

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МОРСКОЙ ГЕОЛОГОРАЗВЕДКИ И ДОБЫЧИ

PROSPECTIVE TECHNOLOGIES AND EQUIPMENT FOR MARINE GEOLOGICAL EXPLORATION AND EXTRACTION

Литовко С.С. Григорчук А.В. Михайлов Д.И.
ООО "ГИКО"
198035 Россия, Санкт-Петербург
ул. Межевой Канал, д. 3, к. 2, лит. А, пом. 1-Н
Тел.: 8 800 550-1397 info@ocean-minerals.ru

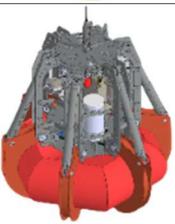
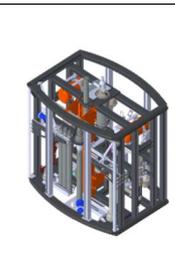
Litovko S.S., Grigorchuk A.V., Mikhailov D.I.

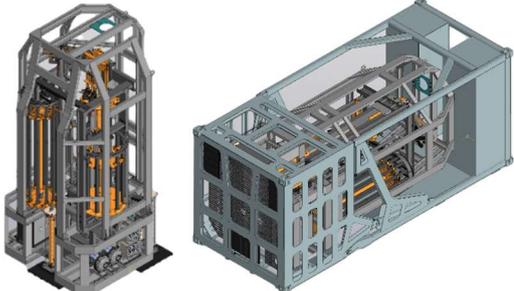
LLC "GIKO"
198035 Russia, Saint Petersburg
Mezhevoy Kanal St., 3, bld. 2, lit. A, prem. 1-N
Tel.: +7 800 550-1397
info@ocean-minerals.ru

Ключевые слова: *пробоотборное оборудование, глубоководная добыча, роботизация, моделирование, ИИ*

Key words: sampling equipment, deep-sea mining, robotics, modeling, AI

Компания ООО "ГИКО" более 15 лет производит технику для глубоководного пробоотбора. Офис расположен в Петербурге. Сборочное производство находится в Пскове. Сайт - ocean-minerals.ru
Сейчас вся деятельность компании сосредоточена на разработке и производстве глубоководного оборудования для геологоразведки и будущей добычи твердых полезных ископаемых (ТПИ) Океана. Ниже представлен список производимого оборудования.

1	ДГ — Телегрейфер электрогидравлический с ТВ контролем	
2	ГК-6Т — Телегрейфер электрогидравлический с ТВ контролем	
3	МГБУ-К — Морская глубоководная буровая установка кассетного типа – взятие 4х кернов за одно погружение	

4	БК-15 — Буровой комплекс глубоководного бурения на 15 метров со взятием керна с аппарелью-контейнером.	
5	ГК-5000 — Многоцелевой самоходный аппарат	
6	МГМ-7 — Манипулятор с 7 степенями свободы	
7	СКУГА — Система контроля и управления глубоководными аппаратами	
8	НУСО-5.03 — Электрогидравлический привод глубоководного оборудования	
9	ТЕСО-5.04 — Комплекс телеуправления глубоководным оборудованием: датчики угловых и линейных положений, датчики давления, видеокамеры, приборы освещения, пульты управления.	
10	ТГ-127 — Гравитационная геологическая трубка	https://ocean-minerals.ru/#row06
11	ТГ-159 — Гравитационная геологическая трубка	https://ocean-minerals.ru/#row07
12	ГК-ВТ-6 — Виброударный пробоотборник	https://ocean-minerals.ru/#row08
13	ГК-ВТ-12 — Виброударный пробоотборник	https://ocean-minerals.ru/#row09
14	https://ocean-minerals.ru/#row10	https://ocean-minerals.ru/#row10
15	ГК-БК-0,25 — Коробчатый пробоотборник	https://ocean-minerals.ru/#row11
16	КОРБ-16 — Длинный коробчатый пробоотборник	https://ocean-minerals.ru/#row12

