



[www.roninfo.ru](http://www.roninfo.ru)

Научно-технический и методический журнал

№3  
2022

ISSN 2219-5963

22003



>

# РАЦИОНАЛЬНОЕ ОСВОЕНИЕ НЕДР

Инновации ♦ Модернизация ♦ Эффективность

## Оценка условий применения панельной отработки рабочих бортов карьеров

с. 44



Неопределенность (достоверность)  
геологических материалов и  
реализуемость проекта освоения  
угольного месторождения

с. 26

Выявление природно-техногенных  
угроз при камерно-столбовой  
разработке на больших глубинах

с. 56

Планирование и совмещение  
технической рекультивации земель  
с разработкой месторождений

с. 66



# MiningWorld Russia

27-я Международная выставка  
машин и оборудования  
для добычи, обогащения  
и транспортировки  
полезных ископаемых

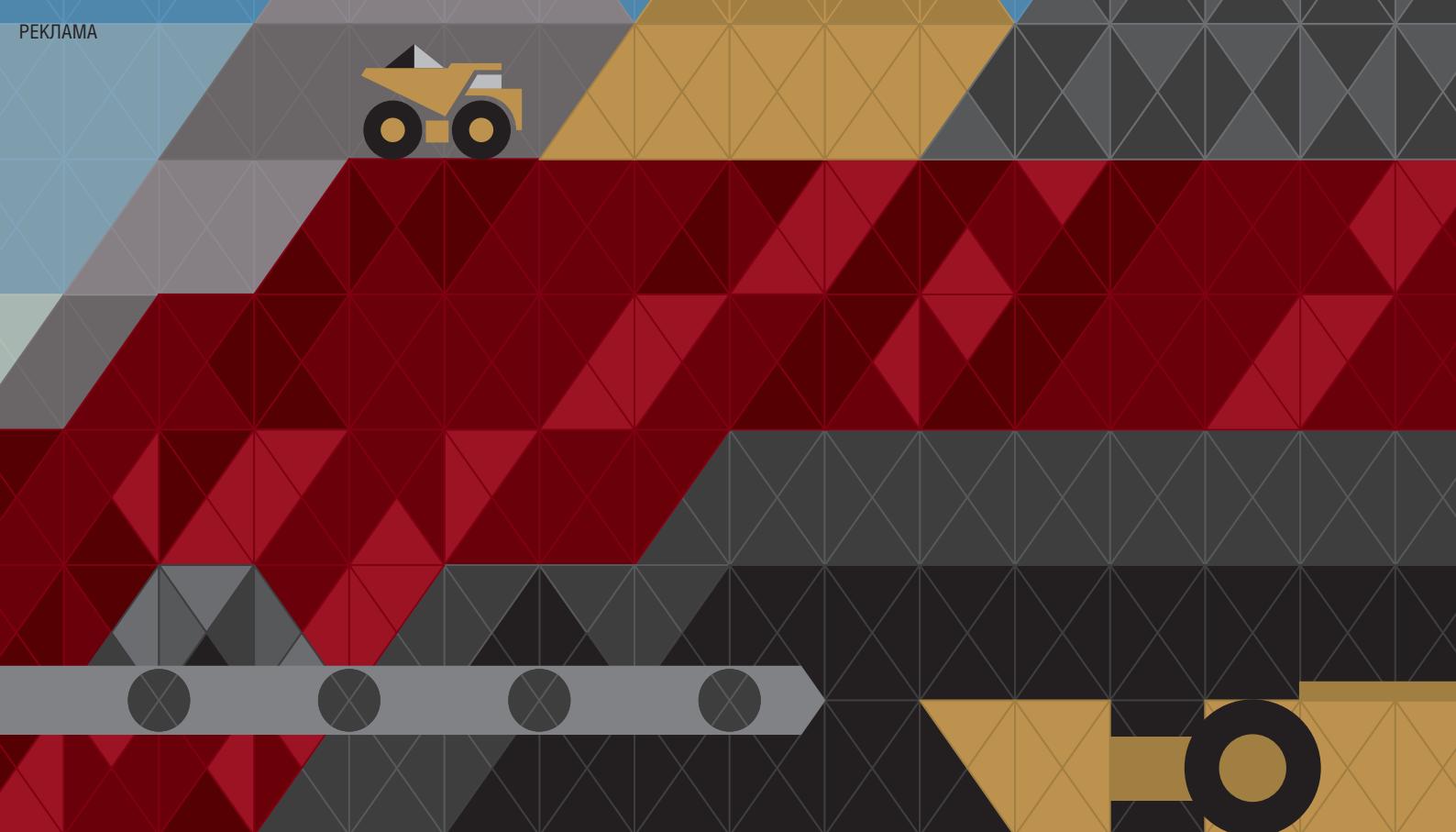
Забронируйте стенд  
[miningworld.ru](http://miningworld.ru)



**25–27 апреля 2023**  
**Москва, Крокус Экспо**



Организатор  
Organiser



# Рудник Урала – 2022 Екатеринбург

22-24  
ноября

7-я международная выставка современных  
технологий, оборудования и спецтехники  
для добычи и обогащения руд и минералов

**стать участником крупнейшего проекта  
горной тематики на Урале!**

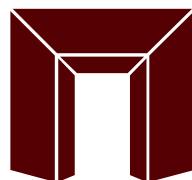
официальная поддержка:



Правительство  
Свердловской области



Торгово-промышленная палата  
Российской Федерации  
В интересах бизнеса, во благо России



PRO  
EXPO

МВЦ «Екатеринбург-ЭКСПО»  
ЭКСПО-бульвар, дом 2  
(342) 264-64-14  
[www.mine.exporer.ru](http://www.mine.exporer.ru)



Официальный печатный орган

Центральной комиссии по разработке месторождений твердых полезных ископаемых Федерального агентства по недропользованию (ЦКР-ТПИ Роснедр)

Медиапартнер

Федерального агентства по недропользованию (Роснедра)

Издается при интеллектуальной поддержке

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н. М. Федоровского» (ФГБУ «ВИМС»)

### Главный редактор

**В. Н. Сытенков**, зав. отделом ФГБУ «ВИМС», зам. председателя ЦКР-ТПИ Роснедр, д-р техн. наук, проф.

### Заместитель главного редактора

**Е. А. Полянцева**, генеральный директор ООО Научно-информационный издательский центр «Недра-XXI»

### Редакционная коллегия

**С. А. Аксёнов**, вице-президент ИК «Арлан»

**Т. В. Башлыкова**, директор

ООО «НВП Центр-ЭСТАГео»

**Л. З. Быховский**, д-р геол.-минерал наук, ФГБУ «ВИМС»

**А. Е. Воробьев**, д-р техн. наук, проф., РУДН

**В. Б. Грабцевич**, советник ООО «Арктик Капитал»

**А. В. Григорьев**, канд. экон. наук, руководитель департамента ИПЕМ

**Р. В. Голева**, д-р геол.-минерал. наук, проф., ФГБУ «ВИМС»

**А. В. Жданов**, канд. геол.-минерал. наук, МГРИ-РГГРУ

**В. Н. Захаров**, чл.-корр. РАН, д-р техн. наук, проф., директор ФГБУН ИПКОН РАН

**И. В. Зырянов**, д-р техн. наук, зам. директора НИПИ «Якутнипроалмаз» АК «АЛРОСА» (ПАО)

**Д. Р. Каплунов**, чл.-корр. РАН, проф., ФГБУН ИПКОН РАН

**А. К. Клинов**, д-р геол.-минерал. наук, советник ген. директора ФГБУ «РосгеоЛонд»

**В. И. Лисов**, д-р экон. наук, чл.-корр. РАО, проф., президент МГРИ-РГГРУ

**И. Г. Луговская**, д-р геол.-минерал. наук, ФГБУ «ВИМС»

**Г. А. Машковцев**, д-р геол.-минерал. наук, проф., научный руководитель, ФГБУ «ВИМС»

**З. Н. Назарова**, д-р экон. наук, проф., МГРИ-РГГРУ

**И. Г. Печеникин**, д-р геол.-минерал. наук, проф., ФГБУ «ВИМС»

**М. В. Рыльникова**, д-р техн. наук, проф., ФГБУН ИПКОН РАН

**А. В. Темнов**, канд. геол.-минерал наук, начальник отдела ТПИ, Минприроды России

**К. К. Ходорович**, канд. техн. наук, начальник отдела, Минприроды России

**В. В. Шелепов**, д-р геол.-минерал. наук, проф. МГУ имени М. В. Ломоносова, руководитель Центральной нефтегазовой секции ЦКР Роснедр по УВС

Фото на обложке: Разрез «Черниговский» АО «Черниговец»

АО ХК «СДС-Уголь»

Подписано в печать 10.08.2022. Формат 60×90/8. Усл. печ. л. 9.

Заявл. тираж 2500 экз., рекомендованная цена 900 р.

Отпечатано в ООО «Роликс»,

МО, г. Мытищи, Олимпийский проспект, д. 30, оф. 17

# № 3(65) 2022

## Содержание

### Вести ЦКР-ТПИ Роснедр

О заседаниях ЦКР-ТПИ Роснедр в мае – июле 2022 года ..... 4

Краткие итоги вебинара ЦКР-ТПИ Роснедр 12–13 апреля 2022 года ..... 9

### Регулирование недропользования

Новости законодательства ..... 14

### Рациональное недропользование

**Фомин С. И.**, **Лелен А.**

Обоснование параметров эксплуатационного блока при разработке месторождений цементного сырья комбайнами послойного фрезерования ..... 20

### Горный инжиниринг

**Шакlein С. В.**, **Рогова Т. Б.**, **Писаренко М. В.**

О неопределенности (достоверности) геологических материалов, обеспечивающей реализуемость проекта освоения угольного месторождения ..... 26

**Тальгамер Б. Л.**, **Галайда К. П.**

Совершенствование способов рекультивации бортов неглубоких карьеров ..... 38

**Супрун В. И.**, **Ворошилин К. С.**

Оценка условий, предопределяющих использование панельной отработки рабочих бортов карьеров ..... 44

### Переработка, обогащение

**Лыгач А. В.**

Малоотходная комбинированная магнитофлотационная технология комплексного обогащения руд желваковых фосфоритов ..... 50

### Промышленная безопасность

**Корнаушенко А. П.**

Анализ данных системы управления безопасностью работ для выявления природно-техногенных угроз при камерно-столбовой системе разработки на глубинах более 1000 м ..... 56

### Охрана окружающей среды

**Якубовский М. А.**, **Павличенко М. В.**, **Логинов Е. В.**

Опыт проведения работ технической рекультивации земель, нарушаемых в процессе разработки месторождения песчано-гравийного материала ..... 66

### Информация • События

Валерий Иванович Супрун (к 70-летию со дня рождения) ..... 18

Евгений Иванович Филатов (к 85-летию со дня рождения) ..... 65

**Смирнова Надежда Сергеевна** ..... 43

**Гусев Григорий Степанович** ..... 74

### Члены редколлегии – представители журнала

#### в регионах России:

**С. В. Корнилов** (Уральский ФО)

**Е. Е. Кузьмин** (Центральный ФО)

**В. Н. Лаженцев** (Республика Коми)

**Ф. Д. Ларичкин** (Северо-Западный ФО)

**И. Ю. Рассказов** (Дальневосточный регион, Республика Саха (Якутия))

**С. В. Шакlein** (Сибирский ФО)

**В. В. Щипцов** (Северо-Западный ФО)

#### в других странах:

**С. И. Стражгородский** (США)

президент ISD&P, проф.

**С. С. Резниченко** (ЮАР)

президент и главный исполнительный директор SightPower Inc., канд. техн. наук

**В. С. Музгина** (Республика Казахстан)

д-р техн. наук

**Р. Ш. Наимова** (Республика Узбекистан), д-р техн. наук

**Журнал включен в перечень ВАК по специальностям:**

25.00.21 – Теоретические основы проектирования горнотехнических систем (технические науки),

25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная) (технические науки)

**Журнал включен в мультидисциплинарные базы данных EBSCO:**

GreenFILE, Energy & Power Source, Applied Science & Technology Source,

Engineering Source, Subjects Include (тематика GeoRef)



**Селигдар**

ПУБЛИЧНОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

Номер вышел при поддержке  
ПАО «Селигдар»

## Contents

### News from the Rosnedra CCSMDD

About meetings of the Rosnedra CCSMDD in May – July 2022 .....	6
Brief results of the Rosnedra CCSMDD webinar in April 2022 .....	9

### Legislative & Regulatory Update

Changes in the legislation of the Russian Federation on subsoil use .....	14
---	----

### Rational Subsoil Use

Fomin S.I., Lelen A.	
Substantiation of the operational block parameters during the development of cement raw material deposits by mining combines of layer-wise milling .....	20

### Mining Engineering & Consulting

Shaklein S.V., Rogova T.B., Pisarenko M.V.	
On the uncertainty (confidence) of geological data, which ensure the feasibility of the coal mining project.....	26

### Talgamer B.L., Galaida K.P.

Ways to improve the methods reclamation of sides of shallow quarries .....	38
--	----

### Suprun V.I., Voroshilin K.S.

Assessment of conditions that determine the use of panel development of highwalls of an opencast.....	44
---	----



### Processing & Preparation

Lygach A.V.	
Low-waste combined magnetic-flotation method for nodular phosphorites comprehensive enrichment .....	50

### Industrial Safety & OSH

Kornaushenko A.P.	
Data analysis of the Safety Management System to identify natural and man-made threats for the board-and-pillar method at depths of more than 1000 m. ....	56

### Environmental Conservation

Jakubovskij M.M., Pavlichenko M.V., Loginov E.V.	
Experience in technical recultivation of lands disturbed during the development of sand-gravel deposit.....	66

### Information

The anniversary of the Valery I. Suprun .....	18
The anniversary of the Evgeniy I. Filatov.....	65
Smirnova Nadejda S.....	43
Gusev Grigory S.....	74

### Учредитель и издатель

ООО Научно-информационный издательский центр «Недра-XXI»

Генеральный директор Е. А. Поляццева

Почтовый адрес: 127287 Москва, Петровско-Разумовский пр-д, 24, корп. 19, пом. 203

E-mail: mail@roninfo.ru. Тел.: +7(495)9503160

### Реклама, распространение, сотрудничество

Чичерина Антонина

Email: chicherina@roninfo.ru

Моб.:+7(926)4930886

Кузьмин Алексей

E-mail: kuzmin@roninfo.ru

Моб.:+7(926)5662862

### По вопросам публикаций

E-mail: polyantseva@mail.ru

Тел.: +7(495)9503160

### © Рациональное освоение недр

Материалы, подготовленные редакцией, помечены значком

Материалы, публикуемые на правах рекламы, помечены «РЕКЛАМА»  
Мнение авторов может не совпадать с мнением редакции.

Использование материалов возможно только с письменного разрешения редакции, ссылка на журнал обязательна.

### Подписные индексы:

Объединенный каталог «Пресса России» – 13165

Интернет-каталог «Почта России» – П7419



## О заседаниях ЦКР-ТПИ Роснедр в мае – июле 2022 года

В мае – июле 2022 года проведено **четыре заседания** Центральной комиссии Федерального агентства по недропользованию по разработке месторождений твердых полезных ископаемых (далее – ЦКР-ТПИ Роснедр, Комиссия), на которых рассмотрена проектная документация по **73** объектам недропользования (см. таблицу), включающая:

- 15 технических проектов разработки месторождений/участков недр;
- 6 технологических схем первичной переработки минерального сырья;
- 9 технических проектов консервации горных выработок;
- 2 проекта опытно-промышленной разработки месторождений;
- 1 устранение технической ошибки в протоколе ЦКР-ТПИ Роснедр;
- 40 дополнений/изменений (корректировок) к проектной документации, в том числе: 36 изменений/дополнений (корректировок) к техническим проектам разработки месторождений/участков недр; 2 дополнения к проектам опытно-промышленной разработки; 2 корректировки к технологическим схемам первичной переработки минерального сырья.

Почти половина (42,5 %) из представленной на рассмотрение проектной документации касалась угольных объектов – 31 проект; 19 % (14 проектов) пришлось на долю объектов коренного и россыпного золота; 14 % (10 проектов) – на долю объектов горнохимического и строительного сырья; 8 % (6 проектов) – на долю месторождений алмазов и полудрагоценных камней. Остальная проектная документация охватывала месторождения цветных и черных металлов, урана.

### Проектно-техническая документация (ПТД), рассмотренная на заседаниях ЦКР-ТПИ Роснедр в январе – апреле 2022 года

№ п/п сквоз-ной	№ п/п	Наименование ПТД	Год разработки ПТД	Проектная организация	Недропользователь
<b>Заседание ЦКР-ТПИ Роснедр 26 мая</b>					
1	1	Технический проект разработки Карагайлинского каменноугольного месторождения. Отработка запасов пластов «Рытвинный» и «Сутягинский» в границах лицензионного участка Поле шахты «Карагайлинская». Дополнение № 5	2022 г.	ООО «Геопроект»	ООО «Шахтоуправление Карагайлинское»
2	2	Технический проект разработки Чертинского каменноугольного месторождения. Отработка запасов угля участков недр, предоставленных в пользование по лицензиям КЕМ 02025 ТЭ, КЕМ 02024 ТЭ, КЕМ 02012 ТЭ, КЕМ 02013 ТЭ. Дополнение № 5	2022 г.	ОАО «Кузбассгипрошахт»	ООО «ММК-Уголь»
3	3	Технический проект разработки Егозово-Красноярского месторождения. Отработка балансовых запасов угля пластов «Сычевский IV» и «Грамотеинский II» в границах участков недр, предоставленных в пользование ООО «Шахта «Грамотеинская» по лицензиям КЕМ 15089 ТЭ и КЕМ 15322 ТЭ. Этап 1. Дополнение № 2	2022 г.	ООО «НИЦ-ИГД»	ООО «Шахта «Грамотеинская»
4	4	Технический проект разработки юго-западной части Денисовского каменноугольного месторождения. Отработка запасов угля участка Китаянка	2022 г.	ООО «ИГТ Проект»	АО «РПК»
5	5	Технический проект разработки Чернокалтанского каменноугольного месторождения в границах лицензии на право пользования недрами КЕМ 11709 ТЭ филиала АО «УК «Кузбассразрезуголь» «Калтанский угольный разрез». Дополнение 3	2022 г.	ООО «Проект-Сервис»	АО «УК «Кузбассразрезуголь»
6	6	Технический проект разработки Тешского каменноугольного месторождения в границах лицензии на право пользования недрами КЕМ 11710 ТЭ и Алардинского каменноугольного месторождения в границах лицензии на право пользования недрами КЕМ 13361 ТЭ филиала АО «УК «Кузбассразрезуголь» «Калтанский угольный разрез». Дополнение № 4	2022 г.	ООО «Проект-Сервис»	АО «УК «Кузбассразрезуголь»

7	7	Технический проект разработки Нижнелембровского месторождения	2022 г.	ООО «Институт инженерных исследований»	ООО «ВУ-Диксон»
8	8	Устранение технической ошибки в протоколе ЦКР-ТПИ Роснедр от 26.10.2021 № 291/21-стп по рассмотрению проектной документации «Технический проект разработки месторождения запасов угля открытым способом в лицензионных границах участка Березовский Центральный ООО «Разрез «Березовский». Дополнение № 1	2021 г.	ООО «Разрез «Березовский»	ООО «Разрез «Березовский»
9	9	Дополнение № 4 к техническому проекту отработки запасов сильвинита Быгельско-Троицкого участка Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей. Изменения № 1	2022 г.	АО «ВНИИ Галургии»	ПАО «Уралкалий»
10	10	Дополнение № 2 к техническому проекту отработки запасов калийно-магниевых солей северной части Соликамского участка и западной части Ново-Соликамского участка Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей. Изменения № 1	2022 г.	АО «ВНИИ Галургии»	ПАО «Уралкалий»
11	11	Корректировка технического проекта разработки месторождения цементного сырья Маклаки в Думиничском районе Калужской области	2022 г.	ООО «Силициум»	ООО «Мастер-Ресурс»
12	12	Технологическая схема первичной переработки сырья в условиях действующего производства Норильской обогатительной фабрики	2022 г.	ООО «БЕНИТЕХ»	ООО «Медвежий Ручей»
13	13	Проект опытно-промышленной разработки зацеличенных запасов участка Анфисинской рудной зоны с применением системы подэтажного обрушения с торцовым выпуском	2022 г.	ООО «НТЦ-Геотехнология»	ООО «Ресурсы Албазино»
14	14	Технический проект разработки месторождений сульфидных медно-никелевых руд Котельваара-Каммикуви и Семилетка. Корректировка № 1	2022 г.	ООО «НПП «ГЕОТЭП»	АО «Кольская ГМК»
15	15	Технический проект разработки золоторудного месторождения Первенец открытым способом в Северо-Енисейском районе Красноярского края	2022 г.	ООО «ИК ЦентрПроект»	ООО «Соврудник»
16	16	Технический проект разработки золоторудного месторождения Золотое в Северо-Енисейском районе Красноярского края. Дополнение № 1	2022 г.	ООО «ИК ЦентрПроект»	ООО «Соврудник»
17	17	Технический проект консервации рудника № 2 ПАО «ППГХО»	2022 г.	АО «ВНИПИпромтехноЛогии»	ПАО «ППГХО»
18	18	Технический проект консервации рудника № 4 ПАО «ППГХО»	2022 г.	ФГБУ «ВИМС»	ПАО «ППГХО»
19	19	Технический проект разработки Перевального месторождения олова и попутных компонентов подземным способом. 1-й этап	2022 г.	ООО «ВоркутаНИИпроект»	АО «ОРК»
20	20	Дополнение № 5 к техническому проекту разработки открытым способом золоторудного месторождения Благодатное	2022 г.	ООО «Полюс Проект»	АО «Полюс Красноярск»
21	21	Дополнение № 2 к техническому проекту отработки запасов Вежаю-Ворыквинского (рудные тела 1, 2, 3, 1-МЖБ, 4) и Верхне-Щугорского месторождений бокситов	2022 г.	ООО «ГеолЭкс»	АО «Боксит Тимана»

**Заседание ЦКР-ТПИ Роснедр 10 июня**

22	1	Технический проект разработки Великодворского месторождения формовочных песков в Гусь-Хрустальном районе Владимирской области. Повторное рассмотрение	2022 г.	ООО «Спецгеологоразведка»	ООО «Великодворский перерабатывающий комбинат»
23	2	Технический проект добычи гранатового сырья и золота на россыпном месторождении гранатов руч. Унга-Нимгеркан с притоком руч. Поисковый. Первая очередь. Участок Поисковый	2022 г.	ООО «Рудспецгео»	ООО «Нимгеркан»
24	3	Технический проект разработки месторождения Нежданинское. 2-я очередь	2022 г.	ООО «Полиметалл Инжиниринг»	АО «Южно-Верхоянская горнодобывающая компания»
25	4	Технологическая схема первичной переработки золотосодержащих руд месторождения Многовершинное. Изменение № 1	2022 г.	ООО «БЕНИТЕХ»	АО «Многовершинное»
26	5	Технологическая схема первичной переработки золотосодержащих руд месторождения Многовершинное на ЗИФ ООО «Белая Гора»	2022 г.	ООО «БЕНИТЕХ»	АО «Многовершинное»
27	6	Дополнение к проекту опытно-промышленных работ на месторождении Северное	2022 г.	АО «Эльконский ГМК»	АО «Эльконский ГМК»
28	7	Технический проект доработки Игирминского месторождения кварцевых формовочных песков в границах лицензии ИРК 01800 ТЭ. Корректировка № 2	2022 г.	АО «Янгелевский ГОК»	АО «Янгелевский ГОК»
29	8	Дополнение № 2 к техническому проекту отработки запасов калийных солей на Талицком участке Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей. Корректировка	2022 г.	ГИ УрО РАН	АО «Верхнекамская калийная компания»

30	9	Технический проект ликвидации горно-капитальных выработок Кызыл-Таштыгского месторождения	2022 г.	ООО «ГГПИ»	ООО «Лунсин»
31	10	Технический проект консервации горных выработок подземного участка Кварцитовый золоторудного месторождения Маломырское	2022 г.	ЗАО «Золотопроект»	ООО «Маломырский рудник»
32	11	Технический проект ликвидации горных выработок Приморского карьера	2022 г.	ООО «Горные Решения»	АО «Калининградский янтарный комбинат»
33	12	АО «Приморский ГОК». Технический проект отработки шахтных запасов месторождения Восток-2. Дополнение № 2	2022 г.	ООО НППЦ «Уралмеханобр-инжиниринг	АО «Приморский ГОК»
34	13	Технический проект разработки Сыллахского каменноугольного месторождения. I очередь. Дополнение 1	2022 г.	ООО «Гипрошахт»	ООО «АнтрацитИнвест-Проект»
35	14	Технический проект консервации горных выработок на месторождении антрацита Горловское 1	2021 г.	ООО «СПКО»	АО «Сибирский антрацит»
36	15	Технический проект разработки Карабачского каменноугольного месторождения в границах лицензий на право пользования недрами КЕМ 02198 ТЭ и КЕМ 02200 ТЭ. Дополнение № 1	2022 г.	ООО «Институт инженерных исследований»	ООО «Разрез Тайлепский»
37	16	Технический проект разработки участков недр Поле шахты Ленина, Граничный, Поле шахты «Ольжерасская». Дополнение 3	2022 г.	ООО «Мечел-Инжиниринг»	ПАО «Южный Кузбасс»
38	17	Технический проект разработки Верхне-Талуминского каменноугольного месторождения. Отработка запасов участка № 1 (пласты «Д19», «Д15», «Д11», «Д5») открытым способом. Дополнение № 2	2022 г.	ООО «СПГрупп»	АО «ГОК «Инаглинский»
39	18	Технический проект ликвидации горных выработок в лицензионных границах Блока 2 пл. «XXVII» ООО «УК «Анжерская-Южная»	2021 г.	АО «Научно-проектный центр ВостНИИ»	ООО «УК «Анжерская-Южная»

**Заседание ЦКР-ТПИ Роснедр 5 июля**

40	1	Дополнение № 8 к техническому проекту разработки Олимпиадинского золоторудного месторождения	2022 г.	ООО «Полюс Проект»	АО «Полюс Красноярск»
41	2	Повторное рассмотрение проектной документации «Опытно-промышленная отработка запасов участка Юго-Восточный Троицкого золоторудного месторождения»	2022 г.	ООО «НТЦ-Геотехнология»	ООО «Рудное»
42	3	Технический проект отработки подземным способом запасов Асачинского золоторудного месторождения. Изменение № 2	2022 г.	ООО «Забайкалзолото-проект»	АО «ТСГ Асача»
43	4	Технический проект разработки россыпного месторождения алмазов руч. Балаганах	2022 г.	Институт «Якутнипроалмаз» АК «АЛРОСА» (ПАО)	АО «Алмазы Анабара»
44	5	Технический проект ликвидации горных выработок россыпного месторождения алмазов руч. Лясегер-Юрях	2022 г.	Институт «Якутнипроалмаз» АК «АЛРОСА» (ПАО)	АО «Алмазы Анабара»
45	6	Технический проект ликвидации горных выработок россыпного месторождения алмазов р. Молодо (участок Среднее Молодо)	2022 г.	Институт «Якутнипроалмаз» АК «АЛРОСА» (ПАО)	АО «Алмазы Анабара»
46	7	Дополнение № 3 к техническому проекту разработки золоторудных месторождений (Боковое, Дорожное, Дэлэ, Канавное, Новое, Порфировое, Северное, Центральное, Южное, Первухинское, Якутукское) Куранахского рудного поля	2022 г.	ООО «Полюс Проект»	АО «Полюс Алдан»
47	8	Технический проект разработки Глушинского каменноугольного месторождения. Отработка открытым способом запасов каменного угля участков недр Поле шахты «Черниговская», Южный, Лутугинский, Лесной АО «Черниговец» и участка Щегловский ООО «Ровер»	2022 г.	ООО «СИГД»	АО «Черниговец»
48	9	Технический проект разработки Прокопьевского каменноугольного месторождения открытым способом в границах участка недр Поле шахты «Северный Маганак». II очередь. Дополнение № 1	2022 г.	ООО «Проект-Сервис»	ООО «Шахта № 12»
49	10	Технический проект разработки Березово-Бирюлинского каменноугольного месторождения. Отработка запасов участков Бирюлинские IV-VI и Северо-Бирюлинский в лицензионных границах шахты «Анжерская-Южная» (1-й этап). Дополнение № 7	2022 г.	АО ИК «ЦентрПроект»	ООО «УК Анжерская-Южная»
50	11	Технологическая схема первичной переработки минерального сырья на ОФ «Бачатская-Энергетическая» филиала «Бачатский угольный разрез» АО «Угольная компания «Кузбассразрезуголь». Дополнение 1	2022 г.	ООО «Проект-Сервис»	АО «УК «Кузбассразрезуголь»
51	12	Технический проект разработки Сиваглинского и Пионерского месторождений открытым способом	2022 г.	ООО «Мечел-Инжиниринг»	АО ХК «Якутуголь»
52	13	Технический проект разработки правобережной части Яр-Бишкадакского месторождения каменной соли. Дополнение № 2	2022 г.	ООО «Химгорпроект»	АО «БСК»

53	14	Дополнение к техническому проекту разработки месторождения формовочного песка Чаадаевское в Городищенском районе Пензенской области	2022 г.	ИП Митрофаненко В. А.	ООО «Карьерауправление»
<b>Заседание ЦКР-ТПИ Роснедр 26 июля</b>					
54	1	Дополнение № 2 к техническому проекту разработки юго-восточной части Локучакитского участка Чульмаканского каменноугольного месторождения	2022 г.	ООО «GMC»	ООО «Долгучан»
55	2	Технический проект разработки Никитинского каменноугольного месторождения в лицензионных границах КЕМ 15135 ТЭ ООО «Шахта им. С. Д. Тихова». Дополнение № 10	2022 г.	ООО «НПЦ ВостНИИ»	ООО «Шахта им. С. Д. Тихова»
56	3	Технический проект разработки Киселевского каменноугольного месторождения. Отработка открытым способом запасов участков недр Поле шахты № 12 и Черкасовский. Дополнение № 2	2022 г.	АО «НЦ ВостНИИ»	ООО «Шахта № 12»
57	4	Технический проект разработки Ленинского каменноугольного месторождения. Отработка запасов участков Заречный, Шахта «Заречная-2», Поле шахты «Октябрьская», Синклинальный 2. Дополнение № 4	2022 г.	ООО «Научно-проектный центр ВостНИИ»	АО «Угольная компания «Сила Сибири»
58	5	Технологическая схема первичной переработки минерального сырья на ОФ «Чегдомын» АО «Ургалуголь»	2022 г.	ООО «Сибниуглеобогащение»	АО «Ургалуголь»
59	6	Технологическая схема первичной переработки минерального сырья на установке с крутонаклонными сепараторами по извлечению угля из разубоженной горной массы. ООО «Разрез Аршановский»	2022 г.	ООО «ИОТТИМС»	ООО «Разрез Аршановский»
60	7	Технологическая схема первичной переработки минерального сырья трех обогатительных фабрик мощностью 3,5 млн т/год каждая в составе технологического комплекса по переработке углей Эльгинского месторождения	2022 г.	ООО «Метпромстрой»	ООО «Эльгауголь»
61	8	Технический проект разработки Денисовского каменноугольного месторождения. Отработка запасов угля пластов «Д19», «Д15», «Д11в», «Д11н» в границах лицензии АО «ГОК «Денисовский» шахтой «Восточная Денисовская». Дополнение № 2	2022 г.	ООО «СибПроектГрупп»	АО «ГОК «Денисовский»
62	9	Технический проект ликвидации шахты «Дальние Горы» в границах лицензии КЕМ 13935 ТЭ	2022 г.	ОО «Инжениринговая компания ЦентрПроект»	АО «Луговое»
63	10	Дополнение № 5 к техническому проекту разработки Киселёвского каменноугольного месторождения по отработке запасов участков Основное поле шахты «Тайбинская», Акташский и Акташский 2 ООО «Инвест-Углесбыт»	2022 г.	ООО «ПГПИ»	ООО «Инвест-Углесбыт»
64	11	Технический проект разработки Чумышского каменноугольного месторождения. Отработка запасов участка Ананьевинский Западный ООО «Сибэнергоуголь». Дополнение 5	2022 г.	ООО «ПГПИ»	ООО «Сибэнергоуголь»
65	12	Технический проект консервации горнодобывающего предприятия по участку Ананьевинский Бунгуро-Чумышского геологического района Кемеровской области. Дополнение 1	2022 г.	ООО «ПГПИ»	ООО «Сибэнергоуголь»
66	13	Технический проект разработки Великодворского месторождения формовочных песков в Гусь-Хрустальном районе Владимирской области	2022 г.	ООО «Спецгеолого-разведка»	ООО «Великодворский перерабатывающий комбинат»
67	14	Технический проект разработки Афанасьевского месторождения в Воскресенском и Коломенском районах Московской области	2022 г.	ООО «Берг-проект»	ООО «Холсим (Рус) СМ»
68	15	Технический проект разработки Коркодинского месторождения гранат-андрадита (демантоида) в Верхнеуфалейском городском округе Челябинской области	2022 г.	ООО «ГеоТехноген-Проект»	ООО «Грань»
69	16	Технический проект разработки Коробковского месторождения железистых кварцитов в отметках –125/–250 м АО «Комбинат КМАруда»	2022 г.	ООО «Кузнецкий Научно-Проектный Центр»	АО «Комбинат КМАруда»
70	17	Технологическая схема первичной переработки минерального сырья золоторудного месторождения Верхне-Таловское	2022 г.	ООО «НТЦ-Геотехнология»	АО «Васильевский рудник»
71	18	Технический проект разработки Кавоктинского месторождения нефрита открытым способом в Баунтовском районе Республики Бурятия. Дополнение № 2	2022 г.	ООО «Карьер-Инвест»	АО «Забайкальское горнорудное предприятие»
72	19	Дополнение № 1 к техническому проекту опытно-промышленной разработки месторождения Кумроч	2022 г.	АО «Гипроцветмет»	АО «Быстринская горная компания»
73	20	Дополнение № 2 к техническому проекту разработки медно-порfirированного месторождения Ак-Суг	2022 г.	ООО «НПП «ГЕОТЕП»	ООО «Голевская ГРК»

На основании рассмотрения и анализа представленных недропользователями и проектировщиками технических и технологических решений (в виде докладов и презентаций), с учетом оценок специалистов отдела методических основ оценки проектной и технической документации на разработку месторождений твердых полезных ископаемых ФГБУ «ВИМС», мнений, предложений и замечаний членов ЦКР-ТПИ Роснедр проводилось голосование о принятии Комиссией соответствующего решения (согласовать или отказать в согласовании) по каждому объекту недропользования с занесением результатов голосования в протокол заседания.

По итогам четырех заседаний по рассмотрению проектной документации Комиссией были приняты решения об отказе в согласовании 16 проектов, в том числе четырех проектов – на заседании 26 мая, трех проектов – на заседании 10 июня, шести проектов – на заседании 5 июля и трех – на заседании 26 июля. Проектная документация по остальным 57 объектам недропользования Комиссией согласована.

**Ю. В. Уманская,**

ученый секретарь ЦКР-ТПИ Роснедр,

ведущий специалист отдела методических основ проектной и технической

документации на разработку месторождений твердых полезных ископаемых

ФГБУ «ВИМС»,

umanskaya@vims-geo.ru

#### On the results of the meetings of the Rosnedra CCSMDD in May- July 2022

**Abstract:** The results of the review and agreement of project documentation at the meetings of the Rosnedra CCSMDD (Central Committee for the Development of Solid Mineral Deposits of the Federal Agency for Subsoil Management) in May – July 2022 are presented. The design documentation includes technical projects for industrial and pilot development of solid mineral deposits, technical projects for the liquidation/conservation of mine workings, and technological schemes for the primary processing of mineral raw materials. The project documentation is submitted to the Central Committee for consideration in the form of reports and presentations prepared by the subsoil user and (or) the designer. Decisions on agreement or refusal to agreement project documentation are made by the Rosnedra CCSMDD on the basis of a comprehensive analysis and are drawn up in the form of a protocol, which is sent to the Federal Agency for Subsoil Management (Rosnedra) for approval of the development documents.

**Key words:** Rosnedra CCSMDD; Report of meetings; Project documentation; Review and agreement of documentation; Approval of the deposit development documentation; Memorandum of review and agreement.



Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-42893

ISSN 2219-5963

# Научно-технический и методический журнал РАЦИОНАЛЬНОЕ ОСВОЕНИЕ НЕДР

Официальный печатный орган Центральной комиссии Федерального агентства по недропользованию по разработке месторождений твердых полезных ископаемых (ЦКР-ТПИ Роснедр)

Издается при интеллектуальной поддержке ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н. М. Федоровского» (ФГБУ «ВИМС»)

Профессиональная информация о нормативно-правовом и методическом обеспечении и стратегии экономического развития горнодобывающей отрасли, проектировании, рациональной и комплексной разработке месторождений твердых полезных ископаемых, переработке минерального сырья, создании и внедрении инновационных технологий и оборудования, а также об экологических аспектах недропользования.

Эксклюзивные материалы о работе ЦКР-ТПИ Роснедр.

#### Журнал включен:

##### В перечень ВАК по специальностям:

25.00.21 – Теоретические основы проектирования горнотехнических систем (технические науки)

25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная) (технические науки)

##### В систему РИНЦ (Российский индекс цитирования)

В мультидисциплинарные базы данных EBSCO: GreenFILE, Energy & Power Source, Applied Science & Technology Source, Engineering Source, Subjects Include (тематика GeoRef)

Статьям присваиваются уникальные идентификационные номера DOI (digital object identifier)

Оформить подписку на журнал «Рациональное освоение недр» можно через редакцию ([www.roninfo.ru](http://www.roninfo.ru))

или в любом почтовом отделении по каталогам:

«Пресса России»

«Почта России»

Подписной индекс по каталогу 13165

Подписной индекс по каталогу П7419

Приобрести материалы журнала постатейно вы можете на сайте [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)

## Подпишитесь и держитесь курса!

# Краткие итоги вебинара ЦКР-ТПИ Роснедр

## 12–13 апреля 2022 года

12–13 апреля прошел вебинар на тему «Изменения в нормативно-правовой базе деятельности ЦКР-ТПИ Роснедр и нововведения при подготовке, рассмотрении и согласовании проектной документации на разработку месторождений ТПИ».

Вебинар организован Центральной комиссией Федерального агентства по недропользованию по разработке месторождений твердых полезных ископаемых (ЦКР-ТПИ Роснедр) при поддержке Федерального агентства по недропользованию (Роснедра), при участии Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации, Министерства энергетики Российской Федерации, Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор), Федеральной службы в сфере природопользования (Росприроднадзор) и ФГКУ «Росгеолэкспертиза». В соответствии с Правилами подготовки, согласования и утверждения технических проектов разработки месторождений полезных ископаемых, технических проектов строительства и эксплуатации подземных сооружений, технических проектов ликвидации и консервации горных выработок, буровых скважин и иных сооружений, связанных с пользованием недрами, по видам полезных ископаемых и видам пользования недрами (далее – Правила), утвержденными Постановлением Правительства Российской Федерации от 30.11.2021 № 2127, представители этих структур включены в состав ЦКР-ТПИ Роснедр.

Техническое и информационное обеспечение вебинара осуществляло ООО НИИЦ «Недра-XXI» – издатель журнала «Рациональное освоение недр», являющегося официальным информационным партнером ЦКР-ТПИ Роснедр.

Мероприятие проходило на площадке ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н. М. Федоровского», на который с 2010 г. возложено организационное обеспечение деятельности ЦКР-ТПИ Роснедр.

Актуальность заявленной тематики вебинара продиктована рядом изменений при подготовке, рассмотрении и согласовании проектной документации на разработку месторождений ТПИ в связи с актуализацией нормативно-правовой базы, составляющей основу деятельности комиссии.

В вебинаре приняли участие представители 55 компаний, в том числе 33 горнодобывающих и 21 проектной, а также впервые – представитель круп-

нейшего российского финансового конгломерата – ПАО «Сбербанк России». Согласно статистике мероприятия, в первый день зафиксировано максимальное одновременное число участников 84 человека, во второй день – 76 человек. С учетом докладчиков и приглашенных представителей федеральных органов исполнительной власти в сфере регулирования отношений недропользования, представителей надзорных органов число участвующих в вебинаре превышало 90 человек.

География мероприятия охватывала территорию от Мурманска на северо-западе России до Республики Саха (Якутия) и Хабаровского края. Наиболее массовые подключения фиксировались в Уральском регионе, Кузбассе и Красноярском крае. Вебинар проходил в режиме реального времени.

Модераторами вебинара традиционно являлись признанные специалисты и ученые в области разработки месторождений твердых полезных ископаемых – В. Н. Сытенков, первый заместитель председателя ЦКР-ТПИ Роснедр, заведующий отделом ФГБУ «ВИМС» (1-й день вебинара), и В. И. Супрун, заместитель председателя ЦКР-ТПИ Роснедр, директор Проектно-экспертного центра НИТУ МИСиС (2-й день).

Всего за два дня работы вебинара было заслушано 16 докладов, соответствующих заявленным ключевым темам:

1. Об изменениях в нормативно-правовой базе деятельности ЦКР-ТПИ Роснедр.
2. Особенности требований к обоснованию потребы при определении НДПИ.
3. Нововведения при подготовке и рассмотрении проектной документации ЦКР-ТПИ Роснедр.

Вебинар открыл Председатель ЦКР-ТПИ Роснедр – советник Руководителя Федерального агентства по недропользованию **Дмитрий Николаевич Олейник**. Он отметил, что в свете ряда нормативных изменений и требований появились замечания и предложения к недропользователям и проектировщикам в части подготовки, представления на заседаниях комиссии и согласования проектной документации на разработку месторождений полезных ископаемых (в нашем случае – месторождений ТПИ). В первую очередь это касается исполнения требований Правил, утвержденных постановлением Правительства РФ от 30 ноября 2021 № 2127. Председатель ЦКР-ТПИ Роснедр подчеркнул, что в настоящее время в соответствии

с настоящими Правилами комиссия уже работает с проектной документацией на электронных носителях, а в ближайшей перспективе предстоит полный переход на электронную форму работы (электронный документооборот). Технические проекты являются источниками информации, которая используется для заполнения формы государственного статистического наблюдения АСЛН. Сегодня эта процедура достаточно трудоемкая; при этом часть данных в проектной документации может отсутствовать. Предполагается необходимые данные представлять в виде таблиц стандартного вида, которые заполняет недропользователь (проектировщик), в подразделе 1.3. «Основные положения (технические и экономические решения) технических проектов» (либо в другом подразделе). Такой подход будет гарантировать достаточность представляемых данных. Докладчик прокомментировал приказ Роснедр об исправлении ошибок в представляемой на рассмотрение проектной документации, а также остановился на качестве проектной документации, приведя для примера результаты одного из недавних заседаний ЦКР-ТПИ Роснедр. Среди положительных моментов Д. Н. Олейник отметил, что за последние полгода налажено продуктивное взаимодействие ЦКР-ТПИ Роснедр с Минэнерго России и Росприроднадзором.

Об изменении правового регулирования отношений недропользования в связи с вступлением в силу Федерального закона от 30.04.2021 № 123-ФЗ и постановления Правительства РФ от 12.03.2022 № 353 доложил зам. директора ФГКУ «Росгеолэкспертиза» по правовым вопросам и лицензированию пользования недрами, член ЦКР-ТПИ Роснедр **Денис Леонидович Никишин**. Он отметил, что в соответствии с внесенными изменениями в Закон Российской Федерации «О недрах» уточнены типы и наименования проектной документации на пользование недрами, утверждаемой в рамках экспертизы согласно ст. 36.1 настоящего закона, и проектной документации, подлежащей согласованию в соответствии со ст. 23.2 того же закона, а также озвучил права пользователя недр, регламентированные частью первой ст. 22, и прокомментировал новеллы процедуры ликвидации горных выработок в свете поправок в ст. 26 данного закона. В рамках постановления Правительства РФ № 353 «Об особенностях разрешительной деятельности в Российской Федерации в 2022 году» докладчик остановился на сроках устранения нарушений условий пользования недрами, сроках приостановления и продления осуществления права пользования недрами, допустимых отклонениях от проектных показателей. Касаясь вопросов лицензирования, он рассказал о

правовых основаниях оформления и регистрации лицензий, о проведении аукционов на право пользования недрами в электронной форме, рассмотрел новеллы процедур внесения изменений в лицензии и их переоформления, случаи досрочного прекращения, а также приостановления осуществления и ограничение права пользования недрами.

Разъяснения к приказу МПР/Роснедр от 13.12.2021 № 743/08 в части приостановки действия лицензий при консервации горных выработок дал начальник отдела мониторинга лицензионных соглашений Роснедр, член ЦКР-ТПИ Роснедр **Алексей Владимирович Прокопович**.

Тему прекращения права пользования недрами, в том числе досрочного, приостановления осуществления права пользования недрами и ограничения права пользования недрами продолжил в своем докладе заместитель директора по вопросам лицензирования недропользования ФГКУ «Росгеолэкспертиза» **Константин Дмитриевич Горохов**. Он также остановился на актуальных вопросах лицензирования пользования недрами, таких как формирование перечней участков недр, правила проведения аукционов на право пользования недрами, оформление лицензий и приложений к ним.

