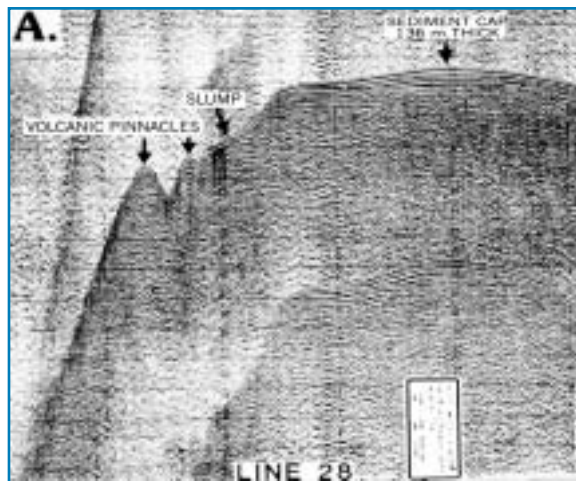




# Кобальтоносные корки

- Характеристики
- Состав
- Использование в промышленности
- Экономические факторы
- Будущие правила

Согласно Конвенции Организации Объединенных Наций по морскому праву 1982 года Орган отвечает за организацию и контроль за всей ресурсной деятельностью в этом районе. В 2001 году Международный орган по морскому праву приступил к рассмотрению предложения о разработке правил, которые будут регулировать поиск и разведку двух обнаруженных недавно видов океанических минеральных ресурсов - полиметаллических сульфидов и **кобальтоносных корок**. Как и правила, принятые им в предыдущем году касательно полиметаллических конкреций, предлагаемые новые нормы будут регулировать деятельность Органа и любых частных и государственных субъектов, которые могут вступить с ним в контрактные отношения на предмет разработки залежей этих ресурсов в международном районе морского дна в глубоководных участках океана за пределами национальной юрисдикции.

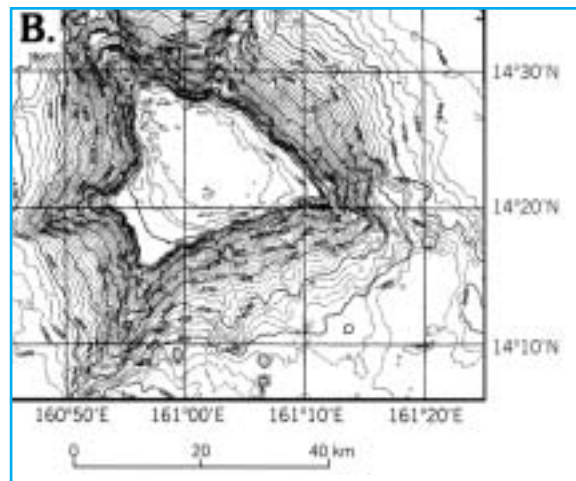


А. Профиль сейсмоотраженных волн с подводной горы в центральном Тихом океане

## Залегание, образование и распределение

Коркообразные залежи богатых кобальтом ферромарганцевых окислов имеются во всех районах Мирового океана на склонах и вершинах подводных возвышенностей (морских гор), хребтов и плато, где морские течения в течение миллионов лет смывают осадки с морского дна. Эти подводные горы могут быть огромных размеров, некоторых из них столь же высоки, что и горные хребты, расположенные на континентах. Очень немногие из примерно 50000 подводных возвышенностей, имеющих в Тихом океане, где расположены самые богатые залежи, были картированы и подробно исследованы. В Атлантическом и Индийском океанах подводных возвышенностей гораздо меньше.

Корки образуются в результате отложений из холодной



В. Батиметрическая карта плоско-вершинной подводной горы на Маршалльских островах (западно - центральный Тихий океан)



Точки пробоотбора кобальтоносных железомарганцевых корок

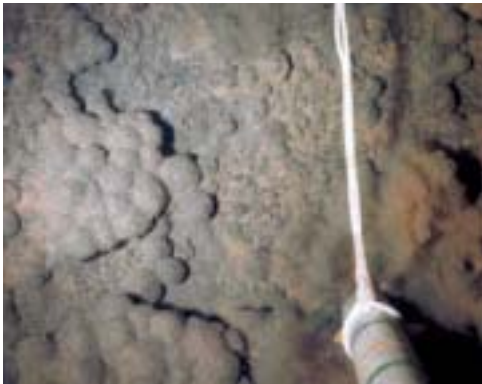
морской воды на субстрат породы, вероятно при содействии бактериальной активности. Корки формируют напластования толщиной до 25 сантиметров, простирающиеся на многие квадратные километры. Согласно одной оценке, около 6,35 млн. квадратных километров, или 1,7 процента площади морского дна, покрыто кобальтоносными корками, что свидетельствует о наличии 1 млрд. тонн кобальта.

