

# ПЕРСПЕКТИВНЫЕ И РАЗВЕДЫВАЕМЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТВЕРДЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ШЕЛЬФА И ГЛУБИННЫХ РАЙОНОВ ВЬЕТНАМА

Нго Чан Тхиен Кью<sup>1,2</sup>, Ю.В. Кириченко<sup>2</sup>, М.В. Щёкина<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Вьетнамский национальный университет Хошимина,  
Университет естественных наук, Хошимин, Вьетнам

<sup>2</sup> НИТУ «МИСиС», Москва, Россия, e-mail: mshchekina@yandex.ru

**Аннотация:** Рассмотрены перспективы развития морской горнодобывающей отрасли Демократической республики Вьетнам (ДРВ). Приводятся данные о результатах геологоразведочных работ, проводимых Центром морской минеральной геологии Вьетнама в Южно-Китайском море. Выявлены основные полезные компоненты в разведываемых месторождениях твердых полезных ископаемых, их содержание, приуроченность и перспективы. Установлено, что основной рудно-минеральный комплекс месторождений морского дна в эксклюзивной экономической зоне Вьетнама включает в себя: ильменит, циркон, рутил, анатаз, монацит, ксенотим, касситерит и частично золото. Обнаружено также строительное и химическое сырье. На континентальном склоне и дне Южно-Китайского моря обнаружены залежи железомарганцевых образований (ЖМО) и пирита. Даны описания основных месторождений шельфа и глубинных районов Южно-Китайского моря. Делаются выводы о необходимости дальнейшего развития геологоразведочных работ самостоятельно и совместно с другими странами.

**Ключевые слова:** Мировой океан, месторождения шельфа, монацит, рутил, циркон, касситерит, россыпи, глубина залегания, содержание полезных компонентов, геологоразведочные работы, твердые полезные ископаемые, Южно-Китайское море, железомарганцевые соединения, пирит, золото, глубинные районы, продукты выветривания.

**Для цитирования:** Нго Чан Тхиен Кью, Кириченко Ю. В., Щёкина М. В. Перспективные и разведываемые месторождения твердых минеральных ресурсов шельфа и глубинных районов Вьетнама // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2021. – № 9. – С. 103–112. DOI: 10.25018/0236\_1493\_2021\_9\_0\_103.

## Promising and provable solid mineral resources in the shelf and abyssal deposits in Vietnam

Ngo Tran Thien Quy<sup>1,2</sup>, Yu.V. Kirichenko<sup>2</sup>, M.V. Shchyokina<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Vietnam National University Ho Chi Minh City, University of Natural Sciences,  
Ho Chi Minh, Vietnam

<sup>2</sup> National University of Science and Technology «MISIS», Moscow, Russia,  
e-mail: mshchekina@yandex.ru

---

**Abstract:** The article discusses development prospects of the deep sea mining sector in Vietnam. The information on geological exploration implemented by the Vietnamese Center for Marine Geology and Minerals in the South China Sea is given. The main useful components in the provable solid mineral deposits, their contents, adjacency and horizons are revealed. The main minerals of the bottom deposits in the exclusive economic zone of Vietnam include: ilmenite, zircon, rutile, anatase, monocyte, xenotime, cassiterite and, partly, gold. The feed-stock for production of construction materials and the chemical raw materials are discovered, too. The continental slope and the bottom of the South China Sea hold ferrous manganese mineralization and pyrite. The principal shelf and abyssal deposits in the South China Sea are described. The need to continue and expand geological exploration, independently and in team work with other countries, is emphasized.

**Key words:** world ocean, shelf deposit, monocyte, rutile, zircon, cassiterite, placers, occurrence depth, useful component content, geological exploration, solid minerals, South China Sea, ferro-manganese nodules, pyrite, gold, deep sea, weathering products.

**For citation:** Ngo Tran Thien Quy, Kirichenko Yu. V., Shchyokina M. V. Promising and provable solid mineral resources in the shelf and abyssal deposits in Vietnam. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2021;(9):103-112. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236\_1493\_2021\_9\_0\_103.

