

Програма розробки корисних копалин Світового океану

Петро Куліков, Михайло Сукач

Київський національний університет будівництва і архітектури
Повітрофлотський просп, 31, Київ, Україна, 03037
msukach@ua.fm, orcid.org/0000-0003-0485-4073

Анотація. Запропоновано програму створення нових технологій, техніки і комплексів по вивченню, видобуванню, транспортуванню і переробленню металомістких та інших твердих корисних копалин материкового шельфу і глибоководної частини океанів. Показано актуальність проблеми та ресурси морських корисних копалин, зазначено мету, задачі програми та її конкурентні переваги. Розглянуто світовий потенціал й потреби у розробці корисних копалин, визначено напрями й тематику наукових робіт, а також фінансові показники та форми інвестиційного співробітництва.

Ключові слова: розробка корисних копалин, Світовий океан, шельф.

АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОБЛЕМИ

До недавнього часу вважалося, що в досяжному майбутньому світовій спільноті загрожує тотальний дефіцит енергоресурсів і мінеральної сировини, розвідані запаси яких на материковій частині обмежені. Тому вже понад півстоліття пильну увагу спрямовано на інтенсивне вивчення багатств, зосереджених в морі [1]. За оцінками експертів на дослідження у Світовому океані щорічно витрачається близько \$500 млрд. Нині на акваторіях працюють більше 40 бурових суден і 200 бурових платформ з максимальною глибиною буріння до 12 км.

Морська геологія перестає бути чисто романтичною наукою. Новий етап в її розвитку зумовлений, передусім, відкриттям

великих родовищ нафти і газу на континентальних схилах, які у порівнянні з шельфом залишаються ще практично не вивченими. У кінці минулого століття розпочато підготовку до промислового освоєння глибоководних родовищ металоносної сировини: поліметалічних конкрецій (ПМК), які містять Mn, Ni, Co, Mo, Zn і енергетичної сировини – газогідратів (газ, метан).

МЕТА ПРОГРАМИ

Забезпечення паритетного з розвинутими країнами доступу України до мінерально-сировинних ресурсів глибоководних районів Світового океану. Вирішення проблеми дефіциту важливих стратегічних металів (нікелю, кобальту, міді, молібдену, цинку, свинцю, цирконію та ін.), а також сировини для виробництва добрив – фосфоритів. Вихід на закордонні ринки з конкурентоспроможною технікою по видобутку та переробці корисних копалин морського дна [2].

СВІТОВІ РЕСУРСИ КОРИСНИХ КОПАЛИН

Сумарні запаси газогідратів (твердий газ) у Світовому океані складають за різними оцінками від 12 до $76 \times 10^{16} \text{ м}^3$, а полі-

металічних конкрецій (тільки в Тихому океані) – 165 млрд. т. Їхня металоємність: близько 30 % – Mn; 1,3% – Ni; 1,2% – Cu; 0,2% – Co і ще майже 30 корисних компонентів. Кількість металів, які вилучаються із сухих ПМК, в річному виробництві підприємства потужністю 4 млн. т складає: Ni – 39,9; Cu – 30,9; Co – 7,8; Mn – 804,0 тис. т. [3].

За попередніми оцінками на дні Світового океану залягає близько 300 млрд. т залізомарганцевої руди, і ці запаси постійно збільшуються. Так, накопичення марганцю в конкреціях приблизно в 3 рази перевищує його споживання усією світовою промисловістю за той же період часу; накопичення кобальту і цирконію ще значніше – відповідно в 4,5 і 5 разів більше. Тобто, *запасів мінеральних ресурсів у Світовому океані вистачить на сотні і тисячі років.*

У 90-х рр. Радянським Союзом і США проводився експеримент з випробування земснаряду (дисторбера) для моделювання процесу видобування конкрецій і виявлення негативної дії на довкілля. Японією випробувано агрегат збору ПМК на глибині 2200 м в центрі північно-західної частини Тихого океан. Активно проводять дослідження Китай, Індія, Південна Корея та ін. країни-заявники ділянок.

Очікувані терміни початку комерційного видобування: газогідратів – друге, ПМК – третє десятиліття XXI сторіччя. Хто до цього часу буде *найбільш підготовлений в науково-технічному плані до вирішення проблеми* (тобто знайде надійний спосіб доступу до сировини з підводних родовищ), той і *виграє в конкурентній боротьбі* [4, 5].

Канадою, Норвегією, США і Японією з 2006 – 2007 рр. розпочато дослідно-промислове освоєння принципово нового і нечувано багатого (167×10^{17} м³ метану) вуглеводневого джерела енергії – метаногідрату. Він залягає у вигляді «горючого льоду» (113×10^{17} м³ CH₄) в донних осадах на 93...95 % площі Світового океану та у вигляді "підлідного метану" (54×10^{17} м³ CH₄) в надрах вічно мерзлотних областей материкового (острівного) суходолу. При сукупному світовому нафтогазови-

добуванні, яке дорівнює 2804×10^9 м³ (тобто 4 млрд. м³ нафти і 2800 млрд. м³ природного газу), *людству вистачить метаногідратів майже на 6 млн. років.*

Навіть якщо цей прогноз виправдається на 10 %, то все одно мета – отримання надійного доступу до родовищ газогідратів і освоєння промислової технології їхнього видобування – виправдовує засоби.