Корки не формируются в районах, где поверхность породы покрыта осадками. Они залегают на глубине примерно 400-4000 метров от поверхности воды, в отличие от марганцевых конкреций, которые встречаются на глубине 4000-5000 метров. Самые толстые напластования, имеющие наиболее высокую концентрацию кобальта, встречаются на внешних террасах и на широких седловинах вершин морских гор на глубине 800-2500 метров.

Корки обычно нарастают со скоростью в один молекулярный слой каждые один-три месяца, или 1-6 миллиметров за миллион лет - это один из самых медленных природных процессов на Земле. Поэтому образование толстой корки может занимать до 60 млн.лет. На некоторых корках видно воздействие двух формативных периодов в течение последних 20 млн.лет с перерывом в железомарганцевой аккреции в эпоху позднего миоцена 8-9 млн.лет назад, когда

отложился слой фосфорита. Это разделение между более старыми и более молодыми материалами может указывать на более давние и соответственно более богатые залежи. Наличие более богатых залежей на глубинах, где вода содержит минимум кислорода, позволило исследователям частично обусловить кобальтовое обогащение низким содержанием кислорода в морской воде.

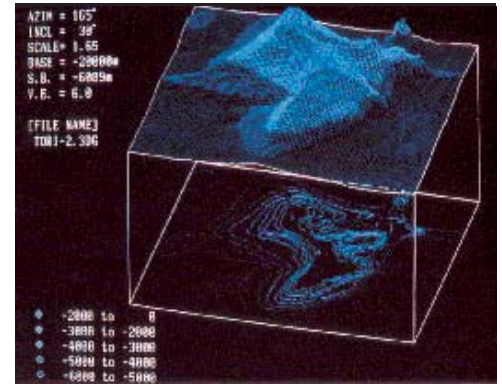
Исходя из сортности, тоннажа и океанографических условий наибольшим потенциалом разработки корок обладает центральная экваториальная часть Тихоокеанского региона, особенно исключительные экономические зоны вокруг острова Джонстон и Гавайских островов (Соединенные Штаты), Маршалловых островов, Федеративных Штатов Микронезии и международных вод средней части Тихого океана. Кроме того, корки, залегающие на небольшой глубине, содержат наиболее высокую концентрацию минералов, что является важным фактором для разработки (исключительными экономическими зонами считаются районы океана, простирающиеся на 200 миль от береговых исходных линий, и в этих зонах прибрежные государства имеют исключительные права на ресурсы).



Железомарганцевые корки на подводной горе (КоРМС-Х. Ауки)



Разрез железомарганцевой корки (КоРМС-Х. Ауки)



Модель подводной горы, содержащей железомарганцевые корки (КоРМС-Х. Ауки)

## Характеристики и состав

В дополнение к кобальту корки являются важным потенциальным источником многих других металлов и редкоземельных элементов, как-то титан, церий, никель, платина, марганец, таллий, теллурий, цирконий, вольфрам, висмут и молибден. Корки состоят из вернадита (оксид марганца) и ферроксигита (оксид железа). В толстых корках присутствуют умеренные примеси фторопатита карбоната, а в большинстве корок присутствуют мелкие примеси кварца и полевого шпата. Корки характеризуются высокой концентрацией кобальта - до 1,7 процента, и обширные районы отдельных морских гор могут содержать корки со средней концентрацией кобальта до 1 процента. Такая концентрация кобальта гораздо выше, чем в рудах наземных месторождений, где она составляет от 0,1 до 0,2Кпроцента. После кобальта наиболее ценными корковыми минералами являются титан, церий, никель и цирконий в порядке убывания значения.

Еще одним важным соображением является контрастность физических свойств между корками и породой, на которой они залегают. Их присутствие на самых различных типах породы осложняет задачу их ограничения от субстрата с использованием обычных методов дистанционного зондирования. Однако корки можно отличить от породы, на которой они залегают, по присущему им гораздо более высокому уровню гамма-излучения. Таким образом дистанционное зондирование с использованием гаммы-излучения может оказаться полезным методом при разведке корок, залегающих под тонким осадочным слоем и при замере толщины корок на морских горах.