---

## Введение

Активные поисковые работы, проводимые во Вьетнаме с 1991 г., позволили выявить значительные проявления полезных ископаемых в россыпях шельфовой зоны и отложениях океанического дна Южно-Китайского моря. В основном целью и результатами разведки полезных ископаемых являлись россыпи металлических и неметаллических полезных ископаемых в прибрежной зоне и на шельфе, строительные материалы (расположенные на глубине от 0 до 100 м, в том числе и в плотике континентального шельфа) и другие минеральные ресурсы, такие как фосфорит, пирит, гипс, железомарганцевые конкреции и ферромарганцевые корки континентального склона и глубинных районов Южно-Китайского моря [1 – 10].

## Россыпи и строительные материалы в прибрежных районах моря на глубине от 0 до 30 м

Большинство россыпных месторождений строительных материалов сосре-

доточено в центральных районах, в шести регионах Вьетнама (рис. 1) [1, 2]. Центром морской минеральной геологии (отдел геологии и полезных ископаемых) Вьетнама наиболее перспективными с учетом будущего промышленного освоения названы следующие провинции (районы) [4 – 7].

Провинция Сэм Сон – Лах Труонг содержит титано-циркониевые (Ti-Zr) россыпи на глубинах от 0 – 10 м до 20 – 30 м с общим содержанием полезных компонентов 4 – 7 кг/м<sup>3</sup>, а также низкосортные примеси касситерита (SnO<sub>2</sub>) и золота (Au). Минеральные комплексы в пределах месторождения включают в себя: ильменит, монацит-ксенотим и немного золота и касситерита.

Сейсмическими исследованиями с высоким разрешением производились поиски золота и олова в метаморфических породах района Лах Труонг и изверженных породах Кам-Туи.

Провинция Нге Ан – Ха Тинь является районом с высоким содержанием титано-циркониевых минералов (до 4,5 – 7,5 кг/м<sup>3</sup>). Россыпи залегают на

глубинах от 0–3 м до 15–25 м в прибрежной зоне шельфа (№ 2 на рис. 1). Основной рудно-минеральный комплекс включает в себя: ильменит, циркон, рутил, анатаз, монацит, ксенотим, золото и касситерит. Вблизи острова Хон Мат

касситеритовые россыпи залегают на глубинах до 22–30 м.

Район с залежами и проявлениями Ti, Zr и касситерита на глубине от 5–10 до 25–30 км изучался с помощью донного опробования и геофизических ме-

