

Р. Котлиньски¹, В. Стоянова¹

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СОВМЕСТНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ИНТЕРОКЕАНМЕТАЛЛ ПО КОНТРАКТУ С МЕЖДУНАРОДНЫМ ОРГАНОМ ПО МОРСКОМУ ДНУ

Отражена деятельность совместной организации Интерокеанметалл по выполнению контрактных обязательств с Международным органом по морскому дну при разведке полиметаллических конкреций в пределах разведочного района в зоне Кларион-Клиппертон Тихого океана.

В 2001 г. Совместная организация Интерокеанметалл (ИОМ) — консорциум в составе Республики Болгария, Республики Куба, Республики Польша, Российской Федерации, Словацкой Республики и Чешской Республики подписал контракт с Международным органом по морскому дну (далее — МОД или Орган) на разведку полиметаллических конкреций в пределах 75 тыс. км² площади морского дна, расположенной в восточной части зоны Кларион-Клиппертон в Тихом океане (рис. 1).

Кроме ИОМ, контракты с МОД были заключены также COMRA (China Ocean Mineral resources and Development Association), DORD (Deep Ocean Resources Development Company, Japan), правительством Индии, правительством Республики Кореи, IFREMER/AFERNOD (Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer/Association française pour l'étude et la recherche des nodules, France), Государственным предприятием Российской Федерации «Южморгеология» и BGR (German Federal Institute for Geosciences ad Natural Resources).

Вышеперечисленные субъекты, находящиеся под поручительством своих государств, стали первыми участниками системы, созданной Конвенцией ООН по морскому праву и Соглашением об осуществлении Части XI Конвенции, а также принятых МОД в 2000 г. Правил поиска и разведки полиметаллических конкреций (ISBA/6/A/18), предусматривающей освоение минеральных ресурсов в глубоководных районах морского дна, находящихся под международным управлением [6].

Контракт с МОД, составленный по стандартной форме и действительный в течение 15 лет, включает план работы по разведке на период действия контракта (с дополнением детальной программой деятельности), который каждые пять лет обновляется, а также стандартные обязательства подписавших его сторон, вытекающие из положений вышеупомянутых Конвенции, Соглашения и Правил.

© Р. Котлиньски¹, В. Стоянова¹:

¹ Совместная организация Интерокеанметалл, Польша.