Внимание потенциальных разработчиков в поисках корок, пригодных для разработки, вероятно, будет привлекать ряд специальных характеристик. К их числу следует отнести крупные морские возвышенности на глубине менее 1000-1500 метров от поверхности, образовавшиеся более 20 млн.лет назад и не имеющие на вершине крупных атоллов или рифов, расположенные в районах сильных и постоянных донных течений, с четко проявляющейся

низкокислородной зоной на мелкой глубине омывающих их вод и не подверженные существенному притоку речных и ветровых наносов. Кроме того, нужно будет искать участки дна с не слишком пересеченным рельефом, расположенные на террасах, седловинах и перевалах горных хребтов, со стабильными уклонами и отсутствием вулканизма. Они должны будут отдавать предпочтение среднему содержанию кобальта по меньшей мере 0,8 процента и средней толщине корок не менее 4 сантиметров.

### Минералогический состав залежей полиметаллических сульфидов

	Залежи задуговых срединных центров	Залежи срединно-океанических хребтов
Fe-сульфиды	пиррит, марказит, пирротин	пиррит, марказит, пирротин
Zn-сульфиды	сфалерит, вуртцит	сфалерит, вуртцит
Cu-сульфиды	халькопирит, айсокубанит	халькопирит, айсокубанит
Силикаты	аморфный кварц	аморфный кварц
Сульфаты	ангидрит, барит	ангидрит, барит
Pb-сульфиды	гален, сульфосоли	
As - сульфиды	орпимент, реальгар	
Cu-As-Sb-сульфиды	теннантит, тетрагидрит	
самородные металлы	золото	

## Виды промышленного использования

Типы металлов, встречающихся в богатых кобальтом корках, - прежде всего кобальт, марганец и никель - используются для придания стали конкретных свойств, как-то твердость, прочность и коррозионностойкость. В промышленных странах от одной четверти до половины потребления кобальта приходится на аэрокосмическую промышленность, нуждающуюся в суперсплавах. Эти металлы используются также в химической промышленности и в высоких технологиях для производства таких видов продукции, как фотоэлектрические и солнечные батареи, сверхпроводники, современные лазерные системы, катализаторы, топливные элементы и мощные магниты, а также режущие инструменты.

## Проведенные исследования

Первое систематическое исследование по коркам было проведено в 1981 году в центральной части Тихого океана. Первые работы проводились группами из Германии, Соединенных Штатов, Союза Советских Социалистических Республик (впоследствии Российской Федерации), Японии, Франции, Соединенного Королевства, Китая и Республики Корея. Были завершены исследования на местах, проводившиеся учеными Соединенных Штатов, Германии, Соединенного Королевства и Франции. Наиболее подробные исследования были проведены по залежам в экваториальной части Тихого океана, главным образом, в исключительных экономических зонах островных государств. В рамках примерно 42 исследовательских экспедиций (1981-2001 годы) изучались кобальтоносные корки вместе с другими глубоководными залежами полезных ископаемых в водах Тихого океана, в ходе которых на работы на местах и исследования было потрачено в общей сложности 70-100 млн.долл. США. Многие из них проводились японией по заказу развивающихся островных государств, входящих в Южно-тихоокеанскую комиссию по прикладным наукам о земле (СОПАК), в рамках 15-летнего проекта, осуществление которого началось в 1985 году.

## Будущая разведка и добыча

Для определения районов, которые могут оказаться продуктивными, потенциальным разработчикам вначале придется составить подробные карты корковых залежей и всестороннюю картину мелкомасштабного рельефа морских гор, включая сейсмические профили. Когда будут выявлены участки пробоотбора, можно будет приступить к работе с драгами, пробоотборниками, эхолотами и видеоканерами на предмет определения типов и распределения корок, породы и осадков. Для эксплуатации донных акустических маяков и буксируемой аппаратуры и для обработки большого числа проб потребуются крупные, хорошо оснащенные исследовательские суда. На более поздних этапах потребуются погружные аппараты, управляемые находящимися на борту людьми или дистанционно. Для экологической оценки нужно будет разместить буи, замеряющие параметры течений, и аппаратуру биологического пробоотбора.

