся, а «Отто Шмидт» оказался затертым среди ледовых полей. НИЛ продолжил дрейф, на его борту члены научной экспедиции интенсивно вели метеорологические, гидрологические, гидрохимические исследования. Они не прекращали их даже тогда, когда НИЛ оказался в критической ситуации, находясь между Гренландией и о. Ян-Майен, где началось сжатие многометровых паковых льдов. К счастью, 930 мильный дрейф НИЛ «Отто Шмидт» благополучно завершился у выхода из Датского пролива, где судно вышло на чистую воду.

В 1987 г. финская фирма «Раума-Репола» закончила строительство научно-экспедиционного судна «Академик Федоров», предназначенного для перевозки грузов и зимовщиков на советские антарктические станции.

Судно носит имя Героя Советского Союза академика Евгения Константиновича Федорова (1910–1981), участника беспримерного дрейфа на станции «Северный полюс-1» в 1937–1938 гг. Он активно содействовал развитию советских антарктических исследований. И вполне обосновано новый флагман советского антарктического научно-исследовательского флота носит его славное имя.

Корпус нового судна спроектирован из расчета плавания в осенне-летний период навигации во всех районах Мирового океана, включая Арктику и Антарктику. В ровном сплошном льду толщиной около одного метра судно способно идти непрерывным ходом со скоростью до двух узлов. Корпус судна окрашен специальной краской, которая способствует уменьшению трения корпуса о лед и препятствует его облипанию льдом с мокрым снегом.

Возможности судна по обеспечению антарктических станций исключительно велики. На судне могут размещаться 160 человек очередной смены состава станций. В балластных цистернах судно перевозит столько дизельного топлива для антарктических станций, сколько вмещают 32 железнодорожные цистерны.

На судне оборудована вертолетная взлетно-посадочная площадка размером 23X23 м, способная принимать вертолеты Ми-8 и Ка-32. Сами вертолеты хранятся в ангаре на вертолетной площадке и предназначены для проведения ледовой разведки и выполнения грузовых операций.

Для перевозки грузов на берег судно снабжено двумя рабочими катерами, оборудованными аппаратами и грузовыми кранами. За один рейс эти катера могут перевезти грузы массой 50 т. Перегрузочные операции на льду и по суше осуществляются двумя судовыми легкими тракторами с прицепами, снабженными краном-манипулятором грузоподъемностью 1000 кг. Для высадки людей на ледяной барьер судно имеет специальную двухсекционную складывающуюся стрелу, которая при использовании в качестве трап-сходни имеет полную длину 36 м.

На судне размещен солидный научный комплекс, включающий ряд лабораторий, прекрасно оснащенных научной аппаратурой. Так, в состав оборудования гидрологической лаборатории входят зонд-батометр с глубиной погружения 6000 м, автоматический буйковый волнограф и автономные цифровые измерители течений с устройством обработки данных.

Большой набор аппаратуры имеется в гидрохимической лаборатории. Это полярограф, газохроматограф со станцией обработки данных, спектрофотометр, радиометр, анализатор нефти, солемер, фотоэлектроколориметр и многое, многое другое.

А в гидробиологической лаборатории установлен инкубатор. В состав лабораторного оборудования входит газохроматограф, инфракрасный и атомно-абсорбционный спектрофотометры.

Метеорологическая лаборатория оснащена автоматизированной станцией погоды. Видеомониторы, на которых отображаются метеолань, установлены и в ряде других лабораторий. Судно оснащено системой приема информации от метеорологических ИСЗ и спутниковой навигационной системой.

В аэрологической лаборатории установлена автоматизированная станция для приема от радиозондов сведений о характеристиках температуры воздуха, скорости и направления ветра, давления и других параметров в верхних слоях атмосферы.

В промерной лаборатории расположены навигационные и промерные глубоководные эхолоты и гидролокатор с аппаратурой регистрации собранных по промерам данных.

Холодная ледоисследовательская лаборатория имеет установку для испытания образцов на турного льда на сжатие и изгиб.

Собранные научные данные обрабатываются с помощью судового вычислительного комплекса, которым состоит из центральной и лабораторных ЭВМ, связанных линиями связи с измерительной и анализирующей аппаратурой через лабораторные устройства сбора и регистрации информации. Все лаборатории соединены кольцевой линией связи для передачи массивов измеренных значений параметров водной массы и атмосферы, а также результатов анализов между лабораториями и в центральную ЭВМ. Имеются на судне тросовые и кабель-тросовые исследовательские лебедки.

Строительство нового экспедиционного судна для Антарктики – свидетельство постоянного интереса советской науки к познанию природы этого во многом непознанного и таинственного континента. Роль Антарктиды в формировании климата планеты, значение изучения антарктических районов для познания общих законов развития нашей планеты и биосферы – все это предопределяет необходимость создания новых технических средств для доставки туда зимовщиков, научного оборудования, всего необходимого для обеспечения деятельности наших береговых научно-исследовательских станций.

Природа Антарктиды все время тревожит умы ученых новыми загадками и тайнами. Так, в середине 1985 г. появились первые сообщения об обнаруженном на английской антарктической станции Халли-Бей 4 сентября и октябре 1980–1984 гг. существенном снижении суммарного содержания озона в атмосфере, то есть о появлении так называемых озонных дыр в атмосфере.

Это сообщение взволновало научные круги, а затем и многих людей, не связанных непосредственно с научной деятельностью. Интерес к этому сообщению вполне понятен. Ученые считают, что роль озонного слоя для живого на Земле исключительно велика. Вообще-то озон содержится в атмосфере в очень небольшом количестве. Но несмотря на это, считается бесспорным, что жизнь на Земле смогла развиваться только после того, как возник достаточно мощный озонный «щит», предохраняющий ее от губительного действия ультрафиолетового излучения Солнца.

Нарушение существующего равновесия в озонном слое может также повлиять на распределение потоков ультрафиолетовой радиации в атмосфере. А это, как считают некоторые ученые, может привести к изменению температуры на высотах и характера циркуляции в верхней атмосфере, оказать воздействие на тепловой баланс всей атмосферы, что в итоге приведет к изменению погоды и климата.

Как показали спутниковые данные и измерения, выполненные на наземных станциях после 1979 г., к 1985 г. среднее за октябрь суммарное содержание озона уменьшилось почти на 40 % его минимального содержания в околополюсной зоне и примерно на 20 % его содержания в зоне 50–60 ю. ш. Предварительные результаты измерений, проведенных в сентябре – октябре 1986 г. со спутника, показали, что суммарного озона было не меньше, чем в 1985 г.

Что же будет дальше, увеличится ли озонная дыра? Какова причина ее появления? Большинство ученых объясняет появление озонной дыры усилением фотохимического разрушения озона в стратосфере Антарктики газовыми соединениями хлора и отчасти брома, которые накапливаются там при разрушении попавшего на высоту фреона ультрафиолетовым излучением Солнца. А фреоны попадают в атмосферу при работе миллионной армии фреоновых холодильников и от использования людьми различных аэрозольных устройств.

Доктор физико-математических наук И. Л. Кароль предполагает, что к возникновению озонной дыры приводит сочетание фотохимических и динамических процессов. Так, из-за нагрева некоторых аэрозолей и газов, поглощающих излучение Солнца при его возвращении в полярную стратосферу весной, могут образоваться достаточно интенсивные восходящие движения в околополюсной зоне. Такие движения всегда ведут к уменьшению в стратосфере слоя озона. Фотохимические реакции с участием соединений хлора и брома могут заметно усилить это уменьшение. Исследования ближайших лет позволят, наверное, решить загадку озонной дыры. А опасно ли это уменьшение озонного слоя уже сейчас для полярников, зимующих в Антарктиде? Ученые считают, что пока опасности для них нет. Ведь в октябре в Антарктиде Солнце стоит низко над горизонтом и ультрафиолетовое излучение поглощается в атмосфере почти полностью.