Об основных требованиях к техническим проектам ликвидации/консервации выработок при разработке угольных месторождений рассказал начальник Управления маркшейдерии, геологии и охраны природы ФГБУ «ГУРШ» **Олег Владимирович Лысенко**. Он отметил, что предприятие, подходя к этапу завершения своей производственной деятельности, должно рассмотреть и решить ряд вопросов по восстановлению нарушенных земель и обеспечению безопасности населения и смежных предприятий. При этом отправной точкой является разработка соответствующей проектной документации, предусматривающей целый комплекс обоснованных решений технического, экологического и социального характера. Рассмотрением проектной документации, касающейся ликвидации/консервации участков недр угольных месторождений (горючих сланцев), горных выработок, скважин, иных подземных сооружений, а также подготовкой заключения о результатах ее рассмотрения занимается Минэнерго России. В заключение докладчик указал на необходимость совместной доработки всеми профильными ведомствами общих требований к структуре, составу и содержанию проектной документации с целью отражения и конкретизации всех вопросов, требующих рассмотрения в технических проектах ликвидации/консервации горных выработок, буровых скважин и иных сооружений, связанных с пользованием недрами.

Подробный доклад о юридических особенностях обоснования нормативов потерь и процедуры подготовки документации для ФНС представил вниманию слушателей вебинара **Сергей Юрьевич Шаповалов**, партнер ЮК Шаповалов Петров. Он привел ключевые нормы п. 3 ст. 339 и подп. 1 п. 1 ст. 342 Налогового кодекса РФ, а также постановления Правительства от 29.12.2001 № 921; указал на необходимость наличия у недропользователя проектных нормативов потерь и утвержденных нормативов потерь, дал рекомендации по срокам их утверждения (до начала года) и местам их образования, а также по срокам уведомления территориального органа ФНС о новых нормативах потерь. Докладчик привел примеры возможных юридических последствий из-за нарушения требований об определении потерь в выемочных единицах и разъяснил «правило» о действии устаревших нормативов потерь. Он также рассмотрел сроки годности технических проектов и возможность недропользователей самостоятельно утверждать нормативы потерь в технических проектах, а также о наличии у недропользователей документов о ежемесячном измерении потерь, иллюстрируя каждый случай решениями и постановлениями арбитражных судов и ФАС. В заключение С. Ю. Шаповалов остановился на основных проблемных моментах обоснования нормативов потерь при рассмотрении их налоговыми органами.

Блок докладов, посвященных требованиям ЦКР-ТПИ Роснедр к подготовке проектной документации и нововведениям при ее рассмотрении и согласовании на заседаниях комиссии, подготовили специалисты отдела методических основ оценки проектной и технической документации на разработку месторождений твердых полезных ископаемых ФГБУ «ВИМС». Требования ЦКР-ТПИ Роснедр к проектам опытно-промышленной разработки (ОПР) месторождений подробно изложила **Юлия Николаевна Таразевич**, главный специалист сектора анализа проектов на разработку цветных, редких и благородных металлов. Она рассмотрела основания для проведения ОПР, типовые цели разработки проектов ОПР, принятый порядок согласования комиссией данной проектной документации, требуемый объем информации в соответствующем разделе проекта – 1.3 «Основные положения (технические и экономические решения) проекта»; озвучила требования к оформлению раздела 1.5 «Экономическая оценка эффективности инвестиций».

Об организационно-правовых особенностях согласования ЦКР-ТПИ Роснедр технических проектов ликвидации и консервации (ТКПЛ) угольных шахт доложил **Алексей Сергеевич Казаков**, главный

специалист ФГБУ «ВИМС». Он отметил, что ТКПЛ – это комплексный документ, который по своей сути охватывает три основные сферы природопользования: рациональное освоение недр, экологическую безопасность и промышленную безопасность. Докладчик рассмотрел особенности ТПКЛ, представил порядок рассмотрения ТПКЛ горных выработок угольных шахт и разрезов в соответствии с постановлением Правительства РФ от 30.11.2021 № 2127; озвучил основные принципиальные замечания Минэнерго России к ТПКЛ; проанализировал основную проблему, возникающую при согласовании технических проектов консервации горных выработок, и предложил ее решение. А. С. Казаков представил новый порядок подготовки, рассмотрения и согласования технических проектов разработки месторождений ТПИ и консервации/ликвидации горных выработок, а также подходы к рассмотрению ТПКЛ с точки зрения экспертизы промышленной безопасности и экологической экспертизы в рамках соответствующих федеральных законов, но при этом указал на наличие правового вакуума в некоторых вопросах, касающихся охраны недр и порядка ведения работ по ликвидации/консервации опасных производственных объектов, связанных с использованием недрами. В завершение своего выступления докладчик обозначил перспективные задачи, предусматривающие разработку нормативного документа (инструкции), определяющего основные виды и перечень обязательных работ при консервации/ликвидации горных выработок объектов недропользования; гармонизацию требований в сфере рационального использования и охраны недр, экологической и промышленной безопасности; принятие закона о создании и правилах формирования ликвидационных фондов.

С рекомендациями к подготовке докладов и презентаций технических проектов для их рассмотрения на заседаниях ЦКР-ТПИ Роснедр ознакомила слушателей **Елена Егоровна Швабенланд**, зав. сектором анализа проектов на разработку месторождений черных, цветных, редких и благородных металлов ФГБУ «ВИМС». Она подчеркнула, что главная цель доклада и презентации – наглядно и в определенной последовательности донести до членов комиссии исчерпывающую достоверную информацию об объекте недропользования. Докладчик привела основание, исходные данные и условия для подготовки проектной документации, подробно рассказала о требованиях по ее информационному наполнению, в том числе в зависимости от вида проектной документации, указала на необходимость экономической оценки эффективности инвестиций, на наличие заключения о соответствии проектной документации

условиям пользования недрами и заключения государственной экспертизы запасов.

Определенной спецификой отличаются требования ЦКР-ТПИ Роснедр к докладу и презентации при рассмотрении дополнений/изменений к техническому проекту. Об этом рассказала **Дарья Александровна Бычихина**, ведущий специалист сектора анализа проектов на разработку месторождений цветных, редких и благородных металлов. Она изложила цели и обоснование подготовки дополнения к техническому проекту, отметив, что подавляющее большинство дополнений связано с корректировкой календарного плана добычных работ без изменений остальных технических, технологических и организационных решений, и в этом случае в докладе важно раскрыть причины, повлекшие эти изменения, особенно если речь идет о снижении производительности или переносе сроков выхода на проектную мощность. Необходимо также привести сведения о ранее согласованной проектной документации, календарный план добычных работ по действующей проектной документации и по представленной к согласованию, провести оценку эффективности инвестиций в дополнениях/изменениях к техническим проектам.

Рекомендации по информативному наполнению разделов 1 и 4 при подготовке технических проектов разработки месторождений озвучил **Виктор Николаевич Сытенков**, зав. отделом методических основ оценки проектной и технической документации на разработку месторождений твердых полезных ископаемых – первый зам. председателя ЦКР-ТПИ Роснедр. Он сформулировал понятие «качество технического проекта разработки месторождения», а в роли индикатора качества привел процент проектов, которые снимаются с рассмотрения или получают отрицательное заключение из-за наличия критичных замечаний. Докладчик ознакомил слушателей с порядком подготовки проектной документации к рассмотрению комиссией, регламентированным Положением о ЦКР и предусматривающим использование информационных ресурсов для ознакомления членов комиссии с проектной документацией. Он также отметил, что протоколы рассмотрения проектной документации оформляются по определенному шаблону, который является предвестником перехода на электронный документооборот, что требует стандартизации показателей и характеристик проектной документации. Переходя непосредственно к информационному наполнению разделов технического проекта разработки месторождений, В. Н. Сытенков, прежде всего, уточнил, что является основанием для подготовки технического проекта, привел исходные

данные, необходимые для проектирования, рассмотрел приемы обоснования проектных решений, основные технические и экономические решения технического проекта. Затем он остановился на основных принципах насыщения подразделов необходимой информацией, а также на общих ошибках, которые допускаются при подготовке подразделов. Докладчик уделил внимание качеству добываемого полезного ископаемого и требованиям потребителя к качеству товарной продукции (минеральному сырью), подчеркнув, что сопоставление характеристик добываемого полезного ископаемого с требованиями потребителя дает основание для определения операций по доведению полезного ископаемого до требуемого качества. В заключение он привел пример обоснования проектного решения (выполнение требования об обоснованных вариантах проектных решений) и пример взаимодействия технических проектов и планов и схем горных работ.

Рекомендации по выполнению раздела 1.3 «Основные положения (технические и экономические решения) проекта» с учетом планомерного перехода деятельности ЦКР-ТПИ Роснедр на электронный документооборот представили в совместном докладе **Евгений Германович Гошин**, и. о. заведующего сектором, и **Игорь Львович Александров**, главный специалист ФГБУ «ВИМС». Они отметили, что аккумулирование основных параметров проекта в одном разделе обеспечивает формирование «паспорта проекта» с последующим импортом данных в протокол ЦКР-ТПИ Роснедр, базу АСЛН и пр. В связи с этим докладчики обратили внимание проектировщиков и недропользователей на необходимость формализации представления данных. В заключение они подчеркнули, что такой подход способствует оптимизация процесса проведения анализа проектной документации.

Тему обоснования нормативов потерь в технических проектах разработки месторождений ТПИ в рамках требований ЦКР-ТПИ Роснедр поднял в своем докладе главный геолог ФБУ «ГКЗ» – зам. председателя ЦКР-ТПИ Роснедр **Денис Борисович Бурдин**. Он подчеркнул, что нормирование и обоснование потерь при добыче – ключевой вопрос освоения месторождений, характеризующий рациональность отработки запасов. Важность этого вопроса подтверждена и закреплена в действующем законодательстве РФ. Докладчик отметил основные нормативно-методические предпосылки по нормированию потерь ТПИ и главные проблемы существующего методико-методологического обеспечения и его применения.

Опытом практической подготовки проектной документации в соответствии с требованиями ЦКР-

ТПИ Роснедр поделились представители компаний. Так, о реализации требований разработки планов (схем) развития горных работ при эксплуатации золоторудных месторождений рассказал начальник управления ООО УК «Полюс» **Михаил Кондратьевич Коренюк**. Он, в частности, подчеркнул, что использование схем развития горных работ в настоящее время не имеет широкой практики. Между тем более оперативный механизм схем развития горных работ как временный компенсатор ситуации до момента пересмотра проектной документации диктует целесообразность их применения для всех видов горных работ. Докладчик также отметил, что в соответствии с Правилами подготовки, рассмотрения и согласования планов и схем развития горных работ по видам полезных ископаемых, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 16.09.2020 № 1466, планы (схемы) в отношении видов горных работ должны содержать мероприятия в области промышленной безопасности, по безопасному ведению работ, связанных с пользованием недрами, включая обоснования и технические (технологические) решения, которые должны обеспечить «показатели уровня (объема) добычи полезных ископаемых с допустимыми отклонениями при обеспечении требований безопасности». Однако со стороны Роснедр такой разрешительной нормы до сих пор нет, поэтому приходится прибегать к корректировке проектов с включением в них обоснований допустимых отклонений от проектных показателей объемов добычи. В связи с этим необходимо взаимодействие Роснедр и Ростехнадзора по выработке приемлемого совместного решения по данному вопросу.

Доклад, посвященный вопросам подготовки и оформления проектной документации для случая совместной переработки промпродуктов двух месторождений представил директор по проектирова-

нию и инвестиционной деятельности филиала КОО «Стенмикс Холдинг Лимитед» (учредитель Highland Gold Mining) **Геннадий Владимирович Невидомый**.

После докладов возникали оживленные дискуссии. Для интерактивного взаимодействия участников с модератором и докладчиками обеспечивалась возможность задать им вопросы (с помощью вкладки «Вопросы») и получить ответы сразу после выступления, услышать мнение или комментарий модератора по конкретной ситуации. Это позволяло сблизить интересы аудитории и выступающих, укрепить доверие к экспертам как надежным и заинтересованным источникам информации в области регулирования недропользования, проектирования и разработки месторождений ТПИ. Участники вебинара высоко оценили профессиональный уровень специалистов, выступавших с докладами.

При подведении итогов вебинара обсуждались общие моменты по тематике мероприятия и его организации. В целом 75 % участников дали вебинару оценку «отлично» и 25 % – оценку «хорошо». Слушателями высказано много положительных отзывов о практической значимости полученных знаний, их актуальности и приемлемости использования их в профессиональной деятельности. Большинство участников высказались за продолжение проведения подобных мероприятий ЦКР-ТПИ Роснедр. Цель, поставленная организаторами вебинара, достигнута: участники семинара получили необходимую информацию, в целом способствующую развитию уровня профессиональной компетентности в вопросах повышения качества проектов разработки месторождений ТПИ.

Следующее мероприятие ЦКР-ТПИ Роснедр запланировано на ноябрь 2022 года. Уточненная информация по датам и формату проведения, теме мероприятия будет размещена на сайте журнала [www.roninfo.ru](http://roninfo.ru). Ждем ваших предложений и вопросов.

Подготовила **Е. А. Полянцева**,  
зам. главного редактора журнала,  
генеральный директор ООО НИИЦ «Недра-XXI»

#### Brief results of the Rosnedra CCSMDD webinar in April 2022

**Abstract:** The results of the Rosnedra CCSMDD webinar in April 12–13 are presented. The webinar is dedicated to the changes in the regulatory framework of the activities of the Rosnedra CCSMDD and innovations in the preparation, review and approval of project documentation for the development of solid mineral deposits. A number of innovations in the commission's activities due to changes in the legislation on subsoil use in connection with the current situation in the country are presented.

**For reference:** The abbreviation Rosnedra CCSMDD decodes as the Central Committee for Solid Mineral Deposit Development of the Federal Subsoil Resources Management Agency (Rosnedra).

**Key words:** Rosnedra CCSMDD; Webinar; Project documentation; Preparation, review and approval of project documentation; Regulatory framework of subsoil use.

## НОВОСТИ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА

### **I. Об утверждении индикаторов риска нарушения обязательных требований**

**1. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 01.11.2021 № 364 «Об утверждении индикатора риска нарушения обязательных требований при осуществлении федерального государственного горного надзора»**

В качестве индикатора риска нарушения обязательных требований, используемого при осуществлении федерального государственного горного надзора, утверждено выявление по истечении 2 месяцев со дня начала разработки месторождения, указанного в лицензии на право пользования недрами, факта отсутствия согласованных планов развития горных работ при наличии у юридического лица, индивидуального предпринимателя лицензии на право пользования недрами в пределах данного месторождения в случае, если обязанность по использованию участка недр в течение срока, предусмотренного для разработки данного месторождения, установлена проектной документацией на разработку месторождения.

**Начало действия документа 03.01.2022.**

Приказ зарегистрирован в Минюсте России 23.12.2021 № 66511; опубликован на официальном интернет-портале правовой информации <http://pravo.gov.ru> 23.12.2021, № 0001202112230021.

**2. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 23.11.2021 № 397 «Об утверждении перечня индикаторов риска нарушения обязательных требований, используемых при осуществлении Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору и ее территориальными органами федерального государственного надзора в области промышленной безопасности»**

Утвержденный перечень включает пять индикаторов риска, связанных с нарушением требований промышленной безопасности на опасных производственных объектах.

**Начало действия документа 10.01.2022.**

Приказ зарегистрирован в Минюсте России 30.12.2021 № 66706; опубликован на официальном интернет- портале правовой информации <http://pravo.gov.ru> 30.12.2021, № 0001202112300055.

**3. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 25.02.2022 № 63 «Об утверждении индикатора риска нарушения обязательных требований, используемого для осуществления федерального государственного лицензионного контроля за производством маркшейдерских работ»**

В качестве индикатора риска нарушения обязательных требований, используемого при осуществлении федерального государственного лицензионного контроля за производством маркшейдерских работ, утвержден факт представления пользователем недр (лицензиатом) плана и (или)

схемы развития горных работ (пояснительной записки к плану и (или) схеме развития горных работ), содержащих сведения о специалисте, состоящем у этого пользователя недр (лицензиата) в должности главного маркшейдера, в случае предоставления в течение 90 предшествующих суток иным пользователем недр (лицензиатом) документации, содержащей сведения о том же специалисте, состоящем в должности главного маркшейдера.

**Начало действия документа 12.03.2022; окончание срока действия 01.01.2027.**

Приказ зарегистрирован в Минюсте России 28.02.2022 № 67558; опубликован на официальный интернет-портал правовой информации <http://pravo.gov.ru> 01.03.2022, № 0001202203010024.

**4. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 30.12.2021 № 1044 «Об утверждении Перечня индикаторов риска нарушения обязательных требований по федеральному государственному экологическому контролю (надзору)»**

В соответствии с утвержденным Перечнем индикаторами риска нарушения обязательных требований по федеральному государственному экологическому контролю (надзору) являются:

1. Увеличение или уменьшение на 30 % и более в сравнении с предыдущим отчетным периодом размера платы за негативное воздействие на окружающую среду, внесенной юридическим лицом, индивидуальным предпринимателем за отчетный период, при отсутствии информации об актуализации учетных сведений об объекте, оказывающем негативное воздействие на окружающую среду, в связи с представлением юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями сведений об изменении характеристики технологических процессов основных производств, источников загрязнения окружающей среды, характеристик технических средств по обезвреживанию выбросов, сбросов загрязняющих веществ, технологий использования, обезвреживания и размещения отходов производства и потребления, а также информации об изменении категории объекта, оказывающего негативное воздействие на окружающую среду.

2. Расхождение данных об объеме и (или) массе выбросов, сбросов загрязняющих веществ, образовываемых, размещаемых отходов, в двух и более видах отчетности (документов), представленных юридическим лицом, индивидуальным предпринимателем в Федеральную службу по надзору в сфере природопользования за отчетный период: в декларации о плате за негативное воздействие на окружающую среду, декларации о воздействии на окружающую среду; в отчете об организации и о результатах осуществления производственного экологического контроля, отчете о выполнении плана мероприятий по охране окружающей среды, отчете о выполнении программы повышения экологической

эффективности; в статистической отчетности по формам 2-ТП (отходы), 2-ТП (воздух).

#### **Начало действия документа 12.02.2022.**

Приказ зарегистрирован в Минюсте России 01.02.2022 № 67084; опубликован на официальном интернет-портале правовой информации <http://publication.pravo.gov.ru> 01.02.2022, № 0001202202010019.

#### **5. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 21.01.2022 № 28 «Об утверждении индикатора риска нарушения обязательных требований при осуществлении федерального государственного геологического контроля (надзора)»**

В качестве индикатора риска нарушения обязательных требований при осуществлении федерального государственного геологического контроля (надзора) утверждено наличие признаков ведения на земельном участке земляных и горных работ, связанных с добычей полезных ископаемых в границах участка недр, предоставленного в пользование контролируемому лицу для осуществления геологического изучения, включающего поиски и оценку месторождений полезных ископаемых в соответствии с лицензией на пользование недрами, выявленных на основании информации, содержащейся в федеральном фонде данных дистанционного зондирования Земли из космоса, за последние 6 месяцев, в отсутствие данных в федеральной государственной информационной системе «Автоматизированная система лицензирования недропользования» о наличии согласованного технического проекта разработки месторождения полезного ископаемого и заключения государственной экспертизы запасов полезных ископаемых и подземных вод, подтверждающих постановку запасов полезных ископаемых и подземных вод на государственный баланс запасов полезных ископаемых.

#### **Начало действия документа 01.03.2022.**

Приказ зарегистрирован в Минюсте России 31.01.2022 № 67048; опубликован на официальном интернет- портале правовой информации <http://pravo.gov.ru> 31.01.2022, № 0001202201310006.

#### **6. Приказ Минстроя России от 21.12.2021 № 979/пр «Об утверждении перечня индикаторов риска нарушения обязательных требований по федеральному государственному строительному надзору»**

Утвержденный перечень включает три индикатора риска:

1. Наличие на земельном участке, на котором планируется осуществить строительство, реконструкцию объекта капитального строительства, указанного в части 8 ст. 54 ГрК РФ, работающей строительной техники для производства свайных, свайных работ, работающей стационарной техники для изготовления и применения бетонных смесей при отсутствии направленного застройщиком или техническим заказчиком в соответствии с частью 5 ст. 52 ГрК РФ извещения о начале работ по строительству, реконструкции объекта капитального строительства (далее – извещение о начале работ).

2. Непоступление от застройщика или технического заказчика в федеральный орган исполнительной власти,

уполномоченный на осуществление федерального государственного строительного надзора, извещения о начале работ в течение 90 календарных дней со дня получения копии разрешения на строительство, направленной в соответствии с частью 15 ст. 51 ГрК РФ.

3. Получение от застройщика, технического заказчика, лица, осуществляющего строительство, реконструкцию объекта капитального строительства, извещения об изменении сроков наступления события, которое является основанием для проведения контрольного (надзорного) мероприятия, предусмотренного программой проверок, по причине прекращения или приостановления контролируемым лицом работ по строительству, реконструкции объекта капитального строительства на период более чем 6 месяцев с даты поступления указанного извещения.

#### **Начало действия документа 09.01.2022.**

Приказ зарегистрирован в Минюсте России 29.12.2021 № 66672; опубликован на официальном интернет- портале правовой информации <http://pravo.gov.ru> 29.12.2021, № 0001202112290033.

#### **II. Об утверждении индикативных показателей**

#### **1. Приказ Министерства финансов Российской Федерации от 10.12.2021 № 557 «Об утверждении индикативных показателей федерального государственного пробирного надзора и индикативных показателей постоянного государственного контроля (надзора) в отношении организаций, осуществляющих сортировку, первичную классификацию и первичную оценку драгоценных камней»**

В соответствии с Приложением № 1 к настоящему приказу, при осуществлении федерального государственного пробирного надзора в отношении юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, осуществляющих производство, использование и обращение драгоценных металлов, установлено 23 индикативных показателя.

В соответствии с Приложением № 2 к настоящему приказу, при осуществлении постоянного государственного контроля (надзора) в отношении организаций, осуществляющих сортировку, первичную классификацию и первичную оценку драгоценных камней, установлено 14 индикативных показателей.

#### **Начало действия документа 09.01.2022.**

Текст приказа и приложений опубликован на официальном сайте Минфина России [https://minfin.gov.ru/ru/document/?id\\_4=135444-prikaz\\_minfina\\_rossii\\_ot\\_10.12.2021\\_\\_557\\_ob\\_utverzhdenii\\_indikativnykh\\_pokazatelei\\_federalnogo\\_gosudarstvennogo\\_probirnogo\\_nadzora\\_i\\_indikativnykh\\_pokazatelei\\_postoyannogo\\_go](https://minfin.gov.ru/ru/document/?id_4=135444-prikaz_minfina_rossii_ot_10.12.2021__557_ob_utverzhdenii_indikativnykh_pokazatelei_federalnogo_gosudarstvennogo_probirnogo_nadzora_i_indikativnykh_pokazatelei_postoyannogo_go).

#### **2. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 13.12.2021 № 944 «Об утверждении индикативных показателей для федерального государственного геологического контроля (надзора)»**

При осуществлении федерального государственного геологического контроля (надзора) установлено 23 индикативных показателя, охватывающих: количество плановых

и внеплановых контрольных (надзорных) мероприятий, проведенных за отчетный период, в том числе на основании выявления соответствия объекта контроля параметрам, утвержденным индикаторами риска нарушения обязательных требований, или отклонения объекта контроля от таких параметров; количество обязательных профилактических визитов, предостережений о недопустимости нарушения обязательных требований за отчетный период; количество контрольных (надзорных) мероприятий, по результатам которых выявлены нарушения обязательных требований, или по итогам которых возбуждены дела об административных правонарушениях за отчетный период; сумма административных штрафов, наложенных по результатам контрольных (надзорных) мероприятий, за отчетный период; количество направленных в органы прокуратуры заявлений о согласовании проведения или отказе в согласовании проведения контрольных (надзорных) мероприятий за отчетный период; общее количество учтенных объектов контроля на конец отчетного периода и количество учтенных объектов контроля, отнесенных к категориям риска, по каждой из категорий риска, на конец отчетного периода; количество учтенных контролируемых лиц на конец отчетного периода, а также лиц, в отношении которых проведены контрольные (надзорные) мероприятия за отчетный период; общее количество жалоб, поданных контролируемыми лицами в досудебном порядке за отчетный период, а также количество жалоб, в отношении которых контрольным (надзорным) органом был нарушен срок рассмотрения, за отчетный период, а также количество жалоб, по итогам рассмотрения которых принято решение о полной либо частичной отмене решения контрольного (надзорного) органа, либо о признании действий (бездействий) должностных лиц контрольных (надзорных) органов недействительными за отчетный период; количество исковых заявлений об оспаривании решений, действий (бездействий) должностных лиц контрольных (надзорных) органов за отчетный период; количество контрольных (надзорных) мероприятий, проведенных с грубым нарушением требований к организации и осуществлению федерального государственного геологического контроля (надзора) и результаты которых признаны недействительными и (или) отменены, за отчетный период.

#### **Начало действия документа 01.03.2022.**

Документ опубликован не был; размещен на сайте Минприроды России [https://www.mnr.gov.ru/docs/ofitsialnye\\_dokumenty/prikaz\\_minprirody\\_rossii\\_ot\\_13\\_12\\_2021\\_944\\_ob\\_utverzhdenii\\_indikativnykh\\_pokazateley\\_dlya\\_federalnog/](https://www.mnr.gov.ru/docs/ofitsialnye_dokumenty/prikaz_minprirody_rossii_ot_13_12_2021_944_ob_utverzhdenii_indikativnykh_pokazateley_dlya_federalnog/).

#### **III. Об утверждении методик расчета показателей государственной программы Российской Федерации «Воспроизводство и использование природных ресурсов»**

**1. Приказ Федерального агентства по недропользованию от 10.06.2022 № 311 «Об утверждении методики расчета показателя “Количество перспективных площадей для лицензирования твердых полезных ископаемых и углеводородов (нарастающим итогом)” федерального проекта “Геология:**

#### **воздрождение легенды”, государственной программы Российской Федерации “Воспроизводство и использование природных ресурсов”»**

Приказ принят в соответствии с Положением о Федеральном агентстве по недропользованию. Настоящая Методика расчета показателя «Количество перспективных площадей для лицензирования твердых полезных ископаемых и углеводородов (нарастающим итогом)» (далее – Методика) разработана в соответствии с Положением об организации проектной деятельности в Правительстве РФ, утвержденным постановлением Правительства РФ от 31.10.2018 № 1288, и Методическими рекомендациями по разработке и реализации государственных программ Российской Федерации, утвержденными приказом Минэкономразвития России от 17.08.2021 № 500.

В Методике изложены основные понятия и определения, порядок расчета показателя, указаны источники информации, порядок и сроки ее представления. В частности перспективная площадь для лицензирования твердых полезных ископаемых определена как участок недр, на котором в результате геологоразведочных работ поисковой и оценочной стадии выявлены и оценены ресурсы или запасы твердых полезных ископаемых и который подлежит дальнейшему изучению компаниями-недропользователями в рамках предоставляемых им в установленном порядке лицензий на пользование недрами; количество перспективных площадей для лицензирования твердых полезных ископаемых определено как общее число перспективных площадей для лицензирования твердых полезных ископаемых..., выявленных в результате геологоразведочных работ, выполняемых в соответствии с проектом геологоразведочных работ для поисковой и оценочной стадии и региональных геологоразведочных работ, осуществляемых в соответствии с государственными контрактами и государственным заданием федеральными государственными бюджетными учреждениями, подведомственными Роснедрам, в рамках федерального проекта «Геология: возрождение легенды», государственной программы Российской Федерации «Воспроизводство и использование природных ресурсов» за период с начала реализации федерального проекта до конца отчетного периода (года). Источником данных для расчета Показателя являются представленные в Роснедра административные материалы. В отношении твердых полезных ископаемых (ТПИ) таковыми являются акты выполненных работ по госконтрактам на проведение работ по ТПИ, заключенным в рамках реализации федерального проекта «Геология: возрождение легенды» (представляются территориальными органами Роснедр).

Отчетным периодом по Показателю является календарный год. Сведения о количестве перспективных площадей для лицензирования ТПИ представляются в Роснедра его территориальными органами и подведомственными федеральными государственными бюджетными учреждениями ежегодно не позднее 15 января года, следующего за отчетным.

Приказ опубликован не был. Тексты приказа и Методики приведены на официальном сайте Роснедр <https://www.rosnedra.gov.ru/article/14356.html?mm=119&ml=263>.

**2. Приказ Федерального агентства по недропользованию от 14.06.2022 № 312 «Об утверждении методики расчета показателя “Уровень воспроизводства запасов полезных ископаемых “первой группы”, “второй группы”, “третьей группы” государственной программы Российской Федерации “Воспроизводство и использование природных ресурсов”»**

Приказ принят в соответствии с Положением о Федеральном агентстве по недропользованию. Настоящая Методика расчета показателя «Уровень воспроизводства запасов полезных ископаемых “первой группы”, “второй группы”, “третьей группы”» (далее – Методика) разработана в соответствии с Методическими рекомендациями по разработке и реализации государственных программ Российской Федерации, утвержденными приказом Минэкономразвития России от 17.08.2021 № 500.

К «первой группе» запасов ТПИ отнесены никель, медь, молибден, ниобий, вольфрам, кобальт, германий, платиноиды, апатитовые руды, железные руды, калийные соли, уголь, цементное сырье; ко «второй группе» – свинец, сурьма, золото, серебро, алмазы, цинк, особо чистое кварцевое сырье; к «третьей группе» – уран, марганец, хром, титан, бокситы, цирконий, бериллий, литий, рений, редкие земли иттриевой группы, плавиковый шпат. Расчет показателя уровня воспроизводства запасов полезных ископаемых (далее – Показатель) осуществляется в соответствии с п. 9 настоящей Методики и аналогичен для всех групп полезных ископаемых. Показатель характеризует выполнение установленного Стратегией развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации до 2035 года целевого значения воспроизводства запасов не ниже 50 % для полезных ископаемых «первой группы», не ниже 100 % – для полезных ископаемых «второй группы», не ниже 75 % – для полезных ископаемых «третьей группы».

Источником данных для расчета Показателя являются данные государственного баланса запасов полезных ископаемых. Отчетным периодом по Показателю является год. Расчет значений Показателя по каждой группе полезных ископаемых осуществляется ежегодно ФГБУ «Росгеолфонд» на основании данных государственного баланса запасов полезных ископаемых. Сведения о значениях Показателя по каждой группе полезных ископаемых представляются ФГБУ «Росгеолфонд» в Роснедра ежегодно не позднее 10 февраля.

Приказ опубликован не был. Тексты приказа и Методики приведены на официальном сайте Роснедр <https://www.rosnedra.gov.ru/article/14357.html?mm=119&ml=263>.

**3. Приказ Федерального агентства по недропользованию от 14.06.2022 № 313 «Об утверждении методики расчета показателя “Уровень геологической изученности территории Российской Федерации, ее континентального шельфа, Арктики и Антарктики” государственной программы Российской Федерации “Воспроизводство и использование природных ресурсов”»**

Приказ принят в соответствии с Положением о Федеральном агентстве по недропользованию. Настоящая Методика расчета (далее – Методика) разработана в соответствии с Методическими рекомендациями по разработке и реализации государственных программ Российской Федерации, утвержденными приказом Минэкономразвития России от 17.08.2021 № 500. В Методике приведен порядок расчета показателя уровня геологической изученности территории РФ, ее континентального шельфа, Арктики и Антарктики, который характеризует обобщенный результат выполнения работ по геологическому изучению недр и исчисляется в процентах. Источником данных для расчета показателя являются административные данные, представленные в Роснедра подведомственными Роснедрами федеральными государственными бюджетными учреждениями в отчетах о выполнении государственного задания в рамках государственной программы. Отчетным периодом по показателю является календарный год.

Приказ опубликован не был. Тексты приказа и Методики приведены на официальном сайте Роснедр <https://www.rosnedra.gov.ru/article/14358.html?mm=119&ml=263>

**IV. О внесении изменений в федеральные законы**

**1. Федеральный закон от 31.07.2020 № 248-ФЗ (ред. от 06.12.2021) «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями, вступающими в силу с 01.01.2022)**

Под государственным контролем (надзором), муниципальным контролем в Российской Федерации [далее – государственный контроль (надзор), муниципальный контроль] в целях настоящего Федерального закона понимается деятельность контрольных (надзорных) органов, направленная на предупреждение, выявление и пресечение нарушений обязательных требований, осуществляемая в пределах полномочий указанных органов посредством профилактики нарушений обязательных требований, оценки соблюдения гражданами и организациями обязательных требований, выявления их нарушений, принятия предусмотренных законодательством Российской Федерации мер по пресечению выявленных нарушений обязательных требований, устранению их последствий и (или) восстановлению правового положения, существовавшего до возникновения таких нарушений. Государственный контроль (надзор), муниципальный контроль должны быть направлены на достижение общественно значимых результатов, связанных с минимизацией риска причинения вреда (ущерба) охраняемым законом ценностям, вызванного нарушениями обязательных требований.

Настоящий Федеральный закон вступил в силу с 1 июля 2021 года, за исключением положений, для которых установлены иные сроки вступления в силу (см. ст. 98 данного закона). Об особенностях осуществления государственного контроля (надзора), муниципального контроля в 2022 году – см. постановления Правительства РФ от 10.03.2022 № 336, от 24.03.2022 № 448.

В данном виде документ опубликован не был. Первоначальный текст документа опубликован на официальном интернет-портале правовой информации <http://pravo.gov.ru>, 31.07.2020.

## **2. Федеральный закон от 28.06.2022 N 218-ФЗ «О внесении изменений в Закон Российской Федерации "О недрах"».**

Данный закон устанавливает запрет на пользование недрами иностранными юридическими лицами и гражданами. Согласно закону пользователями недр могут быть юридические лица, созданные в соответствии с законодательством РФ, индивидуальные предприниматели, являющиеся гражданами РФ, если иное не установлено федеральными законами. В связи с этим для пользователя недр, являющегося иностранным юридическим лицом или иностранным гражданином, установлен срок, в течение которого он обязан создать юридическое лицо в соответствии с законодательством РФ, и определен порядок перехода права пользования участками недр к созданному юридическому лицу.

Кроме того, документом предусмотрено, что субъекты естественной монополии в области железнодорожного транспорта могут быть пользователями недр на участках местного значения. Право пользования участком недр для разведки и добычи общераспространенных полезных ископаемых, необходимых для целей выполнения работ по строительству, реконструкции и капитальному ремонту объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта общего пользования, может быть предоставлено без проведения

аукциона юридическим лицам, с которыми субъектом естественной монополии в области железнодорожного транспорта заключены гражданско-правовые договоры.

Федеральный закон принят Государственной Думой 21.06.2022, одобрен Советом Федерации 22.06.2022; вступает в силу 28.06.2022. Опубликован на официальном интернет- портале правовой информации <http://publication.pravo.gov.ru> 28.06.2022 № 0001202206280042.

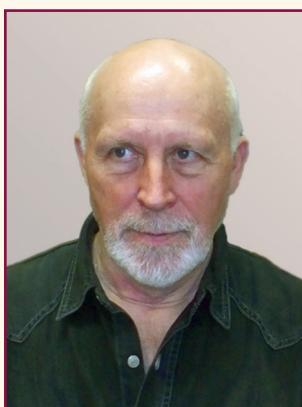
## **3. Федеральный закон от 28.06.2022 № 228-ФЗ «О внесении изменения в статью 10 Закона Российской Федерации "О недрах"»**

В соответствии с внесенным изменением слова «Республики Коми, Камчатского края, Красноярского края, Хабаровского края, Архангельской области, Иркутской области, Магаданской области,» заменены словами «отдельных территорий Республики Карелия, отнесенных к сухопутным территориям Арктической зоны в соответствии с Федеральным законом от 13 июля 2020 года № 193-ФЗ «О государственной поддержке предпринимательской деятельности в Арктической зоне Российской Федерации», Республики Коми, Камчатского края, Красноярского края, Хабаровского края, Архангельской области, Иркутской области, Магаданской области, Мурманской области.».

Федеральный закон принят Государственной Думой 15.06.2022, одобрен Советом Федерации 22.06.2022; вступает в силу 28.06.2022. Опубликован на официальном интернет- портале правовой информации <http://publication.pravo.gov.ru> 28.06.2022 № 0001202206280087.

Подготовил **И. Л. Александров**,

главный специалист отдела методических основ оценки проектной и технической документации  
на разработку месторождений твердых полезных ископаемых, ФГБУ «ВИМС»,  
[alexandrov@vims-geo.ru](mailto:alexandrov@vims-geo.ru)



26 июля 2022 года исполняется 70 лет со дня рождения

## **Валерия Ивановича Супруна**

известного ученого в области открытых горных работ, доктора технических наук, профессора, директора Проектно-экспертного центра Горного института НИТУ «МИСиС», заместителя председателя Центральной комиссии Федерального агентства по недропользованию по разработке месторождений твердых полезных ископаемых

Валерий Иванович родился в подмосковном городе Люберцы, на протяжении многих лет являвшемся неофициальным центром угольной науки СССР и РФ. Это во многом предопределило его выбор будущей профессии. В 1974 г. он с отличием окончил Московский горный институт, с которым навсегда связал всю свою последующую научную и трудовую деятельность, пройдя путь от ассистента кафедры открытых горных работ, доцента, заместителя декана, заведующего лабораторией до директора Проектно-экспертного центра Горного института НИТУ «МИСиС».

Валерий Иванович – ученик академика В. В. Ржевского, под научным руководством которого в 1977 г. успешно защитил кандидатскую диссертацию. Известный ученый и специалист в области горного транспорта, профессор кафедры горного оборудования, транспорта и машиностроения Горного института НИТУ «МИСиС» Е. Е. Шешко, вспоминая студента Супруна, отмечает его пытливость, высокий интерес к знаниям, эрудированность. Во многом эти черты характера любознательного студента и привлекли внимание его научного консультанта В. В. Ржевского, олицетворявшего «золотой век» науки и учебы в МГИ. Поэтому не были неожиданными ни красный диплом В. И. Супруна, ни его кандидатская и докторская диссертации. Он впитал все достижения передовой московской горной научной школы на пике ее развития. По сей день Валерий Иванович с благодарностью вспоминает своих учителей, которым «отдает долги», передавая знания своим ученикам и коллегам.

Педагогическую деятельность В. И. Супрун начал преподавателем кафедры открытых горных работ. Основную работу молодой ученый успешно сочетал с общественной деятельностью: руководил студенческим проектно-конструкторским бюро, в конце 1970-х – начале 1980-х являлся командиром сводного стройотряда института и, как положено командиру, всегда был впереди, задавал тон, был настоящим лидером, учителем и наставником. Студенческий стройотряд под руководством Валерия Ивановича, направленный в Экибастузский угольный бассейн, достиг высоких производственных результатов, отмеченных Министерством угольной промышленности СССР. Во второй половине 1980-х годов В. И. Супрун, являясь членом Отраслевого временного творческого коллектива «Поток» при Минуглепроме СССР, возглавляемом М. И. Щадовым, принял активное участие в выполнении комплекса научно-исследовательских, проектных и производственных работ по развитию Экибастузского угольного бассейна. Результаты исследований были оперативно внедрены в производство и остаются актуальными и востребованными до настоящего времени. На базе этих исследований В. И. Супрун защитил докторскую диссертацию (1996).

Научные интересы Валерия Ивановича охватывают теоретические и практические аспекты порядка отработки и вскрытия карьерных полей, безвзрывной разработки скальных горных пород, моделирования и планирования горных работ, рекультивации пост-горных культурных ландшафтов и ряд других направлений в области открытой разработки месторождений. Под руководством В. И. Супруна выполняется большой объем проектных работ для крупных угольных и угольно-энергетических компаний (ХК «СДС-уголь», СУЭК, Сибантрацит, Интер РАО и др.).

Валерий Иванович – создатель лаборатории безвзрывной технологии разработки горных пород, лаборатории петрофизики природного камня и Проектно-экспертного центра, который возглавляет до настоящего времени. Им разработана безвзрывная технология добычи блоков природного камня карбонатных массивов Русской платформы, в первую очередь известняков и доломитов, востребованных для реставрации. Данная технология успешно применяется при разработке целого ряда месторождений Центрального региона России и позволила существенно улучшить качество сырья для производства архитектурных изделий, используемых при реставрации, в частности исторического центра Москвы (Храм Христа Спасителя, Храм Георгия Победоносца на Поклонной горе, Московский Кремль, Большой театр и др.). Мнение Валерия Ивановича является авторитетным среди камнедобывающих и камнеобрабатывающих, архитекторов и реставраторов.

По результатам научных и прикладных исследований В. И. Супруном опубликовано более 100 работ, в том числе учебники и учебные пособия, а также 10 написанных им в соавторстве монографий, востребованных при подготовке высококвалифицированных специалистов для горной науки и промышленности. Многие научные труды В. И. Супруна известны не только в России, но и за рубежом.

Присущий Валерию Ивановичу редкий сплав академичности и практических компетенций притягивает к нему молодое поколение горных инженеров, и это вселяет определенную уверенность в будущее московской горной школы, существенный вклад в развитие которой он внес. Реализуя комплексный подход к подготовке будущих горных инженеров, он прививает им интерес к профессии, обеспечивает возможность получения ими практических знаний и навыков, позволяющих воплотить оригинальные идеи в различных областях и направлениях горного дела. В. И. Супрун и его коллеги в качестве зарубежных ученых привлечены Казахским национальным исследовательским университетом им. К. И. Сатпаева к выполнению исследований по приоритетным направлениям горной науки. Валерий Иванович оказывает всестороннюю помощь и поддержку казахским ученым и студентам в рамках ежегодно проводимого в Москве международного научного симпозиума «Неделя горняка».

В. И. Супрун имеет большой опыт экспертной работы в комиссиях различных ведомств как в России, так и за рубежом. С 2016 г. он является членом, а с 2018 г. заместителем председателя Центральной комиссии Федерального агентства по недропользованию по разработке месторождений твердых полезных ископаемых (ЦКР-ТПИ Роснедр). Руководство и члены комиссии отмечают его умение предложить нестандартный подход к решению той или иной проблемы недропользования, что говорит о глубоких профессиональных знаниях Валерия Ивановича. Его отличают скрупулезное исполнение обязательств, уважительное отношение к коллегам независимо от их статуса и поведения, доброжелательная реакция на мнения оппонентов при обсуждении профессиональных вопросов. Он активно участвует в семинарах и вебинарах ЦКР-ТПИ Роснедр в качестве докладчика и модератора, является постоянным автором журнала «Рациональное освоение недр» – официального информационного партнера этой авторитетной комиссии.

Значительный вклад В. И. Супруна в развитие горной науки и горной промышленности, высокие профессиональные и организационные качества, умение предложить оригинальный подход к решению поставленных задач, способность аргументированно и дипломатично высказывать свою точку зрения, принципиальность и объективность снискали авторитет и уважение среди горняков в России и за рубежом. Все, кто знает Валерия Ивановича по работе и лично, отмечают наряду с его высокими деловыми качествами интеллигентность, многогранность, внутреннюю культуру, духовность, скромность, доброжелательность, честность и порядочность, внимательное и уважительное отношение к людям.

*Поздравляем Валерия Ивановича с 70-летием и желаем ему крепкого здоровья, счастья, новых достижений в научной, экспертной и производственной деятельности.*

Руководство и коллектив ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н. М. Федоровского», члены Центральной комиссии Федерального агентства по недропользованию по разработке месторождений твердых полезных ископаемых, редакция журнала

# Обоснование параметров эксплуатационного блока при разработке месторождений цементного сырья комбайнами послойного фрезерования



**С. И. Фомин,**  
д-р техн. наук, проф. кафедры, СПГУ\*.  
E-mail: fominsi@mail.ru



**А. Лелен,**  
аспирант, СПГУ\*.  
E-mail: s215134@stud.spmi.ru

\* Кафедра разработки месторождений полезных ископаемых, Санкт-Петербургский горный университет. 199106 Санкт-Петербург, Васильевский остров, 21-я линия, д. 2

Анализ работы горнодобывающих предприятий, разрабатывающих месторождения цементного сырья с применением буровзрывного способа подготовки, позволяет сделать вывод, что добыча полезного ископаемого производится валовым способом без сортировки, когда вся взорванная горная порода транспортируется к пункту дробления и сортировки. При валовой выемке обеспечивается высокая производительность карьера по полезному ископаемому, но снижается эффективность разработки месторождений сложного строения [1–8].

Раздельная разработка пластов малой мощности с применением специальных методов взрыва и селективной экскаваторной выемки реализуется только при визуально различимых сортах полезного ископаемого, поэтому получение необходимого качества сырья проблематично. Рациональные технологические схемы развития горных работ должны обеспечивать отработку полезной толщи с максимальной полнотой выемки полезного ископаемого и минимальным примешиванием некондиционных пород.

Основной технологической особенностью открытой разработки месторождений цементного сырья с применением машин послойного фрезерования Surface Miner (SM) является специфическая форма забоя — поверхность горизонтальной или слабонаклонной рабочей площадки, где осуществляется тонкослоевая выемка горных пород.

При разработке месторождений цементного сырья, как правило, применяется буровзрывной способ подготовки горных пород к выемке, при котором невозможно проведение селективной добычи. Горные комбайны Surface Miner, являющиеся машинами послойного фрезерования, позволяют осуществлять выемку горных пород тонкими слоями, уменьшить потери и разубоживание сырья, повысить безопасность ведения горных работ. Установление рациональных параметров эксплуатационного блока при открытой разработке месторождений цементного сырья с использованием машин послойного фрезерования позволит повысить экономическую эффективность горных работ.