Азово-Чорноморський басейн та акваторія Балтійського моря останніми роками також стають зоною підвищеної уваги, як потенційне джерело морської мінеральної сировини, і не лише для прибережних держав.

Геологічні запаси, досліджені у басейні Чорного моря: *газогідрати* (твердий газ) 25...30 трлн. м³; *сапропелеві мули* (агрохімічна сировина) – $3,2 \times 10^{11}$ м³; *дрібнодисперсні піски* – до 100 млрд. т; *прісна вода* (загальний стік) – 178 млн. м³ в рік; *золото* в розсипах – 100...150 т; *ракушняк* – не обмежені; *бальнеологічні грязі* – 70 млн. м³; *сірка* – декілька млрд. т.; є запаси *залізних руд* на шельфі на південь від Керченського півострова зі змістом заліза 35...39 % і т.д.

Крім того, з *будівництвом нафтогазопроводів* дно Чорного і Балтійського морів усе більше перетворюється на будівельний майданчик. Тому питання безпеки (у т.ч. екологічної) під час проведення робіт і експлуатації родовищ виходять на перший план.

ЗАДАЧІ ПРОГРАМИ ТА КОНКУРЕНТНІ ПЕРЕВАГИ

Традиційний шлях скорочення дефіциту мінеральної сировини, тобто збільшення обсягів видобування за рахунок континентальних родовищ, в більшості країн, включаючи Україну і Китай, є неперспективним. Ця сировина на суші або відсутня, або знаходиться у вигляді бідних руд, подальша розробка яких стає нерентабельною. Крім того, збільшення обсягів гірничо-видобувних робіт на суходолі призводить до втрати головного багатства країни – плодючих зе-

мель (наразі в Україні зруйновано гірничими роботами майже 200 тис. га плодючих земель).

Вирішення питання за рахунок імпорту сировини потребує значних валютних асигнувань, які при нинішніх обсягах споживання та встановленому рівні світових цін складають \$11...12 млрд. щорічно. В той же час багатства Світового океану, сучасний рівень розвитку техніки дозволяють створити рентабельне морське гірниче підприємство з видобування, транспортування та переробки твердих корисних копалин океанічного дна [6].

В результаті виконання проекту буде вирішено комплекс задач, а саме:

економічні – забезпечення потреб країни у нікелі, міді, цинку, свинцю, марганцю, рідкоземельних та дорогоцінних металах, кобальту, фосфоритах за рахунок переробки твердих корисних копалин морських родовищ;

політичні – забезпечення прав країн-учасників проекту, як суверенних держав, на використання багатств дна Світового океану; участь у вирішенні питань, пов'язаних з розподілом дна Світового океану; закріплення за Україною і Польщею права на відповідну долю ділянок родовищ залізомарганцевих конкрецій (ЗМК);

соціальні – збереження інфраструктури та робочих місць металургійних, машинобудівних, хімічних, суднобудівних, геологорозвідувальних підприємств та організацій, використання установ військово-промислового комплексу у технологічному циклі видобутку та переробки нових видів сировини; створення додаткового фонду робочих місць багатьох професій, пов'язаних зі створенням нового морського гірничого виробництва.

Для досягнення мети програма передбачає:

- проведення пошуків з розвідки перспективних ділянок Чорного та Балтійського морів, материкового шельфу Західної Африки, Індійського і Тихого океанів, інших регіонів; реєстрацію заявок на власну дія-

нку родовищ ТМК у відповідних міжнародних органах;

- проведення досліджень з оцінки впливу видобування мінеральної сировини у промислових масштабах на екологію океану (моря), розробку природоохоронних заходів;

- створення та практичне опрацювання техніки та технологій розвідки, видобування та переробки різних видів сировини; вихід з комерційними пропозиціями на закордонний ринок науково-технічної продукції;

- досягнення промислового видобутку в обсягах до 3 млн. т на рік сухих ЗМК (або відповідної кількості інших ТМК) на базі вітчизняної техніки морського гірничого виробництва з використанням науково-технічного та промислового потенціалу тих галузей промисловості, що підлягають конверсії.

СТАДІЯ ОПРАЦЮВАННЯ: ПОТЕНЦІАЛ ТА ПОТРЕБИ

В багатьох районах Світового океану є величезні запаси постійно відновлюваних покладів залізо- та кремніймарганцевих конкрецій, фосфоритів, інших корисних копалин – в окремих районах вони добре вивчені (зона Кларіон-Кліппертон в Тихому океані). Згідно з Міжнародною конвенцією ООН із Морського права від 1982 р. зареєстровано ділянки за первісними вкладниками (колишнім СРСР, Францією, Японією, Індією), а також міжнародними консорціумами ОМА, ОМІ, ОМСО, Connecott Соррег, Інтероканметал (до останнього з 1987 р. залучено Болгарію, В'єтнам, Кубу, Польщу, Чехію, Словаччину); відбуваються заходи щодо їхнього промислового освоєння [7].

