

УДК 550.8

Ю.В. Кириченко, А.С. Каширский

МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТВЕРДОГО МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ МИРОВОГО ОКЕАНА И ПОТЕНЦИАЛ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Рассматривается необходимость освоения инженерно-сырьевых ресурсов дна Мирового океана в связи с дефицитом многих видов полезных ископаемых на суше. Произведена оценка наиболее перспективных видов твердого минерального сырья на дне морей и океанов. Сделан обзор гипотез генезиса железомарганцевых конкреций (ЖМК). Рассмотрен мировой опыт разработки морских месторождений, перспективы развития добычи и сделан вывод о необходимости создания в России научно-исследовательского центра по освоению минерально-сырьевых ресурсов Мирового океана.

Ключевые слова: ресурсы Мирового океана; металлоносные осадки; железомарганцевые конкреции; ферромарганцевые корки; разработка морских месторождений; разведка глубоководных месторождений; россыпные месторождения шельфа; генезис ЖМК; скорость роста конкреций; научно-исследовательский центр по освоению минерально-сырьевых ресурсов Мирового океана.

Имеющиеся в настоящее время материалы исследований Мирового океана, позволяют сделать вывод, что океан не только может служить поставщиком продуктов питания и углеводородного сырья, но и неисчерпаемой в обозримом будущем источником твердого минерального сырья [1–4]. Мировой океан представляет собой гигантскую «кладовую» с тремя «полками»:

- Морская вода с растворенными в ней 95 химическими элементами, которые в сумме составляют около 50 000 000 млрд т (натрий, калий, литий, рубидий, железо, марганец, молибден, уран, цинк, хром, ванадий, медь, золото и др.).

- Полезные ископаемые дна океана: (глубоководные полиметаллические сульфиды (ГПС); железомарганцевые конкреции (ЖМК); кобальт-марганцевые корки (КМК); россыпи олова, золота, титана, циркония, редкоземельных элементов т.п; металлоносные илы; янтарь и т.д.

- Полезные ископаемые недр (нефть, газ, руды черных и цветных металлов и т.д.).

Наибольший интерес с точки зрения возможности промышленного освоения представляют минерально-сырьевые ресурсы морского дна – шельфовой зоны, континентального склона и океанического дна. Шельфовая область не только наиболее доступна для организации морской добычи полезных ископаемых, но и самая богатая, что вызвано, в первую очередь, наиболее благоприятными условиями для образования месторождений (особенно верхняя часть шельфа до глубины 20–30 м, где интенсивно протекают процессы взаимодействия воды и суши). Это зона прибрежно-морских россыпей. Ильменитовые, циркониевые, рутиловые и монацитовые россыпи протягиваются на 1,5 тыс. км вдоль Восточного побережья Австралии, Западного побережья Новой Зеландии, Индии и Шри-Ланки. В прибрежной зоне Балтийского моря есть морские

россыпи титановых и циркониевых руд, в Азовском море – ильменит-рутит-циркониевых и оолитовых железных руд. На западе США (от Калифорнии до Аляски) и на востоке (от Флориды до Род-Айленда) пляжи и шельф богаты железом, титаном, хромитом-подобные месторождения разрабатываются в Египте, Марокко, Сенегале, Мозамбике, Кот-д'Ивуаре (Африка), Польше, Дании, Германии, Норвегии, Испании, Португалии, Великобритании, Италии (Европа). На азиатском побережье (от Чукотки до Индии) простирается полоса россыпей, содержащих кроме тяжелых титановых и железных минералов, также кассетировые и ванадиеносные пески. Можно отметить, что большая часть добычи олова производится в юго-восточной Азии (Таиланд, Индонезия, Малайзия и т.п.) из кассетитовых россыпей.

В прибрежных водах восточного побережья Тихого океана сосредоточены также россыпи золота (район Аляски) и золото-платиновых песков (Калифорния).