Но безусловно, процесс должен быть под контролем ученых. Для этого и для проведения исследований по многочисленным другим научным программам необходим напряженный труд большого коллектива ученых, ежегодно зимующих в Антарктиде.

Научно-экспедиционное судно «Академик Федоров» позволит советским ученым шире вернуть исследования во льдах антарктических морей, что, безусловно, подтвердили итоги перво-

го экспедиционного восьмимесячного рейса к берегам Антарктиды, куда судно направилось осенью 1987 г., достигнув берегов шестого континента 5 декабря 1987 г.

В трюмах и на палубах «Академика Федорова» – продовольствие и взрывчатка для буровых работ, вездеходы и трактор «Кировец», топливо для техники, вертолеты и самолет Ил-14. «В рейс мы уходим во всеоружии, – рассказал начальник 33-й Советской антарктической экспедиции, заместитель директора Арктического и Антарктического НИИ по флоту Герой Социалистического Труда Н. Корнилов. – Уверены в двигателе, в корпусе... Не боимся сорокаградусных морозов и тропической жары. Будем испытывать судно и одновременно работать – ведь у нас на борту 12 научно-исследовательских лабораторий. Мы можем спускать аппаратуру на глубину до 8 км, исследовать температуру и соленость воды, морские течения, растительный и животный мир».

И новый антарктический флагман не подкачал. В своем первом испытательном рейсе (октябрь 1987 г. – май 1988 г.) судно успешно выдержало испытания во льдах Антарктики. Проведя ряд работ в Южном океане, «Академик Федоров» пробился через ледяные преграды к Белому материку и высадил первую группу участников 33-й Советской антарктической экспедиции в глазном антарктическом центре – станции Молодежная. Затем судно направилось к Берегу Правды к старейшей антарктической станции Мирный. Тут ему преградила путь 20-километровая ледяная преграда – припай толщиной полтора метра. Ледокол врубился в него, и полярники приступили к очередной транспортной операции: с ледокола в обсерваторию Мирный с помощью двух вертолетов Ми-8 и мощной гусеничной машины были переброшены люди и грузы.

После 12-дневной стоянки у Мирного судно взяло курс на северо-запад и вскоре прибыло в море Моусона. Было выбрано место для стоянки в одной из бухт в 45 км от огромного прибрежного оазиса Бангера (оазис в Антарктиде – это свободный ото льда участок берега). В течение трех дней вертолетами Ми-8 были переброшены туда 12 человек (гидрологи, гидрохимики, биологи, другие специалисты), около 40 т научного оборудования и снаряжения, жилые домики. Сезонный отряд начал научную работу.

Затем «Академик Федоров» вышел на просторы океана. Морской отряд экспедиции провел океанологические и геолого-геофизические исследования. В апреле 1988 г, флагман возвратился к оазису Бангера и взял на борт ученых сезонного отряда. Затем «Академик Федоров» перешел к станциям Мирный и Молодежная и также принял на борт полярников, срок работы которых в Антарктиде закончился, и направился к берегам Родины. Испытательный рейс закончился успешно. Впереди у флагмана новые походы и исследования.

Как будут изучать океан в двухтысячном году

Как дальше будет развиваться научно-исследовательский флот? Ясно, что это зависит от задач науки, которую он обязан обслуживать, от потребностей народного хозяйства.

Прогнозировать развитие любой науки в наше время чрезвычайно сложно. Можно только наметить важнейшие проблемы, которые стоят перед той или иной наукой, считая, что ее развитие будет связано с решением этих проблем.

Всякое прогнозирование состояния сложного объекта неизбежно требует составления обобщенной и доброкачественной математической модели. В свою очередь, составление сложнейших математических моделей строения океана и его составных частей, динамики физических и биологических процессов, определяющих состояние и взаимодействие океана и атмосферы над ним, требует выяснения многочисленных внутренних взаимосвязей и закономерностей, определения значения множества постоянных и вероятностных параметров этих моделей.

Построение математического каркаса подобных моделей и определение составляющих параметров невозможно без непрерывной или хотя бы длительной по времени регистрации значений температуры поверхностных и глубинных слоев воды, волнения, приповерхностного ветра, фронтальных зон, течений, состояния ледового покрова и еще многих и многих физических, химических и биологических характеристик.

Все эти данные будут в ближайшие годы собираться при помощи космических средств наблюдения и изучения океана, а главное, с использованием НИС. Особая роль НИС заключается в необходимости их работы для установки и контроля за состоянием автономных буйковых станций и дрейфующих буйев.

Аналогичные проблемы возникают в процессе борьбы с загрязнением океана. Здесь также

необходимо составление математических моделей изменения условий существования живых существ в океане в связи с антропогенным воздействием на его природу. Подобные проблемы будут решаться и для определения стратегии использования биологических ресурсов океана. Все это также требует напряженной работы по накоплению необходимых данных, по выявлению взаимосвязей и закономерностей изменения параметров, характеризующих экологическую модель океана, а значит, опять потребуется интенсивное использование НИС и космических средств.

Решение всех перечисленных проблем потребует в ближайшее десятилетие бурного развития судовой приборной базы и средств накопления и обработки собранной научной информации.

Безусловно, будут активно развиваться судовые акустические системы определения состояния океана и его обитателей, получат дальнейшее развитие исследовательские зонды различных типов для непрерывной регистрации физических, химических и биологических параметров, новые средства для геофизических исследований дна океана, осадочных и подстилающих слоев.

Следует ожидать продолжения и расширения масштабов глубоководного бурения океанского дна с установкой геофизических приборов на дне скважин, пробуренных с борта НИС.

Уже из этого краткого перечисления важнейших проблем, поставленных жизнью и развитием цивилизации перед морской наукой, перечисления методов и средств исследования океана, которые должны развиваться в ближайшие десятилетия, ясно, что без работы на океанских просторах многочисленных, хорошо оснащенных НИС не обойтись. Более того, работа НИС будет крайне необходима.

Анализ нерешенных проблем в океанологии приводит к выводу о необходимости как увеличения количества НИС, активно работающих в океане, так и повышения эффективности их использования путем тщательной проработки экспедиционных программ, оснащения судов новой приборной базой, организации взаимодействия между НИС и космическими средствами изучения океана.

Какие же НИС построят в последнее десятилетие XX в.? Ясно одно, что при проектировании НИС необходимо в корне изменить концепцию их создания. Если раньше да и теперь во многом с самого начала при проектировании predeterminedены ограничения по ряду параметров нового судна, в частности по основному из них – водоизмещению, то уже в середине 90-х гг. и тем более позже в основу проектирования будут положены потребности научно-исследовательского комплекса, а все остальное должно формулироваться как производное. Значит, четкая формулировка научно-исследовательских задач позволит определить состав научно-исследовательского комплекса, необходимого для их решения. А для него будет создаваться носитель, то есть само судно, оптимальное с точки зрения эффективности проведения научных исследований.

Следовательно, уже при разработке исходных требований на проектирование нового судна потребуются предельно точная формулировка научно-исследовательских задач, которые оно должно решать. При этом необходимо не только основываться на современных достижениях науки и приборостроения, но и в возможной степени предвидеть их развитие и совершенствование.

Так как срок службы НИС обычно не менее 25 лет, то любой проект нового НИС должен предусматривать модернизацию научно-исследовательского комплекса и средств его обеспечения на судне в течение срока жизни НИС. На наш взгляд, уже при проектировании нового НИС необходимо предусмотреть и заложить в проект возможность и максимальные удобства для будущей модернизации.

И только с учетом требований максимальной эффективности использования судового научно-исследовательского комплекса должен решаться вопрос о конструкции носителя, о конструкции корпуса, ЭУ, электроэнергетической системы, радионавигационного оборудования. Каково будет новое НИС: либо традиционным однокорпусным, либо катамараном, либо судном-катамараном с малой площадью ватерлинии, либо плавучей базой исследовательских катеров или дистанционно управляемых ПА – все это уже вторично, все это решается в зависимости от главного, от обеспечения максимально эффективной работы научно-исследовательского комплекса.

