



# Технология освоения морского дна

- Разведка
- Добыча
- Охрана окружающей среды

Разработка оборудования и методов исследования и эксплуатации глубоководных участков морского дна была одной из важнейших научно-технических задач последней половины столетия. Будучи наземными, нуждающимися в атмосфере существами, люди уже давно пытаются установить свое господство над колоссальными незнакомыми океанскими просторами. В течение большей части периода существования человеческой цивилизации, как только первые примитивные гребные и парусные суда взяли курс в неизвестность, задача была двойной: получение продовольствия и перевозка людей и товаров через моря в другие обитаемые земли.

Это двойное стремление к самообеспеченности и транспортировке побудило индустриальное общество выработать более эффективные средства изучения и освоения океанов. На судах двигатели заменили весла и паруса (первое судно на паровом ходу вышло в море в 1783 году), а радиолокационные системы, эхолоты и глобальные системы определения координат пришли на смену методам определения курса по звездам. Подводные суда, впервые испытанные в 1620 году на реке, позволили людям погрузиться ниже поверхности воды. Тем временем рыболовные суда стали выходить дальше в море и вести лов на большей глубине в стремлении прокормить растущее население. В последнее время, особенно с середины

двадцатого столетия, было обнаружено, что океаны являются колоссальными хранилищами минералов, необходимых промышленности.

Исследователи океана начали документировать те богатства, которые залегают на океанских глубинах: энергоресурсы, объем которых достаточен для снабжения заводов планеты в течение столетий, залежи металлов и редкоземельных элементов, более богатые чем любые из находящихся на земле. Однако по многим аспектам эти богатства были бы столь же недостижимыми, если бы они были на Луне, столь велики препятствия на пути их обнаружения и добычи. Нефтедобывающие установки на море уже способны осуществлять контроль за буровыми устройствами, будучи расположенными на 6 километров выше точки проникновения бура в морское дно. Глубоководным добычным судам в центральной части Тихого океана необходимо будет выдерживать самые сильные океанские штормы за несколько тысяч километров от суши, сохраняя позицию над соединенными с ними самодвижущимися добычными средствами, находящимися на глубине несколько тысяч метров. Только для проведения исследований на такой глубине люди должны быть в состоянии вести работу в лишенной света среде, где на каждый квадратный сантиметр оказывает давление более половины тонны воды.



1.



2.



3.

1. Исследовательское судно ИФРЕМЕР Л'Аталант

2. Пробоотборник (Кристина Лоари)

3. Мультикореры отбирают образцы осадка от морского дна, что позволяет ученым изучать существа, живущие там (доктор Вунг-Сео Ким, КОРДИ)

# Разведка

Для изучения глубоководных участков морского дна был разработан широкий комплекс аппаратуры и методов, которые используются как для поиска ресурсов, так и для исследования среды, в которой они залегают. Большая часть этого арсенала предполагает дистанционное зондирование, поскольку гораздо легче направлять в такую среду автономные устройства, нежели создавать сложные жизнеобеспечивающие системы, необходимые людям в условиях, к которым они совершенно не приспособлены. Поэтому средства с дистанционным управлением, нередко самодвижущиеся и контролируемые с находящегося над ними судна, передвигаются по дну или в водной толще через сильно пересеченный подводный рельеф с горными хребтами и каньонами, не менее впечатляющими, чем любые из находящихся на суше.

Разведка предполагает способность проведения осмотра, замеров, записей и взятия проб. Фотокамеры и телевизионные средства позволяют человеку вести наблюдение на большой глубине с использованием электронной подсветки для ведения работы в водной толще, сквозь которую не проникает солнечный свет. Создаются фотобиблиотеки различных форм жизни с распространением фотографий через Интернет, так чтобы ученые во всем мире могли сопоставлять свои наблюдения. Ведется компьютерное картирование дна океана за счет реконструкции изображений, полученных с использованием гидролокаторов и систем сейсмического зондирования. Гидролокаторы бокового обзора могут буксироваться по заранее намеченному курсу в течение многих дней для составления карт широких полос морского дна или же могут использоваться для изучения подробных характеристик рельефа на конкретных потенциальных участках добычи. Сейсмическое профилирование может позволить получить информацию о том, какие породы и на какой глубине залегают на морском дне и в его недрах. Акустические системы являются предпочтительными, ибо радиоволны, как и свет, не проникают