ЮАР и Намибия разрабатывают россыпи алмазов в прибрежных песках западного побережья Африки.

Вдоль побережья Балтийского моря в пределах Эстонии, Латвии, Литвы, России, Польши, Германии расположены месторождения янтаря. Обнаружены россыпи янтаря по берегам Татарского пролива на Дальнем Востоке, а также в Средиземном море, в прибрежных зонах Аляски и Новой Зеландии. Континентальный склон Мирового океана является постоянно растущим скоплением фосфоритов и глауконитовых илов.

По данным Е.А. Козловского и других специалистов – геологов, разведенных запасов минерального сырья в пределах континентальной суши хватит: нефти – на 35–40 лет; природного газа – на 60–65 лет; меди, никеля и олова – на 25–30 лет; свинца и цин-

ка – на 15–20 лет; золота и серебра – на 10–15 лет. Из добываемых за обозримый исторический период 110 лет 40–50 млрд т железной руды, более половины приходится на последние 40 лет. Прогноз показывает, что до середины XXI в. мировое потребление железной руды, алюминия, меди, цинка, никеля возрастет в 1,4–2,8 раза, что не сможет быть покрыто даже увеличением объемов горно-добывающих работ в 3–5 раз, вследствии резкого усложнения горно-геологических условий месторождений суши [4, 5].

Общие запасы полезных ископаемых океанического дна трудно оценить, но разработка только разведенных месторождений покрывает потребности в твердом минеральном сырье на 50–250% по различным видам на ближайшие десятилетия (табл. 1).

В акватории Мирового океана к настоящему времени известны и разведаны многие месторождения полезных ископаемых. Вот только краткий и неполный перечень основных перспективных и эксплуатируемых минерально-сырьевых районов:

- Нефть и газ: Мексиканский залив (добыча нефти с 1948 года), Восточно-Атлантический шельф США и Канады, Колумбийская и Венесуэльская котлованы Карибского моря, Бразильский шельф, Гвинейский залив, Итальянский сектор Адриатики, Тюленево в Черном море. Северное море, Персидский залив, Красное море, Бассовый пролив в Австралии, шельфовые акватории Северного Ледовитого океана и т.д.;

- Сера: Мексиканский залив (запасы около 40 млн т), Персидский залив, Красное и Каспийское моря;

- Уголь: ведется подводная добыча в Великобритании (около 10% всей добычи угля). Японии (около 30%), Канаде, Чили; известны месторождения у берегов Австралии, Китая, Турции и т.д.;

Таблица 1

Состав и ресурсный потенциал ТПИ в Мировом океане и в пределах заявочных участков России