**Ключевые слова:** фрезерный комбайн, эксплуатационный блок, месторождения цементного сырья, эксплуатационные затраты, селективная добыча.

В этом случае на границе рабочего блока или у конечного контура карьера образуется ступенчатый откос борта, размеры которого определяются конструкцией и параметрами рабочего органа фрезерного комбайна.

Увеличение производительности машин послойного фрезерования достигается при рациональных параметрах эксплуатационного блока, обеспечивающих поточную или циклично-поточную технологию разработки при минимальном количестве вспомогательных операций и холостых проходов комбайна SM. Реализация безвзрывной технологии с применением машин послойного фрезерования SM на карьерах по добыче цементного сырья позволит снизить на 50–60 % себестоимость добычи и удельные эксплуатационные затраты на транспортирование цементного сырья по сравнению с традиционной технологией разработки месторождения.

Разработка сложноструктурных месторождений цементного сырья, представленных группой сближенных пластов, ведется селективно послойно

при минимизации засорения полезного ископаемого. Качество добываемого при помощи фрезерных комбайнов полезного ископаемого зависит от квалификации персонала, выбора оптимального типа резцов с учетом физико-механических свойств разрабатываемых горных пород [9–14].

Технология тонкослоевой выемки полезного ископаемого с применением машин послойного фрезерования Surface Miner обеспечивает эффективную безвзрывную добычу полезного ископаемого. Определение рациональных параметров эксплуатационного блока при открытой разработке сложноструктурных месторождений цементного сырья с использованием машин послойного фрезерования с учетом удельных эксплуатационных затрат позволяет оптимизировать систему разработки и снизить эксплуатационные затраты на добычу полезных ископаемых.

Разработка месторождений цементного сырья с применением традиционной технологии не позволяет вести тонкослоевую выемку полезного ископаемого. В современных горногеологических условиях месторождений цементного сырья значительные по мощности (до 3 м) некондиционные пропластки примешиваются к полезной толще. Отработка массива тонкими слоями (от 5 до 80 см) комбайнами SM при обеспечении точности выемки до  $\pm 1$  см, с погрузкой горной массы через консольный разгрузочный конвейер позволяет реализовать поточную технологию разработки и повысить качество добываемого полезного ископаемого за счет уменьшения засорения вскрышными породами, а также сократить до минимума потери, снизить эксплуатационные затраты на дробление.

Переход на безвзрывную технологию позволил вовлечь в отработку участки, находящиеся в охранных зонах по факторам БВР, уменьшить выбросы загрязняющих веществ, сократить эксплуатационные затраты на горнотранспортные работы и дробление горных пород. При проведении хронометража на карьере по добыче известняка с применением комбайна SM установлено, что среднее время погрузки карьерного автосамосвала грузоподъемностью 30 т составило 2,3 мин. Анализ опыта эксплуатации фрезерных комбай-

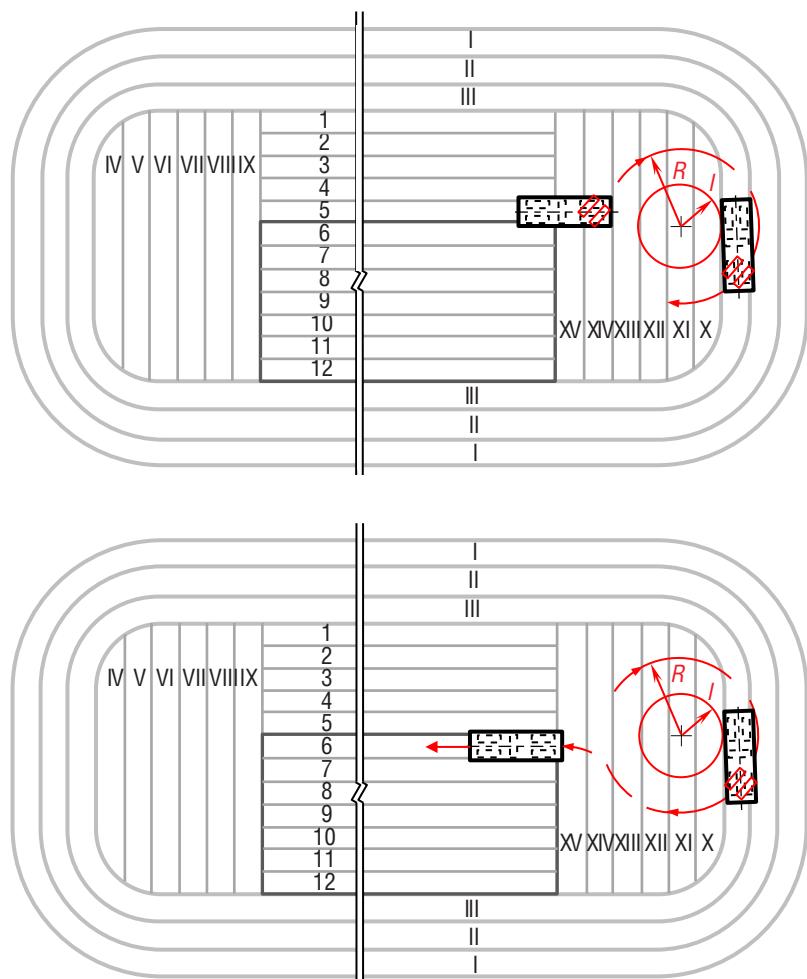


Рис. 1. Технологическая схема работы фрезерного комбайна при длине эксплуатационного блока более 150 м

Fig. 1. Technological scheme of the milling combine working when the mining block length more than 150 m.

нов на добыче известняка показал, что время, затрачиваемое на разворот комбайна для фрезерования в обратном направлении, изменялось от 6 до 14 мин, составляя в среднем 9 мин 10 с. Время на обмен автосамосвалов под погрузку комбайном составляло в среднем 32 с. При уменьшении длины эксплуатационного блока с 200 до 100 м число разворотов увеличилось с одного до пяти, а общее время, затрачиваемое на развороты комбайна, возросло с 8 до 52 мин, что отразилось на его производительности [15–18].

При длине эксплуатационного блока до 150 м целесообразно применять членковую технологическую схему отработки участка месторождения комбайном, так как время на разворот комбайна в конце рабочего хода больше, чем время обратного хода. В этом случае врубовые выработки в торцах блока формируются в процессе поточной разработки (минимально за три прохода), а остальные проходы осуществляются по членковой технологической схеме. При большей длине эксплуатаци-

онного блока следует применять технологическую схему с разворотом и фрезерованием в обратном направлении (рис. 1).

Ширина врубовых выработок должна обеспечивать разворот комбайна при минимальном радиусе поворота без остановки, поэтому первые три прохода осуществляются по поточной технологической схеме. Затем следует проходка врубовых выработок. Перпендикулярно длинной оси блока выполняются проходы с IV по IX и с X по XV по членковой схеме, после чего последовательно с 1-й по 12-ю полосу осуществляется проход по схеме с разворотом и развитием фронта горных работ от фланга к флангу.

Рабочий цикл комбайна послойного фрезерования Surface Miner при отработке слоя включает:

- заезд комбайна из врубовой выработки на полосу;
- фрезерование полосы;
- поворот к противоположной врубовой выработке;
- заезд на следующую полосу и ее фрезерование в обратном направлении, после чего циклы повторяются.

При транспортных системах разработки создаются более благоприятные условия для работы комбайнов SM на карьерах. Эффективность работы горнотехнической системы карьера, включающей фрезерный комбайн SM и транспортные средства, в значительной степени зависит от длины эксплуатационного блока, изменяющийся при развитии рабочей зоны [19]. Оптимальная длина эксплуатационного блока, приходящаяся на систему, должна обеспечивать проектную производительность карьера по полезному ископаемому и минимальную себестоимость добычи.

Годовая производительность горнотехнической системы карьера по полезному ископаемому ( $\text{м}^3/\text{год}$ )

$$A_{\text{ПИ}} = V_{\Phi} L_6 h, \quad (1)$$

где  $V_{\Phi}$  – скорость подвигания фронта горных работ,  $\text{м}/\text{год}$ ;  $L_6$  – длина эксплуатационного блока,  $\text{м}$ ;  $h$  – высота уступа,  $\text{м}$ .

При транспортировании горной массы карьерными автосамосвалами общие удельные эксплуатационные затраты (руб/т), зависящие от длины эксплуатационного блока, складываются из удельных затрат на транспортирование полезного ископаемого карьерными автосамосвалами  $Z_t$ , строительство карьерных автодорог  $Z_c$ , поддержание и ремонт карьерных автодорог  $Z_{\pi}$ :

$$Z_o = Z_t + Z_c + Z_{\pi}. \quad (2)$$

Среднее расстояние транспортирования полезного ископаемого

$$LT_{\text{cp}} = [(L_6 + V_{\Phi})/2] + L_{3,p}, \quad (3)$$

где  $L_6$  – длина эксплуатационного блока,  $\text{м}$ ;  $L_{3,p}$  – расстояние транспортирования полезного ископаемого от начала заходки фрезерного комбайна до пункта складирования или переработки,  $\text{м}$ .

Сменная эксплуатационная производительность карьерного автосамосвала ( $\text{т}/\text{смену}$ ) [20, 21]

$$Q_a = (G_a V_{\text{cp}} T_{\text{см}}) / (L_6 + V_{\Phi} + 2L_{3,p}), \quad (4)$$

где  $G_a$  – грузоподъемность карьерного автосамосвала,  $\text{т}$ ;  $V_{\text{cp}}$  – средняя скорость движения карьерного автосамосвала,  $\text{м}/\text{ч}$ ;  $T_{\text{см}}$  – продолжительность работы автотранспорта в течение смены,  $\text{ч}$ .

Удельные затраты при транспортировании полезного ископаемого карьерными автосамосвалами (руб/т)

$$Z_t = C_{\text{м-см}} (L_6 + V_{\Phi} + 2L_{3,p}) / (G_a V_{\text{cp}} T_{\text{см}}), \quad (5)$$

где  $C_{\text{м-см}}$  – стоимость машино-смены работы карьерного автосамосвала, руб.

Удельные затраты на строительство карьерной автодороги (руб/т)

$$Z_c = Z_{\text{п.м}} (Z_{\text{с.м}} V_{\Phi}) / Q_{\text{э.ф}}, \quad (6)$$

где  $Z_{\text{п.м}}$  – затраты на поддержание 1 м карьерной автодороги, руб.;  $Z_{\text{с.м}}$  – эксплуатационные затраты на строительство 1 м карьерной автодороги, руб.;  $Q_{\text{э.ф}}$  – годовая эксплуатационная производительность фрезерного комбайна,  $\text{т}$ .

Удельные затраты на техническое поддержание карьерной автодороги в рабочем состоянии (руб/т)

$$Z_{\pi} = (Z_{\text{п.м}} V_{\Phi}) / 2 Q_{\text{э.ф}}. \quad (7)$$

Общие удельные затраты при транспортировании полезного ископаемого карьерными автосамосвалами, зависящие от длины эксплуатационного блока, (руб/т)

$$Z_o = C_{\text{м-см}} (L_6 + V_{\Phi} + 2L_{3,p}) / (G_a V_{\text{cp}} T_{\text{см}}) + V_{\Phi} (Z_{\text{с.м}} + 0,53_{\text{п.м}}) / Q_{\text{э.ф}}. \quad (8)$$

Скорость подвигания фронта горных работ (м/год)

$$V_{\Phi} = Q_{\text{э.ф}} / L_6 h \gamma_p, \quad (9)$$

где  $\gamma$  – плотность полезного ископаемого,  $\text{т}/\text{м}^3$ .

С учетом формул (2) – (9) представим выражение для расчета общих удельных затрат при транспортировании полезного ископаемого карьерными автосамосвалами в следующем виде:

$$Z_o = \frac{C_{\text{м-см}} L_6}{G_a V_{\text{cp}} T_{\text{см}}} + \frac{C_{\text{м-см}} Q_{\text{э.ф}}}{G_a V_{\text{cp}} T_{\text{см}} L_6 h \gamma_p} + \frac{2C_{\text{м-см}} L_{3,p}}{G_a V_{\text{cp}} T_{\text{см}}} + \frac{Z_{\text{с.м}} + 0,53_{\text{п.м}}}{L_6 h \gamma_p}. \quad (10)$$

Для определения оптимального значения длины фронта работ найдем первую производную уравнения (10) и приравняем ее к нулю.

Первая производная:

$$\frac{d^3_o}{dL_6} = \frac{C_{\text{м-см}}}{G_a V_{\text{cp}} T_{\text{см}}} + \frac{C_{\text{м-см}} Q_{\phi, \text{ф}}}{G_a V_{\text{cp}} T_{\text{см}} L_6^2 h \gamma_p} - \frac{\frac{3_{\text{с.м}} + 0,53_{\text{п.м}}}{L_6^2 h \gamma_p}}{(11)}$$

Вторая производная  $d^2 o / dL_6^2 > 0$ , следовательно, зависимость (10) имеет минимум.

Приравниваем первую производную (11) к нулю и, решая уравнение относительно  $L_6$ , определим оптимальную длину эксплуатационного блока при транспортировании полезного ископаемого карьерными автосамосвалами:

$$L_6 = \sqrt{\frac{C_{\text{м-см}} Q_{\phi, \text{ф}} G_a V_{\text{cp}} T_{\text{см}} (3_{\text{с.м}} + 0,53_{\text{п.м}})}{C_{\text{м-см}} h \gamma_p}}. \quad (12)$$

Эксплуатация мобильного горного оборудования, комбайнов послойного фрезерования Surface Miner позволит осуществлять в карьере процесс дробления и исключить выход негабарита. Однако при уменьшении длины эксплуатационного блока возникает необходимость частых перегонов комбайна, а также увеличивается время проведения подготовительных горных работ по выравниванию рабочей площадки.

График зависимости общих удельных затрат от длины эксплуатационного блока для фрезерного комбайна при транспортировании полезного ископаемого карьерными автосамосвалами представлен на рис. 2. Анализ результатов расчетов позволяет сделать вывод, что оптимальное значение длины эксплуатационного блока для фрезерного комбайна Surface Miner при транспортировании полезного ископаемого карьерными автосамосвалами составит 190–230 м при открытой разработке месторождения цементного сырья. С увеличением длины эксплуатационного блока общие удельные затраты сокращаются до достижения оптимума, а затем постепенно возрастают.

Анализ полученной зависимости (12) позволил установить, что при увеличении длины эксплуатационного блока со 150 до 250 м эксплуатационная произво-

дительность фрезерных комбайнов Surface Miner возрастает на 8–12 %.

### Заключение

Длина эксплуатационного блока фрезерного комбайна SM при разработке горизонтальных и слабонаклонных сложноструктурных месторождений цементного сырья зависит от следующих факторов:

производственная мощность карьера по полезному ископаемому;

скорость подвигания фронта работ;

суммарная мощность пластов полезных ископаемых;

производительность фрезерного комбайна;

вид карьерного транспорта на добывающих работах.

При проектировании карьера, разрабатывающего месторождение цементного сырья, следует определять экономически целесообразные значения длины выемочного блока, фронта горных работ для каждого вида транспорта с учетом типа погрузочного оборудования и технологических схем, применяемых при разработке месторождения.

Определение оптимальной длины эксплуатационного блока должно проводиться с учетом обеспечения заданной проектной производственной мощности карьера, производительности фрезерного комбайна, принятой технологии ведения горных работ и обеспечения экономической эффективности разработки месторождения.

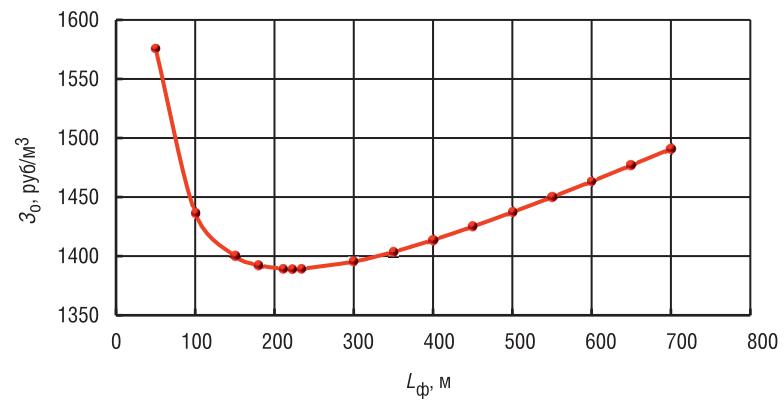


Рис. 2. График зависимости общих удельных затрат от длины эксплуатационного блока для фрезерного комбайна Surface Miner при транспортировании полезного ископаемого карьерными автосамосвалами

Fig. 2. Dependency graph of the total unit costs on the mining block length for the Surface Miner when transporting minerals by dump trucks.

Поступила в редакцию 09.06.2022



### Список использованных источников

1. Авераамова Н. С. Технологические схемы разработки наклонных залежей с использованием фрезерного комбайна // Проблемы машиноведения и машиностроения : Межвузовский сборник. – СПб. : СЗТУ, 2006. – Вып. 35. – С. 149–152.

2. Буткевич Г. Р. Промышленность нерудных строительных материалов. Современное состояние и особенности // Горная промышленность. 2006. № 6. С. 58–61.
3. Безвзрывные технологии открытой добычи твердых полезных ископаемых / Отв. ред. В. Н. Опарин; А. Р. Маттис [и др.]. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2007. – 336 с. – ISBN: 978-5-7692-0891-1.
4. Niemann-Delius C. Mining technical and profitability of Continuous Surface Mining for two open-pit coal mines in Yugoslavia based on Krupp Surface Mining // Braunkohle. 1991. № 11. Рр. 23–25. (на англ.).
5. Решетняк С. П., Мелихов М. В. Обоснование проектирования участков карьерных бортов без предохранительных берм // ГИАБ (научно-технический журнал). 2015. № S60-1. С. 439–448.
6. Фомин С. И., Виноградов И. П. Анализ безвзрывной технологии тонкослоевой выемки с применением фрезерных комбайнов при открытой разработке месторождений цементного сырья // Цемент и его применение. 2017. № 4. С. 42–44.
7. Фомин С.И., Пасынков Д. В., Семенов А.С. Определение эффективности инвестиций при реализации проектов рудных карьеров // Записки Горного института. 2009. Т. 180. С. 12–14.
8. Швабенланд Е. Е. О потенциале фрезерных комбайнов непрерывного действия при разработке месторождений открытым способом // Рациональное освоение недр. 2014. № 1. С. 54–60.
9. Братчиков Н. В., Рубцов И. В., Брычков М. Ю. Технология безвзрывной добычи известняка // Цемент и его применение. 2011. № 1. С. 124–127.
10. Виноградов И. П., Смелянский И. В. Определение потерь руды при проектировании технологии послойного фрезерования наклонных залежей сложного строения // Новая наука: проблемы и перспективы. 2015. № 5-2. С. 184–188.
11. Dagdelen K., Asad M.W. Optimum cement quarry scheduling algorithm // Application of Computers and Operations Research in the Mineral Industry : Proceedings of the 30th International Symposium (ed. S. Bandopadhyay). Society of Mining, Metallurgy and Exploration (SME) Inc. Publ., Colorado, USA, 2002, 697–709.
12. Пихлер М., Панкевич Ю. Б. Технология и схемы ведения горных работ при использовании комбайнов 2100 и 2200 SM фирмы Wirtgen GmbH // Горная промышленность. 2001. № 4. С. 13–16.
13. Комбайны Wirtgen 2500 SM в карьерах Липецкого карьерауправления ОАО «Липецкцемент» / Пихлер М., Гуськов В. А., Панкевич Ю. Б. [и др.] // Горная промышленность. 2008. № 4 (80). С. 26–31.
14. Пихлер М., Панкевич Ю. Б. Направление совершенствования и результаты применения комбайнов Wirtgen Surface Miner на карьерах и разрезах мира // Горная промышленность. 2000. № 3. С. 42–45.
15. Новый карьерный комбайн Wirtgen 2200 SM в Республике Гвинея / А. Б. Райков, А. Г. Шевченко, А. М. Панченко [и др.] // Горная промышленность. 2002. № 1. С. 5–7.
16. Фомин С. И. Обоснование технологических решений при организации отработки рудных карьеров // Записки Горного института. 2016. Т. 221. С. 644–650. DOI 10.18454/rmi.2016.5.644.
17. Шемякин С. А., Матвеев Д. Н., Чебан А. Ю. Экономическое обоснование эффективности безвзрывной селективной выемки полезного ископаемого и вмещающих пород с использованием технико-технологических комплексов на основе фрезерных комбайнов // Горный журнал. 2015. № 2. С. 43–46. DOI: 10.17580/gzh.2015.02.07.
18. Volk H.J. Wirtgen Drivers the Development of Surface Mining // Procedia Engineering, 2016, № 138, pp. 30–39. DOI:10.1016/j.proeng.2016.02.049.
19. Виноградов И. П. Определение оптимальной длины фронта работ при открытой разработке сложноструктурных карбонатных месторождений с использованием машин послойного фрезерования и автомобильного транспорта // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. № 03 (57) Ч. 3, март. С. 81–84. DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.57.075>.
20. Арсентьев А. И. Производительность карьеров. – СПб. : СПГТИ(ТУ), 2002. – 85 с.
21. Трубецкой К. Н., Красильский Г. Л., Хронин В. В. Проектирование карьеров : Учеб. для вузов : В 2 т. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Изд. АГН, 2001. – Т. I. – 519 с.

UDC code 622.271.32

DOI 10.26121/RON.2022.73.20.001

OECD code 2.07.ZQ

**Substantiation of the operational block parameters during the development of cement raw material deposits by mining combines of layer-wise milling****Sergey I. Fomin**, Dr.Sc. (in Engineering), Professor at the Department<sup>1</sup>, SPMU<sup>2</sup>**Aleksa Lelen**, Postgraduate at the Department<sup>1</sup>, SPMU<sup>2</sup>.<sup>1,2</sup>Department of Mineral Deposit Development, Saint-Peterburg Mining University (2, 21st Line, Vasil'yevskiy ostrov, St. Petersburg, 199106, Russia).

**Abstract:** Traditionally, during mining complex structure carbonate deposits, the bore-and-fire technique of rocks preparation for excavation and loading works, is used. With all its advantages, the bore-and-fire technique has several disadvantages. One of its major disadvantages is absence of opportunity to conduct selective mining. Layer-by-layer milling machines enable to conduct multi-lift mining, to improve the quality of produced minerals and to improve mining safety. Establishing the dependence of mining block parameters in open mining of complex structure carbonate deposits, with use of layer-by-layer milling machines, on the specific operational costs, will enable, in practical terms, to increase the economic efficiency of mining, will enable to optimize the deposit mining system and to reduce, in practical terms, costs on exploration.

**Key words:** Mining; Mineral deposit; Cement raw material; Opencast mine; Non-blast technology; Block length; Surface miner; Parameters.

**Received** 9 June 2022

**References**

1. Avraamova N.S. *Tekhnologicheskie skhemy razrabotki naklonnykh zalezhei s ispol'zovaniem frezernogo kombaina* [Technological schemes for the development of inclined deposits using a milling combine\*]. *Problemy mashinovedeniya i mashinostroeniya: Mezhvuzovskii sbornik* [Problems of machine science and mechanical engineering: Interuniversity collection\*], St. Petersburg, North-Western State Correspondence Technical University, 2006, issue 35, pp. 149–152. (in Russ.)
2. Butkevich G.R. *Promyshlennost' nerudnykh stroitel'nykh materialov. Sovremennoe sostoyanie i osobennosti* [Industry of non-metallic building materials. Current state and features\*]. *Gornaya promyshlennost'* [Russian Mining Industry], 2006, no. 6, pp. 58–61. (in Russ.)
3. Oparin V.N.(main ed.), Mattis A.R., Cheskidov V.I., Yakovlev V.L., Novopashin M.D. *Bezvzryvnye tekhnologii otkrytoi dobychi tverdykh poleznykh iskopaemykh* [Non-explosive technologies of open-pit mining of solid minerals\*]. Novosibirsk, SB RAS Publ. House, 2007, 336 p. ISBN: 978-5-7692-0891-1. (in Russ.)
4. Niemann-Delius C. Mining technical and profitability of Continuous Surface Mining for two open-pit coal mines in Yugoslavia based on Krupp Surface Mining. *Braunkohle*, 1991, no. 11, pp. 23–25. (in Eng.)
5. Reshetnyak S.P., Melikhov M.V. Substantiation of pit walls without safety berms design. *GIAB (nauchno-tehnicheskii zhurnal)* [Mining Information-Analytical Bulletin Scientific and Technical journal], 2015, no. S60-1, pp. 439–448. (in Russ.)
6. Fomin S.I., Vinogradov I.P. *Analiz bezvzryvnoi tekhnologii tonkosloevoi vyemki s primeneniem frezernykh kombainov pri otkrytoi razrabotke mestorozhdenii tsementnogo syr'ya* [Analysis of the non-explosive method of thin-layer extraction by miners in the open development of cement raw materials deposits\*]. *Tsement i ego primenenie* [Cement and its Applications], 2017, no. 4, July – August, pp. 42–44. (in Russ.)
7. Fomin S.I., Pasynkov D.V., Semenov A.S. *Opredelenie effektivnosti investitsii pri realizatsii proektov rudnykh kar'erov* [Determining the effectiveness of investments in the implementation of ore quarry projects\*]. *Zapiski Gornogo Instituta* [Journal of Mining Institute], 2009, vol. 180, pp. 12–14. (in Russ.)
8. Shvablenland E.E. *O potentsiale frezernykh kombainov nepreryvnogo deistviya pri razrabotke mestorozhdenii otkrytym sposobom* [About the potential of continuous surface miners for open pit operations]. *Ratsional'noe osvoenie nedr* [Mineral Mining & Conservation], 2014, no. 1, pp. 54–60. (in Russ.)
9. Bratchikov N.V., Rubtsov I.V., Brychkov M.Yu. Explosion-free technology of limestone recovery. *Tsement i ego primenenie* [Cement and its Applications], 2011, no. 1, pp. 124–127 (in Russ.)
10. Vinogradov I.P., Smelyanskii I.V. *Opredelenie poter' rudy pri proektirovaniii tekhnologii posloinogo frezerovaniya naklonnykh zalezhei slozhnogo stroeniya* [Determination of ore losses in the design of technology for layer-by-layer milling of inclined deposits of complex structure\*]. *Novaya nauka: problemy i perspektivy* [New Science: problems and prospects], 2015, no. 5-2, pp. 184–188. (in Russ.)
11. Dagdelen K. and Asad M.W. Optimum cement quarry scheduling algorithm. In: Application of Computers and Operations Research in the Mineral Industry: Proceedings of the 30th International Symposium (ed. S. Bandopadhyay). Society of Mining, Metallurgy and Exploration (SME) Inc. Publ., Colorado, USA, 2002, 697–709. (in Eng)
12. Pikhler M., Pankevich Yu.B. *Tekhnologiya i skhemy vedeniya gornykh rabot pri ispol'zovanii kombainov 2100 i 2200 SM firmy Wirtgen GmbH* [Technology and schemes of mining operations using combines 2100 and 2200 SM from Wirtgen GmbH\*]. *Gornaya promyshlennost'* [Russian Mining Industry], 2001, no. 4, pp. 13–16. (in Russ.)
13. Pikhler M., Gus'kov V.A., Pankevich Yu.B., Galiguzov O.A., Galiguzov A.M. *Kombainy Wirtgen 2500 SM v kar'eraakh Lipetskogo kar'eroupravleniya OAO «Lipetsktsement»* [Combines Wirtgen 2500 SM in the quarries of the Lipetsk quarry management of JSC "Lipetsk Cement"\*.] *Gornaya promyshlennost'* [Russian Mining Industry], 2008, no. 4 (80), pp. 26–31. (in Russ.)
14. Pikhler M., Pankevich Yu.B. *Napravlenie sovershenstvovaniya i rezul'taty primeneniya kombainov Wirtgen Surface Miner na kar'eraakh i razrezakh mira* [The direction of improvement and the results of the use of Wirtgen Surface Miner combines in quarries and sections of the world\*]. *Gornaya promyshlennost'* [Russian Mining Industry], 2000, no. 3, pp. 42–45. (in Russ.)
15. Raikov A.B., Shevchenko A.G., Panchenko A.M., Kozhevnikov V.A., Vlasov G.A., Pikhler M., Pankevich Yu.B. *Novyi kar'ernyi kombain Wirtgen 2200 SM v Respublike Gvineya* [A new Wirtgen 2200 SM quarry harvester in the Republic of Guinea\*]. *Gornaya promyshlennost'* [Russian Mining Industry], 2002, no. 1, pp. 5–7. (in Russ.)
16. Fomin S.I. Foundations for technical solutions in organizing excavation of open ore pits. *Zapiski Gornogo institute* [Journal of Mining Institute], 2016, vol. 221, pp.644–650. DOI 10.18454/PMI.2016.5.644. (in Eng)
17. Shemyakin S.A., Matveev D.N., Cheban A.Yu. Efficiency cost analysis for no-blast selective mineral extraction and overburden removal using machine groups with cutter-loaders. *Gornyi Zhurnal*, 2015, no. 2, pp. 43–46. DOI 10.17580/gzh.2015.02.07. (in Russ.)
18. Volk H-J. Wirtgen Drivers the Development of Surface Mining. *Procedia Engineering*, 2016, no. 138, pp. 30–39. DOI:10.1016/proeng.2016.02.049. (in Eng)
19. Vinogradov I.P. Definition of optimal duration of work front at open mining of carbonate deposits of complex structure using layer by layer cutting machines and automobile transport. *International Research Journal*, 2017, no. 3 (57), part 3, March, pp. 81–84. (in Russ.)
20. Arsent'ev A.I. *Proizvoditel'nost' kar'erov* [The productivity of quarries\*]. St. Petersburg, SPGGI(TU) Publ., 2002, 85 p. (in Russ.)
21. Trubetskoi K.N., Krasnyanskii G.L., Khronin V.V. *Proektirovanie kar'erov* [Designing quarries\*], in 2 vols., 2nd ed., revised and supplemented. Moscow, AGN Publ. House, 2001, vol. I, 519 p. (in Russ.)

\*Translated by the Authors of this article.

**Ссылка для цитирования в русскоязычных изданиях:**

Фомин С. И., Лелен А. Обоснование параметров эксплуатационного блока при разработке месторождений цементного сырья комбайнами послойного фрезерования // Рациональное освоение недр. 2022. № 3. С. 20–25. DOI: 10.26121/RON.2022.73.20.001.

**To cite this article in English:**

Fomin S.I., Lelen A. Substantiation of the operational block parameters during the development of cement raw material deposits by mining combines of layer-wise milling. *Ratsional'noye osvoyeniye nedr* [Mineral Mining & Conservation (MMC)], 2022, no. 3, pp. 20–25. DOI: 10.26121/RON.2022.73.20.001.

# О неопределенности (достоверности) геологических материалов, обеспечивающей реализуемость проекта освоения угольного месторождения\*



**С. В. Шакlein,**  
д-р техн. наук, гл. науч. сотр.,  
ФИЦ УХ СО РАН<sup>1</sup>.  
E-mail: sv1950@mail.ru



**Т. Б. Рогова,**  
д-р техн. наук, проф., КузГТУ<sup>2</sup>.  
E-mail: rogtb@mail.ru



**М. В. Писаренко,**  
д-р техн. наук, вед. науч. сотр.,  
ФИЦ УХ СО РАН<sup>1</sup>.  
E-mail: iu.kemsc@mail.ru

<sup>1</sup>ФГБНУ Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук (650065 Кемерово, пр-т Ленинградский, 10).

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева (650000 Кемерово, ул. Весенняя, 28).

## ВВЕДЕНИЕ

Информационной основой разработки проектов освоения месторождений полезных ископаемых является результат геологической разведки, качество которой во многом определяет эффективность и практическую реализуемость проектных решений по разработке участков недр. Несколько условно качество разведки можно охарактеризовать полнотой перечня исследуемых геологических характеристик месторождения и достоверностью (погрешностями) их изучения.

В нормативно-правовом поле полнота и достоверность изучения месторождения (участка недр) оценивается в процессе государственной экспертизы запасов полезных ископаемых, заключение которой должно содержать вывод о подготовленности месторождения или его отдельных частей к промышленному освоению [1]. В соответствии с требованиями Классификации запасов [2] признание месторождения подготовленным к освоению фиксируется его отнесением к группе разведенных месторождений. Таким образом, в современной России правом признания достаточности достигнутой степени полноты и достоверности

на основе анализа результатов подземной добычи в Кузбассе 308 млн т балансовых запасов угля установлен уровень неоднозначности изучения гипсометрии и мощности пластов, при котором обеспечивается правомерность проектирования и планирования развития горных работ. Указано на целесообразность введения специальной категории запасов, в границах которых эксплуатационная разведка уже не требуется. Ключевые слова: неоднозначность геологических данных, угольный пласт, гипсометрия, мощность, участки детализации, категории запасов, эксплуатационная разведка.

геологической информации для осуществления подготовки горного проекта наделено Федеральное агентство по недропользованию, комиссия которого утверждает заключение экспертного органа – ФБУ «ГКЗ». При этом следует иметь в виду, что с февраля 2014 г. это заключение может быть обжаловано в установленном законодательством порядке, но, разумеется, лишь в части его отмены, а не изменения.

В СССР процедура признания месторождения подготовленным к промышленному освоению на практике разделялась на две стадии. На первой стадии такое решение принималось ГКЗ СССР на основании установления соответствия достигнутой по объекту доли запасов высоких категорий в его общих запасах величине, лимитируемой Классификацией 1981 г. [3] (с возможностью снижения классификационных требований для конкретного

©Шакlein С. В., Рогова Т. Б., Писаренко М. В., 2022

\* Работа выполнена в рамках государственного задания ФИЦ Угля и углехимии СО РАН по проекту FWEZ-2021-0002.

объекта по результатам экспертизы). Кроме того, по специальному разрешению Совета Министров СССР проектирование предприятия в исключительных случаях допускалось даже до утверждения его запасов. На второй стадии признания месторождения подготовленным к освоению к работе привлекался будущий пользователь недр. В соответствии с Положением, утвержденным постановлением Совета Министров СССР в 1988 г., предусматривалось, что передача разведенного месторождения для промышленного освоения осуществляется межведомственной комиссией, образованной из представителей министерства, проводившего геологоразведочные работы (ГРР), министерства, принимающего месторождение для промышленного освоения и органов Госгортехнадзора СССР [4]. Приемочный акт этой комиссии являлся основанием для отнесения запасов полезных ископаемых разведенного месторождения на баланс министерства, принявшего месторождение для промышленного освоения. Комиссия имела право получать от организации, проводившей разведку месторождения, данные, характеризующие изученность передаваемого месторождения, и учитывала их в своей работе. Положение [4] также предусматривало возможность недостижения соглашения между министерствами по вопросу о принятии месторождения в освоение. Право разрешения возникающих разногласий предоставлялось Госгортехнадзору СССР. На тот момент времени на Госгортехнадзор СССР возлагались, помимо прочего, обязанности по надзору за обеспечением рационального, комплексного использования и охраны недр при разработке месторождений полезных ископаемых, рассмотрению представляемых на согласование планов развития горных работ и контролю их выполнения, согласованию нормативов потерь и разубоживания полезных ископаемых на предприятиях, рассмотрению предложений о списании запасов предприятий, утративших промышленное значение, потерянных в процессе добычи либо не подтвердившихся при последующих ГРР или разработке месторождения [5]. Большинство этих функций ныне относится к компетенции комиссий, созданных Федеральным агентством по недропользованию: в нашем случае – к компетенции Центральной комиссии по разработке месторождений твердых полезных ископаемых (ЦКРТПИ Роснедр).

Перечисленные в современной и ранее действующих классификациях запасов критерии отнесения месторождений и их участков к категории разведенных месторождений выражены в

общей форме, что затрудняет их практическое применение.

В целях необходимой для практики их конкретизации по каждому виду полезных ископаемых в разные периоды времени были разработаны специальные методические указания, инструкции и требования. Применительно к угольным месторождениям можно выделить нормативы советского [6–9] и российского [10, 11] периодов развития страны. Эти документы достаточно полно и конкретно отражают требования к подлежащим изучению геологическим характеристикам, т. е. к необходимым направлениям изучения угольных месторождений. Однако указания на требуемый уровень достоверности (допустимой погрешности) их геологического изучения в них фактически отсутствуют.

Для угольных пластов, разработку которых принято осуществлять селективным способом, наибольшую значимость имеет достоверность изучения их гипсометрии (включая разрывные дислокации) и мощности. Без качественного изучения этих параметров невозможно обеспечить достоверность горно-геологических прогнозов условий ведения горных работ, а сами они относятся к наиболее изменчивым характеристикам. При этом следует иметь в виду, что при оценке достоверности результатов изучения угольных месторождений в полной мере применим принцип, предложенный В. М. Крейтером еще в 1937 г.: «Если же определена высокая категория запасов для наиболее капризно распределенного компонента, то можно не производить исчисления ошибки для более простых компонентов» [12].

Все перечисленные нормативные документы не регламентируют необходимую точность изучения гипсометрии пласта, ограничиваясь лишь указанием допустимого несовпадения в точке пластоподсечения высотных отметок пласта, определенных в скважинах и в горных выработках. Например, во Временных технических требованиях 1970 г. [6] указывалось, что «отклонение гипсометрических отметок почвы угольных пластов в точках пересечения разведочными скважинами от фактических по горным работам не должно превышать 1,5 м при горизонтальном и слабопологом падении (до 5°), 3 м при пологом падении (5–25°), 6 м при наклонном падении (26–45°) на каждые 500 м глубины скважины». Технические требования 1986 г. [7] сохранили данный подход, лишь несколько ужесточив его: «ошибка в определении гипсометрических отметок почвы (кровли), угольных пластов в точках пересечения разведочными скважинами не должна превышать: 0,5 м

для простых горизонтально залегающих месторождений открытого способа разработки; 1 м для всех остальных месторождений горизонтального и пологого падения ( $0\text{--}18^\circ$ ); 2 м при наклонном падении ( $19\text{--}35^\circ$ ) и 3 м при крутонаклонном ( $36\text{--}55^\circ$ ) на каждые 500 м глубины скважины». Действующие Методические рекомендации 2007 г. [11] эти требования продублировали. Данные требования лимитируют погрешность измерений исключительно в скважинах и не дают ответа на более важный практический вопрос: каков уровень допустимой погрешности ожидаемой высотной отметки пласта в произвольной точке, расположенной в межскважинном пространстве? Кроме того, исполнение данного требования может быть реально установлено только после начала ведения горных работ на действующем предприятии.

В качестве критериев достижения требуемой достоверности изучения дизъюнктивных нарушений упомянутые нормативы используют минимальные амплитуды нарушений, которые должны быть выявлены ГРР. Требования [6] указывали на необходимость выявления тектонических разрывов с вертикальными амплитудами более 10–15 м при пологом и горизонтальном залегании пластов на первоочередных площадях отработки шахтных и карьерных полей. В соответствии с [6] эти площади должны были быть преимущественно разведанными по категориям А (для 1-й группы сложности) и В (для 2-й группы сложности), а их запасы должны были обеспечивать работу предприятия в течение 10–15 лет. При наклонном и крутом залегании, а также на месторождениях 3-й группы сложности должны были выявляться нарушения с вертикальными амплитудами свыше 20–25 м. Норматив [7] ужесточил требования к амплитудам подлежащих выявлению нарушений, изменив направление измерения амплитуд с вертикального на нормальный, а сами величины амплитуд снизил в аналогичных выше условиях соответственно до 5–10 и 10–15 м. Рекомендации 2007 г. [11] определяют необходимость выявления при детализационных работах (современные запасы категорий А и В) на месторождениях 1-й и 2-й групп сложности разрывных нарушений с вертикальной амплитудой более 10 м, а на месторождениях 3-й группы – более 20 м. Каких-либо критериев, позволяющих предполагать исполнение указанных требований к полноте выявления нарушений, нормативы не содержат.

При этом следует иметь в виду, что современные нормативы не требуют при введении участка месторождения в эксплуатацию обязательного создания в его границах участков детализации, целью

создания которых является, как известно, обоснование и подтверждение дееспособности принятой методики разведки и достоверности запасов основной промышленной категории С<sub>1</sub>. В качестве участков детализации ныне допустимо использовать отработанные фрагменты шахтных и карьерных полей или фрагменты месторождений-аналогов. Во многих случаях такие участки на угольных объектах в настоящее время не создаются.

В отношении изучения мощности пластов нормативы также ограничиваются указанием на допустимое несовпадение мощности пласта только в точках пластоподсечений по данным скважин и горных работ. Так, в Требованиях [6] указывалось: «...нежелательно отклонение принятой для подсчета балансовых запасов по скважинам общей и полезной мощности пласта по сравнению с горными работами более чем на 10 % в сторону уменьшения. Для маломощных пластов каменных углей (0,55–0,70 м) и для пересечений с предельной для балансовых запасов кондиционной мощностью это расхождение не должно превышать 5 см». Требования [7] несколько детализировали эти условия: «...для весьма тонких и тонких пластов каменного угля (0,55–1,2 м) и для пересечения с предельной для балансовых запасов мощностью –  $\pm 0,05$  м; для пластов средней мощности (1,21–3,0 м) –  $\pm 0,1\div 0,2$  м; для мощных пластов (более 3,5 м) –  $\pm 0,2\div 0,4$  м». Рекомендации 2007 г. [11] сохранили принцип оценки качества изучения мощности: «...расхождения в определении мощностей по данным разведочного бурения и эксплуатационной разведки для пересечений пластов с предельной кондиционной мощностью не должны превышать 0,05 м, для пластов средней мощности – составлять  $\pm 0,1\div 0,2$  м, для мощных пластов –  $\pm 0,2\div 0,4$  м».

Аналогичные подходы используются различными нормативами и для характеристики достоверности изучения качества угля по зольности, выходу летучих веществ, толщине пластического слоя, массовой доле общей серы, выходу концентратов и высшей теплоте сгорания. Речь в них идет лишь о качестве и представительности кернового опробования пластопересечений. Только для отдельных характеристик нормативами предлагались конкретные уровни погрешностей: например, ими определено, что глубина изотермической поверхности +30 °С должна определяться с погрешностью до  $\pm 30$  м, глубина зоны деметализации – с погрешностью  $\pm 50$  м, глубина зоны физического выветривания – до  $\pm 10$  м, метаноносность пластов – до 30 м<sup>3</sup>/т с точностью  $\pm 5$  м<sup>3</sup>/т, выше – до  $\pm 10$  м<sup>3</sup>/т.

Таким образом, по таким ключевым характеристикам угольных пластов, как гипсометрия и мощность, нормативные требования по необходимой достоверности их изучения в межскважинном пространстве отсутствуют, равно как и инструментарий подтверждения их исполнения до начала проектирования и ведения горных работ. Данное обстоятельство препятствует возможности принятия объективно обоснованного решения по признанию угольного месторождения разведенным.

## МЕТОДОЛОГИЯ

Четверть века назад авторами статьи был проведен опрос специалистов угольных шахт Кузбасса с целью выяснения их представлений о допустимых погрешностях горно-геометрических моделей угольных месторождений [13]. Однако подобные экспертные оценки могут использоваться только при отсутствии объективных данных и, как показывает практика, далеко не всегда отражают реальность. В частности, вышеупомянутые требования нормативов [6, 7, 11] к уровню совпадений значений высотных отметок пласта по данным скважин и горных работ в большинстве случаев на практике не выполняются. Кроме того, за прошедшее время горные технологии и горная техника претерпели значимые изменения.

Действующая Классификация запасов и прогнозных ресурсов относит к разведенным «месторождения (участки недр), запасы которых, их качество, технологические свойства, гидрогеологические и горнотехнические условия разработки изучены по скважинам и горным выработкам с полнотой, достаточной для технико-экономического обоснования их вовлечения в промышленное освоение в установленном порядке» [2]. Отсюда следует, что если некоторый контур запасов уже действующего предприятия был успешно отработан в соответствии с проектом, то достигнутый в его границах уровень достоверности геологического изучения следует рассматривать как обеспечивающий правомерность проектирования и планирования ведения горных работ. В пределах таких контуров уровень погрешности будет изменяться в некотором диапазоне, верхняя граница которого и может быть принята в качестве предельно допустимого уровня погрешности. При этом используемые оценки должны иметь численное выражение и характеризовать погрешность моделирования характеристик пласта в пространстве между скважинами. Реализация такого подхода осуществляется только при использовании представительного статистического материала. Кроме того, должна су-

ществовать возможность определения используемых оценок достоверности еще на стадии ГРР. В силу этого, результаты сопоставления данных горных работ и ГРР не могут быть использованы в качестве оценок достоверности, так как на стадии разведки они не известны.

В качестве численно измеряемой характеристики предлагается использовать не реальную погрешность геометризации изучаемых характеристик, а степень неоднозначности интерпретации полученных по скважинам данных, оцениваемых только по геологоразведочным материалам. Тем более что неоднозначность, как показали специальные исследования [14], статистически связана с уровнем погрешности.