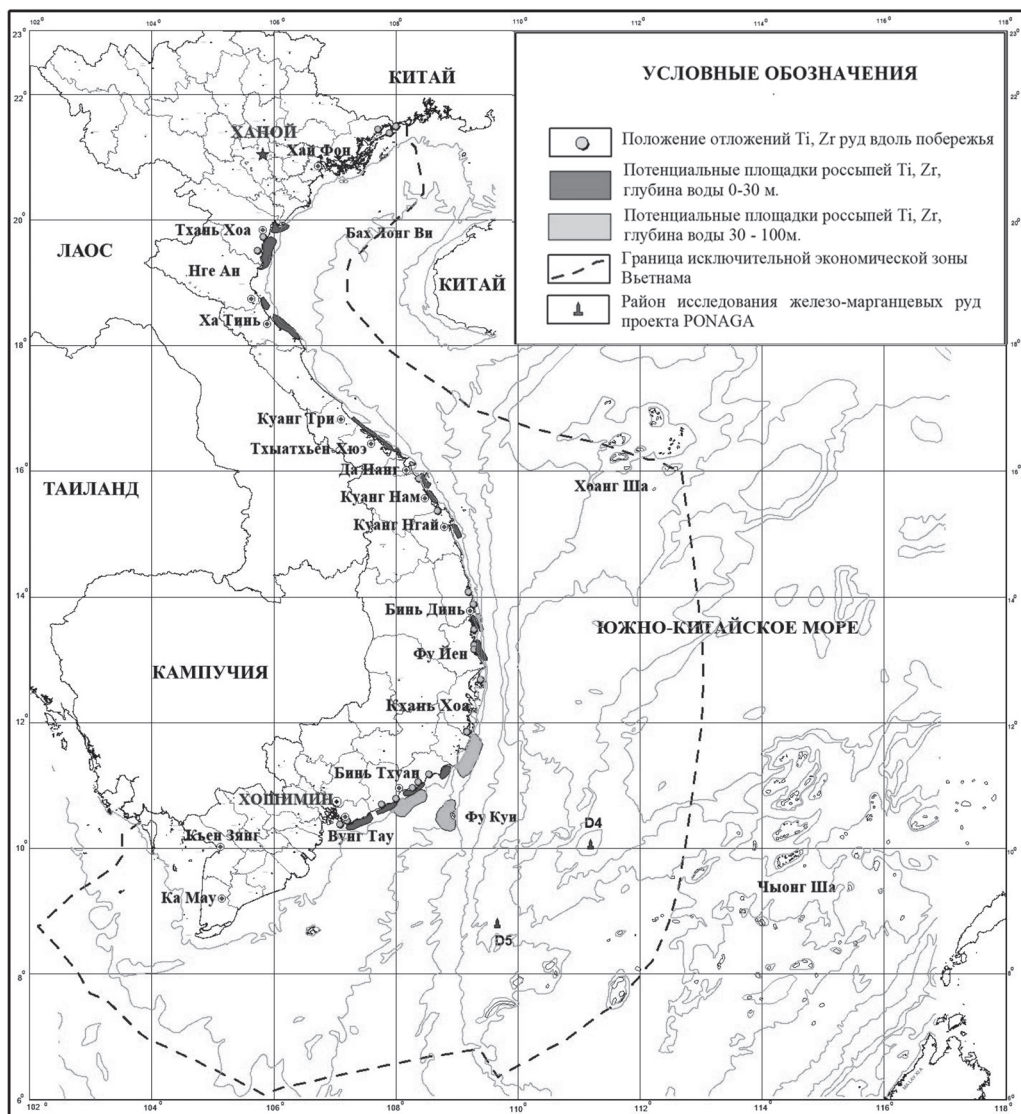


Рис 1. Карта распространения морских полезных ископаемых Вьетнама. 1–6: Потенциальные районы россыпей Ti, Zr, глубина моря 0–30 м; I, II, III: Потенциальные районы россыпей Ti, Zr, глубина моря 30–100 м

Fig. 1. Map of marine minerals in Vietnam: 1–6 – potential Ti and Zr placer reserves, depth 0–30 m; I–III – depth 30–100 m

тодов. Были выявлены аллювиальные отложения, что свидетельствовало об обнаружении древнего погребенного русла реки и, как следствие, возможности нахождения россыпных золота и олова. В пределах всего района изысканий имеются промышленные запасы инертных стройматериалов.

Район Куанг Три — Тхыатхьен-Хюэ после изысканий также был признан перспективным по содержанию рудных минералов Ti—Zr, многие из которых имели промышленное содержание (более 20 кг/м<sup>3</sup>). Россыпи были детально опробованы на глубинах до 30 м, причем в некоторых крупнообъемных пробах весом более 1 т были обнаружены промышленные содержания золота и касситерита (№ 3 на рис. 1).

Морскими геологоразведочными работами было установлено, что россыпи залегают на гранитных массивах, обнаруженных при геофизических исследованиях, в русле реки Куа Вьет и в погребенных руслах древних водотоков; причем полезные ископаемые (ильменит, рутил, анатаз, монацит-ксенотим, золото и касситерит) были обнаружены на глубинах 25—35 м.

В пределах всего обследованного района на пляжах и шельфе на глубинах до 30 м были обнаружены залежи строительного сырья — песка, песчано-гравийных смесей и гравия [9, 10].

Район Куанг Нам — Куанг Нгай в результате поисковых геологоразведочных работ показал высокие уровни содержания Ti—Zr (в среднем 5—7 кг/м<sup>3</sup>) на глубинах 0—3 м, 6—12 м, 20—30 м (№ 4 на рис. 1). Причем высокие содержания обнаружены на севере коммуны Куа Дай на глубинах 0—3 м, в заливе Дунг Куок — на глубине 6—12 м, а на юго-востоке Куа Дай — на глубине 20—35 м (в пределах древней береговой линии). Основные рудно-минеральные комплексы представлены ильменитом,

рутилом, цирконом, анатазом, монацит-ксенотимом, золотом и касситеритом, причем в бухте Дунг Куок и Донг Хой Ай запасы золота и касситерита имеют промышленное значение. Более детальные исследования позволили в пляжной зоне района Хой Ан на глубине 80 м обнаружить россыпное золото.