Вид минерального сырья и показатели	В Мировом океане в целом	В пределах заявочных участков России	Сравнительные данные по наземным месторождениям	
			Мир (отношение океана к суше)	Россия
Железомарганцевые конкреции (ЖМК)	12 полей	Поле Кларисон-Клиппертон (PPP-ЖМК)		
Прогнозные ресурсы (сухая руда), млрд т	51,3	0,58		
Весовая плотность залегания, кг/м ³	5–30	14		
Состав, %:				
Ni	0,13–1,24	1,41	1–2	1,3
Cu	0,68–1,04	1,13	1–2	1,2
Co	0,03–0,46	0,23	0,04–0,1	0,03
Mn	3,3–36,1	30	18–35	20
Mo	0,02–0,07	0,04–0,05	0,01–0,04	0,037
Прогнозные ресурсы металлов, млн т:				
Ni	443,2	5,7	242,7 (1,82)	27,9
Cu	329,5	4,5	1801,6 (0,18)	101,83
Co	131,7	1,33	18,0 (7,2)	0,65
Mn	11104,0	120,5	21920 (0,51)	462,0
Mo	22,7	0,26	35,5 (0,68)	0,36
Состояние изученности, обеспеченность	Заявлено 13 участков, на 8 из которых ведется разведка по контрактам с МОМД	Завершено два пятилетних этапа по контракту с МОМД. Общая продолжительность контракта 15 лет	В богатых месторождениях Mn — 30–40 %. По Ni РФ занимает 2-е место в мире	Запасы Mo будут исчерпаны к 2020 г.; рентабельные запасы Ni — к 2018 г.
Кобальтмагнезиевые корки (КМК)	6 полей	Район Магеллановых гор (PPP-КМК)		
Ожидаемые прогнозные ресурсы (сухая руда), млрд т	39,6	0,3–0,35		
Средняя плотность залегания, кг/м ²	От 10 до 300	70–80		
Состав, %				
Co	0,17–0,73	0,55–0,6	0,04–0,1	0,03
Ni	0,12–0,59	0,43–0,47	1–2	1,3
Mn	6,4–28,5	20,8–21,8	18–35	20
Mo	0,03–0,06	0,04–0,05	0,01–0,04	0,037
Прогнозные ресурсы металлов, млн т:				
Co	240	1,87	18 (13,3)	0,65
Ni	156,1	1,46	242,7 (0,64)	27,9
Mn	7049	69,2	21920 (0,32)	462
Mo	13,4	0,146	35,5 (0,38)	0,36
Состояние вопроса	В 2012 г. заявлено 2 участка (КНР и Япония)	Заявка РФ на обсуждение в МОМД	Океан существенно превосходит суши по ресурсам и содержанию Co в руде	Основной источник Co — Норильск иссякнет вместе с выработкой богатых Cu-Ni-руд
Глубоководные полиметаллические сульфиды (ГПС)	120 рудных объектов	Заявочный участок — район Срединно-Атлантического хребта (PPP-ГПС)		
Прогнозные ресурсы (сухая руда), млн т	208–210	80–100		
Состав, %:				
Cu	0,42–32,38	1,86–32,7	1–2	1,2
Zn	1–32,3	0,63–2,51	2–10	2,2
Au*	0,42–230	0,5–17,6	1,5–5	3,7
Ag*	10–1900	17,7–36	50–150	100
Прогнозные ресурсы металлов, тыс. т:				
Cu	42600	37260	18016·10 ²	10183·10 ²
Zn	2600	630	7453	7453,2
Au**	0,9–1	0,1	164,6	16,8
Ag**	31,6	15,4	152,2	147
Состояние изученности, обеспеченность, конъюнктура	Заявлено 4 участка (Россия, КНР, Франция, Корея)	Россия в 2012 г. начала разведку участка по контракту с МОМД. Общая продолжительность контракта 15 лет	Cu — второй металл по востребованности после Al в мире	Рентабельные запасы Cu будут исчерпаны к 2016 г. Обеспеченность коренным золотом — 10 лет, россыпным — 7 лет

* Состав металла приведен в г/т.

- Железная руда: Канада, Франция, Финляндия, Швеция;
- Олово и барит: полуостров Корнуолл в Великобритании (глубина 30 м, удаление от берега более 1,6 км, содержание олова 0,7÷1,2%), побережье Аляски (добыча барита 1000 т в сутки, запасы 2,5 млн т);
- Фосфориты: полуостров Калифорния, Мадагаскар, Аравийский полуостров и Сокотра в Индийском океане, Гвинейский залив. Намибия, ЮАР и Пиренейский полуостров в Атлантике и т.д.

К этому неполному списку можно добавить базальты, содержащие кремний, железо, алюминий, кальций, магний, титан, редкие и ценные элементы, морские растения и животные, накапливающие в своих тканях химические элементы (в крови голотурий и морских ежей концентрация ванадия достигает 10%) и т.д.

Однако в последние годы наибольшее внимание технически развитых стран мира привлекают железомарганцевые образования морского дна (ЖМО), глубоководные полиметаллические сульфиды (ГПС), и металлоносные илы и рассолы.

