



Федеральное бюджетное учреждение науки
Институт горного дела
Уральского отделения Российской академии наук

В НОМЕРЕ:

Редакционные
статьи

Теория
проектирования и
геотехнологические
проблемы отработки
месторождений
полезных ископаемых

Геотехника для
открытой, подземной и
комбинированной
отработки
месторождений
полезных ископаемых

Геомеханические и
геодинамические
процессы при освоении
месторождений



Сайт
<http://trud.igduran.ru>

СЕТЕВОЕ ПЕРИОДИЧЕСКОЕ НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

ISSN 2313-1586

ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ PROBLEMS OF SUBSOIL USE

50
лет



ГЛЕБОВУ
Андрею Валерьевичу

Выпуск 1 (40)
2024

16+

Учредитель – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт горного дела Уральского отделения РАН

№ государственной регистрации Эл № ФС77-56413 от 11.12.2013

Выходит 4 раза в год только в электронном виде

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

С.В. Корнилков, д.т.н., проф., г.н.с., ИГД УрО РАН, г. Екатеринбург – главный редактор
В.М. Аленичев, д.т.н., проф., г.н.с., ИГД УрО РАН, г. Екатеринбург – зам. главного редактора

Члены редакционной коллегии:

Н.Ю. Антонинова, к.т.н., заведующая лабораторией ИГД УрО РАН, г. Екатеринбург
А.А. Абдурасулов, к.ф.-м.н., советник ректора, доцент, Таджикский технический университет имени академика
М.С. Осими, г. Душанбе, Республика Таджикистан
Н.Г. Валиев, д.т.н., проф., заведующий кафедрой горного дела УГГУ, г. Екатеринбург
С.Д. Викторов, д.т.н., проф., заведующий отделом проблем геомеханики и разрушения горных пород ИПКОН РАН,
г. Москва
С.Е. Гавришев, д.т.н., проф., заведующий кафедрой разработки полезных ископаемых, МГТУ им. Носова,
г. Магнитогорск
С.Ж. Галиев, д.т.н., проф., чл.-корр. НАН РК, вице-президент АО «Казахстанский институт развития индустрии»
Министерства индустрии и новых технологий Республики Казахстан, г. Алматы, Республика Казахстан
А.В. Глебов, д.т.н., заместитель директора ИГД УрО РАН, г. Екатеринбург
Ш.Ш. Заиров, д.т.н., проф., Навоийский государственный горный институт, г. Навои, Республика Узбекистан
О.В. Зотеев, д.т.н., ведущий научный сотрудник лаборатории геодинамики и горного давления ИГД УрО РАН
И. В. Зырянов, д.т.н., заведующий кафедрой горного дела политехнического института (филиал) СВФУ в г. Мирном
В.С. Коваленко, д.т.н., проф., Горный институт НИТУ «МИСиС», г. Москва
К.Ч. Кожоголов, д.т.н., проф., чл.-корр. НАН КР, директор Института геомеханики и освоения недр НАН КР,
г. Бишкек, Киргизская Республика
И.А. Козлова, к.г.-м. н, директор института геофизики УрО РАН, г. Екатеринбург
И.Л. Кравчук, д.т.н. директор Челябинского Филиала института горного дела УрО РАН, г. Челябинск
М.В. Курления, д.т.н., проф., академик, научный руководитель ИГД СО РАН, г. Новосибирск
Ю.Г. Лаврикова, д.э.н., проф., директор Института экономики УрО РАН, г. Екатеринбург
С.В. Лукичев, д.т.н., проф., директор ГоИ КНЦ РАН, г. Апатиты
А.М. Макаров, д.т.н., проф., исполнительный директор ООО НИИОГР, г. Челябинск
А.А. Панжин, к.т.н., ученый секретарь ИГД УрО РАН, г. Екатеринбург
А.Е. Пелевин д.т.н., проф. кафедры обогащения полезных ископаемых УГГУ, г. Екатеринбург
И.Ю. Рассказов, д.т.н., чл.-корр. РАН, директор Хабаровского федерального научного центра, г. Хабаровск
Л.С. Рыбникова, д.т.н., с.н.с. ИГД УрО РАН, г. Екатеринбург
Д.И. Симисин, д.т.н., Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург
И.В. Соколов, д.т.н., директор ИГД УрО РАН, г. Екатеринбург
С.М. Ткач, д.т.н., директор ИГДС СО РАН, г. Якутск
С.И. Фомин, д.т.н., проф. кафедры, НМСУ «Горный», г. Санкт-Петербург
Хадхуугийн Жаргалсайхан, д.т.н., директор Института горного дела Монгольского государственного университета
науки и технологий, г. Улан-Батор, Монголия
Л.С. Шамганова, д.т.н., член-корреспондент НАН РК, Институт горного дела им. Д.А. Кунаева, Национальный центр по
комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан, г. Алматы, Республика Казахстан
В.Л. Яковлев, д.т.н., проф., чл.-корр. РАН, советник РАН, ИГД УрО РАН, г. Екатеринбург

Издатель: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт горного дела Уральского отделения РАН

Все статьи проходят обязательное рецензирование

Адрес редакции: 620075, г. Екатеринбург, ул. Мамина-Сибиряка, д. 58, тел. (343)350-35-62

Сайт издания: trud.igduran.ru

Выпускающий редактор: Е.А. Катаева

Редактор: О.А. Истомина

Компьютерный набор и верстка: Я.В. Неугодникова, Т.Г. Петрова

Дорогие друзья, коллеги, читатели!

Представляем Вам очередной выпуск сетевого издания «Проблемы недропользования». Первый номер 2024 года посвящен юбилею доктора технических наук, известному ученому в области развития теоретических основ выбора геотехники при разработке глубокозалегающих рудных месторождений – Андрею Валерьевичу Глебову.

А.В. Глебов – автор 147 научных трудов, из которых 107 печатных, входящих в РИНЦ, в том числе 37 статей в журналах Web of Science и Scopus, 2 монографии и 7 патентов. Он является постоянным автором нашего журнала.

За время работы в Институте (с 1996 года) Глебов А.В. прошел путь от младшего научного сотрудника лаборатории транспортных систем карьеров и геотехники до заместителя директора по научным вопросам.

Накопленный Андреем Валерьевичем за 17 лет опыт научно-организационной работы позволяет ему оперативно организовать деятельность Института для качественного и своевременного исполнения Государственного задания в соответствии с планами и программами выполнения научно-исследовательских работ. Как заместитель директора по научным вопросам, он курирует и организует работу Совета молодых ученых, аспирантуры и секции Ученого совета «Геотехнология», входит в состав и руководит деятельностью постоянно действующих и временно создаваемых комиссий.

За заслуги в научно-технической и научно-организационной деятельности Глебов А.В. награжден Бронзовой медалью ВДНХ, нагрудными знаками «Шахтерская слава» III степени и «Горняцкая слава» I, II, III степени, грамотой Президиума Уральского отделения РАН, Благодарственным письмом Уральской торгово-промышленной палаты, Почетной грамотой Губернатора Свердловской области и другими грамотами и благодарственными письмами. Награжден Памятной медалью «300 лет Берг-коллегии России» и является Лауреатом «Уральской горной премии». В честь 60-летия ИГД УрО РАН награжден «Золотым знаком Института». В 2024 году полномочный представитель Президента Российской Федерации в Уральском федеральном округе В.В. Якушев объявил Глебову А.В. благодарность за многолетний добросовестный труд, высокий профессионализм, достигнутые результаты в области развития теоретических основ выбора геотехники при разработке глубокозалегающих рудных месторождений.

Накопленный значительный опыт административно-управленческой работы позволяет оперативно решать поставленные перед заместителем директора вопросы.

Дорогой Андрей Валерьевич, поздравляем Вас с 50-летием и желаем крепкого здоровья, дальнейших творческих успехов на ответственном посту заместителя директора по научным вопросам Института горного дела УрО РАН!

Редколлегия

Содержание

<i>Поздравление Язева В.А.</i>	5
<i>Поздравление ректора УГГУ, президента Горнопромышленной ассоциации Урала Душина А.В.</i>	6
<i>Поздравление Министерства промышленности и науки Свердловской области ...</i>	7
<i>Поздравление Галкина В.А., Макарова А.М., Кравчука И.Л (НИИОГР).....</i>	8
<i>Поздравление заведующего кафедрой УГГУ Симисина Д.И.</i>	9

РЕДАКЦИОННЫЕ СТАТЬИ

Соколов И.В., Яковлев В.Л. О научной и научно-организационной деятельности Глебова Андрея Валерьевича	11
Корнилков С.В. В ногу со временем	15
Глебов А.В. Влияние молодежной политики в ИГД УрО РАН на достижение показателей эффективности научной деятельности	26

ТЕОРИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОТРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Глебов И.А., Лель Ю.И. Технология проходки тоннеля спиральной формы при доработке глубоких горизонтов алмазородного месторождения	38
Кантемиров В.Д., Титов Р.С., Тимохин А.В., Яковлев А.М. Методика оценки сверхнормативных потерь полезного ископаемого при разработке сложноструктурных месторождений	47
Антонинова Н.Ю., Корнилков С.В., Кузнецова Я.А., Шубина Л.А. Экологические аспекты рекультивации отвалов вскрышных пород	57

ГЕОТЕХНИКА ДЛЯ ОТКРЫТОЙ, ПОДЗЕМНОЙ И КОМБИНИРОВАННОЙ ОТРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Журавлев А.Г., Глебов И.А., Черепанов В.А. Методические аспекты регламентации технической эксплуатации тяжелых рудоразмольных мельниц	68
Андреева Л.И. Рекомендации по совершенствованию системы ТОиР в изменяющихся условиях функционирования горнодобывающих предприятий	81

ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ И ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ОСВОЕНИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Мельник В.В., Замятин А.Л. Оценка точности и информативности геофизических методов для решения задач картирования структурных неоднородностей в шахте	90
Панжин А.А. Исследования природной и техногенной сейсмичности Кузнецкого угольного бассейна	102



АССОЦИАЦИЯ
НЕКОММЕРЧЕСКОЕ ПАРТНЕРСТВО
**ГОРНОПРОМЫШЛЕННИКИ
РОССИИ**

125009, Москва, Дегтярный пер., д. 9
тел./факс: (495) 411 53 36
E-mail: info@gorprom.org <http://gorprom.org>

№ 1/23/577 от 12 декабря 2023 г.

Заместителю директора
по научным вопросам
Института горного дела
Уральского отделения
Российской академии наук

А.В. Глебову

Уважаемый Андрей Валерьевич!

От имени НП «Горнопромышленники России» и от себя лично сердечно поздравляю Вас с 50-летним юбилеем!

За время своей 25-летней профессиональной деятельности Вами уже проделана огромная работа, тесно связанная с горным делом.

Более 15 лет Вы занимаете пост заместителя директора по научным вопросам одного из ведущих Институты РАН в области горного дела, 12 лет Вы были генеральным директором Горнопромышленной ассоциации Урала. За это время Вы внесли существенный вклад в горную науку и производство. Вы всегда отстаиваете интересы горнопромышленников Свердловской области и Уральского региона. С Вашим непосредственным участием организован Горно-металлургический Совет при Полномочном представителе Президента Российской Федерации в Уральском федеральном округе, являющийся представительством Высшего горного совета Российской Федерации на Урале.

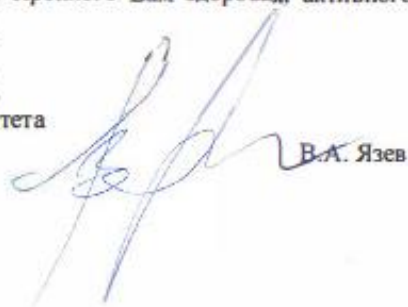
Благодаря Вашей преданности профессии продолжает развиваться Уральский горнопромышленный форум, который помогает определить приоритеты, содействовать разработке стратегии развития добывающей отрасли на базе объединения усилий академических, отраслевых институтов, вузовской науки, проектных организаций и промышленных предприятий.

Особого внимания заслуживает Ваш вклад в развитие теории формирования и функционирования транспортной и горнотехнической систем карьера во взаимосвязи с развитием карьерного пространства при разработке крутопадающих глубокозалегающих рудных месторождений.

Благодарю за значимые результаты Вашего труда, целеустремленность, профессионализм и преданность своему делу.

От всей души поздравляю с юбилеем и выражаю глубокую признательность за самоотверженный труд на благо Отечества. Крепкого Вам здоровья, активного творческого долголетия, добра и благополучия.

Президент НП «Горнопромышленники России»,
Председатель Российского национального комитета
Мирового нефтяного совета,
доктор экономических наук, профессор



В.А. Язев

Заместителю директора по научным вопросам
ИГД УрО РАН, доктору технических наук
А.В. Глебову

Уважаемый Андрей Валерьевич!

Примите мои самые теплые и искренние поздравления с юбилеем!

Ваш юбилей – значимое событие для уральского горного сообщества. Мы всегда с гордостью говорим, что свою «путёвку в жизнь» Вы получили в Свердловском горном институте и ни разу не изменили своему выбору. Свой путь в науке Вы начали в Институте горного дела УрО РАН, где состоялись не только как учёный, но и как видный общественный деятель и талантливый организатор науки.

Отличительной особенностью Вашей научной деятельности была и остаётся тесная связь глубоких теоретических разработок с высокой практической ценностью научных результатов. С Вашим именем связаны исследования в области развития теоретических основ выбора геотехники при разработке глубокозалегающих рудных месторождений. Для многих ведущих предприятий России и стран ближнего зарубежья Ваши исследования стали важнейшими рекомендациями, которые привели к снижению себестоимости работ и дальнейшему эффективному развитию этих предприятий.

Вы стали одним из первых, кто занимался становлением и формированием механизмов работы профессиональных организаций горной отрасли, таких как Горный Совет, Академия горных наук, НП «Горнопромышленники России». 12 лет Вы успешно возглавляли ведущую общественную организацию – «Горнопромышленная ассоциация Урала». Под Вашим руководством подготовлены и внесены предложения по совершенствованию законодательной базы недро- и природопользования, а также научно-технической и промышленной политики, направленной на решение экономических и социальных проблем горнопромышленного комплекса Урала.

Свой юбилей Вы встречаете за рабочим столом, полный сил и энергии, оставаясь, как и прежде, в центре жизни горнопромышленного сообщества, одним из его лидеров и подвижников. Ваша идейная убежденность, истинный патриотизм в сочетании с высокой культурой и эрудицией снискали Вам признательность и уважение всех, кто знает Вас и работает вместе с Вами.

От всей души я желаю Вам, уважаемый Андрей Валерьевич, не останавливаться на достигнутом, всегда идти только вперёд. Будьте всегда на острие научной мысли, и успехов Вам на этом интереснейшем пути! Крепкого Вам здоровья, неиссякаемых жизненных сил, мира, добра, благополучия и всего самого наилучшего!

С уважением,
ректор УГГУ,
Президент Горнопромышленной Ассоциации Урала

А.В. Душин

Уважаемый Андрей Валерьевич!

От имени Министерства промышленности и науки Свердловской области и от себя лично сердечно поздравляю Вас с 50-летним юбилеем!

Вы вносите существенный вклад в развитие промышленного комплекса Свердловской области. За время своей профессиональной деятельности Вами проделана огромная работа, тесно связанная с горным делом.

Благодаря Вашей преданности профессии развивается научная деятельность в области карьерного транспорта, выполняется широкий круг фундаментальных и прикладных исследований.

Особого внимания заслуживает Ваш вклад в работу Горнопромышленной ассоциации Урала, организация и непосредственное участие в работе Уральского горнопромышленного форума, объединяющего недропользователей, производителей горнотранспортного и шахтного оборудования.

Выражаю глубокую признательность за многолетний добросовестный труд на благо Отечества, целеустремленность, профессионализм и преданность своему делу.

От всей души поздравляю с юбилеем. Крепкого Вам здоровья, неиссякаемой энергии, добра и благополучия.

С уважением,
Министр промышленности
и науки Свердловской области

С.В. Пересторонин





**Глубокоуважаемому
Андрею Валерьевичу Глебову,
в честь достижения 50-летнего рубежа!**

Уже немало сделано, но еще больше предстоит!

**Пожелание от ваших друзей и коллег из НИИОГР на
предстоящие 50 лет – дойти до состояния неиссякаемого и
всепоглощающего интереса к глубокой и сверхполезной для
себя и Отечества научно-практической деятельности!**

**Удачи и успеха! Готовы выступить заинтересованными
спутниками на этом пути!**

Бодрости, энергии, здоровья!

**Председатель
Правления,
доктор технических
наук, профессор**

В.А. Галкин

**Исполнительный
директор,
доктор технических
наук, профессор**

А.М. Макаров

**Директор
ЧФ ИГД УрО РАН,
доктор технических
наук**

И.Л. Кравчук

АЛЬМА-МАТЕР

Глебов Андрей Валерьевич в 1996 г. закончил курс на кафедре эксплуатации горного оборудования Уральской государственной горно-геологической академии (ныне – УГГУ). И мы его с гордостью относим к категории «Именитые выпускники». Перед тем, как выразить наши поздравления Андрею Валерьевичу в связи с первым юбилеем, необходимо поделиться некоторой информацией, которая связывает годы учебы и теперешней работы юбиляра.

Горшков Э.В., доцент кафедры эксплуатации горного оборудования: Глебов Андрей Валерьевич после окончания в 1993 году с отличием Свердловского механического техникума по специальности «Монтаж технической эксплуатации и ремонт промышленного оборудования» поступил в Свердловский горный институт на специальность «Горные машины и оборудование». В период обучения проявлял научный интерес к вопросам совершенствования параметров организации работы горнодобывающего и транспортного оборудования на карьерах. В 1996 году защитил на отлично выпускную работу по теме «Выбор основных параметров и конструктивная разработка станка ударно-канатного бурения с диаметром скважин до 1000 мм для условий Полярного Урала».

Руководителем диплома был назначен Горшков Эдуард Викторович, недавно перешедший в СГИ из ИГД. Отметив заинтересованность студента в продолжении исследований, связанных с эксплуатацией горного транспорта, Горшков Э.В. посоветовал обратиться в Институт горного дела, к Яковлеву В.Л. Так, с легкой руки руководителя диплома выпускник Глебов оказался в ИГД и связал свои научные и профессиональные интересы с горнопромышленным транспортом.

Симисинов Д.И., заведующий кафедрой эксплуатации горного оборудования: следует отметить, что связь с университетом и кафедрой Андрей Валерьевич не теряет, и различные организационные и научные вопросы – будь то проведение форумов, конференций и промышленных выставок, научных исследований и технических экспертиз постоянно требуют нашего общения. Сотрудничество, разумеется, имеет взаимовыгодный характер, являясь примером взаимодействия науки и образования. Так вышло, что докторские диссертации мы защитили в один год в диссертационных советах альма-матер в 2023 году. Сейчас это объединённый совет по специальности «Геотехнология, горные машины».

Сотрудники кафедры эксплуатации горного оборудования искренне поздравляют Андрея Валерьевича с 50-летним юбилеем и желают сил, энергии, энтузиазма для воплощения научных и производственных проектов, ярких впечатлений от жизни! Оптимизма, здоровья, благополучия и всего самого лучшего!

От коллектива кафедры эксплуатации горного оборудования

Заведующий кафедрой, д.т.н., доцент

Симисинов Д.И.



РЕДАКЦИОННЫЕ СТАТЬИ

О научной и научно-организационной деятельности Глебова Андрея Валерьевича

Соколов И.В., Яковлев В.Л.

Глебов Андрей Валерьевич – известный ученый в области развития теоретических основ выбора геотехники при разработке глубокозалегающих рудных месторождений, пользующийся заслуженным авторитетом среди научной и инженерно-технической общественности. Автор 147 научных трудов, из которых 107 печатных, входящих в РИНЦ, в том числе 37 статей в журналах Web of Science и Scopus, 2 монографии и 7 патентов.

Андрей Валерьевич родился 11 февраля 1974 года в г. Свердловске в семье рабочего. В 1993 году с отличием окончил Свердловский механический техникум по специальности «Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт промышленного оборудования». В 1996 году, после окончания Уральской государственной горно-геологической академии по специальности «Горные машины и оборудование», поступил в очную аспирантуру при Институте горного дела УрО РАН (ИГД УрО РАН) по специальности 25.00.22 – «Геотехнология подземная, открытая, строительная». Остался работать младшим научным сотрудником в лаборатории транспортных систем карьеров и геотехники, где под руководством Яковлева В.Л. в 2001 году защитил кандидатскую диссертацию на тему «Методика оценки технического уровня карьерных автосамосвалов».