Добыча корок технически гораздо более сложна, чем разработка марганцевых конкреций. Сбор конкреций вести легче, поскольку они разбросаны на мягком осадочном субстрате, тогда как корки более или менее крепко прикреплены к субстратной породе. Для успешной добычи корок необходимо обеспечить их сбор без излишних примесей субстрата, которые существенно снизили бы качество руды. Один из возможных методов добычи корок состоит в донном аппарате, который соединен с судном на поверхности гидравлической системой подъема по трубопроводу и электрическим кабелем. Специально разработанные резак добычного аппарата будут измельчать корки, сводя к минимуму примеси субстратной породы (см. рисунок). Были предложены некоторые новаторские системы, включая отделение корок от породы посредством водных струй под высоким давлением, химическое выщелачивание корок непосредственно на поверхности морских гор и отделение корок от породы звуковым воздействием. За пределами Японии научные исследования и конструкторские разработки по технологиям добычи корок носят ограниченный характер. Хотя были предложены некоторые идеи, НИОКР в области этой технологии находятся на самом начальном этапе.

## Окружающая среда подводных гор

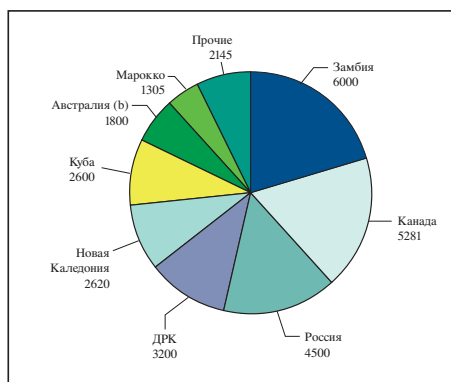
Необходимо провести более глубокие исследования в области характера биологических сообществ, населяющих подводные горы, с тем чтобы заложить прочную основу для рекомендаций относительно экологического воздействия разведки и разработки корок. Об этих сообществах мало что известно помимо того, что они являются сложными и разнообразными; две морские возвышенности, находящиеся на одной и той же глубине, могут обладать совершенно различными биологическими компонентами. Их состав и характеристики определяются течениями, рельефом, типом донных осадков и субстратной породы, размером возвышенностей, глубиной воды и содержанием кислорода в морской воде.

Крайне важно также обладать пониманием океанических течений вокруг морских гор, с тем чтобы можно было разработать надлежащие добычные аппараты и методы и определить направления распространения частиц потревоженного осадочного слоя и отходов. Морские горы препятствуют течениям, генерируя разнообразные более сильные завихрения и апвеллинг, что способствует росту первичной биологической продуктивности. Воздействие этих течений наиболее велико на внешней окраине участка вершины, где расположены наиболее толстые корки.

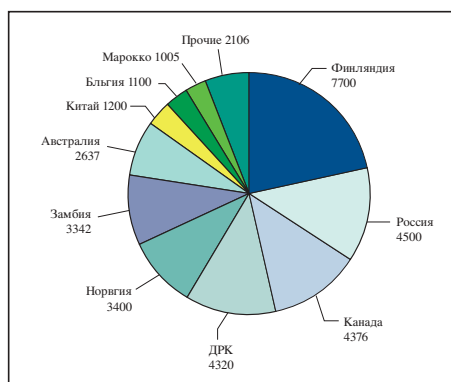
## Экономические факторы

Наряду с высоким содержанием кобальта по сравнению с залегающими на большей глубине марганцевыми конкрециями, эксплуатация корковых залежей, согласно оценкам, обладает тем преимуществом, что высокосортные корки залегают в исключительных экономических зонах островных государств, на меньших глубинах и ближе к береговым объектам. Признание экономического потенциала корок в 70-х годах приобрело еще большую весомость в силу того обстоятельства, что цены на кобальт в 1978 году резко подскочили в результате гражданских беспорядков в районах добычи в Заире (ныне Демократическая Республика Конго), который в то время был крупнейшим производителем кобальта в мире. По мере дальнейшего сокращения масштабов производства в этой стране к 2000 году на долю Замбии, Канады и Российской Федерации в совокупности приходилось более половины мирового объема производства, составлявшего 29500 тонн (см. рисунок).