При выборе в качестве носителя этого комплекса катамарана следует учитывать такие преимущества двухкорпусных судов, как большая площадь палубы при одинаковом водоизмещении, хорошая остойчивость и маневренность, меньшая осадка при равном водоизмещении с однокорпусным судном. Однако катамараны имеют недостатки, главными из которых являются большая стоимость постройки, сложность строительства и ремонта, подверженность ударам волн в носовую часть соединительного моста, трудность эксплуатации в ледовых условиях. Все это в опреде-

ленной мере препятствует их широкому распространению.

Возможно, в будущем шире будут использованы НИС типа «плавучая база» и небольшие исследовательские суда-катера. Такой вариант НИС, безусловно, заслуживает внимания и может рассматриваться в качестве альтернативы при создании средств для акустических, сейсмических, геологических и гидрографических исследований при работах на больших площадях.

Однако следует учитывать, что судно-база и дочерние суда-катера обладают существенно отличающейся мореходностью. Кроме того, большие ограничения по использованию малых судов-катеров накладывают погодные условия при спуско-подъемных операциях. А это в итоге снижает эффективность использования всего комплекса «база – катера», так как резко сокращается полезное время, в течение которого возможно проведение исследований.

Следует рассмотреть и такой вариант НИС, как плавучая база и дистанционно управляемые ПА привязные или автономные. В первом варианте управляющие команды могут поступать с базы на ПА по кабель-тросу. Во втором варианте ПА изготавливаются полностью автономными, работающими по заданной программе в автоматическом режиме. Особенно перспективным такое средство может быть при геологических исследованиях морского дна.

Может быть рассмотрен и такой вариант НИС будущего, как баржебуксирный комплекс. Нам представляется, что применение баржебуксирных составов в качестве НИС может оказаться эффективным при выполнении исследований на внутренних водоемах (озера, водохранилища, реки, дельтовые районы рек) и в прибрежной зоне морей по следующей схеме: буксир расставляет несколько барж-лабораторий, обслуживает их и время от времени перемещает в новые точки.

Каждый из указанных вариантов НИС будущего имеет свои преимущества и недостатки. Ясно одно, что на ближайшие 15–20 лет НИС останется основным средством изучения Мирового океана. А выбор типа и конструкции судна будет определяться требованиями повышения эффективности использования научного комплекса, размещенного на нем, и обеспечения наилучших условий для систематической замены научного и обеспечивающего оборудования на более совершенное в ходе плановых модернизаций судна.

Глава VII

Загадки рек, водохранилищ и озер

*Семь тысяч рек
Ни в чем не равных:
И с гор стремящих бурный бег,
И меж полей в изгибах плавных
Текущих вдаль семь тысяч рек
Она со всех концов
собрала больших и малых – до одной,
Что от Валдая до Урала
Избороздили шар земной.
Александр Твардовский*

Знаем ли мы законы жизни рек, водохранилищ и озер?

Велика наша Родина и обильна реками, водохранилищами и озерами. Трудно переоценить роль, которую реки и озера играли и продолжают играть в нашей жизни. Они являются исключительно важным источником водоснабжения, интенсивно используются в качестве транспортных магистралей. На наших реках возведены гидроэлектростанции, которые вырабатывают почти 15 % от суммарной выработки электроэнергии в СССР.

Особое значение имеет использование речного стока для орошаемого земледелия, обеспечивающего устойчивый, независимый от погоды высокий уровень сельскохозяйственного производства. Реки, озера нашей родины – это хранилища пищевых и кормовых ресурсов, это великолепные места отдыха трудящихся.

Повышение роли и значения внутренних водоемов для развития народного хозяйства СССР вызвало расширение исследовательских работ, связанных с изучением их формирования, изменения, рационального использования и определения влияния народнохозяйственной деятельности на состояние водных масс и окружающих берегов. Последний аспект все более становится определяющим в деятельности фундаментальной и прикладной науки.

Ведь только проведение фундаментальных исследований, направленных на всестороннее изучение рек, озер и водохранилищ, законов их развития и взаимодействия с атмосферой и окружающими участками земной поверхности, позволит значительно расширить возможности научного прогноза их состояния в обозримом будущем, а также наметить оптимальную программу управления ими.

Правильный учет влияния хозяйственной деятельности человека на состояние рек, озер и водохранилищ даст возможность нейтрализовать это влияние, исключить негативное воздействие, а значит, обеспечить сохранение чистоты и полноводности этих замечательных творений природы (и человека, если иметь в виду искусственные водохранилища).

Особенно сложна и мало изучена природа водохранилищ. Их все больше и больше на Земле, и ежегодно вступает в эксплуатацию несколько сот новых водоемов-водохранилищ. Наибольшее количество крупных водохранилищ имеется в США и СССР. В США, где число водохранилищ объемом каждое более 100 млн. м³ в 3 раза больше, чем в СССР, в ближайшие 30–40 лет предполагается утроить их суммарный полезный объем. И даже в Японии, где очень мала площадь годных к использованию земель, создано и создается большое число водохранилищ.

Что же такое водохранилище – искусственное озеро или нечто другое? Здесь необходимо глубоко разобраться. В масштабах времени, измеряемого годами или непродолжительной жизнью человека, озера кажутся постоянными компонентами ландшафта. Однако в геологических масштабах времени озера преходящи. Они рождаются обычно в катастрофах, достигают зрелости и тихо и незаметно умирают. А каковы законы жизни водохранилищ, способно ли водохранилище «жить» по законам природы?

Доктор биологических наук Н. Н. Смирнов считает, что это как раз и не удастся. Режимы этих искусственных водоемов (физический, включая колебания уровня воды, химический) далеки от естественных. Ученый напоминает, что экологические закономерности, характерные для такого природного водоема, как озеро, формируются длительное время и под влиянием естественных факторов. А в водохранилищах все обстоит иначе. Водохранилище представляет собой неустойчивую, несбалансированную экологическую систему даже после того, как первичное формирование его уже закончено. Это обстоятельство является причиной и возникающих здесь катастрофических всплесков численности тех или иных видов. В созданном водоеме с самого начала идут уже другие биологические процессы по сравнению с теми, которые происходили в районе затопления и в самой реке. И на первом этапе формирования населения водохранилища, если они и напоминают озерные процессы, то весьма отдаленно. Прежде всего потому, что первичное формирование биоты в какой-то мере оказывается катастрофическим: резкая смена флоры и фауны, формирование берегов, освоение питательных веществ – все это не способствует установлению балансов природных.

Ясно одно: водохранилища – это природно-технические системы, живущие по своим, только им присущим законам. Эти законы отражают противоречивость природы водохранилищ. С одной стороны, это созданные человеком объекты. С другой стороны, водохранилища испытывают сильнейшее воздействие природных и в первую очередь гидрометеорологических факторов.

Поэтому им свойственна своя, особая, система внутриводоемных процессов – гидрологических, гидрофизикохимических и гидробиологических, отличных от тех, которые наблюдаются в озерах и реках. Доктор географических наук А. Б. Авакян и кандидат географических наук В. П. Салтанкин считают, что, управляя водохранилищами, человек в результате может вызвать развитие таких процессов, явлений и эффектов в природной подсистеме, которыми он пока не в состоянии управлять, либо преодоление которых требует значительных усилий, затрат трудовых и материальных ресурсов. Поэтому полностью управляемыми объектами (подобно станку, агрегату, механизму) водохранилище можно считать с известным приближением. Непосредственно и полностью человек управляет лишь запасами воды, но уже частично и косвенно – экосистемой и геосистемой водохранилища.