Науково-дослідні організації НАН України, інститути та КБ Мінмашпрому і Мінпрому України, університети КНУБА, КПІ та інші установи мають необхідний науково-технічний доробок, експериментально-стендову базу та полігони. Цей потенціал становить до 70 % усього доробку, накопиченого під час вирішення проблеми у рамках колишнього СРСР.

Промислові об'єднання та підприємства України, в тому числі ті, що залучаються у порядку конверсії, мають технологічні можливості для виготовлення експериментальних і дослідно-промислових зразків та організації серійного виробництва видобувного технологічного обладнання, видобувних та транспортних суден, устаткування для збагачення та переробки [8].

Металургійний комплекс України дозволяє вирішувати питання переробки мінеральної сировини на товарні метали та феросплави. Так, першу дослідну переробку ЗМК було проведено у 1988 – 1989 рр. у м. Нікополь, портом для приймання сировини могло б слугувати місто Керч, а для його первинної переробки – вивільнені потужності Комиш-Бурунського залізорудного комбінату.

Національна академія наук України, Держкомгеології, військово-морські сили України, так само як наукові установи й виробничі підприємства, володіють науково-дослідним флотом, здатним за певного переобладнання вирішувати задачі у будь-якому регіоні Світового океану; для цього доцільне використовувати значні потужності Миколаївського кораблебудівного заводу [9] та науковий потенціал Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова [22].

База підводної техніки “Гідронавт” та НВО “Марієкопром” в Севастополі мають глибоководні (до 2 км) апарати, науково-дослідні судна-носії, берегову інфраструктуру та причали (наразі тимчасово не доступні для використання в Україні). За умови реконструкції їх можна застосувати для обслуговування та ремонту глибоководної техніки.

Національний гірничий університет (Дніпропетровськ) має комплекс лабораторно-стендового устаткування та мілководних полігонів, без яких неможливе вирішення науково-технічних проблем розробки робототехнічних видобувних комплексів; розроблено технічні проекти та засоби, виготовлено та випробувано, у тому числі в дослідно-промислових рейсах спільно з на-

уковцями Німеччини, експериментальні вузли видобувної техніки [10].

В КНУБА створено бортове і занурюване обладнання для дослідження робочих процесів машин і властивостей донних ґрунтів у природному стані. В умовах полігонів і морських акваторій випробувано робочі органи і дослідні зразки підводних землерийних машин. Результати досліджень впроваджено у практику морських інженерно-геологічних робіт та використано у рекомендаціях із вибору і проектування раціональних параметрів підводних землерийних систем [11].

Необхідність виконання програми, зокрема для України, обумовлено наступним:

- потреба країни за даними ВО Механо-брчермет у товарних феросплавах на 2010 р. оцінювались біля 1825 тис. т, що не покривається власним виробництвом. Понад 10 видів феросплавів загальною масою 270 тис. т у 1990 р. надходили ззовні. Ліміти підприємств виділялися в середньому на 80 % потреб, а по сплавам на основі вольфраму та молібдену – 30...50 % від потреб;

- за тими ж даними у 1993 – 95 рр. в Україні спожито (в тис. т на рік): алюмінію – 950, міді – 290, нікелю – 80, олова – 6, цинку – 250, свинцю – 30, магнію – 15, титану – 6, кобальту – 0,6, молібдену – 0,13, вольфраму – 0,09, концентрату цирконієвого – 10, концентрату рутилового – 35, концентрату ільменітового – 57. Кольорові метали виплавляють в основному з імпортованої сировини;

- основною причиною ситуації, що склалася з виробництвом багатьох видів металів та металопродукції, є відсутність або нестача власних сировинних ресурсів, у т.ч. нікелевих, кобальтових, мідних, хромітових, свинцево-нікелевих, олово- та алюмосітких високоякісних руд;

- забезпечення мінеральною сировиною за рахунок імпорту потребує при середніх світових цінах (\$ США за 1 т нікелю – 10740, міді – 2414, кобальту – 31216, марганцю – 1923, фосфоритів – 2500) значних валютних коштів, а саме \$ 4...12 млрд. щорічно;

- промислово розвинуті країни (США, Японія, Великобританія, Франція, Німеччина), починаючи з 60-х років, а Китай, Індія, Південна Корея та ін. – з 80-х років минулого сторіччя проводять роботи по підготовці до освоєння багатств Світового океану; особлива увага приділяється районам, багатим на стратегічно важливі корисні копалини. Роботи здійснюються в основному у рамках національних програм під контролем держави за рахунок централізованих інвестицій. Китай, Індію, Південну Корею, країни Африки можна розглядати як потенційний ринок наукоємних технологій. Росія також продовжує роботи по створенню техніки розвідування та видобування мінеральних ресурсів Світового океану.

Таким чином, реалізація проекту дозволить вирішити найбільш раціональним шляхом проблему залучення у господарський обіг величезних запасів корисних копалин дна океану. Затримка розвитку робіт по втіленню проекту на довгі роки відсуне освоєння нового надійного джерела поповнення сировинної бази, спричинить відставання України від конкурентів, закрие вихід на світовий ринок відповідної наукоємної технології та техніки, призведе до втрати накопиченого науково-технічного потенціалу.