18 февраля 1873 г. в результате драгирования в 160 милях на юго-запад от Канарских островах (Атлантический океан), английским судном «Челленджер» были подняты на борт черные округлые желваки, которым было присвоено наименование конкреций. Подобные образования уже поднимались со дна Карского моря экспедицией Нильса А.Э. Норденшельда на шведском судне «София». Но им тогда не придали особого значения, так как цели этой экспедиции были другие. Нахodka «Челленджера», проводившего впервые в истории комплексные океанологические исследования в течение почти четырех лет (1872–1876) позволила провести анализы железомарганцевых конкреций. Результаты анализов

показали высокое содержание в ЖМК железа, марганца, никеля, меди, кобальта.

Последующие многочисленные находки конкреций в различных морях и океанах позволили в 60-х годах прошлого века сделать обоснованный вывод о глобальном оруденении на дне Мирового океана. Общие ресурсы ЖМК только в пределах Тихого океана по расчетам Дж. Меро составляют $1,66 \cdot 10^6$ млн т [2].

Конкреции и корки являются уникальными полиметаллическими рудами, аналогов которых на месторождениях суши нет.

H.M. Martens, анализируя основные критерии поиска и разведки месторождений дна, определяет следующие условия, гарантирующие успех таких работ [7].

1. Региональные:

- крупные вулканические сооружения, расположенные на глубине более 1000–1500 м;
- вулканические структуры, не перекрытые крупными атоллами или рифами;
- зоны мощных и устойчивых придонных течений;
- прибрежные хорошо развитые зоны с минимальным содержанием кислорода;
- зоны, защищенные от речных наносных отложений.

2. Местные:

- небольшие области слаженного рельефа;
- высокие террасы, седловины и ущелья;
- устойчивые откосы; отсутствие локального вулканизма.

Принято разделять гидрогенные медленно растущие кобальтоносные корки и быстрорастущие гидротермальные бедные кобальтом. Однако и те и другие обоснованно относятся к рудным образованиям дна Мирового океана. К ним также можно отнести

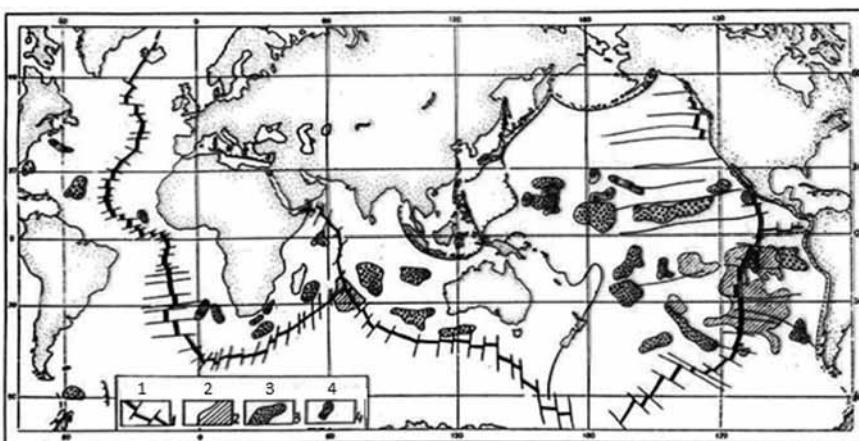


Схема распространения металлоносных осадков, ЖМК и кобальтоносных корок в Мировом океане. (Составлено с использованием материалов С. Андреева, Б. Батурина, Е. Гурвича, А. Лисицына и др.): 1 – рифтовая зона океанических хребтов; 2 – области распространения металлоносных осадков; 3 – крупнейшие провинции ЖМК; 4 – районы распространения кобальтоносных корок на подводных горах

металлоносные и рудные осадки, массивные сульфиды и гидротермальные железомарганцевые корки. Имеются зафиксированные сведения об осаждении гидроксидов железа и алюминия из гидротерм подводных вулканов. Металлоносные осадки наиболее распространены в Тихом, Индийском и Атлантическом океанах (рисунок).