На удалении от береговой линии, в более глубоких районах шельфа, вокруг островов Куа Дай-Чам, Дунг Кват геофизические исследования позволили выявить площади с высокими содержаниями олова, золота, циркона в россыпях и в подстилающим гранитном массиве (плотике). Повсеместно распространены инертные стройматериалы (песок, песчано-гравийная смесь и пр.).

Геологические условия района Куинен — Фу Йен подобны геологическим условиям рассматриваемых выше районов (№ 5 на рис. 1). Исследования примыкающего к району шельфа подтвердили предположения о наличии высокосортных зон тяжелых металлов Ti—Zr с общим содержанием 6—7 кг/м<sup>3</sup>. Поисковые работы в пределах древней береговой линии обнаружили высокосортные россыпи тяжелых металлов практически на тех же глубинах: 0—3 м; 6—12 м; 16—22 м. Данные разведочных работ подтвердили теоретические предпосылки о перспективности более детальных геологоразведочных работ в пределах всей эксклюзивной экономической зоны Вьетнама в Южно-Китайском море.

Основными рудно-минеральными комплексами, как и на всем побережье, являются ильменит, циркон, рутил, анатаз, монацит-ксенотим, золото-монацит-ксенотим и золото. Они сосредоточены на плотиках прибрежной шельфовой зоны.

Строительные пески сосредоточены на отмелях и в барах, глубина их залегания 0—6 м.

Кроме того, в регионе распространены кораллы на глубине от 2–3 м, которые представляют декоративный и поделочный интерес.

Провинция Бинь Туан – Вунг Тау включает территории коммун Муйне, Фантьете, Бак Ке Ке, Ке Га, Хам Тан, Муй Ба Кием, Лонг Хай и является зоной распространения рудных титаноциркониевых минералов на морском дне шельфа (№ 6 на рис. 1). Общее содержание полезных компонентов достигает 7,0–8,0 кг/м<sup>3</sup>; глубина залегания от 2–16 м (20 км от берега к северо-востоку от мыса Ке Га) до 18–30 м (10 км от берега на юго-восток от Муйне и 25 км на северо-восток от Муйне). На других площадях в пределах района также выявлены зоны с содержанием тяжелых металлов. Основными полезными ископаемыми являются ильменит, циркон, рутил, анатаз, монацит-ксенотим, касситерит и золото, причем выявлены зоны с промышленными содержаниями касситерита и золота, а проявления циркона, топаза и шпинели выражены в галечных залежах.

Геофизические исследования подтвердили приуроченность россыпей (песча-

ных и галечных) к выходам гранитных массивов, извержений вулканов, а также в зонах древнесуаловых отложений.

В дополнение к вышеописанным областям обнаружены проявления ильменита-циркона, а также золота и олова вокруг острова Бах Лонг Ви и в окрестностях островов в провинции Кьен Зянг. Прогнозный ресурс донных россыпных отложений на глубинах от 0 м до 30 м приведен в табл. 1 [2, 9].

Пески и гравийные отложения распространены в пределах шельфа и в устьях Красной реки и Меконга, а также обнаружены залежи лимонита и глаукопита мощностью 0,2–1,5 м в прибрежных районах на глубинах 20–30 м [2, 3, 9].

### **Перспективные россыпные месторождения на глубине 30–100 м**

Перспективы освоения россыпных отложений мелководных морских районов (глубина 30–100 м) оценивались на основе результатов морских геологических исследований, проведенных Центром морской геологии и полезных ис-

Таблица 1

#### **Прогнозные ресурсы продуктивных россыпей (глубина 0–30 м) Undiscovered potential resources of productive placers (depth 0–30 m)**