Ведущими факторами, определяющими в первую очередь особенности внутриводоемных

процессов в водохранилищах, является водообмен и уровенный режим водоема. Именно эти факторы и определяют отличие условий развития внутриводоемных процессов в водохранилищах от таковых в озерах и реках. Ведь уровень воды в водохранилищах может сильно изменяться, особенно в горных водохранилищах, в зависимости от режима работы гидроэлектростанций. В водохранилищах могут возникать зоны направленного движения воды к плотине и зоны водоворотных циркуляции, где частицы воды перемещаются по замкнутым траекториям. Именно эта сложная гидродинамическая структура и определяет то, что процессы преобразования и перемещения вещества и энергии в водных массах водохранилищ принципиально отличаются от последних в озерах и реках.

Важной особенностью водохранилищ, которые играют роль огромных естественных отстойников, является присущий им накопительный эффект в отношении взвесей в воде. Это имеет как положительные последствия (осветление воды, снижение ее цветности, уменьшение содержания вредных бактерий), так и отрицательные. К последним относят возможность взрывного развития синезеленых водорослей при избыточном поступлении в водоем биогенных веществ, заболачивание акватории, накопление в осадках вредных примесей и др.

Для водохранилищ характерна особая изменчивость состояния водоема. Это объясняется тем, что их берега обычно становятся районом стремительного развития хозяйственных объектов, оказывающих все большее воздействие на природную среду. Отмечается также большая изменчивость гидрометеорологических процессов над крупными водохранилищами, что связано с интенсивным теплообменом между водной поверхностью и атмосферой. Динамичность водохранилищ проявляется во всех их характеристиках, но, пожалуй, наиболее ярко – в процессах формирования берегов, изменении показателей качества воды, структуре и продуктивности водных и наземных (в береговой зоне) экосистем. В специальной литературе иногда употребляется термин «эволюция водохранилищ», причем если эволюция озер происходит в течение многих десятков и сотен лет, то в водохранилищах существенные изменения основных процессов и явлений происходят по крайней мере на порядок быстрее. И еще, что также важно, если в озерах изменения обычно носят постепенный, направленный, правильный характер, водохранилища развиваются циклически и скачкообразно при изменении ведущих динамических факторов.

Так что же, нет никакой возможности устранить негативные последствия существования водохранилищ и надо просто с этим мириться? Отнюдь нет. Именно А. Б. Авакян со своими сотрудниками на основании многолетних исследований разработали научно-техническое направление интенсификации использования внутренних водоемов на основе их экваториального районирования, планировки и обустройства.

На чем же основывается этот новый подход к использованию водохранилищ? Казалось бы, акватория большого водохранилища – это однообразные водные пространства, очень похожие друг на друга. А вот исследования показали, что это совсем не так. Отдельные участки одного водохранилища могут в корне отличаться один от другого и представлять собой, как образно выразились авторы нового метода, «водоем в водоеме». И экспедиционные исследования на водохранилищах подтверждают это. Глубоководная зона резко отличается от мелководной, зона у нижней плотины от зоны бывшего русла реки в средней части водохранилища. Причем это относится не только к крупным водохранилищам, но и к средним.

Мы уже отмечали крайнюю неоднородность всех гидрологических, физико-химических и биологических характеристик водных масс в различных районах водохранилищ. Например, на Куйбышевском водохранилище разница температур поверхностного слоя воды на разных участках акватории может достигать 10 °С, что очень много. Ведь биологи считают, что для нереста рыб существенны различия температуры воды в один и даже доли градуса. Очень сильно сказывается на разности температурных режимов отдельных районов водохранилищ «тепловое загрязнение» в результате работы тепловых электростанций, которые сбрасывают в водохранилища подогретые воды.

Так же, как акваторию водохранилища, можно районировать и его береговую зону с учетом хозяйственной деятельности человека и ее воздействия на водоем.

Так, например, А. Б. Авакян и В. П. Салтанкин разработали подробные схемы экваториального районирования Иваньковского водохранилища на Волге – основного источника водоснабжения Москвы, в результате чего его площадь 327 км² разбита на 4 плеса, 10 гидрологических районов, 25 эколого-гидрографических участков.

А вот дальше, когда составлена такая схема, можно на научной основе, с учетом всего комплекса воздействующих на водохранилище факторов, решать вопросы разумного обустройства и хозяйствования на водохранилище, определения наиболее целесообразных видов хозяйственной и природоохранной деятельности на каждом характерном участке водоема.

Именно так можно оптимальным образом учесть интересы и требования различных отраслей, которые часто являются противоположными. А ведь как часто сталкиваются между собой интересы энергетиков и рыбаков, речников и агропрома, индустрии отдыха и лесоводов. И еще чаще, к сожалению, ведомственные интересы противопоставляются делу охраны природы, что абсолютно недопустимо и безнравственно.

Только районирование, подход к водохранилищу как к совокупности различных «водоемов в водоеме» дают возможность определить оптимальную площадь мелководий, допустимую степень зарастаемости акватории водорослями и камышовыми, площади нагула и нереста, обеспечивающие нормальное воспроизводство рыбных стад, участки загрязненных донных отложений, подлежащие удалению, места водозаборов и выпуска очищенных сточных вод, расположение зон отдыха для городского населения и заповедных зон и многое, многое другое.

И безусловно, только районирование и планировка позволят рационально провести комплексное обустройство водохранилищ. Что же мы включаем в понятие такого обустройства? Это и отчленение, где необходимо, мелководий, берегозащита, дноуглубление, создание очистных сооружений и другие подобные мероприятия.

Итак, каков вывод? Водоохранилища существуют и необходимы. Значит, нужно их тщательно изучать и грамотно эффективно использовать, чтобы максимально повысить положительный эффект от их существования и снизить по возможности отрицательные последствия. В решении всех этих проблем нужна величайшая ответственность на всех уровнях, ответственность ученых, хозяйственников и, наконец, ответственность всего общества за будущее природы нашей Родины.

И еще один важный вывод необходимо сделать: нужно тщательно и целенаправленно изучать внутренние водоемы, а они, к сожалению и как ни странно, еще во многом – научная целина. Совсем не просто провести районирование водохранилищ, оценить все гидрологические, гидрохимические и гидробиологические факторы, определяющие особенность каждого участка водохранилищ. Здесь требуются согласованные усилия многих научных учреждений, работа сотен ученых на многих исследовательских судах.

Поэтому реки, озера и водохранилища нашей Родины бороздят десятки научно-исследовательских судов и катеров, принадлежащих институтам АН СССР и академиям наук союзных республик, Госкомгидромету СССР, Минрыбхозу и другим ведомствам. Ученые проводят широкий спектр исследований, включая определение гидрологических, гидрохимических, гидробиологических параметров речного стока, изучение формирования гидрографической сети в дельтовых зонах, процессов переноса твердых взвесей, биологической продуктивности и многое другое.

Одним из крупных центров изучения внутренних водоемов является Институт биологии внутренних вод АН СССР. Его организация и развитие связаны с именем Ивана Дмитриевича Папанина. Еще в январе 1952 г. он был назначен уполномоченным Президиума АН СССР, а затем и директором биологической станции «Борок», расположенной в поселке Борок на берегу Рыбинского водохранилища. Папанин правильно оценил большое значение биологического изучения наших искусственных водохранилищ и вложил много энергии и труда в коренную реорганизацию этой биологической станции.

Под его руководством за короткий срок она превратилась в крупный научно-исследовательский периферийный центр, занимающийся вопросами биологического изучения и народнохозяйственного освоения искусственных водохранилищ и других внутренних водоемов. Этот научный центр теперь носит название Института биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина АН СССР и является головным научным учреждением СССР по изучению продуктивности и хозяйственного использования внутренних вод. Папанин в течение 20 лет был его директором.