Единой теории происхождения железомарганцевых образований морского дна не существует до сих пор. Выдвинуто несколько гипотез, каждая из которых подтверждается какими либо исследованиями, но имеет не только своих последователей, но и противников. По одной из них образование конкреций происходит в процессе выпадения в осадок растворенных в морской воде железа и марганца, который в виде коллоидных частиц с положительным зарядом накапливается вокруг нейтральных ядер самого различного происхождения (в том числе органического). Далее на железо-марганцевую оболочку начинают осаждаться другие металлы, пока конкреции не покрываются толщей донных илов.

В основном проблема генезиса ЖМК связана с проблемой скорости их роста. Результаты исследований конкреций позволяют с достаточной степенью уверенности утверждать связь процессов формирования ЖМК с вулканизмом и поствулканическими гидротермальными процессами. Наличие многочисленных биоморфных остатков в ЖМК свидетельствуют также об участии организмов в осаждении рудного вещества, а концентрированная зональность в распределении рудных элементов отражает действие процессов диагенеза.

По результатам радиометрического анализа скорость роста конкреций должна быть миллиметры в миллион лет, т.е. на порядки ниже скорости отложения осадков. Другие методы исследований, в частности органических остатков и по изотопному составу гелия, показывает рост конкреций в тысячи раз быстрее, вплоть до того, что они могут оказаться моложе подстилающих осадков.

Имеются сотни и тысячи исследований с целью определения механизма

образования конкреций и их скорости роста, установления источников металлов, связанных в ЖМО т.п., но споры по этим вопросам в мировом геологическом сообществе не утихают.

Ученые Физико-технического института РАН из г. Санкт-Петербурга Г.С. Ануфриев и Б.С. Болтенков утверждают в своих исследованиях, что высокая скорость роста конкреций связана с космической пылью. Космическая пыль оседала на ледяном панцире океанов во время последнего опледенения, а при таянии попадала в воду. Именно поэтому концентрации металлов в ЖМК близки концентрациям в железных метеоритах, а нахождение конкреций в достаточно молодых донных отложениях и сосредоточенность самых богатых руд вдоль экватора подтверждают эту гипотезу. То есть осажденная космическая пыль сорбировалась из ила железомарганцевыми минералами и формировала конкреции и корки [8]. Частично это подтверждает и отсутствие или низкое содержание никеля, кобальта, платины в ЖМК Ледовитого океана и у берегов Антарктиды. Однако это лишь одна из гипотез образования конкреций или она верна только в отношении каких-либо видов конкреций в определенных областях Мирового океана. Имеются сведения о получении в лабораторных условиях конкреций диаметром 5÷8 см в течении года.

Первоначально оценки скорости роста ЖМК были сделаны на основе применения изотопа ^{224}Ra , содержащегося в обломках раковин, находящихся внутри конкреций. Используя этот метод, Петерсон (Peterson, 1943) получил скорость роста около 1 мм за 1000 лет (0,001 мм/год). Бутар и Хутерман (Butar and Houtermans, 1950) 0,6–1,3 мм за 1000 лет, а Голдберг (Goldberg, 1961) – 1 мм за 100 000 лет. Применение палеонтологических данных (датировка по со-