<b>Расположение</b>	<b>Ильменит, т</b>	<b>Циркон, т</b>	<b>Монацит, т</b>	<b>Олово</b>	<b>Золото</b>
Дельта Красной реки	630 000	314 084	94 314	3 области с хорошим проявлением	3 области с хорошим проявлением
Северный округ Вьетнама	827 187	49 000		1 область с хорошим проявлением	1 область с хорошим проявлением
Центральный округ	15 685 061	1 485 521	434 894	2 перспективных региона для дальнейшей детальной разведки	2 перспективных региона для дальнейшей детальной разведки
Южный округ Вьетнама	1 751 173	610 828	180 457	2 перспективных региона для дальнейшей детальной разведки	5 перспективных регионов для дальнейшей детальной разведки
Всего	18 893 436	2 459 433	709 665	8 областей	11 областей

Таблица 2

**Прогнозные ресурсы россыпей полезных ископаемых на глубине 30–100 м**  
**Undiscovered potential resources of mineral placers at depth of 30–100 m**

Область	Глубина воды, м	Площадь, км <sup>2</sup>	Средняя мощность, м	Среднее содержание, кг/м <sup>3</sup>	Ресурсы, т
Район Куинен (провинция Бинь Динь)	25,2–79,6	215	6	1,7	2 441 777
Участок простирается в море от города Кам рань (Кхань Хоа) до города Фан Ри Куа (Бинь Тхуан)	37,3–120,3	1650	6	1,9	17 083 616
Участок простирается в море от Фан Тхьет до Лаги (Бинь Тхуан)	31,9–53,8	1440	4	2,1	13 632 207
Мелководье вокруг острова Фукуи (оффшор Бинь Тхуан, 104 км от Фан Тхьет на восток)	29,0–122,3	1480	5,5	2,3	18 036 961
Всего		51 194 561			

копаемых в 2007–2011 гг. [4, 9]. Общая площадь разведочных работ на тот период составила более 150 000 км<sup>2</sup>. Первоначальные результаты определили четыре перспективных участка вдоль центрального побережья Вьетнама с общими прогнозными запасами в 51 млн т россыпей (табл. 2).

**Результаты изысканий полезных ископаемых в глубинных районах Южно-Китайского моря**

В последние десятилетия диапазон морских геологоразведочных работ с участием вьетнамских специалистов значительно расширился и охватывает акваторию за пределами эксклюзивной экономической зоны Вьетнама. Использование современных методов исследований в рамках международных проектов и самостоятельно позволило исследовать более глубокие районы Южно-Китайского моря.

Морские геологические исследования показывают, что вокруг острова Чьонг Ша и в глубинных районах моря также

есть некоторые минеральные ресурсы (рис. 1).

В некоторых местах в окрестностях острова Чьонг Ша (провинция Кхань Хоа) выявлены залежи фосфоритов с проявлениями пирита и гипса, а также обнаружены железомарганцевые конкреции [5, 6, 9].

Пирит вообще часто встречается практически на всех глубинах до 3000 м, например, к югу от островов Чьонг Ша содержание его в осадочных отложениях достигает 5,5–7,52%, на востоке обнаружена полоса с содержанием пирита 1–5,25% (в диапазоне глубин от 1000 до 2000 м), на юго-западе он обнаружен в диапазоне глубин 50–150 м и 1000–1800 м и во впадине на глубине 2000–3000 м (содержание 1,0–3,2%) [2, 9].

Вокруг архипелага Чьонг Ша в донных отложениях обнаружен марганец, содержание которого увеличивается с глубиной — от 0,1% на глубине 50 м до 1,5% на глубине 3000 м. Железомарганцевые соединения представлены микроконкрециями ( $d < 0,063$  мм) с со-

держанием Mn в них 1,0–5,0%, которые залегают в глинистых осадочных рыхлых отложениях на глубинах 2000–4000 м у континентальных подножий и океаническом дне [2, 3].

Общемировой интерес к железомарганцевым конкрециям (ЖМК) был поддержан во Вьетнаме с конца 60-х гг. после того, как Китай в 1982 г. произвел исследования дна Южно-Китайского моря в районе с координатами от 18° до 21°32' северной широты и с 115° до 118° восточной долготы. Полученные китайскими учеными положительные результаты изысканий морского дна на глубинах от 1500 до 4000 м позволили Вьетнаму в 1993 г. начать целенаправленные исследования Южно-Китайского моря в юго-восточной эксклюзивной экономической зоне ДРВ (рис. 1).