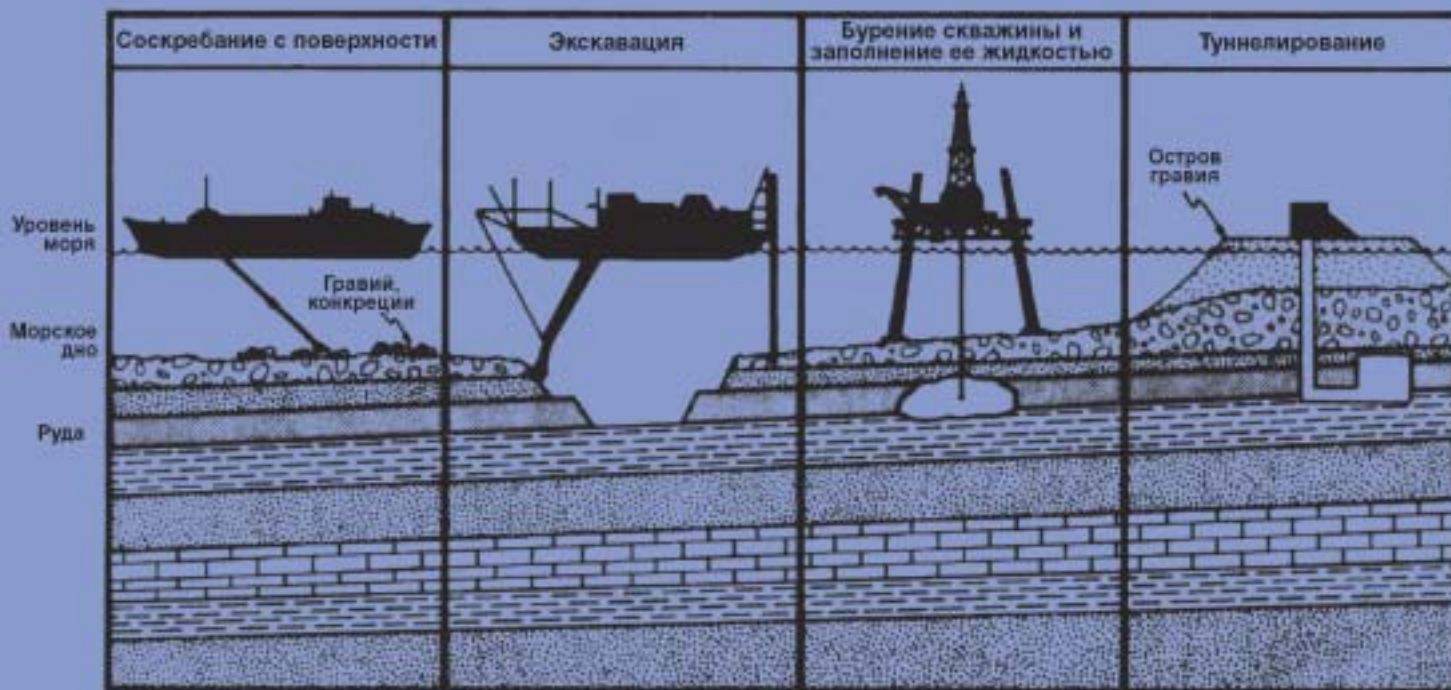
через толщу воды, тогда как звук можно регистрировать за сотни или даже тысячи километров от его источника. С буев на тросах на различной глубине подвешиваются датчики и «ловушки» для осадков для измерения течений, содержания кислорода и других химических веществ, а также турбидности (плотности осадков в воде). На поверхности океанографические исследовательские суда могут точно определять свое местонахождение через посредство спутниковой Глобальной системы определения координат, которая охватывает всю территорию планеты.

Дистанционное зондирование должно дополняться непосредственным изучением проб, доставленных на исследовательское судно и нередко анализируемых в лабораториях на берегу. Ковшовые, грейферные и контейнерные пробоотборники опускаются на морское дно для получения биологических и геологических образцов с поверхности морского дна и из находящегося непосредственно над ней водного слоя, а также из подповерхностного слоя. Эти устройства должны быть сконструированы и эксплуатироваться таким образом, чтобы доставлять на поверхность неповрежденные образцы фауны. Более глубоководный пробоотбор можно производить с помощью конусов, трубок или бурения. На сегодняшний день еще не разработаны устройства, которые позволяли бы бурить на 50-100 метров в глубину породы и которые, несомненно, понадобятся геологам для изучения таких залежей, как метилгидраты – колоссальные бассейны замороженного природного газа. Биологическим исследованиям, и в особенности опознаванию видов, в последнее десятилетие в значительной степени способствовало развитие генетического анализа, который позволяет ученым определять и сопоставлять образцы во много раз быстрее, нежели когда им приходилось полагаться на тщательный осмотр каждой пробы под микроскопом.