Численная оценка неоднозначности выполняемых геологических построений может быть осуществлена на основе предварительного создания косвенных избыточных определений в контуре четырехугольной ячейки сети разведочных скважин [14]. Для ее выполнения вся разведочная сеть разбивается на систему выпуклых четырехугольников (в дальнейшем – оценочных блоков) с вершинами – скважинами. Их форма должна отвечать ряду требований к их косоугольности, вытянутости и ромбовидности [14]. В каждом выделенном четырехугольнике проводятся две диагонали, пересекающиеся в некоторой точке *A*. Путем интерполяции значений измеренной в скважинах характеристики (высотная отметка почвы пласта, мощность и т. п.) вдоль каждой из диагоналей можно определить два возможных ее значения. Взятая по абсолютной величине разность этих значений численно характеризует возможный уровень неоднозначности результатов последующей интерпретации геологических данных (построений) и условно называется критерием разведенности.

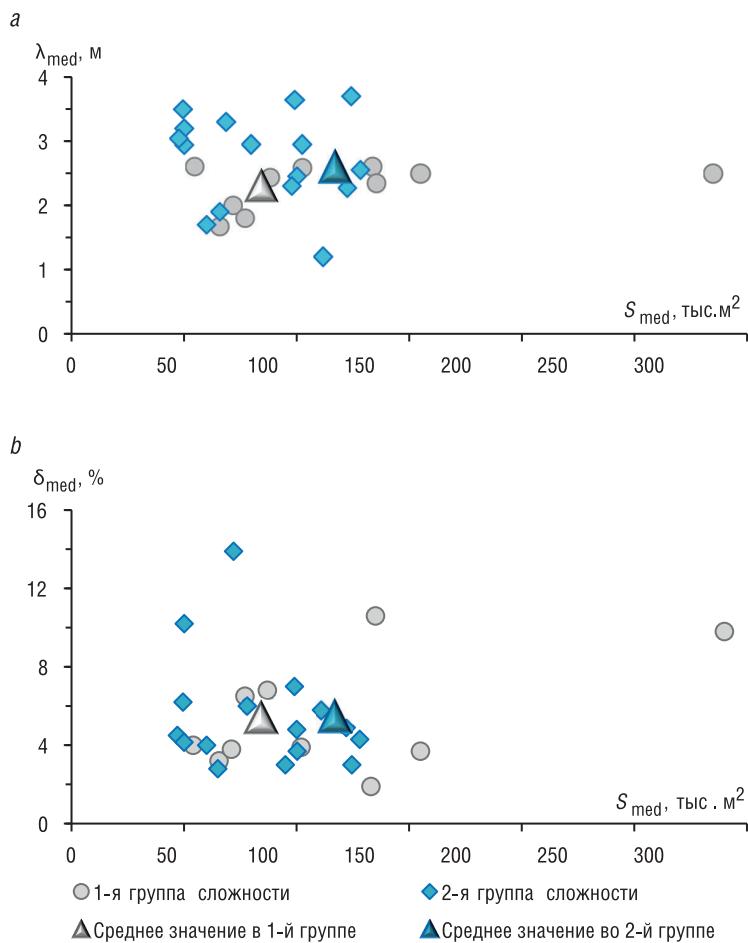
При оценке неоднозначности гипсометрических построений применяется нелинейная кубическая сплайн-интерполяция, использующая измеренные в скважинах высотные отметки пласта и элементы его залегания (определяемые по анализируемому структурному плану пласта). В этом случае критерий разведенности называется ламбда-критерием. Его значение (разность значений высотных отметок пласта в точке *A*, независимо полученных из интерполяции по двум диагоналям оценочного блока) пересчитывается на нормальное к пласту направление.

При оценке неоднозначности изучения мощности пласта, а также ряда иных характеристик (зольности, выходя летучих и т. д.) используется линейная интерполяция. В этом случае критерий разведенности называется дельта-критерием. Его

величина (разность возможных значений показателя в точке A) выражается в процентах от среднего значения показателя в точке A.

Поскольку расчет критериев использует интерполяцию, то его выполнение обязательно предваряется оценкой правомерности ее осуществления по методике, изложенной в работе [14]. Все процедуры по расчету критериев разведанности компьютеризированы [15].

Решением эксперто-технических советов ГКЗ (от 22.05.2007) и Общества экспертов России по недропользованию (от 12.05.2011) [16] ламбда- и дельта-критерии рекомендованы к применению при выполнении количественной оценки точности и достоверности определения основных подсчетных параметров при подготовке геологических отчетов по угольным объектам и публичных отчетов компаний по требованиям Кодекса НАЭН.



**Рис. 1. Средние значения ламбда-критериев ( $\lambda_{med}$ ) разведенности гипсометрии пластов (а) и дельта-критериев ( $\delta_{med}$ ) разведенности мощности пластов (б) угольных шахт при различной средней пло-**

**щади ( $S_{med}$ ) ячеек разведочной сети (оценочных блоков)**  
**Fig. 1. Average values of (a) lambda criteria ( $\lambda_{med}$ ) of exploration the hypsometry and (b) delta criteria ( $\delta_{med}$ ) of thickness exploration of coal seams with different average area ( $S_{med}$ ) of exploration network cells (evaluation blocks). Symbols: Gray circles are the values of criteria for deposits of the 1st group of complexity by geological structure; Dark turquoise diamonds are the values of criteria for deposits of the 2nd group of complexity; Triangles are the average values of criteria in the corresponding group.**

Таким образом, общая методика определения требуемого уровня достоверности изучения гипсометрии и мощности угольных пластов сводится к определению фактической неоднозначности представлений об изменении этих параметров в межскважинном пространстве в границах успешно отработанных контуров действующих угольных предприятий. Наибольший интерес при этом вызывает оценка неопределенности по объектам, разрабатываемым подземным способом, требующим более достоверного изучения гипсометрии, чем объекты, разрабатываемые открытым способом.

#### ДАННЫЕ

Для выполнения исследования были собраны данные по скважинам, сосредоточенным в пределах успешно отработанных контуров пластов 26 шахт, расположенных в девяти угленосных районах Кузбасса – Анжерском, Байдаевском, Ерунавском, Кемеровском, Ленинском, Мрасском, Осиновском, Терсинском и Томь-Усинском. Десять из них осуществляют добычу на месторождениях 1-й группы сложности, геологического строения, а 16 – на месторождениях 2-й группы. Все шахты, разрабатывающие участки недр 3-й группы сложности, в России уже ликвидированы, а современные недропользователи не проявляют интереса к получению права пользования недрами подобных участков на аукционах и конкурсах.

В качестве исходных данных по каждой скважине собирались данные по пространственным координатам точек пластоподсечения, мощности пласта, углам падения и дирекционным углам направления его падения. В результате обработки данных был сформирован статистический материал, представленный 870 оценочными блоками отработанного контура, в границах которого было сосредоточено более 308 млн т балансовых запасов угля в пластах со средними мощностями от 1,1 до 8,7 м. Углы падения пластов в скважинах колебались в диапазоне от 1 до 29°. Дизъюнктивная нарушенность пластов, оцененная показателем А. С. Забродина по отработанным фрагментам площадью не менее 2 км<sup>2</sup>, изменялась от 0 до 24 м/га. Таким образом, подготовленный статистический материал характеризуется широким диапазоном горно-геологи-

ческих условий и значительным объемом, что позволяет рассматривать его в качестве представительного и обеспечивающего получение достоверных оценок в результате его обработки.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Обобщенные результаты расчета ламбда- (гипсометрия) и дельта- (мощность) критериев разведанности по успешно отработанным участкам пластов представлены в таблице. Минимальные значения критериев по всем объектам близки к нулевым значениям и, в силу этого, не указаны. Графическая интерпретация результатов расчетов (рис. 1, а) показывает, что средние значения ламбда-критериев достоверности изучения гипсометрии для шахт обеих групп сложности близки друг к другу (2,3 м для шахт 1-й группы сложности и 2,6 м – для 2-й группы), но достигаются при различной плотности разведочной сети (при средних площадях ячеек соответственно 117 и 84

тыс. м<sup>2</sup>). Отсюда следует вывод о правомерности принятия единой требуемой достоверности изучения гипсометрии для обеих групп шахт, что в целом и должно иметь место в условиях применения на них одной и той же технологии добычи.

Средние ламбда-критерии по шахтам 1-й группы сложности более стабильны по величине, чем по шахтам 2-й группы. Это также вполне ожидаемо, поскольку последние характеризуются меньшей устойчивостью характеристик горно-геологических условий, вызванной наличием локальных участков их осложнения, что сказывается и на полноте извлечения балансовых запасов: в Кузбассе средняя доля промышленных (в «рудной» терминологии – эксплуатационных) запасов в общих балансовых запасах составляет для шахт 1-й группы 66 %, 2-й группы – 58 %.

Средние показатели достоверности изучения пластовой мощности (рис. 1, б) для шахт обеих групп сложности также близки (5,4 % для шахт

**Результаты расчета критериев разведанности по отработанным участкам угольных шахт**

Шахта (пласт)	Средняя площадь ячейки сети, тыс. м <sup>2</sup>	Ламбда-критерий, м		Средняя мощность пласта, м	Дельта-критерий, %	
		максимальный	средний		максимальный	средний
<b>Месторождения / участки недр 1-й группы сложности геологического строения</b>						
И имени А. Д. Рубана («Полысаевский II»)	133	7,0	2,6	5,04	2,8	1,9
Грамотеинская («Сычевский IV»)	135	7,7	2,3	3,63	27,3	10,5
Костромовская («19»)	87	6,1	2,4	1,78	14,1	6,6
И имени С.М. Кирова («Болдыревский»)	290	7,4	2,5	2,15	30,4	9,8
Алексиевская («Красногорский»)	65	5,6	1,7	4,81	7,3	3,3
И имени Д. В. Ялевского («50»)	155	7,1	2,5	3,75	8,8	3,5
Ерунаковская VIII («48»)	102	7,1	2,6	2,19	13,3	3,9
Тагарышская («34»)	54	6,5	2,6	2,76	12,5	4,1
Сибиргинская («III»)	77	7,0	1,8	8,74	14,3	6,5
Усковская («50»)	71	6,6	2,0	2,48	21,7	3,7
<b>Месторождения / участки недр 2-й группы сложности геологического строения</b>						
Шахтоуправление «Анжерское» («Коксовый»)	98	7,4	3,7	1,77	21,8	7,0
Антоновская («29A»)	47	6,5	3,1	3,61	7,7	4,5
Антоновская-2 («29A»)	50	6,4	2,9	3,57	12,8	4,3
Кыргайская («Кыргайский 42»)	97	5,7	2,3	3,93	9,0	3,0
Юбилейная, 2-й р-н («50»)	65	7,0	1,9	2,48	21,0	2,9
Полосухинская («30»)	100	4,9	2,4	2,05	20,1	4,6
Осинниковская («Еланский 5»)	124	7,8	3,8	3,09	8,3	2,9
Бутовская, Артельный	68	7,8	3,3	1,27	34,7	14,0
Кушеяковская («66»)	59	3,9	1,7	2,71	9,9	4,0
Талдинская Западная-1 («66», «66-67»)	122	5,7	2,3	4,84	16,0	4,7
Есаульская («29A»)	101	7,5	2,9	2,37	12,3	3,4
Распадская («9»)	128	6,7	2,6	1,61	12,6	4,6
Шахтоуправление «Сибирское» («Андреевский»)	50	6,7	3,2	1,81	32,8	10,3
Первомайская («XXIV»)	79	8,3	2,9	1,05	18,30	6,1
Березовская («12»)	49	6,8	3,5	3,06	21,6	6,3
Уварльная («67»)	111	3,1	1,2	2,10	13,0	5,6

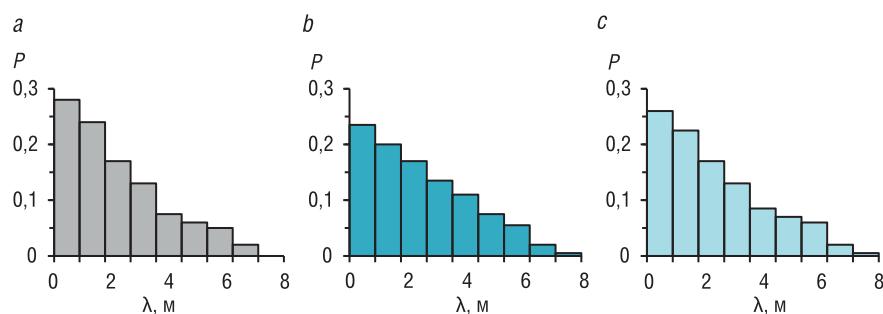


Рис. 2. Гистограммы распределения (частоты  $P$ ) ламбда-критериев ( $\lambda$ ) разведенности гипсометрии пластов угольных шахт 1-й (а), 2-й (б) групп сложности и суммарно по всем шахтам (с)

Fig. 2. Histograms of distribution (frequency  $P$ ) of lambda criteria ( $\lambda$ ) of exploration the hypsometry of coal seams for mines of the (a) 1st and (b) 2nd groups of complexity, and (c) collectively for all mines.

1-й группы сложности и 5,5 % – для 2-й группы). Однако пытаться «коррелировать» их со сложностью не следует, поскольку в условиях Кузбасса степень изменчивости мощности в подавляющем большинстве случаев не является ключевым критерием определения группы сложности месторождения.

Из гистограмм распределения ламбда-критериев (рис. 2) видно, что более значимые по величине критерии фиксируются на шахтных полях 2-й группы сложности почти в 1,5 раза чаще, чем на шахтных полях 1-й группы. Так, вероятность фиксации критериев величиной более 4 м для шахт 1-й группы сложности составляет 0,18; для 2-й группы – 0,25; а величиной более 6 м – соот-

ветственно 0,05 и 0,07. Подобное различие вполне объяснимо и подтверждает представительность использованных материалов.

На месторождениях 1-й группы сложности максимальное наблюдаемое значение ламбда-критерия составило 7,4 м, на месторождениях 2-й группы – 8,3 м. Оценочный блок с наибольшим значением ламбда-критерия (8,3 м) зафиксирован в самом нарушенном оценочном блоке (рис. 3). Тектоническую обстановку в границах этого блока следует признать крайне сложной.

Полученные данные характеризуют качество геологического изучения гипсометрии, обеспечившего осуществление оперативного планирования развития горных работ, что в соответствии с Положением о порядке проведения ГРР [17] должно достигаться на завершающей стадии ГРР, после проведения эксплуатационной разведки.

Таким образом, в качестве допустимого уровня неоднозначности представлений о гипсометрии пласта, отвечающего требованиям эксплуатационной разведки и обеспечивающего планирование развития горных работ на месторождениях 1-й и 2-й групп сложности, следует принять уровень, характеризуемый ламбда-критерием разведенности величиной до 8 м. Его достижение будет доказывать, что требования Закона РФ «О недрах» об осуществлении опережающего изучения недр недропользователем выполнены. Разумеется, что достижение этого уровня не исключает целесообразности локального изучения возможного направления пространственного развития выявленных геологических аномалий. При этом в условиях угольных месторождений данный уровень разведенности нередко достигается еще на разведочной стадии, что во многих случаях объясняет отказ от проведения эксплуатационной разведки или незначительный масштаб ее применения. В соответствии с Методическими рекомендациями [16] ламбда-критерий величиной 8 м с вероятностью 0,67 отвечает погрешности гипсометрического плана (в нормальном к пласту направлении), равной 5 м.

Уровень разведенности гипсометрии пластов, необходимый для проектирования предприятия, должен обеспечивать принятие рациональных решений по вскрытию и подготовке запасов месторождения, определению основных технологи-

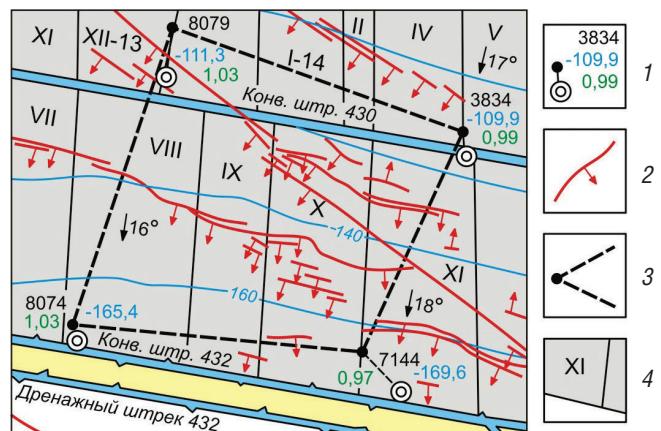


Рис. 3. Фрагмент плана горных работ шахты «Первомайская» с отработанным контуром оценочного блока, пораженного серией разрывных нарушений с амплитудами от 0,1 до 0,5 м, с зафиксированным максимальным значением ламбда-критерия 8,3 м

**Условные обозначения:** 1 – положение устья и пластоподсечения, номер скважины, высотная отметка почвы пласта и его мощность; 2 – разрывное нарушение; 3 – границы оценочного блока; 4 – отработанный контур

Fig. 3. Fragment of the Pervomayskaya mine layout with a worked out contour of the evaluation block damaged by a series of faults with amplitudes from 0.1 to 0.5 m, and with a fixed maximum of the lambda criterion 8.3 m. Symbols: (1) Position of the hole collar and the meeting point of the hole with the coal seam, the hole number, the level of floor of seam and its capacity; (2) Fracture; (3) Boundaries of evaluation block; (4) Worked out contour.

ческих параметров добычи. Уровень, требуемый для осуществления планирования развития горных работ, объективно должен быть выше, чем для проектирования предприятия.

Максимальная допустимая неопределенность гипсометрических построений, при которой эти задачи могут быть решены, также может быть определена по опыту отработки шахтных полей. В случае выявления горными работами участков с осложнением ожидаемых горно-геологических условий до уровня, исключающего возможность ведения добычных работ, запасы этих участков списываются с баланса предприятия без отнесения в потери. Если выявление таких участков не повлекло за собой необходимость пересмотра решений по вскрытию и подготовке запасов, то наблюдаемую в их границах неопределенность гипсометрических построений можно признать в качестве предельно допустимой при осуществлении проектирования предприятия. Для наибольшей достоверности получаемых результатов необходимо, чтобы такие участки были расположены в проектном контуре разработки, а тектонические нарушения были вскрыты горными работами, как это иллюстрируется примерами фрагментов планов горных работ (рис. 4).

Указанным требованиям отвечают участки пластов с общими запасами 3,7 млн т, расположенные исключительно в границах шахт на месторождениях 2-й группы сложности (шахты «Антоновская», «Березовская», «Осинниковская», «Первомайская», «Юбилейная» и шахтоуправление «Анжерское»). Значения ламбда-критериев по участкам списания изменяются от 8,6 до 24,9 м, при среднем значении 14,9 м. Значение основной части критериев разведенности не превышают 20 м (рис. 5).

В соответствии с Положением о порядке проведения ГРР [17] получение информации, обеспе-

чивающей проектирование строительства горнодобывающего предприятия, является основной задачей стадии разведочных работ, завершающей выделением запасов категории С<sub>1</sub>, которые должны составлять основную часть запасов разведываемых и разрабатываемых месторождений. Решения по выделению запасов категории С<sub>1</sub> должны обосновываться исследованиями на участках детализации, классифицируемых по категориям А и В [2]. Таким образом, в границах запасов категории С<sub>1</sub>, обеспечивающих в соответствии с требованиями Классификации [2] проектирование, строительство и эксплуатацию предприятий, значения ламбда-критериев разведенности гипсометрии пласта не должны превышать 25 м. Причем в случае, если значения критериев превышают 8 м, то такие участки перед началом строительства и эксплуатации должны быть объектом проведения эксплуатационной разведки.

К сожалению, в современной Классификации запасов не предусмотрено выделение категории запасов, в границах которых эксплуатационная разведка уже не требуется. Однако выделение такой категории запасов представляется целесообразным в связи с наличием законодательных требований по опережающему изучению недр. Тем более что, начиная с первой советской классификации запасов 1927 г., такая категория (A<sub>1</sub>), выделяемая по результатам эксплуатационной разведки, существовала вплоть до 1960 г. Современные запасы категорий А и В, выделяемые в соответствии с [2] только на участках детализации, ориентированы на решение иных задач, имеющих чисто методический характер.

Гистограммы распределения дельта-критериев разведенности мощности (рис. 6) показывают близость значений критериев для шахтных полей обеих групп сложности. При этом максимальные значения дельта-

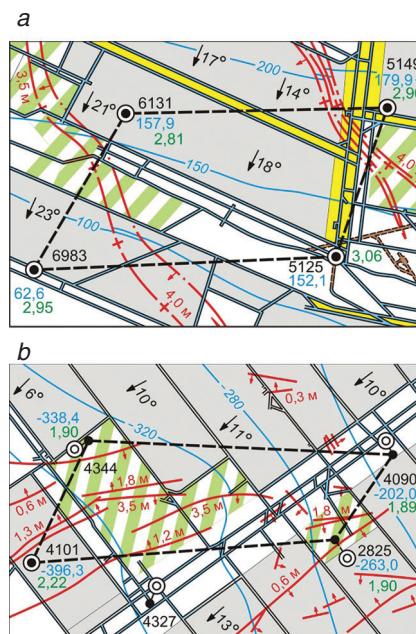


Рис. 4. Фрагменты планов горных работ с участками списанных запасов:  
а – шахта «Березовская» (в оценочном блоке  $\lambda=18,6$  м); б – шахтоуправление «Анжерское» ( $\lambda=17,8$  м)

Fig. 4. Fragments of mining plans with the sites whose reserves are written off the State Register of Reserves: (a) The Berezovskaya mine (in the evaluation block  $\lambda=18.6$  m); (b) The Anzherskoye mine management ( $\lambda=17.8$  m).

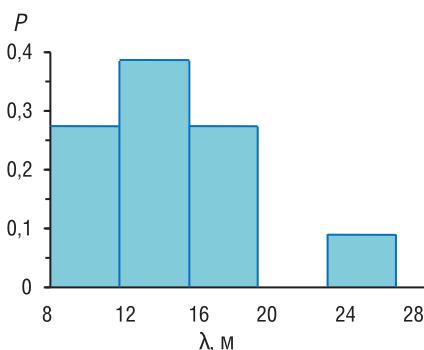


Рис. 5. Гистограммы распределения (частоты  $P$ ) ламбда-критериев ( $\lambda$ ) по участкам осложнения ожидаемых горно-геологических условий, не потребовавших пересмотра решений по вскрытию и подготовке запасов

Fig. 5. Histograms of the distribution (frequency  $P$ ) of lambda criteria ( $\lambda$ ) by the sites of worsening of expected mining and geological conditions that did not require revision of decisions for reserves opening up.

критерии коррелируют с их средними значениями (рис. 7). По подавляющей части оценочных блоков (более 90 %) дельта-критерии разведенности мощности не превышают 12 %, что отвечает их максимальному значению, равному 35 %.

Как уже отмечалось, нормативные документы [6, 7, 11] предусматривают различные требования к погрешностям определения мощности пластов: чем выше мощность пласта, тем с большей погрешностью она может быть определена. Справедливость подобной дифференциации подтверждают и полученные результаты расчетов дельта-критериев разведенности мощности по успешно отработанным участкам угольных пластов. Они указывают на существенное отличие максимальных значений дельта-критериев для пластов различной мощности (рис. 8), что целесообразно усредненно учитывать при оценке достоверности запасов.

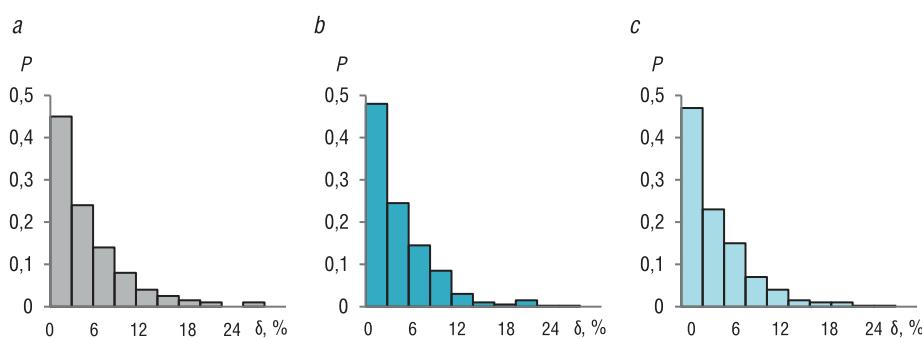


Рис. 6. Гистограммы распределения (частоты  $P$ ) дельта-критериев ( $\delta$ ) разведенности мощности пластов угольных шахт 1-й (а), 2-й (б) групп сложности и суммарно по всем шахтам (в)

Fig. 6. Histograms of the distribution (frequency  $P$ ) of delta criteria ( $\delta$ ) of thickness exploration of coal seams of the (a) 1st and (b) 2nd groups of complexity, and (c) collectively for all mines.

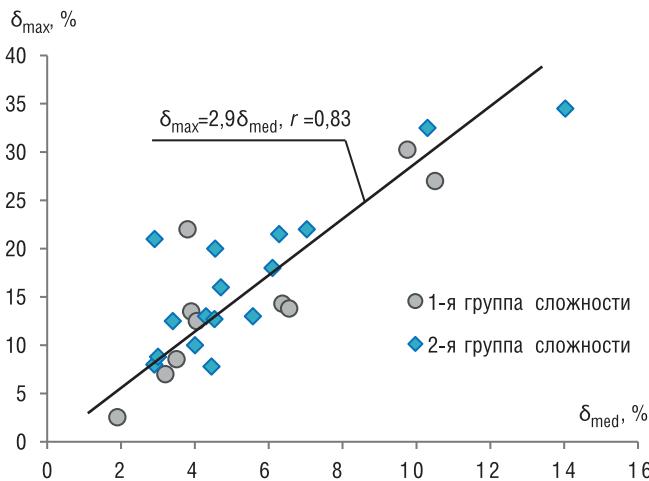


Рис. 7. Зависимость между средними ( $\delta_{\text{med}}$ ) и максимальными ( $\delta_{\text{max}}$ ) значениями дельта-критериев разведенности мощности пластов угольных шахт 1-й и 2-й групп сложности

Fig. 7. The relationship between average ( $\delta_{\text{med}}$ ) and maximum ( $\delta_{\text{max}}$ ) values of the delta criteria of thickness exploration of coal seams of the 1st (gray circles) and 2nd (dark turquoise diamonds) groups of complexity.

Таким образом можно рекомендовать, что в границах запасов категории  $C_1$ , обеспечивающих как проектирование предприятий, так и планирование развития горных работ, дельта-критерии разведенности мощности пласта не должны превышать 35 % для весьма тонких и тонких пластов (до 1,2 м), 30 % для пластов средней мощности (1,2–3,5 %) и 20 % для остальных. Для выдержаных по мощности тонких и средней мощности пластов расчет дельта-критериев нецелесообразен в связи с малозначимой изменчивостью мощности (менее 20 и 25 % соответственно [11]).

### ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Установленные на основании актуальных шахтных данных уровни допустимой неоднозначности изучения гипсометрии и мощности угольных пластов, численно выражаемые оцениваемыми на стадии разведочных работ ламбда- и дельта-критериями разведенности, позволяют повысить объективность заключения о степени разведенности угольных месторождений.

Значимо различные требования к достоверности геологоразведочных материалов, используемых при проектировании предприятий и при планировании развития горных работ, предполагают, что в условиях государственной собственности на недра и наличия законодательных требований к опе-

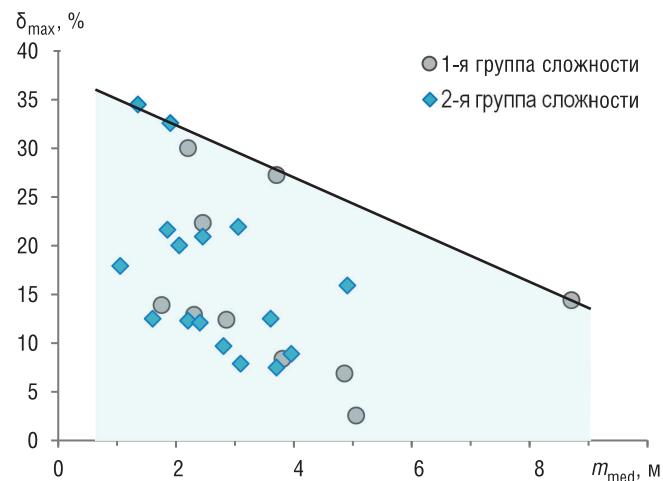


Рис. 8. Максимальные значения дельта-критериев разведенности мощности ( $\delta_{\text{max}}$ ) при различной средней мощности пласта ( $m_{\text{med}}$ ) для шахт 1-й и 2-й групп сложности

Fig. 8. Maximum values of delta criteria of thickness exploration ( $\delta_{\text{max}}$ ) at different average coal seam thickness ( $m_{\text{med}}$ ) for mines of the 1st (gray circles) and 2nd (dark turquoise diamonds) groups of complexity.

режающему изучению недр целесообразно возродить существовавшую в период 1927–1959 гг. категорию запасов, присваиваемую им после проведения работ, отвечающих требованиям эксплуатационной разведки.

Целесообразно частично возродить ранее существовавшую советскую практику двухэтапного признания месторождений, подготовленных к промышленному освоению. Первым этапом является признание месторождения разведенным по итогам проведения государственной экспертизы запасов полезных ископаемых. На втором этапе – на стадии рассмотрения и согласования проектной и технической документации ЦКР-ТПИ Роснедр – целесообразно определять, насколько достигнутая степень разведенности гарантирует реализуемость проектных решений, заложенных уже в конкретном

проекте. Эффективным инструментом такого анализа можно признать методику [18], основанную на многовариантном моделировании месторождения, а основным инструментом достижения реализуемости проекта – эксплуатационную разведку. Вероятно, ЦКР-ТПИ Роснедр должна иметь право отказа в согласовании проектной документации по разданному месторождению в случае, если разведенность его отдельных фрагментов не гарантирует возможность реализации проектных решений по разработке недр. Проектные решения по организации эксплуатационной разведки, нормативно входящие в состав технических проектов разработки месторождений угля, должны носить не формальный, как ныне, а вполне конкретных характер, позволяющий органам Росприроднадзора оценить полноту их реализации.

Поступила в редакцию 25.05.2022



#### Список использованных источников

1. Положение о государственной экспертизе запасов полезных ископаемых и подземных вод, геологической информации о предоставляемых в пользование участках недр, об определении размера и порядка взимания платы за ее проведение : утв. постановлением Правительства РФ 11.02.2005 № 69 : ред. от 12.11.2020 // Офиц. интернет-портал правовой информации. URL: [http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?doc\\_itself=&backlink=1&end=102091047&page=1&rdk=10#I0](http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?doc_itself=&backlink=1&end=102091047&page=1&rdk=10#I0).
2. Классификация запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых : утв. приказом Минприроды РФ от 11.12.2006 № 278: (зарегистрирован в Минюсте России от 25.12.2006 рег. № 8667) // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти. – 2007. – Вып. 5.
3. Классификация запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых : утв. постановлением Совета Министров СССР от 30.11.1981 № 1128 // Сборник руководящих материалов по геолого-экономической оценке месторождений полезных ископаемых. – М. : Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых при Совете Министров СССР, 1985. – Т. I. – С. 55–66.
4. Положение о порядке передачи разведенных месторождений полезных ископаемых для промышленного освоения : утв. постановлением Совета Министров СССР 21.12.1988 № 1439 // Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации. URL: <https://docs.cntd.ru/document/9003962?marker=6520IM>.
5. Положение о Государственном комитете СССР по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и горному надзору : утв. постановлением Совета Министров СССР от 25.03.1982 № 232 // Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации. URL: <https://docs.cntd.ru/document/765707697>.
6. Временные технические требования угольной промышленности к геологоразведочным работам и исходным геологическим материалам, представляемым для проектирования нового строительства и реконструкции шахт и разрезов : утв. первым зам. Министра угольной промышленности СССР 19.10.1970. – М., 1970. – 24 с.
7. Технические требования угольной промышленности к ГРР и исходным геологическим материалам, представляемым для проектирования шахт и разрезов : утв. первым зам. Министра угольной промышленности СССР 26.11.1986. – М., 1986. – 35 с.
8. Отраслевые требования, предъявляемые к проектированию предприятий угольной промышленности по добыче и переработке полезных ископаемых с целью рационального и комплексного использования минерального сырья : утв. первым зам. Министра угольной промышленности СССР, 1987. – М., 1987. – 37 с.
9. ВНТП 14-80. Нормы технологического проектирования угольных шахт и разрезов. Раздел – Запасы полей шахт и разрезов / разраб. Центрогипрошахт : утв. Минуглепромом СССР 10.01.1980. – М., 1987. – 8 с.
10. ВНТП 1-92. Временные нормы технологического проектирования угольных и сланцевых шахт : утв. Комитетом угольной промышленности 08.12.92; согл. Госгортехнадзором России письмом от 11.11.92 г. № 07-4/107. – М., 1993. – 112 с.
11. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов углей и горючих сланцев : утв. распоряжением Минприроды России от 05.06.2007 № 37-р. – М., 2007. – Приложение 34. – 31 с.
12. Крейтер В. М. Основные принципы классификации и подсчета запасов полезных ископаемых ; [Предисл.: акад. А. А. Скочинский]. – М.-Л. : Изд.-во АН СССР, 1937. – 48 с. – (АН СССР. Сер. III: Горное дело. Вып. 1).
13. Шакlein С. В., Рогова Т. Б. Представления работников шахт Кузбасса о допустимых погрешностях геометрических моделей формы и структуры угольного пласта // Маркшейдерский вестник. 1995. № 1. – С. 38.

14. Рогова Т. Б., Шакlein С. В. Достоверность запасов угольных месторождений. Количественная оценка и мониторинг. – Saarbrücken : LAP Lambert Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2011. – 508 с. – Эл. версия печ. публикации: <https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-ocenka-dostovernostizapasovugly.pdf>.
15. Рогова Т. Б., Шакlein С. В. Программное обеспечение мониторинга достоверности запасов угледобывающих предприятий // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2012. № 1. – С. 20–26.
16. Методические рекомендации по проведению количественной оценки степени соответствия геологических моделей месторождения угля его истинному состоянию / В. А. Коткин, В. Г. Малухин, О. П. Никифорова, Т. Б. Рогова, С. В. Шакlein, В. О. Ярков. – М. – Кемерово : ОЭРН, 2011. – 86 с. – Эл. версия печ. публикации: <https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-metodicheskie-rekomendacii.pdf>.
17. Положение о порядке проведения геологоразведочных работ по этапам и стадиям (твёрдые полезные ископаемые) : разраб. ВИЭМС : утв. распоряжением МПР России от 05.07.1999 № 83-р. – М., 1999. – 28 с.
18. Писаренко М. В. Методическое сопровождение комплексной оценки подготовленности угольных месторождений к рациональному промышленному освоению // Рациональное освоение недр. 2019. № 4. С. 26–31.

UDC code 622.013:550.812.14:553.042

DOI: 10.26121/RON.2022.16.62.002

OECD 1.05.KY

**On the uncertainty (confidence) of geological data, which ensure the feasibility of the coal mining project****Sergey V. Shaklein**, D.Sc. (in Engineering), Chief Researcher, FRC CCC SB RAS<sup>1</sup>, E-mail: sv1950@mail.ru**Tamara B. Rogova**, D.Sc. (in Engineering), Prof., KuzSTU<sup>2</sup>, E-mail: rogtb@mail.ru**Marina V. Pisarenko**, D.Sc. (in Engineering), Leading Researcher, FRC CCC SB RAS<sup>1</sup>, E-mail: iu.kemsc@mail.ru<sup>1</sup>The Federal Research Center of Coal and Coal Chemistry of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (Institute of Coal SB RAS). 10, Leningradsky prosp., Kemerovo, Kemerovo region, 650065, Russia.<sup>2</sup>T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University. 28, Vesennaya ul., Kemerovo, Kemerovo region, 650000, Russia.

**Abstract:** Based on the results of underground mining of 308 million tons of coal reserves in Kuzbass, the level of uncertainty in the study of hypsometry and thickness of seam was established, at which the legitimacy of the design and detailed planning of mining development is ensured. It is pointed out that it would be advisable to introduce a special category of mineral resources, within which operational exploration is no longer required.

**Key words:** Uncertainty of the geological data; Coal seam; Hypsometry; Thickness; Zones of detailed study; Categories of mineral resource; Operational exploration.

**Received** 25 May 2022

**References**

1. Положение о государственном экспертизе запасов полезных ископаемых и подземных вод, геологической информации о предоставляемых в полiovание участках недр, об определении размера и порядка взимания платы за ее проведение [Regulations on the State appraisal of reserves of commercial minerals and groundwater, geological information on claims, on determining the amount and procedure for charging fees for its conduct\*], Approved by RF Government Decree No. 69 of 11.02.2005. Available at: [http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?doc\\_itself=&backlink=1&nd=102091047&page=1&rdk=10#I0](http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?doc_itself=&backlink=1&nd=102091047&page=1&rdk=10#I0). (in Russ.)
2. Классификация запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых [Classification of mineral reserves and resources\*]. *Byulleten' normativnykh aktov federal'nykh organov ispolnitel'noi vlasti* [Bulletin of Normative Acts of Federal Executive Authorities\*], 2007, Issue 5. (in Russ.)
3. Классификация запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых [Classification of reserve and possible resources of solid mineral deposits\*]. In: *Sbornik rukovodящих материалов по геолого-экономической оценке месторождений полезных ископаемых* [Collection of guidance materials on geological and economic assessment of mineral deposits\*]. *Gosudarstvennaya komissiya po zapasam poleznykh iskopаемykh pri Sovete Ministrov SSSR* [State Commission on Mineral Reserves under the Council of Ministers of the USSR\*]. Moscow, 1985, vol. I, pp. 55–66. (in Russ.)
4. Положение о порядке передачи разведанных месторождений полезных ископаемых для промышленного освоения [Regulation on the Procedure for the Transfer of Explored mineral deposits for industrial development\*]. Electronic fund of regulatory, technical and regulatory information. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/9003962?marker=6520IM>. (in Russ.)
5. Положение о Государственном комитете СССР по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и горном надзору [Regulations on the USSR State Committee for Supervision of Safe Conduct of Work in Industry and Mining Supervision\*]. Electronic fund of regulatory, technical and regulatory information. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/765707697>. (in Russ.)
6. Временные технические требования угольной промышленности к геологоразведочным работам и исходным геологическим материалам, представляемым для проектирования нового строительства и реконструкции шахт и разрезов [Temporary technical requirements of the coal industry for geological exploration and initial geological materials submitted for the design of new construction and reconstruction of mines and sections\*]. Moscow, 1970, 24 p. (in Russ.)
7. Технические требования угольной промышленности к ГРР и исходным геологическим материалам, представляемым для проектирования шахт и разрезов [Technical requirements of the coal industry for geological exploration and initial geological materials submitted for the design of mines and sections\*]. Moscow, 1986, 35 p. (in Russ.)

8. *Otraslevye trebovaniya, pred'yavlyayemye k proektirovaniyu predpriyatiu ugol'noi promyshlennosti po dobache i pererabotke poleznykh iskopaemykh s tsel'yu ratsional'nogo i kompleksnogo ispol'zovaniya mineral'nogo syr'ya* [Industry requirements for the design of coal industry enterprises for the extraction and processing of minerals for the purpose of rational and integrated use of mineral raw materials\*]. Moscow, 1987, 37 p. (in Russ.)
9. *VNTP 14-80. Normy tekhnologicheskogo proektirovaniya ugol'nykh shakht i razrezov. Razdel – Zapasy polei shakht i razrezov* [Departmental process design norms VNTP 14-80. Process design norms of coal mines and sections. Section – Reserves of slope mines and open-casts\*]. Moscow, 1987, 8 p. (in Russ.)
10. *VNTP 1-92. Vremennye normy tekhnologicheskogo proektirovaniya ugol'nykh i slantsevykh shakht* [VNTP 1-92. Temporary process design norms of coal and shale mines\*]. Moscow, 1993, 112 p. (in Russ.)
11. *Metodicheskie rekomendatsii po primeneniyu Klassifikatsii zapasov mestorozhdenii i prognoznykh resursov uglei i goryuchikh slantsev* [Recommended Practice for application of the Classification of reserves of deposits and forecast resources of coal and oil shale\*]. Moscow, 2007. Appendix 34, 31 p. (in Russ.)
12. Kreiter V.M. *Osnovnye printsypr klassifikatsii i podscheta zapasov poleznykh iskopaemykh* [Basic principles of classification and calculation of mineral reserves\*]. Moscow–Leningrad, Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1937, 48 p. (in Russ.)
13. Shaklein S.V., Rogova T.B. *Predstavleniya rabotnikov shakht Kuzbassa o dopustimykh pogreshnostyakh geometricheskikh modelei formy i struktury ugol'nogo plasta* [Representations of Kuzbass mine workers on the permissible errors of geometric models of the shape and structure of the coal seam\*]. *Marksheiderskii vestnik* [Surveying Bulletin], 1995, no. 1, p. 38. (in Russ.)
14. Rogova T.B., Shaklein S.V. *Dostovernost' zapasov ugol'nykh mestorozhdenii. Kolichestvennaya otsenka i monitoring* [Reliability of coal deposits reserves. Quantitative assessment and monitoring\*]. Saarbrücken, LAP Lambert Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2011, 508 p. Electronic version: <https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-ocenkadostovernostizapasovugly.pdf>. (in Russ.)
15. Rogova T.B., Shaklein S.V. *Programmnoe obespechenie monitoringa dostovernosti zapasov ugledobivayushchikh predpriyatii* [Software for monitoring the reliability of coal mining enterprises' reserves\*]. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kuzbass State Technical University journal], 2012, no. 1, pp. 20-26. (in Russ.)
16. Kotkin V.A., Malukhin V.G., Nikiforova O.P., Rogova T.B., Shaklein S.V., Yarkov V.O. *Metodicheskie rekomendatsii po provedeniyu kolichestvennoi otsenki stepeni sootvetstviya geologicheskikh modelei mestorozhdeniya uglya ego istinnomu sostoyaniyu* [Recommended Practice for carrying out a quantitative assessment of the degree of compliance of geological models of a coal deposit with its true state\*]. Moscow – Kemerovo, OERN Publ., 2011, 86 p. Available at: <https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-metodicheskie-rekomendacii.pdf>. (in Russ.)
17. *Polozhenie o poryadke provedeniya geologorazvedochnykh rabot po etapam i stadiyam (tverdye poleznye iskopaemye)* [Regulation on the Procedure for conducting geological exploration by phases and stages (solid minerals\*)]. Moscow, 1999, 28 p. (in Russ.)
18. Pisarenko M.V. Methodical support for the comprehensive assessment of the preparedness of coal fields to rational industrial development. *Ratsional'noe osvoenie nedr* [Mineral Mining & Conservation (MMC)], 2019, no. 4, pp. 26-31. (in Russ.)

---

\*Translated by the Authors of this article.

#### **Ссылка для цитирования в русскоязычных изданиях:**

Шакlein С. В., Рогова Т. Б., Писаренко М. В. О неопределенности (достоверности) геологических материалов, обеспечивающей реализуемость проекта освоения угольного месторождения // Рациональное освоение недр. 2022. № 3. С. 26–37 DOI: 10.26121/ RON.2022.16.62.002

#### **To cite this article in English:**

Shaklein S.V., Rogova T.B., Pisarenko M.V. On the uncertainty (confidence) of geological data, which ensure the feasibility of the coal mining project. *Ratsional'noye osvoyeniye nedr* [Mineral Mining & Conservation (MMC)], 2022, no. 3, pp. 26–37 DOI: 10.26121/RON.2022.16.62.002

# Совершенствование способов рекультивации бортов неглубоких карьеров



**Б. Л. Тальгамер,**  
д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой  
разработки месторождений полезных  
ископаемых, ИРНИТУ\*.  
E-mail: gor@istu.edu



**К. П. Галайда,**  
аспирант, ИРНИТУ\*.  
E-mail: galanna82@ya.ru

\*ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет» (664074 Иркутск, ул. Лермонтова, 83)

В настоящее время горными работами в Российской Федерации ежегодно нарушается 75–80 тыс. га земель. Почти половина из них – это земли, нарушенные при добыче стройматериалов, торфа, а также золота, платины и алмазов из россыпей. Добыча указанных полезных ископаемых осуществляется в основном с использованием неглубоких карьеров. Число таких карьеров по регионам России исчисляется сотнями и тысячами.

Ввиду небольшой глубины таких карьеров, казалось бы, рекультивация их не должна вызывать особых сложностей. Однако, как показывает практика, большая часть отработанных карьеров остается без должной рекультивации. Во многих случаях это объясняется отсутствием достаточного количества рыхлых отложений, которые могли бы

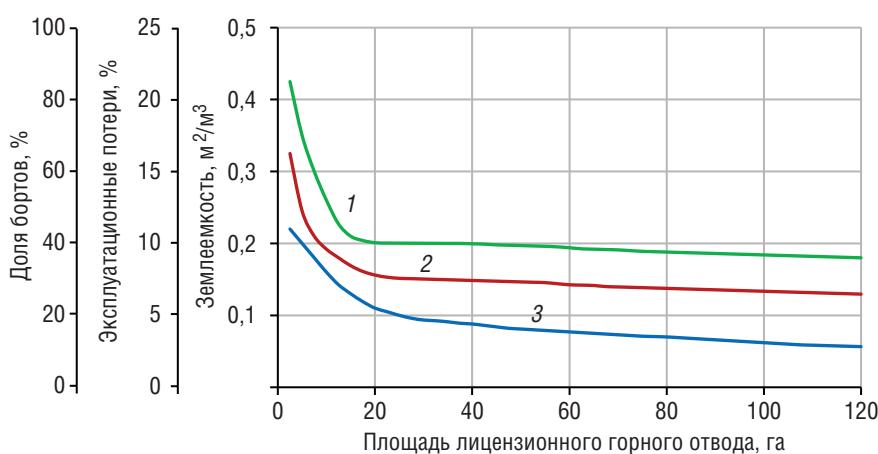
Обоснована актуальность совершенствования работ по рекультивации неглубоких карьеров. Приведены некоторые результаты исследований на карьерах по добыче песчано-гравийной смеси в Иркутской области с анализом использования земель и потерь полезного ископаемого при добыче. Отмечена тенденция снижения производственной мощности горнодобывающих предприятий по добыче стройматериалов и, соответственно, размеров лицензионных отводов с одновременным увеличением доли бортов в общей площади нарушенных земель. Выявлены недостатки существующих способов выполаживания бортов неглубоких карьеров и предложены новые технологические схемы их рекультивации для разных горнотехнических условий разработки месторождений, позволяющие совмещать вскрышные, добывочные и рекультивационные работы, повышать устойчивость сформированных бортов к эрозионным процессам при затоплении выработок, снижать потери полезного ископаемого и землеемкость горных работ.