В рамках совместной французо-вьетнамской программы сотрудничества PONAGA были обследованы глубинные районы океанического дна и отобраны образцы железомарганцевых корок [6]. Пробы отбирались на двух участках глубоководья Южно-Китайского моря: один — площадью 350 км<sup>2</sup> с глубинами

от 700 до 3800 м и второй — площадью 40 км<sup>2</sup> на континентальном склоне с глубинами от 400 до 1500 м (рис. 2). Опробование глубинных районов производилось с помощью гидростатического дночерпателя весом 200 кг с горловиной входного отверстия размерами 0,8×0,25 м. Корки предварительно разрыхлялись цилиндрическим молотом массой 1,5 т, оснащенным пирамидальными зубьями. Образцы конкреций были исследованы в Океаническом институте петрографии и химического состава. Ядрами конкреций в основном являлись базальт, базальтовый туф и известняк, железомарганцевая оболочка составляла толщину от 5–8 мм до 1–5 см. Общее содержание Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+MnO во всех образцах составило менее 40%, соотношение марганца к железу — 0,2÷0,64.

Первоначальные выводы свидетельствуют о сходной эволюции железомарганцевых образований (корок и конкреций) Южно-Китайского моря и других известных месторождений Мирового океана. Глубоководные исследования морского дна Южно-Китайского моря продолжаются и в настоящее время как



Рис. 2. Расположение и топография места сбора проб (программа PONAGA, 1994 г.)

Fig. 2. Sampling place layout and topography (program PONAGA, 1994)

в рамках совместных проектов (с Китаем, Францией, Россией и др.), так и самостоятельно Центром морской минеральной геологии Вьетнама [4, 6, 9–13].

### Выводы

Месторождения черных и цветных металлов, а также строительного и химического сырья шельфовой и прибрежной зон Вьетнама, в основном, представлены делювиальными и элювиальными отложениями и являются продуктами выветривания (волнового воздействия).

Отмечена приуроченность большинства прибрежных и шельфовых месторождений к устьям существующих рек, погребенным руслам и в пределах приливных зон.

С целью повышения экономического и промышленного потенциала ДРВ необходимо продолжать и расширять поисковые работы морских месторождений с целью вовлечения их в разработку.

Относительно низкие содержания  $Fe_2O_3$  (8,03–27,53%) и  $MnO$  (3,29–13,39%) в ЖМК, полученных на первых этапах разведочных работ, не свидетельствуют о бесперспективности проведения исследований в будущем в Южно-Китайском море.

В ближайшей перспективе месторождения, расположенные вблизи береговой линии, могут быть разработаны с применением существующих технологий и оборудования.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ле Дук То* Фундаментальные проблемы / Южно-Китайское море. Т. 1. — Ханой: Изд-во естественных наук и технологии, 2009.
2. *Май Тхань Тан* Геология и геофизика / Южно-Китайское море Т. 3. — Ханой: Изд-во естественных наук и технологии, 2003.
3. *Дю Ван Тоан* Исследование политики управления морскими минеральными ресурсами во Вьетнаме / Конференция: Политика управления минеральными ресурсами во Вьетнаме. Ханой, октябрь 2009 г.
4. *Ву Чыонг Сон, Хоанг Ань Кхиен, Трин Нгуен Тинь и др.* Оценка перспективы размещений прибрежной зоны Вьетнама (глубина 0–100 м) и направления исследования — эксплуатация // Журнал геологии. — 2011. — Т. 327–328.
5. *Тран Ван Три, Ву Хук и др.* Геология и земельные ресурсы Вьетнама. — Ханой: Изд-во науки и техники, 2011.
6. *До Минь Дьеп, Тон Ну Ми Ду* Предварительные исследования Fe-Mn конкреций на глубоководном дне Юго-Восточного Вьетнама / Научная конференция «Бьен Донг». — Нячанг, 2000.
7. *Nam B. X., Giao H. S.* Status of development orientations for mining titanium placers in Vietnam // Горные науки и технологии. — 2016. — № 1. — С. 40–50. DOI: 10.17073/2500-0632-2016-1-40-50.
8. *Кириченко Ю. В., Каширский А. С.* Месторождения твердого минерального сырья Мирового океана и потенциал его использования // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2015. — № 9. — С. 251–259.
9. *Нго Чан Тхиен Кюи, Кириченко Ю. В.* Минеральный потенциал подводных месторождений в Южно-Китайском море Вьетнама // Горная промышленность. — 2020. — № 1. — С. 140–143. DOI: 10.30686/1609-9192-2020-1-140-143.
10. *Генов Р., Димитров Т., Киров Б. и др.* Геология и минеральные ресурсы Мирового океана. — Варшава: Intermorgeo, 1990.
11. *Дробаденко В. П., Вильмис А. Л., Луконина О. А., Маркелов С. В.* Проблемы и перспективы освоения минеральных ресурсов дна морей и океанов // Горный журнал. — 2019. — № 11. — С. 44–49. DOI: 10.17580/gzh.2019.11.07.