По мере развертывания исследовательских работ в институте формировался и его флот. В 1985 г. флот института пополнился новым НИС, названным «Ареал». В конструкции судна наряду с наличием ряда положительных моментов присутствует и серьезный недостаток: имея на борту 15 человек экипажа и экспедиции, оно только трое суток может находиться в зоне запрещенного сброса сточных вод без сдачи их на судно-сборщик, так как емкость сборных цистерн мала. Такое

расхождение между автономностью по запасам топлива и продуктов и, так сказать, «экологической автономностью» во многом снижает эффективность использования судна при проведении экспедиционных работ.

Конечно, обеспечить достаточную «экологическую автономность» не просто, особенно учитывая небольшие размерения речного или озерного НИС. Тем не менее нельзя допускать, чтобы конструкторы шли по легчайшему пути. В наше время, когда загрязнение внутренних водоемов во многих регионах подошло к критической черте, НИС должны быть примером правильного отношения к экологическим проблемам, а следовательно, «экологическая автономность» НИС должна быть максимальной. НИС обязано быть примером и образцом для всех остальных судов в части предотвращения загрязнения водных масс рек, озер и водохранилищ.

Для проведения исследований на реках широко используются научно-исследовательские катера. Ученые Института водных проблем АН СССР используют водометные катера типа КС-100. На Ивановском водохранилище работают «Поиск» и «Находка», на Северной Двине – «Салма», а в дельте Волги – «Водомер».

Важно, что эти катера не имеют винтов, а двигаются за счет реакции от выброса струи воды водометным двигателем. Малая осадка и водометный двигатель дают возможность этим катерам работать на мелководье и в зарослях камыша.

Безусловно, имеющиеся в настоящее время речные и озерные НИС и катера по своей оснащенности не дают зачастую возможности проводить научные исследования на должном уровне в соответствии с современными требованиями.

Уже всем ясна малая эффективность и экономическая нецелесообразность переоборудования и приспособления уже построенных рыбопромысловых, транспортных и других судов под речные и озерные НИС. Повышение эффективности их использования требует наличия судовых систем сбора, регистрации и обработки большого объема научной информации с использованием ЭВМ. И наконец, увеличение продолжительности экспедиционных рейсов со всей серьезностью ставит вопрос о создании нормальных санитарно-бытовых условий для экипажей и научных сотрудников, что совсем не просто с учетом обязательного сбора сточных и фановых вод и сдачи их на суда-сборщики.

Ясно одно – нужны специальные проекты речных и озерных НИС. При их разработке можно брать за основу корпус и ЭУ рыболовецких или транспортных судов, но проект должен быть разработан до постройки, чтобы не нужно было переделывать и перепланировать уже готовые судовые отсеки.

Думаем, что перспективной является концепция, выдвинутая доктором географических наук В. А. Знаменским. Суть ее заключается в необходимости создания ряда унифицированных проектов речных и озерных НИС не менее четырех типов: специальный научно-исследовательский катер водоизмещением 6–8 т, малое специализированное НИС водоизмещением 25–30 т, среднее специализированное НИС водоизмещением 60–70 т, большое НИС для комплексных исследований на реках, озерах и водохранилищах водоизмещением 150–300 т. Такой спектр проектов способен, на наш взгляд, удовлетворить требования всех организаций, занимающихся в нашей стране научно-исследовательскими работами на реках, озерах и водохранилищах.

Многое следует сделать для создания приборной базы этих судов, которая хотя бы могла быть сопоставлена с приборами, используемыми для изучения океанов и морей. Как ни удивительно, но суда для внутренних водоемов оснащены научными приборами несравненно хуже, чем морские НИС. И это так, хотя на территории нашей Родины расположены самые большие и глубокие озера и водохранилища в мире, протекают величайшие реки Европы и Азии. Безусловно, проблема создания новых речных и озерных НИС и оснащения их соответствующей приборной базой должна быть обязательно решена в ближайшие годы.

Быть ли Байкалу океаном!

Байкал... В последние годы все чаще слышно это слово. О Байкале пишут в газетах, говорят по радио и в телепередачах, снимают кинофильмы, издаются научно-популярные книги и солидные научные монографии. И это не случайно, не просто дань «модной» теме.

По максимальной глубине 1620 м и по объему водной массы – 23 000 км³ – Байкал намного превосходит все озера нашей планеты. Воды Байкала, объем которых составляет до одной пятой

всех поверхностных запасов пресных вод планеты, уникальны, они слабо минерализованы и отличаются исключительной прозрачностью и чистотой, флора и фауна Байкала по своему богатству, разнообразию и самобытности не имеют себе равных.

Но вот беда – усиление хозяйственной деятельности на берегах и в водосборном бассейне озера привело в последние десятилетия к нарушению веками сложившегося экологического равновесия. В частности, нарушен химический баланс вод Байкала. Только огромный объем воды, заключенный в котловине Байкала, обеспечивает пока (только пока) медленное увеличение общей минерализации озера. Но это процесс крайне опасный.

Ученые отмечают, что уменьшение численности рыб и продуктивности других организмов в Байкале вызвано в первую очередь антропогенным воздействием на его природу.

Байкал, это уникальное природное образование, требует спасения. В Байкал не должны поступать промышленные стоки, мы обязаны сохранить лесные массивы на берегах озера. Ученые Сибирского отделения АН СССР находятся в первых рядах бойцов за спасение Байкала.

Сибирское отделение АН СССР с самого начала возражало против строительства целлюлозно-бумажного комбината на берегу Байкала. Но, к сожалению, к предостережениям ученых не прислушались. В апреле 1987 г. ЦК КПСС и Совет Министров СССР принял, увы, уже третье постановление по Байкалу. Оно определяет меры по обеспечению охраны и рационального использования природных ресурсов бассейна озера Байкал в 1987–1995 гг.

Хочется надеяться, что это постановление наконец сдвинет дело защиты великого озера с мертвой точки. Общественность страны и ученые СО АН СССР настаивают на репрофилировании Байкальского целлюлозно-бумажного комбината, закрытии особо вредных в экологическом отношении предприятий химического производства в районе озера, проведении больших лесовосстановительных работ, сокращении до минимума транспортировки по озеру нефтепродуктов, полном прекращении сплава леса в плотках. Безусловно, в выполнении всей этой огромной программы и обеспечении контроля за состоянием экологической системы озера важнейшая роль отведена сибирской науке.

Исследования Байкала особо интересны еще и потому, что важнейшей его особенностью является нахождение озера в рифтовой зоне гигантского разлома, аналогичной во многом тем, которые имеются в срединно-океанических хребтах, в Красном море. Это подтверждается многим.

Во-первых, большинство эпицентров землетрясений, которых в Байкальской зоне бывает около 2000 в год, располагается на берегах озера. А в 1862 г. в результате крупного землетрясения в долине реки Селенги, впадающей в озеро, за несколько часов 200 км² суши погрузилось в воду. В результате образовался новый залив Провал с глубинами более 10 м.

Берега Байкала богаты минеральными источниками, что свидетельствует о наличии близкой к поверхности зоны подземной активности. И наконец, ученые замеры тепловый поток, излучаемый впадинами Байкальской зоны. Он оказался аномально высоким.

И что особенно важно, измерения скорости расхождения берегов Байкала, проведенные в 70-х гг., дали значения до 1 см/год. А такие скорости расхождения дна присущи именно океаническим рифтам.

В связи с уникальностью Байкальского природного региона к началу 60-х гг. четко определилась потребность сибирских ученых в НИС, которое смогло бы плавать по всей акватории озера и имело бы несколько научных лабораторий для работы комплексного экспедиционного отряда в составе 10–15 научных сотрудников.

Трудность заключалась в том, что на самом Байкале не было судостроительного предприятия, способного построить такое судно. Нужно было разыскать проектную организацию, которая взялась бы за разработку проекта строительства судна в два этапа: первый – изготовление транспортельных секций корпуса, второй – сборка секций после их доставки к берегу Байкала на спусковое устройство. Затем необходимо было определить судостроительный завод, который изготовил бы секции и собрал их на месте.