### Производство кобальта, 2000 год (в тоннах)



### Кобальтовое сырье



### Очищенный кобальт

Цена на кобальт на спотовых рынках, как и на многие другие базовые металлы, в течение периода последних 30 месяцев с мая 1999 года неуклонно снижалась - с более 20 долл. США за фунт до менее 10 долл. США за фунт. Исторически цена на кобальт имеет тенденцию к сильным колебаниям: во время беспорядков 1979 года в провинции Шабя (бывший Заир) цена увеличилась вчетверо в течение нескольких недель. В то время Заир обеспечивал почти половину мирового производства. В настоящее время производство характеризуется гораздо меньшей географической концентрацией, однако спрос имеет тенденцию не зависеть от цены в краткосрочной - среднесрочной перспективе. Даже при предсказуемости проблем в плане предложения цены вполне могут возрасти вдвое в течение относительно короткого периода.

Одной из причин непредсказуемости предложения является то обстоятельство, что в странах, являющихся крупными производителями (Заир и Замбия), производство кобальта сопутствует производству меди. Соответственно, предложение кобальта увязано со спросом на медь, равно как и предложение теллурия. Ввиду этой неопределенности потребителям приходится изыскивать альтернативы, в результате чего рынки характеризуются лишь умеренным

ростом. Если будут разработаны существенные альтернативные источники металлов, то появится более значительный стимул для возобновления использования их при производстве продукции, что позволит увеличить потребление. В конечном счете движущей силой разработки может оказаться спрос на один или более из многих металлов, присутствующих в корках, помимо кобальта.

Несмотря на экономические и технические неопределенности, по меньшей мере три компании проявили заинтересованность в добыче корок. Некоторые новые обстоятельства могут привести к изменению экономической обстановки и оказать содействие началу добычи в океанах, например приоритеты землепользования, вопросы снабжения пресной водой и экологические проблемы в районах наземной добычи. Все более широко признается, что кобальтоносные корки являются важным потенциальным ресурсом. Таким образом, возникает необходимость в заполнении информационного пробела относительно различных аспектов освоения корок посредством проведения исследований, разведки и технологических разработок.

## Стоимостная оценка содержания металлов в одной метрической тонне кобальтоносных корок

	Средняя цена на металл (1999 год, в долл. США за кг)	Среднее содержание в корках (частей на млн.)	Стоимостная ценность в метрической тонне руды (в долл. США)
Кобальт	\$39,60	6 899	\$273,20
Титан	7,70	12 035	92,67
Церий	28,00	1 605	44,94
Цирконий	44,62	618	27,58
Никель	6,60	4 125	27,23
Платина	13 024,00	0,5	6,37
Молибден	8,80	445	3,92
Теллурий	44,00	60	2,64
Медь	1,65	896	1,48
<b>Итого</b>	<b>—</b>	<b>—</b>	<b>\$480,03</b>

«Кг» означает килограмм; «частей на млн.» означает то же, что и «грамм на тонну».

## Будущие правила

Вопросы, касающиеся будущих правил поиска и разведки полиметаллических сульфидов и кобальтоносных корок в международном районе морского дна, впервые обсуждались по существу в августе 2002 года в состоявшем из 36 членов Совете Органа и в подчиняющейся Совету юридической и технической комиссии. Внимание Органа на этот вопрос обратила в 1998 году Российская Федерация. Неисчерпывающий комплекс типовых положений был подготовлен секретариатом в 2001 году с учетом замечаний участников научного практикума по этой теме, проведенного Органом в 2000 году.

Предстоит, в частности, урегулировать вопросы о том, должны ли эти две категории ресурсов регулироваться различными комплексами правил и каким образом таковые должны отличаться от существующих правил по полиметаллическим конкрециям, утвержденных органом в 2000 году. Предусмотренная в Конвенции по морскому праву система параллельной добычи, в рамках которой выделяемые будущим разработчикам районы морского дна делятся пополам между этими контракторами и Органом,

была разработана для освоения конкреций, которые разбросаны по огромным районам морского дна, которые можно поделить более справедливо. В отличие от них, корки и сульфиды залегают на участках с более высокой концентрацией, распределяются менее равномерно и варьируются по концентрации металлов от места к месту. Еще одним отличием является то обстоятельство, что большинство из известных залежей корок и сульфидов находится в районах национальной юрисдикции, так что их освоение будет создавать конкуренцию для добычных работ в международном районе. Одним из возможных решений является предложение о том, чтобы Орган не эксплуатировал свои собственные участки, а создавал совместные предприятия с контракторами.

Орган продолжит работу по этой теме в 2003 году.