12. ISA. Marine mineral resource, 2004.

13. Pinxian Wang, Qianyu Li, Chun-Feng Li *Geology of the China Seas*. Elsevier, 2004. **ГМАС**

## REFERENCES

1. Le Duc To Fundamental problems. *South China Sea*. Vol. 1. Hanoi, Natural Science and Technology Publishing House, 2009.

2. Mai Thanh Tan Geology and Geophysics. *South China Sea*. Vol. 3. Hanoi, Natural Science and Technology Publishing House, 2003.

3. Du Van Toan A study of marine mineral resource management policies in Vietnam. *Konferentsiya: Politika upravleniya mineral'nymi resursami vo V'etname* [Conference: Mineral Resource Management Policies in Vietnam], Hanoi, October, 2009.

4. Vu Truong Son, Hoang Anh Khyen, Trin Nguyen Tinh Assessment of the prospect of location of the coastal zone of Vietnam (depth 0–100m) and the direction of research – exploitation. *Journal of Geology*. 2011, vol. 327–328.

5. Tran Van Tri, Wu Hook *Geologiya i zemel'nye resursy V'etnama* [Geology and land resources of Vietnam], Hanoi, Science and Technology Publishing House, 2011.

6. Do Minh Diep, Ton Nu Mi Du Preliminary studies of Fe-Mn nodules on the deep seabed of Southeast Vietnam. *Nauchnaya konferentsiya «B'en Dong»* [Scientific conference «Bien Dong»], Nha Trang, 2000.

7. Nam B. X., Giao H. S. Status of development orientations for mining titanium placers in Vietnam. *Mining Science and Technology*. 2016, no. 1, pp. 40–50. DOI: 10.17073/2500-0632-2016-1-40-50.

8. Kirichenko Yu. V., Kashirsky A. S. Deposits of solid mineral raw materials of the World Ocean and the potential of its use. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2015, no. 9, pp. 251–259. [In Russ].

9. Ngo Chan Thien Cui, Kirichenko Yu.V. Mineral potential of subsea deposits in the South China Sea of Vietnam. *Russian Mining Industry*. 2020, no. 1, pp. 140–143. [In Russ]. DOI: 10.30686/1609-9192-2020-1-140-143.

10. Genov R., Dimitrov T., Kirov B. *Geologiya i mineral'nye resursy Mirovogo okeana* [Geology and Mineral Resources of the World Ocean], Warsaw, Intermorgeo, 1990.

11. Drobadenko V. P., Vilmis A. L., Lukonina O. A., Markelov S. V. Problems and prospects for the development of mineral resources of the bottom of the seas and oceans. *Gornyi Zhurnal*. 2019, no. 11, pp. 44–49. DOI: 10.17580/gzh.2019.11.07.

12. ISA. Marine mineral resource, 2004.

13. Pinxian Wang, Qianyu Li, Chun-Feng Li *Geology of the China Seas*. Elsevier, 2004.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Нго Чан Тхиен Кюи<sup>1</sup> — аспирант, e-mail: nttquy@hcmus.edu.vn,

Вьетнамский национальный университет Хошимина,

Университет естественных наук, Хошимин, Вьетнам,

Кириченко Юрий Васильевич<sup>1</sup> — д-р техн. наук, профессор,

Щёкина Марина Владимировна<sup>1</sup> — канд. техн. наук, доцент,

e-mail: mshchekina@yandex.ru,

<sup>1</sup> НИТУ «МИСиС».

