

**ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ РАЗРАБОТКИ ПОДВОДНЫХ  
РОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ С УМЕНЬШЕНИЕМ  
НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА МОРСКИЕ ЭКОСИСТЕМЫ  
КОНТИНЕНТАЛЬНОГО АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА  
НА ПРИМЕРЕ РОССЫПИ «ЧОКУРДАХСКАЯ»**  
**SUBSTANTIATION OF TECHNOLOGIES FOR THE DEVELOPMENT OF  
UNDERWATER PLACER DEPOSITS WITH A REDUCTION OF THE NEGATIVE  
IMPACT ON THE MARINE ECOSYSTEMS OF THE CONTINENTAL ARCTIC  
SHELF ON THE EXAMPLE OF THE «CHOKURDAKHSKAYA» PLACER**

Лигоцкий Д.Н., к.т.н., доцент каф. РМПИ,  
Онищенко М.К., студент, rmos\_ldn@spmi.ru; s191069@stud.spmi.ru  
Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург  
Ligotskiy Dmiriy, Candidate of Technical Sciences, docent; Onishchenko Mariia, student,  
Saint-Petersburg Mining University, Saint-Petersburg  
rmos\_ldn@spmi.ru; s191069@stud.spmi.ru

**Аннотация.** В результате увеличения населения планеты сокращается ожидаемый срок исчерпания запасов ряда полезных ископаемых. Решить проблему можно за счет разработки месторождений в недрах морей и океанов. В работе рассмотрены технологические схемы разработки шельфовых россыпных месторождений на примере россыпи «Чокурдахская» с обоснованием целесообразности использования средств гидромеханизации для уменьшения негативного воздействия на морские экосистемы Арктики. Было обосновано, что при использовании средств гидромеханизации разработка россыпных месторождений арктического шельфа экономически целесообразнее и снижено негативное влияние на окружающую среду.

**Ключевые слова:** горное дело, открытые горные работы; подводная разработка; добыча на шельфе; землесосный снаряд; Арктика; экология

**Abstract.** As a result of the increase in the world's population, the expected term of exhaustion of reserves of a number of minerals is reduced. The problem can be solved by developing deposits in the depths of the seas and oceans. The paper considers technological schemes for the development of offshore placer deposits on the example of the "Chokurdakhskaya" placer with justification of the expediency of using means of hydro-mechanization to reduce the negative impact on the marine ecosystems of the Arctic. It was proved that using the means of hydro-mechanization, the development of placer deposits of the Arctic shelf is economically more expedient and the negative impact on the environment is reduced.

**Key words:** mining; open-pit mining; underwater mining; offshore production; dredger; The Arctic; ecology.

**Введение.** В результате увеличения населения планеты сокращается ожидаемый срок исчерпания запасов ряда полезных ископаемых. Поэтому растет спрос на использование альтернативных источников получения необходимых металлов [2]. Подводная разработка месторождений твердых полезных ископаемых более экономична и экологически оправдана в сравнении с материковой, поскольку исключение из технологического цикла некоторых технических операций снижает себестоимость добываемых полезных ископаемых и загрязнение окружающей среды [2].

**Основная часть.** В работе будет рассмотрено россыпное месторождение «Чокурдахское», расположенное в акватории Северного Ледовитого океана. Полезная толща месторождения представлена оловоносными песками. Площадь подсчета запасов со-

ставляет 19,3 га. Балансовые запасы оловоносных песков месторождения Чокурдахское утверждены в количестве 36 981 тыс. м<sup>3</sup>, в том числе по категориям В и С1.

Рассмотрим некоторые технологические схемы добычи, которые могут применяться для разработки данного месторождения:

1. Технологическая схема разработки месторождения «Чокурдахское» с предварительным глубоким водопонижением.

Первая технологическая схема предполагает осушение прибрежной зоны для дальнейшего извлечения полезного ископаемого. Для ограничения территории осушения будет производиться намыв вскрышных пород в плотину. Разработка месторождения будет вестись 5 уступами 12 м с одновременной выемкой пустых пород на горизонтах –24 и –48. Нужно будет установить насосные станции для предотвращения возможного затопления. Первичное обогащение руды будет происходить в приемных бункерах с использованием гравитационного метода обогащения.

При разработке месторождения данным способом морская экосистема в пределах границ карьера уничтожается и не подлежит восстановлению до окончания горных работ.