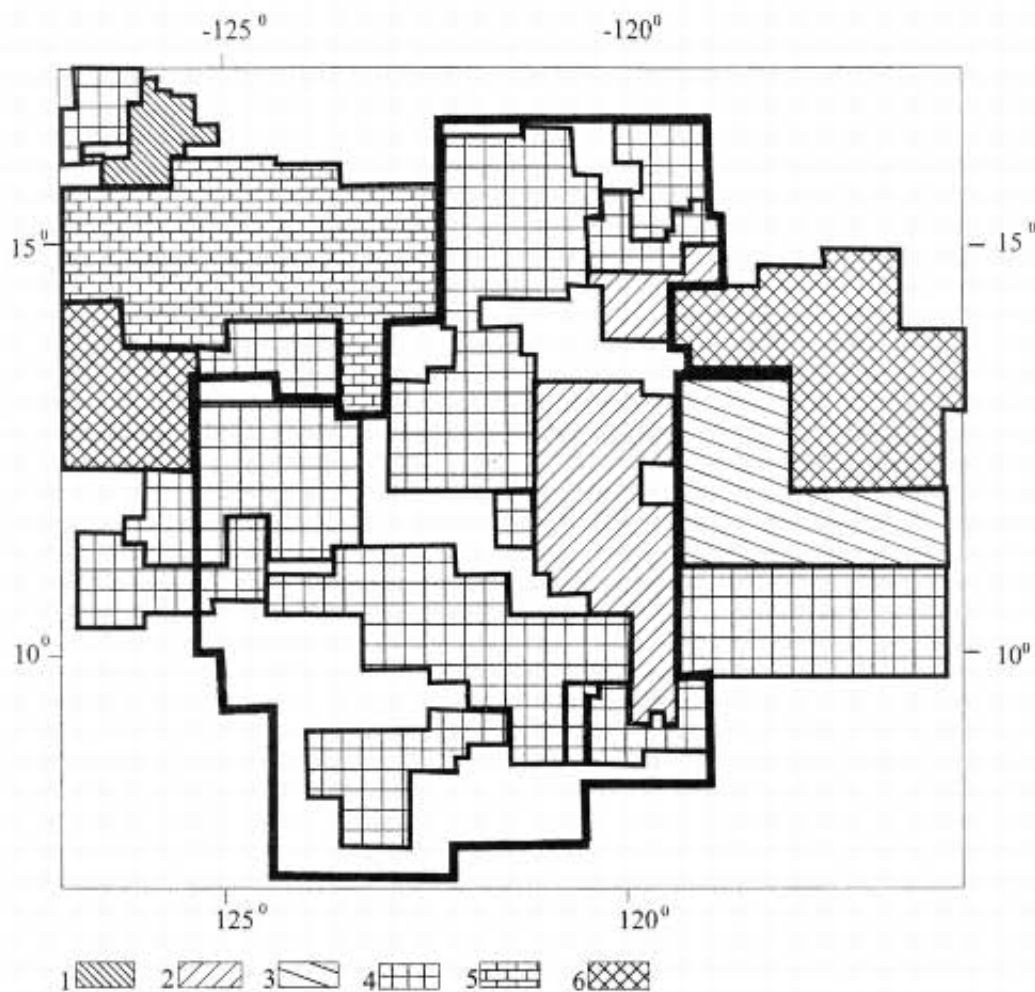


Рис. 1. Районы разведочной деятельности подрядчиков в восточной части зоны Клариян-Клиппертон в Тихом океане.
 1 — Корея; 2 — Совместная организация Интерокеанметалл; 3 — Германия; 4 — Районы, зарезервированные для МОД; 5, 6 — Заявочные районы потенциальных инвесторов.

К стандартным условиям контракта на разведку, в частности, относятся:

ежегодное представление в МОД отчета о выполнении программы деятельности подрядчика в разведочном районе, с последующим его рассмотрением Юридической и технической комиссией Органа, его оценка и представление Совету МОД;

проведение с Генеральным секретарем МОД обзора выполнения плана работы по разведке за 90 дней до истечения каждого пятилетнего срока, формулирование программы деятельности на последующий пятилетний период, включая пересмотренную смету ожидаемых ежегодных расходов, а также внесение по необходимости изменений в предыдущую программу деятельности;

выполнение работ по систематическому сбору данных о фоновом состоянии морской среды (экологический мониторинг), а также принятие мер для предотвращения, сокращения и сохранения под контролем загряз-

нений и других угроз для морской среды, вызываемых деятельностью контрактора в Районе;

представление Генеральному секретарю МОД плана чрезвычайных мер с целью эффективного реагирования на вызванные деятельностью контрактора инциденты и ситуации, которые могут причинить серьезный ущерб морской среде.

Основные положения утвержденного МОД плана ИОМ по разведке

План работы ИОМ по разведке в первоначальном районе был утвержден Советом МОД 27 августа 1997 г., начал выполняться после подписания 29 марта 2001 г. соответствующего контракта с МОД и остается в силе после этой даты в течение последующих пятнадцати лет.

Причиной задержки между утверждением плана работы по разведке и оформлением его в виде контракта явилась процедура разработки и принятия Органом в 2000 г. Правил поиска и разведки полиметаллических конкреций в Районе, которые согласно Конвенции и Соглашению об осуществлении Части XI являются нормативно-правовой базой, регламентирующей исключительное право контрактора на разведку в районе, указанном в плане работы в отношении полиметаллических конкреций.