**Ключевые слова:** неглубокие карьеры, способы рекультивации бортов, инновационные технические решения.

использоваться при рекультивационных работах. Чаще всего на месторождениях стройматериалов и торфа мощность вскрышных пород на порядок меньше мощности продуктивных отложений, поэтому этих пород в лучшем случае хватает только на выполаживание бортов.

Анализ состояния работ по рекультивации многочисленных карьеров по добыче стройматериалов в Иркутской области показал, что даже рекультивация бортов не осуществляется или выполняется непрофессионально. Вместе с тем невыполненные борта выработок являются местом интенсивной и длительной эрозии.

Кроме того, выполненный нами анализ [1] выявил тенденцию уменьшения площади отдельных карьеров при сохранении (и даже увеличении) общей площади нарушенных земель,



**Рис. 1. Зависимость землеемкости горных работ (1), эксплуатационных потерь (2) и доли рекультивированных бортов карьеров в общей площади восстановленных земель (3) от площади лицензионного горного отвода**

**Fig. 1. The dependence of (1) the land intensity of mining operations, (2) mining losses and (3) the percentage of reclaimed open-pit sides in the total area of restored land on the area of licensed claim area.**

т. е. количество карьеров по добыче стройматериалов существенно растет при незначительном увеличении объемов добываемого полезного ископаемого. Последнее объясняется не только увеличением числа добывающих предприятий при сокращении их производственной мощности, но и уменьшением площадей лицензионных отводов. Указанный факт негативно сказывается на восстановлении нарушенных земель, в том числе из-за невозможности использования выработанного пространства для складирования пустых пород.

Разработка небольших карьеров осуществляется с внешним отвалообразованием. Кроме того, с уменьшением площади карьера одновременно растет и доля работ по рекультивации его бортов. Как показали расчеты по анализируемым карьерам, с уменьшением площади карьера на порядок соотношение его периметра и площади увеличивается в 2,5–3,5 раза. При этом доля площади рекультивированных бортов за счет их выполаживания возрастает до 50 % от общей восстановленной площади. Таким образом, актуальность рекультивации бортов карьеров ежегодно растет. С уменьшением площади лицензионных отводов и, соответственно, карьеров существенно растут землеемкость горных работ и эксплуатационные потери полезного ископаемого, в том числе в бортах (рис. 1).

В настоящее время наибольшее распространение получили два способа рекультивации бортов неглубоких карьеров:

**первый** – выполаживание бортов путем среза верхней части борта с укладкой срезанных пород у подножия. Основной недостаток данного способа – расширение площади нарушенных земель. В ряде случаев, когда граница горного и земельного отводов примыкает к верхней бровке борта карьера, этот способ вообще неприемлем;

**второй** – выполаживание бортов за счет перевалки пород вскрыши, складируемых в процессе разработки на поверхности вдоль контуров карьера. Недостатки этого способа – увеличение площади нарушенных земель за счет внешнего отвалообразования, а также необходимость повторной перевалки пустых пород.

Одним из важных условий снижения негативного воздействия горных работ на земельные ресурсы и повышения эффективности их восстановления являются уменьшение землеемкости и максимальное сокращение периода между добычными и рекультивационными работами, и лучший вариант – совмещение этих работ с укладкой пород вскрыши в выработанное пространство.

Для реализации вышеуказанных условий нами предлагается начинать разработку месторождения

(например, песчано-гравийной смеси, песка, глины) вдоль контура запасов. После очистки карьерного поля от растительности экскаватором типа драглайн начинают проходку вскрывающей траншеи 2 по периметру месторождения вдоль границы запасов 1 (рис. 2). На первом этапе в начале вскрывающей траншеи 2 формируют выработку

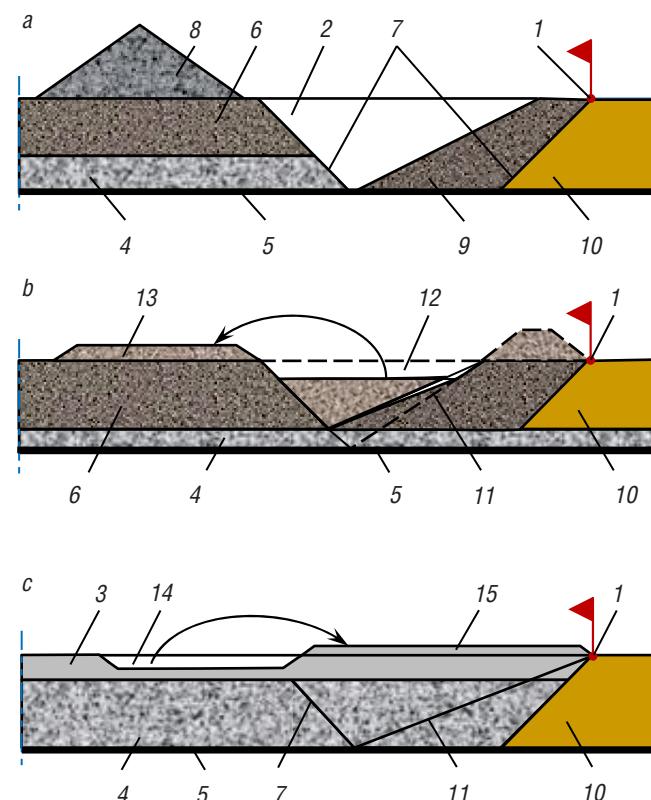
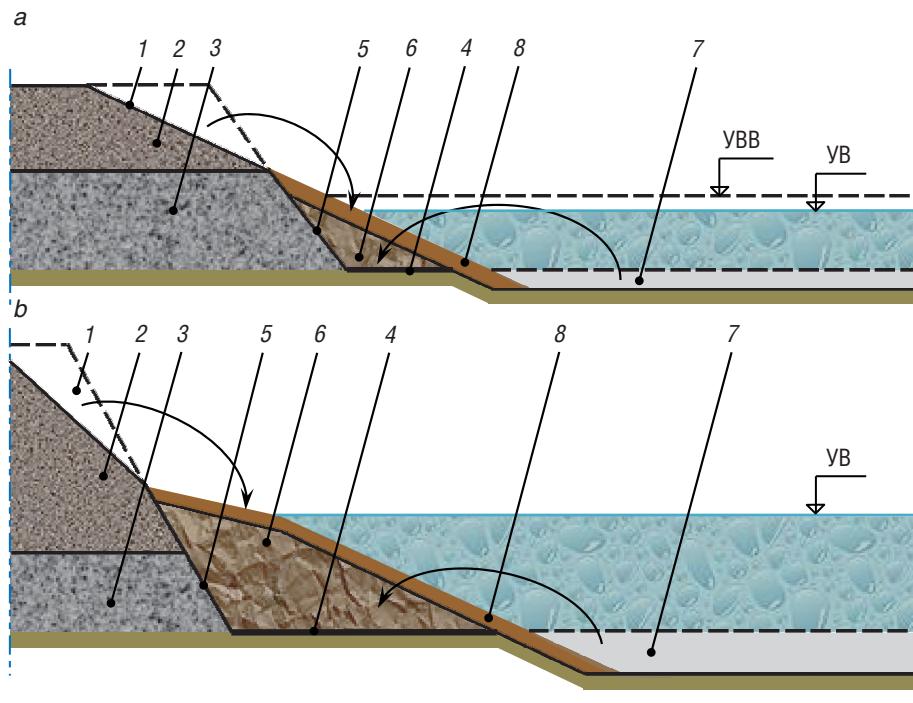


Рис. 2. Технология разработки пластовых месторождений с совмещением вскрышных, добычных и рекультивационных работ:

а – при равенстве объемов вскрыши и прибортового отвала; б – при избытке вскрышных пород; в – при недостатке вскрышных пород; 1 – граница запасов; 2 – вскрывающая траншея; 3 – заходки в центральной части месторождения; 4 – полезное ископаемое в целике; 5 – подстилающие породы; 6 – вскрышные породы; 7 – контур вскрывающей траншеи; 8 – временный склад полезного ископаемого; 9 – отвал вскрышных пород; 10 – нерабочий борт карьера; 11 – выполненный борт; 12 – выработка после удаления избытка вскрышных пород; 13 – временный отвал вскрышных пород; 14 – выработка после перемещения недостающего количества вскрышных пород из заходок в контуры траншеи; 15 – насыпь в контурах траншеи, компенсирующая недостаток вскрышных пород

**Fig. 2. Technology of development of bedded deposits with a combining stripping, mining and reclamation works:** (a) If the volumes of overburden and the adjacent dump are equal; (b) If there is an excess of overburden; (c) If there is a lack of overburden; (1) Boundary of reserves; (2) Overburden haulage incline out of the pit; (3) Stripping cuts in the central part of the deposit; (4) Minerals in the pillar; (5) Underlying rocks; (6) Overburden rocks; (7) Contour of overburden haulage incline out of the pit; (8) Temporary stock dump of minerals; (9) Overburden dump; (10) Spoil-pail bank; (11) Flattened side; (12) An opening after removal of excess overburden; (13) Temporary overburden dump; (14) Mine working after moving the shortfall amount of overburden from stripping cut to the contours of overburden haulage incline; (15) Fill in the trench contours compensating for the shortage of overburden.



**Рис. 3. Способ рекультивации с подсыпкой бортов полускальными породами:**  
 а – до уровня высоких вод (УВВ); б – с созданием водоема достаточной глубины; 1 – выровненный борт; 2 – вскрышные породы; 3 – полезное ископаемое; 4 – подстилающие породы; 5 – борт выработки; 6 – подсыпка из полускальных пород; 7 – слой задирки подстилающих пород; 8 – слой потенциально плодородных земель

**Fig. 3. The reclamation method with the up filling from semi-firm rocks:** (a) To the height-water level; (b) With the building of a reservoir of sufficient depth; (1) Flattened side; (2) Overburden rocks; (3) Minerals; (4) Underlying rocks; (5) Entry rib; (6) Up filling from semi-firm rocks; (7) Chipping slice of underlying rocks; (8) layer of potentially rich rocks.

с временным размещением вскрышных пород на борту карьера. После выемки полезного ископаемого 4 на подстилающие породы 5 у нерабочего борта 10 производят укладку вскрышных пород 6 с выполаживанием борта 11 в соответствии с требованиями горнотехнической рекультивации в зависимости от принятого направления (водохозяйственное, рекреационное, природоохранное и т. д.). Полезное ископаемое 4 укладывают во временный склад 8 (или сразу в транспортное средство) с последующей отгрузкой потребителю.

При большой мощности вскрышных пород вместимость отвала 9 в пределах контура 7 вскрывающей траншеи 2 может быть недостаточной для размещения всего объема пород без подсыпки рабочего борта и полезного ископаемого. В этом случае производят частичную выемку вскрышных пород в пределах контура 7 вскрывающей траншеи 2 с созданием выработки 12 и временным размещением пород во временный отвал 13. Данная операция позволяет выполаживать борт отвала 9 без подсыпки пласта полезного ископаемого 4. В последующем, при отработке примыкающей к вскрывающей траншее 2 заходки 3 вместимость отвала в выработанном пространстве возрастает, и все вскрышные породы в пределах заходки 3 совместно с породами временного отвала 13 скла-

дируются на подстилающие породы (дно) и выположенный борт 9.

При разработке многих месторождений полезных ископаемых (в том числе месторождения песчано-гравийной смеси, песка, глины; россыпи) мощность пустых пород, перекрывающих пласт полезного ископаемого, невелика, поэтому вскрышных пород недостаточно для выполаживания бортов и засыпки выработанного пространства.

Если мощность вскрышных пород незначительна, то их в пределах контуров 7 вскрывающей траншеи 2 может быть недостаточно для выполаживания борта карьера в соответствии с требованиями горнотехнической рекультивации. В этом случае недостающая часть вскрышных пород до-

ставляется в контур траншеи 2 с площади примыкающих к траншее заходок 3 в центральной части месторождения. При этом за контуром 7 траншеи 2 создают выработку 14, а в контурах траншеи формируют насыпь 15. В последующем при проходке траншеи 2 вскрышные породы 6 совместно с насыпью 15 перекладываются в выработанное пространство с выполаживанием борта 9. Параметры выработок 12 и 14 устанавливаются расчетом с учетом горнотехнических условий залегания месторождения и выбранного направления рекультивации.

При рекультивации удаленных и изолированных от посещения людей выработок выполаживание бортов и откосов целесообразно производить исходя из минимальных требований природозащитного направления.

Нами предлагается повысить устойчивость минимально выполненных бортов к эрозионным и оползневым процессам путем формирования бортов из более крепких пород, взятых со дна карьера (рис. 3).

В некоторых случаях созданию в выработанном пространстве водоема препятствует незначительная глубина карьера, при которой водоем может промерзать до дна. Последний факт резко затрудняет процесс воссоздания в таких водоем-

мах ихтиофауны и ихтиофлоры из-за их гибели в зимний период. Иногда происходит заболачивание выработанного пространства. В этих условиях углубление выработки позволяет предотвратить промерзание водоема до дна и таким образом обеспечить более интенсивное развитие его биологической продуктивности.

Подсыпка бортов более крепкими породами, взятыми со дна карьера (песчаники, аргиллиты, сланцы, алевролиты и т.д.), позволяет увеличить устойчивость бортов к эрозионным процессам и обеспечить необходимый отвод излишков воды во время осадков и таяния снега из поверхностных слоев (слой вскрытых пород и почвы), а также подземных вод из водоносного пласта, выполняя роль дренажного устройства и предотвращая оползневые явления.

Данная технология рекультивации позволяет уменьшить объем земляных работ за счет увеличения углов откосов путем подсыпки бортов полускальными породами и сократить землеемкость горных работ.

Выемка подстилающих полезное ископаемое полускальных пород (плотика) производится бульдозерами, при необходимости оборудованными рыхлителями. Подсыпку бортов карьера осуществляют послойно с углом откоса 7–23° в зависимости от направления рекультивации нарушенных земель.

С целью ускорения самозарастания рекультивированной поверхности полускальные породы, составляющие подсыпку, засыпают слоем вскрытых пород мощностью не менее 0,2–0,4 м, взятых из отвалов, расположенных у кромки бортов. Рыхлые отложения частично заполняют поры полускальных пород подсыпки и тем самым создают устойчивый к эрозии и потенциально плодородный слой пород.

С целью уменьшения объемов работ по подсыпке бортов в случаях создания водоемов в выработанном пространстве подсыпку осуществляют до отметок, соответствующих максимально возможному уровню воды в затопленной выработке (как правило, максимальному естественному уровню грунтовых вод).

Большинство месторождений стройматериалов имеют незначительную мощность вскрытых пород, которые во многих случаях представлены только почвенно-растительным слоем. В таких условиях после отработки запасов даже на неглубоких карьерах вскрытых пород недостаточно для выполаживания бортов. Выполаживание за счет разноса бортов ведет к дополнительному нарушению прилегающих к карьеру территорий, а

выполаживание бортов за счет выемки пород со дна карьера является достаточно трудоемким процессом, так как в большинстве случаев полезное ископаемое подстилают скальные или полускальные породы, которые перед выемкой требуют предварительного рыхления.

Некоторыми техническими решениями [2] предлагается формировать нерабочие борта карьера при отработке карьерного поля с углами откосов, оптимальными для восстановления природного ландшафта (18–22°). Однако при формировании бортов с такими углами откосов за контурами запасов (в большинстве случаев запасы ограничиваются вертикальными контурами) резко увеличиваются объем выемки пустых пород и площадь нарушенных земель. При формировании таких бортов в контурах запасов значительно возрастают потери полезного ископаемого.

Как показывает практика, при разработке месторождений стройматериалов борта карьеров формируют с максимально возможным углом, что, во-первых, связано с повышенной опасностью работы горного оборудования из-за вероятности обрушения и осыпания откосов, а во-вторых, с дополнительным нарушением земель за пределами контура карьера при выполнении бортов в процессе рекультивации.

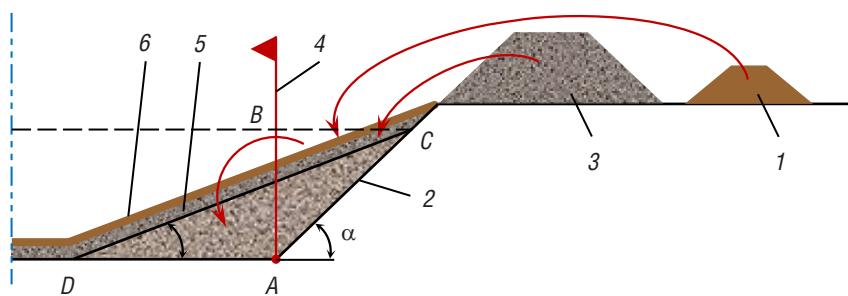
Для повышения эффективности землепользования и снижения затрат на выполнение бортов при разработке неглубоких карьеров предлагается в процессе выемки полезного ископаемого формировать борта карьера за контурами запасов, а породы, взятые при заоткоске, использовать для выполнения бортов и при этом угол наклона бортов карьера устанавливать исходя из равенства объема пород, необходимого для выполнения бортов, и объема пород, взятого за контурами запасов при формировании этих бортов.

С учетом условия равенства пород, взятых при заоткоске и используемых для выполнения бортов, угол наклона нерабочего борта карьера  $\alpha$  устанавливается из следующего выражения:

$$\alpha = \text{arcctg}[\text{ctg}\beta / (K_p + 1)],$$

где  $\beta$  – угол откоса выложенного борта карьера;  $K_p$  – коэффициент разрыхления пород.

При разработке месторождения уменьшение угла откоса бортов с 55–70° до 42–45° в соответствии с предложенным техническим решением позволяет повысить безопасность горных работ и в целом сократить общий объем земляных работ по выемке пород за контурами запасов и рекультивации бортов на 35–40 %. При этом площадь нарушенных земель за контурами запасов уменьшится также на 35–40 %.



**Рис. 4. Схема формирования и рекультивации бортов неглубоких карьеров:**  
1 – склад плодородной почвы; 2 – борт карьера; 3 – временный отвал; 4 – контуры запасов; 5 – вскрышные породы; 6 – слой плодородной почвы

**Fig. 4. Scheme of formation and reclamation of the sides of shallow quarries:** (1) Storage of top soil; (2) Side of a quarry; (3) Temporary dump; (4) Contours of reserves; (5) Overburden rocks; (6) Layer of top soil.

В качестве примера приведем схему формирования и рекультивации борта неглубокого карьера (рис. 4). Согласно этому варианту после очистки карьерного поля от растительности снимают слой плодородной почвы и транспортируют ее на склад 1, расположенный на борту карьера 2. После этого проводят вскрышные работы с размещением пород во временные отвалы 3 за контуром карьера на нерабочих бортах. Эти работы могут выполняться бульдозерами или скреперами. После завершения вскрышных работ производят выемку полезного ископаемого в установленных контурах запасов 4, а затем осуществляют выполаживание бортов

с использованием пород, взятых при заоткоске за контурами запасов при формировании борта карьера. Объем пустых пород, взятых при заоткоске (сечение ABC), соответствует объему пород, необходимых для выполаживания бортов (сечение ACD), с учетом коэффициента их разрыхления.

Равенство объемов пород, взятых при заоткоске за контурами запасов (сечение ABC) и необходимых для выполаживания бортов карьера (сечение ACD), устанавливается с учетом обоснованного угла выполаживания  $\beta$  и коэффициента разрыхления пород  $K_p$  (см. выше).

После выполаживания бортов на них и дно карьера наносится слой вскрышных пород 5 из отвалов 3. В завершение рекультивации на слой вскрышных пород 5 наносится почва 6, взятая со склада 1.

Предложенные технические решения по рекультивации бортов неглубоких карьеров позволяют уменьшить землеемкость горных работ, сократить сроки возврата используемых земель и снизить затраты на рекультивацию.

Поступила в редакцию 08.01.2022



#### Список использованных источников

1. Талгамер Б. Л., Семенов М. Е., Коробкова Е. А. Анализ структуры нарушенных карьерами земель в условиях Восточной Сибири // Горный журнал. Изв. вузов. 2012. № 8. С. 16–20.
2. Технологии формирования горнопромышленных ландшафтов в отработанных щебеночных карьерах с учетом экологических целей / Зеньков И.В., Нефедов Б.Н., Барадулин И.М. [и др.] // Экология и промышленность России, 2014. № 1. С. 42–46. DOI:10.18412/1816-0395-2014-1-42-46.

UDC code 622.882

OECD code 2.07.ZQ

#### Improving the reclamation methods of the sides of shallow quarries

Boris L. Talgamer, D.Sc. (in Engineering), Prof., Head of the Department<sup>1</sup>, INRTU<sup>2</sup>. E-mail: go\_gor@istu.edu

Konstantin P. Galaida, Postgraduate, IRNTU<sup>2</sup>. E-mail: galanna82@ya.ru

<sup>1,2</sup>Department of Mineral Deposits Development, Irkutsk National Research Technical University (83, Lermontova ul., Irkutsk, 664074, Russia).

**Abstract:** The article substantiates the relevance of improving the shallow quarries reclamation methods. The authors cite some results of research at quarries for the extraction of sand-gravel mixture in the Irkutsk Region, also analyze the rationality of land use and losses of minerals during extraction. The article notes a tendency to reduce the production capacity of mining enterprises for the extraction of building materials and, accordingly, the size of licensed claims while the simultaneous increase in the share of quarries sides in the total area of disturbed soils. In addition, the authors have identified the shortcomings of existing methods of wall flattening of shallow quarries and proposed new technological schemes for their reclamation for different mining conditions. The proposed schemes make it possible to combine overburden, mining and reclamation works, and to increase the resistance of the formed sides to erosion processes during flooding of workings, to reduce the mining losses and the earth intensity of mining operations.

**Key words:** Quarries of shallow digging; Methods of quarries reclamation; Flattening of quarries boards, Innovative technical solutions.

Received 8 January 2022

DOI: 10.26121/RON.2022.88.82.003

**References**

1. Talgamer B.L., Semenov M.E., Korobkova E.A. Analysis of the structure of the disturbed soils by careers East Siberia. *Izvestiya vuzov. Gornyi zhurnal [Minerals and Mining Engineering]*, 2012, no. 8, pp. 16–20. (in Russ.)
2. Nefedov B.N., Baradulin I.M., Sibiryakova O.V., Kiryushina E.V., Vokin V.N. *Tekhnologii formirovaniya gornopromyshlennyykh landshaftov v otrabotannykh shchebenochnykh kar'erakh s uchetom ekologicheskikh tselei* [Technologies for the formation of mining landscapes in spent crushed stone quarries, taking into account environmental goals\*]. *Ekologia i promyshlennost Rossii [Ecology and Industry of Russia]*, 2014, no. 1, pp. 42–46. DOI:10.18412/1816-0395-2014-1-42-46. (in Russ.)

\*Translated by the Authors of this article.

**Ссылка для цитирования в русскоязычных изданиях:**

Тальгамер Б. Л., Галайда К. П. Совершенствование способов рекультивации бортов неглубоких карьеров // Рациональное освоение недр. 2022. № 3. С. 38–43. DOI: 10.26121/RON.2022.88.82.003

**To cite this article in English:**

Talgamer B.L., Galaida K.P. Ways to improve the methods reclamation of sides of shallow quarries. *Ratsional'noye osvoyeniye nedr* [Mineral Mining & Conservation (MMC)], 2022, no. 3, pp. 38–43. DOI: 10.26121/RON.2022.88.82.003

**НЕКРОЛОГ**

**Дирекция Института минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов (ИМГРЭ) с глубоким прискорбием сообщает, что после тяжелой и продолжительной болезни ушла из жизни наша коллега, старший научный сотрудник**

**Смирнова Надежда Сергеевна**  
(28.08.1951–05.08.2022)

Н. С. Смирнова родилась в селе Ивантеевка Саратовской области. После окончания в 1973 г. геологического факультета Саратовского государственного университета им. Н. Г. Чернышевского она по распределению работала сначала старшим техником-геологом (1973–1974 гг.), а затем горным геологом в подземных выработках (1974–1976 гг.) Сарыджаэской экспедиции на Тянь-Шане в Киргизии, занимавшейся разведкой высокогорного оловянно-вольфрамового месторождения.

С 1977 по 1995 гг. Н. С. Смирнова трудилась геологом-геохимиком в различных экспедициях Западно-Казахстанского геологического управления Мингео Казахстана (г. Актюбинск), участвовала в составлении Кемпирской серии листов Государственной геологической карты СССР масштаба 1:50000, а также работала на Карагалинском и Кемпирском месторождениях. В этот период она в течение трех лет (1977–1980 гг.) являлась геологом Поисково-съемочной экспедиции ПГО «Запказгеология», затем была переведена в распоряжение Опытно-методической экспедиции в Геохимическую партию, где участвовала в специализированных тематических исследованиях, связанных с изучением геологии и закономерностей размещения и прогнозной оценкой золоторудных, колчеданных и других типов оруднения.

В ИМГРЭ свою трудовую деятельность Н. С. Смирнова начала техником-геологом в составе Хальмерьюской полевой партии в 2007 г., с 2008 г. она уже стала начальником отряда Ушминской полевой партии, затем – зав. группой ВТК «Полярный Урал». С 2010 г. Надежда Сергеевна активно участвовала в полевых работах по проекту «Урал-Прогноз» в должности зав. сектором и начальника Полярной партии. Под ее руководством Полярная партия выполнила поисково-ревизионные работы, направленные на выявление объектов золото-сульфидного типа в Малоуральской зоне ВПП. Благодаря опыту Н. С. Смирновой на участке Южно-Колчеданный были получены первые обнадеживающие результаты.

Надежда Сергеевна принимала участие в проектах, связанных с изучением минерально-сырьевой базы Урала, занимаясь развитием опережающих геохимических методов поисков и разведки месторождений полезных ископаемых на территории региона. С 2015 г. она работала старшим научным сотрудником в Брикетно-Желухинской группе отдела Научно-производственного центра поисковых работ, с 2019 г. и до последнего времени – в отделе среднемасштабных геохимических работ. Н. С. Смирнова активно участвовала в подготовке материалов для написания проекта и отчета по объекту «Прорывание в 2018–2020 гг. геохимических работ масштаба 1:200000 на группу листов в пределах Дальневосточного ФО». Ею был собран обширный геологический материал по ретроспективным геологическим и аналитическим данным для проведения геохимических работ на Тугурской и Албазинской площадях. В 2020–2021 гг. Н. С. Смирнова участвовала в составлении проектов госзаданий Роснедр на Мюнюсяхской и Чарской площадях и написании отчетов по ним.

Тяжелая болезнь вырвала из наших рядов Надежду Сергеевну – нашего коллегу, доброго и отзывчивого, исключительно ответственного и трудолюбивого человека, профессионала высокого уровня, опытного геолога и полевика. Она была из той плеяды геологов, которые трудятся с полной отдачей сил, энергии, всех своих знаний и практического опыта на благо отечества. Надежда Сергеевна внесла достойный вклад в расширение МСБ России на основе разработок новых геолого-геохимических прогнозно-поисковых технологий. Н. С. Смирнова пользовалась большим уважением среди сотрудников ИМГРЭ.

За высокие трудовые достижения Н. С. Смирнова неоднократно поощрялась как на прежних местах работы, так и в ИМГРЭ, а также была награждена Почетной грамотой Минприроды России, знаком «Отличник разведки недр», удостоена звания «Почетный разведчик недр».

Светлая память о Надежде Сергеевне Смирновой останется в наших сердцах.

**Соболезнования родным, друзьям и коллегам покойной выражают дирекция, Научно-технический Совет, Совет ветеранов и коллектив ФГБУ «ИМГРЭ», руководство и коллектив ФГБУ «ВИМС», редакция журнала «Рациональное освоение недр»**

# Оценка условий, предопределяющих использование панельной отработки рабочих бортов карьеров

В. И. Супрун,

д-р техн. наук, проф., ПЭЦ НИТУ «МИСиС»\*

К. С. Ворошилин,

ведущий специалист, ПЭЦ НИТУ «МИСиС»\*

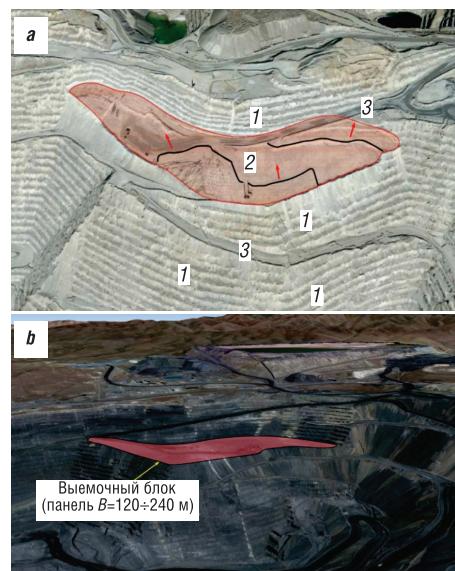
\*Проектно-экспертный центр Национального исследовательского технологического университета «МИСиС» (119049 Москва, Ленинский просп., 4).

**В статье отражена практика использования комплексных технических решений, обеспечивающих повышение эффективности разработки крупных месторождений полезных ископаемых, представленных наклонными и крутопадающими залежами.**

**Ключевые слова:** панельная отработка рабочего борта, комплексы горнотранспортного оборудования, удельные затраты на производство вскрышных работ, технологические схемы, выемочные панели, регулирование режима горных работ.

В настоящее время панельная отработка рабочих бортов карьеров доминирует при открытой разработке многих месторождений полезных ископаемых. Она реализована на крупнейших рудных и угольных карьерах мира (рис. 1), таких

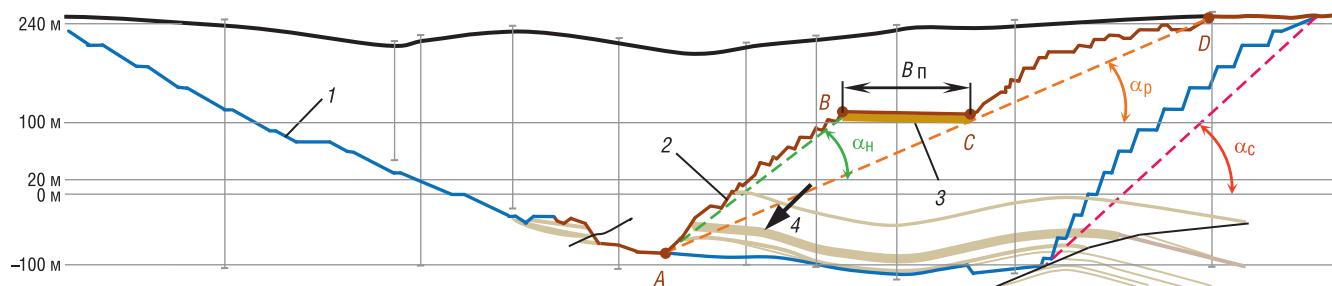
как меднорудные карьеры Morenci Mine и Sierrita Mine (США), Asarel Medet (Болгария) и Сорский (Россия), золоторудный карьер Betze-Post (США), железорудные карьеры «Сарбайский» и «Соколовский» (Казахстан), а также большинство железо-



**Рис. 1. Примеры панельной отработки рабочего борта:**

*a – меднорудного карьера Sierrita Mine (США): 1 – временно законсервированные участки рабочего борта; 2 – выемочная панель шириной  $B \approx 170 \div 350$  м, сгоняется сверху вниз; 3 – технологические автодороги; b – золоторудного карьера Betze-Post (США) [7]; c, d – разрезов «Тугнуйский» [7] и «Черниговский» (Россия)*

**Fig. 1.** Examples of panel development of the highwall at: (a) The Sierrita Mine copper open-pit in USA, where (1) are temporary closing areas of the highwall, (2) is extraction panel of width  $B \approx 170 \div 350$  m working from top down, and (3) technological openpit automobile roads; (b) The Betze-Post gold mine in USA [7]; (c, d) the Tugnuytsky [7] and Chernigovsky opencasts in Russia.



**Рис. 2. Эксплуатационное сечение 270 разреза «Черниговский», иллюстрирующее принципы панельной отработки рабочего борта ABCD:**

1 – проектное положение стационарного борта; 2 – поверхность рабочего борта по состоянию на 01.01.2021; 3 – выемочная панель шириной  $B_p$ ; 4 – направление понижения («сгона») панели;  $\alpha_p$  – угол наклона рабочего борта с учетом сформированной в его пределах выемочной панели;  $\alpha_H$  – угол наклона нижней зоны рабочего борта, находящейся во временной консервации;  $\alpha_c$  – угол наклона стационарного борта на предельном контуре производства открытых горных работ

**Fig. 2.** Operating profile 270 of the Chernigovsky opencast illustrating the principles of panel development of the highwall ABCD: (1) Design position of the stationary opencast site; (2) Surface of the highwall as of 01.01.2021; (3) Extraction panel width  $B_p$ ; (4) Direction of panel lowering; ( $\alpha_p$ ) Slope angle of the highwall, taking into account the extraction panel formed within highwall's limits; ( $\alpha_H$ ) Slope angle of the lower zone of the highwall, which is in temporary conservation; ( $\alpha_c$ ) Slope angle of the stationary opencast site on the limit contour of opencast mining.

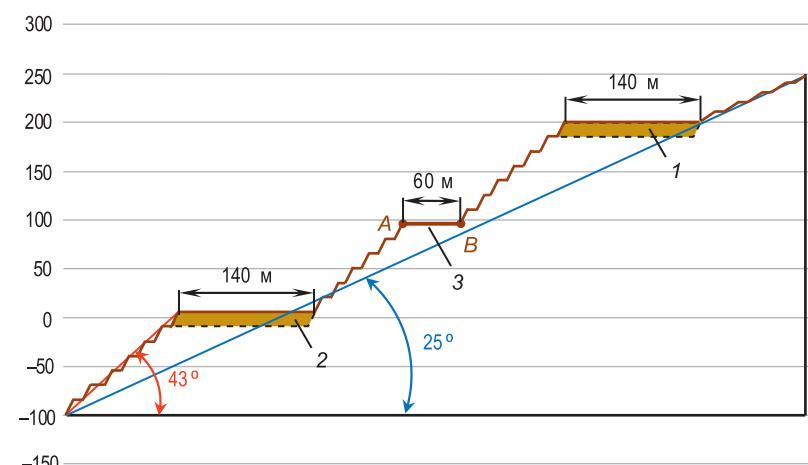
рудных карьеров Кривбасса (Украина), угольные разрезы «Тугнуйский», «Восточный» и «Северный» (Казахстан), «Черниговский», «Первомайский», «Харанорский», «Кедровский» (Россия) и др.

При панельной отработке выемочная панель шириной от 80–120 до 350 м «сгоняется» по высоте рабочей зоны карьера сверху вниз и на завершающих этапах понижения (в угольной или рудной зонах) обеспечивает вскрытие запасов полезного ископаемого. Горные работы при этом концентрируются в контурах выемочной панели (панелей), а участки бортов карьера, расположенные выше и ниже данной панели, находятся во временно нерабочем состоянии. Углы наклона участков рабочего борта  $\alpha_p$  в зонах  $AB$  и  $CD$  (рис. 2) могут приближаться к предельному углу наклона стационарного борта  $\alpha_c$ , определяемого условиями устойчивости, в то время как угол наклона всего борта с учетом его «выполаживания» выемочной панелью может быть достаточно пологим.

Для повышения темпов подвижания фронта горных работ до уровня 90–150 м/год число выемочных панелей в рабочей зоне может быть увеличено до двух–трех с выделением концентрационного транспортного горизонта  $AB$  (рис. 3). Транспортный доступ к выемочной панели 1, расположенной выше горизонта  $AB$ , обеспечивается посредством внешних капитальных траншей и съездов. Транспортный доступ к нижней панели 2 обеспечивается посредством временных съездов и насыпных транспортных перебросок. В средней части рабочей зоны карьера транспортные коммуникации выемочных панелей попеременно будут подключаться к транспортной сети горизонта  $AB$ .

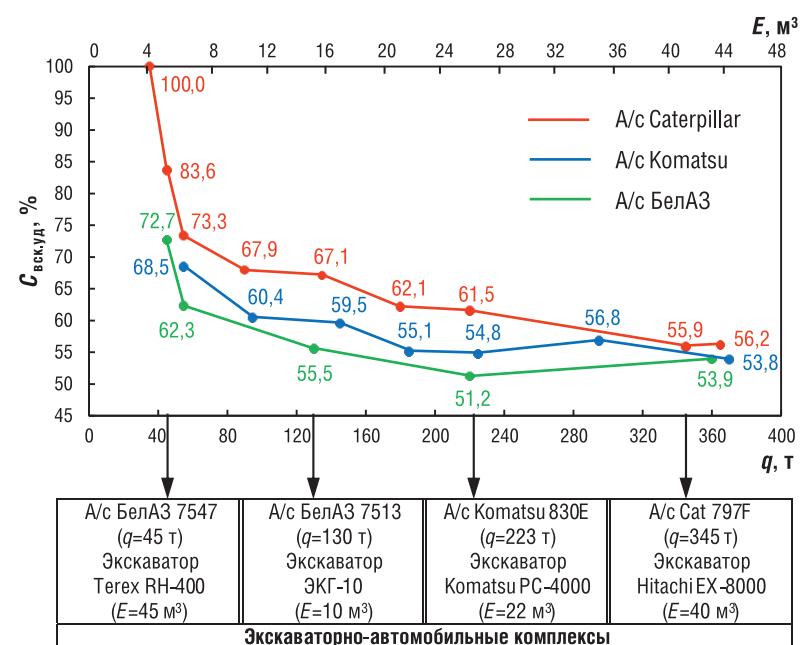
Масштабное использование панельной отработки на крупных карьерах обусловлено двумя факторами:

**Рис. 3. Схема отработки рабочей зоны карьера с использованием двух выемочных панелей (1, 2) и транспортного горизонта  $AB$  (3)**



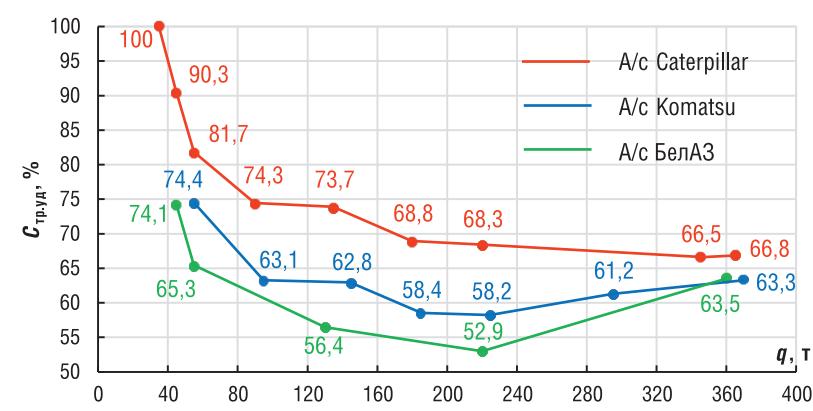
**Рис. 3. Схема отработки рабочей зоны карьера с использованием двух выемочных панелей (1, 2) и транспортного горизонта  $AB$  (3)**

**Fig. 3. Scheme of mining the working zone of an opencast using (1, 2) two-panel stripping and (3) transport level  $AB$ .**



**Рис. 4. Изменение удельных затрат на выемку и перемещение 1  $\text{м}^3$  вскрышных пород ( $C_{\text{вск.уд}}$ ) при использовании экскаваторно-автомобильных комплексов различной мощности [1] ( $E$  – вместимость ковша экскаватора;  $q$  – грузоподъемность автосамосвала)**

**Fig. 4. Change in unit costs for excavation and movement of 1  $\text{m}^3$  of overburden ( $C_{\text{вск.уд}}$ ) when using excavator-automobile complexes of various capacities [1]: ( $E$ ) Bucket capacity of the excavator in cubic meters; ( $q$ ) Dump truck capacity in tons.**



**Рис. 5. Изменение удельных транспортных затрат ( $C_{\text{тп.уд}}$ ) на 1 т·км горной массы, перевозимой автосамосвалами различной грузоподъемности [3]**

**Fig. 5. Change in specific transport costs ( $C_{\text{тп.уд}}$ ) for the transportation of 1 ton of rock mass over a distance of 1 km by dump trucks of various capacities [3].**

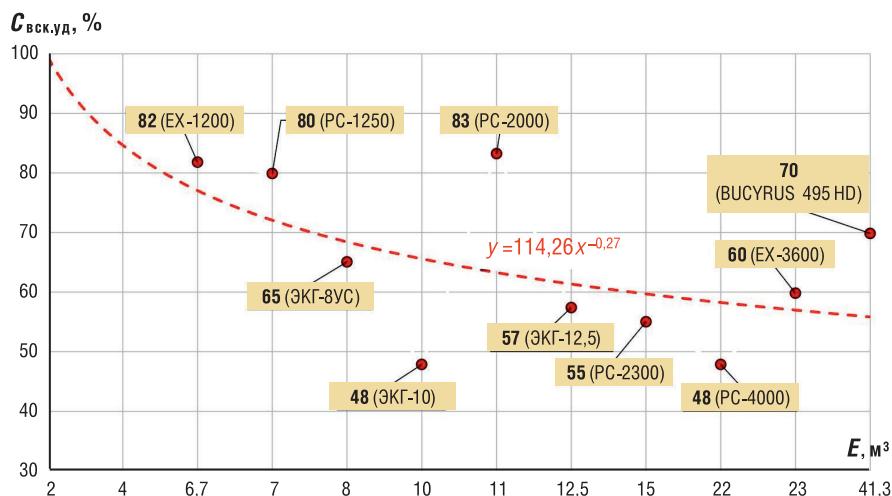


Рис. 6. Изменение удельных затрат на разработку 1 м<sup>3</sup> вскрышных пород ( $C_{вск.уд}$ ) экскаваторами различных типов

Fig. 6. Change in unit costs for the development of 1 m<sup>3</sup> of overburden ( $C_{вск.уд}$ ) by various type excavators.

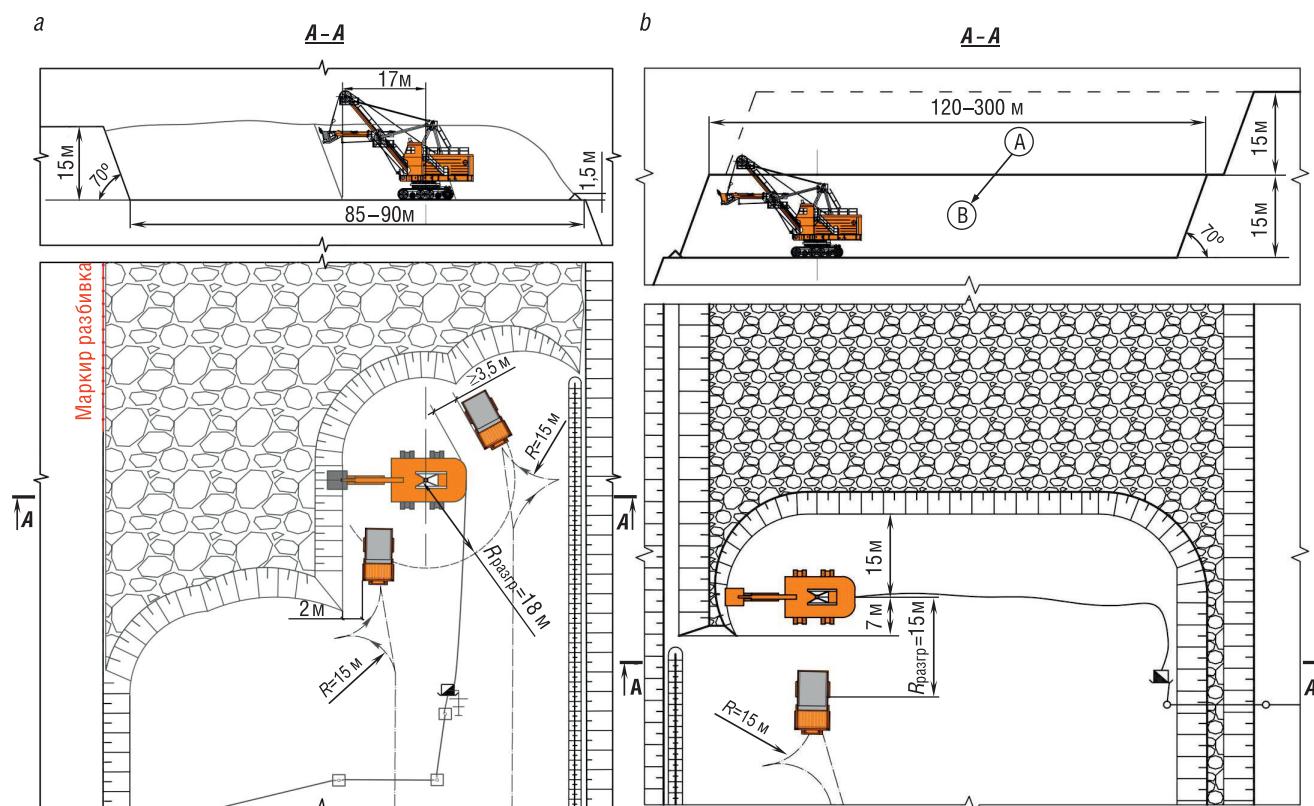


Рис. 7. Технологические схемы отработки выемочной панели:

*a* – при ширине панели  $B_n = 85\div 100$  м и двух подъездах к экскаватору; *b* – при  $B_n = 120\div 300$  м и одном подъезде к экскаватору



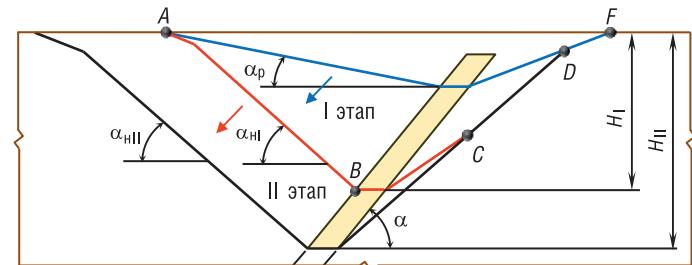
Рис. 8. Погрузка вскрышных пород экскаватором Р&Н 2800 ХРС при двух подъездах автосамосвалов БелАЗ-7560 (разрез «Черниговский»)

Fig. 8. Loading of overburden rocks with a P&H 2800 XPC excavator with two accesses of BelAZ-7560 dump trucks at the Chernigovsky opencast.