С 2003 по 2006 год выполнял функции председателя Совета молодых ученых и председателя Профкома. В сентябре 2005 года избран Ученым советом на должность Ученого секретаря Института, а с 2006 года по настоящее время является заместителем директора по научным вопросам ИГД УрО РАН.

В научном плане в этот период времени по заданию АК «Алроса» для Айхальского ГОКа Глебовым А.В. разработана методика выбора конкурентной модели автосамосвала одного класса грузоподъемности по критерию оценки обобщенного уровня потребительских качеств [1, 2], учитывающая параметры и показатели, характеризующие техническое совершенство, эффективность системы сервисного обслуживания и ремонта, а также соответствие условиям эксплуатации [3].

Институт «Якутнипроалмаз» АК «АЛРОСА» одним из первых в мире предложил технологию доработки глубоких карьеров с применением крутонаклонных съездов для доработки карьера «Удачный» в 2008 году [4]. После проведенных под руководством и при непосредственном участии Глебова А.В. научно-исследовательских работ [5, 6] принято решение о применении в качестве транспортного средства самосвалов с шарнирно-сочлененной рамой. Были разработаны варианты технологии проходки крутых съездов на карьерах АК «АЛРОСА» с использованием имеющегося горнотранспортного оборудования [5, 7, 8], а также временные рекомендации по безопасной эксплуатации шарнирно-сочлененных самосвалов (ШСС) на крутых уклонах, на горных работах, согласованные с управлением Государственного горного и металлургического надзора¹.

На основе системного подхода разработаны и опубликованы в монографии [9] общие методические положения по выбору оборудования структур механизации комплексов циклично-поточной технологии (ЦПТ) с учетом режимов и взаимного влияния смежных технологических звеньев (дробильно-конвейерный комплекс, сборочный автомобильный транспорт, выемочно-погрузочное оборудование, приемный пункт гор-

¹ Временные рекомендации по безопасной эксплуатации шарнирно-сочлененных самосвалов на крутых уклонах, на горных работах АК «АЛРОСА» (ЗАО). Согласовано начальником управления Государственного горного и металлургического надзора № 13-02-ИД-01145-2008. Екатеринбург: ИГД УрО РАН; 2008. 11 с.

ной массы на поверхности) на работу системы в целом. Выбранный подход обеспечивает оптимизацию выбора параметров оборудования дробильно-конвейерного комплекса, рациональное количественное и качественное соотношение в звеньях сборочного автомобильного транспорта и выемочно-погрузочного оборудования.

Развитие ЦПТ при разработке глубокозалегающих месторождений полезных ископаемых на основе применения крутонаклонного конвейера в различных горно-геологических и горнотехнических условиях обосновано под руководством и при непосредственном участии Глебова А.В. в рамках сотрудничества с республикой Казахстан.

Для ОАО «СУЭК» совместно с РУПП «БелАЗ» им разработана методика обоснования рационального срока службы автосамосвала по совокупности оценок технической возможности и экономической целесообразности дальнейшей эксплуатации конкретного автосамосвала [10]. На основе комплексного обследования состояния угольных разрезов дано экономическое обоснование и разработаны рекомендации по оптимизации работы погрузочно-транспортных средств, снижению себестоимости вскрышных и добычных работ, а также обоснованы перспективы развития.

Под научным руководством Глебова А.В. выполнены проекты фундаментальных исследований *«Прогноз развития транспортных систем карьеров с учетом совершенствования геотехники и повышения требований экологичности»* совместно с организациями СО и ДВО РАН, ОИМ НАН Беларуси, *«Повышение рентабельности горнодобывающего предприятия путем формирования рационального парка геотехники»* по проекту для Уральской горно-металлургической компании.

С целью обеспечения и сохранения технико-технологического суверенитета горного производства [11, 12] предложено ускоренное внедрение инновационной техники и современных ресурсо- и энергосберегающих технологий на основе их существенной модернизации и перепрофилирования с учетом обновления и расширения номенклатуры выпускаемой продукции, а также кооперационных связей науки и производства.

В 2022 году защитил докторскую диссертацию на актуальную тему – *«Методология адаптации параметров горнотехнической системы глубоких карьеров с автомобильно-конвейерным транспортом»* (научный консультант – член-корр. РАН В.Л. Яковлев), в которой разработаны теоретические положения, являющиеся решением важной научной проблемы – развития теории формирования и функционирования транспортной и горнотехнической систем карьера во взаимосвязи с развитием карьерного пространства с целью исключения их взаимного несоответствия, возникающего при изменении природных, горнотехнических, организационных и экономических условий, для достижения приемлемого уровня их функционирования при разработке крутопадающих глубокозалегающих рудных месторождений.

За последние 5 лет под его руководством и им лично выполнено 19 экспертных работ в области добычи и переработки полезных ископаемых; соответствия горного оборудования техническим условиям и ГОСТам; таможенного регулирования и налогообложения горнодобывающих предприятий.

Накопленный Андреем Валерьевичем за 17 лет опыт научно-организационной работы позволяет ему оперативно организовать деятельность Института для качественного и своевременного исполнения Государственного задания в соответствии с планами и программами выполнения научно-исследовательских работ. Как заместитель директора по научным вопросам, он курирует и организует работу Совета молодых ученых, аспирантуры и секции Ученого совета «Геотехнология», входит в состав постоянно действующих и временно создаваемых комиссий и руководит их деятельностью.

Он является куратором реализации Стратегии развития Института до 2030 года, учитывающей развитие научных направлений, материально-технической базы и кадровой политики для достижения целевых показателей Национального проекта «Наука и университеты».

Значительных результатов под руководством и при непосредственном участии Глебова А.В. Институт достиг в области соответствия системы менеджмента качества международному стандарту ISO 9001 и ГОСТ Р 9001.

Он является одним из организаторов и постоянным секретарем организационного комитета традиционных Уральских горнопромышленных форумов, в рамках которых Институт проводит научные и научно-производственные мероприятия (конференции, семинары, деловые встречи, круглые столы).

В 2009 году избран действительным членом Академии горных наук. Является членом редакционной коллегии научно-аналитического и производственного журнала «Горное оборудование и электромеханика», членом редсовета сетевого издания «Проблемы недропользования», действительным членом Международной академии информатизации (Казахстан). В течение 12 лет исполнял обязанности генерального директора некоммерческого партнерства «Горнопромышленная ассоциация Урала», являющегося исполнительным органом Уральского горно-металлургического совета УрФО – представительства Высшего горного совета Российской Федерации на Урале.

За заслуги в научно-технической и научно-организационной деятельности Глебов А.В. награжден Бронзовой медалью ВДНХ, нагрудными знаками «Шахтерская слава» III степени и «Горняцкая слава» I, II, III степени, грамотой Президиума Уральского отделения РАН, Благодарственным письмом Уральской торгово-промышленной палаты, Почетной грамотой Губернатора Свердловской области и другими грамотами и благодарственными письмами. Награжден Памятной медалью «300 лет Берг-коллегии России» и является Лауреатом «Уральской горной премии». В честь 60-летия ИГД УрО РАН награжден «Золотым знаком Института».

Накопленный значительный опыт административно-управленческой работы позволяет оперативно решать поставленные перед заместителем директора вопросы. Он пользуется большим уважением и имеет заслуженный авторитет в коллективе.

Свой 50-летний юбилей д.т.н. А.В. Глебов встречает с присущей ему энергией в расцвете творческих сил.

Сердечно поздравляем Андрея Валерьевича с юбилеем и желаем крепкого здоровья, дальнейших творческих успехов на ответственном посту заместителя директора по научным вопросам Института горного дела УрО РАН!

Список литературы

1. Глебов А.В., 2008. Методика оценки уровня потребительских качеств и конкурентоспособности геотехники (на примере карьерных автосамосвалов). *Горное оборудование и электромеханика*, № 5, С. 49 – 55.
2. Глебов А.В., 2008. Уровень потребительских качеств и конкурентоспособность автосамосвалов в условиях карьера «Комсомольский» Айхальского ГОКа. *Горное оборудование и электромеханика*, № 6, С. 40 – 45.
3. Глебов А.В., 2012. *Методика определения уровня потребительских качеств и конкурентоспособности карьерных автосамосвалов*. Saarbrücken: LAP LAMBERT, 65 с.
4. Акишев А.Н., Бабаскин С.Л., Кожемякин А.А., Никитин Р.В., 2013. Развитие технологии проходки и формирования на карьере транспортных съездов крутого уклона. *Горный информационно-аналитический бюллетень*, № 12, С. 58 – 64.
5. Глебов А.В., Лель Ю.И., Глебов И.А., 2014. Перспективный сборочный транспорт открытых горных работ. *Горное оборудование и электромеханика*, № 5, С. 18 – 22.
6. Глебов А.В., 2017. Выбор сборочного автомобильного транспорта систем циклично-поточной технологии. *Mining of Mineral Deposits*, № 11(4), С. 11 – 18. <http://doi.org/10.15407/mining11.04.011>

7. Пат. 2376471 Российская Федерация, МПК E21C41/26. *Способ проведения крутой траншеи*. В.А. Берсенов, А.В. Глебов, Г.Д. Кармаев; патентообладатель ИГД УрО РАН. № 2008117529/03; заяв. 30.04.2008; опубл. 20.12.2009, Бюл. № 35.
8. Зырянов И.В., Цымбалова А.И., 2013. Испытания САТ-740В на крутонаклонных съездах карьера «Удачный» АК «АЛРОСА». *Горное оборудование и электромеханика*, № 9, С. 22 – 25.
9. Кармаев Г.Д., Глебов А.В., 2012. *Выбор горно-транспортного оборудования циклично-поточной технологии карьеров*. Екатеринбург: Уральское отделение РАН, 295 с.
10. Глебов А.В., 2007. *Определение предельных сроков эксплуатации карьерных автосамосвалов. Временные методические указания*. Екатеринбург: ИГД УрО РАН, 72 с.
11. Корнилков С.В., Глебов А.В., Бухмастов А.В., 2016. Об импортозамещении и технико-технологическом развитии горно-добывающих предприятий горно-металлургического комплекса Уральского федерального округа. *Горное оборудование и электромеханика*, № 2(120), С. 31 – 39.

В НОГУ СО ВРЕМЕНЕМ

С. В. Корнилков

главный научный сотрудник, профессор, доктор технических наук

*Уральский государственный горный университет, 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Институт горного дела УрО РАН, 620075, Екатеринбург, ул. Мамина-Сибиряка, 58*

История создания Уральской горнопромышленной ассоциации имеет свои глубинные исторические корни. Первоначально Союз горнопромышленников Урала был создан по предложению горного инженера Боклевского П.П. – главного начальника Уральских горных заводов. Инициатива была одобрена, и в июле 1897 г. на V съезде горнопромышленников был организован Совет съездов и учреждено постоянное издание – «Уральское горное обозрение», первый номер которого вышел 1 января 1901 г. [1 – 6].

В конце 80-х – начале 90-х годов XX столетия началось системное развитие кризиса, в котором оказалось и горное производство Урала [1]. Необходимость осмысления негативных явлений в условиях надвигающегося кризиса обусловила создание объединения горнопромышленников. Поэтому 29 мая 1991 г. на I Горнопромышленном съезде 29 представителей от 24 предприятий и организаций учредили Уральскую горнопромышленную ассоциацию (ныне Горнопромышленная ассоциация Урала, далее – Ассоциация). Инициатором и первым Президентом Ассоциации был Иван Васильевич Дементьев – ректор Свердловского горного института (ныне Уральский государственный горный университет).

Основную цель Ассоциации ее организаторы видели в создании эффективной системы управления горнодобывающей отраслью и в решении экологических проблем Урала на основе применения современных технологий разведки; добычи и переработки минерального сырья; комплексного использования полезных ископаемых; вовлечения в хозяйственную деятельность техногенных образований; разработки рациональных способов управления горнодобывающей и горно-перерабатывающей промышленностью района; целевой подготовки кадров для горной промышленности.

В условиях экономической нестабильности 90-х годов, при отсутствии выверенной и ясной программы развития экономики приоритетным направлением деятельности Ассоциации стало объединение усилий при выработке коллективного мнения и предложений в адрес региональных органов исполнительной власти и властных структур Российской Федерации с целью привлечения внимания законодательных и исполнительных структур власти к проблемам горнопромышленного комплекса и более активному их решению [7].

В 90-х Ассоциация получила широкую известность и признание не только на Урале, но и далеко за его пределами. Значительный вклад в становление и развитие Ассоциации внесли Дементьев И.В. (президент Ассоциации в 1991 – 2006 гг.), Яковлев В.И. (президент Ассоциации в 2006 – 2009 гг.), Корнилков С.В. (президент Ассоциации в 2009 – 2020 гг.), Душин А.В. (президент Ассоциации с 2020 г.), Бирюков С.И., Бухмастов А.В., Горев Е.С., Игнатьева М.Н., Козлов Ю.А., Коротеев В.А., Красноштейн А.Е., Меньшиков В.Ф., Поленов Ю.А., Поль В.Г., Татаркин А.И., Терентьев Г.Д., Устюжанин С.И., Хамитов Р.А., Ястребков А.А. и другие работники горной промышленности, проектных организаций, представители науки и высшего образования.

Свой вклад в сохранение традиций и развитие Ассоциации внес и Глебов Андрей Валерьевич – генеральный директор НП «Горнопромышленная ассоциация Урала» с 28 ноября 2011 г. Выбор его на эту должность был неслучайным:

он уже плотно сотрудничал с Ассоциацией в части организации Уральских горнопромышленных съездов и был знаком с основными аспектами ее деятельности. С 2006 г. ИГД УрО РАН совместно с Уральским государственным горным университетом и выставочным оператором ООО «КоСК «ЭкспоГрад» организовал регулярное проведение Уральского горнопромышленного форума. Главной целью Форума стало определение приоритетов, содействие разработке стратегии развития добывающей отрасли, консолидация усилий академических, отраслевых институтов, вузовской науки, проектных организаций и промышленных предприятий. Форумы стали крупнейшей площадкой, представляющей передовые решения и наукоемкие технологии, обеспечивающей модернизацию российского горнодобывающего, металлургического и машиностроительного комплексов (табл. 1).

Таблица 1

**Уральские горнопромышленные форумы и специализированные выставки
(2006 – 2023 гг.)**

Год	Цели форума (выставки) / зарубежные участники	Число участников (из них зарубежных)	Число мероприятий на форуме	Число участвующих, чел.	Число посетителей, чел.
2006	Модернизация производства, комплексное решение проблем развития региона / Чехия	61(1)	3 научно-технические конференции (далее НТК), 4 секции, круглый стол	70	Н. д.
2007	Поиск путей развития Уральского горнопромышленного комплекса / Беларусь, Казахстан	46(2)	5 НТК, круглый стол	400	3500
2009	Пути реализации проекта «Урал промышленный – Урал Полярный» / Беларусь, Казахстан, Чехия, Швейцария	63(5)	То же	400	3500
2010	Стратегия развития горнопромышленного комплекса УрФО / Италия, Китай, США	64(3)	— " —	350	3000
2011	Выработка основных направлений развития горнопромышленного комплекса УрФО / США	69(1)	1 НТК, Уральский горнопромышленный съезд, 2 семинара	Н. д.	2880
2012	Демонстрация прогрессивных научно-технических разработок, обмен опытом / Беларусь, Германия, Италия, Китай, США	65(9)	Научно-техническая конференция, 3 семинара	Н. д.	1800
2013	Разработка инновационных технологий в области комплексного освоения недр Урала / Казахстан, Китай, США	45(3)	8 НТК, 4 круглых стола, Уральский горнопромышленный съезд, телемост между институтами горного профиля РАН	500	3500



Год	Цели форума (выставки) / зарубежные участники	Число участников (из них зарубежных)	Число мероприятий на форуме	Число участвующих, чел.	Число посетителей, чел.
2014	Передовые научно-технические решения и обмен лучшими профессиональными практиками в горно-металлургическом комплексе и машиностроении	Более 100	Горный совет Уральского федерального округа (ГС УрФО); 3 научно-практические секции	370	4000
2015	Определение приоритетов горно-металлургического и машиностроительного комплексов в стратегии развития добывающей отрасли. Консолидация усилий блоков наука – производство – образование / Азербайджан, Беларусь, Бельгия, Великобритания, Германия, Италия, Казахстан, Киргизия, Китай, Монголия, Нидерланды, Украина	45(15)	ГС УрФО; 6 НТК; 2 круглых стола и 4 деловых встречи; заседание съезда и Уральского отделения Академии горных наук; молодежный форум-кейс	450	2124
2016	Демонстрация прогрессивных научно-технических разработок и изделий, создание площадки партнерского взаимодействия / Чехия, Австрия, Австралия, Англия, Беларусь, Украина	51(6)	Заседание Горно-металлургического совета по УрФО (ГМС УрФО); 3 семинара-презентации; 2 научно-практических семинара	95	1290
2017	Оценка состояния горнопромышленного комплекса и выработка мер по финансовой и законодательной поддержке горнодобывающих предприятий. Содействие модернизации, импортозамещению и техническому переоснащению / Великобритания, Германия, Казахстан, Монголия, Украина, Чехия	47(6)	Заседание ГМС УрФО; 5 НТК, в том числе выездных; круглый стол; заседание Уральского горнопромышленного съезда и Уральского отделения Академии горных наук	327	Более 2000
2018	Демонстрация научно-технических разработок и изделий, создание площадки для взаимодействия заинтересованных сторон / Армения, Германия, Испания, Казахстан, Киргизия, Китай, Франция	40(6)	Заседание ГМС УрФО, 3 презентации участников выставки; 3 научно-практических семинара	276	2070



Год	Цели форума (выставки) / зарубежные участники	Число участников (из них зарубежных)	Число мероприятий на форуме	Число участвующих, чел.	Число посетителей, чел.
2019	Реализация «Стратегии развития минерально-сырьевой базы Урала» и «Концепции промышленного и инновационного развития Свердловской области до 2035 года»; мобилизация природно-ресурсного потенциала на основе модернизации предприятий / Германия, Дания, Казахстан, Канада, Китай, Финляндия	67(6)	Заседание ГМС УрФО; 4 НТК; заседание Уральского горнопромышленного съезда и Уральского отделения Академии горных наук	356	2370
2020	Демонстрация прогрессивных научно-технических разработок и изделий, создание площадки партнерского взаимодействия / Беларусь	41(3)	Заседание ГМС УрФО; заседание Уральского горнопромышленного съезда и Уральского отделения АГН, 3 семинара, 1 НТК	150	Более 1500
2021	Решение задач по определению приоритетов горно-металлургического и машиностроительного комплексов, содействие разработке стратегии развития добывающей отрасли в сложившихся экономических условиях путем консолидации усилий академических, отраслевых институтов, вузовской науки, проектных организаций и промышленных предприятий / Беларусь, Казахстан	42(2)	Заседание ГМС УрФО; 5 НТК; заседание Уральского горнопромышленного съезда и Уральского отделения АГН, семинары, демонстрационные сессии научно-технических и технологических проектов, деловые встречи и презентации экспонентов	256	Более 1500
2022	Оценка экономического и технологического состояния горнопромышленного комплекса и выработка мер по поддержке горнодобывающих предприятий. Содействие ресурсосбережению и энергоэффективности путем модернизации, импортозамещения, технологического совершенствования и технического переоснащения предприятий горнопромышленного комплекса / Беларусь, Казахстан	95(2)	Заседание ГМС УрФО; 1 НТК; заседание Уральского горнопромышленного съезда и Уральского отделения Академии горных наук, семинары, демонстрационные сессии научно-технических и технологических проектов, деловые встречи и презентации экспонентов	175	1380

Год	Цели форума (выставки) / зарубежные участники	Число участников (из них зарубежных)	Число мероприятий на форуме	Число участвующих, чел.	Число посетителей, чел.
2023	Технологический суверенитет горного производства / Китай (40 предприятий), Беларусь (3 организации)	178(43)	Параллельно работали три площадки, на которых прошли более 40 мероприятий с участием 150 спикеров.	Более 500	3250

При непосредственном деятельном участии Глебова А.В. к 2013 г. в состав мероприятий Уральского горнопромышленного форума влились и уставные Уральские горнопромышленные съезды. Объединение оказалось очень удачным: вокруг съездов Ассоциации постепенно формировались комплексные выставочно-конгрессные мероприятия, включающие проведение тематических круглых столов и научно-технических конференций совместно со специализированной выставкой «Горное дело / Ural MINING», обеспечивающей реализацию деловых встреч руководителей машиностроительного, горнодобывающего и металлургического комплексов России, других зарубежных стран.