Утвержденный 15-летний план работы ИОМ по разведке включает четыре этапа, разделяемые соответствующим комплексом разведочных исследований и принятием решений о целесообразности дальнейшего продолжения работ. В соответствии с положениями Соглашения и Правил, по заявлению контрактора план работы на разведку по истечении 15-летнего периода может быть продлен на периоды продолжительностью не менее 5 лет каждый при определенных условиях. При этом выполнение программы работ на каждом этапе тесно увязывается с экономическими, техническими и финансовыми возможностями контрактора, а также вероятными темпами деятельности в Районе и экономической ситуации на мировом рынке металлов.

Следует также отметить, что план охватывает не только морские работы в разведочном районе контрактора и связанные с ними лабораторные и другие исследования, но также разработку и испытание технических средств и технологий добычи и переработки конкреций, экономические и другие соответствующие исследования и мероприятия, необходимые для обоснованного перехода к принятию решения о целесообразности разработки месторождения ПМК.

Программа исследований на этапе 1 плана работы ИОМ по разведке

Задачей этапа 1, расчетной продолжительностью от четырех до шести лет, являлось выявление первоочередных районов для более детальных разведочных работ с целью оконтуривания возможных месторождений полиметаллических конкреций.

Разведочная деятельность ИОМ в период 2001–2005 гг. в соответствии с программой была сосредоточена на следующих основных направлениях:

- геологическая разведка;
- исследования морской среды;
- технология добычи и транспортировки конкреций;
- технология переработки полиметаллических конкреций.

Затраты ИОМ за период 2001–2005 гг., понесенные на выполнение задач по осуществлению этапа 1 плана работы по разведке, составили около 4 100 000 USD. При этом следует уточнить, что к этим затратам отнесены также расходы на выполнение в 1999 г. батиметрической съемки разведочного района ИОМ и проведение в 2000 г. второго мониторингового рейса по программе ИОМ ВІЕ, результаты которых используются при осуществлении программы разведочной деятельности по контракту.

В процессе осуществления *геологической разведки* предусматривались:

Батиметрическая съемка и геолого-геофизические исследования в ходе морских экспедиций на борту исследовательских судов (включая донный пробоотбор, фотосъемки и сонарные съемки морского дна); обработка и анализ существующих (архивных) данных с упором на выявление районов для постановки более детальных геологоразведочных работ;

Выявление и оконтуривание наиболее масштабных конкрециеносных полей и залежей с наибольшей плотностью залегания конкреций;

Оценка ресурсов полиметаллических конкреций в разведочном районе с учетом параметров технико-экономического обоснования.

В период реализации намеченной программы были проведены 3 рейса научно-исследовательских судов в пределах разведочного района ИОМ, в ходе которых выполнены следующие виды работ: батиметрическая съемка дна многолучевым эхолотом “SIMRAD” (104 200 км²), измерение скорости звука в воде; фотопрофилирование комплексом “NEPTUN” в цифровом виде; отбор проб донных образований боксорером (261 станция), грунтовой трубкой (8 станций), тралом (700 кг и 250 кг ПМК); экспериментальные исследования по отработке методики рядового опробования ПМК; инженерно-геологическое изучение осадков: влажность, плотность, удельное сопротивление пенетрации, сопротивление вращательному срезу, пределы пластичности, пределы прочности на сжатие и растяжение, сила отрыва конкреций от донных осадков; лабораторные исследования донных осадков: рН и Eh, гранулометрический и минералогический состав, карбонатность, органический углерод, аморфный кремнезем, содержание металлов (Mn, Fe, Ni, Cu, Co, Zn, Pb, Ti, Cr, V, As, Rb, Sr, Ba); лабораторные исследования ПМК: анализ рядовых проб на 8 элементов (Mn, Fe, Ni, Cu, Co, Zn, Mo, Pb) и P₂O₅, определение содержания 14 элементов (Mn, Fe, Ni, Cu, Co, Zn, Pb, Ti, Cr, V, As, Rb, Sr, Ba), определение благородных металлов (Pt, Pd, Au, Ag, Rh), редких и редкоземельных элементов (Bi, Cd, Sn, Tl, Te, La, Ce, Eu, Nd, Sm, Y), а также вредных примесей (F, Hg, S, As); изготовлены и исследованы 47 аншлифов и 185 смер-слайдов. В фондах ИОМ хранятся 247 дубликатов аналитических проб и 292 образца ПМК.