**Рис. 9. Схема, поясняющая принцип этапной отработки кругопадающей залежи полезного ископаемого:**

$H_1$  – глубина карьера на I этапе отработки;  $H_{II}$  – то же, на II этапе отработки (конечная глубина карьера);  $\alpha$  – угол наклона залежи полезного ископаемого;  $\alpha_p$  – угол откоса рабочего борта;  $\alpha_{HI}$  – угол откоса нерабочего борта карьера;  $\alpha_{HII}$  – угол откоса борта на предельном (промежуточном) контуре [2]

**Fig. 9.** Diagram that explains the principle of step-by-step mining of a steeply mineral deposit. Symbols: ( $H_1$ ) Depth of the open pit at the first stage of mining; ( $H_{II}$ ) Depth of the open pit at the second stage of mining (the final depth of the open pit); ( $\alpha$ ) Slope angle of the mineral deposit; ( $\alpha_p$ ) Slope angle of the highwall; ( $\alpha_{HI}$ ) Slope angle of the spoil-pile bank of an opencast; ( $\alpha_{HII}$ ) Slope angle of the side on the limit (intermediate) contour [2].

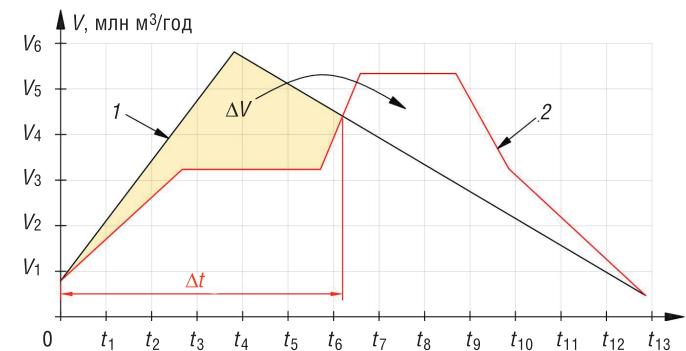


1) использованием мощных экскаваторно-автомобильных комплексов, для эксплуатации которых требуются значительные объемы взорванных горных пород и повышенные размеры рабочих площадок для маневра карьерных автосамосвалов;

2) возможностью эффективного перераспределения во времени объемов производства вскрышных работ с целью обеспечения максимальной текущей доходности от эксплуатации недр и снижения рисков, связанных с потерями первоначально вложенных средств в опережающее выполнение вскрышных работ.

Переход к использованию карьерных мехлопат с ковшами вместимостью 29, 45 и 54 м<sup>3</sup> и годовой производительностью от 8 до 14 млн м<sup>3</sup>/год привел к ограничению количества экскаваторно-автомобильных комплексов (с 4:6 до 3:4) для производства вскрышных работ даже на крупных карьерах.

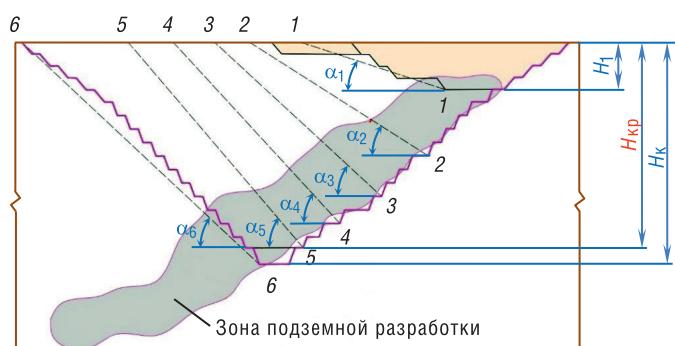
Увеличение мощности и производительности горнотранспортного оборудования является важнейшим фактором снижения затрат на производство вскрышных работ. Влияние этого фактора особенно весомо в условиях, когда разработка месторождений полезных ископаемых ведется с высокими значениями текущих коэффициентов вскрыши. Принципиальный характер изменения удельных эксплуатационных затрат на вскрышные работы при различной структуре экскаваторно-автомобильных комплексов приведен на рис. 4 [1].



**Рис. 10. Характер изменения годовых объемов вскрышных работ ( $V$ ) по этапам (годам) эксплуатации ( $t$ ):**

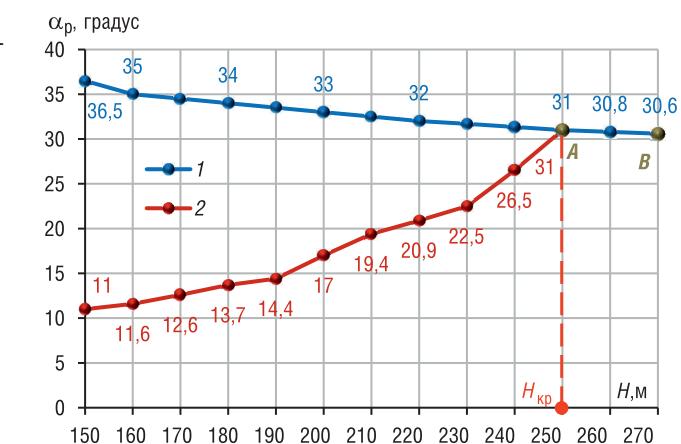
1 – при стандартном развитии работ; 2 – при выделении промежуточных этапов отработки с формированием временно нерабочих бортов [4]

**Fig. 10.** Behavior the annual volumes of stripping ( $V$  in million cubic meters) by stages (years) of operation ( $t$ ): (1) With the standard development of works; (2) With the allocation of intermediate stages of development with the formation of temporarily spoil-pile banks [4].



**Рис. 11. Возможные изменения угла наклона рабочего борта карьера при панельной отработке от первой фазы производства горных работ до завершения отработки**

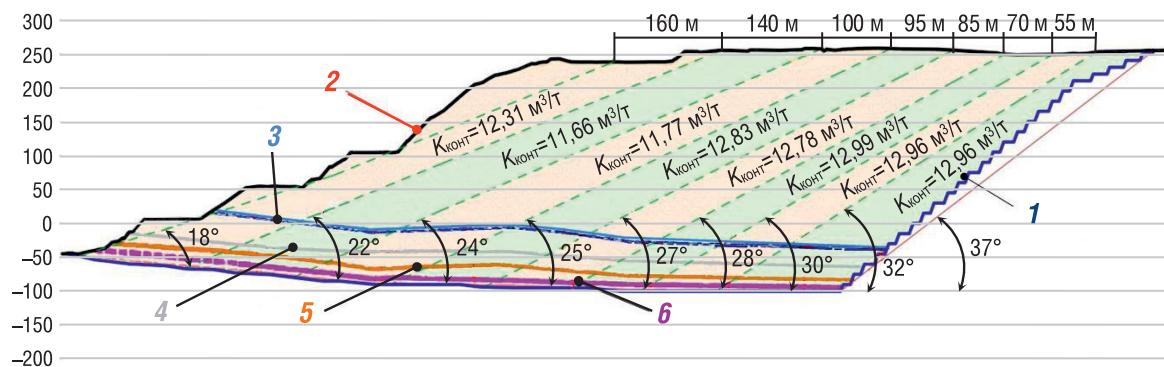
**Fig. 11.** Possible changes in the slope angle of the highwall during panel development from the first phase of mining operations to the completion of mining.



**Рис. 12. Динамика изменения углов наклона рабочего борта ( $\alpha_p$ ) по глубине ( $H$ ) при панельной отработке рабочего борта разреза «Черниговский»:**

1 – кривая изменения предельного угла наклона борта по данным геомеханических расчетов; 2 – кривая изменения фактического угла наклона рабочего борта

**Fig. 12.** Trends in slope angles of the highwall ( $\alpha_p$ ) in depth ( $H$ ) during the panel development of the highwall on the coal Chernigovsky opencast: (1) Curve of change in the limiting slope angle of the side according to geomechanical calculations; (2) Curve of change in the actual slope angle of the highwall.



**Рис. 13 Схема, иллюстрирующая возможность регулирования текущих (контурных) коэффициентов вскрыши ( $K_{\text{конт}}$ ) за счет изменения угла наклона рабочего борта разреза:**

1 – рекомендуемый (предельный) контур горных работ; 2 – положение горных работ на 09.2021; 3–6 – пласти «Кемеровский», «Волковский», «Подволковский I» и «Подволковский II» соответственно

**Fig. 13.** Diagram that illustrates the possibility of adjusting the current overburden ratios ( $K_{\text{конт}}$ ) by changing the slope angle of the highwall of the coal opencast: (1) Recommended (limit) contour of mining operations; (2) Position of mining operations on 09.2021; (3-6) Seams Kemerovsky, Volkovsky, Podvolkovsky I and Podvolkovsky II, respectively.

Основой для построения зависимостей, представленных на рис. 4, являются данные изменения удельных затрат на транспортирование в зависимости от грузоподъемности карьерных автосамосвалов (рис. 5) и себестоимости экскавации – от вместимости ковша экскаватора (рис. 6) [2, 3].

При панельной отработке обычно применяются технологические схемы вскрышных работ по перечными заходками с одним или двумя подъездами к экскаватору (рис. 7, 8).

Панельную отработку можно считать частным случаем этапной отработки месторождений полезных ископаемых открытым способом.

Реализация этапной отработки месторождений на отечественных горнодобывающих предприятиях связана с работами А. Н. Шилина, В. С. Хохрякова, В. В. Ржевского, А. И. Арсентьева, К. Н. Трубецкого, Ю. И. Анистратова, Б. К. Оводенко, С. С. Аршинова, Ж. В. Бунина, В. Г. Евсина, В. И. Шатуева и других ученых [4–6].

При этапной отработке в пределах конечного (промежуточного) контура открытых горных работ выделяется начальный (первый) этап, достаточный для эксплуатации месторождения в течение 12–15 лет с требуемым уровнем добычи полезного ископаемого. В пределах первого этапа разработки уступы в группе верхних и средних горизонтов карьера постепенно устанавливаются на промежуточный контур ABCDF (рис. 9) под углами погашения ( $\alpha_{\text{HI}}$ ) с уменьшением объема производства вскрышных работ. В результате этого часть объемов вскрышных работ переносится на более поздние периоды эксплуатации месторождения (рис. 10).

При панельной отработке углы наклона рабочего борта обычно увеличиваются от минималь-

ных (начальных) значений ( $\alpha_1$ ) до предельно возможных по условиям обеспечения устойчивости (контур 5-5, рис. 11). Период от положения 1-1 до положения 5-5 характеризуется перманентным увеличением углов наклона рабочего борта до значений  $\alpha_5$ , определяемых условиями устойчивости борта. Период от положения 5-5 до конечного положения 6-6 предполагает уменьшение угла наклона борта до уровня, обеспечивающего устойчивость борта в диапазоне глубин от критической  $H_{\text{kp}}$  до конечной  $H_k$ , т. е. до уровня  $\alpha_6 < \alpha_5$ .

Равенство фактического и предельного ( $\alpha_{\text{пр}}$ ) углов наклона рабочего борта карьера реализуется при достижении некоторой критической глубины  $H_{\text{kp}}$ , (см. рис. 11), ниже которой углы наклона борта не должны превышать предельных значений (рис. 12).

Таким образом, ниже значения критической глубины  $H_{\text{kp}}$ , т. е. от сечения 5-5 до сечения 6-6 (см. рис. 11), углы наклона рабочего борта должны перманентно уменьшаться, что соответствует участку AB кривой 1 (см. рис. 12).

Возможность изменения углов наклона рабочего борта при панельной отработке позволяет эффективно регулировать значения текущих коэффициентов вскрыши, стабилизируя тем самым экономические показатели эксплуатации крупных карьеров. В качестве примера такого регулирования можно привести схему разработки северной зоны разреза АО «Черниговец» на период 2021–2038 гг. (рис. 13).

**Благодарность.** Авторы благодарят за помощь в подготовке статьи специалистов угольных компаний – горных инженеров А. В. Якутова, Д. П. Зеленина и Д. Н. Карапова, а также кандидата экономических наук А. В. Матвеева.

Поступила в редакцию 21.06.2022



## Список использованных источников

1. Регулирование контуров открытых горных работ посредством изменения производственной мощности карьера / С. А. Радченко, В. В. Таланин, К. Ю. Гривальд [и др.] // Уголь. 2019. № 3. С. 66–70. DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-6-22-26>.
2. Порядок отработки карьерных полей / В. И. Супрун, В. Б. Артемьев, П. И. Опанасенко [и др.]. – М. : Горное дело - Киммерийский центр, 2015. – 319 с. – (Библиотека горного инженера. Т. 4: Открытые горные работы. Кн. 4).
3. Комплексы циклическо-поточной технологии для отработки карьеров / В. И. Супрун, В. Б. Артемьев, П. И. Опанасенко, С. А. Радченко, Я. В. Левченко. – М. : Горное дело - Киммерийский центр, 2018. 232 с. – (Библиотека горного инженера. Т. 4: Открытые горные работы. Кн. 10).
4. Планирование развития горных работ в карьерах / А. И. Арсентьев, А. А. Советов, В. С. Хохряков, Н. Д. Бевз, В. Г. Близнюков; под общ. ред. А. И. Арсентьева. – М. : Недра, 1972. – 152 с.
5. Хохряков В. С. Проектирование карьеров. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Недра, 1992. – 382 с.
6. Ржевский В. В. Режим горных работ при открытой добыче угля и руды. – М. : Углехиздат, 1957. – 200 с.

UDC code 622(271.3+03'117/118+.224.3)

DOI: 10.26121/RON.2022.25.54.004

OECD code 2.07.ZQ

### **Assessment of conditions that determine the use of panel development of highwalls of an opencast**

**Valerij I. Suprun**, D.Sc. (in Engineering), Director, PEC of NUST MISIS\*. E-mail: pes-mggu@mail.ru

**Konstantin S. Voroshilin**, Leading Expert, PEC of NUST MISIS\*

\*The Design and Expert Center of the National University of Science and Technology MISIS (4, Leninsky Prospekt, Moscow, 119049, Russia).

**Abstract:** The article describes the practice of using complex technical solutions that improve the efficiency of open-pit mining of large mineral deposits represented by inclined and steep deposits. Examples of panel development of highwalls of large ore and coal open casts in Russia and abroad are given. The schemes of mining the working zone of the open pit using two panels and a transport level as well as step-by-step mining of a steep mineral deposit are considered. The possibility of regulating the current overburden ratios by changing the angle of inclination of the pit highwall is shown.

**Key words:** Panel development of highwall; Mining equipment complexes; Unit costs for stripping; Technological schemes; Extraction panels; Mining operations control.

**Received** 21 June 2022

### **References**

1. Radchenko S.A., Talanin V.V., Grinvald K.Yu., Karanov D.N., Matveev A.V., Bekher V.G. Regulation of surface mining contours by changing the quarry production capacity. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2019, no. 6, pp. 22–26. DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-6-22-26>. (in Russ.)
2. Suprun V.I., Artem'ev V.B., Opanasenko P.I., Radchenko S.A., Levchenko Ya.V. *Poryadok otrobotki kar'ernykh polei* [The order of mining of open cast takes\*]. Moscow, Gornoe delo – Kimmeriiskii tsentr Publ., 2015, 319 p. – (Biblioteka gornogo inzhenera [Library of a mining engineer\*. Vol. 4]. Otkrytie gornye raboty. Kn. 4 [Open-pit mining. Book 4\*]).(in Russ.)
3. Suprun V.I., Artem'ev V.B., Opanasenko P.I., Radchenko S.A., Levchenko Ya.V. *Kompleksy tsiklichno-potochnoi tekhnologii dlya otrobotki kar'erov* [Complexes of cyclic-flow technology for open pits\*]. Moscow, Gornoe delo – Kimmeriiskii tsentr Publ., 2018, 232 p. – (Biblioteka gornogo inzhenera [Library of a mining engineer\*. Vol. 4]. Otkrytie gornye raboty. Kn. 4 [Open-pit mining. Book 10\*]).(in Russ.)
4. Arsent'ev A.I., Sovietov A.A., Khokhryakov V.S., Bevz N.D., Bliznyukov V.G. *Planirovaniye razvitiya gornykh rabot v kar'erakh* [Planning the development of mining operations in open pits\*]. Under the general editorship of A.I. Arsentiev. Moscow, Nedra Publ., 1972, 152 p. (in Russ.)
5. Khokhryakov V.S. *Proektirovanie kar'erov* [Designing open pits\*], 3rd ed., revised and supplemented. Moscow, Nedra Publ., 1992, 382 p. (in Russ.)
6. Rzhevskii V.V. *Rezhim gornykh rabot pri otkrytoi dobyche ugliya i rudy* [Mining regime for open-pit mining of coal and ore\*]. Moscow, Ugletekhnizdat Publ., 1957, 200 p. (in Russ.)

\*Translated by the Authors of this article.

### **Ссылка для цитирования в русскоязычных изданиях:**

Супрун В. И., Ворошилин К. С. Оценка условий, предопределяющих использование панельной отработки рабочих бортов карьеров // Рациональное освоение недр. 2022. № 3. С. 44–49. DOI: 10.26121/RON.2022.25.54.004

### **To cite this article in English:**

Suprun V.I., Voroshilin K.S. Assessment of conditions that determine the use of panel development of highwalls of an opencast. *Ratsional'noye osvoyeniye nedr* [Mineral Mining & Conservation (MMC)], 2022, no. 3, pp. 44–49. DOI: 10.26121/RON.2022.25.54.004

# Малоотходная комбинированная магнито-флотационная технология комплексного обогащения руд желваковых фосфоритов



**А. В. Лыгач,**  
канд. техн. наук, ст. науч. сотр.,  
000 «НТЦ «ИКИМСО»\*.  
E-mail: victor-gog6@yandex.ru

\*000 «Научно-технологический центр «Институт комплексного использования минерального сырья и отходов» (140060 Московская область, р. п. Октябрьский, ул. Гоголя, 6).

## ВВЕДЕНИЕ

Одним из основных направлений экономического и социального развития народного хозяйства России является рост производства фосфорсодержащих минеральных удобрений, так как от этого в значительной мере зависит продовольственная безопасность нашей страны. Решение этой задачи в геолого-технологическом плане предполагает создание соответствующей сырьевой базы для производства фосфорсодержащих удобрений, в том числе за счет разработки эффективной технологии обогащения труднообогатимых, бедных фосфором руд с получением из них концентратов, пригодных для химической переработки.

Таким образом, разработка технологии глубокого обогащения желваковых фосфоритов является актуальной задачей, а для обогащения фосфорных руд крупнейших месторождений – первоочередной. Для достижения этой цели необходимо:

- 1) рассмотреть современное состояние фосфатно-сырьевой базы России и вопросы переработки бедного фосфатного сырья;
- 2) изучить вещественный состав фосфорсодержащих желваковых руд;
- 3) выявить причины трудной обогатимости желваковых руд;
- 4) разработать реагентный режим флотационного извлечения из таких руд фосфата;
- 5) разработать рациональную технологию глубокого дообогащения мытой фракции желвако-

Желваковые фосфориты характеризуются низким содержанием пятиокиси фосфора ( $P_2O_5$ ), наличием полуторных окислов, углекислого газа, а также высокой удельной поверхностью. В связи с этим при традиционном обогащении таких руд очень трудно получать фосфорсодержащие концентраты, пригодные для химической переработки на фосфорную кислоту, и водорастворимые высококачественные минеральные удобрения. Показано, что, во-первых, на основании изучения вещественного состава, физико-химических, механических и технологических свойств желваковых фосфоритов и содержащихся в них основных минералов, и, во-вторых, специфических (в том числе и флотационных особенностей) многофункциональных реагентов возможно получение из мытой тонкоизмельченной фракции желваковых фосфоритов флотационного фосфатного концентрата, содержащего более 28 %  $P_2O_5$ , т. е. пригодного для производства фосфорной кислоты и водорастворимых высококачественных минеральных удобрений. Разработана технология глубокого обогащения таких руд, в основу которой положены дофлотация с применением специальных многофункциональных реагентов фосфата из мытой (измельченной до крупности ~15 мм) фракции фосфоритной руды. Особенностью технологии является флотация фосфата в присутствии тонких шламов из высокоминерализованной пульпы, а перечистные операции осуществляются в открытом цикле с дофлотацией фосфата из их промпродуктов. Доизвлечение флотацией фосфата из хвостов промывки исходной руды осуществляется по магнитофлотационной схеме с попутным получением магнитной фракции – глауконитового концентрата, содержащего 5–6 %  $K_2O$ . Отличительной особенностью технологии является то, что используемые для флотации фосфата реагенты с многофункциональными свойствами могут успешно применяться при флотационном обогащении других фосфоритовых руд, что подтверждено при флотации фосфата из кольских, кингисеппских, каратауских и намибских фосфорсодержащих руд.

**Ключевые слова:** желваковые фосфориты, Егорьевское и Чилисайское месторождения, фосфат, глауконит, мытая фракция руды, флотационный фосфоритный концентрат, вещественный состав, промывка, флотация, магнитофлотационная схема, хвосты промывки, глауконитовый концентрат, флотационные многофункциональные реагенты, малоотходная технология, комплексное использование, фосфорсодержащие минеральные удобрения.

вой руды и на основе этого – технологическую схему комплексного обогащения руды с получением фосфатного концентрата с содержанием  $P_2O_5$  более 28 %, фосфоритной муки с содержанием 19 %  $P_2O_5$ , а также глауконитового концентрата, фосфор-калийного удобрения и различной кварцсодержащей продукции.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исходя из этих предпосылок, на основе изучения вещественного состава различных по качеству проб желваковой руды Егорьевского месторождения установлены закономерности распределения фосфата по классам крупности, предельное содержание пятиокиси фосфора и условия полного раскрытия сростков фосфата с породным минералом. Выявлено, что предельное содержание  $P_2O_5$  в фосфате находится на уровне 30–33 %, а полное раскрытие сростков обеспечивается при крупности помола 71 мкм. Определены основные причины, затрудняющие получение из желваковых фосфоритов высококачественного фосфоритного концентрата (более 28 %  $P_2O_5$ ) флотацией с использованием жирнокислотных собирателей, а также причины потерь при этом пятиокиси фосфора. Эти причины связаны главным образом с низким содержанием в фосфате фосфора и кальция ввиду замещения их соответственно углеродом и водой, с повышенной удельной поверхностью фосфоритов, тонкодисперсным взаимопрорастанием минералов, а также с наличием во флотационной пульпе повышенного содержания сростков, тонких шламов и солей жесткости. Кроме того, в процессе разработки технологии глубокого дообогащения мытой фракции желваковой руды для селективной флотации фосфата были предложены принципиально новые для этого процесса флотационные реагенты, обладающие многофункциональными свойствами [1–4].

При изучении свойств флотационных реагентов с многофункциональными свойствами был установлен механизм взаимодействия их с различными минералами, который заключается в адсорбции реагента на активных центрах поверхности фосфата совместно с жирнокислотным собирателем, что и обеспечивает его селективную флотацию. На алюмосиликатах и кварце адсорбция таких реагентов приводит к пептизации их шламовых частиц за счет электростатического эффекта. Выявленные эффекты позволяют повысить контрастность флотационных свойств фосфата и породных минералов, содержащихся в тонковрапленных желваковых фосфоритах. Полученные результаты позволили определить параметры реагентного режима при флотации фосфата из полидисперской пульпы, обеспечивающие пептизацию в ней тонких шламов и селективную флотацию фосфата [3, 5].

Желваковые фосфориты являются многокомпонентными системами, в состав которых входят в основном фосфат, глауконит, кварц, алюмосиликаты, гидроокислы железа и кальцит. Все эти

минералы, кроме фосфата, относятся к вредным примесям, отрицательно влияющим на флотацию фосфата. Особенностью желваковых фосфоритов является то, что основная масса фосфатного вещества в них концентрируется в желваках крупностью более 0,5 мм, оцементированных фосфатом.

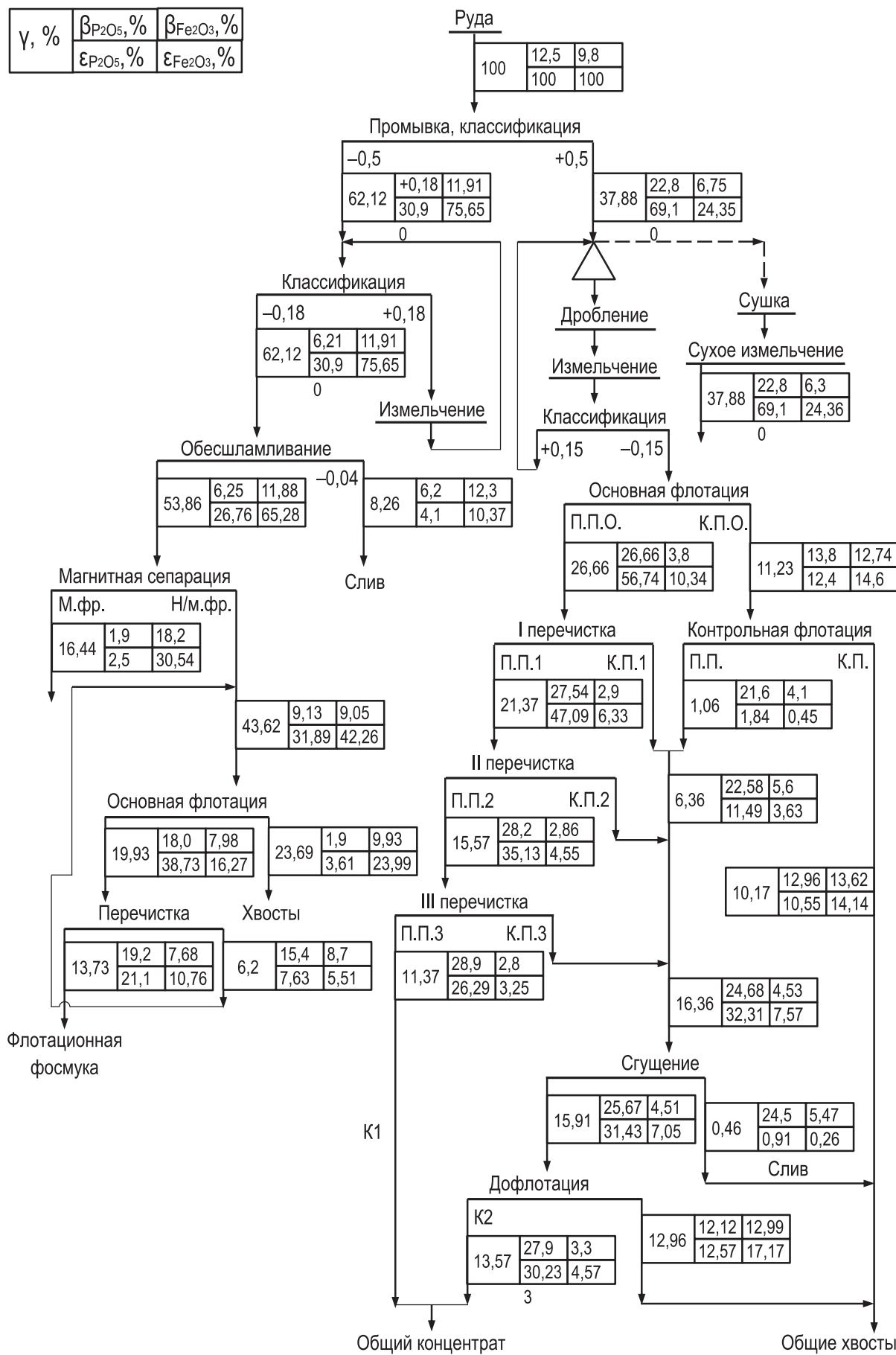
Фосфат в желваках представлен фторкарбонатапатитом (курскитом), который характеризуется повышенным содержанием  $CO_2$  (до 6,5 %) и  $Fe_2O_3$  (до 7 %) и пониженным количеством  $P_2O_5$  (до 33 %). Эти особенности фосфата, а также его повышенная удельная поверхность и ее гидратированность характеризуют желваковые фосфориты как весьма труднообогатимым сырье [1, 2, 4, 5].

Курскит в желваковых фосфоритах относится к числу фосфатных минералов с наиболее низким содержанием  $P_2O_5$  (не более 34 %), а присутствие в зернах этого минерала пелитоморфных включений, железослюдистых и кремнистых примесей снижает содержание в них  $P_2O_5$  до 28–30 %.

Изучение минерального состава самих желваков показало, что они имеют весьма сложный состав, характеризующийся тонкодисперсностью содержащихся в них минералов и их взаимопрорастанием. Вследствие этого для селективного их разделения необходимо измельчение желваков до полного раскрытия сростков. Исследованиями установлено, что основная масса сростков фосфата с другими минералами раскрывается при измельчении желваков до крупности менее 0,17 мм. Однако тонкое измельчение желвакового материала, как правило, сопровождается повышенным шламообразованием, что также отрицательно сказывается на флотационном процессе.

Опыты по измельчению фосфоритных желваков при крупности помола от 0,2 до 0,071 мм показали, что выход шламовой фракции мельче 40 мкм колеблется от 50 до 70 %. При этом основная масса сростков фосфата с породными минералами раскрывается при измельчении желваков до крупности 0,1 мм [4–7], поэтому опыты по изучению флотационных свойств фосфата, глауконита, кварца и кальцита проводились с этими минералами крупностью  $-0,071+0,04$  мм.

Для флотации использовались следующие флотационные реагенты: регулятор среды — каустическая сода; депрессоры пустой породы — жидкое стекло и желатинизированный крахмал; собирали — олеат натрия, сырое таловое масло (СТМ) и жирнокислотная фракция талового масла (ЖКТМ); регулятор среды — кальцинированная сода, а также поверхностно-активные вещества (ПАВ) с многофункциональными свойствами —



Качественно-количественная технологическая схема комплексного обогащения желваковых фосфоритных руд Егорьевского месторождения  
Qualitative and quantitative technological scheme of comprehensive enrichment of nodular phosphorites of the Egoryevskoye deposit

модифицированные полисахариды, неонол и Фосфол-12Т [5]. Практически все эти реагенты, кроме Фосфол-12Т, используются при обогащении фосфорсодержащих руд. Данные о флотационных свойствах Фосфол-12Т по отношению к фосфорсодержащим рудам до наших исследований в технической литературе отсутствовали. Впервые специфические свойства этого реагента для флотационного дообогащения фосфата были выявлены при флотационном дообогащении желваковых фосфоритов из руд сначала Чилисайского, а затем и Егорьевского месторождений.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Выполненные исследования по флотации фосфата, содержащегося в желваковых фосфоритах, с использованием в качестве реагента-собирателя только омыленного сырого талового масла и реагента Фосфол-12Т, а также их смесей, показали, что фосфол повышает флотационную активность как жирнокислотного собирателя, так и фосфорсодержащих минералов. Учитывая, что этот реагент нечувствителен к наличию тонких шламов в пульпе, так как он является и дефлокулянтом, применение его открывает перспективу при флотационном обогащении труднообогатимых шламистых желваковых руд с получением из них высококачественных концентратов [5].

Выполненный комплекс исследований по изучению вещественного состава и обогатимости проб мытой фосфоритной руды Егорьевского месторождения, а также флотационных свойств содержащихся в ней минералов позволил определить основные параметры флотационной технологии глубокого обогащения желваковых фосфоритов. В результате из различных проб тонкоизмельченной руды ( $\approx 60\%$  класса  $-0,04$  мм), содержащей от 19,7 до 24,9 %  $P_2O_5$ , был получен флотационный концентрат, содержащий более 28 %  $P_2O_5$  при извлечении  $\approx 80\%$  от операции флотации, а содержание полуторных окислов в таких концентратах не превышает 3 %.

В основу этой технологии положена селективная флотация фосфата новой собирающей смесью из талового масла и реагента Фосфол-12Т с многофункциональными свойствами в присутствии депрессора породных минералов – желатинизированного крахмала [5]. При этом флотация фосфата осуществляется по схеме, в основе которой основная и контрольная флотации исходной мытой руды, три перечистки в открытом цикле пенного продукта основной флотации, совместное гущение пенного продукта контрольной флотации и камерных продуктов перечистных

операций с последующей дофлотацией из них фосфата. В результате применения данной технологии из проб, содержащих 19,7; 22,8 и 24,9 %  $P_2O_5$ , получены:

- суммарный фосконцентрат с содержанием  $\approx 28,3\%$   $P_2O_5$  при извлечении из него  $\approx 80\%$   $P_2O_5$  и выходе его в мытом концентрате 54,77; 65,8 и 70,2 % в зависимости от  $P_2O_5$ ;
- флотационные хвосты, содержащие примерно 15 % суммы питательных веществ ( $K_2O+P_2O_5$ ).

Особенность разработанной технологии обусловлена тем, что, во-первых, флотация фосфата присходит в присутствии тонких шламов в высокоминерализованной пульпе; во-вторых, перечистные операции осуществляются в открытом цикле с дофлотацией фосфата из их промпродуктов и, в-третьих, она практически универсальна и может успешно применяться при флотации других фосфорсодержащих руд. Кроме того, данная технология позволила решить проблему комплексного использования желваковых фосфоритов, что подтверждено соответствующими лабораторными исследованиями, выполненными после флотационного дообогащения мытой фракции фосфоритной руды Егорьевского месторождения с получением флотационного фосфатного концентрата, пригодного для химической переработки на высококачественные водорастворимые удобрения.

Исследования проводились на исходной пробе фосфоритной руды Егорьевского месторождения, содержащей 12,5 %  $P_2O_5$ . В результате была разработана комбинированная первичная магнитофлотационная технология комплексного обогащения такой руды (см. рисунок). В основе этой технологии лежат промывка и классификация исходной руды по классу 0,3–0,5 мм с последующим дообогащением мытой концентратной фракции руды и ее хвостов промывки. При этом дообогащение мытого концентрата осуществлялось по разработанной нами флотационной технологии доизвлечения из фосфата с получением фосконцентрата с содержанием более 28 %  $P_2O_5$ , а доизвлечение фосфата из хвостов промывки с получением 19 %  $P_2O_5$  фосмуки и глауконитового концентрата производилось по магнитофлотационной схеме, которая ранее успешно применялась на бывшем ГОКе ПО «Фосфаты» [5].

Основные технологические параметры магнитофлотационная технология, полученные в лабораторных условиях, показали, что из 1 т фосфоритной руды Егорьевского месторождения, содержащей 12,5 %  $P_2O_5$ , могут быть получены:

- 250 кг фосфоритного концентрата, содержащего 28,3 %  $P_2O_5$ ;

137 кг флотационной фосмуки, содержащей 19,2 %  $P_2O_5$ ;

165 кг глауконитового концентрата, содержащего 5–6 %  $K_2O$ ;

130 кг фосфор-глауконитового удобрения, содержащего более 13 % суммы питательных веществ ( $P_2O_5+K_2O$ );

237 кг необогащенного кварцевого песка;

83 кг тонкодисперсных отходов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные результаты по доизвлечению фосфата из мытой фракции фосфоритной руды и из

её хвостов промывки показывают, что существует реальная перспектива создания практически безотходного производства на базе Егорьевского месторождения желваковых руд. Осуществление этого проекта будет способствовать реализации Государственной программы развития сельского хозяйства в Центральных регионах России, повышению в них урожайности и качества сельскохозяйственной продукции путем химизации с применением экологически чистых фосфор- и калийсодержащих минеральных удобрений, получаемых из желваковых фосфоритов месторождений, расположенных в Центральном федеральном округе.

Поступила в редакцию 27.05.2022



## Список использованных источников

1. Блисковский В. З. Вещественный состав и обогатимость фосфоритных руд. – М. : Недра, 1983. – 198 с.
2. Вещественный состав и обогатимость желваковых фосфоритовых руд / Сост. В. З. Блисковский, Н. Н. Бойко, Г. В. Ладыгина и др. – М. : НИИТЭХИМ, 1981. – 55 с. – (Хим. пром-сть. Обзор. информ. – Сер.: Горнохимическая промышленность).
3. Ратобыльская Л. Д., Бойко Н. Н., Кожевников А. О. Обогащение фосфатных руд: учебное пособие. – М. : Недра 1979. – 260 с.
4. Исследование вещественного состава фосфоритов Егорьевского месторождения / А. В. Лыгач, В. А. Игнаткина, В. Н. Лыгач, А. Р. Макавецкас // Сборник материалов XI Конгресса обогатителей стран СНГ (Москва, 13–15 марта 2017 г.). – М. : МИСиС, 2017. – Т. 2. – С. 305–309.
5. Лыгач А. В. Разработка технологии комплексного обогащения желваковых фосфоритов с использованием реагентов многофункционального действия : дис. ...канд. техн. наук : 25.00.13. – М., 2019.
6. Ладыгина Г. В., Лыгач А. В. Разработка технологии обогащения труднообогатимых желваковых фосфоритов // Современные тенденции в производстве и применении фосфорсодержащих удобрений и неорганических кислот : Материалы международной научно-практической конференции (Москва, 26 мая 2015 г.) . – М. : НИУИФ, 2015. С. 123–127.
7. Лыгач А. В., Игнаткина В. А., Лыгач В. Н. Флотационное обогащение бедных желваковых руд // Ресурсосбережение и охрана окружающей среды при обогащении минерального сырья (Плаксинские чтения-2016) : Материалы междунар. конференции, Санкт-Петербург, 26–30 сентября 2016 г. – М. : Издательский дом «Руда и Металлы», 2016. – С. 305–309.

UDC code 622(2.271.3+03'117/118+.224.3)

DOI: 10.26121/RON.2022.56.82.005

OECD code 2.07.ZQ

### Low-waste combined magnetic-flotation method for nodular ore comprehensive enrichment

*Artem V. Lygach*, PhD (in Engineering), Senior Scientist, STC "IKIMSO" LLC\*

\*Scientific and Technological Center "Institute of Integrated Use of Mineral Raw Materials and Waste" (6, Gogolya ul., Oktyabrsky work settlement, Moscow region, 140060, Russia).

**Abstract:** Nodular phosphorites are characterized by a low content of phosphorus pentoxide, the presence of sesquioxides, carbon dioxide, as well as a high specific surface area. The traditional enrichment of such ores, it is very difficult to obtain phosphorus-containing concentrates suitable for chemical processing into phosphoric acid and water-soluble high-quality mineral fertilizers. The latest studies have established that (i) based on the study of the material composition, physico-chemical, mechanical and technological properties of jelly phosphorites and the main minerals contained in them, and (ii) specific (including flotation features of multifunctional reagents, it is possible to obtain a flotation phosphate concentrate containing more than 28%  $P_2O_5$ , i.e. suitable for the production of the latter. As a result, a technology of deep enrichment of such ores has been developed, which is based on additional flotation using multifunctional special reagents of phosphate from the slurries and crushed to a size of –15 mm fraction of phosphorous ore. A feature of this technology is the flotation of phosphate in the presence of thin waste water from highly mineralized pulp, and the recleaning operations are carried out in an open cycle with additional flotation of phosphate from their industrial products. The reextract by the flotation of phosphate from the tailings of the initial ore washing is carried out the magnetic-flotation scheme with the associated production of a magnetic fraction of glauconite concentrate with 5–6%  $K_2O$ . An uniqueness of this technology is the use of reagents with multifunctional properties for phosphate flotation. Reagents can be successfully used in the flotation enrichment of other phosphorite ores, which was confirmed during the flotation of phosphate from Kola, Kingisepp, Karatau and Namibian phosphorus-containing ores.

**Key words:** Nodular phosphorites; Yegoryevskoe and Chilisayskoe deposits; Phosphate; Glauconite; Washed ore fraction; Flotation phosphorous concentrate; Material composition, Washing; Flotation; Magnetic-flotation scheme; Rinsing tailings; Glauconite concentrate; Flotation multifunctional reagents with specific properties; Low-waste technology; Complex use; Phosphorus-containing mineral fertilizers.

Received 27 May 2022

**References**

1. Bliskovskii V.Z. *Veshchestvennyi sostav i obogatimost' fosfatnykh rud* [The material composition and washability of phosphate ores\*]. Moscow, Nedra Publ., 1983, pp. 57–80. (in Russ.)
2. *Veshhestvennyi sostav i obogatimost' zhelvakovyh fosforitovyh rud* [Material composition and enrichability of nodular phosphorite ores\*]. Compilers V.Z. Bliskovskij, N.N. Bojko, G.V. Ladygina [et al.]. Moscow, NIITEChIM (Scientific Research Institute of Technical and Economic Research in the Chemical Complex), 1981, 55 p. (Chemical industry. Overview information. Series: Mining and chemical industry). (in Russ.)
4. Lygach A.V., Ignatkina V.A., Lygach V.N., Makaveckas A.R. *Issledovanie veshhestvennogo sostava fosforitov Egor'evskogo mestorozhdeniya* [Research of the material composition of phosphorites of the Egoryevskoye deposit\*]. In: *Sbornik materialov XI Kongressa obogatiteley stran SNG (Moskva, 13–15 marta 2017 g.)* [Collection of materials of the XI Congress of Concentrators of the CIS countries (Moscow, March 13-15, 2017\*)]. Moscow, MISiS Publ., 2017, vol. 2, pp. 305–309. (in Russ.)
5. Lygach A.V. *Razrabotka tehnologii kompleksnogo obogashchenija zhelvakovyh fosforitov s ispol'zovaniem reagentov mnogofunkcional'nogo dejstvija. Dis. ...kand. tehn. nauk* [Development of technology for comprehensive enrichment of nodular phosphorites using multifunctional reagents\*. Candidates' Thesis]. M., 2019. (in Russ.)
6. Ladygina G.V., Lygach A.V. *Razrabotka tehnologii obogashchenija trudnoobogatimykh zhelvakovyh fosforitov* [Development of technology for enrichment of hard-to-enrich nodular phosphorites\*]. In: *Sovremennye tendencii v proizvodstve i primenenii fosforsoderzhashhih udobrenij i neorganicheskikh kislot. Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (Moskva, 26 maja 2015 g.)* [Modern trends in the production and application of phosphorus-containing fertilizers and inorganic acids. Materials of the International scientific and practical conference (Moscow, May 26, 2015\*)]. Moscow, NIUIF Publ., 2015, pp. 123–127. (in Russ.)
7. Lygach A.V., Ignatkina V.A., Lygach V.N. *Flotacionnoe obogashchenie bednyh zhelvakovyh rud* [Flotation enrichment of poor nodular ores\*]. In: *Resursosberezenije i ohrana okruzhajushhej sredy pri obogashchenii mineral'nogo syr'ja (Plaksinskie chtenija-2016). Materialy mezhdunarodnoj konferencii, Sankt-Peterburg, 26-30 sentyabrya 2016 g.* [Resource conservation and environmental protection in the enrichment of mineral raw materials (Plaksin Readings-2016). Proceedings of the International Conference, St. Petersburg, September 26-30, 2016\*]. Moscow, Ore and Metals Publishing House, 2016, pp. 305–309]. (in Russ.)

\*Translated by the Author of this article.

**Ссылка для цитирования в русскоязычных изданиях:**

Лыгач А. В. Малоотходная комбинированная магнитофлотационная технология комплексного обогащения руд желваковых фосфоритов // Рациональное освоение недр. 2022. № 3. С. 50–55. DOI: 10.26121/RON.2022.56.82.005.

**To cite this article in English:**

Lygach A.V. Low-waste combined magnetic-flotation method for nodular phosphorites comprehensive enrichment. *Ratsional'noye osvoyeniye nedr* [Mineral Mining & Conservation (MMC)], 2022, no. 3, pp. 50–55. DOI: 10.26121/RON.2022.56.82.005..