В сентябре 2014 г. при поддержке Министерства промышленности и науки Свердловской области и содействии президента НП «Горнопромышленники России», депутата Государственной Думы Федерального собрания РФ Язева В.А. был создан Горный совет Уральского федерального округа. В подготовке этого события принимал непосредственное участие и генеральный директор Ассоциации Глебов А.В.

На Ассоциацию и ее генерального директора была возложена координация работы Горного совета. Сформированы рабочие группы: недро- и природопользование; наука, проектирование и образование; организационно-правовое обеспечение; инновационное развитие; безопасность при пользовании недрами, предотвращение опасного влияния горных работ на окружающую природную среду.

На первом заседании Горного совета (рис. 1) было заключено соглашение о взаимном сотрудничестве между НП «Горнопромышленная ассоциация Урала», НП «Взрывники Урала» (исполнительный директор Берсенева Г.П.), НП «Союз машиностроительных предприятий Свердловской области» (директор Бухмастов А.В.), Ассоциацией предприятий каменной отрасли «Центр камня» (президент Медянцев Д.Ю.), Ассоциацией «Карьеры Урала» (президент Черданцев В.С.), НП «Союз Золотопромышленников Урала» (председатель Ястребков А.А.), из которых было сформировано Бюро Ассоциации.



Рис. 1. Участники первого заседания Горного совета по УрФО

В 2014 г. по инициативе Торгово-промышленной палаты Свердловской области Горнопромышленная ассоциация Урала приняла участие в организации первого Международного форума промышленных технологий для горного дела, металлургии, металлообработки и машиностроения «Мир промышленности/WIN Russia Ural». В 2015 г. в рамках VI «Уральского горнопромышленного форума» Глебовым А.В. подписано Партнерское Соглашение между НП «Горнопромышленная ассоциация Урала» и НП «Молодежный форум лидеров горного дела» (рис. 2).



Рис. 2. Подписание Соглашения (2015 г.)

В апреле 2016 г. на совместном заседании Горного совета Уральского федерального округа и рабочей группы Министерства промышленности и науки Свердловской области «О формировании Стратегии развития горно-металлургического комплекса Свердловской области на период 2016 – 2020 годов и перспективный период до 2030 года», было принято решение о реорганизации Горного совета в Горно-металлургический совет УрФО (далее Совет). Первое организационное заседание Совета состоялось 13 июля 2016 г. в рамках 7-й Международной промышленной выставки ИННОПРОМ-2016 (Екатеринбург). На заседании были утверждены структура, состав и положение совета, разработанные при непосредственном участии Глебова А.В. В состав Совета вошли руководители региональных союзов, некоммерческих партнерств, ассоциаций, холдингов и корпораций, государственных служб и организаций, производственных предприятий, научных, проектных и образовательных учреждений.

Основные решения первого заседания:

- признать Горно-металлургический совет Уральского федерального округа (далее Совета) координирующим региональным профессиональным объединением, обеспечивающим формулирование наиболее острых вопросов текущей и перспективной деятельности горнодобывающих и металлургических предприятий и компаний региона с целью подготовки предложений и рекомендаций к принятию законодательных и управленческих решений и доведения их до государственных органов. Координацию деятельности Совета возложить на НП «Горнопромышленная ассоциация Урала»;
- одобрить и рекомендовать Министерству промышленности и науки Свердловской области принять за основу Стратегию развития горно-металлургического комплекса Уральского федерального округа;
- обратиться в Министерство природных ресурсов РФ и Высший горный совет с предложениями о совершенствовании законодательных и экономических механизмов

вовлечения в отработку, консервацию и захоронение отходов промышленного производства (техногенно-минеральных образований) и обеспечении стабильных условий для строительства новых и модернизации действующих перерабатывающих предприятий с целью стимулирования переработки отходов горно-металлургического производства.

Тогда же по инициативе Глебова А.В. было подписано соглашение о сотрудничестве на 2016 – 2020 годы между АНО «Центр развития промышленных инноваций» (г. Челябинск, директор Твердохлеб С.Н.) и НП «Горнопромышленная ассоциация Урала» в целях популяризации, сохранения и развития уникального научно-технического потенциала горнопромышленной сферы в Уральском Федеральном округе, развития сотрудничества предприятий горных отраслей с металлургическими и машиностроительными предприятиями, развития кооперации и реализации инновационных проектов совместно с наукой, ВУЗами и бизнесом и т.д.

В 2017 г. в рамках этого соглашения были подготовлены предложения по импортозамещению для Министерства промышленности Российской Федерации. В 2019 г. с участием Ковальчука Е.В. – вице-губернатора Челябинской области, а также представителей горнодобывающих, машиностроительных и других компаний Урала сформированной для этого рабочей группой проведен круглый стол по импортозамещению и вопросам расширения сотрудничества с АНО «Центр Развития Промышленных Инноваций», а также активизации международного сотрудничества в рамках имеющихся соглашений. По результатам круглого стола были подготовлены согласованный план и программа (дорожная карта) взаимодействия предприятий-участников по продвижению продукции проекта «ПороПуск», информация о VIII Уральском горнопромышленном форуме для органов исполнительной власти Свердловской и Челябинской областей.

Еще одной инициативой Глебова А.В. стало подписание в 2017 г. Соглашения о сотрудничестве с Ассоциацией «Машиностроительный кластер Республики Татарстан» (председатель Правления Майоров С.В.). Основная цель Соглашения – реализация делового сотрудничества, поддержки и развития предпринимательства в области приоритетного обмена коммерческой, технической и иной информацией и содействия в продвижении инновационных разработок при создании транспортных средств для строительства и добычи полезных ископаемых (рис.3). Дальнейшая реализация данного соглашения позволила членам Горнопромышленной ассоциации Урала (особенно машиностроительным предприятиям) работать на Национальном портале субконтракта inpokam.rgo с возможностью постоянного подбора поставщиков в изготовлении заказов и исполнения различного рода заказов, в том числе на инжиниринг, испытательные лаборатории, сертификацию и пр.



Рис. 3. Соглашение «Машиностроительный кластер Республики Татарстан – Горнопромышленная ассоциация Урала» (2017 г.)

Долгое время члены Горно-металлургического Совета Уральского федерального округа отмечали серьезные несоответствия в нормативно-законодательной базе. Это были предприятия из разных регионов Урала: Свердловской и Оренбургской областей, Башкирии, Пермского края. С коллективным письмом в адрес Ассоциации, Института горного дела УрО РАН, Уральского государственного горного университета, Ассоциации «Центр камня» и властных структур обратился ряд горнодобывающих предприятий Урала, добывающих строительный (бутовый) камень по вопросам разногласий с ФНС при определении налогооблагаемой базы по налогу на добычу полезных ископаемых (НДПИ).

Горнопромышленникам было рекомендовано актуализировать проектную документацию на разработку недр и уточнить стандарты (международные, национальные, региональные) для отдельного добытого полезного ископаемого, при необходимости – разработать стандарты предприятия. К сожалению, этого оказалось недостаточно, поэтому ИГД УрО РАН и УГГУ стали выступать в качестве экспертов в арбитражных процессах по урегулированию споров между недропользователями и ФНС. В этот период при непосредственном участии Глебова А.В. подготовлен целый ряд заключений для предприятий по добыче полезных ископаемых по судебным спорам: Селеукского месторождения гипсов; месторождения известняков «Шах-Тау»; Биянковского месторождения карбонатных пород; Миньярского месторождения известняков; Новоорского месторождения светложгущейся глины; Баженовского месторождения хризотил-асбеста; Чернореченского месторождения доломитов; Гамовского месторождения карбонатных пород; Казанцевского месторождения гранитов и диоритов и других.

Вопросы доначисления НДПИ неоднократно (2019, 2020 годы) поднимались Уральскими горнопромышленниками на Высшем горном совете и Всероссийских съездах горнопромышленников. В мае 2021 г. ситуация с доначислением недропользователям НДПИ за предыдущие три года была доложена Глебовым А.В. на совместном заседании Высшего горного совета, Комитета ТПП РФ по энергетической стратегии и развитию ТЭК и Академии горных наук.

По инициативе президента Ассоциации, ректора УГГУ Душина А.В. и председателя Ассоциации «НЕДРА», генерального директора «Уральского горнопромышленного холдинга» Мазуркевича С.Л. проблемы горнопромышленников Урала были доложены на VI Налоговом форуме Свердловской области «Налоги в цифровой экономике», состоявшемся 24 – 25 ноября 2021 г. (рис. 4).

Глебовым А.В. был сделан доклад «Налоги в 2021– 2022: как быть налогоплательщику в условиях повышения налоговой нагрузки и усиления налогового контроля», посвященный вопросам увеличения НДПИ, их влиянию на бизнес и ожидаемым последствиям.

Так, в 2019 г. Минфином РФ для целей налогообложения НДПИ продукция Комбината Ураласбест переведена из категории «неметаллическое сырье, используемое в основном в строительной индустрии» в категорию «горно-химическое сырье». Тем самым увеличилась налоговая нагрузка с 2,3 до 8,2 % от выручки, что сопоставимо по величине с годовой программой ремонта горного и обогащательного оборудования. Вместе с тем, по данным НКО «Хризотил-ассоциация», более 94 % добываемого асбеста направляется на производство асбоцементных и огнезащитных материалов для строительной индустрии. Доля асбеста, используемого в иных областях экономики, крайне низка. Аналогичная ситуация сложилась на Киембаевском месторождении асбеста Оренбургской области. Поэтому при непосредственном участии Глебова А.В. для защиты указанных горнопромышленных предприятий были подготовлены соответствующие экспертные заключения.

Осенью 2019 г. прошедший VIII Уральский горнопромышленный форум и специализированная выставка «ГОРНОЕ ДЕЛО/ Ural MINING' 19» заострили внимание

органов власти, экспертного и бизнес-сообщества на вопросах развития горнопромышленного комплекса в рамках реализации Стратегии развития минерально-сырьевой базы Урала и «Концепции промышленного и инновационного развития Свердловской области до 2035 года».

В преддверии Форума 2021 г. состоялось заключение Соглашения о создании консорциума «Технологии устойчивого развития» в рамках реализации программы «Приоритет 2030», в который вошли УГГУ и ИГД УрО РАН, ИГФ УрО РАН, ИГТ УрО РАН и еще 4 научно-образовательных организации России (рис. 5).



Рис. 4. Слева направо:

Ахмадуллин Р.А. – председатель комитета по налоговой политике Союза Малого и среднего бизнеса Свердловской области;
Глебов А.В. – генеральный директор Горнопромышленной ассоциации Урала, заместитель директора по научным вопросам Института горного дела УрО РАН, д.т.н.;
Брызгалин А.В. – генеральный директор ГК «Налоги и финансовое право», к.ю.н.;
Мазуркевич С.Л. – председатель Ассоциации «НЕДРА», генеральный директор «Уральского горнопромышленного холдинга»



Рис. 5. Интервью Душина А.В. – президента Горнопромышленной ассоциации Урала, ректора УГГУ и Глебова А.В. – генерального директора Ассоциации

В последнее время на выставочном рынке Екатеринбурга появился новый участник – Выставочное объединение «Пермская Ярмарка» с проектом «Рудник Урала». После ряда переговоров между ВО «Пермская Ярмарка» и «Горнопромышленной Ассоциацией Урала» было заключено соглашение о подготовке X Уральского горнопромышленного форума совместно с выставкой «Рудник Урала – 2022».

В 2023 г. при деятельном участии президента НП «Горнопромышленники России» Язева В.А. был проведен XI Уральский горнопромышленный форум. Впервые форум организован в новом формате по целому ряду направлений: развитию минерально-сырьевой базы России, безопасности и эффективности горного производства, отечественным цифровым инструментам управления горным производством и пр., привлечены ключевые фигуры отрасли, проведены дискуссии и приняты соответствующие решения. Секретарем и одним из ведущих организаторов Форума, как и прежде, был Глебов А.В. Ключевые решения Форума были доложены директором ИГД УрО РАН Соколовым И.В. на заседании Высшего горного совета в Москве 28 ноября 2023 г.

Летом 2023 г. Глебов А.В. по собственному желанию освободил должность генерального директора Ассоциации. За время его работы к награждению Уральской горной премией был представлен 31 представитель горнопромышленного комплекса Урала. Высший горный совет НП «Горнопромышленники России» отметил 219 представителей горных предприятий, проектных, научных и образовательных организаций Урала нагрудными знаками «Горняцкая слава» различных степеней по представлению Ассоциации. Более 30 человек награждены грамотами и благодарственными письмами Горнопромышленной ассоциации Урала.

Ассоциация по-прежнему сохраняет за собой статус организации, чьи оценки и прогнозы реальны, а профессиональные рекомендации своевременны. Материалы Уральских горнопромышленных форумов и предложения горных предприятий используются Высшим горным советом и НП «Горнопромышленники России» при подготовке аналитических материалов и запросов для Правительства, Государственной Думы, профильных комитетов и министерств Российской Федерации.

На протяжении более чем 10-летней деятельности в этой должности Андреем Валерьевичем подготовлено значительное количество аналитических материалов, экспертных заключений, проектов договоров и соглашений для вышестоящих инстанций разного уровня, в соавторстве подготовлено 3 выпуска издания «Уральские горнопромышленные съезды и форумы» [8 – 10]. Он остается одним из основных организаторов Уральского горнопромышленного форума и бессменным его секретарем.

Ассоциация по-прежнему сохраняет за собой статус организации, чьи оценки и прогнозы реальны, а профессиональные рекомендации своевременны. Материалы Уральских горнопромышленных форумов и предложения горных предприятий используются Высшим горным советом и НП «Горнопромышленники России» при подготовке разного рода материалов и запросов для Правительства, Государственной Думы, профильных комитетов и министерств Российской Федерации.

За активную деятельность во благо горнопромышленников Урала и вклад в развитие фундаментальных и прикладных исследований в области формирования транспортных систем карьеров в 2021 г. Глебову А.В. вручена медаль лауреата Уральской горной премии.

Список литературы

1. *Вклад Урала в горное производство России за 300 лет.* Под ред. В.С. Хохрякова. Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2003, 830 с.
2. *Горное производство цветной металлургии Урала.* Под ред. В.С. Хохрякова. Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2004, 666 с.

3. Альбрехт В.Г., Антуфьев А.А., 2004. Драгоценные металлы Урала. Под ред. проф. И.В. Дементьева. *Уральская горная энциклопедия «Урал горный на рубеже веков»*, Т. III, ч. 1. Екатеринбург: УГГГА, 856 с.
4. Альбрехт В.Г., Антуфьев А.А., 2004. Драгоценные металлы Урала. Под ред. проф. И.В. Дементьева. *Уральская горная энциклопедия «Урал горный на рубеже веков»*. Т. III, ч. 2. Екатеринбург: УГГГА, 767 с.
5. *Горное производство черной металлургии Урала*. Под ред. И.В. Дементьева. Екатеринбург, Изд-во УГГУ, 2005, 685 с.
6. *Уголь и торф Урала*. Под ред. И.В. Дементьева. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2007, 705 с.
7. Корнилков С.В. Берсенев Г.П., Глебов А.В., 2021. Союз науки и производства на Урале. *Проблемы недропользования*, № 4(31), С. 25 – 34. DOI 10.25635/2313-1586.2021.04.025.
8. Глебов А.В., 2017. *Уральские горнопромышленные съезды и форумы*. Екатеринбург: НП «Горнопромышленная ассоциация Урала», 108 с.
9. Глебов А.В., 2018. *Уральские горнопромышленные съезды и форумы*, 2-е издание, переработанное и дополненное. Екатеринбург: НП «Горнопромышленная ассоциация Урала», 118 с.
10. Глебов А.В., 2021. *Уральские горнопромышленные съезды и форумы*, 3-е издание, переработанное и дополненное. Екатеринбург: Горнопромышленная ассоциация Урала, 134 с.

References

1. Vklad Urala v gornoe proizvodstvo Rossii za 300 let [The contribution of the Urals to the mining industry of Russia for 300 years]. Pod red. V.S. Khokhryakova. Ekaterinburg: Publ. UGGGA, 2003, 830 p.
2. Gornoe proizvodstvo tsvetnoi metallurgii Urala [Mining of non-ferrous metallurgy of the Urals]. Pod red. V.S. Khokhryakova. Ekaterinburg: Publ. UGGGA, 2004, 666 s.
3. Al'brekht V.G., Antuf'ev A.A., 2004. Dragotsennye metally Urala. Pod red. prof. I.V. Dement'eva [Precious metals of the Urals. Edited by Prof. I.V. Dementiev]. Ural'skaya gornaya entsiklopediya "Ural gornyi na rubezhe vekov", Vol. III, ch. 1. Ekaterinburg: UGGGA, 856 p.
4. Al'brekht V.G., Antuf'ev A.A., 2004. Dragotsennye metally Urala. Pod red. prof. I.V. Dement'eva [Precious metals of the Urals. Edited by Prof. I.V. Dementiev]. Ural'skaya gornaya entsiklopediya "Ural gornyi na rubezhe vekov". Vol. III, ch. 2. Ekaterinburg: UGGGA, 767 s.
5. Gornoe proizvodstvo chernoi metallurgii Urala . [Mining of ferrous metallurgy of the Urals]. Pod red. I.V. Dement'eva. Ekaterinburg, Publ. UGGU, 2005, 685 p.
6. Ugol' i torf Urala. Pod red. I.V. Dement'eva. Ekaterinburg: Publ.UGGU, 2007, 705 p.
7. Kornilkov S.V. Bersenev G.P., Glebov A.V., 2021. Soyuz nauki i proizvodstva na Urale . [Union of science and production in the Urals]. Problemy nedropol'zovaniya, № 4(31), P. 25 – 34. DOI 10.25635/2313-1586.2021.04.025.
8. Glebov A.V., 2017. Ural'skie gornopromyshlennye s"ezdy i forumy [Ural mining congresses and forums]. Ekaterinburg: NP "Gornopromyshlennaya assotsiatsiya Urala", 108 p.
9. Glebov A.V., 2018. Ural'skie gornopromyshlennye s"ezdy i forumy [Ural mining congresses and forums], 2-e izdanie, pererabotannoe i dopolnennoe. Ekaterinburg: NP "Gornopromyshlennaya assotsiatsiya Urala", 118 p.
10. Glebov A.V., 2021. Ural'skie gornopromyshlennye s"ezdy i forumy [Ural mining congresses and forums], 3-e izdanie, pererabotannoe i dopolnennoe. Ekaterinburg: Gornopromyshlennaya assotsiatsiya Urala, 134 p.

УДК 001.32:658

Глебов Андрей Валерьевич

доктор технических наук,
заместитель директора по научным вопросам,
Институт горного дела УрО РАН,
620075, Екатеринбург,
ул. Мамина-Сибиряка, 58
e-mail: glebov@igduran.ru

ВЛИЯНИЕ МОЛОДЕЖНОЙ ПОЛИТИКИ В ИГД УРО РАН НА ДОСТИЖЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Аннотация:

В статье определена основная причина отклонения запланированных ключевых показателей эффективности научной деятельности – недостатков материальных и людских ресурсов. Одним из основных условий достижения показателей эффективности научной деятельности являются четкое целеполагание и последовательная реализация мер молодежной политики Института.

Актуальность. Изменяющиеся требования государства к оценке эффективности деятельности научных учреждений, подведомственных Минобрнауки России, приводят к изменению системы планирования и перераспределения материальных и людских ресурсов. Возникает необходимость пересмотра стратегии развития, в том числе молодежной политики.

Методология. Выполнен анализ подходов к формированию молодежной политики на уровне государства и Института, на основании чего выявлены причины недостижения ключевых показателей эффективности научной деятельности.

Результаты. Предложены меры по реализации молодежной политики, способствующие достижению ключевых показателей эффективности научной деятельности в Институте.

Ключевые слова: молодежная политика, стратегия развития, молодые ученые, квалификация, материальный уровень, научно-организационная деятельность, социальная защищенность.

DOI: 10.25635/2313-1586.2024.01.026

Glebov Andrey V.

Candidate of Technical Sciences,
Deputy director on scientific problems,
Institute of Mining, Ural Branch of RAS,
620075 Ekaterinburg,
58 Mamina-Sibiryaka Str.
e-mail: glebov@igduran.ru

THE INFLUENCE OF YOUTH POLICY IN THE MINING INSTITUTE UB RAS ON ACHIEVING PERFORMANCE INDICATORS OF SCIENTIFIC ACTIVITY

Abstract:

The article identifies the main reason for the deviation of the planned key performance indicators of scientific activity, such as the lack of material and of human resources. One of the main conditions for achieving scientific performance indicators is clear goal setting and consistent implementation of the Institute's youth policy measures.