По результатам батиметрической съемки построена карта рельефа дна океана масштаба 1:200 000 с сечением изобат 25 м в изолиниях и цветной гамме (рис. 2), а также ее производные того же масштаба: карта углов наклона поверхности дна, теневая карта рельефа дна (в черно-белом и цветном вариантах) и карта сонарного изображения дна.

Обработаны данные 620 станций опробования дночерпателем и боксером и 46 станций грунтовой трубкой, выполненных на площади разведочного района (с учетом станций, отобранных во время региональных исследований); составлены паспорта на каждую станцию опробования.

Выполнен анализ данных по донным осадкам и конкреционности по всей площади разведочного района (75 000 км²).

Выполнен статистический анализ данных по морфологическому контролю залежей ПМК, плотности залегания, гранулометрическому и вещественному составу (в том числе по отдельным генетическим типам и интервалам глубин), перекрытию донными осадками, а также по погребенным конкрециям; детально изучено внутреннее строение конкреций [1, 2].

Выполнена оценка прогнозных ресурсов ПМК и основных металлов по всему разведочному району с использованием требований существующих в ИОМ браковочных кондиций.

Исследования морской среды в разведочном районе ИОМ проводились в соответствии с требованиями, вытекающими из Правил и Руководящих рекомендаций контракторам по оценке возможного экологического воздей-