Для контактов: Щёкина М.В., e-mail: mshchekina@yandex.ru.

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Ngo Tran Thien Quy<sup>1</sup>, Graduate Student, Vietnam National University Ho Chi Minh City, University of Natural Sciences, Ho Chi Minh, Vietnam, e-mail: nttquy@hcmus.edu.vn,

Yu.V. Kirichenko<sup>1</sup>, Dr. Sci. (Eng.), Professor,  
M.V. Shchyokina<sup>2</sup>, Cand. Sci. (Eng.), Assistant Professor,  
e-mail: mshchekina@yandex.ru,  
<sup>1</sup> National University of Science and Technology «MISIS»,  
119049, Moscow, Russia.  
**Corresponding author:** M.V. Shchyokina, e-mail: mshchekina@yandex.ru.

Получена редакцией 21.01.2021; получена после рецензии 14.05.2021; принята к печати 10.08.2021.  
Received by the editors 21.01.2021; received after the review 14.05.2021; accepted for printing 10.08.2021.



---

## ОТДЕЛЬНЫЕ СТАТЬИ ГОРНОГО ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО БЮЛЛЕТЕНЯ (СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК)

---

### НОВЫЙ ПОДХОД К РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ ТЕРМИЧЕСКОГО БУРЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД

(2021, № 4, СВ 9, 16 с.)

*Левихин А.А.*<sup>1</sup> — канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой,  
*Мустейкис А.И.* — Санкт-Петербург, e-mail: a.musteykis@gmail.com;  
*Побелянский А.В.*<sup>1</sup> — старший преподаватель,  
*Кузьмин А.М.*<sup>1</sup> — канд. техн. наук, доцент, e-mail: kuzmin.lex@gmail.com;  
генеральный директор ООО «Генератор синтезгаза»,  
*Анистратов К.Ю.* — ООО «Система Максимум», Москва, Россия.

<sup>1</sup> Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

Представлены результаты нескольких поколений разработок устройств на базе реактивного двигателя для термического бурения пород различной крепости. Основным отличием исследуемого устройства от ранее разработанных устройств является относительно невысокая температура рабочего тела, не превышающая 800 °С. Данный уровень температуры обеспечивает устойчивый процесс термического разрушения породы и одновременно длительный ресурс конструкции. Предложен концепт реактивной буровой установки для бурения взрывных скважин на открытых горных выработках.

Ключевые слова: реактивный буровой аппарат, термобур, реактивная буровая установка, парогазогенератор, термическое бурение.

### NEW APPROACH TO IMPLEMENTATION OF THERMAL SPALLATION DRILLING TECHNOLOGY

*A.A. Levikhin*<sup>1</sup>, Cand. Sci. (Eng.), Assistant Professor, Head of Chair,  
*A.I. Musteykis*, Saint-Petersburg, Russia, a.musteykis@gmail.com,  
*A.V. Pobelyanskiy*<sup>1</sup>, Senior Lecturer,  
*A.M. Kuzmin*<sup>1</sup>, Cand. Sci. (Eng.), Assistant Professor, e-mail: kuzmin.lex@gmail.com;  
LLC «GSG», Saint-Petersburg, Russia,  
*K.Yu. Anistratov*, Systema Maximum Ltd, Moscow, Russia.

<sup>1</sup> D.F. Ustinov Baltic State Technical University «VOENMEH», Saint-Petersburg, Russia.

The article presents the results of several generations of development of devices based on a jet engine for thermal drilling of rocks of different strength. The main difference between the device studied by the authors and the previously developed ones is the relatively low temperature of the working fluid, which does not exceed 800°C. This level of the working fluid temperature ensures a stable process of thermal spallation of the rock and at the same time a long durability of the structure. The concept of a jet drilling rig for drilling blast wells in open-pit mines is proposed.

Key words: jet drill, thermal drill, jet drilling rig, steam-gas generator, thermal spallation drilling.