Relevance. The changing requirements of the state to assess the effectiveness of scientific institutions subordinate to the Ministry of Education and Science of the Russian Federation lead to a change in the planning system and the redistribution of material and human resources. There is a need to review the development strategy, including youth policy.

Methodology. The analysis of approaches to the formation of youth policy at the level of the State and the Institute is carried out, on the basis of which the reasons for the failure to achieve key performance indicators of scientific activity are identified.

Results. The measures for the implementation of youth policy, contributing to the achievement of key performance indicators of scientific activity at the Institute, are proposed.

Key words: youth policy, development strategy, young scientists, qualification, material level, scientific and organizational activity, social security.

Введение

В докладе Государственного совета Российской Федерации «О реализации молодежной политики в современных условиях» отмечено, что на территории России проживает более 38,3 млн человек в возрасте от 14 до 35 лет, относящихся к группе «молодежь», что делает молодежную политику одним из приоритетных направлений внутренней политики страны. Выделены ключевые целевые группы, на которые направлены проекты экосистемы молодежной политики, – это ученики старшей школы (14 – 17 лет), молодые люди в возрасте 18 – 24 года, значительная часть которых явля-

ется студентами вузов или колледжей, молодежь на старте своей карьеры (25 - 29 лет) и «молодые взрослые» (30 – 35 лет) [1].

В последние годы в молодежной среде сформировался выраженный запрос на расширение образовательных возможностей и получение к ним равного доступа. Согласно официальной статистике доля молодежи (в возрасте от 15 до 24 лет), которая не учится, не работает и не приобретает профессиональных навыков, уменьшилась с 13,8 % в 2010 г. до 10,9 % в 2020 г. При этом для 76 % молодых людей образование воспринимается как главный фактор социальной мобильности и карьерного продвижения [2].

В этом же докладе отмечено, что **вовлечение молодежи в научно-технологическую сферу является базовым условием обеспечения технологического суверенитета страны** [1]. В условиях беспрецедентных внешних вызовов, стоящих перед страной, необходимо продолжить работу по привлечению молодежи в ключевые для страны направления научного и технологического развития [1], которые должны иметь приоритетный статус для молодежи, образ успешности и перспективности профессионального и карьерного роста.

Молодежная политика Института горного дела УрО РАН (далее Институт) направлена на достижение стратегической цели – обеспечение конкурентоспособности путем создания эффективной системы наращивания и наиболее полного использования интеллектуального потенциала коллектива, обеспечивающих разработку фундаментальных и технологических основ развития горнодобывающего комплекса и инновационных процессов горнорудного освоения и глубокой переработки поликомпонентного минерального сырья для расширения и импортозамещения ресурсной базы черной и цветной металлургии [3].

Целью статьи является исследование соответствия современным требованиям принятой в Институте молодежной политики и ее влияния на достижение ключевых показателей эффективности научной деятельности.

Исследование

В соответствии с Федеральным законом от 30 декабря 2020 г. № 489-ФЗ «О молодежной политике в Российской Федерации» **молодежная политика** – комплекс мер нормативно-правового, финансово-экономического, организационно-управленческого, информационно-аналитического, кадрового, научного и иного характера, реализуемых на основе межведомственного взаимодействия федеральных органов государственной власти, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления при участии институтов гражданского общества, юридических лиц независимо от их организационно-правовых форм и граждан Российской Федерации, в том числе индивидуальных предпринимателей, и направленных на создание условий для развития молодежи, ее самореализации в различных сферах жизнедеятельности, на гражданско-патриотическое и духовно-нравственное воспитание молодых граждан в целях достижения устойчивого социально-экономического развития, глобальной конкурентоспособности, национальной безопасности Российской Федерации [4].

Придерживаясь принципов, сформированных на уровне государства, ИГД УрО РАН с 2006 года реализует внутреннюю молодежную политику.

Молодежная политика Института – это комплекс мер нормативно-правового, финансово-экономического, организационно-управленческого, информационно-аналитического, кадрового, научного и иного характера, направленных на создание условий для развития молодых научных работников, их самореализацию в научной и общественной сферах жизнедеятельности, на гражданско-патриотическое воспитание в целях достижения устойчивого развития Института, его конкурентоспособности, а в конечном итоге технико-технологического суверенитета и национальной безопасности Российской Федерации.

В соответствии со Стратегией развития Института до 2030 года комплекс мер, составляющих молодежную политику, включает в себя:

– **сохранение положительной тенденции омоложения научных кадров** и установившегося соотношения возрастной структуры основного персонала за счет приема на работу выпускников ВУЗов и аспирантов; организации производственных и преддипломных практик студентов ВУЗов на базе Института; подготовки исследовательских дипломных работ по тематике исследований Института;

– **повышение профессионального уровня (квалификации) молодежи** за счет всемерного содействия в проведении научных исследований, экспериментов, обобщений их результатов и подготовке публикаций; научно-методологического обучения молодых ученых в рамках научно-образовательного центра; обучения в аспирантуре, подготовки и защиты диссертационных работ; организации и участия в крупных международных конференциях; осуществления преподавательской деятельности; организации командировок и выездов на предприятия в составе творческих коллективов; обучения на дополнительных профессиональных курсах, аттестации в области промышленной безопасности; обеспечения перспективы карьерного роста;

– **повышение материального уровня жизни и социального статуса молодых работников** за счет обеспечения привлекательного уровня заработной платы научных сотрудников; материального стимулирования за счет привлечения к выполнению хозяйственных работ; стимулирования за высокое качество выполнения индивидуального плана научного работника; создания условий для развития творческого потенциала;

– **решение социальных проблем молодых ученых** за счет обеспечения служебным жильем; уважительного отношения к персоналу; активного участия молодых ученых в общественной жизни коллектива;

– **организации инфраструктуры** за счет обновления и расширения парка современного научного оборудования для проведения опытных и экспериментальных работ; наличия современного программного обеспечения; развития лабораторной исследовательской базы.

В принятом в 2020 году Федеральном законе «О молодежной политике в Российской Федерации» [4] произошли изменения и уточнения, в том числе в вопросе, кого относить к молодежи. В сравнении с Основами государственной молодежной политики Российской Федерации на период до 2025 года [5], утвержденными распоряжением Правительства Российской Федерации в 2014 году, из закона исчезло понятие «молодой ученый» (табл. 1).

Таблица 1

Изменение понятий, характеризующих молодежную политику России

№ п.п.	Формулировки, изложенные в документе:	
	«Основы государственной молодежной политики Российской Федерации на период до 2025 года», 2014 год	ФЗ «О молодежной политике в Российской Федерации», 2020 год
1.	«молодежь» – социально-демографическая группа, выделяемая на основе возрастных особенностей, социального положения и характеризующаяся специфическими интересами и ценностями. Эта группа включает лица в возрасте от 14 до 30 лет, а в некоторых случаях, определенных нормативными правовыми актами Российской Федерации и субъектов Российской Федерации – до 35 и более лет, имеющие постоянное место жительства в Российской Федерации или проживающие за рубежом (граждане Российской Федерации и соотечественники);	«молодежь, молодые граждане – социально-демографическая группа лиц в возрасте от 14 до 35 лет включительно (за исключением случаев, предусмотренных частью 3 статьи 6 настоящего Федерального закона), имеющих гражданство Российской Федерации;

Окончание табл. 1

2.	«молодой специалист» - гражданин Российской Федерации в возрасте до 30 лет (для участников жилищных программ поддержки молодых специалистов - до 35 лет), имеющий среднее профессиональное или высшее образование, принятый на работу по трудовому договору в соответствии с уровнем профессионального образования и квалификацией;	«молодой специалист» – гражданин Российской Федерации в возрасте до 35 лет включительно (за исключением случаев, предусмотренных частью 3 статьи 6 настоящего Федерального закона), завершивший обучение по основным профессиональным образовательным программам и (или) по программам профессионального обучения, впервые устраивающийся на работу в соответствии с полученной квалификацией;
3.	"молодой ученый" – работник образовательной или научной организации, имеющий ученую степень кандидата наук в возрасте до 35 лет или ученую степень доктора наук в возрасте до 40 лет (для участников программ решения жилищных проблем работников - до 45 лет) либо являющийся аспирантом, исследователем или преподавателем образовательной организации высшего образования без ученой степени в возрасте до 30 лет.	отсутствует.

На сегодняшний день понятие «молодой ученый» используется в рамках реализации государственной программы Российской Федерации «Обеспечение доступным и комфортным жильем и коммунальными услугами граждан Российской Федерации». Согласно Пункту 1(1) Правил [6] **молодым ученым** признается гражданин Российской Федерации, работающий в должности научного работника в научной организации, функции и полномочия учредителя которой осуществляет Правительство Российской Федерации или федеральный орган исполнительной власти, или ..., имеющий ученую степень кандидата наук или доктора наук и общий стаж работы научным работником и (или) научно-педагогическим работником не менее 5 лет, возраст которого не превышает 35 лет (для кандидатов наук) или 40 лет (для докторов наук).

Данное определение несколько необъективно и может использоваться лишь для конкретных целей. Научная общественность и законодатели обратили на это внимание и сейчас в Государственной думе находится Законопроект № 203207-8 «О внесении изменения в главу II Федерального закона "О науке и государственной научно-технической политике" (в части государственной поддержки молодых ученых)¹. В случае принятия и утверждения поправок будет дано более четкое и однозначное понятие.

Молодым ученым предлагается считать лицо в возрасте до 35 лет включительно, являющееся работником научных организаций, научно-педагогическим работником образовательных организаций высшего образования, а также научным работником иных организаций, осуществляющих научную и (или) научно-техническую деятельность. Региональные власти могут увеличить возрастной порог до 40 лет.

Основными внешними вызовами для коллектива Института остаются требования и цели национального проекта «Наука и Университеты» [7]:

– обеспечение присутствия Российской Федерации в числе пяти ведущих стран

¹ О внесении изменения в главу II Федерального закона "О науке и государственной научно-технической политике" URL: <https://sozd.duma.gov.ru/bill/203207-8>. (дата обращения 15.01.2024)

мира, осуществляющих научные исследования и разработки в областях, определяемых приоритетами научно-технологического развития;

– **обеспечение привлекательности работы в Российской Федерации для ведущих ученых и молодых перспективных исследователей;**

– опережающее увеличение внутренних затрат на научные исследования и разработки за счет всех источников финансирования по сравнению с ростом ВВП страны.

В рамках национального проекта необходимо обеспечить эффективность научной деятельности по ряду показателей, три из которых являются ключевыми для Института:

1. В части повышения привлекательности карьеры в сфере науки:

– достижение доли исследователей в возрасте до 39 лет в общей численности в 2024 году 47,5 %, к 2030 – 50 %;

– обеспечение к 2024 году балансовой стоимости машин и оборудования в размере 6000 руб. на 1 исследователя и поддержание данного уровня до 2030 года.

2. В части реализации результатов исследований и разработок в экономику и социальную сферу достичь отношения внебюджетных средств и бюджетных ассигнований в составе внутренних затрат на исследования и разработки (в качестве дополнительного) в 2024 году – 0,58 ед., а к 2030 – 0,75 ед.

Еще одним ключевым показателем для Института остается удержание уровня средней заработной платы научных сотрудников на уровне 200 % от средней ЗП по Свердловской области в соответствии с распоряжением Минобрнауки России, основанном на указе Президента Российской Федерации [8]. Достижение данного показателя серьезно отражается на увеличении различия среднего уровня заработной платы научных работников со стажем и молодых научных работников, тем более молодежи, приходящей на работу по должностям вспомогательных профессий и административно-управленческого персонала.

Главным фактором, влияющим на достижение ключевых показателей и эффективность реализации молодежной политики Института, является отсутствие поступлений средств бюджета в рамках конкурсного финансирования и средств от предпринимательской и иной приносящей доход деятельности.

Исследования 2021 года в области кадровой и молодежной политики [3] выявили ряд проблем, требующих оперативного решения. К ним относятся непривлекательность рабочих мест и недостаточная загруженность части молодых ученых; недостаток молодых квалифицированных кадров и текучесть кадров среди молодых исследователей; недостаточное моральное и материальное стимулирование защиты кандидатских и докторских диссертаций; недостаточное финансирование публикационной активности и выездов на конференции; обеспечение заработка молодых исследователей в объеме не менее 30 – 35 тыс. руб. В течение 2021 – 2023 годов выявлялись причины их возникновения и принимались меры по их разрешению.

Результаты

Для выявления причин, препятствующих повышению квалификации и написанию диссертационных работ, было организовано анкетирование среди молодых ученых и соискателей степени доктора наук.

Соискатели степени доктора наук в большинстве своем имеют достаточный круг общения со специалистами высшей квалификации (рис. 1), имеют тему диссертационной работы и научный задел, многие имеют опубликованные монографии.

Основной причиной отсутствия повышения квалификации в научном и методологическом плане 7 из 10 соискателей назвали необходимость получения дополнительного дохода и отсутствие времени. На втором месте – необходимость проведения дополнительных экспериментов и получение теоретических знаний.



Рис. 1. Анализ причин, препятствующих написанию докторской диссертации

Молодые ученые также указали на необходимость дополнительного дохода и проведение дополнительных исследований, 30 % опрошенных в качестве причины отсутствия диссертационной работы назвали смену темы или научного руководителя (рис. 2).



Рис. 2. Анализ причин, препятствующих написанию кандидатской диссертации

По результатам анкетирования разработан план подготовки и предоставления диссертационных работ, предусмотрено проведение методических семинаров с соискателями, что способствует повышению квалификации работников.

В результате защищена 1 докторская и 3 кандидатских диссертации, еще 4 работы подготовлены к защите. Несмотря на принятые меры, численность кандидатов наук уменьшилась по причине естественной убыли и увольнения ряда сотрудников.

Если говорить о привлекательности работы в Институте, то молодежь отметила основные стороны, требующие особого внимания со стороны дирекции (рис. 3). По мнению молодых ученых, для повышения привлекательности работы в Институте необходимо в первую очередь обеспечить достойный уровень заработной платы. На втором месте снижение бумажного документооборота, на третьем – ремонт помещений по современным стандартам.

Как отмечено выше, именно за счет привлекательности карьеры в сфере науки возможно достижение доли исследователей в возрасте до 39 лет в общей численности в 2024 году 47,5 %, к 2030 – 50 %. Результаты анкетирования показывают, что данный показатель напрямую связан с уровнем заработной платы молодого ученого.



Рис. 3. Показатели, повышающие привлекательность работы в ИГД УрО РАН по мнению молодых ученых

Принятые меры и наличие аспирантуры позволяют планомерно поддерживать долю молодых ученых на уровне требований национального проекта «Наука и университеты», в 2023 году доля работников в возрасте до 39 лет составила 44 % (рис. 4). В текущем году будут приняты все усилия для достижения планового показателя 47,5 %.

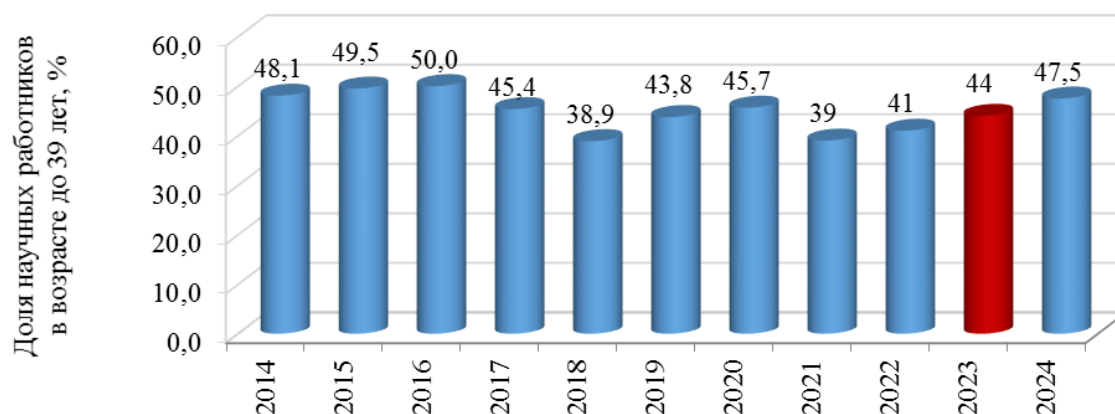


Рис. 4. Динамика изменения численности научных работников в возрасте до 39 лет

Обеспечение привлекательного уровня заработной платы научных сотрудников – одна из самых главных составляющих материального уровня жизни. В последние годы бюджет Института имеет тенденцию роста, соответственно, растет и средняя заработная плата научных работников, в том числе молодых ученых. Так, уровень среднемесячной заработной платы научных работников в возрасте до 39 лет к 31 ноября 2023 года превысил запланированный (30 – 35 тыс. руб.) в 2 раза.

Одним из главных источников повышения дохода молодых ученых являются стимулирующие выплаты за счет бюджетного финансирования и выплаты за участие в выполнении прикладных исследований в рамках хозяйственных договоров для предприятий реального сектора экономики Свердловской области, России и Казахстана.

Стратегия повышения материального уровня молодых ученых предусматривает стимулирование высокого качества выполнения индивидуального плана научного работника. Для обеспечения роста заработной платы молодых ученых системой оплаты труда предусмотрены повышающие коэффициенты для ежемесячных стимулирующих выплат (рейтинговых надбавок). Например, молодым исследователям, не являющимся аспирантами, в течение пяти лет рейтинговая выплата увеличивается в 2 раза, обучающимся в аспирантуре не менее 4 месяцев – в 3 раза, а в год после защиты диссертации сотрудникам в возрасте до 40 лет – в 2 раза, в последующие два года – в 1,5 раза. В последние годы введена ежеквартальная стимулирующая выплата за публикацию статей в высокорейтинговых периодических изданиях (рекомендованных ВАК [9]), что также ведет к росту оплаты труда работников и создает условия для развития творческого потенциала и квалификационного роста молодых ученых.

Одной из главных социальных проблем является обеспеченность молодежи жильем. Администрация Института ведет работу по обеспечению молодых ученых служебным жильем и оказывает помощь в получении жилищных сертификатов и субсидий (рис. 5).

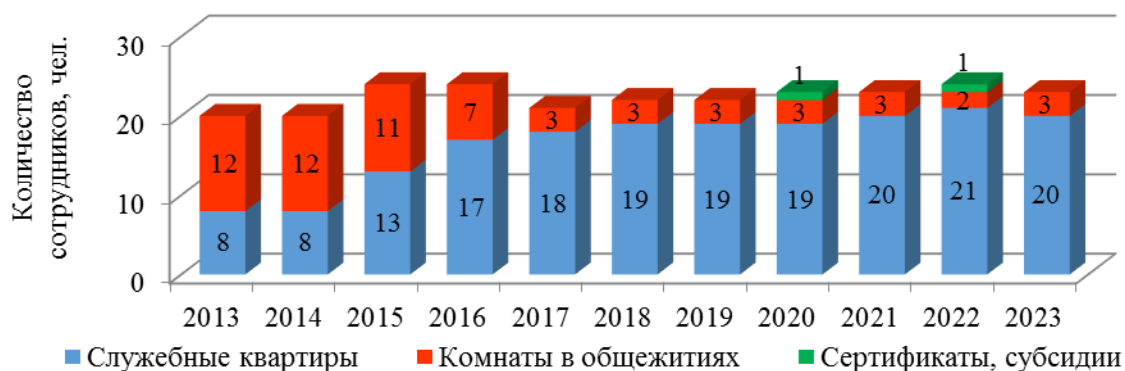


Рис. 5. Количество сотрудников, обеспеченных служебным жильем и получивших субсидии на приобретение жилья из государственного бюджета

С точки зрения производственного и социального статуса ведется планомерная работа по повышению ответственности и вовлеченности молодых ученых в научно-организационную деятельность и в общественную жизнь коллектива [3]. Молодые ученые и специалисты работают в Профкоме Института, где на общественных началах они поддерживают связь с ветеранами Института, организуют для них праздники и подарки, поздравления и т.д.

Совет молодых ученых организует ежегодный конкурс молодых ученых, ежегодные стендовые доклады аспирантов и соискателей, Всероссийскую молодежную конференцию по проблемам недропользования, участвует в работе сетевого издания «Проблемы недропользования».

С целью повышения интереса к научной деятельности и повышения качества и достоверности результатов фундаментальных и прикладных исследований молодежная

политика Института предусматривает обновление и расширение парка современного научного оборудования для проведения опытных и экспериментальных работ. Начиная с 2022 года ведется активная работа по обновлению и расширению материально-технической базы, так, стоимость машин и оборудования в возрасте до 5 лет возросла с 7,992 млн руб. в 2022 году до 22,252 млн руб. в 2023 году.