17	ГК-ДР-0.5 — Геологическая драга - прямоугольная	https://ocean-minerals.ru/#row13
18	ГК-ДР-1.0 — Геологическая драга - прямоугольная	https://ocean-minerals.ru/#row14
19	ГК-ДР-2.0 — Геологическая драга - круглая	https://ocean-minerals.ru/#row15
20	ГК-ДР-3.0 — Геологическая драга - прямоугольная	https://ocean-minerals.ru/#row16
21	ПГТ-15 — Поршневая геологическая трубка	https://ocean-minerals.ru/#row17
22	ПГТ-25 — Поршневая геологическая трубка	https://ocean-minerals.ru/#row18
23	ПГТ-32 — Сверхдлинная поршневая геологическая трубка	https://ocean-minerals.ru/#row19

Техника ГИКО производится в России преимущественно из российских комплектующих. Такие чувствительные элементы как система управления, включая контроллеры, подводные датчики телеметрии, система видеонаблюдения и освещения, а также подводный гидроэлектропривод разработаны и производятся ООО «ГИКО». Остальные компоненты имеют приемлемый уровень доступности.

Все подводные элементы перед установкой проходят испытания в камере высокого давления под давлением до 140 МПа.

Известно, что запасы твердых полезных ископаемых на суше истощаются, поэтому намечается переход на шельфовую и глубоководную добычу железомарганцевых конкреций (ЖМК), кобальтоносных железомарганцевых корок (КМК) и глубоководных полиметаллических сульфидов (ГПС).

Регулятором разведочной и добычной деятельностью является орган при ООН Международный орган по морскому дну (МОМД). Россия имеет несколько контрактов на исследования в Российских Разведочных Районах в Тихом и Атлантическом океане:

- ЖМК рудной провинции Кларифон-Клиппертон Тихого океана
- ГПС Атлантического океана
- КМК Магеллановых гор Тихого океана

Контракты МОМД предполагают оценку объемов ТПИ, создание опытной добычной техники, а также изучение фоновых условий окружающей среды и влияния деятельности человека на природу разведочных районов и Океана в целом.

ООО «ГИКО» выполняет инициативный проект добычи ЖМК с использованием Роя роботов-сборщиков.

Запатентованный способ добычи ЖМК с использованием роботов является наименее инвазивным для окружающей среды.

Комплекс подводной добычи представляет собой систему роя глубоководных роботов, состоящую из 512 особей, включающую роботов-разведчиков и роботов-сборщиков, и предназначенную для добычи железомарганцевых конкреций (ЖМК) с морского дна.

Выполнение полного цикла работ предполагает наличие следующих составляющих:

- судно-носитель;
- подъемно-транспортное судно;
- роботы-разведчики;
- роботы-сборщики;
- система подводной навигации;
- корзина;
- контейнеры для сбора и подъема ЖМК.

Схема полного цикла работ представлена на рис. 1.