Стадійність програми

На першій стадії в проекті передбачено розробку засадних документів: принципових техніко-економічних вимог, технічних завдань, принципових техніко-економічних розрахунків, генеральних графіків та планів проведення робіт, схем фінансування з урахуванням можливостей вітчизняних та іноземних інвестицій, своєчасного повернення кредитів [12].

В результаті виконання цього етапу буде складено загальне уявлення про видобувну, транспортну та переробну техніку, організаційну структуру *морського гірничо-видобувного підприємства*; визначено необхідний обсяг геологорозвідувальних та науково-дослідних робіт; уточнено необхідні обсяги фінансування, строки проведення робіт; організовано кооперацію орга-

нізацій та підприємств з виконання проекту; визначено структуру, схеми управління та реалізації проекту.

Після завершення цих робіт, на другій стадії проекту будуть виконуватись:

- геологорозвідувальні роботи, що включають пошуково-розвідувальні рейси у перспективні райони. (Одними з перших районів проведення геологорозвідувальних та науково-дослідних робіт можуть бути шельф Балтійського моря в Ризькій затоці та Каламітське поле конкрецій в затоці Чорного моря із запасами 5 млн. т. За даними попередніх досліджень ці відносно бідні конкреції можуть застосовуватись як ефективні природні сорбенти важких металів в стічних водах промислових підприємств, в якості добрив у сільському господарстві, а також в'язучої сировини для виробництва будівельних матеріалів. Після закінчення сорбцій конкреції можуть бути використані як збагачена сировина для виробництва феросплавів);

- науково-дослідні роботи, що мають загально-проектне значення, а саме: зі створення наукових основ розробки техніки і технології видобування морських ТКК, дослідження впливу екологічно шкідливих факторів, що виникають при видобуванні, розробки заходів щодо їх запобігання;

- дослідження світового ринку техніки і технології видобування морських ТКК, розробка рекомендацій по організації спільних підприємств з іноземними інвестиціями;

- вирішення міжнародно-правових питань, що забезпечують інтеграцію України, Польщі, інших держав у міжнародні організації з видобування та використання твердих корисних копалин морського дна;

- створення дослідних зразків видобувного судна і комплексу технологічного обладнання для видобутку, підйому і переробки ТКК. Ця частина проекту повинна містити: проведення теоретичних та експериментальних досліджень, що забезпечать створення техніки; проведення стендових, полігонних і приймальних випробувань вузлів агрегатів та всього комплексу в цілому;

Паралельно із вищезазначеними роботами, на третій стадії проекту здійснюватимуться:

- створення дослідного зразка транспортного судна для перевезення видобутої сировини до берегової бази;
- будівництво дослідно-промислових зразків видобувних суднових комплексів і транспортних суден;
- освоєння технологій і створення техніки переробки видобутої сировини у товарну продукцію;
- створення берегової бази з обслуговування та ремонту технічних засобів і суднового технологічного обладнання;
- створення морського гірничого підприємства з видобутку і переробки ТКК.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ВЛАСНІСТЬ: НАЯВНІСТЬ ПАТЕНТНО-ПРАВОВОГО ЗАХИСТУ, KNOW-HOW

В дослідженнях Київського національного університету будівництва і архітектури, проведених за морською тематикою під керівництвом д.т.н., професора М.К. Сукача, протягом майже 30 років приймали участь: 4 доктори технічних наук, професори, 6 кандидатів технічних наук, 7 аспірантів і здобувачів наукового ступеня, провідні наукові, інженерні та технічні фахівці. За цей період виконано: 10 госпрозрахункових науково-дослідних робіт із загальним фінансуванням НДР і ОКР понад \$ 840 тис., 5 договорів про наукове творче співробітництво, 6 держбюджетних тем за замовленням МОН України [13, 14].

Наукову і виробничу діяльність колективу підпорядковано виконанню науково-технічних програм: ДКНТ “Світовий океан”, “Інтерморгео” за проблемою “Дослідження морів і океанів з метою використання їх мінеральних ресурсів”; планів науково-дослідних робіт організацій і підприємств: НДПШокеанмаш (Дніпропетровськ), НДІ мінеральної сировини (Москва), інститутів НДПШокеангеофізика (Геленджик), Центральної геологогеофізичної експедиції (Геленджик), ВНДШокеангеологія (С.-Пб),

ІЦ “Шторм” (Дніпропетровськ); плану Національного агентства по морським дослідженням і технологіям “Неживі ресурси”; держбюджетній тематиці Міносвіти і науки України.

Напрями і тематика наукових робіт:

- дослідження процесу розробки ґрунту під високим гідростатичним тиском з метою створення підводних ґрунторозробних машин;
- розробка і впровадження корабельних автоматизованих вимірювачів визначення міцності донних ґрунтів і геотехнічних модулів;
- натурне визначення гідророзмиву і зусиль різання донних ґрунтів для розрахунку енергетичних і технологічних параметрів робочих органів глибоководних механічних засобів;
- розробка засобів транспортування і оцінки властивостей донних ґрунтів і порід Світового океану з метою створення приладів, машин, обладнання і автоматизованих комплексів для будівельно-видобувних робіт в умовах різних ґрунтів;
- розробка і впровадження гравітаційних зондів і приладів реєстрації ударних імпульсів технічних засобів;
- дослідження по створенню робочих органів глибоководних видобувних і розвідувальних машин, автономної дослідницької апаратури;
- створення теорії руйнування підводних робочих середовищ і розробка на цій базі приладів для оцінки їх властивостей, методик розрахунку та обладнання для очистки поверхні донних масивів і конструкцій від радіоактивних забруднень та видобування корисних копалин;
- розробка методик, математичних моделей і проведення випробувань робочих органів підводних ґрунторозробних машин;
- наукові основи робочих процесів підводних землерийних машин, розробка методів і обладнання для очисних і видобувних робіт в забруднених водоймах України;
- енергетичні і деформаційні взаємозв'язки фізико-екологічного стану природних робочих середовищ гранично висо-