Заключение

1. Реализации мер, предусмотренных молодежной политикой, недостаточно для увеличения численности молодых ученых и обеспечения роста в 2024 году численности молодых ученых до 47,5 %. Одним из негативных факторов является естественное старение и отсутствие выпускников ВУЗов, желающих заниматься наукой за низкую оплату труда, в соответствии с окладами, установленными Минобрнауки России. Заинтересовать соискателей на территории города Екатеринбурга остается непосильной задачей, так как Институт пока не в силах обеспечить каждому научному сотруднику заработную плату свыше 100 тыс. руб.

2. Необходим поиск путей перераспределения объемов выполнения научно-исследовательских работ по хозяйственным договорам, соответственно, оплаты труда для молодых научных работников.

3. Необходимо более активное («агрессивное») участие Института в конкурсах Минобрнауки России.

4. Несмотря на указанные трудности, реализация мер, предусмотренных молодежной политикой, способствует достижению ключевых показателей эффективности научной деятельности в ИГД УрО РАН.

Список литературы

1. Доклад о реализации молодёжной политики в современных условиях. Государственный совет Российской Федерации, Москва, 2022 г., 84 с. URL: 823942055.pdf (hse.ru) (дата обращения: 20.01.2024)

2. Доля молодежи (в возрасте от 15 до 24 лет), которая не учится, не работает и не приобретает профессиональных навыков (8.6.1). ЕМИСС Государственная статистика URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/58711> (дата обращения 17.01.2023).

3. Глебов А.В., 2021. Реализация стратегического развития ИГД УРО РАН в области молодежной политики. *Проблемы недропользования*, № 1(28), С. 7 – 19. DOI: 10.25635/2313-1586.2021.01.007.

4. Федеральный закон от 30 декабря 2020 г. № 489-ФЗ "О молодежной политике в Российской Федерации" Принят Государственной Думой 23 декабря 2020 года. Одобрен Советом Федерации 25 декабря 2020 года. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400056192/>. (дата обращения 18.01.2024)

5. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 29 ноября 2014 года N 2403-р «Основы государственной молодежной политики Российской Федерации на период до 2025 года». URL: [ceFXleNUqOU.pdf](https://www.government.ru/documents/2014/11/29/2403.pdf) (government.ru) (дата обращения 16.01.2023).

6. Постановление Правительства Российской Федерации от 26 февраля 2021 г. № 261 «О внесении изменений в Правила предоставления грантов в форме субсидий в области науки из федерального бюджета для государственной поддержки молодых российских ученых - кандидатов наук и докторов наук в целях реализации Указа Президента Российской Федерации» от 9 февраля 2009 г. № 146 "О мерах по усилению государственной поддержки молодых российских ученых - кандидатов и докторов наук" (гранты Президента Российской Федерации), а также ведущих научных школ Российской Федерации». URL: [https://minobrnauki.gov.ru/ upload/2021/03.](https://minobrnauki.gov.ru/upload/2021/03/) (дата обращения 18.01.2023).

7. Распоряжение Минобрнауки России от 2 июня 2021 года №179-р «Об утверждении методик расчета показателей для мониторинга национального проекта «Наука и университеты» и федеральных проектов «Развитие интеграционных процессов в сфере науки, высшего образования и индустрии», «Развитие человеческого капитала в интересах регионов, отраслей и сектора исследований и разработок», Москва, 31 с. URL: <https://rulaws.ru/acts/Rasporyazhenie-Minobrnauki-Rossii-ot-02.06.2021-N-179-r/?ysclid=lryieby8mn4217994> (дата обращения 17.01.2024)

8. Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 23.06.2021 № 525 "Об утверждении показателей эффективности деятельности федеральных государственных бюджетных и автономных учреждений, подведомственных Министерству науки и высшего образования Российской Федерации, и работы их руководителей, по результатам достижения которых указанным руководителям устанавливаются выплаты стимулирующего характера" (Зарегистрирован 26.07.2021 № 64371). URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202107260004>. (дата обращения 18.01.2023).

References

1. Doklad o realizatsii molodezhnoi politiki v sovremennykh usloviyakh. Gosudarstvennyi sovet Rossiiskoi Federatsii . [Report on the implementation of youth policy in modern conditions], Moscow, 2022 g., 84 p. URL: 823942055.pdf (hse.ru) (data obrashcheniya: 20.01.2024)
2. Dolya molodezhi (v vozraste ot 15 do 24 let), kotoraya ne uchitsya, ne rabotaet i ne priobretaet professional'nykh navykov (8.6.1). EMISS Gosudarstvennaya statistika [The proportion of young people (aged 15-24 years) who do not study, do not work and do not acquire professional skills (8.6.1). EMISS State Statistics] URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/58711> (data obrashcheniya 17.01.2023).
3. Glebov A.V., 2021. Realizatsiya strategicheskogo razvitiya IGD URO RAN v oblasti molodezhnoi politiki [Implementation of the strategic development of the IGD of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences in the field of youth policy]. Problemy nedropol'zovaniya, № 1(28), P. 7 – 19. DOI: 10.25635/2313-1586.2021.01.007.
4. Federal'nyi zakon ot 30 dekabrya 2020 g. № 489-FZ "O molodezhnoi politike v Rossiiskoi Federatsii" Prinyat Gosudarstvennoi Dumoi 23 dekabrya 2020 goda. Odobren Sovetom Federatsii 25 dekabrya 2020 goda [Federal Law No. 489-FZ dated December 30, 2020 "On Youth Policy in the Russian Federation" was adopted by the State Duma on December 23, 2020. Approved by the Federation Council on December 25, 2020]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400056192/>. (data obrashcheniya 18.01.2024)
5. Rasporyazhenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 29 noyabrya 2014 goda N 2403-r "Osnovy gosudarstvennoi molodezhnoi politiki Rossiiskoi Federatsii na period do 2025 goda" [Decree of the Government of the Russian Federation No. 2403-r dated November 29, 2014 "Fundamentals of the State Youth policy of the Russian Federation for the period up to 2025"]. URL: [ceFXleNUqOU.pdf](https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/68381111/) (government.ru) (data obrashcheniya 16.01.2023).
6. Postanovlenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 26 fevralya 2021 g. № 261 "O vnesenii izmenenii v Pravila predostavleniya grantov v forme subsidii v oblasti nauki iz federal'nogo byudzheta dlya gosudarstvennoi podderzhki molodykh rossiiskikh uchenykh - kandidatov nauk i doktorov nauk v tselyakh realizatsii Ukaza Prezidenta Rossiiskoi Federatsii" ot 9 fevralya 2009 g. № 146 "O merakh po usileniyu gosudarstvennoi podderzhki molodykh rossiiskikh uchenykh - kandidatov i doktorov nauk" (granty Prezidenta Rossiiskoi Federatsii), a takzhe vedushchikh nauchnykh shkol Rossiiskoi Federatsii" [Decree of the Government of the Russian Federation dated February 26, 2021 No. 261 "On Amendments to the Rules for granting in the form of subsidies in the field of science from the federal budget for state support of young Russian scientists - Candidates of Sciences and Doctors of Sciences in order to implement the Decree of the President of the Russian Federation" dated February 9, 2009 No.

146 "On measures to strengthen state support for young Russian scientists - candidates and Doctors of Sciences"]. URL: <https://minobrnauki.gov.ru/upload/2021/03>. (data obrashcheniya 18.01.2023).

7. Rasporyazhenie Minobrnauki Rossii ot 2 iyunya 2021 goda №179-r "Ob utverzhdenii metodik rascheta pokazatelei dlya monitoringa natsional'nogo proekta "Nauka i universitety" i federal'nykh proektov "Razvitie integratsionnykh protsessov v sfere nauki, vysshego obrazovaniya i industrii", "Razvitie chelovecheskogo kapitala v interesakh regionov, otraslei i sektora issledovaniy i razrabotok", Moscow, 31 p. [Decree No. 179-r of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation dated June 2, 2021 "On Approval of Methods for calculating indicators for Monitoring the national project "Science and Universities" and federal projects "Development of integration Processes in Science, Higher Education and Industry", "Development of humancapital in the interests of regions, industries and the research sector and developments", Moscow, 31 p.] URL: <https://rulaws.ru/acts/Rasporyazhenie-Minobrnauki-Rossii-ot-02.06.2021-N-179-r/?ysclid=lryieby8mn4217994> (data obrashcheniya 17.01.2024)

8. Prikaz Ministerstva nauki i vysshego obrazovaniya Rossiiskoi Federatsii ot 23.06.2021 № 525 "Ob utverzhdenii pokazatelei effektivnosti deyatelnosti federal'nykh gosudarstvennykh byudzhетnykh i avtonomnykh uchrezhdenii, podvedomstvennykh Ministerstvu nauki i vysshego obrazovaniya Rossiiskoi Federatsii, i raboty ikh rukovoditelei, po rezul'tatam dostizheniya kotorykh ukazannym rukovoditelyam ustanavlivayutsya vyplaty stimuliruyushchego kharaktera" (Zaregistrirovan 26.07.2021 № 64371) [Order of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation dated on 06.23.2021 No. 525 "On Approval of Performance Indicators of Federal State Budgetary and Autonomous Institutions Subordinate to the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation and the work of their heads, based on the results of which incentive payments are established to these heads" (Registered on 07.26.2021 No. 64371)]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202107260004>. (data obrashcheniya 18.01.2023).



**ТЕОРИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ
ОТРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

УДК 622.684:629.3

Глебов Игорь Андреевич

научный сотрудник,
лаборатория транспортных
систем карьеров и геотехники,
Институт горного дела УрО РАН,
620075, г. Екатеринбург,
ул. Мамина-Сибиряка, 58
e-mail: i.glebov@igduran.ru;

Лель Юрий Иванович

доктор технических наук, профессор,
Уральский государственный
горный университет,
620144, г. Екатеринбург,
пер. Университетский, 9
e-mail: lel49@mail.ru;

**ТЕХНОЛОГИЯ ПРОХОДКИ ТОННЕЛЯ
СПИРАЛЬНОЙ ФОРМЫ
ПРИ ДОРАБОТКЕ
ГЛУБОКИХ ГОРИЗОНТОВ
АЛМАЗОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

Аннотация:

При разработке алмазородных крутопадающих месторождений актуальным является вопрос увеличения потенциала открытых горных работ за счет внедрения техники и технологий, обеспечивающих доработку до глубины более 500 м. Это обусловлено тем, что переход на добычу алмазов подземным способом влечет за собой высокие затраты на строительство выработок и уменьшение производственной мощности предприятия.

В 2017 г. авторами статьи совместно с сотрудниками института «Якутнипроалмаз» была предложена перспективная схема вскрытия глубоких горизонтов Нюрбинского карьера АК «АЛРОСА». Данная схема подразумевает перенос автомобильных съездов за контур карьера в тоннель спиральной формы, что позволяет увеличить конструктивные углы откосов бортов и приблизить их к значениям устойчивых углов.

В свою очередь, технология вскрытия законтурным тоннелем спиральной формы должна обеспечивать необходимую скорость проходки, которая определяется скоростью углубки карьера, уклоном тоннеля, вертикальным расстоянием между порталами, зависит от углов наклона рабочего и нерабочего бортов карьера. В статье рассмотрены основные параметры тоннеля, применяемое при проходке оборудование и сравнение буровзрывного и комбайнового способов проходки законтурного тоннеля спиральной формы с уклоном 18 – 20 %.

Ключевые слова: карьер, схема вскрытия, технология проходки, способ проходки, шарнирно-сочлененные самосвалы, тоннель, скорость проходки, проходческий комбайн, буровзрывной способ проходки.

DOI: 10.25635/2313-1586.2024.01.038

Glebov Igor A.

Scientific Researcher,
Laboratory of transport systems
and geomechanics,
Institute of Mining, Ural Branch of RAS,
620075 Ekaterinburg,
58 Mamina-Sibiryaka Str.
e-mail: i.glebov@igduran.ru

Lel Yuri I.

Doctor of technical sciences,
Professor,
Ural State Mining University,
620144 Ekaterinburg,
9 University Lane
e-mail: lel49@mail.ru

**THE TECHNOLOGY OF TUNNELING
A SPIRAL-SHAPED TUNNEL DURING
THE COMPLETION OF DEEP HORIZONS
OF A DIAMOND ORE DEPOSIT**

Abstract:

When developing diamond ore deposits, the issue of increasing the potential of open-pit mining through the introduction of equipment and technologies that ensure refinement to a depth of more than 500 m is relevant. This is due to the fact that the transition to underground diamond mining entails high costs for the construction of workings and a decrease in the production capacity of the enterprise.

In 2017, the authors of the article, together with employees of Yakutnioproalmaz, proposed a promising scheme for opening the deep horizons of the Nyurbinsky quarry of AK ALROSA. This scheme implies the transfer of automobile exits beyond the contour of the quarry into a spiral-shaped tunnel, which makes it possible to increase the structural angles of the slopes of the sides and bring them closer to the values of stable angles.

In turn, the technology of tunneling a curved spiral tunnel should provide the necessary penetration speed, determined by the speed of deepening the quarry, the slope of the tunnel, the vertical distance between the portals, depends on the angles of inclination of the working and non-working sides of the quarry.

The article considers the main parameters of an underground mine (tunnel), examines the equipment used for sinking and presents comparing data of the drilling and blasting and the combine methods for sinking a spiral-shaped tunnel with a slope of 18 – 20 %.

Key words: quarry, opening scheme, penetrating technology, sinking method, articulated dump trucks, tunnel, sinking speed, tunneling combine, drilling and blasting method of sinking.

Введение

При разработке алмазородных крутопадающих месторождений актуальным является вопрос увеличения потенциала открытых горных работ за счет внедрения техники и технологий, обеспечивающих доработку до глубины более 500 м. Это обусловлено тем, что переход на добычу алмазов подземным способом влечет за собой высокие затраты на строительство выработок и уменьшение производственной мощности предприятия.

Одним из перспективных направлений в отработке глубоких месторождений является использование крутонаклонных автомобильных съездов, которые, в свою очередь, позволяют значительно сократить затраты на вскрышные работы и увеличить глубину разработки открытым способом. Начиная с 2008 г. институт «Якутнипроалмаз» предлагает на ряде карьеров АК «АЛРОСА» строить транспортные коммуникации в глубинной зоне с продольным уклоном до 24 %. Для обеспечения работы на таких уклонах предлагается использовать шарнирно-сочлененные самосвалы с полным приводом. Опыт эксплуатации таких автосамосвалов имеется при доработке карьера «Удачный» [1, 2].

В 2017 г. авторами статьи совместно с сотрудниками института «Якутнипроалмаз» была предложена перспективная схема вскрытия глубоких горизонтов Нюрбинского карьера АК «АЛРОСА» [3]. Данная схема подразумевает перенос автомобильных съездов за контур карьера в тоннель спиральной формы при доработке карьера, что позволяет увеличить конструктивные углы откосов бортов и приблизить их к значениям устойчивых углов. Это ведет к увеличению потенциала открытого способа разработки. В свою очередь, использование шарнирно-сочлененных самосвалов при вскрытии тоннелем позволяет увеличить уклоны и сократить объемы строительства тоннеля.

Рекомендована разработка месторождения в три этапа (рис. 1):

1. На первом этапе вскрытие осуществляется спиральными или спирально-петлевыми съездами с уклоном 8 – 10 %. Используются традиционные карьерные самосвалы. В условиях Нюрбинского карьера АК «АЛРОСА» используются самосвалы Caterpillar грузоподъемностью 91 т.

2. На втором этапе осуществляется переход на крутонаклонное вскрытие с использованием шарнирно-сочлененных самосвалов. Уклон транспортных съездов увеличивается до 18 – 24 % [4 – 7]. В условиях Нюрбинского карьера предлагается использовать самосвалы грузоподъемностью 40 – 45 т. Для установления грузотранспортной связи между этапами организуется перегрузочный пункт.

3. На третьем этапе крутонаклонные съезды перемещаются в подземное пространство за контуром карьера с уменьшением уклона до 20 %. Строится тоннель спиральной формы и выработки, обеспечивающие выходы на горизонты в рабочую зону карьера.

Важным вопросом при оценке эффективности предложенной схемы вскрытия является определение параметров и технологии проходки подземных выработок (тоннелей и квершлаггов).

Определяющими параметрами при выборе сечения тоннеля являются ширина проезжей части и высота оборудования, используемого при транспортировании горной массы. На рис. 2 показаны сечения для однопутного и двухпутного вариантов тоннеля с применением шарнирно-сочлененных самосвалов САТ-745С. В настоящее время использование данных самосвалов может быть затруднено, однако на рынке существуют аналоги китайского производства, а также проходят испытания отечественных самосвалов.

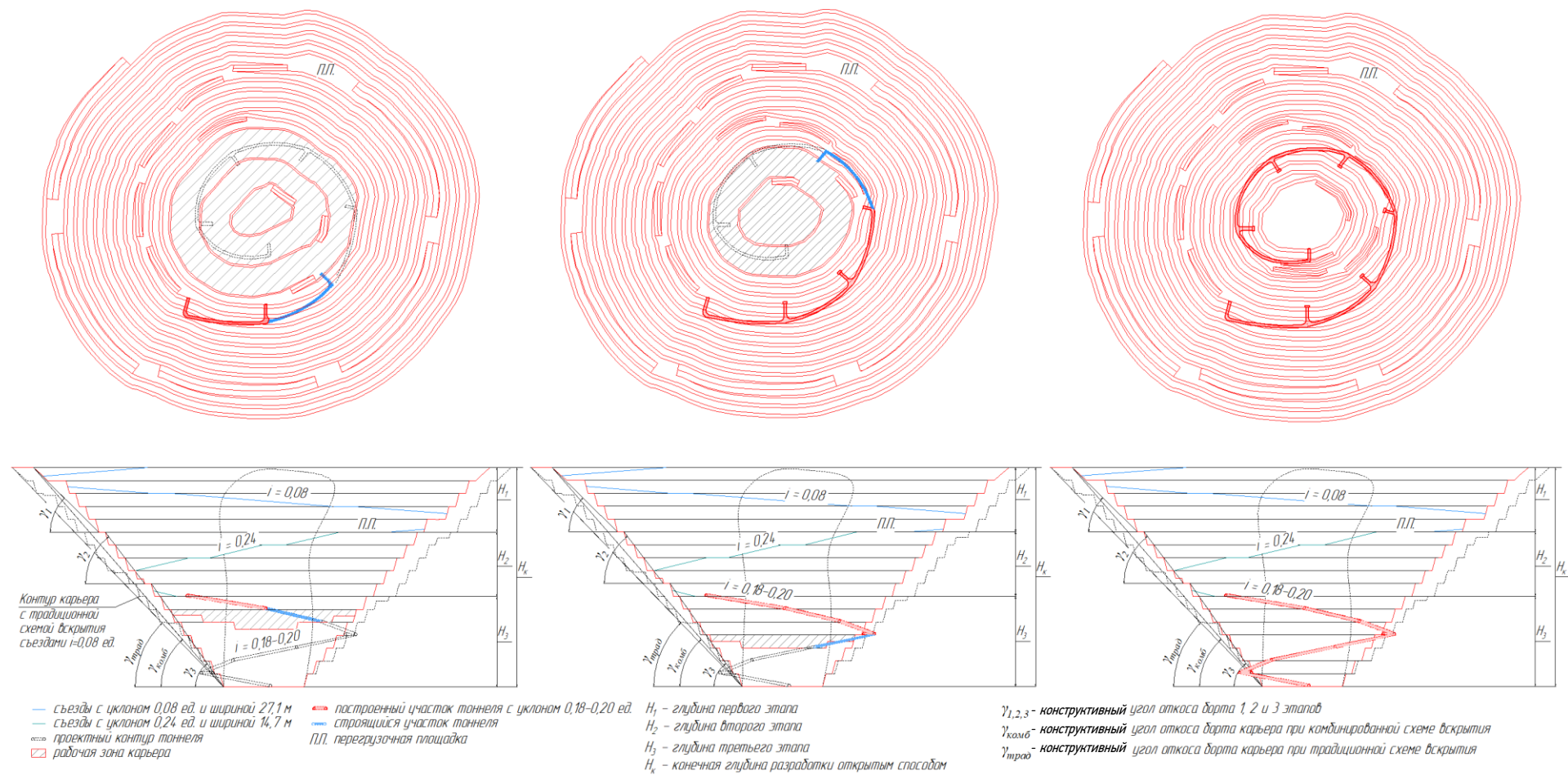


Рис.1. Схема вскрытия глубоких горизонтов карьера тоннелем спиральной формы (этапность формирования тоннеля)

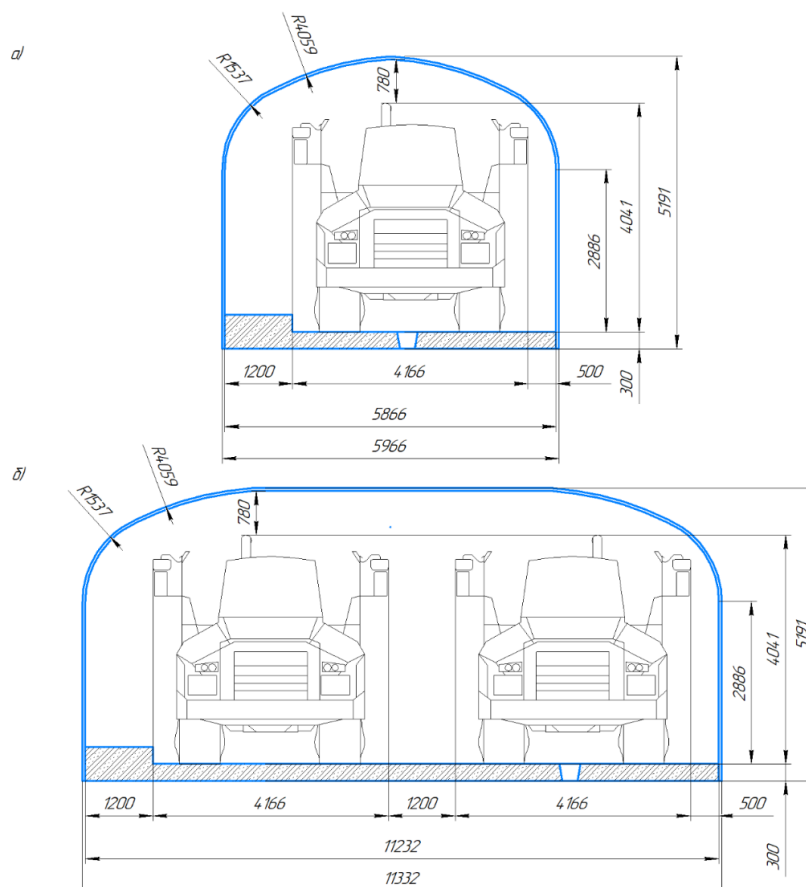


Рис. 2. Поперечное сечение тоннеля:
а – тоннель с однопутной автодорогой; *б* – тоннель с двухпутной автодорогой

Для вскрытия глубоких горизонтов Нюрбинского карьера был принят вариант с однопутным тоннелем. Это связано в первую очередь с высокими затратами на строительство двухпутного варианта тоннеля и с достаточной провозной и пропускной способностью первого варианта [8]. Расчетные параметры выработок показаны в табл. 1.