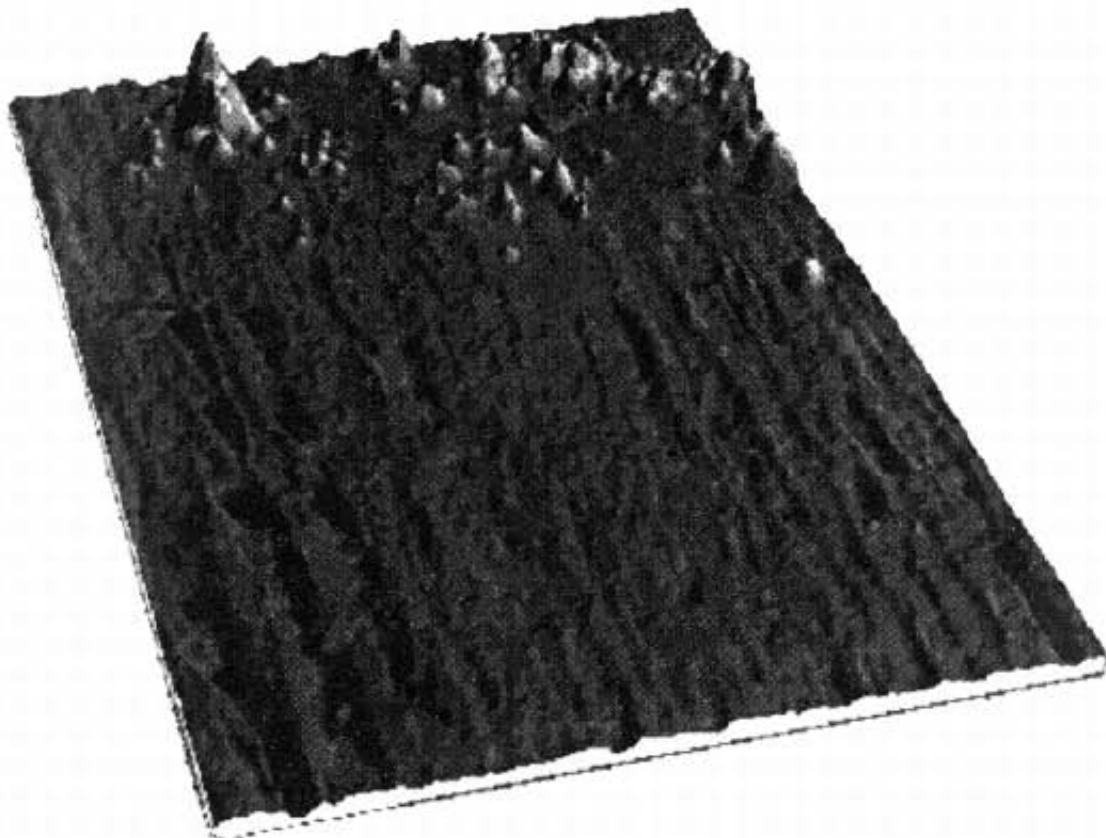


Рис. 2. Рельеф дна разведочного района ИОМ (центральная часть), построенный на основе батиметрической съемки многолучевым эхолотом "SIMRAD".

вия разведки полиметаллических конкреций в Районе (ISBA/7/LTC/1/Rev.1), и включали:

разработку программы и методики мониторинга морской среды на период разведочной деятельности в соответствии с рекомендациями Органа и в сотрудничестве с другими контракторами в Районе;

сбор данных о параметрах морской среды с целью установления ее фоновое состояние в пределах разведочного района и оценки влияния проводимой разведочной деятельности;

продолжение исследований по мониторингу результатов эксперимента ИОМ ВІЕ и подготовку сводного отчета по результатам эксперимента.

Работы по разработке унифицированной программы и методики мониторинга морской среды на период разведочной деятельности находятся в начальной стадии, поскольку к настоящему времени отсутствуют общепринятые и утвержденные МОД стандарты о параметрах окружающей среды, которые должны применяться при оценке воздействия на среду процессов добычи конкреций в Районе.

В ходе экспедиционных исследований ИОМ проводился сбор данных о фоновом состоянии морской среды в пределах разведочного района, который включал: наблюдения гидрометеорологического режима, отбор проб донных осадков и их поровых вод по определенным горизонтам, определение химического и гранулометрического состава осадков, их карбонатности, содержания органического углерода, биогенных компонентов, тяжелых металлов. В придонной морской воде измерялись рН и Eh, определялись растворенный кислород, органический углерод, количество и химический состав взвеси, биогенных веществ и растворенных тяжелых металлов [3]. По результатам анализа 12540 снимков, полученных из 14 фотопрофилей на участке ИОМ, проводился анализ качественных и количественных характеристик сообществ глубинной мегафауны, а также следы жизнедеятельности бентосных организмов.

Проведены морские экспедиционные исследования второго этапа мониторинга по программе ИОМ ВІЕ в пределах разведочного района, которые включали: отбор проб донных осадков и придонной воды мультикорером и последующие набортные и стационарные определения: микрофауны, рН, Eh, растворенного кислорода, органического углерода, карбонатов, биогенных веществ (нитритов, нитратов, силикатов, фосфатов), металлов (Cu, Zn, Cd, Pb, Fe, Mn и Ni), гранулометрический и минералогический состав. Обобщены результаты трех серий опробования микробентоса в пределах экспериментального участка ИОМ ВІЕ (1995, 1997 и 2000/2001), определены качественные и количественные характеристики его видовой и пространственной изменчивости, получены результаты о временной биологической реколонизации и естественной рекультивации среды в рамках полигона [4].

В области *технологии добычи и транспортировки конкреций* производились:

анализ и оценка существующих и возможных проектов техники освоения залежей конкреций;

сбор данных, необходимых для подготовки технических основ для базовых компонентов системы добычи конкреций;

разработка концептуального проекта будущей системы добычи; проектирование, лабораторное моделирование и испытания подсистемы подъема конкреций на поверхность.