держащимся в ядрах конкреций зубам акул и другим органическим остаткам) дало сопоставимые результаты, поскольку данные таких же радиометрических анализов лежали в основе датировки органических остатков. Естественно, при таком одностороннем подходе нельзя однозначно судить о скорости образования ЖМК, т.к. даже различные исследования с применением этого метода дают разброс по скорости на два и более порядков. Этому служат подтверждение редкие уникальные находки, благодаря которым появилась возможность измерить скорости роста конкреций не косвенно (через палеонтологическое датирование или явление радиоактивного распада), а напрямую: в процессе изучения донных отложений были найдены конкреции, образованные на осколках снарядов Первой и Второй мировых войн [2, 12]. В этих случаях скорость роста конкреций измерялась величинами от 0,6 до 1 мм в год, что на 3–5 порядков выше скоростей, полученных косвенным путем. Работами Российских геологов в Балтийском море были выявлены конкреции, нарощие на болте из нержавеющей стали или на пробке от бутылки финского пива «Karjala» [11]. В искусственных водоемах Алтайского края установлены скорости роста ЖМК не менее 1,7–1,8 мм/год. В Карельских озерах на многих предметах, попавших в воду в годы войны 1939–1940 гг., обнаружены железистые образования, формировавшиеся со скоростью до 5 см за 8–9 лет. В лабораторных исследованиях железобактерии формируют микроконкреции в течении нескольких недель [13]. При этом надо отметить, иные методы расчетов указывают на значительные скорости роста ЖМК; косвенные радиометрические и палеонтологические методы существенно занижают эти параметры, что происходит вслед-

Таблица 2

Средние содержания основных элементов в ШЖМК в глубоководных частях Мирового океана и морского шельфа

Эле- менты	Содержание элементов, %					
	в глубоко- водных ча- стях Мирово- го океана [6]	в шельфовых областях морей				
		Белое и Баренцево	Карское	Восточно-Сибир- ское и Лаптевых	Балтийское (Финский залив)*	Черное
Fe	12,2–13,5	3,5–16,0	2,5–9,2	3,9–26,4	(1,54–41,31)/20,66	25,5
Mn	30,0–42,0	0,3–0,6 (до 10–12)	0,8–7,9	0,5–5,0 (до 10–12)	(0,68–34,68)/15,71	7,7
P	0,15–1,1	0,6–2,3	0,9	6–10 и более	(0,14–3,92)/1,75	6,4
Ni	0,6–1,4	тысячные доли				
Co	0,2–0,8	тысячные доли				
Cu	0,4–1,2	тысячные доли				

ствие завышения оцениваемого возраста конкреций.

Из этого следует, что «абсолютная» геохронологическая шкала, построенная на радиоизотопном датировании не отражает реального возраста отложений и завышает его на несколько порядков. Это приводит не только к неправильной реконструкции геологической истории нашей планеты, но и к ошибкам в экономической оценке месторождений. Полученные новые данные последних лет позволяют предположить, что месторождения ЖМК являются динамичными и возобновляемыми ресурсами, которые могут образовываться или восстанавливаться после отработки на протяжении достаточно короткого времени (за несколько десятилетий). В мелководных бассейнах (шельфовые зоны, заливы, мелководные равнины и т.п.) скорость роста конкреций так же весьма высока. По расчетам специалистов (Winterhalter and Sivola, 1967; Suess and Djatazi, 1977; Hlawatsch, 1993), [11] скорость образования железомарганцевого материала может достигать до 0,3 мм/год при средней 0,15 мм. В отдельных случаях при наличии активной восстановительной зоны в природной сис-

теме при условии постоянного перемещения материала между ней и окислительной зоной скорость может быть выше.

В любом случае можно отметить, что конкреции рождаются на границе геологической среды «вода-грунт» и залегают в приповерхностном, геохимическом слое осадков в полупогруженном состоянии.

ЖМО, ГПС и металлизированные илы являются стратегически важными минерально-сырьевыми ресурсами, будущим грандиозным источником поставки важнейших элементов для цивилизации в целом и нашей страны в частности. Что не маловажно, значительные запасы конкреций обнаружены в российских морях (табл. 2).