Таблица 1

**Параметры поперечного сечения тоннеля
при использовании ШСС CAT-745С**

Параметры	Значения	
	Однопутный тоннель	Двухпутный тоннель
Параметры самосвала:		
высота h_a , м	4,17	
ширина B_a , м	4,04	
Толщина дорожного покрытия $h_{п}$, м	0,30	
Ширина выработки в свету $B_{св}$, м	5,87	11,2
Высота выработки в черне $H_{вч}$, м	5,19	
Высота выработки в свету $H_{св}$, м	4,84	
Толщина слоя крепи h_k , м	0,05	
Площадь поперечного сечения тоннеля в свету $S_{тс}$, м ²	25,90	65,20
Проектная площадь сечения выработки с учетом крепи в черне $S_{тч}$, м ²	28,30	66,10
Площадь сечения выработки в проходке $S_{тп}$, м ²	29,70	69,40

Технология строительства законтурного тоннеля спиральной формы должна обеспечивать необходимую скорость проходки, которая в свою очередь определяется скоростью углубки карьера, уклоном тоннеля, вертикальным расстоянием между порталами, зависит от углов наклона рабочего и нерабочего бортов карьера и составляет 209 – 216 м/год или 17,4 – 18,0 м/мес [8].

Для обоснования технологии проходки были рассмотрены два способа, применяющиеся на подземных рудниках АК «АЛРОСА»: буровзрывной и комбайновый [9, 10].

Расчет параметров обоих способов проходки произведен с учетом физико-механических свойств горных пород, горнотехнических условий и используемого на подземных рудниках АК «АЛРОСА» оборудования [11, 12]. Так, например, для бурения шпуров предлагается использовать буровую установку Boomer M2D, а для проходки тоннеля комбайновым способом – комбайн АМ-105 фирмы Voest Alpina Mainier. Для транспортирования горной массы из забоя рационально использовать технологический автотранспорт (шарнирно-сочлененные самосвалы) и погрузочную машину непрерывного действия ПНБ-ЗД.

Расчетные параметры буровзрывного способа показаны в табл. 2 и на рис. 3.

Таблица 2

Параметры буровзрывных работ при проходке тоннеля

Параметры	Значения
Система взрывания	Неэлектрическая (СИНВ-III)
Тип ВВ	Аммонит № 6ЖВ
Число шпуров, шт.	40
Глубина шпура, м	3,0-3,4
Средняя величина заряда на один шпур, кг	2,15
в т.ч. на врубовый	2,58
на вспомогательный	2,15
на оконтуривающий	1,72
Расход ВВ за цикл проходки, кг	78,7
Расход ВВ на погонный метр выработки, кг	29,2
Объем горной массы за один взрыв, м ³	80,2
Удельный расход ВВ, кг/ м ³	0,98
Расход средств взрывания (УВТ, КД, соединительные блоки), шт./м	15,0
Удельный расход средств взрывания, шт./м ³	0,5
Тип вруба	клиновой
Коэффициент использования шпура	0,85

При проходке тоннеля комбайновым способом организация работ должна обеспечивать максимальное использование рабочего времени комбайна, совмещение во времени основных процессов проходческого цикла, которые не имеют ярко выраженных границ, как при буровзрывном способе. Скорость проходки тоннелей с применением комбайнов ограничивается в основном сложностью крепления. Для крепления тоннелей предлагается использовать анкеры в сочетании с армирующими сетками и набрызгбетоном.

Комбайновый способ проходки сопровождается повышенной запыленностью воздуха в призабойном пространстве и возможностью газовыделения из породных обнажений, а буровзрывной способ сопровождается выделением ядовитых газов при взрыве ВВ. Поэтому проветривание горных выработок при проходке и эксплуатации тоннеля имеет большое значение. Расчетные параметры проветривания тоннеля показаны в табл. 3.

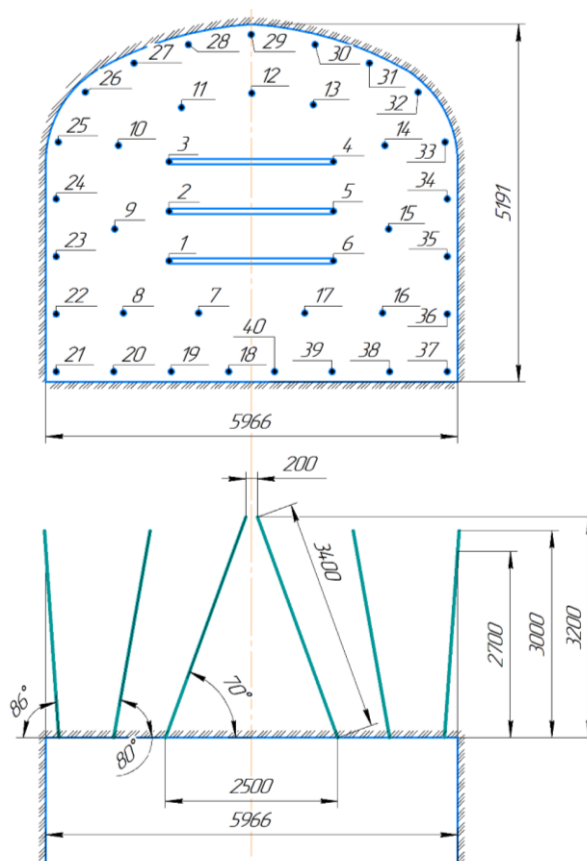


Рис. 3. Схема расположения шпуров при проходке тоннеля

Таблица 3

**Расчетные параметры проветривания тоннеля
при различных способах проходки**

Параметры	Значения	
Способ проходки	Буровзрывной	Комбайновый
Сечение тоннеля в свету, м ²	25,9	25,9
Кол-во подаваемого воздуха для проветривания забоя после взрыва и по пылевому фактору, м ³ /с	5,8	12,0
Депрессия, необходимая для доставки воздуха в забой, Па	116,7	495,0
Сопротивление трубопровода, Нс ² /м ⁸	2,45	2,45
Модель вентилятора	ВМ-8М	ВМ-12М
Производительность (подача), м ³ /мин	600	1200
Статический напор, Па	3200	3000
КПД вентилятора	0,8	0,82
Мощность двигателя, кВт	52	110
Основные размеры, мм:		
– длина	1460	1900
– ширина	880	1350
– высота	1100	1500
Масса, кг	650	2000

В результате технико-экономического сравнения вариантов проходки было установлено, что оба варианта приемлемы для проходки законтурного тоннеля спиральной формы при доработке глубоких горизонтов карьера.

Опыт проходки подземных спиральных съездов на рудниках «Мир» и «Интернациональный» показал, что средняя скорость проходки комбайновым способом составляла 120 – 150 м/мес, а буровзрывным способом – 70 – 80 м/мес. Однако при проходке тоннельного съезда необходимо учитывать время на крепление, обустройство тоннеля и проходку ниш для обмена автосамосвалов. Тогда скорость проходки будет составлять 45 – 55 м/мес при буровзрывном способе и 80 – 90 м/мес – при комбайновом. Данные значения в три и более раз превышают необходимую скорость проходки тоннеля.

Средняя стоимость проходки буровзрывным способом составляет 25,0 тыс. руб./м³, а комбайновым – 41,5 тыс. руб./м³. Это объясняется в основном высокой стоимостью проходческого оборудования при использовании комбайнов избирательного действия и их эксплуатации. На рудниках АК «АЛРОСА» комбайны используются при отработке полезного ископаемого с целью обеспечения сохранности алмазов.

Поскольку в нашем случае проходка тоннеля производится по вмещающим породам, был принят более дешевый буровзрывной способ проходки тоннеля (табл. 4).

Таблица 4

Технико-экономические показатели проходки однопутного тоннеля

Способ проходки	Скорость проходки, м/мес	Стоимость проходки, тыс. руб./м ³
Буровзрывной	45 – 55	25,0
Комбайновый	80 – 90	41,5

Список литературы

1. Зырянов И.В., Цымбалова А.И., 2013. Испытания САТ-740В на крутонаклонных съездах карьера «Удачный» АК «АЛРОСА». *Горное оборудование и электромеханика*, № 9, С. 22 – 25.
2. Глебов А.В., Лель Ю.И., Глебов И.А., 2014. Перспективный сборочный транспорт открытых горных работ. *Горное оборудование и электромеханика*, № 5(102), С. 18 – 22.
3. Акишев А.Н., Лель Ю.И., Ильбульдин Д.Х., Мусихина О.В., 2017. Глебов И.А. Технологические решения по вскрытию и отработке глубоких горизонтов Нюрбинского карьера АК «АЛРОСА». *Известия высших учебных заведений. Горный журнал*, № 7, С. 4 – 12.
4. Лель Ю.И., Глебов И.А., 2022. Обоснование оптимального уклона крутонаклонных автосъездов для полноприводных автосамосвалов, эксплуатируемых при доработке алмазородных месторождений. *Горная промышленность*, № S1, С. 95 – 99.
5. Akdag S., Basarir H., Karpuz C., Ozyurt V., 2015. Stability analysis and optimized slope angle for the iron ore open-pit mine. *Proceedings of the 24th International Mining Congress and Exhibition of Turkey*. Antalya, Turkey, P. 606 – 611.
6. Haiyong T., Yanhua S., Wenming Z., Chun J., 2011. Slip ratio control for articulated dump truck based on fuzzy sliding mode. *Proceedings of the International Conference on Consumer Electronics, Communications and Networks, CECNet 2011*, P. 4404 – 4407.
7. Brown D., Heather R., 1979. Development of off-highway articulated dump trucks. *SAE Technical Paper*, D. J. B. Engineering Ltd., 12 p.

8. Лель Ю.И., Глебов И.А., Исаков С.В. и др., 2023. Технология перехода на тоннельное вскрытие при доработке глубоких кимберлитовых карьеров. Известия высших учебных заведений. Горный журнал, № 6, С. 38 – 49.
9. Проблемы и пути эффективной отработки алмазоносных месторождений. *Международная научно-практическая конференция: сборник*. Новосибирск: Наука, 2011, 584 с.
10. Колганов В.Ф., Акишев А.Н., Дроздов А.В., 2013. *Горно-геологические особенности коренных месторождений Якутии*; АК «АЛРОСА», Ин-т «Якутнипроалмаз». Мирный: Мирнинская городская типография, 568 с.
11. Носенко А.С., Домницкий А.А., Шемшур Е.А., 2016. Строительство транспортных тоннелей с применением комбайновой технологии. *Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Сер.: Технические науки*, № 3, С. 63 – 70.
12. Макаров В.В., Хрулев Е.А., Миробян А.А., 2016. Эффективность и комплексная оценка строительства тоннельных автодорожных систем. *Вестник инженерной школы Дальневосточного федерального университета*, №1 (26), С. 134 – 142.

References

1. Zyryanov I.V., Tsymbalova A.I., 2013. Ispytaniya CAT-740B na krutonaklonnykh s'ezdakh kar'era [Tests of the CAT-740B on steep-slope ramps of the Udachny quarry of ALROSA.] "Udachnyi" AK "ALROSA". *Gornoe oborudovanie i elektromekhanika*, № 9, P. 22 – 25.
2. Glebov A.V., Lel' Yu.I., Glebov I.A., 2014. Perspektivnyi sborochnyi transport otkrytykh gornykh rabot [Promising industrial transport of open-pit mining operations]. *Gornoe oborudovanie i elektromekhanika*, № 5(102), P. 18 – 22.
3. Akishev A.N., Lel' Yu.I., Il'bul'din D.Kh., Musikhina O.V., 2017. Glebov I.A. Tekhnologicheskie resheniya po vskrytiyu i otrabotke glubokikh gorizontov Nyurbinskogo kar'era AK "ALROSA" [Technological solutions for opening and working out the deep horizons of the Nyurbinsky quarry of AK ALROSA]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Gornyi zhurnal*, № 7, P. 4 – 12.
4. Lel' Yu.I., Glebov I.A., 2022. Obosnovanie optimal'nogo uklona krutonaklonnykh avtos'ezdov dlya polnoprivodnykh avtosamosvalov, ekspluatiruemykh pri dorabotke almazorudnykh mestorozhdenii [Substantiation of the optimal slope of steeply inclined car crossings for four-wheel drive dump trucks operated during the completion of diamond ore deposits]. *Gornaya promyshlennost'*, № S1, P. 95 – 99.
5. Akdag S., Basarir H., Karpuz C., Ozyurt V., 2015. Stability analysis and optimized slope angle for the iron ore open-pit mine. *Proceedings of the 24th International Mining Congress and Exhibition of Turkey*. Antalya, Turkey, P. 606 – 611.
6. Haiyong T., Yanhua S., Wenming Z., Chun J., 2011. Slip ratio control for articulated dump truck based on fuzzy sliding mode. *Proceedings of the International Conference on Consumer Electronics, Communications and Networks, CECNet 2011*, P. 4404 – 4407.
7. Brown D., Heather R., 1979. Development of off-highway articulated dump trucks. *SAE Technical Paper, D. J. B. Engineering Ltd.*, 12 p.
8. Lel' Yu.I., Glebov I.A., Isakov S.V. i dr., 2023. Tekhnologiya perekhoda na tonnel'noe vskrytie pri dorabotke glubokikh kimberlitovykh kar'erov [Technology of transition to tunnel opening during the completion of deep kimberlite quarries]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Gornyi zhurnal*, № 6, P. 38 – 49.

9. Problemy i puti effektivnoi otrabotki almazonosnykh mestorozhdenii. Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya: sbornik [Problems and ways of effective mining of diamond-bearing deposits]. Novosibirsk: Nauka, 2011, 584 p.

10. Kolganov V.F., Akishev A.N., Drozdov A.V., 2013. Gorno-geologicheskie osobennosti korennykh mestorozhdenii Yakutii [Mining and geological features of the indigenous deposits of Yakutia]; AK "ALROSA", In-t "Yakutniproalmaz". Mirnyi: Mirninskaya gorodskaya tipografiya, 568 p.

11. Nosenko A.S., Domnitskii A.A., Shemshura E.A., 2016. Stroitel'stvo transportnykh tonnelei s primeneniem kombainovoi tekhnologii [Construction of transport tunnels using combine technology]. Izvestiya vuzov. Severo-Kavkazskii region. Ser.: Tekhnicheskie nauki, № 3, P. 63 – 70.

12. Makarov V.V., Khrulev E.A., Mirobyan A.A., 2016. Effektivnost' i kompleksnaya otsenka stroitel'stva tunnel'nykh avtodorozhnykh sistem [Efficiency and comprehensive assessment of the construction of tunnel road systems]. Vestnik inzhenernoi shkoly Dal'nevostochnogo federal'nogo universiteta, №1 (26), P. 134 – 142.

УДК 622.013.364.2

Кантемиров Валерий Данилович

кандидат технических наук,
заведующий лабораторией управления
качеством минерального сырья,
Институт горного дела УрО РАН,
620075, г.Екатеринбург,
ул. Мамина-Сибиряка, 58
e-mail: ukrkant@mail.ru

Титов Роман Сергеевич

старший научный сотрудник,
лаборатория управления качеством
минерального сырья,
Институт горного дела УрО РАН
e-mail: ukrigd15@mail.ru

Яковлев Андрей Михайлович

кандидат технических наук,
старший научный сотрудник,
лаборатория управления качеством
минерального сырья,
Институт горного дела УрО РАН
e-mail: krissy-puh@yandex.ru

Тимохин Александр Владимирович

научный сотрудник,
лаборатория управления качеством
минерального сырья,
Институт горного дела УрО РАН
e-mail: timohin.igduran.geo@mail.ru

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ СВЕРХНОРМАТИВНЫХ ПОТЕРЬ ПОЛЕЗНОГО ИСКОПАЕМОГО ПРИ РАЗРАБОТКЕ СЛОЖНОСТРУКТУРНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Аннотация:

В статье изложены методологические положения по оценке сверхнормативных потерь полезного ископаемого при открытой разработке месторождений со сложными горно-геологическими условиями. В качестве примера приведены показатели потерь полезного ископаемого при разработке Костанокского участка Чаньвинского месторождения известняков, используемых для производства каустической соды. Установлен фактический уровень потерь, превышающий 30 % от объема добычи сырья. Изложены основные причины повышенных потерь известняка по сравнению с уровнем, обоснованным проектом. Установлено, что при детальной разведке массива известняков не были выявлены карстовые зоны и участки с повышенным содержанием глины, залегающие в виде «жил» в зонах повышенной трещиноватости. Вследствие этого в результате взрывных работ происходит перемешивание взрываемых закарстованных, заглинизированных участков с чистым известняком, его загрязнение до значений, превышающих допустимые проектом, что приводит к потере балансовых запасов полезного ископаемого при выемке. Даны рекомендации по расчету уровня потерь при отработке сложных забоев, которые характеризуются перемежаемостью породы с продуктивной толщей известняка и карстовыми зонами.

Ключевые слова: эксплуатационные потери полезного ископаемого, засорение сырья, разубоживание, карстовые зоны, методика оценки потерь.

DOI: 10.25635/2313-1586.2024.01.047

Kantemirov Valery D.

Candidate of Technical Sciences,
Head of the Laboratory of quality management
of mineral raw materials,
Institute of Mining, Ural Branch of RAS
620075 Ekaterinburg,
Mamina-Sibiryaka Str.,
e-mail: ukrkant@mail.ru

Titov Roman S.

Senior Researcher,
Laboratory of mineral raw material
quality management,
Institute of Mining, Ural Branch of RAS
e-mail: ukrigd15@mail.ru

Yakovlev Andrey M.

Candidate of Technical Sciences,
Senior Researcher,
Laboratory of mineral raw material
quality management,
Institute of Mining, Ural Branch of RAS
e-mail: krissy-puh@yandex.ru

Timokhin Alexander V.