Таблица 1 – Используемое оборудование для разработки Чокурдахского месторождения в первом способе. Из материалов автора

Оборудование	Кол-во оборудования
CSD Гидромех 8000 DES	3
CAT 6020B	3
БЕЛАЗ-75570	8
CAT D6R	5

2. Технологическая схема разработки месторождения «Чокурдахское» с применением землесосных снарядов.

Вторая технологическая схема предполагает разработку полезного ископаемого землесосным снарядом. По мере отработки месторождения уровень воды будет постепенно опускаться, что допускает использование земснаряда и на глубине 60 м. Вскрышные породы складированы в теле дамбы. Нужно установить насосные станции для обеспечения постоянного объема воды в карьере. Первичное обогащение оловянной руды в данном способе будет происходить при доставке пульпы в обогатительной установке с использованием гравитационного метода.

При использовании землесосных снарядов происходит перенос замутненных слоев донной воды на поверхность, что может вызвать возрастание биологической продуктивности верхних слоев воды, привести к их замутнению и активизации организмов, бездействовавших в донных условиях, что может вызвать замедление способности морских экосистем к самовосстановлению [3].

Таблица 2 – Используемое оборудование для разработки Чокурдахского месторождения в втором способе. Из материалов автора

Оборудование	Кол-во оборудования
CSD Гидромех 8000 DES	3

3. Технологическая схема разработки месторождения «Чокурдахское» с применением технологии добычи с внутренним автоматизированным обогащением для разработки донных россыпей.

Третья технологическая схема предполагает разработку полезного ископаемого технологией добычи с внутренним автоматизированным обогащением. Технология состоит из надводного плавсредства, транспортирующего по трубопроводу извлекаемую грунтозаборным устройством, накрытым навесом, горную породу (гидросмесь). Пере-

движение устройства по морскому дну осуществляется за счет перематывания гусеничных лент, что обеспечивает повышенную проходимость. Насосная система связана с центрифугой, что обеспечивает первичное обогащение сразу после извлечения породы. Хвосты обогащения складываются в отработанном пространстве под навесом, предназначенного для отстаивания образованной взвеси. Технология применима только для россыпных месторождений металлов, легко подвергающихся сепарированию посредством центрифуги.

Данная технология на этапе патентования. Сейчас можно говорить о том, что при разработке месторождения данным способом решается проблема образования взвеси и замутнения вод.

**Заключение.** Логично предполагать, что себестоимость добываемого полезного ископаемого будет меньше в методе с наименьшими затратами на оборудование. Следовательно, при использовании средств гидромеханизации выгоднее разрабатывать россыпное месторождение «Чокурдахское».

Если брать во внимание антропогенное воздействие на экосистемы, то при использовании средств гидромеханизации мы действительно снижаем негативное влияние на окружающую среду, тем самым минимизируем риск уничтожения хрупких арктических систем в пределах границ ведения горных работ.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Геология и полезные ископаемые России : в 6 т. / ред. И.С. Грамберг, В. Л. Иванов, Ю. Е. Погребецкий. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2004. – Т. 5. Арктические и дальневосточные моря. Кн. 1. Арктические моря. – 468 с.
2. Добрецов, В. Б. Основные вопросы освоения минеральных ресурсов Мирового океана / В. Б. Добрецов, В.А. Рогалев. – СПб.: Международная академия наук экологии, безопасности человека и природы, 2003. – 524 с.
3. Добрецов В. Б. Экология при подводной разработке полезных ископаемых : учеб. пособие / В. Б. Добрецов. – Л.: Изд-во Ленинградского горного ин-та, 1990. – 93 с.
4. Земляные работы. Правила производства способом гидромеханизации: СП 407.1325800.2018. – М.: Стандартинформ, 2019.
5. Твердые полезные ископаемые архипелагов и островов арктической континентальной окраины Евразии / гл. ред. В. Д. Каминский; отв. ред. В. И. Ушаков, В. Д. Крюков. – СПб.: ФГУП «ВНИИОкеангеология», 2010. – 336 с.
6. Ялтанец, И. М. Гидромеханизация. Справочный материал / И. М. Ялтанец, В. К. Егоров. – М.: Издательство МГГУ, 1999. – 338 с.
7. Ялтанец, И. М. Технология и комплексная механизация открытых горных работ : учебник для вузов. – М.: Мир горной книги, 2006. – Ч. 3. Гидромеханизированные и подводные горные работы. Книга 1: Разработка пород гидромониторами и землесосными снарядами. – 546 с: ил.