На кафедре геологии МГИ разработаны глубоководные добывающие комплексы для разработки конкреций, а также разрабатывается технология создания техногенных месторождений конкреций [9, 10]. С целью активизации работ по освоению морских месторождений необходимо создать научно-исследовательский центр с привлечением специалистов машиностроительных кафедр горного института и сторонних организаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Козловский Е.А., Малютин Ю.С. Мировой океана как резерв минерального сырья в XXI веке // Природно-ресурсные ведомости. – 2005. – № 3–4. – С. 12–18.
2. Меро Дж. Минеральные богатства океана. – М.: Прогресс, 1969. – 440 с.
3. Гуревич В.И. Металлоносные осадки Мирового океана. – М., 1998.
4. Гальперин А.М., Кириченко Ю.В., Щекина М.В., Каширский А.С., Якупов И.И. Оценка возможности вовлечения железомарганцевых месторождений морского дна в разработку. Ч. II. Перспективы разработки глубоководных месторождений твердого минерального сырья // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2014. – № 6. – С. 361–368.
5. Гальперин А.М., Кириченко Ю.В., Щекина М.В., Каширский А.С., Якупов И.И. Оценка возможности вовлечения железомарганцевых месторождений морского дна в разработку. Ч. I. Минерально-сырьевые ресурсы Мирового океана // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2014. – № 5. – С. 134–142.
6. Комплексное освоение недр: перспективы расширения минерально-сырьевой базы России / Под ред. К.Н. Трубецкого, В.А. Чантuria, Д.Р. Каплунова. – М., 2009. – 496 с.
7. Martens P.N. Extraterrestrial Mining and Deep Sea Mining – Trends and Forecasts: Доклад на 19-м Всемирном горном конгрессе в Индии, 2003.
8. Ануфриев Г.С., Болтенков Б.С. Космическая пыль в Океане // Природа. – 2000. – № 3. – С. 21–28.
9. Кириченко Ю.В. Глубоководный аппарат для разработки железомарганцевых образований морского дна // Горный журнал. – 2014. – № 1. – С. 84–87.
10. Kirichenko Yu.V., Kashirsky A.S. Development of underwater fields of firm minerals for a solution of the problem of deficiency of the mineral raw materials. I scientific Reports on Resource Issues 2014, vol. 1, innovations in Mineral Resource Value Chains. – 2014, supported by the IVR Partner Universities, p. 239–247.
11. А.В. Григорьев, В.А. Жамойда Материалы Международной научной конференции (Школы) по морской геологии. Т. II. – М., 2005.
12. Goldberg and Arrenius, 1958.
13. Страховенко В.Д., Шербов Б.Л., Маликов И.Н., Восель Ю.С. Закономерности распределения радионуклидных и радиоизотопных элементов в донных отложениях озер Сибири // Геология и геофизика. – 2010. – т. 51. – № 11. – С. 1501–1514. **ГИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Кириченко Юрий Васильевич¹ – доктор технических наук, профессор,
Каширский Алексей Сергеевич¹ – горный инженер, советник генерального директора
НП «Горнпромышленники России», e-mail: Kashirsky@mail.ru,

¹ МГИ НИТУ «МИСиС».

UDC 550.8

HARD MINERALS AND USE POTENTIAL OF THE WORLD OCEAN

Kirichenko Yu.V.¹, Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kashirsky A.S.¹, Mining Engineer, Advisor of General Director, NP «Miners of Russia»,
e-mail: Kashirsky@mail.ru,

¹ Moscow Mining Institute, National University of Science and Technology «MISiS»,
119049, Moscow, Russia.

The author examines the need for the development of engineering and commodity resources of the ocean floor due to the shortage of many types of solid minerals in the bottom of the seas and oceans. Considered the world experience in the development of offshore fields, the prospects for the development of subsea production and concluded that the need to establish in Russia a research center to develop the mineral resources of the oceans.

Key word: resources of ocean, Fe-Mn concretion, Fe-Mn crust, working marine deposit, prospecting deep-water deposit, solid deposit shelf, scientific-research center mastering mineral source of raw materials resources of ocean.