В рамках настоящей тематики были проанализированы вопросы мировой практики и опыт стран-участниц ИОМ по выполненным работам в области создания систем добычи полиметаллических конкреций, собраны исходные данные по основным вариантам создания комплекса добычи ПМК на основе гидравлических систем подъема и их разновидностей, а также изучены варианты агрегатов сбора и применения грунтозаборных устройств с использованием гидравлических и механических принципов сбора ПМК.

Для подготовки технических основ базовых компонентов системы добычи с учетом условий разведочного района ИОМ изучались исходные горно-геологические условия залегания ПМК, предварительные исходные характеристики предполагаемого добычного участка, а также океанографические, метеорологические и другие параметры и факторы морской среды.

С целью выбора концепции добычной системы с учетом специфических характеристик участка ИОМ, а также с учетом существующих и известных проектов, были проведены работы, которые включали разработки общей схемы и компоновки системы добычи, агрегата сбора ПМК, системы подъема, системы энергопитания и системы контроля и управления функционированием добычного комплекса.

Были проведены лабораторные исследования по определению скорости скольжения конкреций при гидроподъеме и экспериментальная проверка методов расчета движения гидросмеси для выбранных схем системы подъема, а на основе технологических параметров определены предварительные варианты транспортировки с использованием систем подъема центробежными насосами и камерными питателями, а также с использованием трубного контейнерного транспорта.

В рамках подготовки технических основ для концептуальной конструкции будущей системы добычи и для проведения компьютерного моделирования процесса управления разработаны математические модели систем добычного комплекса.

Работы по *технологии переработки полиметаллических конкреций* проводились по следующим основным направлениям:

оптимизация существующих технологических схем извлечения полезных компонентов из ПМК;

разработка базовых технологических схем переработки ПМК.

Проведена переоценка существующих вариантов технологических схем переработки ПМК гидрометаллургическими и пирометаллургическими методами, на ее основе был подтвержден предыдущий выбор технологических схем, удобных для дальнейших экспериментальных работ. Дополнительно проведены работы по разработке предварительных технико-экономических обоснований на основе выбранных базовых технологий, расширены работы в области нетрадиционных направлений использования ПМК. Все эксперименты выполнены в лабораторном масштабе.

При оптимизации гидрометаллургической переработки ПМК с использованием технологии выщелачивания диоксидом серы разработана техноло-

гия селективного выщелачивания ПМК с использованием сернистого ангидрида, обеспечивающая извлечение в раствор Ni 98,2–98,7%; Cu 90,1–92,6%; Co 95,5–97,8%; Mn 98,2–99,4 % и низкое содержание железа в растворе.

В рамках пиро-гидрометаллургического способа переработки были разработаны основные технологии, включающие технологические операции: сушку — восстановительный обжиг, плавку, разливку передельного шлака, грануляцию комплексного сплава; определены оптимальные температурные условия и материальное обеспечение этих операций. Исследована и опробована технология выплавки комплексного сплава и передельного шлака при использовании в качестве восстановителя кокса, нефти и отходов флотационного обогащения каменного угля. На крупнолабораторных плавках установлен оптимальный состав шихты для процесса переработки Mn-содержащих шлаков на силикомарганец. В этом масштабе были определены и удельные расходы сырья, материалов и электрической энергии.

Исследован гидрометаллургический способ переработки комплексного сплава. В отличие от описанной в литературе схемы растворения комплексного сплава в серной кислоте в присутствии сернистого ангидрида, получается селективное концентрирование меди в нерастворенном остатке, представляющем собой по существу сульфидный медный концентрат, содержащий более 50% Cu. Выделение никеля и кобальта из продуктивного раствора, полученного при растворении комплексного сплава, осуществлено сульфидным осаждением в виде смешанного концентрата, содержащего более 30% (Ni + Co).

В рамках работ по данному направлению проведена также оценка возможности адаптации выбранных схем переработки ПМК на действующих металлургических предприятиях стран-участниц ИОМ и на этой основе разработаны основы кислой и аммиачно-карбонатной технологий с частично оптимизированными параметрами [5].