кої і низької міцностей при різних зовнішніх навантаженнях.

Результати дослідження

Розроблено методи прогнозової оцінки ґрунтових масивів по опору руйнуванню землерийними машинами. Визначено особливості процесу різання ґрунту робочими органами землерийних машин під гідростатичним тиском. Встановлено раціональні параметри ріжучих органів глибоководних ґруторозробних машин. Запропоновано експрес-метод визначення властивостей підводних ґрунтів для розрахунку робочого опору землерийних машин. Досліджено особливості і технічний стан робочих органів машин при швидкісній розробці ґрунтів. Визначено вплив динамічної дії підводних машин на дисперсні середовища. Розроблено методи прогнозування донного експлуатаційного фону на базі фізичного моделювання і результатів дослідження морського дна у природному стані. Встановлено закономірності взаємодії робочих органів землерийних машин з підводними в'язкопластичними ґрунтами.

Для вирішення цих задач співробітниками НДІ будівельно-дорожньої і інженерної техніки КНУБА на чолі з д.т.н., проф. М.К. Сукачом створено комплекс бортового і глибоководного обладнання, призначеного для контактного дослідження дна акваторій в суднових і підводних умовах під гідростатичним тиском до 65 МПа [15]. На полігонах і морських акваторіях випробувано робочі органи і дослідні зразки підводних землерийних машин. Результати досліджень впроваджено у практику морських інженерно-геологічних робіт, використано в рекомендаціях з вибору раціональних параметрів і проектування підводних землерийних систем.

Впровадження техніки і технології

Трубчасті пробовідбірники з розрізними пластмасовими вкладишами і суднові геотехнічні модулі НГМ впроваджено НВО Південморгеологія на НДС "17 съезд проф-союзов" в рудоносному регіоні Кларіон-Кліппертон Тихого океану [16, 17]. Бортові

автоматизовані модулі БАГМ включено у складі інженерно-геологічного комплексу в загальну інформаційно-обчислювальну мережу на базі універсальних судових ЕОМ. Пристрої гравітаційного зондування ґрунту УГЗ-60 (занурювану частину з апаратурою реєстрації і бортові пристрої обробки даних) та методику гравітаційного зондування впроваджено на судах Центральної геолого-геофізичної експедиції при випробуваннях на чорноморському шельфі. Прилади ПРИЗ використано Інженерним центром "Шторм" на судні "Исследователь" при вивченні донних ґрунтів Новоросійської бухти. Фотопробовідбірники ГФУ-6-8/3 – зонди ГЗЗ і методику спектрозонального фотографування дна впроваджено в НДП Океан-геофізика під час проведення пікетажної зйомки морського дна. Там же використано метод опробування ґрунтів циліндричними зондами і комп'ютерну програму "Индентор", розроблену для реалізації інтерфейсу оператора, функцій розрахунків і відображення результатів.

Дослідний зразок буксированого донного розвідника БДР використано під час дослідження донних ґрунтів з борта НДС "Янтарь" в Геленджикській бухті. Метод маршрутного опробування морського дна і діючий макет плануючої установки ПМЗ застосовано ВНД Океангеологією у випробуваннях на морському полігоні Балтійського відділення експериментально-дослідних робіт ВНДП Гірнколомету в районі м. Лієпая (острови Рухну і Сааремаа). Результати досліджень гідророзмиву і механічної розробки донних відкладень Ризької затоки з борта НДС "Шельф-1" впроваджено у Всеросійському інституті мінеральної сировини при проектуванні видобувної установки і дослідницької апаратури.

Результати випробувань підводних землерийних машин, методики визначення властивостей і опору руйнуванню донних ґрунтів використані: в НДП Океанмаші (Дніпропетровськ) при створенні глибоководної видобувної установки; в СКБ техніки морських геологорозвідувальних робіт (Мурманськ) під час випробування самохі-

дного агрегату збору твердих корисних копалин на морському дні; в НДІ будівельно-дорожньої і інженерної техніки (Київ) при проектуванні ерліфтно-землесосного комплексу для розробки сапропелів під водою та плавучої установки для очищення водоймищ від радіоактивно забруднених мулів [18, 19].

Запропоновані в КНУБА нові методи і технічні засоби дозволили: підвищити продуктивність дослідження робочого процесу, скоротити термін створення і забезпечити ефективність застосування землерийних машин під водою; реалізувати комплексну оцінку донних масивів при скороченні числа станцій пробовідбору та загальної трудомісткості рейсових робіт; встановити експлуатаційний ґрунтовий фон на морському дні і оптимальні траси видобувних систем [20, 21].