REFERENCES

1. Kozlovskiy E.A., Malyutin Yu.S. *Prirodno-resursnye vedomosti*. 2005, no 3–4, pp. 12–18.
2. Mero Dzh. *Mineral'nye bogatstva okeana* (Mineral wealth of the ocean), Moscow, Progress, 1969, 440 p.
3. Gurevich V.I. *Metallonosnye osadki Mirovogo okeana* (Metalliferous deposits of the World Ocean), Moscow, 1998.
4. Gal'perin A.M., Kirichenko Yu.V., Shchekina M.V., Kashirskiy A.S., Yakupov I.I. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2014, no 6, pp. 361–368.
5. Gal'perin A.M., Kirichenko Yu.V., Shchekina M.V., Kashirskiy A.S., Yakupov I.I. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2014, no 5, pp. 134–142.
6. *Kompleksnoe osvoenie nedr: perspektivy rasshireniya mineral'no-syr'evoy bazy Rossii*. Pod red. K.N. Trubetskogo, V.A. Chanturiya, D.R. Kaplunova (Efficient development of natural resources: Prospects for accretion of mineral resources in Russia. Trubetskoy K.N., Chanturiya V.A., Kaplunov D.R. (Eds.)), Moscow, 2009, 496 p.
7. Martens P.N. Extraterrestrial Mining and Deep Sea Mining Trends and Forecasts: Доклад. 19 Vsemirnyy gornyy kongress v Indii (19th World Mining Congress, India), 2003.
8. Anufriev G.S., Boltenkov B.S. *Priroda*. 2000, no 3, pp. 21–28.
9. Kirichenko Yu.V. *Gornyy zhurnal*. 2014, no 1, pp. 84–87.
10. Kirichenko Yu.V., Kashirsky A.S. Development of underwater fields of firm minerals for a solution of the problem of deficiency of the mineral raw materials. *I scientific Reports on Resource Issues 2014*, vol. 1, innovations in Mineral Resource Value Chains. 2014, supported by the IVR Partner Universities, p. 239–247.
11. A.V. Grigor'ev, V.A. Zhamoyda *Materialy Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii (Shkoly) po morskoy geologii*, T. II. (Материалы Международной научной конференции (Школы) по морской геологии, vol. II), Moscow, 2005.
12. Goldberg and Arrenius, 1958.
13. Strakhovenko V.D., Shcherbov B.L., Malikov I.N., Vosel' Yu.S. *Geologiya i geofizika*. 2010, vol. 51, no 11, pp. 1501–1514. **ГИАБ**



УМНАЯ КНИГА – ПРЕДМЕТ ПЕРВОЙ НЕОБХОДИМОСТИ

МОДЕЛЬ БРЭДФОРДА

Матрица Брэдфорда довольно точно оценивает обеспеченность учебных дисциплин и научных направлений всеми видами литературы.

Сегодня обеспеченность литературой научного направления или учебной дисциплины оценивается количеством выпущенных книг. При этом не имеет значения охват отдельных аспектов специальности. Иной раз автор выпускает учебник или научную монографию, а его последователи десятки раз пересказывают в своих книгах ее содержание, добавляя мелкие факты или просто излагая текст своими словами. В подобных случаях нельзя утверждать, что специальность обеспечена учебными, научными или справочными книгами.

Для объективности оценки мы разработали специальную матрицу, основанную на информационной модели Бредфорда. В матрице приводится информация по всем разделам научного направления или перечню лекций учебной дисциплины. В зависимости от года выпуска книги в ячейках матрицы делают отметки и для оценки обеспеченности строят геометрическое поле, где легко проследить наличие книги по всем разделам изучаемых наук, временну динамику выпускаемых изданий, насыщенности дисциплины сходными материалами.

Уточнение информации осуществляется за счет повторения матриц выпуска учебников такими же матрицами для пособий, методических материалов, задачников. Не учитывая повторные издания по одной научной дисциплине, легко подсчитать процент реальной обеспеченности, а также наметить необходимые заказы, если разделы не обеспечены необходимой литературой. Модель дает возможность детализировать оценку, разделяя каждую лекцию на перечень изучаемых в ней вопросов.

Продолжение на с. 268