Начальник Отдела морских экспедиционных работ АН СССР И. Д. Папанин поручил все хлопоты по байкальскому судну сотруднику отдела опытному судостроителю Поликарпу Герасимовичу Малому, за плечами которого было успешное участие в строительстве на Дальнем Востоке морских судов.

По предварительной проработке с учеными в Отделе морских экспедиционных работ определили, что наиболее приемлемым при строительстве байкальского НИС было бы использовать

корпус и ЭУ морского среднего рыболовного траулера. Было решено остановиться на проекте траулеров, которые строили на прославленной верфи «Ленинская кузница» в Киеве.

Командировка П. Г. Малого в Киев увенчалась успехом. Киевские конструкторы помогли ученым, составили предварительные наброски и подтвердили возможность такой двухэтапной постройки НИС на базе серийного траулера. Теперь слово было за Министерством судостроительной промышленности.

Поликарп Герасимович вспоминал позже: «Вскоре после моего возвращения из Киева Иван Дмитриевич Папанин пригласил меня к себе и объявил:

– Поехали к министру. Он согласился выслушать наши предложения.

И вот мы в кабинете министра судостроительной промышленности Б. Е. Бутома. Иван Дмитриевич сразу перешел в наступление:

– Вы должны помочь Байкалу, Борис Евстафьевич! Не можете не помочь. Необходимо построить судно для байкальских ученых.

И он рассказал о том, зачем нужно это судно и какие трудности связаны с двухэтапной постройкой.

– Но кто разработает проект? – спросил министр.

– Корабелы «Ленинской кузницы» согласны. – И Папанин показал министру предварительные проработки, которые Малый привез из Киева.

– И здесь обошли меня, – не смог сдержать улыбки Бутома. – Ладно, уговорили, – сказал он и добавил: – Вернее, не вы уговорили, а Байкал уважать надо, недаром в народе его называют «славное море, священный Байкал».

Воодушевленный решением министра Малый вновь отправился в Киев. Вскоре в конструкторском бюро, а затем и в цехах верфи «Ленинская кузница» закипела работа.

Проект судна был разработан так, что все секции корпуса нового судна можно было бы перевезти по железной дороге из Киева к берегам Байкала.

Пока в Киеве изготавливали секции, П. Г. Малый полетел в Иркутск. Речники Восточно-Сибирского пароходства подсказали, что собрать секции корпуса можно на верфи им. Е. Ярославского в поселке Мальта.

Побывал Малый и на этой верфи. Вид небольших цехов и малолюдство на территории не вдохновляли. Видно было, что до сих пор верфь проводила лишь ремонт судов, необходимого судостроительного опыта ни у инженеров, ни у рабочих не было.

Он обсудил ситуацию с руководством верфи, беседовал с рабочими. Ясно было, что верфи нужна солидная и основательная помощь. Пришлось организовать подготовку сибиряков-судосборщиков и сварщиков на «Ленинской кузнице». АН СССР добилась того, чтобы верфи помогли сварочным и другим оборудованием и материалами.

Все организационные и технические вопросы решались в тесном взаимодействии с учеными Лимнологического института Сибирского отделения АН СССР, для которых и строили судно. Активную помощь во всем оказывал директор института член-корреспондент АН СССР Г. И. Галазий.

Наконец секции корпуса, погруженные на 22 железнодорожные платформы, прибыли на станцию Байкал. А как перебросить секции через Ангару, ведь железнодорожного моста не было? Было решено изготовить солидные деревянные сани и перевезти секции по льду через реку на буксире у тракторов на гусеничном ходу.

Стояли крепкие сибирские морозы, сильный ветер сдувал снег со льда. Самоотверженно работали такелажники и трактористы. Одна за другой прибывали корпусные секции на место сборки. Наконец все вздохнули облегченно. Все секции нового судна разместили на самодельном стапеле.

Прошли дни напряженной работы по сборке корпуса и установке оборудования. Настал долгожданный день спуска нового судна на воду. Прозвучали команды на спуск, и вот судно сначала медленно, а затем все быстрее двинулось по спусковому устройству. Еще секунды – и вот оно уже на плаву.

Новое НИС для исследования Байкала водоизмещением 530 т с шестью научными лабораториями пополнило флот АН СССР в 1964 г. Его назвали именем профессора Глеба Юрьевича Верещагина (1889–1944). Видный советский гидробиолог и озеровед доктор географических наук Г. Ю. Верещагин с 1925 г. руководил Байкальской экспедицией АН СССР. Его научные работы были

связаны с изучением планктона и пресноводных ракообразных Байкала. Он изучал ледовый режим озера, динамику и морфологию его берегов. Научные работы Г. Ю. Верещагина заложили основу новой науки – байкаловедения.

В 1977 г. с целью детального всестороннего изучения Байкала была проведена Байкальская комплексная геолого-геофизическая экспедиция, организованная Институтом океанологии им. П. П. Ширшова АН СССР совместно с Лимнологическим институтом, Институтом геохимии СО АН СССР, а также Иркутским государственным университетом.

Значительные исследовательские работы были проведены с борта НИС «Г. Ю. Верещагин». На судне установили дополнительно самописец глубины, аппаратуру непрерывного сейсмического профилирования, позволяющую «просвечивать» толщу осадков на глубину в несколько километров, новейшую магнитометрическую аппаратуру, предназначенную для регистрации составляющих магнитного поля Земли, специальную глубоководную фотокамеру, гермоградиентометр, необходимый для уточнения данных о тепловом режиме Байкальской впадины.

Ученые установили с борта НИС «Г. Ю. Верещагин» на дне озера регистраторы землетрясений и сейсмических волн. В ходе работ судно буксировало воздушные пушки, возбуждающие акустические волны, которые проникали внутрь земных недр и, отражаясь и преломляясь, принимались судовыми регистраторами и записывались на магнитофон. Изучение магнитофонных записей позволило ученым составить представление о геологической структуре пород подо дном озера до глубины в несколько километров. Проведя с борта НИС «Г. Ю. Верещагин» комплексную геофизическую съемку Байкальской впадины, ученые смогли удачно выбрать полигоны для погружения и детального исследования дна с борта ПА «Пайсис».

В экспедиции участвовала группа гидронавтов Института океанологии АН СССР с двумя ПА «Пайсис». В Атлантике ученые получили важные результаты, связанные с механизмом образования новой океанической коры. Заманчиво было сравнить процессы тектонических движений в уже зрелом океане и здесь, на начальных, как полагают, этапах формирования самого океана.

Для базирования ПА была оборудована речная баржа, на которой установили и закрепили автокран. Оба ПА совершили на Байкале 42 погружения. 9 августа «Пайсис-II» с экипажем в составе А. Подражанского, А. Сагалевица и Н. Резникова должен был впервые произвести погружение на дно озера. В северной части озера около о. Ольхон находится впадина с глубиной 1620 м, которая является максимальной глубиной озера. Но речную баржу-носитель ПА мореходная инспекция не разрешила буксировать на север Байкала из-за недостаточной прочности корпуса. Поэтому гидронавты наметили для погружения район с максимальной глубиной в южной части озера – 1410 м, где в двух километрах от берега крутой склон заканчивался ровной площадкой дна.

Наконец ПА медленно погружается в глубину озера. Глубина 200 м... 800 м. В отсеке ПА похолодало, температура упала до 10°, гидронавты надели свитера. Внутренняя поверхность сферы покрылась каплями конденсата. Передадим слово А. М. Подражанскому: «– Поздравляю вас, мужики, – раздается вдруг голос Резникова. – Глубина 1000 м...»

На затылок падает несколько капель воды. Поворачиваю голову, и тоненькая струйка попадает в ухо. В то же мгновение замечаю, что еще одна струя, извиваясь, бежит ручьем по оранжевой поверхности прочной сферы.