За матеріалами виконаних досліджень авторським колективом опубліковано понад 500 наукових праць, у т.ч. 11 монографій, 30 навчальних посібників і підручників, понад 300 наукових статей, у т.ч. в міжнародних журналах “Тека”, “Motrol”, “Econtechmod”, “Підводні технології”. Пріоритет технічних рішень захищено понад 40 авторськими свідоцтвами і патентами на винахід.

Загальний економічний ефект від впровадження результатів роботи становить понад 4,5 млн. грн. Основні положення, наукові й практичні результати роботи доповідались, обговорювались і одержали позитивну оцінку на багатьох міжнародних, республіканських конференціях та конгресах, наукових семінарах профільних установ і вищих навчальних закладів України та інших держав протягом 1986 – 2015 рр.

ФІНАНСОВІ ПОКАЗНИКИ: ТЕРМІН ВИКОНАННЯ, ПЕРІОД ОКУПНОСТІ, ЗАГАЛЬНА ВАРТІСТЬ

Основні завдання програми та етапи їх виконання.

1. Розробка засадних документів, схем реалізації проекту і управління ним. Прове-

дення пошукових науково-дослідних і прогностичних геологічних оцінок: 2016 – 2018 рр.

2. Розробка та створення технічних засобів і технологій виконання завдань із проведення геологорозвідувальних робіт, модернізації технічних засобів розвідки, створення дослідних зразків видобувних комплексів, суден для транспортування і переробки сировини: 2019 – 2024.

3. Проведення всього комплексу науково-дослідних робіт і створення берегової інфраструктури з обслуговування та ремонту видобувної техніки: 2025...2030 рр.

Очікувані результати виконання програми:

- встановлення перспективних ділянок родовищ ТКК з даними про їхні запаси та оформлення відповідної заявки державучасниць;

- використання Україною та Польщею частки ділянки родовища ЗМК, зареєстрованої за колишнім СРСР та міжнародною організацією “Інтерокеанметал”;

- технічні засоби для експлуатаційної розвідки родовищ мінеральних ресурсів;

- науково-дослідні судна, доукомплектовані вітчизняним та іноземним устаткуванням, для пошуку і розвідки морських корисних копалин;

- технології видобування та використання твердих корисних копалин, з дотриманням необхідних екологічних вимог;

- суднові комплекси промислового видобування ТКК та відповідні транспортні судна;

- реконструйовані підприємства з виробництва і переробки сировини, порти для приймання транспортних суден, берегова база обслуговування та ремонту підводної техніки;

- спільне морське підприємство по випуску стратегічно важливих чорних та кольорових металів і сплавів з обсягом виробництва до 3 млн. т на рік сухих ЗМК або відповідної кількості інших ТКК, виробничою потужністю до 50 тис. т на рік (за нікелевим еквівалентом), обсягом товарної продукції до \$ 860 млн., рентабельністю 23 %

та терміном окупності 15 років, за ризиком замовника до 12 %.

Орієнтовна вартість виконання проекту в цілому: \$ 990 млн., в т.ч. доля КНУБА у 2016 р. – \$ 1,6 млн.

ФОРМИ ІНВЕСТИЦІЙНОГО СПІВРОБІТНИЦТВА

Пропонуються два шляхи фінансування.

1. Зважаючи на те, що витрати на розробку океанських родовищ порівнюються з необхідними витратами на розширення гірничо-видобувних підприємств суходолу, вирішення низки економічних і політичних проблем може забезпечити державне бюджетне фінансування науково-дослідних, геологорозвідувальних і проектно-конструкторських робіт.

Фінансування створення промислових (серійних) зразків техніки доцільно забезпечити за рахунок кредиту з поверненням їх замовнику після виходу на проектну потужність гірничо-видобувних підприємств. Фінансування реконструкції переробних підприємств, баз для обслуговування та ремонту техніки, портів надходження сировини проводитиметься також за рахунок кредитів.

2. Другий шлях передбачає організацію акціонерного товариства із залученням коштів зацікавлених установ, організацій, окремих вітчизняних та іноземних підприємств.

Засновниками такого акціонерного товариства з боку України могли б стати: КНУБА, Інститут геотехнічної механіки НАН України, концерн “Азовмаш”, ВО “Південний машинобудівний завод”, КБ “Південне”, ЦКБ “Корал”, Держкомгеології, Мінпромполітики України та інші; з Китайської – відповідні підприємства і установи.

Товарною продукцією акціонерного товариства можуть бути:

- результати геологорозвідувальних робіт;
- результати науково-дослідних робіт і випробувань;
- технології розробки родовищ;

- проекти технічних засобів видобування, транспортування і переробки корисних копалин.

Крім феросплавів та лігатур з кольорових металів, товарною продукцією також буде надання послуг з видобування, транспортування і переробки сировини. Для цього створюватимуться спільні підприємства, наприклад з Індією, Китаєм, Польщею та ін. державами, які мають інтерес до співробітництва за цією проблемою.