24-28.10.2022
[maresedu.com](http://maresedu.com)

## НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

Морские исследования и образование

**MARESEDU — 2022**



- Океанология
- Гидрология суши
- Морская геология
- Морская биология
- Гидрографические и геофизические исследования на акваториях
- Морские ландшафты
- Рациональное природопользование

- Подводное наследие и водолазные методы
- Научно-популярные и научно-образовательные фильмы
- Круглый стол Плавучего Университета
- Мероприятия Десятилетия ООН, посвящённого изучению Океана в интересах устойчивого развития (2021-2030 гг.)



ЦМИ  
МГУ



ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
МГУ им. М. В. Ломоносова



ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
МГУ им. М. В. Ломоносова



ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
МГУ им. М. В. Ломоносова



ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
МГУ им. М. В. Ломоносова



ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
МГУ им. М. В. Ломоносова

# Анализ данных системы управления безопасностью работ для выявления природно-техногенных угроз при камерно-столбовой системе разработки на глубинах более 1000 м



**А. П. Корнаушенко,**  
технический директор,  
ООО «ПТУР»\*.  
E-mail: a.kornaushenko@pturmail.com

\*ООО «Проекты и технологии – Уральский регион», Свердловская область, 624480 Североуральск, ул. Шахтерская, 1А.

## ВВЕДЕНИЕ

Эффективность и конструктивные особенности камерно-столбовой системы разработки обеспечили ее широкое применение на российских и зарубежных рудниках по добыче каменной соли, известняка, боксита и других полезных ископаемых как в простых, так и в сложных горно-геологических условиях. Основными факторами, ограничивающими область применением данной системы, являются угол падения и вынимаемая мощность залежи. На параметры системы преимущественное влияние оказывают глубина разработки и размеры выработанных пространств, зачастую инициирующие динамические процессы в тектонически нарушенном массиве горных пород. Изучение влияния динамических процессов на параметры конструктивных элементов камерно-столбовой системы важно для обеспечения безопасности ведения горных работ [1].

Особую актуальность данная задача приобрела в настоящее время для рудников АО «Севуралбокситруд» (АО «СУБР») – сырьевого дивизиона ОК «РУСАЛ». Рудники разрабатывают удароопасные рудные месторождения Северо-Уральского бокситоносного района (СУБР).

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ГОРНЫХ РАБОТ

В пределах Северо-Уральского бокситоносного района выделяется семь месторождений, из ко-

Проведена оценка изменчивости горно-геологических и горнотехнических факторов, влияющих на обеспечение безопасных условий добычи руды на глубине более 1 км в условиях Североуральских бокситовых месторождений. По результатам расследования разрушений от горных ударов конструктивных элементов камерно-столбовой системы разработки определены группы факторов воздействия динамической пригрузки. Изменчивость осложняющих факторов при добыче руды, выявленная в ходе научно-исследовательских работ, обуславливает необходимость пересмотра методических подходов к обоснованию расчетных значений конструктивных параметров камерно-столбовой системы. Развитие методических инструментов обоснования конструктивных параметров применяемых систем разработки для обеспечения условий безопасной добычи руды на больших глубинах представляет практический интерес для горных предприятий.

**Ключевые слова:** система управления безопасностью работ, камерно-столбовая система разработки, конструктивные параметры, тектонические нарушения, горное давление, удароопасность, динамическая пригрузка.

торых эксплуатируемыми (промышленно значимыми) являются Красная Шапочка, Кальинское, Ново-Кальинское и Черемуховское (рис. 1).

Месторождение бокситов Красная Шапочка – самое южное в Североуральском бокситоносном районе. Основная доля оставшихся промышленных запасов месторождения сосредоточена в пределах участка Восточная Залежь. Шахта «Красная Шапочка» с 2017 г. функционирует как дренажная.

Кальинское месторождение на юге граничит с месторождением Красная Шапочка по Южно-Кальинскому сбросу (рис. 2). Северная граница с Ново-Кальинским месторождением проводится по Ново-Кальинскому и Северо-Кальинскому сбросам. Месторождение разрабатывается шахтой «Кальинская». В настоящее время горные работы в пределах Кальинского месторождения ведутся на горизонтах –1040, –1130 и –1220 м. Месторождение разведано по промышленным категориям до глубины 1430–1750 м ( отметка –1220...–1550 м),

по категории С<sub>2</sub> – до глубины 2000 м (отметка –1810 м).

Ново-Кальинское месторождение на севере граничит с Черемуховским месторождением по Южно-Черемуховскому сбросу. Месторождение разрабатывается шахтой «Ново-Кальинская». В настоящее время горные работы в пределах Ново-Кальинского месторождения ведутся на горизонтах –1010, –1100 и –1160 м. Месторождение разведано по промышленным категориям до глубины 1800 м (отметка –1220...–1550 м), по категории С<sub>2</sub> – до глубины 2000 м (отметка –1810 м).

Черемуховское месторождение разрабатывается шахтой «Черемуховская». В настоящее время подготовка горизонтов и эксплуатационные работы по добыче бокситов в пределах месторождения ведутся на горизонтах –830, –920, –980 и –1040 м; горно-капитальные работы – на горизонтах –1100, –1172 и –1250 м. Черемуховское месторождение разведано по промышленным категориям до глубины 1800 м (отметка –1580 м), по категории С<sub>2</sub> – до глубины 2000 м (отметка –1780 м).

Опыт разработки североуральских бокситовых месторождений показывает, что современное состояние горных работ на шахтах АО «СУБР» на глубинах 1100–1400 м в части применяемых камерно-столбовых систем, соотношения горных работ в различных блоках и ряда других технологических факторов не всегда и не в полной мере соответствует реальным геологическим и геомеханическим условиям, что отражается на производительности и безопасности ведения горных ра-

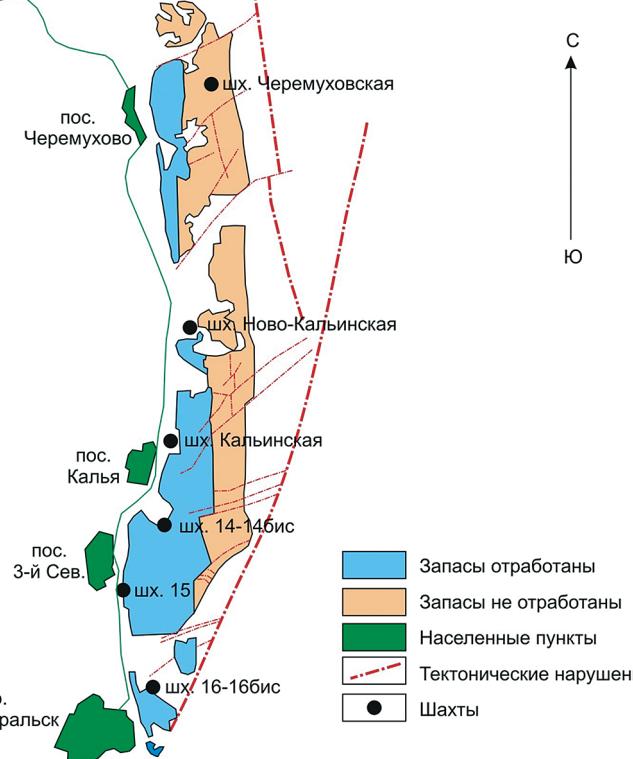


Рис. 1. Обзорная схема Северо-Уральского бокситоносного района  
Fig. 1. Overview diagram of the North-Ural bauxitebearing region.

бот. Однако в силу морфологических параметров рудной залежи доля применения камерно-столбовых систем на месторождениях Северо-Уральского бокситоносного района в перспективе углубления добычи бокситов до 2000 м составит 80 % и более, т. е. данная система останется ключевой.

### ПРОБЛЕМА

Несмотря на свою эффективность по технико-экономическим показателям, камерно-столбовая система в удароопасных условиях месторождений Северо-Уральского бокситоносного района является наиболее сложной в части обеспечения безопасного применения по фактору проявления



Рис. 2. Тектоническая схема месторождений СУБРа  
Fig. 2. Tectonic map of deposits of the North-Ural bauxitebearing region.

горных ударов [2–5]. Практический опыт ведения горных работ показывает, что наибольшее число горно-тектонических ударов происходит при использовании именно камерно-столбовой системы. Это связано с геологическими условиями применения и конструктивными особенностями данной системы.

При использовании камерно-столбовой системы основной проблемой с точки зрения предотвращения горно-тектонических ударов является сложность управления напряженно-деформированным состоянием горного массива и конструктивных элементов системы (опорных, панельных, предохранительных целиков) в сложных условиях Северо-Уральского бокситоносного района, характеризующихся:

невыдержанной мощностью рудной залежи;  
оставленными в массиве жесткими безрудными опорами;

неодинаковыми прочностными характеристиками материала опорных целиков, связанными с резким чередованием пород и руд различного литологического состава;

тектонической нарушенностью и др.

Большие площади обнажения кровли, повышенная изрезанность рудного массива, работа встречными фронтами и на передовые выработки еще более усиливают напряженность и ударопасность. Кроме того, камерно-столбовая система разработки предполагает присутствие горнорабочих в открытом выработанном пространстве, что зачастую приводит к их травматизму от обрушения кровли и целиков при проявлении удаленных сейсмических событий [6–9].

Изложенное выше показывает, что в сложных горно-геологических, горно-технических и ударо-

опасных условиях эксплуатации шахт АО «СУБР» система управления безопасностью работ должна включать опережающий геомеханический прогноз горно-тектонических ударов с совокупным учетом произвольной пространственной конфигурации краевой части рудной залежи и целиков, неоднородного литологического строения и морфологии залежи [10], тектонических нарушений, скважинной (и иной) разгрузки рудной залежи и целиков, произвольного расположения очагов сейсмических явлений, возникающих при подвижках на контактной поверхности тектонического нарушения.

### ПРЕДПОСЫЛКИ К ПОСТАНОВКЕ НИР

Предпосылкой к постановке научно-исследовательских работ с целью совершенствования расчета параметров системы и способов управления горным давлением на глубинах 1400–2000 м при применении камерно-столбовой системы разработки послужило изменение характера геодинамических процессов деформирования конструктивных элементов данной системы разработки на современных глубинах.

Проведенными исследованиями выявлены следующие изменения в закономерностях протекания геодинамических процессов с ростом глубины работ, требующих учета при определении параметров камерно-столбовой системы.

На шахтах АО «СУБР» на глубинах разработки 800–1000 м величина горизонтального (главного сжимающего) напряжения в массиве горных пород превышала в 1,4–1,6 раза вес столба горных пород (промежуточного напряжения) в соотношении  $\sigma_1:\sigma_2:\sigma_3=1,0:0,7:0,6$ . С ростом глубины зафиксировано снижение роли горизонтальной составляющей в результате выравнивания величин горизонтальной (максимального главного напряжения) и вертикальной (промежуточного напряжения) составляющих поля напряжений  $\sigma_1:\sigma_2:\sigma_3=1,0:0,85:0,6$ , достигая гидростатического, с соотношением главных напряжений  $\sigma_1:\sigma_2:\sigma_3=1,0:1,0:0,9$ . На основании экспериментальных данных, полученных на шахтах АО «СУБР», построен график распределения природного поля напряжений с ростом глубины (рис. 3).

На локальных участках замерами зафиксированы соотношения  $\sigma_1:\sigma_2:\sigma_3=1,0:0,4:0,25$ , что объясняется расположением замерных стан-

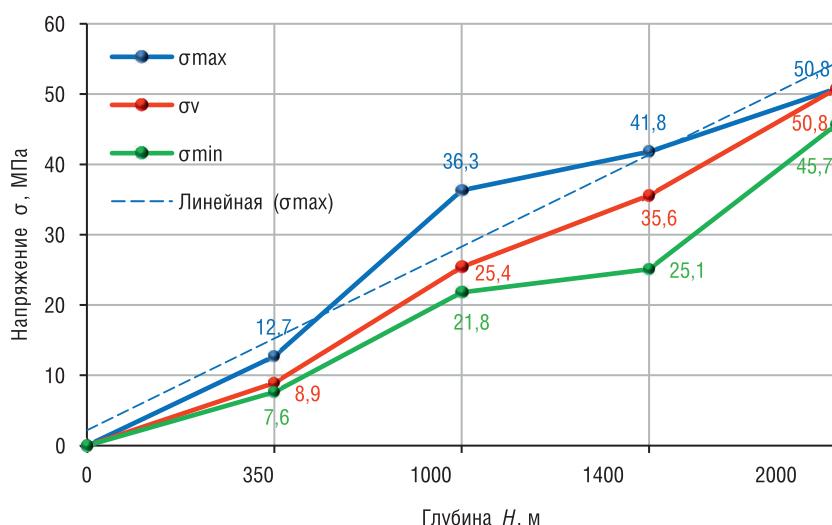


Рис. 3. График распределения природного поля напряжений ( $\sigma$ ) по глубине ( $H$ )  
Fig. 3. Graph of the distribution of ( $\sigma$ ) the natural stress field in ( $H$ ) depth.

ций в непосредственной близи у тектонических нарушений. Таким образом, при геомеханическом обосновании параметров конструктивных элементов камерно-столбовой системы разработки необходимо для глубин 1400–2000 м в качестве граничных условий учитывать соотношение между горизонтальной и вертикальной компонентами поля напряжений в диапазоне 1,15–1,20.

Результаты статистического анализа причин разрушения выработок и элементов горных конструкций от влияния природных факторов представлены на рис. 4. Установлено, что на глубинах 850–1400 м с ростом глубины горных работ отмечается увеличение влияния крупно-амплитудных тектонических нарушений по сравнению с влиянием мелкоамплитудной тектоники. При этом значительную роль в формировании удароопасной обстановки оказывает разработка неоднородных руд на участках утонения залежи.

Обобщая статистические данные, полученные на действующих глубинах разработки, можно вы-

делить две основные группы угроз формирования удароопасности, которые необходимо учитывать при определении параметров камерно-столбовой системы разработки:

**1-я группа** – совокупное влияние неоднородного литологического строения, изменения мощности рудной залежи и параметров тектонических нарушений в большей степени крупно-амплитудных, в меньшей – мелкоамплитудных, на участках влияния тектонических нарушений;

**2-я группа** – совокупное влияние неоднородного литологического строения и изменения мощности рудной залежи на тектонически спокойных участках шахтного поля.

Указанные угрозы обусловлены формированием условий нагружения смесятелей крупно-амплитудных тектонических нарушений сдвигового типа [11–13], достаточных для возникновения значительных площадей подвижек горных пород (рис. 5) по развитым плоскостям смесятелей, способствующих высвобождению большого

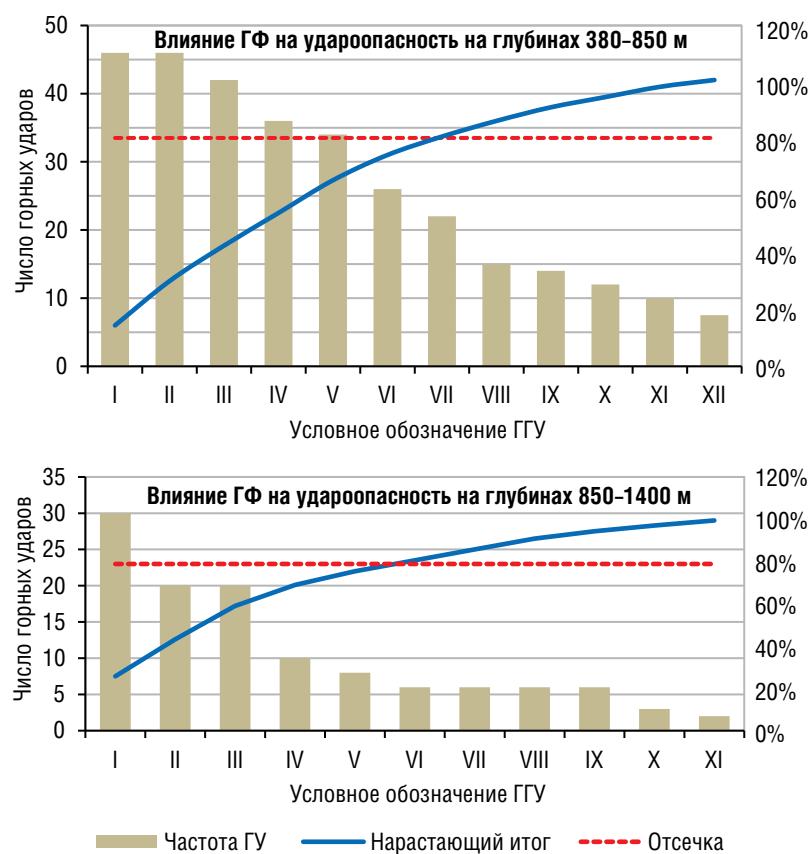


Рис. 4. Оценка влияния геологических факторов на удароопасность на глубинах разработки 380–850 и 850–1400 м на основе анализа причин разрушения выработок и элементов горных конструкций от влияния горно-геологических условий:

I–XII – характеристики горно-геологических условий (ГГУ) по сложности с учетом сочетания геологических факторов (ГФ) (см. таблицу)

**Fig. 4.** Assessment of the impact of geological factors on the rock-bump hazard at depths of development 380-850 and 850-1400 m based on the analysis of the causes of destruction of workings and elements of mining structures from the influence of mining and geological conditions. (I–XII) Characteristics of mining and geological conditions in complexity, taking into account a combination of geological factors (see Table).

Усл. обозначение ГГУ	Сложность ГГУ	Сочетание ГГФ
Глубины 380–850 м		
I	Сложные	УНР+НМ3+МАТ
II		УОР+НМ3+МАТ
III		УНР+УМ3
IV		УНР+НМ3+МАТ
V		УНР+УМ3+МАТ
VI		УНР+НМ3
VII		УОР+НМ3+КАТ
VIII		УОР+УМ3+МАТ
IX		УОР+УМ3
X	Простые	УОР+НМ3
XI		УОР+УМ3+КАТ
XII		УНР+УМ3+КАТ
Глубины 850–1400 м		
I	Сложные	УНР+НМ3+КАТ
II		УНР+НМ3+МАТ
III		УОР+НМ3+КАТ
IV		УНР+НМ3
V		УОР+УМ3+КАТ
VI		УНР+УМ3+МАТ
VII		УНР+НМ3
VIII		УОР+УМ3
IX		УНР+УМ3+КАТ
X	Простые	УОР+НМ3
XI		УОР+НМ3+МАТ

Условные обозначения ГФ: НМ3 – нормальная мощность залежи; УМ3 – уменьшение мощности залежи; УОР – участки залежи с однородными рудами; УНР – участки залежи с неоднородными рудами; МАТ – мелкоамплитудные тектонические нарушения; КАТ – крупно-амплитудные тектонические нарушения.

го количества запасенной упругой сейсмической энергии в виде динамической пригрузки и разрушению конструктивных элементов камерно-столбовой системы разработки.

Снижение числа горных ударов на участках мелкоамплитудных тектонических нарушений с ростом глубины горных работ, главным образом, связано с более спокойным разрушением не-развитых плоскостей их сместителей в зоне предельно-напряженного состояния краевой части рудной залежи в результате перераспределения опорного давления от очистных работ.

Оценка напряженно-деформированного состояния рудной залежи показала, что на глубинах 1300–1400 м на значительном протяжении краевой части рудной залежи уровень действующих напряжений превышает допустимый – 70 % от предела прочности руды, что приводит к разрушению горных выработок. Причиной разрушения рудных восстающих, ортов-заездов и полевых откаточных штреков является совместное воздействие высокого уровня действующих напряжений в рудной залежи и динамической пригрузки от сейсмических

явлений горно-тектонического типа.

Анализ данных разрушения междукамерных целиков в условиях изменения с глубиной характера геодинамических процессов показывает, что наибольшее количество проявлений горного давления относится к толчкам (динамическим пригрузкам), что характеризует глубинный процесс формирования очага сейсмического события.

Дополнительная динамическая пригрузка рудной залежи от воздействия сильных сейсмических явлений горно-тектонического типа с высоким энергетическим уровнем, превышающим 104 Дж, приводит к увеличению напряженности участка в 1,5–2 раза и формированию ореолов сейсмической опасности, по площади равной 1–2 очистным блокам. В то же время в действующем Руководстве по выбору конструктивных параметров камерно-столбовой системы разработки на шахтах ОАО «Севуралбокситруда» (1997) (далее – Руководство) при расчете опорных междукамерных целиков на глубине 1000 м и более учитывается только влияние свода давления пород. В связи с этим требуется корректировка в части учета ди-

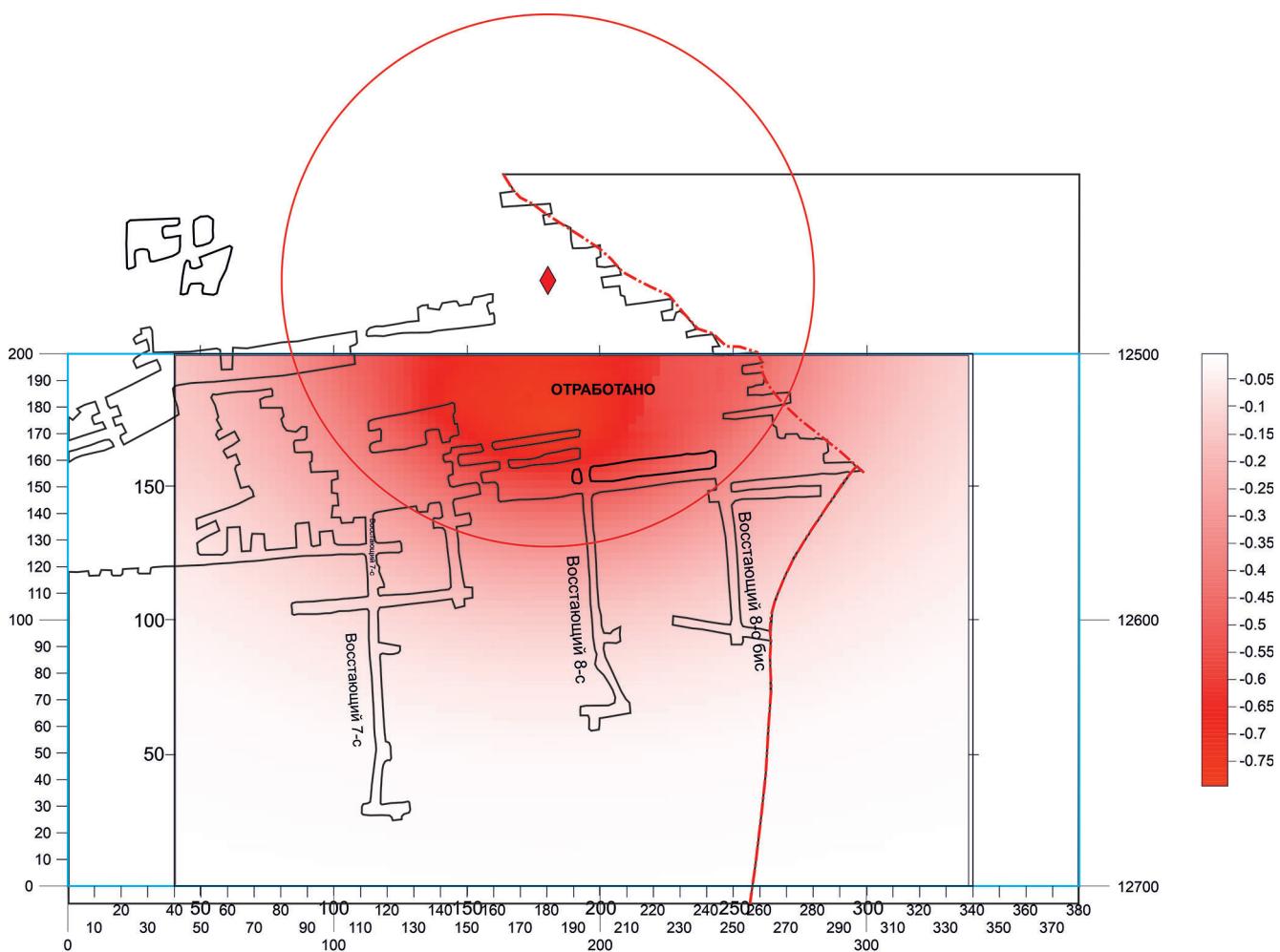


Рис. 5. Закономерности распределения динамической пригрузки от воздействия подвижек горных пород (в тоннах на квадратный метр)

Fig. 5. Pattern of dynamic overload distribution from the impact of rock movements (in tons per square meter).

намической пригрузки на междукамерные целики от воздействия сейсмических явлений.

Классификация условий разрушения конструктивных элементов камерно-столбовой системы разработки от воздействия динамической пригрузки позволяет объединить влияющие факторы в следующие группы:

**1-я группа.** Создание очистного пространства камерно-столбовой системы разработки без значительных безрудий, неполная расконсервация очистной выемкой активных тектонических нарушений, сохранение замковых участков плотного контакта, наличие сопряженных тектонических нарушений в глубине подстилающих пород. При этом большая часть сейсмических событий происходит в подстилающей толще. Локализация сейсмических событий создает подготовку к сильному событию.

**2-я группа.** Повышенная активность сейсмических событий с большой энергией в зоне влияния активных тектонических нарушений. Основные сейсмические явления происходят в висячем боку (кровле) под действием наибольшего напряжения и подвижек по напластованию. Механизм подвижек, выявленный в очаге сейсмического события, подтверждается характером разрушений в выработках. Основой является возникновение динамических событий в зоне активных тектонических нарушений, связанных с подвижками висячего бока по напластованию на участках с ослабленным контактом кровли и рудной залежи и накоплением сдвиговых упругих деформаций на участках с плотным контактом висячего бока с рудной залежью. Накопление и срыв защемленной части вызывает в рабочей зоне разрушения выработок и динамические проявления.

**3-я группа.** Сжимающие нагрузки, преодолевающие прочность пород или руд на участках массива или в целиках. Зачастую это происходит от разрушения жестких целиков в выработанном пространстве или в рабочей зоне при высвобождении запасов энергии, сосредоточенной на предельно-напряженном участке. Сейсмические события такого рода не содержат механизмов подвижек.

Сейсмологическими исследованиями установлено, что параметры свода давления также требуют уточнения. В отличие от принятой в Руководстве гипотезы давления на опорные междукамерные целики пород, заключенных в своде давления, определяемого с учетом углов давления пород по аналогии с вышеотработанными горизонтами, на глубинах более 1000 м, выявлены следующие зависимости параметров свода от размеров вырабо-

танных пространств (типа оруденения):

- при ширине выработанного пространства  $B_{\text{выр.пр}} > 80$  м (I тип оруденения) высота свода давления определяется согласно принятой ранее концепции и ориентировочно равна ширине выработанного пространства;

- при  $B_{\text{выр.пр}} = 20 \div 80$  м (II тип оруденения) высота свода давления соответствует ориентировочно половине ширины выработанного пространства;

- при  $B_{\text{выр.пр}} < 20$  м (III тип оруденения) свод давления пород не формируется (покрывающие породы оказывают давление по схеме «порода — мост»), а ширина междукамерных целиков принимается постоянной — не более 3 м (в соответствии с технологическими требованиями).

Отработка участков рудной залежи сложной морфологии в границах очистного блока зачастую приводит к формированию в краевой части рудной залежи неоднородных по высоте междукамерных целиков между выработанным пространством и панельным штреком первого отрабатываемого слоя и, как следствие, к сложному характеру перераспределения в них напряжений. При расчете допустимого размера выработанного пространства процесс нарастания градиента опорного давления в междукамерном целике в Руководстве не учитывается. При определенных условиях это может приводить к неточному прогнозу безопасного размера выработанного пространства, что связано с влиянием дополнительной подготовительной выработки — панельного штрека.

В результате анализа влияния коэффициента формы междукамерного целика на проявление удароопасности установлено, что при глубине горных работ более 900 м число проявлений горного давления в динамической форме в конструктивных элементах камерно-столбовой системы разработки снижается. При этом отмечается снижение диапазона опасного коэффициента формы: с 0,6–2,2 на глубинах 700–850 м до 0,9–1,6 на глубинах 900–1050 м (рис. 6).

Разрушение междукамерных целиков зачастую связано с использованием неточных данных о физико-механических свойствах бокситовых руд. Анализ результатов лабораторных исследований показывает, что в зависимости от физико-механических свойств бокситов и геометрических параметров конструктивных элементов краевая часть рудной залежи и целики могут находиться в условиях упругого или запредельного деформирования. Свойства образцов не в полной мере соответствуют свойствам руды краевой части залежи и целиков, находящихся в очистном пространстве. Объясняется это структурным ослаблением, нали-

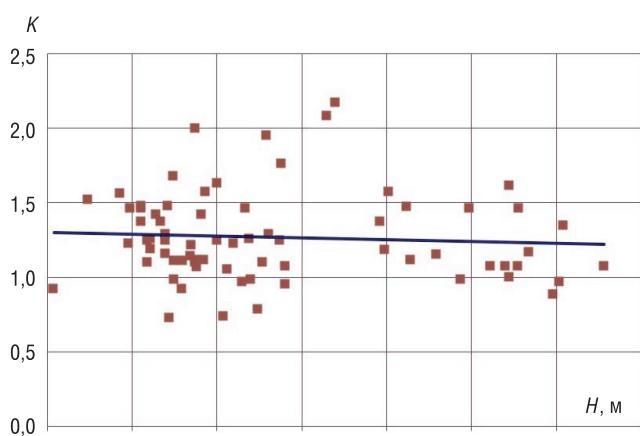


Рис. 6. Закономерности распределения удароопасных коэффициентов формы междукамерного целика ( $K$ ) с изменением глубины горных работ ( $H$ )

Fig. 6. Patterns of the distribution of ( $K$ ) bump hazardous coefficients of the shape of the barrier pillar with a change in ( $H$ ) the depth of mining operations.

чием масштабного и временного факторов. Однако тенденции к изменению прочностных характеристик образцов при испытаниях фиксируются совершенно четко.

Испытания образцов руды, представленной пестроцветными (яшмовидными) разновидностями боксита, показали, что увеличение отношения высоты образца ( $h$ ) к его ширине ( $d$ ) сопровождается резким снижением предела прочности на одноосное сжатие. Так, у пестроцветных бокситов при  $h/d=0,5$  предел прочности на сжатие  $\sigma_{cж}=220$  МПа, а при  $h/d=2,0$   $\sigma_{cж}=110$  МПа. Разрушение при предельной нагрузке происходит мгновенно, с взрывом. При нагружении образцов промежуточной по прочностным характеристикам группы бокситов (красных немарких) разрушение последних при предельных нагрузках является более спокойным.

Особое внимание следует уделить анализу результатов испытаний образцов, представленных красными маркими бокситами, имеющими самый низкий предел прочности на сжатие. Результаты исследований показали, что ввиду специфиности структурного строения красные маркые бокситы подвергаются значительным деформациям и уплотняются при предпредельных нагрузках, при этом увеличение отношения высоты образца к его ширине не приводит к резким перепадам предела прочности на одноосное сжатие: так, при  $h/d=0,5$  предел прочности на сжатие  $\sigma_{cж}=65$  МПа, а при  $h/d=2,0$   $\sigma_{cж}=20$  МПа.

При реологических испытаниях образцов красных марких бокситов установлено, что прочность на одноосное сжатие может увеличиваться по сравнению с кратковременными нагрузлениями. Объяснить данное явление можно тем, что крас-

ные маркые бокситы имеют большую пористость, и при нагружении происходит перераспределение деформаций в начальный период внутри образца, т. е. за счет закрытия пор. После закрытия пор образец деформируется как твердое тело, а затем уже происходит внутреннее трещинообразование, и образец интенсивно увеличивается в диаметре. Такой механизм деформации характеризует красные маркые бокситы как упругопластические тела.

### ОБСУЖДЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ И ВЫВОДЫ

Происходящие разрушения горных выработок и междукамерных целиков от воздействия динамических пригрузок свидетельствуют о снижении эффективности применяемого комплекса регионального и локального прогнозов и профилактики горных и горно-тектонических ударов, что связано с необходимостью внедрения активных региональных способов управления горным давлением. На глубинах 1400–2000 м профилактические специальные мероприятия по управлению горным давлением должны стать неотъемлемой частью технологии ведения горных работ.

Принимая во внимание классификацию факторов, влияющих на разрушение конструктивных элементов камерно-столбовой системы разработки, для повышения безопасности ее применения на глубинах 1400–2000 м рекомендуются следующие профилактические мероприятия:

для 1-й группы: разгрузка тектонических нарушений глубокими камуфлетными скважинными зарядами на участках защемлений активных тектонических нарушений либо оставление целика вдоль активного тектонического нарушения; создание полосы обрушенных пород кровли; разгрузка участков прочных пород, рудных целиков; соблюдение технологических требований ударобезопасности камерно-столбовой системы разработки;

для 2-й группы: при проходке панельных штреков необходимы проведение камуфлетного взрыва в сопряжении кровли и борта выработки, разрушение и отсечение кровли над рядом целиков через ленточный целик;

для 3-й группы: площадная разгрузка участков рудной залежи с удароопасными коэффициентами формы, находящимися в диапазоне 0,9–1,6; разгрузка тектонически активных зон.

Фиксируемые разрушения в горных выработках указывают на необходимость корректировки методического обеспечения по выбору и расчету параметров крепления в части учета изменения прочности массива горных пород от воздействия динамической пригрузки.

Выполненный анализ данных системы управления безопасностью работ и природно-техногенных угроз при применении камерно-столбовой системы разработки на глубинах 1000 м и более на рудниках ОАО «СУБР» позволил выявить отклонения по распределению главных напряжений, воздействию динамической пригрузки, дифференциации параметров сводообразования и снижения эффек-

тивности применяемых способов прогнозирования и предупреждения горных и горно-тектонических ударов глубинного типа и внести соответствующие методические корректировки в Руководство по выбору конструктивных параметров камерно-столбовой системы разработки на шахтах ОАО «Севуралбокситруда» при разработке месторождений на глубинах 1000 м и более.

Поступила в редакцию 06.04.2022



#### *Список использованных источников*

1. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых» : утв. приказом Ростехнадзора от 08.12.2020 № 505 : (зарегистрировано в Минюсте России 21.12.2020 № 61651) // Официальный интернет-портал правовой информации www.pravo.gov.ru, 22.12.2020, № 0001202012220071.
2. Современная геомеханическая оценка влияния горно-тектонических ударов на устойчивость горных выработок СУБРа / М. А. Шадрин, Д. В. Сидоров, А. П. Корнаушенко, С. Н. Мулев // Горный журнал. 2022. № 1. С. 4–11. DOI: 10.17580/gzh.2022.01.01.
3. Сидоров Д. В., Пономаренко Т. В., Косухин Н. И. Управление фактором геодинамической безопасности для обеспечения устойчивого развития АО «СУБР» // Горный журнал. 2021. № 1. С. 81–85. DOI: 10.17580/gzh.2021.01.14.
4. Сидоров Д. В., Пономаренко Т. В. Методология оценки геодинамического состояния природно-техногенных систем при реализации проектов освоения месторождений // Горный журнал. 2020. № 1. С. 49–52. DOI: 10.17580/gzh.2020.01.09.
5. Сидоров Д. В., Косухин Н. И., Пономаренко Т. В. Разработка комплекса прогнозно-профилактических мероприятий по предотвращению горных ударов при подготовке и выемке угольных пластов в тектонически напряженных зонах при реализации проектов освоения месторождений // Рациональное освоение недр. 2020. № 3. С. 46–54. DOI: 10.26121/RON.2020.24.65.003.
6. Еременко А. А., Машков И. В., Еременко В. А. Геодинамические и сейсмические явления при обрушении блоков на удароопасных месторождениях Горной Шории // ФТПРИ. 2017. № 1. С. 70–76.
7. The estimation of rockburst hazard for hard rocks by the test results below and beyond the compressive strength / A. A Kozyrev., N. N. Kuznetcov, I. V. Fedotova, A. N. Shokov // Rock Mechanics for Natural Resources and Infrastructure Development : Proceedings of the 14th International Congress on Rock Mechanics and Rock Engineering (ISRM, 2019). Series: Proceedings in Earth and Geosciences 2020. – London : Taylor & Francis Group pic Typeset by Integra Software Services Pvt. Ltd., Pondicherry, 2020. P. 1792–1798. (in Eng.)
8. Геодинамическое состояние массива пород Николаевского полиметаллического месторождения и особенности проявления удароопасности при его освоении / И. Ю. Рассказов, Б. Г. Саксин, В. И. Усиков, М. И. Потапчук // Горный журнал. 2016. № 12. С. 13–19. DOI: 10.17580/gzh.2016.12.03.
9. Геомеханическая оценка условий разработки глубоких горизонтов полиметаллического месторождения Южное / И. Ю. Рассказов, Г. А. Курсакин, М. И. Потапчук [и др.] // ФТПРИ. 2012. № 5. С. 125–134.
10. Протосеня А. Г., Верблю П. Э. Оценка прочности блочного массива методом численного моделирования // Изв. вузов. Горный журнал. 2016. № 4. С. 47–54.
11. Stacey T. R. A simple extension strain criterion for fracture of brittle rock // International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanics Abstracts. 1981. Vol. 18. Iss. 6. P. 469–474. DOI: https://doi.org/10.1016/0148-9062(81)90511-8. (на англ.)
12. Scholz C. H. The Mechanics of Earthquakes and Faulting. 3rd ed. – Cambridge University Press, 2018. – 519 p. DOI: https://doi.org/10.1017/9781316681473. (на англ.)
13. Qinghua Lei, Ke Gao A numerical study of stress variability in heterogeneous fractured rocks // International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences. 2019. Vol. 113. P. 121–133. (на англ.)

UDC code 622.831.31

DOI: 10.26121/RON.2022.27.17.006

OECD code 2.07.ZQ

**Data analysis of the Safety Management System to identify natural and man-made threats for the board-and-pillar method at depths of more than 1000 m**

**Alexander P. Kornaushenko**, Technical Director, LLC “Projects and Technologies – Ural Region”. E-mail: a.kornaushenko@pturmail.com

**Abstract:** The article evaluates the variability of mining-geological and mining-technical factors affecting the safety of ore extraction at a depth of more than 1 km in the conditions of the North Ural bauxite deposits. According to the results of the investigation of the destruction of structural elements of the board-and-pillar method from bounces, groups of factors of the impact of dynamic overload were determined.

The variability of complicating factors in ore mining revealed as a result of research dictates the need to revise methodological approaches to substantiating the calculated values of the design parameters of the board-and-pillar method. The development of methodological to substantiate the design parameters of the development systems used to ensure the conditions for safe ore extraction at great depths is of practical interest for mining enterprises that mine ores at great depths.

**Key words:** Safety Management System; Board-and-pillar method; Design parameters; Tectonic disturbances; Rock pressure; Rock-bump hazard; Dynamic overload.

**Received** 6 April 2022

### References

1. *Federal'nye normy i pravila v oblasti promyshlennoi bezopasnosti "Pravila bezopasnosti pri vedenii gornykh rabot i pererabotke tverdykh poleznykh iskopaemykh"* [Federal Regulations in the Field of Industrial Safety "Safety Rules for mining and processing of solid minerals"\*\*]. Approved by Rostechnadzor Order No. 505 dated 08.12.2020. Available at: [www.pravo.gov.ru](http://www.pravo.gov.ru), 22.12.2020, № 0001202012220071. (in Russ.)
2. Shadrin M.A., Sidorov D.V., Kornaushenko A.P., Mulev S.N. Modern geomechanical assessment of influence of rockbursts in tectonic areas on mine stability in the North Urals Bauxite Mine. *Gornyi zhurnal* [Mining Journal], 2022, no. 1, pp. 4–11. DOI: 10.17580/gzh.2022.01.01. (in Russ.)
3. Sidorov D.V., Ponomarenko T.V., Kosukhin N.I. Geodynamic safety management toward sustainable development of Severouralsk Bauxite Mine. *Gornyi zhurnal* [Mining Journal], 2021, no. 1, pp. 81–85. DOI: 10.17580/gzh.2021.01.14. (in Russ.)
4. Sidorov D.V., Ponomarenko T.V. Estimation methodology for geodynamic behavior of nature-and-technology systems in implementation of mineral mining projects. *Gornyi zhurnal* [Mining Journal], 2020, no. 1, pp. 49–52. DOI: 10.17580/gzh.2020.01.09. (in Russ.)
5. Sidorov D.V., Kosukhin N.I., Ponomarenko T.V. Development of a set of prognostic-preventive activities to prevent rock bursts during the preparation and mining coal seams in active tectonic zones in designing deposits. *Ratsional'noye osvoyeniye nedr* [Mineral Mining & Conservation (MMC)], 2020, no. 3, pp. 46–53. DOI: 10.26121/RON.2020.24.65.003. (in Russ.)
6. Eremenko A.A., Mashukov I.V., Eremenko V.A. Geodynamic and seismic events under rockburst-hazardous block caving in Gornaya Shoria. *Journal of Mining Science*, 2017, vol. 53, no. 1, pp. 65–70. (in Eng.)
7. Kozyrev A. A., Kuznetcov N. N., Fedotova I. V., Shokov A. N. The estimation of rockburst hazard for hard rocks by the test results below and beyond the compressive strength. In: *Rock Mechanics for Natural Resources and Infrastructure Development. Proceedings of the 14th International Congress on Rock Mechanics and Rock Engineering* (ISRM, 2019). Ser.: Proceedings in Earth and Geosciences 2020. London, Taylor & Francis Group pic Typeset by Integra Software Services Pvt. Ltd., Pondicherry, 2020, pp. 1792–1798. (in Eng.)
8. Rasskazov I.Yu., Saksin B.G., Usikov V.I., and Potapchuk M.I. Rock mass geodynamics and mining-induced rockbursting at Nikolaev complex deposit. *Gornyi zhurnal* [Mining Journal], 2016, no. 12, pp. 13–19. DOI: 10.17580/gzh.2016.12.03. (in Russ.)
9. Rasskazov I.Yu., Kursakin G.A., Potapchuk M.I., Miroshnikov V.I., Freidin A.M., Osadchy S.P. Geomechanical assessment of deep-level mining conditions in the Yuzhnoe complex ore deposit. *Journal of Mining Science*, 2012, vol. 48, no. 5, pp. 874–881. (in Eng.)
10. Protosenia A.G., Verbilo P.E. Strength assessment of blocky massif with a method of numerical simulation. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Gornyi zhurnal* [Mining Journal], 2016, no. 4, pp. 47–54. (in Russ.)
11. Stacey T.R. A simple extension strain criterion for fracture of brittle rock. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanics Abstracts*, 1981, vol. 18, iss. 6, pp. 469–474. DOI: [https://doi.org/10.1016/0148-9062\(81\)90511-8](https://doi.org/10.1016/0148-9062(81)90511-8). (in Russ.)
12. Scholz C. H. *The Mechanics of Earthquakes and Faulting*. 3rd ed. Cambridge University Press, 2018, 519 p. DOI: <https://doi.org/10.1017/9781316681473>. (in Eng.)
13. Qinghua Lei, Ke Gao A numerical study of stress variability in heterogeneous fractured rocks. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, 2019, vol. 113, pp. 121–133. (in Eng.)

\*Translated by the Author of this article.

### Ссылка для цитирования в русскоязычных изданиях:

Корнашенко А. П. Анализ данных системы управления безопасностью работ для выявления природно-техногенных угроз при камерно-столбовой системе разработки на глубинах более 1000 м // Рациональное освоение недр. 2022. № 3. С. 56–64. DOI: 10.26121/RON.2022.27.17.006

### To cite this article in English:

Kornaushenko A.P. Data analysis of the Safety Management System to identify natural and man-made threats for the board-and-pillar method at depths of more than 1000 m. *Ratsional'noye osvoyeniye nedr* [Mineral Mining & Conservation (MMC)], 2022 no. 3, pp. 56–64. DOI: 10.26121/RON.2022.27.17.006



8 июня 2022 года исполнилось 85 лет

## Евгению Ивановичу Филатову

**заслуженному деятелю науки Российской Федерации, профессору,  
доктору геолого-минералогических наук, действительному члену МАМР,  
ветерану труда, ветерану ИМГРЭ**

Стаж работы Евгения Ивановича в отрасли составляет более 60 лет. Защитив дипломную работу и окончив учебу в аспирантуре МГРИ им. Серго Орджоникидзе, Е. И. Филатов работал инженером, начальником Кадаинской партии НИСа МГРИ, занимаясь полиметаллическими рудами. После защиты кандидатской диссертации он перевелся в ЦНИГРИ, где проработал с 1967 по 1986 г. в должности младшего, затем старшего научного сотрудника, заведующего лабораторией Алтая и лабораторией геологии свинца и цинка, изучая месторождения Рудного Алтая, Южного Тянь-Шаня и других провинций СССР и Восточной Европы.

В 1983 г. Евгений Иванович защитил докторскую диссертацию «Полиметаллические месторождения фанерозоя» и в 1986 г. по приказу Е. А. Козловского был назначен заместителем директора по науке ИМГРЭ, где проработал в этой должности до 2002 г., затем главным научным сотрудником и ученым секретарем секции научно-редакционного совета (2002–2016 гг.). Одновременно на него были возложены обязанности заведующего отделом геолого-геохимических методов прогноза и поисков рудных районов и полей. Он также руководил Геохимической секцией НРС Роснедр, основной задачей которой являлась экспертная оценка качества конечной геохимической продукции геологоразведочных работ по изучению недр РФ, создаваемых в стране геохимических основ Государственных геологических карт масштабов 1:1000000 и 1:2000000. Во время работы в ГХС НРС им была проведена экспертиза 155 научно-исследовательских отчетов, в которых рассмотрено и апробировано более 150 миллионных и двухсоттысячных листов геологических и геохимических карт.