Researcher,
Laboratory of mineral raw material
quality management,
Institute of Mining, Ural Branch of RAS
e-mail: timohin.igduran.geo@mail.ru

METHODOLOGY FOR ESTIMATING EXCESS LOSSES OF MINERALS DURING DEVELOPMENT COMPLEX STRUCTURAL DEPOSITS

Abstract:

The article presents methodological provisions for the assessment of increased mineral losses during open-pit mining of deposits with difficult mining and geological conditions. As an example, the indicators of mineral losses during the development of the Kostanoksky site of the Chanvinsky deposit of limestones used for the production of caustic soda are given. The actual level of losses exceeding 30 % of the volume of extraction of raw materials has been established. The main reasons for the increased limestone losses compared to the level justified by the project are outlined. It was found that during the detailed exploration of the limestone massif, karst zones and areas with a high clay content, lying in the form of "veins" in areas of increased fracturing, were not identified. As a result, after blasting works, exploding quarries, clogged areas with pure limestone are mixed, its contamination to values exceeding those allowed by the project, which leads to the loss of balance reserves of minerals during excavation. Recommendations are given for calculating the level of losses during the development of complex faces, which are characterized by the intermittency of rocks with productive limestone strata and karst zones.

Key words: operational losses of minerals, clogging of raw materials, dilution, karst zones, loss assessment methodology.

Введение

Одним из элементов стратегии рационального недропользования является сокращение потерь полезного ископаемого (ПИ) при добыче. Как правило, нормативный уровень потерь ПИ устанавливается проектом на основании геологических данных о месторождении, сложности залегания рудных тел и вмещающих пород, принятой технологии разработки конкретных добычных участков. В большинстве случаев уровень потерь составляет 2 – 9 % от общего объема добычи [1 – 7]. Однако при разработке некоторых сложноструктурных месторождений имеют место повышенные сверхнормативные потери ПИ (20 – 35 %) [8].

Сверхнормативные потери – превышенные фактические потери над нормативными потерями полезного ископаемого, определенные по выемочной единице.

Основными причинами высокого уровня потерь и разубоживания при добыче и переработке полезного ископаемого являются [1 – 8]:

- недостаточная изученность геологического строения месторождения;
- отсутствие должной экономической заинтересованности предприятий в наиболее рациональной разработке и обогащении полезного ископаемого;
- нарушение предусмотренных проектом технологических процессов при добыче и переработке;
- применение систем разработки и технологий горных работ, не соответствующих горно-геологическим условиям и особенностям геологического строения отрабатываемого месторождения и отдельных его частей;
- несовершенство принятых методик определения и нормирования потерь и разубоживания.

В статье представлена методика оценки потерь ПИ на примере разработки Костанокского участка Чаньвинского месторождения известняков (Пермский край, АО «Березниковский содовый завод»).

Описание

Костанокский участок характеризуется следующими горно-геологическими условиями отработки запасов: мощность вскрыши не более 10 м при среднем ее значении 2,5 м; рельеф в пределах участка относительно ровный с углами наклона дневной поверхности, практически не превышающими 15°. Известняк отличается высокой чистотой, количество вредных примесей составляет 2 – 4 %.

Особенностью Костанокского участка месторождения является его повышенная закарстованность и широкое развитие глинистых образований. Карстовые формы открытого типа представлены конусовидными, чашеобразными и блюдцеобразными воронками. Карстовые воронки целиком заполнены рыхлым материалом, представляющим собой обломки карбонатных пород, сцементированных песчанистой глиной. В большинстве случаев выше залегает маломощный слой песчанистой глины с небольшим количеством щебня известняка.

Участки месторождения с присутствием глинистых образований названы зонами повышенного и высокого содержания глин (ПВСГ). При проведении детальной разведки и доразведке месторождения зоны ПВСГ не были выявлены, поэтому фактические потери ПИ значительно превышают установленные проектом. Разработка этих участков приводит к потерям ПИ свыше 30 %.

В границах участка ведения добычных работ Чаньвинского месторождения выделены следующие виды эксплуатационных потерь известняка:

- при отработке карстовых участков (глинистых тел) на контактах известняка с зоной карста (глины) при его выемке;
- при отработке участков зон дробления «заглинизированного» известняка ПВСГ внутри зоны на контактах известняка с глиняными прослоями;

- при отработке приконтактных зон известняка с засоряющими породами и некондиционным известняком, «известняк–ПВСГ» фронтальным забоем;
- при зачистке кровли известняков от покрывающих рыхлых пород;
- в бортах и днище карьера при недоработке выклинивающихся частей продуктивной толщи известняка (проектные потери).

Отрабатываемые участки Чаньвинского месторождения известняка по геолого-морфологическим признакам можно отнести к сложному типу с пологими и крутыми как прямолинейными, так и криволинейными контактами приконтактных зон «известняк – глина (карст)» или «известняк – повышенное содержание глины (ПВСГ)» (рис. 1).

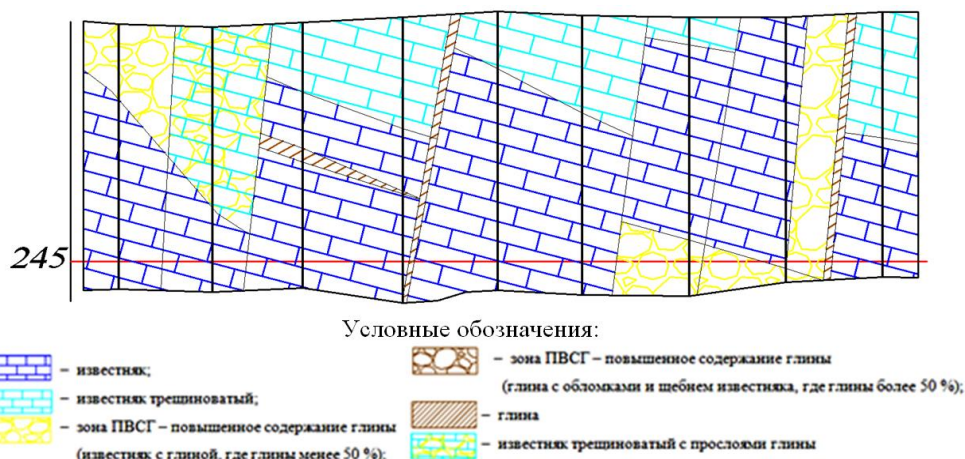


Рис. 1. Характерное геологическое строение взрывного блока в карьере Чаньвинского месторождения

Результаты

Эксплуатационные потери, возникающие при отработке карстовых участков, зон ПВСГ и приконтактных зон «известняк – ПВСГ» рекомендуется объединить в одну группу потерь в зоне влияния участков засоряющих пород $\Pi_{зп}$ в границах выемочного участка (блока). Тогда объем потерь для оцениваемого участка отработки (блока) можно представить в следующем виде, т:

$$\Pi_{об} = \Pi_{зп} + \Pi_{то} + \Pi_{зк}, \quad (1)$$

где $\Pi_{зп}$ – потери известняка, образующиеся при отработке зон ПВСГ, карста и некондиционного известняка, т;

$\Pi_{то}$ – потери, образующиеся при производстве технологических операций буровзрывных работ (БВР) и транспортирования, т;

$\Pi_{зк}$ – потери, образующиеся при зачистке кровли известняка от покрывающих пород, т.

Потери известняка, образующиеся при отработке зон засоряющих пород (глин), определяются по следующей формуле, т:

$$\Pi_{зп} = \left[\left(\frac{K_{из}}{100} \times \frac{K_r}{100} \right) \times B_v \gamma_{и} \right] + Q_{п}, \quad (2)$$

где $K_{из}$ – теряемый известняк, приуроченный к участкам зон ПВСГ, дробленого «заглиненого» известняка, %;

K_r – засоренность выемочного участка глинистыми породами зон ПВСГ и некондиционным известняком по данным детальной разведки (проекта), %;

B_v – погашаемые балансовые запасы известняка в границах отрабатываемого участка (блока), м³;

$\gamma_{и}$ – среднее значение объемного веса известняка (установлено проектом 2,54 т/м³), т/м³;

$Q_{п}$ – потери при отработке приконтактных зон с засоряющими породами и некондиционным известняком, «известняк-ПВСГ», т.

Потери известняка, приуроченного к добычному участку в зоне ПВСГ, можно записать в следующем виде, %:

$$K_{\text{из}} = \left(\frac{P_{\text{зп}}}{B_{\text{в}}} \right) 100 = 1 - \frac{Q_{\text{г}}}{100}, \quad (3)$$

где $Q_{\text{г}}$ – количество глины в границах зоны ПВСГ, (определяется на основании опыта разработки месторождения), %.

Балансовые запасы ($B_{\text{в}}$) в границах отрабатываемого участка с учетом несоответствия проектной закарстованности ее фактической величине определяют из следующего выражения, т:

$$B_{\text{в}} = V_{\text{т}} - V_{\text{к}} = V_{\text{т}} - \left(V_{\text{т}} \frac{K_{\text{з}}}{100} k_{\text{з}} \right), \quad (4)$$

где $V_{\text{т}}$ – объем продуктивной толщи в границах участка отработки, м³;

$V_{\text{к}}$ – объем карста (глины) в границах участка отработки, м³.

$K_{\text{з}}$ – закарстованность участка отработки, установленная по данным детальной разведки (проекта), %;

$k_{\text{з}}$ – коэффициент учета закарстованности участка отработки, дол. ед.

Для учета имеющегося расхождения фактической закарстованности и засоренности массива ПИ от проектной предложено ввести в расчетные формулы поправочные коэффициенты, предусматривающие приведение проектных значений к эксплуатационным:

– коэффициент учета закарстованности ($k_{\text{з}}$):

$$k_{\text{з}} = \frac{K_{\text{з}} \pm \Delta K_{\text{з}}}{K_{\text{з}}} = \frac{K_{\text{фз}}}{K_{\text{з}}}; \quad (5)$$

– коэффициент учета заглинизованности ($k_{\text{г}}$):

$$k_{\text{г}} = \frac{K_{\text{г}} \pm \Delta K_{\text{г}}}{K_{\text{г}}} = \frac{K_{\text{фг}}}{K_{\text{г}}}, \quad (6)$$

где $\Delta K_{\text{з}}$ – прирост (убыль) закарстованности известняка для выемочного участка по итогам ее отработки, %;

$K_{\text{фз}}$ – фактическая закарстованность выемочного участка, %.

$\Delta K_{\text{г}}$ – прирост (убыль) засоренности известняка глинистыми породами для выемочного участка по итогам ее отработки, %;

$K_{\text{фг}}$ – фактическая засоренность выемочного участка глинистыми породами, %.

Коэффициенты $k_{\text{з}}$ и $k_{\text{г}}$ определяются для каждого выемочного участка отдельно.

Потери, возникающие при добычных работах фронтальным забоем в приконтактных зонах известняка с засоряющими породами и некондиционным известняком с крутыми контактами «известняк-ПВСГ» («треугольники» потерь, рис. 2), рекомендуется определять следующим образом:

– потери при отработке приконтактных зон с засоряющими породами и некондиционным известняком определяются следующей формулой, т:

$$Q_{\text{п}} = \left(\frac{K_{\text{пз}}}{100} \right) B_{\text{в}} \gamma_{\text{и}}; \quad (7)$$

– коэффициент количественных потерь при разработке известняка в приконтактной зоне «известняк-ПВСГ» определяется формулой, %:

$$K_{\text{пз}} = \left[\frac{h^2 \sin \delta L_{\text{к}} \lambda_{\text{и}}}{2 B_{\text{в}} \lambda_{\text{и}} \sin \beta \sin \alpha} \right] 100, \quad (8)$$

где h – высота «треугольника» теряемого известняка, м;

β – угол падения залежи, град;

α – угол откоса рабочего уступа, град;

L_k – длина всех погашаемых контактов известняка с засоряющими породами в границах отрабатываемого участка (блока), м;

δ – угол, который при $\beta > \alpha$ равен $(\beta - \alpha)$, при $\alpha > \beta$ равен $(\alpha - \beta)$ и при несогласном падении контакта рудного тела с линией откоса уступа – $(\beta + \alpha)$, град.

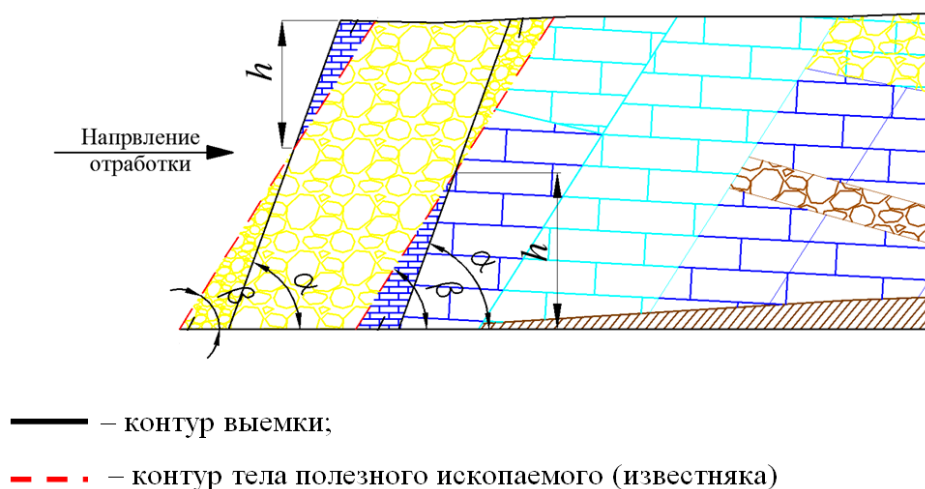


Рис. 2. Схема к расчету потерь известняка при разработке приконтактных зон с четкими плоскими контактами

С учетом вышеизложенного выражение для определения потерь известняка при отработке участков с засоряющими породами $\Pi_{зп}$ будет иметь следующий вид, т:

$$\Pi_{зп} = \left(1 - \frac{Q_r}{100}\right) \left(\frac{K_r}{100} k_r\right) \left[\left(V_r - V_r \frac{K_z}{100} k_z\right) \gamma_{и}\right] + Q_{п} = B_{в} \gamma_{и} \left[\left(1 - \frac{Q_r}{100}\right) \left(\frac{K_r}{100} k_r\right) + \left(\frac{K_{мз}}{100}\right)\right]. \quad (9)$$

Необходимо также учитывать потери, образующиеся в процессе производства БВР и при транспортных работах:

$$\Pi_{то} = \left(\frac{0,25B_{в}}{100} + \frac{0,3B_{в}}{100}\right) \gamma_{и}, \quad (10)$$

где 0,25 и 0,3 – потери, возникающие, соответственно, при производстве БВР и транспортировании известняка (приняты по рекомендациям «Общесоюзных норм технологического проектирования предприятий нерудных строительных материалов»), %.

Потери известняка при зачистке кровли от покрывающих пород в границах отрабатываемого участка (блока) определяются по формуле:

$$\Pi_{зк} = \left[L_{в} \left(m_{рт} - \left(\frac{Q_r}{100} \sum_{i=1}^n m_{вi}\right)\right)\right] h_{ст} \gamma_{и} = S_{в} h_{ст} \gamma_{и} \quad (11)$$

где $h_{ст}$ – средняя высота слоя теряемого известняка (зависит от типа, модели применяемого при зачистке механизма), м;

$L_{в}$ – средняя ширина зачищаемого тела полезного ископаемого в границах отрабатываемого участка (блока), м;

$m_{рт}$ – средняя мощность зачищаемого тела полезного ископаемого (известняка) в границах отрабатываемого участка (блока), м;

$m_{вi}$ – мощность i -го включения засоряющих пород (зон ПВСГ) в границах отрабатываемого участка (блока), попадающего в срезаемый слой $h_{ст}$, м;

n – число засоряющих включений, ед.;

Q_r – количество глины в границах зоны ПВСГ, %;

$S_{в}$ – площадь зачистки, м².

Схема к определению исходных данных для расчета потерь известняка при зачистке кровли полезной толщи в границах взрывного блока (участка) представлена на рис. 3.

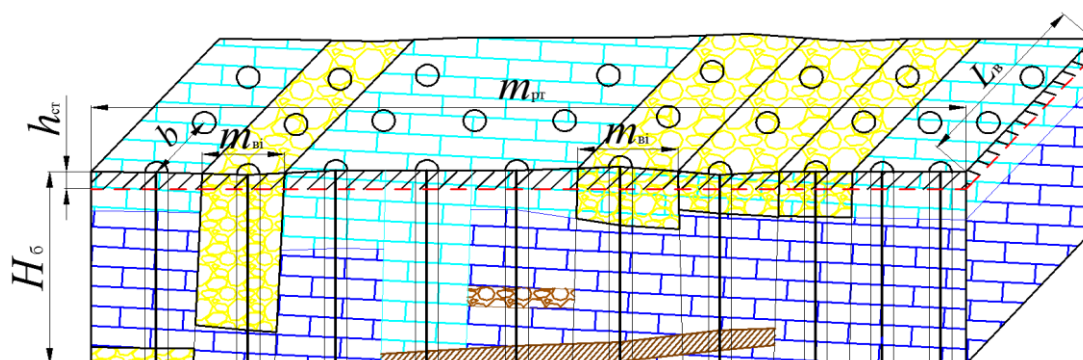


Рис. 3. Схема к определению параметров залегания геологических тел в границах взрывного блока

Коэффициент потерь K_{Π} отрабатываемого участка:

$$K_{\Pi} = \left[\frac{\Pi_{об}}{B_{в} \gamma_{и}} \right] 100, \quad (12)$$

где $\Pi_{об}$ – суммарные потери известняка по выемочной единице, т;

$B_{в}$ – балансовые запасы в границах выемочной единицы, т;

$\gamma_{и}$ – среднее значение объемного веса известняка, т/м³.

Полученные таким образом расчетные показатели могут быть использованы при составлении сводных балансовых отчетных материалов по учету количественных и качественных потерь добываемого известняка на Чаньвинском карьере.

Расчет потерь известняка производится за определенный период времени для каждого подготовленного к отработке за период блока (I квартал 2021 г. в примере на рис. 4). Расчет производится по разработанному алгоритму (1) – (12).

Результаты расчета потерь за I кв. 2021 г. представлены в табл. 1, на рис. 4.

Таблица 1

Расчетные потери известняка по взрывным блокам на Чаньвинском карьере за I квартал 2021 г.

№ п.п	№ блока	Потери, тыс. т	Коэффициент потерь, K_{Π}	Объем продуктивной толщи в границах блока, тыс. т	Объем засоряющих пород (ПВСГ+глина) в блоке, тыс. т
1	1644-1647	12,81	14,7	91,4	4,19
2	1672	27,28	53,9	60,6	10,53
3	1698	1,83	9,1	20,3	0,33
4	1704	22,86	22,3	105,5	3,28
5	1705	16,02	55,9	30,5	1,98
6	1709	7,12	24,6	29,1	0,37
7	1710	3,64	8,0	45,7	0,36
8	1711	8,43	20,8	40,6	0,33
9	1715	5,12	22,9	22,9	0,45
10	1717	8,32	32,0	26,2	0,14
11	1718	1,75	9,4	19,1	0,38
12	1721	2,98	11,5	26,7	0,65
По серии блоков		118,16	23,8	518,5	22,99

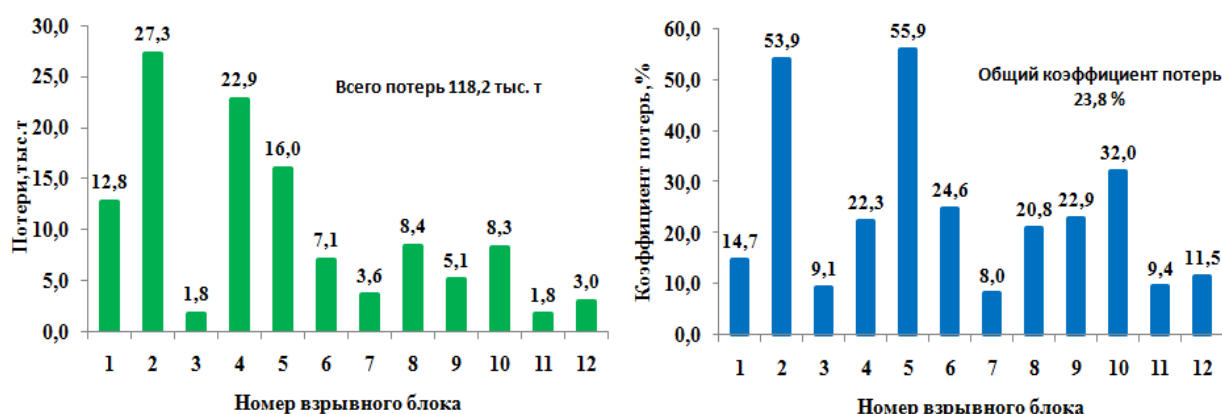


Рис. 4. Гистограмма изменения объемов потерь и коэффициента потерь известняка по взрывным блокам:
номера взрывных блоков: 1 – № блока 1644 – 1647; 2 – 1672; 3 – 1698; 4 – 1704; 5 – 1705; 6 – 1709; 7 – 1710; 8 – 1711; 9 – 1715; 10 – 1717; 11 – 1718; 12 – 1721

Выводы

Для сложноструктурных месторождений со сложными горно-геологическими условиями разработки и повышенным засорением массива ПИ сопутствующими породами в виде пропластков и карстовых зон, отличающихся небольшой глубиной отработки и объемом добычи ПИ, является прямой метод расчетов потерь.