Дистанционно управляемые подводные аппараты позволяют ученым осуществлять пробоотбор в недоступных местах (Западное Побережье NURP)

# Четыре основных метода морской добычи



## Добыча

Будь то на Земле или в океане, существует лишь четыре основных способа разработки или добычи залежей полезных ископаемых: соскребание их с поверхности, экскавация карьера, сооружение туннеля, ведущего к подповерхностному месторождению, или бурение скважины вглубь залежей и заполнение ее жидкостью. В сущности, добыча представляет собой процесс перемещения материала: когда находящийся в залежи материал собран, его необходимо перевезти куда-либо для обогащения или обработки, а затем для очистки и производства продукции на продажу.

Глубоководная добыча отличается от разработки месторождений на суше тем, что ее необходимо вести под водой дистанционными средствами, контролируя их с плавучей платформы, находящейся на поверхности моря. На каждом этапе процесса, в зависимости от характера залежи, объем обрабатываемого материала сокращается и выбрасываются отходы. Например, в случае полиметаллических конкреций на три из составляющих металлов – никель, медь и кобальт – приходится менее 3 процентов объема залежи, исключая осадки. С учетом марганца на долю металлов приходится около 30 процентов общего объема. По сравнению с этим залежь агрегатов – гравия и песка – может содержать совсем немного отходов. Каждая залежь уникальна, и при ее разработке могут найти применение самые различные технологии.

До настоящего времени не производилось сколь-либо долговременных операций по промышленной добыче твердых полезных ископаемых с глубины водной толщи более 200 метров. Однако испытания систем добычи полиметаллических конкреций на глубине 5000 метров, где их можно легко собирать с поверхности морского дна, не дают никаких технических причин, по которым невозможно

было бы разрабатывать эти или аналогичные залежи. С другой стороны, можно лишь предполагать, какой именно будет технология разработки залежей, которые требуют измельчения твердых материалов или проникновения вглубь породы. Было предложено несколько систем разработки кобальтоносных корок и поверхностных отложений гидротермальных сульфидов, однако, пока не собрано больше информации о конкретных залежах, об эффективности этих систем можно лишь догадываться. Новшества в области технологии бурения, прокладки трубопроводов и разработки глубинных нефтяных бассейнов существенно способствовали развитию технического потенциала, имеющегося в распоряжении разработчиков, но в контексте процессов более избирательной добычи, необходимой при разработке залежей твердых полезных ископаемых, потребуются существенные изменения. Однако это, несомненно, произойдет.

За очевидным исключением добычи конкреций, большинство видов технологии разведки и разработки морского дна было разработано для использования на мелких глубинах, а затем по мере необходимости глубина увеличивалась. Поэтому в будущем существующие ныне пробелы в области глубоководной разработки морского дна будут заполняться за счет совершенствования технологии обычных систем, многие из которых будут заимствованы из других отраслей. Можно ожидать таких результатов, как разработка новых буровых систем, совершенствование передачи энергии для целей добычи, более тщательная обработка сырья на морском дне и дифференциальное извлечение отдельных металлов за счет гидрометаллургических процессов (как-то выщелачивание).

## Охрана окружающей среды

На проведенных Международным органом по морскому дну практикумах отмечалась тенденция к более основательному анализу экологических последствий при разработке техники добычи полезных ископаемых морского дна. Для удовлетворения установленных Органом экологических стандартов разработчикам придется сводить к минимуму последствия возмущений, которые неизбежно будут обусловлены их операциями по мере того, как добычные устройства будут передвигаться по морскому дну или проникать в его недра, поднимая шлейфы осадков, которые будут покрывать животных, попадающих на пути или находящихся вблизи, и изменяя химические свойства окружающего водного слоя. Поэтому будут прилагаться усилия к минимизации объема осадков, на которые оказывается воздействие по мере сбора конкреций, не только по экологическим причинам, но и в силу того, что осадки являются отходным материалом, который снижает долю металлов в обрабатываемом продукте. Кроме того, будут проводиться исследования по определению наилучшей глубины выброса осадков, которые неизбежно будут присутствовать в поднимаемой на поверхность смеси, будь то выбросы на поверхности или в каком-то промежуточном слое, где они будут причинять меньше ущерба окружающей жизни.

*Глубоководное жерловое сообщество*