ВИСНОВКИ

1. Комплексна програма «Розробка корисних копалин Світового океану» передбачає підготовку пропозицій до Кабінету Міністрів України та урядів країн-засновників щодо розробки національних програм та включення їх до державного плану фінансування із залученням міжнародних установ та венчурного капіталу.

2. Отже, участь у спільній міжнародній програмі та супровід інноваційного проекту є найбільш ефективним і реальним шляхом для входження України до числа передових країн, що займаються підготовкою до промислового освоєння морських родовищ мінеральної сировини, стане запорукою енергетичної та сировинної незалежності наших країн у світовому просторі.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Шнюков Е.Ф., Зиборов, А.П., 2004.** Минеральные богатства Черного моря. Киев, Карбон-ЛТД, 279.
2. **Закон України** про затвердження Загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року, **2011**. Відомості Верховної ради України (ВВР), № 44, ст. 457.
3. **Казмин Ю.Б., Глумов И.Ф., Корсаков О.Д. и др., 1988.** Принципы подсчета прогнозных ресурсов и запасов полиметаллических конкреций Мирового океана. Геленджик, ПО Южморгеология», 104.
4. **Морское право, 1984.** Официальный текст Конвенции ООН по морскому праву с приложениями и предметным указателем. За-

- ключительный акт 3-й конференции ООН по морскому праву. Нью-Йорк, ООН, 316.
5. **Правила** регистрации первоначальных вкладчиков и положение о конфиденциальности данных и информации, **1986**. Подготовительная комиссия для Международного органа по морскому дну и Международного трибунала по морскому праву. Кингстон, Ямайка, 42.
 6. **Казмин Ю.Б., Волков А.Н., Глумов И.Ф. и др., 1989**. Международно-правовые и экономические проблемы поиска, разведки и освоения минеральных ресурсов глубоководных районов Мирового океана. Геленджик, ПО Южморгеология, 143.
 7. **Зиборов А.П., 2008**. Перспективы и задачи освоения морских месторождений минерального сырья. Геология и полезные ископаемые Мирового океана. Вып. 3, 5-18.
 8. **Половка С.Г., 2015**. Історичний зріз геологічного вивчення Азово-Чорноморського регіону дослідниками України. Підводні технології, Вип.01, 11-23.
 9. **Іванік О.М., 2015**. Моделювання впливу небезпечних геологічних процесів на функціонування транспортних природно-техногенних систем в умовах морського середовища. Підводні технології, Вип. 01, 13-22.
 10. **Франчук В.П., Бондаренко А., 2015**. Математическая модель движения несущего потока в классификаторе гидравлическом горизонтальном. Підводні технології, Вип.01, 24-31.
 11. **Баладинский В.Л., Сукач М.К., 1999**. Подводные строительные работы: учеб. пособ. Київ, ИСМО, 224.
 12. **Куликов П.М., Сукач М.К., 2015**. О готовности Украины к освоению полезных ископаемых Мирового океана. Подводные технологии, Вып.02, 3-10.
 13. **Моисеенко В.Г., 1987**. Прогнозирование рабочих нагрузок землеройных машин в особых условиях: монография. Киев, Вища школа, 194.
 14. **Сукач М.К., 2016**. Будівельна техніка: підручник. Київ, Ліра-К, 416.
 15. **Сукач М.К., 1998**. Разработка глубоководных грунтов: монография. Киев, Наукова думка, 348.
 16. **Сукач М.К., 1997**. Гравитационное зондирование грунтов: монография. Киев, Наукова думка, 172.
 17. **Сукач М.К., 2011**. Конструювання землерійно-дорожніх машин: навч. посіб. Київ, КНУБА, 260.
 18. **Сукач М.К., 1998**. Самоходная установка для сбора железомарганцевых конкреций. Известия вузов. Строительство, Вип. 9, 99-103.
 19. **Сукач М.К., Горбатюк Є.В., Марченко О.А., 2013**. Синтез землерійної і дорожньої техніки: підручник. Київ, Ліра-К, 376.
 20. **Сукач М.К., 2012**. Глубоководная техника и технология для разработки полезных ископаемых Мирового океана. Труды VI Междунар. науч.-техн. конф. Энергия-2012, Симферополь-Алупка, 9.
 21. **Сукач М.К., Николенко И.В., 2014**. Трансфер инновационных технологий: монография. Saarbrücken, Germany: Palmarium Academic Publishing, 482.
 22. **Блинцов В.С., 1998**. Привязные подводные системы. Киев, Наукова думка, 230.