Е. И. Филатов – известный специалист в области геологии месторождений полезных ископаемых, геохимии и металлогении. Его фундаментальные исследования всегда имели важное народохозяйственное значение. Он внес весомый вклад в разработку и внедрение прогрессивных технологий прогноза и поисков месторождений цветных и благородных металлов, а также методов оценки месторождений и экологического состояния геологической среды. При реализации поисковых технологий в Восточном Забайкалье и на Рудном Алтае им были выявлены новые рудоносные площади, месторождения и рудные залежи, а для Кольского полуострова, Центральных районов, Алтайского края, Прибайкалья, Забайкалья и Приморья осуществлены оценки природно-металлогенического потенциала и экологического состояния окружающей среды. Результаты исследований легли в основу множества методических руководств и научных изданий.

Евгений Иванович является автором более 350 работ, в том числе 15 монографий. Долгое время в Росгеофонде он успешно редактировал государственные балансы по полиметаллам и редким элементам, входил в редакционную коллегию журнала «Разведка и охрана недр».

Е. И. Филатов вел интенсивную научно-педагогическую работу в РУДН и МГРИ, являлся членом докторантур и научных советов этих вузов, а также ЦНИГРИ, ИМГРЭ и ряда НИИ. Для оказания научно-консультативной помощи Евгений Иванович неоднократно был в служебных командировках по линии научно-технических связей в качестве консультанта в Швеции, Болгарии, Румынии, Финляндии, Словакии и Китае.

Евгения Ивановича Филатова отличают разносторонний творческий и организаторский талант, редкая работоспособность, целеустремленность, твердый характер, органично сочетающийся с его добротой и отзывчивостью. Ко всем своим служебным и общественным обязанностям он всегда относился ответственно и того же требовал от подчиненных. При этом он всегда был общителен, пользовался уважением в любом коллективе. Высокий профессионализм, неизменное трудолюбие, доброжелательное отношение к коллегам снискали ему неизменный авторитет и уважение во всех коллективах, где он работал, и особенно среди молодежи. Е. И. Филатов зарекомендовал себя как мудрый наставник молодежи. Он также всегда заботился о ветеранах ИМГРЭ.

Евгений Иванович прошел большую школу общественной работы: был комсомольским вожаком в студенческие годы, командиром студенческого отряда на целине, за что награжден медалью «За освоение целинных земель», являлся профсоюзовым лидером в организациях, где он работал.

В 1987 г. за подготовку прогнозно-поисковых комплексов по цветным металлам Е. И. Филатову присвоено звание Лауреата премии Мингео СССР. Он награжден медалями «Ветеран труда», «В память 850-летия Москвы», памятными знаками «300 лет горно-геологической службе России», «Отличник разведки недр», удостоен званий «Заслуженный деятель науки РФ», «Почетный разведчик недр», «Почетный ветеран-геологоразведчик» за большой личный вклад в укрепление МСБ России.

Желаем Евгению Ивановичу крепкого и доброго здоровья, счастья и благополучия, жизнестойкости, неиссякаемой энергии и неизменного оптимизма.

**Дирекция, Научно-технический совет, Совет ветеранов и коллектив ФБГУ «ИМГРЭ», руководства и советы ветеранов ФГБУ ВИМС и ФГБУ «ЦНИГРИ», редакция и редакция журнала «Рациональное освоение недр».**

# Опыт проведения работ технической рекультивации земель, нарушенных в процессе разработки месторождения песчано-гравийного материала



**М. А. Якубовский,**  
канд. техн. наук,  
доцент РМПИ<sup>1</sup>, СПГУ<sup>2</sup>.  
E-mail: yakubovskiy\_mm@pers.spmi.ru



**М. В. Павличенко,**  
генеральный директор  
ООО «ГК "РЕГИОН»<sup>3</sup>.  
E-mail: gkregion2020@mail.ru



**Е. В. Логинов,**  
канд. техн. наук, старший преподаватель  
РМПИ<sup>1</sup>, СПГУ<sup>2</sup>.  
E-mail: loginov\_ev@pers.spmi.ru

<sup>1,2</sup> Кафедра разработки месторождений полезных ископаемых, Санкт-Петербургский горный университет (199106 Санкт-Петербург, 21-я линия Васильевского острова, 2, Россия).

<sup>3</sup> 000 «Группа компаний «РЕГИОН» (188680 Ленинградская область, Всеволожский район, д. Аро, ул. Мелиораторов, стр. 2Г, офис 209).

## Введение

Рекультивация хоть и не относится к основным технологическим процессам открытой разработки месторождений полезных ископаемых [1], но является ее неотъемлемой частью и логическим завершением работ по ликвидации горных выработок.

Обязанность по приведению участков земель, нарушенных при пользовании недрами, в состояние, пригодное для их дальнейшего использования, является обязанностью любого недропользователя, возлагаемой на него в соответствии с требованиями ст. 22 Закона РФ «О недрах»<sup>1</sup>. При этом в ст. 12 указанного закона различаются понятия ликвидация горных выработок и рекультивация нарушенных земель. Это отмечено и в п. 965 Правил безопасности при ведении горных работ<sup>2</sup>, где указано, что «ликвидация объекта открытых горных работ должна сопровождаться приведением участков земли, нарушенных при пользовании недрами, в состояние, пригодное для дальнейше-

Проведен анализ проблемных вопросов рекультивации карьеров по добыче нерудных полезных ископаемых и существующих путей их решения. Рассмотрен опыт проведения технического этапа рекультивации земель, нарушенных при разработке месторождения песчано-гравийного материала. Показана важность планирования рекультивационных работ и совмещения технического этапа рекультивации с разработкой месторождения с целью скорейшего восстановления биологического разнообразия на нарушенных землях. Результаты исследований могут быть полезны проектировщикам и пользователям недр в области разработки общераспространенных полезных ископаемых. При этом сфера применения рассмотренной технологии более широкая и не ограничивается разработкой месторождений строительного минерального сырья.

**Ключевые слова:** выполнивание бортов карьера, земельный отвод, лесовосстановление, месторождение, планировка дна карьера, рекультивация нарушенных земель, самозаполнение, самозарастание, технический этап рекультивации.

го использования (рекультивацией). На практике сначала сдается арендуемый земельный участок, а уже после этого – лицензия на недропользование. Таким образом, проект рекультивации нарушенных земель является предшествующим документом по отношению к проекту ликвидации горных выработок. По сути же мероприятия технического этапа рекультивации и мероприятия по ликвидации горных выработок идентичны.

Основным типом деградации земель при открытых горных работах является их технологи-

© Якубовский М. А., Павличенко М. В., Логинов Е. В., 2022

<sup>1</sup>Закон РФ «О недрах» от 21.02.1992 № 2395-1 (с изменениями). Последняя редакция закона доступна в справочно-правовой системе Консультант-Плюс. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_343/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_343/).

<sup>2</sup>Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых» : утв. приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 08.12.2020 № 505 (зарегистрирован в Минюсте России 21.12.2020 № 61651) // Официальный интернет-портал правовой информации. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/DocumentView/0001202012220071>. Опубл. 22.12.2020, № 0001202012220071.

ческая (эксплуатационная) деградация, под которой, в соответствии с Методикой определения размеров ущерба от деградации почв и земель<sup>3</sup> (далее – Методика), понимается ухудшение свойств почв, их физического состояния и агрономических характеристик, которое происходит в результате эксплуатационных нагрузок. Руководствуясь положениями Методики, можно констатировать, что в результате разработки месторождений полезных ископаемых имеют место следующие виды технологической деградации:

нарушение земель – механическое разрушение почвенного покрова (все земли со снятым или перекрытым гумусовым горизонтом и непригодные для использования без предварительного восстановления плодородия, т. е. земли, утратившие в связи с их нарушением первоначальную ценность);

физическая деградация – нарушение (деформация) сложения почв, ухудшение комплекса их физических свойств.

В соответствии с индикаторными показателями таблицы 1 данной Методики, земли, нарушенные в процессе разработки месторождений полезных ископаемых, относятся к 4-й степени деградации – очень сильно деградированные (разрушенные). Основные требования, предъявляемые к параметрам и качественным характеристикам работ по рекультивации таких земель, можно сформулировать следующим образом:

- управление последствиями воздействия горнодобывающего предприятия на окружающую среду;
- обеспечение соответствия выполняемых рекультивационных работ действующим нормативно-правовым актам;
- восстановление продуктивности и народно-хозяйственной ценности земель;
- создание на рекультивируемом участке безопасных и стабильных условий, позволяющих использовать земли в будущем в соответствии с их категорией;
- выявление возможностей для повышения биоразнообразия для достижения жизнеспособных позитивных изменений.

В соответствии с действующим законодательством<sup>4</sup>, рекультивация любых нарушенных земель является прямой обязанностью лиц, деятельность

которых привела к деградации земель. При этом пользователи недр, не получая от рекультивации никакой финансовой прибыли, а только убытки, не заинтересованы в качестве выполняемых работ и всячески стараются уйти от исполнения своих обязанностей. Поэтому проблема восстановления земель, нарушенных вследствие разработки месторождений, стоит довольно остро, что подтверждается многочисленными публикациями в научных [2], сетевых отраслевых [3] и электронных новостных [4, 5] изданиях.

Направления улучшения состояния дел в данной области известны и заключаются в следующем. В качестве обеспечительной меры предлагается создание фондов рекультивации карьеров на региональном уровне за счет дополнительных сборов с недропользователей либо из собираемых в бюджет региона штрафов [6]. К настоящему времени разработаны концепции формирования таких фондов и регулирования процесса обеспечения денежными средствами [7, 8], однако информации о реальной законодательной инициативе в отношении данных фондов к настоящему времени нет. При проработке системы управления таким фондом возникает много вопросов: определение величины платежей, прозрачность движения средств и принципов перераспределения денежных средств между объектами недропользования, целевое расходование, сохранение средств в условиях инфляции.

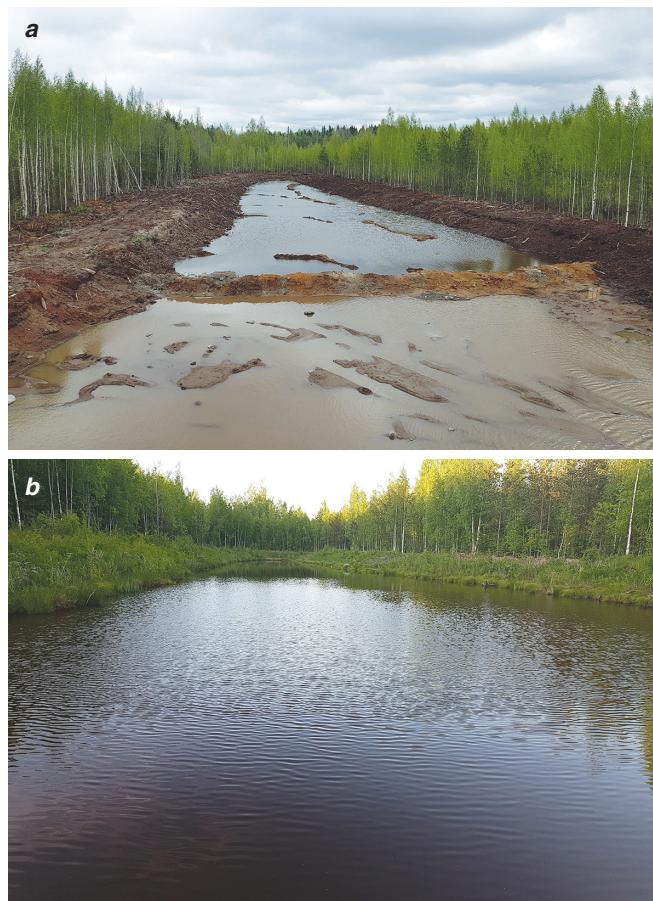
Альтернативой созданию новых фондов является учет затрат на рекультивацию при расчете ставки арендных платежей с их привязкой к кадастровой стоимости участка. В этом случае денежные средства аккумулируются в соответствии с действующим законодательством, отсутствует необходимость создания дополнительных организационно-финансовых надстроек. Однако при этом остро встает вопрос адекватной кадастровой оценки земельных участков: основная часть месторождений расположена на лесных землях, занимающих две трети площади страны, при этом единная методика кадастровой оценки этой категории земель отсутствует [9].

В последние годы активно обсуждается возможность обратной засыпки карьеров грунтом-рекультивантом, а по сути, отходами IV–V классов опасности, представленными, главным обра-

<sup>3</sup>Методика определения размеров ущерба от деградации почв и земель : [утв. Министерством охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской Федерации 11.07.1994, Комитетом РФ по земельным ресурсам и землеустройству 1994, согл. Министерством сельского хозяйства и продольвольствия РФ 05.07.1994, РАСХН 30.06.1994] : прил. к <Письму> Комитета РФ по земельным ресурсам и землеустройству от 29 июля 1994 г. № 3-14-2/139. Док-т опубликован не был. Доступ к эл. версии текста: URL: <https://docs.cntd.ru/document/9014048?section=status>.

<sup>4</sup>Постановление Правительства РФ от 10.07.2018 №800 (ред. от 07.03.2019) «О проведении рекультивации и консервации земель» (вместе с Правилами проведения рекультивации и консервации земель) // Офиц. интернет-портал правовой информации. – URL:<http://www.pravo.gov.ru>. Опубл. 12.07.2018, № 0001201807120031.

зом, различным строительным мусором, грунтами от выемки котлованов [10, 11]. Данное направление восстановления земель соответствует целям рекультивации [12], а также основным принципам и приоритетным направлениям государственной политики в области обращения с отходами<sup>5</sup>. Также проводятся инновационные исследования в области использования лигнин-шламов [13, 14] и осадков сточных вод [15] на биологическом этапе лесохозяйственной рекультивации. Тем самым создается финансовая привлекательность для недропользователя, получающего определенную плату за прием и размещение материалов, восстанавливается первоначальный рельеф поверхности. Данная практика имеет место в Московской области и нацелена, в том числе, на решение проблемы с размещением грунтов от столичной реконструкции, с других многочисленных строек региона [16]. Аналогичный вариант прорабатывается в правительстве Ленинградской области [17, 18].



**Рис. 1. Водоем в северо-восточной части участка по состоянию на май 2019 г. (а) и июнь 2021 г. (б)**

Fig. 1. Artificially impounded body in the northeastern part of the subsoil plot as of (a) May 2019 and (b) June 2021.

<sup>5</sup>Федеральный закон от 24.06.1998 №89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» : [принят Гос. Думой 22.05.1998, одобрен Советом Федерации 10.06.1998] // Собрание законодательства РФ. 1998. № 26, ст. 3009. 29 июня (первонач. текст). Последняя редакция закона (с изменениями) доступна в справочно-правовой системе КонсультантПлюс. URL:[https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_19109/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/).

<sup>6</sup>Постановление Правительства Московской области от 03.02.2022 №62/3 «Об утверждении Порядка пользования участками недр местного значения на территории Московской области» // Офиц. интернет-портал правовой информации. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/5000202202040005>. Опубл. 04.02.2022, №5000202202040005.

Однако при очевидных преимуществах такой рекультивации возникает ряд вопросов, связанных с технической стороной: изоляция карьерного поля от грунтовых вод, контроль соблюдения технологии складирования отходов и качества завозимого материала, оценка эффективности и глубины проработки технологий получения самих грунтов-рекультивантов. Периодически выявляются как случаи несоблюдения решений проектной документации, так и откровенные злоупотребления со стороны недропользователей, принимающих рекультивант [19, 20]. Возникающие проблемы в Московской области пытаются решать, в частности, привлечением независимых экспертных организаций, установкой программно-технических комплексов видеонаблюдения с подключением к единой региональной информационной системе сбора, обработки и хранения видеоданных в электронном виде (ЕРИС-ВН), а также к системе «Безопасный регион»<sup>6</sup>.

### ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования является месторождение песчано-гравийного материала, расположенное на землях лесного фонда. Это предопределило в качестве основного лесохозяйственное направление рекультивации, которое заключается в приведении нарушенных земель в состояние, пригодное для ведения лесного хозяйства, и реализуется посредством создания оптимальных лесорастительных условий для формирования древесных насаждений [21].

Вскрышные породы на месторождении представлены почвенно-растительным слоем, торфом, заторфованными песками, а также супесями. Полезная толща представлена песками и гравийным материалом, содержание которого составляет 5–20 % и более. Гидрогеологические условия простые и характеризуются наличием безнапорного водоносного горизонта на глубинах от 0,5 до 3,8 м.

В соответствии с классификацией нарушенных земель [22], по форме техногенного рельефа горную выработку, образующуюся в процессе разработки месторождения, следует отнести к западинообразным с преобладающими элементами техногенного рельефа в виде днища и откосов, что в целом подходит для создания всех видов лесонасаждений без необходимости восстановления

высотных отметок поверхности до первоначальных значений.

### ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

Разработка месторождения началась во II квартале 2017 г. Места вскрытия и порядок разработки принимались исходя из горно-геологических и

горнотехнических условий, а также с учетом конфигурации земельного отвода, предоставленного недропользователю для ведения горных работ.

Удаление почвы и верхнего потенциально-плодородного слоя вскрытых пород производилось путем сгребания гидравлическим экскаватором в навалы с последующей их перевалкой и формиро-



**Рис. 2. Восточный борт карьера по состоянию на май 2019 г. (а) и июнь 2021 г. (б)**  
Fig. 2. The eastern edge of the quarry as of (a) May 2019 and (b) June 2021.

### I. Центральная часть месторождения



### II. Юго-западная часть месторождения



**Рис. 3. Планировка дна карьера по состоянию на сентябрь 2019 г. (а) и самозарастание дна карьера однолетними травами по состоянию на июнь 2021 г. (б) в Центральной и Юго-западной частях месторождения**  
Fig. 3. (a) Quarry bottom leveling as of September 2019 and (b) overgrowth of the quarry bottom with annual grasses as of June 2021 in the (I) Central and (II) Southwestern parts of the deposit.

ванием складов высотой до 3–4 м в местах, удобных для временного хранения с целью дальнейшего использования для рекультивации.

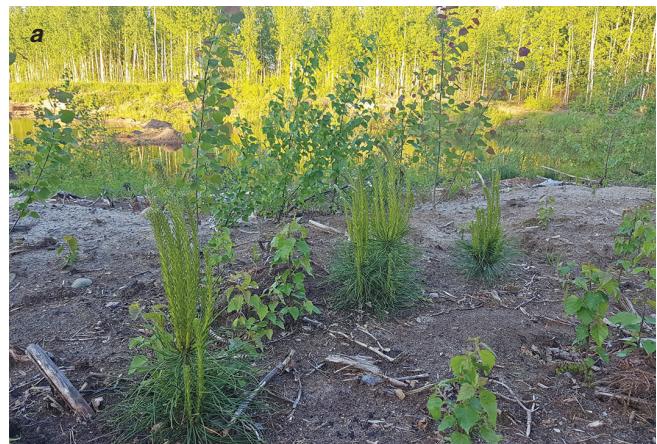
Выемка основных вскрышных пород и полезного ископаемого производилась гидравлическим экскаватором с нижним черпанием. Ввиду небольшой мощности пород были сформированы один вскрышной и один добычной горизонты. Вследствие обводненности месторождения было принято решение о формировании локальных

водоемов в местах понижения дна карьера в северо-восточной и юго-западной частях участка. Удержанию воды в них способствовали подстилающие породы, представленные озерно-ледниковыми супесями и суглинками. Перелив воды в пределах карьерного поля осуществлялся по системе водоотводных каналов.

Искусственный водоем в северо-восточной части участка (рис. 1) был сформирован в конце первого года разработки месторождения. Для предотвращения перелива воды была построена дамба из вскрышных пород, практически не имеющих фильтрации, а борта выработки выположены и засыпаны почвенно-растительным слоем. В итоге, к концу эксплуатации месторождения борта карьера на данном участке густо заросли травянистой и кустарниковой растительностью.

При постановке бортов карьера в конечное положение велась максимально возможная выемка полезного ископаемого (под углами 70–80°) и формировался единый откос с земной поверхности до дна карьера. После этого борта выполаживали до 15–25° путем присыпки вскрышными породами и наносили на спланированную поверхность почвенно-растительный слой (рис. 2). Данное решение позволило уменьшить потери полезного ископаемого в бортах карьера, предотвратить эрозионные процессы. Постепенно происходило активное естественное самозаrstание рекультивированных бортов травянистой и кустарниковой растительностью, а также всходами лиственных и хвойных пород деревьев.

Аналогичным образом, в ходе образования выработанного пространства, на сухих участках дна карьера проводили планировку поверхности и наносили потенциально-плодородные вскрышные породы (рис. 3). По мере восстановления происходило активное естественное само-



**Рис. 4. Всходы бересы и сосны в юго-западной части участка месторождения по состоянию на июнь 2021 г.**

Fig. 4. Birch and pine shoots in the south-western part of the deposit site as of June 2021.



**Рис. 5. Многолетние цветковые растения в юго-западной части участка месторождения по состоянию на июнь 2021 г.**

Fig. 5. Perennial flowering plants in the south-western part of the deposit site as of June 2021.

зарастание, главным образом, травянистой растительностью.

По состоянию на III квартал 2021 г. запасы полезного ископаемого в пределах земельного участка были полностью отработаны, и принято решение о передаче участка арендодателю. В результате проведенного визуального осмотра земельного участка выявлено активное естественное самозарастание травянистой и кустарниковой растительностью (в основном малина и ежевика), а также всходами лиственных (в основном береска, реже осина) и хвойных (сосна) пород деревьев возрастом от одного до трех лет (рис. 4). Высота всходов береска достигает 50–70 см, всходов сосны – 20–30 см. На сухих участках дна карьера в юго-западной части участка в достаточно большом количестве произрастают цветковые растения семейства осоковых – пушкица (рис. 5).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Процесс активного развития растительности на нарушенных землях участка обусловлен своеобразным и планомерным проведением работ по их технической рекультивации. Это позволило к концу отработки запасов полезного ископаемого сформировать основы развития устойчивой экосистемы на большей части месторождения, сведя к минимуму объемы работ по биологической рекультивации, а следовательно, и сроки передачи земель арендодателю.

Основные виды работ, выполненных в рамках технического этапа рекультивации, совмещенно-го с основным этапом разработки месторождения:

- селективное снятие и сохранение почвенно-растительного слоя и потенциально-плодородных вскрышных пород;
- планировка откосов конечных бортов горной выработки путем их подсыпки вскрышными породами;
- планировка поверхности дна карьера с формированием искусственных водоемов;

<sup>7</sup>Правила подготовки, согласования и утверждения технических проектов разработки месторождений полезных ископаемых, технических проектов строительства и эксплуатации подземных сооружений, технических проектов ликвидации и консервации горных выработок, буровых скважин и иных сооружений, связанных с использованием недрами, по видам полезных ископаемых и видам пользования недрами : утв. постановлением Правительства РФ от 30.11.2021 № 2127 // Офиц. интернет-портал правовой информации. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202111300135>. Оpubl. 30.11.2021, №0001202111300135.

<sup>8</sup>Требования к подготовке, содержанию и оформлению планов и схем развития горных работ : Приложение № 1 к приказу Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 15.12.2020 №537 : (зарегистрировано в Минюсте России 29.12.2020 №61885) // Офиц. интернет-портал правовой информации. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202012290057>. Оpubl. 29.12.2020, № 0001202012290057.

– нанесение почвенно-растительного слоя на спланированные сухие участки бортов и дна карьера.

На основании анализа нормативной литературы, текущей ситуации с рекультивацией карьеров нерудных полезных ископаемых, приведенного примера успешного опыта рекультивации можно сделать вывод, что восстановление земель, нарушенных при разработке месторождений, должно обеспечиваться в первую очередь за счет превентивных мероприятий. К ним относятся тщательная проработка проектных решений, их корректировка при уточнении горно-геологических и горнотехнических условий, а также сквозной контроль реализации уполномоченными государственными органами. Объемы и сроки работ технического этапа рекультивации должны четко фиксироваться в проектной документации на разработку месторождения<sup>7</sup> и подтверждаться, возможно с фото-фиксацией, в ежегодных планах развития горных работ<sup>8</sup>. При несоблюдении технических решений недропользователь должен приводить соответствующее объективное обоснование или выполнять корректировку проектной документации.

Стимулом к ответственному отношению пользователей недр к вопросам рекультивации может послужить реализация простого и быстрого по срокам исполнения механизма поэтапной аренды земель, при котором недропользователю передается не весь земельный участок сразу, а лишь его часть. При этом для недропользователя достигается значительная экономия арендных платежей, однако он не сможет получить следующий участок, не приведя в соответствующее состояние и не сдав ранее арендованный.

Вопросы горного планирования при разработке карьеров нерудных материалов не столь остры, как при разработке рудных и угольных месторождений, и в данном случае решаемы за счет создания переходного периода при сдаче старого и оформлении в аренду нового участка недр.

Поступила в редакцию 25.05.2022



## Список использованных источников

1. Шпанский О. В., Буянов Ю. Д. Технология и комплексная механизация добычи нерудного сырья для производства строительных материалов : Учеб. для вузов. – М. : Недра, 1996. – 462 с.

2. Проблемы организации использования и охраны земель недропользования на территории Московской области / П. А. Лепехин, А. А. Мазепа, А. О. Хуторова, И. А. Басова // Известия Тульского государственного университета. Науки о земле. 2018. № 2. С. 71–79.
3. Рекультивация отвалов пород. «И на камнях растут деревья». – Текст : электронный. – Дата публ.: 08.04.2021 // dpmo.online : портал для недропользователей. – URL: <https://dpmo.online/chindustry/rekultivatsiya-otvalov-porod-i-na-kamnyah-rastut-derevya> (дата обращения: 16.03.2022).
4. Пыльные деньги: карьеры Ленобласти превращаются в свалки / Марианна Матюшкина. – Текст : электронный // Деловой Петербург : [сайт]. 2021. 22 янв. – URL: <https://www.dp.ru/a/2021/01/22/Zasipaj> (дата обращения: 16.03.2022).
5. Власти Подмосковья планируют взять под контроль рынок строительного мусора в регионе / Александра Рыжкова. – Текст : электронный. – Дата публ.: 09.08.2019 // ИТАР-ТАСС : [сайт]. – URL: <https://tass.ru/obschestvo/6747815> (дата обращения: 16.03.2022).
6. Фонд рекультивации карьеров предложили создать в регионе : Текст : электронный. – Дата публ.: 23.11.2016 // РИАМО : Региональное информационное агентство Московской области : офиц. сайт. – URL: <https://riamo.ru/article/176536/fond-rekultivatsii-karjero-v-predlozhili-sozdat-v-moskovskoj-oblasti-xl> (дата обращения 16.03.2022).
7. Яковлева А. В. Концепция формирования проектного фонда рекультивации земель при открытых горных работах. – Текст : электронный // Науковедение. Интернет-журнал. 2015. Т. 7. № 1 (янв.-фев.). URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/33EVN115.pdf> (доступ свободный). DOI: 10.15862/33EVN115.
8. Петрова Т. В., Франк Е. Я. Регулирование процесса обеспечения денежными средствами работ по рекультивации земель // ГИАБ. 2016. № 3. С. 76–84.
9. Ковязин В. Ф., Романчиков А. Ю. Проблема кадастровой оценки лесных земель с учетом инфраструктуры лесного фонда // Записки Горного института. 2018. Т. 229. С. 98–104. DOI: 10.25515/PMI.2018.1.98.
10. Пат. 2753423 Российская Федерация, МПК E21C 41/32 (2006.01), E21C 41/32 (2021.05). Технология получения рекультиванта универсального : № 2021114341 : заявл. 20.05.2021 : опубл. 16.08.2021, Бюл. № 23 / Д. А. Постнов ; заявитель и патентообладатель ООО «ЭкоГрадСервис».
11. Пат. 2654074 Российская Федерация, МПК E21C 41/32 (2006.01), E21C 41/32 (2018.02). Способ восстановления нарушенных земельных участков с применением грунта для рекультивации : № 2017122344 : заявл. 26.06.2017 : опубл. 16.05.2018, Бюл. №14 / П. С. Немцев ; заявитель и патентообладатель ООО «ТЭКА-СЕРВИС».
12. Юрченко Ю. В. Использование отходов производства: возможности и ограничения // Экологический вестник России. 2019. № 2. С. 28–33.
13. Pashkevich M. A., Petrova T. A., Rudzisha E. Lignin sludge application for forest land reclamation: feasibility assessment [Пашкевич М. А., Петрова Т. А., Рудзиш Э. Оценка потенциальной возможности использования лигнин-шламов для лесохозяйственной рекультивации нарушенных земель] // Записки Горного института. 2019. Т. 235. С. 106–112. DOI:10.31897/PMI.2019.1.106. (на англ.)
14. Pashkevich M. A., Alekseenko A. V., Petrova T. A. Assessment and control of environmental and economic risk in Novorossiysk industrial agglomeration [Пашкевич М. А., Алексеенко А. В., Петрова Т. А. Оценка и контроль эколого-экономического риска в Новороссийской промышленной агломерации] // Известия Тульского государственного университета]. 2018. Т. 1. С. 23–35. – URL: [http://apps.webofknowledge.com/full\\_record.do?product=WOS&search\\_mode=AdvancedSearch&qid=1&SID=C58oVYxTdQDDNrHOp&page=1&doc=3#addressWOS:000430256700003-1](http://apps.webofknowledge.com/full_record.do?product=WOS&search_mode=AdvancedSearch&qid=1&SID=C58oVYxTdQDDNrHOp&page=1&doc=3#addressWOS:000430256700003-1). (на англ.)
15. Петрова Т. А., Рудзиш Э. Рекультивация техногенно-нарушенных земель с применением осадков сточных вод в качестве мелиорантов // Записки Горного института. 2021. Т. 251. С. 767–776. DOI: 10.31897/PMI.2021.5.16.
16. Планы по рекультивации карьеров в Пронском и Никифоровском. – Текст : электронный. – Дата публ.: 24.05.2019 // Новые рубежи : сайт газеты. URL: <http://inodintsovo.ru/novosti/ekologiya/plany-po-rekultivacii-karjero-v-pronskom-i-nikiforovskom-obsudili-v-nikolskom> (дата обращения 16.03.2022).
17. Экологи обсудили с Александром Дрозденко рекультивацию карьеров. – Текст : электронный. – Дата публ.: 10.07.2020 // Правительства Ленинградской области : офиц. сайт. – URL: <https://lenobl.ru/ru/dlya-smi/news/28360/> (дата обращения 16.03.2022).
18. Сергей Перминов поддержал инициативу Ленобласти об изменениях в регулировании обращения с грунтами. – Текст : электронный. – Дата публ.: 23.03.2022 // Сайт телеканала ЛенТВ24. – URL: <https://lenty24.ru sergei-perminov-podderzal-inicjativu-lenoblasti-ob-izmeneniyax-v-regulirovaniyu-obrashcheniya-s-gruntami.htm> (дата обращения 29.03.2022).
19. После вмешательства Минэкологии за многочисленные нарушения наказана компания, рекультивирующая карьер в Сергиевом Посаде. – Текст : электронный. – Дата публ.: 11.11.2020 // Министерство экологии и природопользования Московской области : офиц. сайт Правительства Московской области. – URL: <https://mep.mosreg.ru/sobytiya/novosti-ministerstva/11-11-2020-12-55-42-posle-vmeshatelstva-minekologii-za-mnogochislennye> (дата обращения 16.03.2022).
20. Сотрудники Минэкологии остановили засыпку карьера отходами под видом рекультивации. – Текст : электронный. – Дата публ. 17.07.2016 // Министерство экологии и природопользования Московской области : Офиц. сайт Правительства Московской области. – URL: <https://mep.mosreg.ru/sobytiya/novosti-ministerstva/07-07-2016-13-02-02-sotrudniki-minekologii-ostanovili-zasypku-karego-o> (дата обращения 16.03.2022).
21. ГОСТ Р 57446–2017. Наилучшие доступные технологии. Рекультивация нарушенных земель и земельных участков. Восстановление биологического разнообразия = Best available techniques. Disturbed lands reclamation. Restoration of biological diversity : Издание официальное : утв. и введ. в действ. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18.04.2017 № 283-ст : дата введения 2017-12-01. – М. : Стандартинформ, 2019.
22. ГОСТ Р 59060–2020. Охрана окружающей среды. Земли. Классификация нарушенных земель в целях рекультивации = Nature protection. Lands. Classification of disturbed lands for the purpose of reclamation : Издание официальное : утв. и введ. в действ. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.09.2020 № 712-ст : дата введения 2021-04-01. – М. : Стандартинформ, 2020.

UDC code 622.831.31

DOI: 10.26121/RON.2022.38.25.007

OECD code 2.07.ZQ

**Experience in technical recultivation of lands disturbed during the development of sand-gravel deposit****Matvej M. Jakubovskij**, PhD (in Engineering), Assistant Professor at the Department<sup>1</sup>, SPMU<sup>2</sup>. E-mail: yakubovskiy\_mm@pers.spmi.ru**Maksim V. Pavlichenko**, General Director, GK "REGION" LLC<sup>3</sup>. E-mail: gkregion2020@mail.ru**Egor V. Loginov**, PhD (in Engineering), Senior Lecturer at the Department<sup>1</sup>, SPMU<sup>2</sup>. E-mail: loginov\_ev@pers.spmi.ru<sup>1,2</sup>Department of Mineral Deposits Development, St. Petersburg Mining University (2, Vasil'evsky ostrov 21-st liniya, St. Petersburg, 199106, Russia).<sup>3</sup>Group of Companies "REGION" (Office 209, stroenie 2G, ul. Melioratorov, hamlet of Aro, Vsevolozhskij rajon, Leningrad region, 188680, Russia).

**Abstract:** The analysis of topical issues of non-metallic minerals quarries reclamation and present ways of their solution is carried out. The experience of the technical stage of recultivation of lands disturbed by the development of sand-gravel deposits is considered. The importance of planning recultivation works and combining the technical stage of reclamation with the deposit development for the quickest restoration of biodiversity on mined-lands is shown. Results of the research can be useful for designers and subsoil users in the development of widespread industrial mineral deposits. However areas of use are not limited to the development of widespread mineral deposits.

**Key words:** Wall flattening; Land allotment; Reforestation; Deposit; Quarry bottom planning; Mined-land reclamation; Self-filling of artificially body of water reservoir; Overgrowth vegetation; Technical stage of recultivation.

**Received** 25 May 2022**References**

1. Shpanskii O.V., Buyanov Yu.D. *Tekhnologiya i kompleksnaya mekhanizatsiya dobychi nerudnogo syr'ya dlya proizvodstva stroitel'nykh materialov* [Technology and complex mechanization of mining of non-metallic raw materials for the production of building materials\*]. Moscow, Nedra Publ., 1996, 462 p. (in Russ.)
2. Lepekhin P.A., Mazepa A.A., Hutorova, Basova I.A. *Problemy organizacii ispol'zovanija i ohrany zemel' nedropol'zovanija na territorii Moskovskoj oblasti* [Problems of the organization for mining-land use and mining-land protection in the territory of the Moscow Region\*]. *Izvestija Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o zemle* [News of the Tula state university. Sciences of Earth], 2018, no. 2, pp. 71–79. (in Russ.)
3. *Rekul'tivacija otvalov porod. "I na kamnjah rastut derev'ja"* [Recultivation of rock dumps. "And trees grow on the rocks"\*\*]. Available at: <https://dprom.online/chindustry/rekultivatsiya-otvalov-porod-i-na-kamnyah-rastut-derevya> (Accessed 16 March 2022). (in Russ.)
4. Lepekhin P.A., Mazepa A.A., Khutorova A.O., Basova I.A. Problems of use and protection of subsoil lands in Moscow Region. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o zemle* [News of the Tula state university. Sciences of Earth], 2018, no. 2, pp. 71–79. (in Russ.)
5. *Vlasti Podmoskov'ja planirujut vzjat' pod kontrol' rynok stroitel'nogo musora v regione* [The Moscow region authorities plan to take control of the construction waste market in the region\*]. Available at: <https://tass.ru/obschestvo/6747815> (Accessed 16 March 2022). (in Russ.)
6. *Fond rekul'tivatsii kar'erov predlozhili sozdat' v regione* [A fund for the reclamation of quarries was proposed to be created in the region\*]. Available at: <https://riamo.ru/article/176536/fond-rekultivatsii-karerov-predlozhili-sozdat-v-moskovskoj-oblasti-xl> (Accessed 16 March 2022). (in Russ.)
7. Yakovleva A.V. The concept of remediation fund formation at open-pit mining. *Naukovedenie. Internet-zhurnal* [Science Studies. Online magazine], 2015, vol. 7, no. 1 (Jan.-Feb.). Available at: URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/33EVN115.pdf>. DOI: 10.15862/33EVN115. (in Russ.)
8. Petrova T.V., Frank E.Ya. Regulation of process reclamation the accumulation of money in the fund. *Mining Information-Analytical Bulletin*, 2016, no. 3, pp. 76–84. (in Russ.)
9. Kovjazin V.F., Romanchikov A.Ju. *Problema kadastrovoj ocenki lesnyh zemel' s uchetom infrastruktury lesnogo fonda* [The problem of cadastral valuation of forest lands taking into account the infrastructure of the forest fund\*]. *Zapiski Gornogo instituta* [Journal of Mining Institute], 2018, vol. 229, pp. 98–104. DOI: 10.25515/PMI.2018.1.98. (in Russ.)
10. Postnov D.A. Technology for producing a universal recultivant. Patent RF, no. 2753423, 2021. (in Russ., in Eng)
11. Nemtsev P.S. Method for reclamation of disturbed land plots with the use of soil for reclamation. Patent RF, no. 2654074, 2018. (in Russ., in Eng)
12. Jurchenko Ju.V. *Ispol'zovanie othodov proizvodstva: vozmozhnosti i ogranicenija* [Use of industrial waste: opportunities and limitations\*]. *Jekologicheskij vestnik Rossii* [Ecological Bulletin of Russia\*], 2019, no. 2, pp. 28–33. (in Russ.)
13. Pashkevich M.A., Petrova T.A., Rudzisha E. Lignin sludge application for forest land reclamation: feasibility assessment. *Journal of Mining Institute*, 2019, vol. 235, pp. 106–112. DOI:10.31897/PMI.2019.1.106. (in Eng.)
14. Pashkevich M.A., Alekseenko A.V., Petrova T.A. Assessment and control of environmental and economic risk in Novorossiysk industrial agglomeration. Proceedings of the Tula States University – Sciences of Earth, 2018, vol. 1, pp. 23–35. Available at: [http://apps.webofknowledge.com/full\\_record.do?product=WOS&search\\_mode=AdvancedSearch&qid=1&SID=C58oVYxTdQDDnrHpOp&page=1&doc=3#addressWOS:000430256700003-1](http://apps.webofknowledge.com/full_record.do?product=WOS&search_mode=AdvancedSearch&qid=1&SID=C58oVYxTdQDDnrHpOp&page=1&doc=3#addressWOS:000430256700003-1). (in Eng.)
15. Petrova T.A., Rudzisha E. Utilization of sewage sludge as an ameliorant for reclamation of technogenically disturbed lands. *Journal of Mining Institute*, 2021, vol. 251, pp. 767–776. (in Russ.)
16. *Plany po rekul'tivacii kar'erov v Pronskom i Nikiforovskom* [Plans for the recultivation of quarries in Pronsky and Nikiforovsky\*]. Available at: <http://inodintsovo.ru/novosti/ekologiya/plany-po-rekultivacii-karerov-v-pronskom-i-nikiforovskom-obsudili-v-nikolskom> (Accessed 16 March 2022). (in Russ.)

17. *Jekologi obsudili s Aleksandrom Drozdenko rekul'tivaciju kar'erov* [Environmentalists discussed with Alexander Drozdenko the reclamation of quarries\*]. Available at: <https://lenobl.ru/ru/dlya-smi/news/28360/> (Accessed 16 March 2022). (in Russ.)
18. *Sergej Perminov podderzhal iniciativu Lenoblasti ob izmenenijah v regulirovaniyu obrashchenija s gruntami* [Sergey Perminov supported the initiative of the Leningrad Region on changes in the regulation of soil management\*]. Available at: <https://lentv24.ru/sergei-perminov-podderzhal-iniciativu-lenoblasti-ob-izmeneniyax-v-regulirovaniyu-obrashcheniya-s-gruntami.htm> (Accessed 29 March 2022). (in Russ.)
19. *Posle vmeshatel'stva Minjekologii za mnogochislennye narushenija nakazana kompanija, rekul'tivirujushhaja kar'er v Sergievom Posade* [After the intervention of the Ministry of Ecology, a company that recultivates a quarry in Sergiev Posad was punished for numerous violations\*]. Available at: <https://mep.mosreg.ru/sobytiya/novosti-ministerstva/11-11-2020-12-55-42-posle-vmeshatelstva-minekologii-za-mnogochislennye> (Accessed 16 March 2022). (in Russ.)
20. *Sotrudniki Minjekologii ostanovili zasypku kar'era othodami pod vidom rekul'tivacii* [Employees of the Ministry of Ecology stopped filling the quarry with waste under the guise of recultivation]. Available at: <https://mep.mosreg.ru/sobytiya/novosti-ministerstva/07-07-2016-13-02-02-sotrudniki-minekologii-ostanovili-zasypku-karera-o> (Accessed 16 March 2022). (in Russ.)
21. *GOST R 57446–2017. Nailuchshie dostupnye tehnologii. Rekul'tivacija narushennyh zemel' i zemel'nyh uchastkov. Vosstanovlenie biologicheskogo raznoobrazija* [National Standard of the Russian Federation 57446–2017. Disturbed lands reclamation. Restoration of biological diversity]. Moscow, Standartinform Publ., 2019. (in Russ.)
22. *GOST R 59060–2020. Ohrana okruzhajushhej sredy. Zemli. Klassifikacija narushennyh zemel' v celjah rekul'tivacii* [National Standard of the Russian Federation 59060–2020. Best available techniques. Disturbed land reclamation. Restoration of biological diversity]. Moscow, Standartinform Publ., 2020. (in Russ.)

\*Translated by the Authors of this article.

#### Ссылка для цитирования в русскоязычных изданиях:

Якубовский М. А., Павличенко М. В., Логинов Е. В. Опыт проведения работ технической рекультивации земель, нарушенных в процессе разработки месторождения песчано-гравийного материала // Рациональное освоение недр. 2022. № 3. С. 66–74. DOI: 10.26121/RON.2022.38.25.007

#### To cite this article in English:

Jakubovskij M.M., Pavlichenko M.V., Loginov E.V. Experience in technical recultivation of lands disturbed during the development of sand-gravel deposit. *Ratsional'noye osvoyeniye nedr* [Mineral Mining & Conservation (MMC)], 2022, no. 3, pp. 66–74. DOI: 10.26121/RON.2022.38.25.007

## НЕКРОЛОГ



**Дирекция и Совет ветеранов Института минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов с глубоким прискорбием сообщают, что на 89-м году жизни скончался**

**Гусев Григорий Степанович  
(21.04.1934–08.07.2022)**

**главный научный сотрудник, заведующий сектором тектоники и минерагении Центра региональных геохимических работ, доктор геолого-минералогических наук, заслуженный геолог России.**

Григорий Степанович родился в Саратовской области. В 1960 г. окончил геологический факультет Саратовского государственного университета по специальности «Геологическая съемка и поиски месторождений полезных ископаемых» с квалификацией геолог.

Г. С. Гусев – ведущий специалист в Российской Федерации в области геотектоники, региональной геологии и металлогении, геологического картирования и геохимических методов прогнозирования, один из основных создателей комплекта геолого-геохимических карт России масштаба 1:5000000, автор схем тектонического и металлогенического районирования России. Он являлся ответственным исполнителем важнейших научно-производственных работ по тектоническому и металлогеническому районированию мелкого (обзорного), среднего и крупного масштабов, был редактором большинства методических руководств по постановке и проведению региональных работ. При его активном участии составлены прогнозно-геохимические карты масштаба 1:1000000 Восточной Сибири и Якутии, а также сводная геохимическая карта России масштаба 1:2500000.

Г. С. Гусев – автор более 200 научных изданий и публикаций, в том числе более 10 монографий. Достижения ученого отмечены многочисленными государственными и ведомственными наградами.

Григория Степановича отличали глубина геологических знаний, неуемная активность и работоспособность, доброжелательность и скромность.

Светлая память о Григории Степановиче Гусеве сохранится в наших сердцах.

**Соболезнования родным, друзьям и коллегам покойного выражают дирекция, Научно-технический совет, Совет ветеранов и коллектива ФБГУ «ИМГРЭ», руководство и коллектив ФГБУ «ВИМС», редакция журнала «Рациональное освоение недр».**

# MinTech-2022

28/29/30-я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА ОБОРУДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЙ  
ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ, МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ,  
УГОЛЬНОЙ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

18-20 мая  
г.Усть-Каменогорск

24-26 мая  
г.Павлодар

12-14 октября  
г.Актобе



КАЗАХСТАН

[www.kazexpo.kz](http://www.kazexpo.kz)

По вопросам участия  
обращайтесь к организаторам:



тел: 8 (727) 250-75-19, 313-76-29  
моб.: +7 707 456-53-07  
e-mail: kazexpo@kazexpo.kz



2022  
РОССИЯ

# МАЙНЕКС РОССИЯ

18-Й ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФОРУМ

4-6 октября 2022

Москва, Рэдиссон Славянская

MINING  
GOES  
DIGITAL



РОССИЙСКАЯ  
ГОРНАЯ  
НАГРАДА