– В отсеке течь! – стараюсь говорить спокойно, но все равно очень громко произношу я...

Толя протягивает мне отвертку, и я быстро снимаю над собой треугольную панель. Нам открывается внутренняя часть одного из кабельных вводов... Из темного отверстия в сердечнике ввода, откуда выходят кабели, бьет струя воды толщиной с кабель...»

Гидронавты проявили мужество и выдержку. Экипаж продул носовую и кормовую балластные цистерны и начал продувку цистерны главного балласта. Определив скорость поступления воды по заполнению пустой бутылки из-под «пепси-колы», гидронавты доложили о возможности всплытия без сброса аварийного балласта.

Наконец ПА на поверхности. Уже на барже, сняв левую переднюю четверть легкого корпуса и разобрав находящийся под ней кабельный ввод, ученые обнаружили причину течи. В сердечник гермоввода были ввернуты четыре штуцера с завулканизированными кабелями. Каждый штуцер уплотняется в сердечнике резиновым кольцом. Так вот, одно из них оказалось срезанным. Видимо, это был дефект сборки, который и проявился в самый ответственный момент погружения на дно Байкала.

На следующий день после устранения дефекта тот же экипаж вновь пошел на «Пайсис-II» в

глубины озера. А. М. Подражанский вспоминал: «Глубина 1100 м. На экране бортового гидролокатора отчетливая светлая метка – до грунта 300 м. Откачали за борт часть балласта. Теперь аппарат погружается медленнее обычного, всего около 10 м в минуту. Мы не торопимся попасть на дно. Нас больше волнует, как поведут себя вводы, так как аппарат идет уже на неведомой ему и экипажу глубине. Каждые пять минут проверяем трюм. Сверху нас не торопят, там сейчас тоже все в напряжении, даже, наверное, в большем, чем мы. Зная об этом по собственному опыту, стараемся как можно чаще сообщать наверх о наших действиях.

...До грунта 100 м. Скорость погружения уменьшили до 5 м/мин. Аппарат, как охотник, подкрадывающийся к зверю, медленно приближался к грунту.

– До грунта 50 м, – сообщаем наверх.

– Говорите раздельно, очень сильное эхо, – слышим в ответ.

– Донная рефракция работает, – предполагает Сагалевич, – дно рядом, пора откачиваться. – Снова работает насос, и аппарат, почти зависнув в толще воды, уже еле заметно продолжает топать.

Упершись лбами в подушки над иллюминаторами, вглядываемся в черноту под аппаратом. Какие-то неясные тени мелькают внизу. Откуда-то сбоку подплыл и сел на раму бокоплавгаммарус.

– Гаммарус нас уже встречает, скоро грунт, – комментирует это событие Резников. Под аппаратом вода немного посветлела, и в ней появились равномерно разбросанные сгустки черноты.

– Вижу грунт! – вдруг произнес Сагалевич, первым понявший, что эти сгустки – не что иное, как тени от неровностей на серой илистой поверхности...

«Пайсис» осторожно встает на грунт. Глубина 1410 м».

Результаты экспедиции были впечатляющими. Во-первых, геофизическими исследованиями с борта НИС «Г. Ю. Верещагин» и визуальными наблюдениями с борта «Пайсисов» удалось собрать обширный научный материал, позволивший по-новому рассмотреть природу Байкальского рифта. Ученые убедились в возможности использовать отработанные модели и представления по океаническим рифтам к объяснению процесса образования Байкальского разлома. Было установлено, что тепловой поток в южной части озера почти вдвое превышает средний уровень теплового поля в районах, расположенных вдалеке от Байкала. А это подтверждает факт разогрева глубинных слоев под Байкальским рифтом.

Важно, что гидронавты визуально обнаружили на подводном склоне озера характерные образования, появляющиеся в зонах растяжения и сброса. А не занесенные осадками трещины, увиденные ими через иллюминаторы, подтвердили то, что механизм Байкальского рифта работает и разлом растет. Все подтверждало утверждение, что Байкальский рифт находится в предпрединговой стадии, то есть магма еще не поступает из глубины на поверхность дна озера.

Ученые сделали главный вывод: под озером Байкал начинает развиваться трещина. Она, видимо, проникнет до тех жидких, глубинных веществ, изливание которых и образует базальтовый слой океанического дна. Развивающаяся трещина – еще не классический океанический рифт, ее возраст около 20 млн. лет. Они предполагают, что в геологическом будущем, если процесс не остановится, берега Байкала будут постепенно расходиться и на его месте, возможно, возникнет океан.

В завершение разговора об исследовании озер несколько слов о перспективных НИС для работы на больших озерах.

Для комплексных лимнологических (озероведческих) исследований в Ладожском и Онежском озерах и на Белом море будут в ближайшие годы построены для Института озероведения и Зоологического института АН СССР новые НИС водоизмещением 260 т. На них будут установлены мини-ЭВМ для обработки собранных данных. При исследованиях с применением погружаемых и буксируемых зондов с непрерывной регистрацией данных проектом предусмотрена передача их значений на борт судна по кабелю.

Учитывая, что в настоящее время сброс сточных вод в Ладожское и Онежское озера категорически запрещен, в проекте определена емкость сточных цистерн для сбора стоков из туалетов, камбуза, умывальников, душей, а также льяльных вод, откачиваемых из трюма машинного отделения, из расчета эксплуатации судна в течение всего срока автономного плавания – 7 суток. Как видим, при разработке проекта учтены недостатки, отмеченные при рассказе о НИС «Ареал». На новом судне «экологическая автономность» будет соответствовать технической автономности.

Этот проект является уже определенным шагом вперед в части создания современного озерного НИС. Но, по нашему мнению, и в нем не решены *по* конца такие важные вопросы, как расположение всей научной экспедиции в одно- и двухместных каютах, установка на судне системы точного местоопределения при плавании вдали от берегов с помощью спутниковых средств навигации. Особенно досадно, что, предусмотрев установку мини-ЭВМ, проектант не пошел дальше и не разработал для судна комплексной автоматизированной системы сбора и регистрации научных данных, что значительно повысило бы эффективность использования электровычислительных средств. Эти недостатки особенно ощутимы, если учесть, что строительство этих судов предусматривается в 1991 г.

Загадки и реальность Каспия

Уже много лет привлекает к себе внимание ученых природа величайшего в мире замкнутого водоема – Каспийского моря. Многое здесь необычно: загадочность некоторых природных явлений, в первую очередь такого, как периодические колебания уровня моря, своеобразие флоры и фауны (чего стоит только наличие в южном море такого животного, как тюлень), появление и исчезновение грязвулканических островов в море и многое, многое другое.

Обратимся к истории исследования Каспия. Первая крупная комплексная экспедиция на Каспийском море была проведена в 1853–1856 гг. под руководством академика Карла Максимовича Бэра (1792–1876). И уже перед этой экспедицией, помимо проведения научных исследований по изучению флоры и фауны моря и побережья, изучению гидрологических и геологических особенностей моря, Нижней Волги и их берегов, стояла насущная практическая задача: выяснить причины падения уровня моря и обмеления впадающих в него рек, а также влияние этих явлений на рыболовство.

Конференция Российской Академии наук в марте 1853 г. одобрила план экспедиции, предложенный К. М. Бэром, и выразила уверенность, что его труды послужат на пользу государству и науке и принесут славу академии.

Состав экспедиции, включая служителей, был невелик: пять, временами шесть человек, но она оставила весомый след в русской и мировой науке. Это определялось, безусловно, ярким научным талантом Бэра, его неординарными чертами характера и в немалой степени – его умением подбирать себе помощников. Так, например, следуя впервые в Астрахань, Бэр в Самаре не побоялся включить в состав экспедиции ссыльного петрашевца Н. Я. Данилевского, естественника по образованию, и ни разу не пожалел об этом.