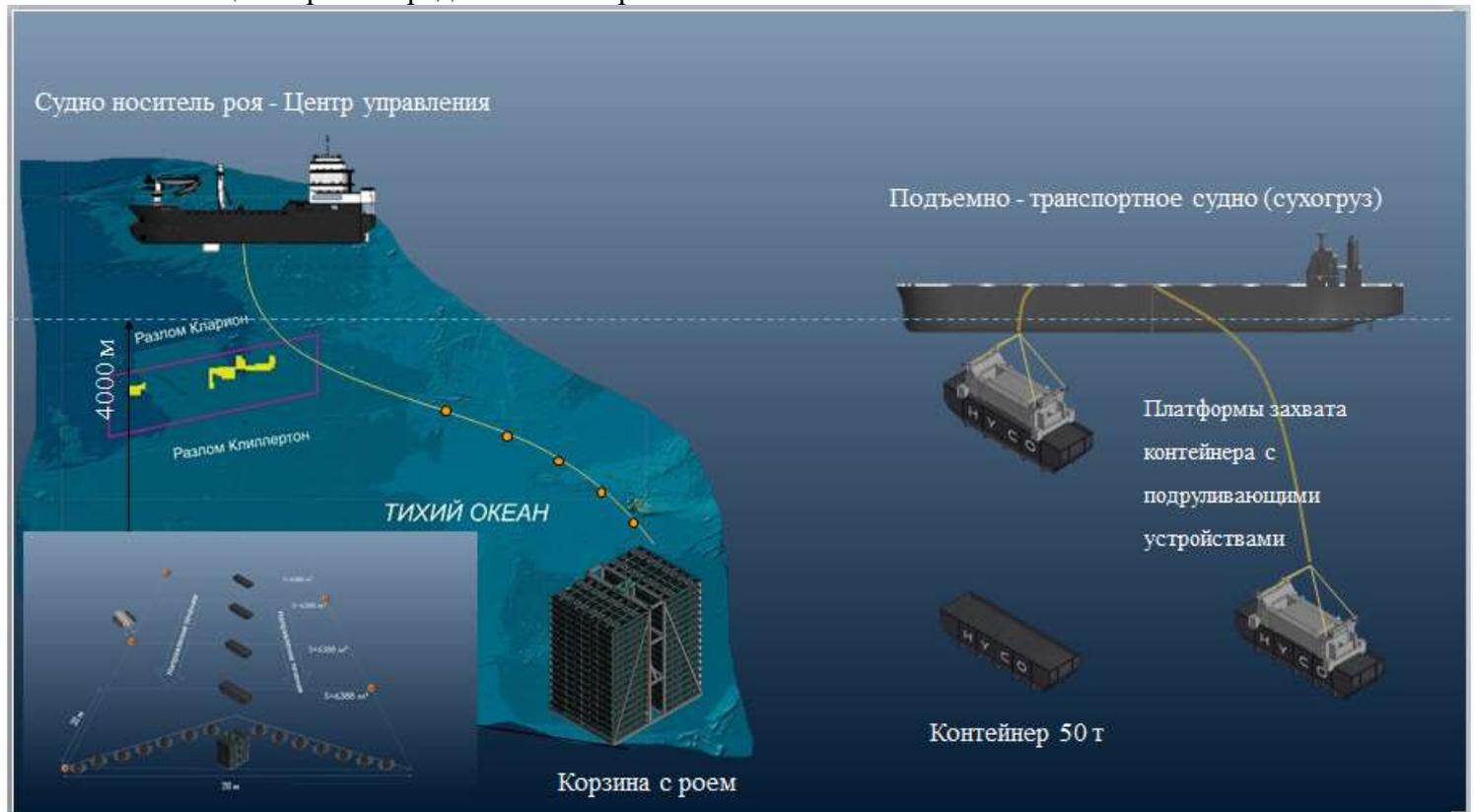


Рис. 1. Общая схема работ.

Описание работы

Для выполнения добычи суда-носители направляются в район залегания ЖМК. На месте работ корзина с роем опускается на дно. После постановки корзины на дно роботы-разведчики выходят из корзины и устанавливают маяки подводной навигации. Кроме этого, роботы-разведчики могут выполнять дополнительно функции мониторинга добычи, подборку неисправных роботов-сборщиков и отправку их в контейнер, а также, другие функции.

Центр управления роем на судне через оптический кабель до корзины и через систему подводной оптической связи передает задание каждому роботу-сборщику. Особи получают задание - координаты

участков работ, их характеристики, планируемые объемы. Роботы-сборщики выходят из корзины и отправляются на свои участки. Границы участков обозначаются маяками. Роботы-сборщики собирают конкреции манипуляторами в свой сборочный отсек, относят и выгружают собранные ЖМК в контейнеры. Робот, выполнивший задание, подходит к корзине, передает накопленные данные в центр управления и получает новое задание. Модель робота-сборщика показана на рис. 2.