С целью повышения эффективности переработки ПМК велись также работы по изучению возможностей нетрадиционного их использования, в частности, использование ПМК при очистке отходящих газов металлургических и энергетических производств от сернистого ангидрида. Разработан процесс, совмещающий очистку газа и переработку ПМК.

Учитывая объемы, виды и полученные результаты проведенных работ в рамках программы деятельности ИОМ на период 2001–2005 гг., можно считать, что поставленная задача о выделении первоочередных районов для более детальных работ с целью оконтуривания возможных месторождений полиметаллических конкреций в пределах разведочного участка ИОМ полностью выполнена и этап 1 плана работы по разведке успешно завершен.

Проект программы исследований на этапе 2 плана работы ИОМ по разведке

Основной задачей этапа 2 разведочной деятельности ИОМ является определение месторождения и ресурсов конкреций, которые можно было бы разрабатывать в будущем.

В ходе выполнения разведочных работ на данном этапе предусматриваются: более детальное картирование рельефа дна (1:50 000 и крупнее), донное опробование, акустическая и фототелевизионная съемки по более густой сети, геотехническое изучение отдельных участков, включая инженерно-геологическое изучение *in situ* для научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по созданию добычной техники, разработка базовой технологии комплексной переработки ПМК, океанографические исследования морской среды и ее мониторинг.

Продолжительность этапа 2 плана работы ИОМ по разведке принимается 8 лет.

Подготовленный в соответствии со стандартными условиями контракта с МОД проект программы деятельности на последующий пятилетний период (2006–2011 гг.) является началом выполнения этапа 2 плана работы по разведке и включает следующие основные виды работ: геологическую разведку, исследования по защите и сохранению морской среды, технологию добычи и транспортировки конкреций, технологию переработки полиметаллических конкреций.

Предполагаемые общие расходы ИОМ, необходимые для выполнения задач разведочной деятельности второго пятилетнего периода, начиная с 2006 г., составляют около 5 000 000 USD, в том числе: 4 500 000 USD предусматривается на основную деятельность, 500 000 USD на текущую деятельность и необходимый резерв.

Проект программы разведочной деятельности ИОМ на период 2006–2011 гг. был принят к сведению на очередном заседании Совета Полномочных представителей совместной организации Интерокеанметалл в ноябре 2005 г. и будет окончательно принят после соответствующего согласования с Генеральным секретарем МОД в июне 2006 г.

1. *Котлинський Р.* Деятельность Совместной организации “Интерокеанметалл” в системе Международного органа по морскому дну ООН. Геология и полезные ископаемые Мирового океана, 2005. — НАН Украины. — С. 28–34.

2. *Котлинський Р, Задорнов М. М.* Особенности конкрециенности восточной части поля Кларифон-Клиппертон (разведочный район Совместной организации Интерокеанметалл). Международная конференция “Minerals of the Ocean”. С. Петербург, 2002. — С. 1–5.

3. *Kotlinski R., Stoyanova V.* Physical, chemical, and geological changes of marine environment caused by the benthic Impact Experiment at the IOM BIE site, *Proc 8th ISOPE Conf*, Montreal, 1998, vol. 2. — P. 277–281.

4. *Radziejewska T., Rokicka-Praxmajer J., Stoyanova V.* IOM BIE revisited: Meiobenthos at the IOM BIE site 5 years after the experimental disturbance. *Proc 4th ISOPE Ocean Mining Symposium*, Szczecin, 2001. — P. 63–68.

5. *Vranka F., Kotlinski R.* Polymetallic nodules processing in Interoceanmetal. The present and the future. *Proc 15th ISOPE Conf*, Seoul, 2005. — P. 392–397.

6. Правила поиска и разведки полиметаллических конкреций в Районе (ISBA/6/A/18). <http://www.isa.org.jm/en/default.htm>.

7. Руководящие рекомендации контракторам по оценке возможного экологического воздействия разведки полиметаллических конкреций в Районе (ISBA/7/LTC/1/Rev.1). <http://www.isa.org.jm/en/default.htm>.