Бэр сделал Астрахань главной квартирой экспедиции. Отсюда в течение трех лет, используя пароходы и рыбацкие лодки, Бэр со своими помощниками подробно обследовал Нижнюю Волгу и ее дельту, каспийские берега и острова, прибрежные районы, устья Урала и Куры.

В первом плавании по Каспийскому морю в 1853 г. на пароходе «Ленкорань» Бэр посетил форт Ново-Петровский (форт Шевченко). В форту его комендант представил Бэру Тараса Григорьевича Шевченко, который содержался там в качестве политического ссыльного на положении простого солдата. Бэр участливо отнесся к ссыльному поэту и впоследствии старался помочь ему своими связями в Петербурге.

Во время пребывания в Ново-Петровском Бэр особое внимание обратил на изучение колебания уровня моря и предложил коменданту форта вырубать ежегодно отметку на береговой скале, чтобы следить за уровнем воды. Он сам выбил на камне первый такой знак.

В одной из статей, опубликованной в августе 1856 г., Бэр впервые изложил свою гипотезу о размывании правого берега рек, текущих по меридиану в Северном полушарии, вследствие отбрасывания воды в правую сторону из-за суточного вращения земного шара вокруг своей оси. Впоследствии это знаменитое обобщение было названо географическим «законом Бэра».

Мы рассказали об экспедиции академика К. М. Бэра потому, что она сыграла особую роль в изучении Каспийского моря. Она обследовала Каспийское море как среду размножения и обитания рыб с учетом таких факторов, как температура и соленость морской воды, глубины, характер дна, растительности, то есть впервые были учтены основные физико-химические и биологические факторы, от которых зависит рыбное хозяйство в Каспийском регионе, очень важном в научном отношении, как единственное место на земном шаре, где сохранились и размножились ганоидные рыбы.

Есть геологические свидетельства, что уровень моря в течение последних 2–3 млн. лет колебался в пределах 50 м от современного. А на протяжении последних 2000 лет колебания уровня доходили до 3–5 м от среднего (– 27 м от уровня Мирового океана).

С начала проведения инструментальных наблюдений (1837 г.) и на протяжении XIX в. уровень сохранял положение в среднем около – 25,8 м. С 1900 по 1929 г. уровень несколько понизился, и его изменения происходили около средней отметки – 26,2 м. С 1930 г. уровень стал резко падать и в 1977 г. достиг минимальной отметки – 29 м. За последующие 13 лет уровень Каспия поднялся на 1,5 м. Можно полагать, что это знаменует начало очередной стадии подъема. А затем опять спад?

Ясно, как важно определить физические законы, диктующие изменение уровня. Каспийское море в настоящее время является замкнутым бассейном, не имеющим связи с Мировым океаном. Ученые считают, что причиной колебания уровня такого замкнутого бассейна, как Каспий, являются изменения в балансе вод моря, приходную часть которого составляют сток рек, подземная разгрузка, а также осадки, выпадающие на поверхность моря. Расходная часть баланса должна учитывать испарения с поверхности моря, а также сток в залив Кара-Богаз-Гол.

Все основные статьи баланса непостоянны, их значения сильно варьируются из года в год. Они прямо зависят от климата – осредненной погоды за несколько десятков лет. Так, ученые определили, что 5–6 тыс. лет назад, в период так называемого оптимума голоцена (межледниковый период, в котором мы живем) среднеглобальная температура была выше современной на 1 °С, и в результате совокупного действия всех факторов уровень Каспийского моря был выше современного на 6 – 10 м. А вот 125 тыс. лет назад – в оптимум микулинского межледниковья – температура была выше на 2 °С, а уровень Каспийского моря на 40 м выше, чем сейчас.

Зависимости между климатом, стоком рек, осадками и испарением исключительно сложны и неоднозначны. Чтобы определить эти зависимости, оценить влияние всех факторов на уровень моря, необходимы глубокие и разносторонние исследования и не только на акватории Каспия, но и на всей водосборной территории рек, впадающих в Каспийское море.

А сделать это необходимо. Значение Каспийского моря для нашей страны исключительно велико. Каспий – главный рыбный цех страны, важнейшая транспортная магистраль, каспийские просторы – районы нефте- и газодобычи.

АН СССР на протяжении всех лет существования Советской власти придавала особое значение всестороннему изучению Каспийского моря и проблем, связанных с его флорой и фауной. В ноябре 1945 г. по инициативе академика П. П. Ширшова в АН СССР была создана комиссия по изучению Каспийского моря, и он был утвержден ее председателем. А 26 декабря 1945 г. Совнарком СССР принял постановление об организации Института океанологии на базе слияния Лаборатории океанологии и Каспийской комиссии. Директором вновь созданного института был утвержден академик П. П. Ширшов. В числе одной из первоочередных задач, поставленных перед институтом, было проведение специальных исследований по проблеме колебания уровня Каспийского моря.

В 1986 г. комплексная экспедиция АН СССР по исследованию проблем Каспийского региона под руководством нашего ведущего экономиста академика А. Г. Аганбегяна работала на Каспийском море на двух НИС: «Элм» и «Акватория».

НИС «Элм» (по-азербайджански – «наука») принадлежит Институту зоологии АН АзССР. Это судно по конструкции корпуса, ЭУ, наличию лабораторий и исследовательских лебедок, а также по оснащению лабораторий научной аппаратурой аналогично в основном НИС «Дальние Зеленцы», о котором упомянуто в главе III.

НИС «Акватория», принадлежащее Институту водных проблем АН СССР, предназначено специально для исследований на Северном Каспии, который резко отличается от остальной части Каспийского моря. Дело в том, что Каспийское море протянулось с севера на юг на 1200 км. Мангышлакский и Апшеронский пороги разделяют его на три части – северную, среднюю и южную, каждая из которых имеет свои особенности: климатические, гидрологические, гидрографические.

Большая часть Северного Каспия мелководна, с глубинами не более 5 м, а часто 2 м и меньше. Соленость в распресненной Волгой северной части моря всего 3 – 7 промилле, что в 2 раза меньше, чем в южной части моря. Северный Каспий и дельта Волги являются своеобразными «яслями и детским садом» для осетровых рыб и играют особую роль в сохранении и поддержании уникального рыбного стада осетровых.

Вот для проведения исследований в этом особом районе и предназначена «Акватория». В чем же особенность, уникальность этого судна? В первую очередь это малая осадка при сравнительно значительных размерениях. При приеме полных запасов и балласта – пресной воды – средняя осадка этого судна водоизмещением 1100 т всего 2,47 м. А при половинных запасах топлива и без балласта его средняя осадка всего 1,7 м. Так что НИС «Акватория» при осадке менее 2 м может проводить исследовательские работы примерно на 80 % акватории Северного Каспия.

На судне 4 просторные лаборатории, где могут работать до 30–35 научных сотрудников. К сожалению, на судне отсутствуют средства регистрации и обработки научных данных с помощью ЭВМ.

Учитывая важность дальнейшего углубленного изучения этого региона, необходимо построить новые совершенные НИС для Каспийского моря, оснащенные современной научной аппаратурой, средствами регистрации и обработки научной информации с помощью ЭВМ, радионавигационными системами точного местопределения судна при помощи ИСЗ. И это будет сделано.

Заключение

Итак, книга прочитана. Читатель познакомился с некоторыми тайнами и загадками океанов и морей, озер и рек, с некоторыми научными проблемами, связанными с их изучением, с НИС, на которых работают океанологи в морях и океанах.

Наверное, читатель обратил внимание на то, что большинство рассказов об океанологических исследованиях заканчиваются словами о том, что они продолжаются, что многие тайны океана, многие законы, управляющие его жизнью, до конца так и не раскрыты.

И если у молодого читателя появится желание связать свою жизнь с исследованием океанов, морей, рек и озер то ли в роли моряка, то ли в роли научного сотрудника, то авторы будут считать свою задачу выполненной.