REFERENCES

1. **Shnjukov E.F., Ziborov, A.P., 2004**. Mineral'nye bogatstva Chernogo morja. Kiev, Karbon-LTD, 279 (in Russian).
2. **Zakon Ukrai'ny pro zatverdzhennja Zagal'noderzhavnoi' programy rozvytku mineral'no-syrovynnoi' bazy Ukrai'ny na period do 2030 roku, 2011**. Vidomosti Verhovnoi' rady Ukrainy (VVR), № 44, 457 (in Ukrainian).
3. **Kazmin Ju.B., Glumov I.F., Korsakov O.D. i dr., 1988**. Principy podscheta prognoznyh resursov i zapasov polimetallicheskih konkretij Mirovogo okeana. Gelendzhik, PO Juzhmorgeologija», 104 (in Russian).
4. **Morskoe pravo, 1984**. Oficial'nyj tekst Konvencii OON po morskemu pravu s prilozhenijami i predmetnym ukazatelem. Zakljuchitel'nyj akt 3-j konferencii OON po morskemu pravu. New York, OON, 316 (in Russian).
5. **Pravila registracii pervonachal'nyh vkladchikov i polozhenie o konfidencial'nosti dannyh i informacii, 1986**. Podgotovitel'naja komissija dlja Mezhdunarodnogo organa po morskemu dnu i Mezhdunarodnogo tribunala po morskemu pravu. Kingston, Jamajka, 42 (in Russian).
6. **Kazmin Ju.B., Volkov A.N., Glumov I.F. i dr., 1989**. Mezhdunarodno-pravovye i jekonomicheskie problemy poiska, razvedki i osvoenija mineral'nyh resursov glubokovodnyh rajonov Mirovogo okeana. Gelendzhik, PO Juzhmorgeologija», 143 (in Russian).

7. **Ziborov A.P., 2008.** Perspektivy i zadachi osvoenija morskikh mestorozhdenij mineral'nogo syr'ja. Geologija i poleznye iskopaemye Mirovogo okeana. Vyp.3, 5-18 (in Russian).
8. **Polovka S.G., 2015.** Istorichnij zriz geologichnogo vivchennja Azovo-Chornomors'kogo regionu doslidnikami Ukraini. Pidvodni tehnologii, Vyp. 01, 11-23 (in Russian).
9. **Ivanik O.M., 2015.** Modeljuvannja vplyvu nebezpechnykh geologichnykh procesiv na funkcionuvannja transportnykh pryrodno-tehnogenykh system v umovah mors'kogo seredovyshha. Pidvodni tehnologii, Vyp. 01, 13-22 (in Ukrainian).
10. **Franchuk V.P., Bondarenko A.A., 2015.** Mate-matcheskaja model' dvizhenija nesushhego potoka v klassifikatore gidravlicheskom gorizonta'nom. Pidvodni tehnologii, Vyp.01, 24-31 (in Russian).
11. **Baladinskij V.L., Sukach M.K., 1999.** Podvodnye stroitel'nye raboty: ucheb. posob. Kyiv, ISMO, 224 (in Russian).
12. **Kulikov P.M., Sukach M.K., 2015.** O gotovnosti Ukrainy k osvoeniju poleznykh iskopayemykh Mirovogo okeana. Pidvodni tehnologii, Vyp.02, 3-10 (in Russian).
13. **Moiseenko V.G., 1987.** Prognozirovanie rabochih nagruzok zemlerojnykh mashin v osobykh uslovijah: monografija. Kiev, Vishha shkola, 194 (in Russian).
14. **Sukach M.K., 2016.** Budivel'na tehnika: pidruchnyk. Kyiv, Lira-K, 416 (in Ukrainian).
15. **Sukach M.K., 1998.** Razrabotka glubokovodnykh gruntov: monografija. Kiev, Naukova dumka, 348 (in Russian).
16. **Sukach M.K., 1997.** Gravitacionnoe zondirovanie gruntov: monografija. Kiev, Naukova dumka, 172 (in Russian).
17. **Sukach M.K., 2011.** Konstruivannja zemlerijno-dorozhnykh mashin: navch. posib. Kiiv, KNUBA, 260 (in Ukrainian).
18. **Sukach M.K., 1998.** Samohodnaja ustanovka dlja sbora zhelezomargancevykh konkretyj. Izvestija vuzov. Stroitel'stvo, Vyp. 9, 99-103 (in Russian).
19. **Sukach M.K., Gorbatjuk E.V., Marchenko O.A., 2013.** Sintez zemlerijnoï i dorozhnoï tehniki: pidruchnik. Kyiv, Lira-K, 376 (in Ukrainian).
20. **Sukach M.K., 2012.** Glubokovodnaja tehnika i tehnologija dlja razrabotki poleznykh iskopayemykh Mirovogo okeana. Trudy VI Mezhdunar. naukch.-tehn. konf. Energija-2012, Simferopol', Alupka, 9 (in Russian).
21. **Sukach M.K., Nikolenko I.V., 2014.** Transfer innovacionnykh tehnologij: monografija. Saarbrücken, Germany: Palmarium Academic Publishing, 482 (in Russian).
22. **Blintsov V.S., 1998.** Privjaznye podvodnye sistemy. Kiev, Naukova dumka, 230 (in Russian).

Program of development of minerals of the World ocean

Petro Kulikov, Mykhailo Sukach

Kyiv National University of Construction and Architecture

Povitroflotsky prosp., 31, Kyiv, Ukraine, 03037, msukach@ua.fm, orcid.org/0000-0003-0485-4073

Summary. The program of creation of new technologies, technique and complexes is offered on a study, booty, transporting and redoing threew capacious and other hard minerals of mainland shelf and deep-water part of oceans. Actuality of problem and resources of marine minerals are shown, an aim is marked, program tasks and her competitive edges. World potential and requirements are considered in development of minerals, certainly directions and subjects of the advanced studies, and also financial indexes and forms of investment collaboration.

Key words: development of minerals, World ocean, shelf.