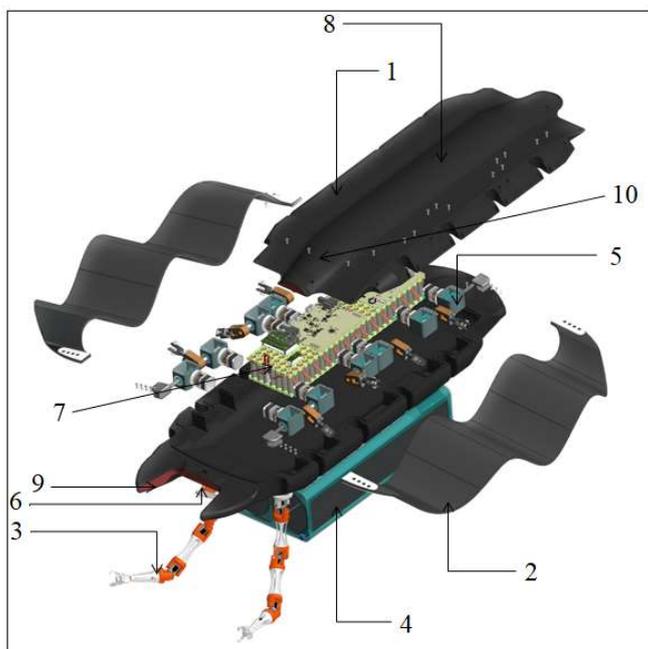


Рис. 2. Робот-сборщик: 1 – корпус; 2 – плавники; 3 – руки-манипуляторы для сбора ЖМК; 4 – сборочный отсек; 5 – сервоприводы с редуктором (12 шт); 6 – интеллектуальная камера; 7 – аккумуляторная батарея с блоком электроники; 8 – беспроводная зарядка; 9 – прибор освещения; 10 – гидроакустический приемник системы навигации.

Наполненные контейнеры поднимаются транспортным судном. По мере продвижения по участку судно-носитель переставляет корзину вдоль участка. При необходимости перемещаются также и маяки навигационной системы. При выполнении работ планируется задействовать около 70% роботов-сборщиков, незадействованные роботы находятся в корзине на зарядке. Расстояние между отдельными особями составляет около 0,6 м. Таким образом, 350 роботов покрывают участок шириной в 210 м. Схема участка работ представлена на рис. 4.

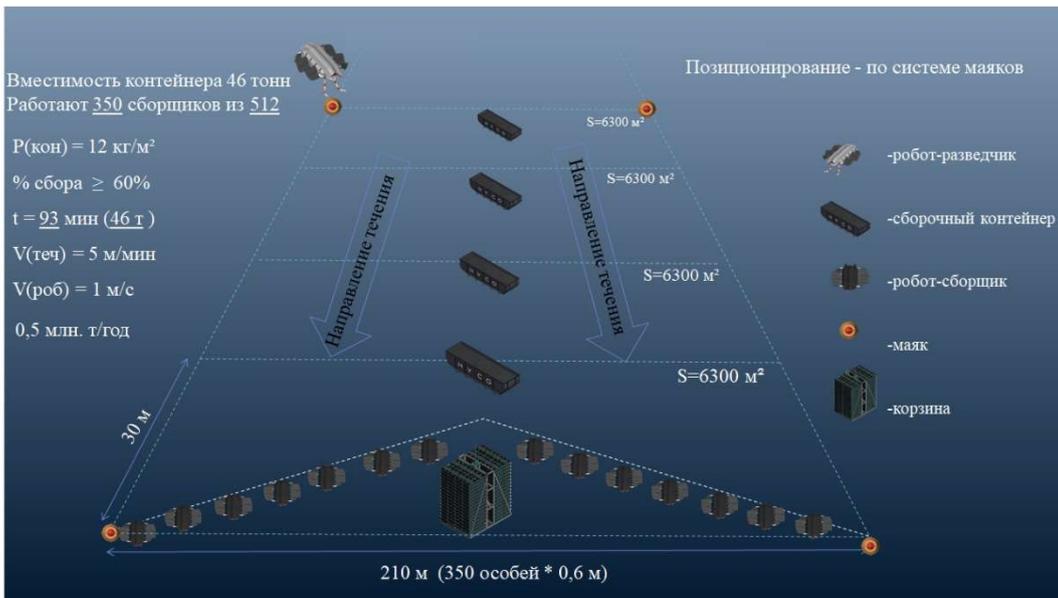


Рис. 4. Схема участка работ роя глубоководных роботов.

Работы будут проводиться на глубинах до 5500 м. Скорости придонных течений в районе работ варьируются от 5 см/с до 10 см/с (3-6 м/мин). Планируемая скорость перемещения роботов-сборщиков составит 1 м/с.

К преимуществам добычной системы с использованием роботов-сборщиков можно отнести:

-низкое воздействие на окружающую среду - сохранение фауны, минимизация шлейфа, низкое влияние на донную поверхность,

-отсутствие единой точки отказа – роботы заменяются по мере выхода из строя,

-масштабируемость – увеличение количества для достижения необходимого уровня производительности,

-технологичность – конвейерное производство роботов снижает стоимость одной особи.

Старт проекта – 2021 год. Плановый срок завершения – 2027 год согласован со сроками контракта с МОМД.

На данном этапе:

- отработано автономное движение робота в воде с использованием компьютерного зрения для детекции и определения расстояния до ЖМК и PID-регулятор движения.

- определена кинематика и тяговые возможности робота в воде.

- разработана цифровая среда для моделирования плавания робота (Рис. 3) с целью обучения нейронной сети управления движениями.

- разработан и изготавливается третий прототип робота: корпус из синтактика, автономное питание, глубоководное погружение, манипуляторы и корзина сбора ЖМК, ИИ.

Выполненные разработки в цифровой среде переносятся на физический прототип для проверки работы в воде (Рис. 4).

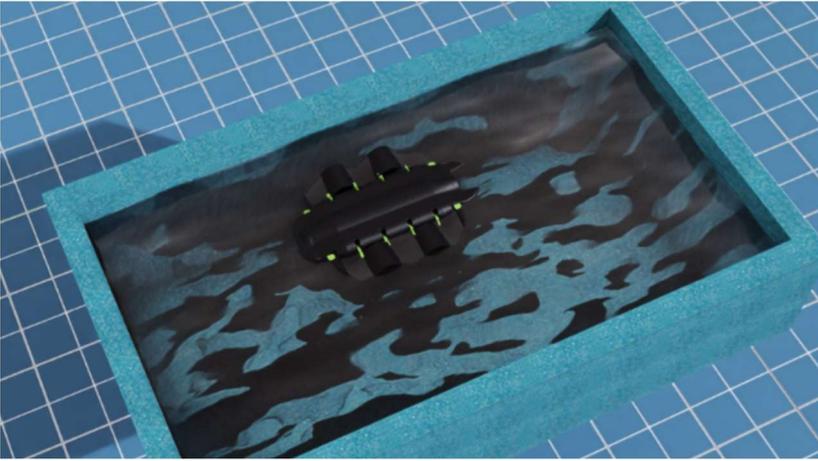


Рис. 3 Цифровая среда моделирования.

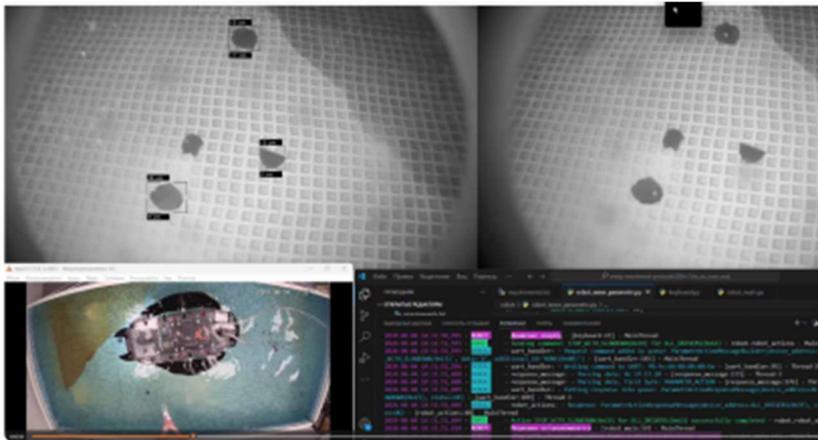


Рис. 4 Физическая среда – отработка компьютерного зрения и движения.

Текущие задачи проекта направлены на выполнение опытной добычи:

- разработка системы подъема ЖМК для экспериментальной добычи;
- разработка корзины для спуска на дно 35 особей;
- разработка подводной навигационной системы;
- отработка автономной работы роботом-сборщиком.

Помимо создания техники для экспериментальной добычи должны быть выполнены фоновые экологические исследования, а также подготовлены комплекс мероприятий для мониторинговых экологических исследований во время опытной добычи и после.

Добыча ТПИ со дна океана — это амбициозная задача, направленная на достижение стратегических национальных целей. Мы подходим к поиску механизмов запуска этой задачи, как долгосрочного проекта.

Это может быть привлечение крупного бизнеса или государственно-частное партнёрство, или краудфандинг, где формы взаимодействия должны быть взаимовыгодны.

Инвестиции будут направлены на создания группы роботов из 35 особей для проведение опытной добычи, с последующим выходом на полномасштабный проект добычной системы из 512 штук.