Прямой метод, основанный на непосредственных измерениях в натуре или по маркшейдерским планам и разрезам установленных контуров потеряннного ПИ при отработке зон с нечеткими контактами ПИ и засоряющих пород, является наиболее эффективным, но в большинстве случаев труднореализуемым.

Одним из современных методов оперативного и эффективного изучения участков месторождения с закарстованными зонами является геофизическое картирование (электрометрия и др.) массива ПИ, предназначенного к отработке, в комплексе с геоинформационными технологиями (ГИС). Этот метод позволяет своевременно обнаружить участки с повышенным засорением и предварительно оценить площадь и длину контактов «ПИ-глина (карст), ПВСГ» для учета потерь и планирования горных работ. Координаты и объемно-качественные характеристики обнаруженных засоренных участков заносятся в компьютерную базу данных соответствующих программных комплексов ГИС (Suprac и др.), с помощью которых моделируются зоны ПВСГ месторождения. На основе полученных моделей строятся планы и геологические разрезы отрабатываемого участка с контактами между зонами чистого и закарстованного ПИ (зоны ПВСГ), далее по предложенной методике производится оценка потерь ПИ.

Для повышения достоверности контроля и анализа потерь на предприятии необходимо вести систематический учет фактических исходных данных, накапливать статистическую информацию об объемах потерь и разубоживания ПИ, длине контактов «ПИ-глина (карст), ПВСГ», что позволит определить (и постоянно уточнять) погрешность вычислений (измерений) для каждой выемочной единицы и более точно планировать потери ПИ [9 – 16].

Представленные в статье методологические положения по оценке сверхнормативных потерь полезного ископаемого при открытой разработке месторождений со сложными горно-геологическими условиями позволяют объективно оценить и спрогнозировать уровень потерь при отработке сложных забоев. Методические положения реализованы в проекте АО Институт «УРАЛГИПРОРУДА» по отработке Костанокского

участка Чаньвинского месторождения известняков при оценке потерь известняка на верхних горизонтах карьера.

Совершенствование методов оценки фактических потерь ПИ при разработке сложноструктурных месторождений способствует повышению достоверности расчетных проектных потерь и большей объективности при списании балансовых запасов.

Список литературы

1. Федотова Н.В., Щербакова Л.М., 2010. Изучение практики нормирования потерь и разубоживания. *Вестник Иркутского государственного технического университета*, № 6 (46), С. 95 – 98.
2. Голик В.И., Камашенко В.И., Страданченко С.Г., 2011. Влияние потерь и разубоживания на показатели эксплуатации месторождения. *Маркшейдерия и недропользование*, № 5 (55), С. 17 – 20.
3. Мечиков О.С., 2011. Управление потерями и разубоживанием в сложноструктурных приконтактных зонах рудных залежей. *Горный информационно-аналитический бюллетень*, № 9, С. 52 – 57.
4. Шеховцов В.С., Шеховцова В.О., 2012. Методика расчета проектных потерь и разубоживания руды при отработке слепых залежей. *Горный информационно-аналитический бюллетень*, № 9, С. 329 – 332.
5. Фомин С.И., Кава П.Б., Маринин М.А., 2014. Анализ горно-геологических условий карьера и формирование выемочной единицы при определении нормативных потерь и разубоживания руды. *Записки Горного института*, Т. 207, С. 74 – 77.
6. Фомин С.И., Чан Динь Бао, 2016. Оптимизация потерь и разубоживания руды при открытой разработке сложноструктурных карбонатных месторождений. *Маркшейдерия и недропользование*, № 2 (82), С. 58 – 60.
7. Лапшин Н.С., 2016. Пути снижения потерь и разубоживания руды при открытой разработке рудных тел. *Новая наука: Стратегии и векторы развития*, № 6 – 1 (88), С. 31 – 34.
8. Кушнарев П.И., 2017. Скрытые потери и разубоживание. *Золото и технологии*, № 3 (37), С. 82 – 87.
9. Курчин Г.С., Ананенко К.Е., Прокопьев И.В., Кирсанов А.Н., 2017. Методические основы нормирования потерь и разубоживания при добыче с учетом влияния на технологические показатели при обогащении. *Маркшейдерия и недропользование*, № 6 (92), С. 55 – 59.
10. Баракаева И.Д., 2011. *Совершенствование методов оценки разубоживания руд*: дис. ... канд. техн. наук. Якутск: Институт горного дела Севера им. Н. В. Черского СО РАН, 160 с.
11. Кава П.Б., 2013. *Обоснование оптимальных потерь полезных ископаемых в контактных зонах рудных тел при проектировании открытой разработки сложноструктурных месторождений*: автореф. дис. ... канд. техн. наук. СПб.: Национальный минерально-сырьевой ун-т «Горный», 20 с.
12. Hyongdoo J., 2015. Decision support system of unplanned dilution and ore-loss in underground stoping operations using a neurofuzzy system. *Journal Applied Soft Computing archive*, Vol. 32, Iss. C, pp. 1 – 12.
13. Frank U., 2014. Multi-perspective enterprise modeling: foundational concepts, prospects and future research challenges. *Software & Systems Modeling*, Vol. 13, N 3, pp. 941 - 962.
14. Matthews T., 2015. Impoverishment and ore loss projections: Strategies and considerations. SME Annual Conference and Expo and CMA 117th National Western Mining Conference. *Mining: Navigating the Global Waters*: Denver., United States., pp. 529 – 532.
15. Oy Leuangthong K., Daniel Khan, Clayton V., 2008. *Deutsch Solved Problems in Geostatistics.*, Wiley, 208 p.

16. Shatov A.A., Dryamina M.A., Badertdinov R.N., 2004. Potential Utilizations of Soda Production Wastes. *Chemistry for Sustainable Development*, № 12, p. 565 – 571.

References

1. Fedotova N.V., Shcherbakova L.M., 2010. Izuchenie praktiki normirovaniya poter' i razubozhivaniya [Study of the practice of losses and dilution rationing]. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, № 6 (46), P. 95 – 98.
2. Golik V.I., Kamashchenko V.I., Stradanchenko S.G., 2011. Vliyanie poter' i razubozhivaniya na pokazateli ekspluatatsii mestorozhdeniya [Impact of losses and depletion on the performance of the field]. *Marksheideriya i nedropol'zovanie*, № 5 (55), P. 17 – 20.
3. Mechikov O.S., 2011. Upravlenie poteryami i razubozhivaniem v slozhnostrukturnykh prikontaknykh zonakh rudnykh zalezhei [Management of losses and dilution in complex structural contact zones of ore deposits]. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'*, № 9, P. 52 – 57.
4. Shekhovtsov V.S., Shekhovtsova V.O., 2012. Metodika rascheta proektnykh poter' i razubozhivaniya rudy pri otrabotke slepykh zalezhei [Method of calculation of design losses and ore dilution at mining of blind deposits]. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'*, № 9, P. 329 – 332.
5. Fomin S.I., Kava P.B., Marinin M.A., 2014. Analiz gorno-geologicheskikh uslovii kar'era i formirovanie vyemochnoi edinitsy pri opredelenii normativnykh poter' i razubozhivaniya rudy [Analysis of mining and geological conditions of the quarry and the formation of the dredging unit in determining the normative losses and dilution of ore]. *Zapiski Gornogo instituta*, Vol. 207, P. 74 – 77.
6. Fomin S.I., Chan Din' Bao, 2016. Optimizatsiya poter' i razubozhivaniya rudy pri otkrytoi razrabotke slozhnostrukturnykh karbonatnykh mestorozhdenii [Optimization of ore loss and dilution in open-pit development of complex carbonate deposits]. *Marksheideriya i nedropol'zovanie*, № 2 (82), P. 58 – 60.
7. Lapshin N.S., 2016. Puti snizheniya poter' i razubozhivaniya rudy pri otkrytoi razrabotke rudnykh tel [Ways of reducing losses and dilution of ore in open development of ore bodies]. *Novaya nauka: Strategii i vektory razvitiya*, № 6 – 1 (88), P. 31 – 34.
8. Kushnarev P.I., 2017. Skrytye poteri i razubozhivanie [Hidden losses and dilution]. *Zoloto i tekhnologii*, № 3 (37), P. 82 – 87.
9. Kurchin G.S., Ananenkov K.E., Prokop'ev I.V., Kirsanov A.N., 2017. Metodicheskie osnovy normirovaniya poter' i razubozhivaniya pri dobyche s uchetom vliyaniya na tekhnologicheskie pokazateli pri obogashchenii [Methodical bases of rationing of losses and dilution at mining production considering influence on technical and logical indicators at enrichment]. *Marksheideriya i nedropol'zovanie*, № 6 (92), P. 55 – 59.
10. Barakaeva I.D., 2011. Sovershenstvovanie metodov otsenki razubozhivaniya rud pudy [Improvement of methods of ore dilution estimation]: dis. ... kand. tekhn. nauk. Yakutsk: Institut gornogo dela Severa im. N.V. Cherskogo SO RAN, 160 p.
11. Kava P.B., 2013. Obosnovanie optimal'nykh poter' poleznykh iskopaemykh v kontaknykh zonakh rudnykh tel pri proektirovanii otkrytoi razrabotki slozhnostrukturnykh mestorozhdenii [Substantiation of optimal losses of minerals in the contact zones of ore bodies in the design of open-pit development of complex deposits]: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk. SPb.: Natsional'nyi mineral'no-syr'evoi un-t "Gornyi", 20 p.
12. Hyongdoo J., 2015. Decision support system of unplanned dilution and ore-loss in underground stoping operations using a neurofuzzy system. *Journal Applied Soft Computing archive*, Vol. 32, Iss. C, pp. 1 – 12.
13. Frank U., 2014. Multi-perspective enterprise modeling: foundational concepts, prospects and future research challenges. *Software & Systems Modeling*, Vol. 13, N 3, pp. 941 – 962.

-
14. Matthews T., 2015. Impoverishment and ore loss projections: Strategies and considerations. SME Annual Conference and Expo and CMA 117th National Western Mining Conference. *Mining: Navigating the Global Waters*: Denver., United States., pp. 529 – 532.
 15. Oy Leuangthong K., Daniel Khan, Clayton V., 2008. *Deutsch Solved Problems in Geostatistics.*, Wiley, 208 p.
 16. Shatov A.A., Dryamina M.A., Badertdinov R.N., 2004. Potential Utilizations of Soda Production Wastes. *Chemistry for Sustainable Development*, № 12, p. 565 – 571.

УДК 622.882

Антонинова Наталья Юрьевна

кандидат технических наук,
заведующий лабораторией экологии
горного производства,
Институт горного дела УрО РАН,
620075, г. Екатеринбург,
ул. Мамина-Сибиряка, 58,
e-mail: natal78@list.ru

Корнилков Сергей Викторович

доктор технических наук, профессор,
главный научный сотрудник,
Институт горного дела УрО РАН

Кузнецова Ярослава Артемовна

младший научный сотрудник,
лаборатория экологии горного производства,
Институт горного дела УрО РАН
e-mail: yaroslava.brusnitsyna@mail.ru

Шубина Любовь Андреевна

научный сотрудник,
лаборатория экологии горного производства,
Институт горного дела УрО РАН
e-mail: las714@mail.ru

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ОТВАЛОВ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД*

Аннотация:

Цель статьи – оценка допустимости воздействия на атмосферный воздух при работах на период рекультивации отвала в условиях сочетания технологических процессов отработки месторождения. Существующий отвал является источником сдувания пылевых частиц. Рекультивация нарушенных земель, проводимая одновременно с добычей полезных ископаемых, позволит сократить нагрузку на земельные ресурсы, уменьшить воздействие на экосистему района. Однако в период проведения работ по формированию отвала с заданными параметрами возможно увеличение экологического риска, связанного с введением дополнительных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

В статье представлены методы определения размеров ущерба от деградации почв и земель и методы расчета рассеивания загрязняющих веществ.

Результаты позволили доказать возможность проведения рекультивации в заданном направлении с извлечением скальных пород для дальнейшего использования в условиях достаточно близкого расположения нормируемых территорий.

Ключевые слова: отвал вскрышных пород, нарушенные земли, рекультивация, технический этап, выбросы загрязняющих веществ.

DOI: 10.25635/2313-1586.2024.01.057

Antoninova Natalia Yu.

Candidate of Technical Sciences,
Head of the Laboratory of Mining Ecology,
Institute of Mining, Ural Branch of RAS,
620075 Ekaterinburg,
58 Mamina-Sibiryaka Str.
e-mail: natal78@list.ru

Kornilkov Sergey V.

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Chief Researcher,
Institute of Mining, Ural Branch of RAS

Kuznetsova Yaroslava A.

Junior Researcher,
Laboratory of Mining Ecology,
Institute of Mining, Ural Branch of RAS
e-mail: yaroslavl.brusnitsyna@mail.ru

Shubina Lyubov A.

Researcher,
Laboratory of Mining Ecology,
Institute of Mining, Ural Branch of RAS
e-mail: las714@mail.ru

ENVIRONMENTAL ASPECTS OF THE RECLAMATION OF OVERBURDEN DUMPS

Abstract:

Goal of the study is the assessment of the permissibility of exposure to atmospheric air during work for the period of reclamation of the dump, in conditions of a combination of technological processes of mining the deposit. The existing dump is a source of blowing off dust particles. Reclamation of disturbed lands, carried out simultaneously with mining, will reduce the burden on land resources and reduce the impact on the ecosystem of the area. However, during the work period on the formation of a dump with specified parameters, it is possible to increase the environmental risk associated with the introduction of additional sources of pollutants into the atmospheric air.

The article presents methods for determining the extent of damage from soil and land degradation, and methods for calculating the dispersion of pollutants. The results made it possible to prove the possibility of carrying out the reclamation in a given direction with the extraction of rocks for further use in conditions of a close location of the normalized territories.

Key words: overburden dump, disturbed lands, reclamation, technical stage, emissions of pollutants.

* Статья подготовлена в рамках Госзадания № 075-00412-22 ПП. Тема 2 (2022-2024) «Разработка геоинформационных технологий оценки защищенности горнопромышленных территорий и прогноза развития негативных процессов в недропользовании» (FUWE-2022-0002), пер. № 1021062010532-7-1.5.1.

Введение

Одним из аспектов рационального природопользования является восстановление нарушенных земель, а именно выбор направления, в котором будет проводиться рекультивация [1, 2]. Выбор направления и сочетания видов рекультивации должен способствовать наиболее рациональному использованию уже имеющихся условий с учетом перспективы развития района разработок и обеспечить быстрейшее оздоровление экологической обстановки [3 – 5].

В качестве основных критериев при выборе направления рекультивации нарушенных земель согласно Постановлению Правительства РФ от 10 июля 2018 г. № 800 «О проведении рекультивации и консервации земель» принимают следующие факторы:

- природно-климатические условия района (геология, гидрология, гидрометеорология, рельеф местности);
- характер почвенно-растительного слоя, биологическое разнообразие;
- социальные (инфраструктура района, хозяйственные и санитарно-гигиенические условия с учетом перспектив и направлений развития района);
- фактическое и прогнозируемое состояние нарушенных земель к моменту рекультивации (площади, формы техногенного рельефа, степени естественного зарастания, наличие плодородного слоя почв и потенциально плодородных пород, эрозийные процессы, степень загрязнения почвы);
- современное и перспективное использование нарушенных земель по их целевому назначению в соответствии с документами территориального планирования и градостроительного зонирования;
- категория нарушенных земель и прилегающих земельных участков;
- продолжительность восстановительного периода;
- горно-технологические факторы (уровень и состояние технологии и механизации горных работ, наличие транспортных коммуникаций), технологии и комплексная механизация земляных и транспортных работ;
- экономическая целесообразность рекультивационных работ.

Характеристика объекта и обоснование выбора направления рекультивации

Первоуральское месторождение находится в промышленной эксплуатации с 1938 г. Некондиционные руды и пустые скальные породы были размещены как отходы в отвале вскрышных пород. В настоящее время вскрышные породы месторождения используются в качестве строительного материала и отвечают требованиям ГОСТ 8267-93 «Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ», ГОСТ 25607-2009 «Смеси щебёночно-песчаные для покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов».

Согласно методике определения размеров ущерба от деградации почв и земель, утвержденной Минприроды России и Роскомземом в июле 1994 г. [6], и визуальному осмотру представленных фотоматериалов, эрозии (разрушение почвенного покрова под действием поверхностного стока и ветра с последующим перемещением и переотложением почвенного материала) и заболачиванию (изменение водного режима, выражающееся в длительном переувлажнении, подтоплении и затоплении почв и земель) не выявлено. В границах исследуемых площадей зафиксировано механическое разрушение почвенного покрова, а значит, присутствует технологический тип деградации, под которым понимается ухудшение свойств почв и грунтов, их физического состояния и агрономических характеристик, что происходит в результате эксплуатационных нагрузок при всех видах землепользования. Нарушение земель представляет собой механическое разрушение почвенного покрова. Деградация почв и земель по каждому индикаторному показателю характеризуется пятью степенями:

- 0 – недеградированные (ненарушенные);
- 1 – слабодеградированные;

- 2 – среднедеградированные;
- 3 – сильнодеградированные;
- 4 – очень сильнодеградированные (разрушенные).

Так как в границах рекультивируемого объекта плодородный слой не выявлен, а площадь обнаженной почвообразующей породы превышает 25 % от общей площади участков проведения работ, устанавливается четвертая степень деградации почв и земель.

По районированию ландшафтных районов Свердловской области г. Первоуральск расположен в пределах Ревдинского низкогорно-кряжевого ландшафтного района, Выйско-Ревдинского низкогорно-кряжевого макрорайона, южнотаетной подпровинции низкогорной полосы Среднего Урала, со свежими и суховатыми сосняками и свежими ельниками [7].

Расположение отвала вскрышных пород на борту карьера Первоуральского железорудного месторождения определило антропогенную специализацию ландшафтов (рис.1).



Рис. 1. Отвал вскрышных пород

Гидрографическая сеть участка представлена рекой Магнитная и рекой Талица. В 10 м восточнее отвала вскрышных пород в меридиональном направлении с юга на север протекает река Магнитная. В восточной части территории на расстоянии 160 м северо-восточнее отвала расположен коллективный сад СНТ № 26, на расстоянии 380 м восточнее отвала – коллективный сад «Родничок». В северной части исследуемой территории, на расстоянии 250 м к северо-западу от отвала расположен коллективный сад № 39 «Горняк». Ближайшая жилая застройка пос. Магнитка г. Первоуральска расположена уже на расстоянии 380 м северо-западнее окончания отвала.

Таким образом, отвал вскрышных пород представляет собой техногенный ландшафт, сформированный в процессе складирования отходов вскрышных пород при открытой отработке карьера Первоуральского железорудного месторождения. Естественный рельеф территории полностью изменен в процессе размещения отходов, что обуславливает необходимость проведения рекультивационных мероприятий. Однако выбранное направление рекультивации должно с наибольшим эффектом и наименьшими затратами обеспечить решение задач рационального и комплексного использования

земельных ресурсов района, создания гармонических ландшафтов, отвечающих экологическим, хозяйственным, эстетическим и санитарно-гигиеническим требованиям. Земельный участок, в границах которого расположен отвал вскрышных пород, подлежащий рекультивации, относится к категории земель населенных пунктов с разрешенным использованием для геологического изучения, разведки и добычи полезных ископаемых.

В соответствии с результатами анализа и с учетом целевого направления земель предпочтительным направлением рекультивации является природоохранное. Согласно ГОСТ Р 57446–2017 «Рекультивация нарушенных земель и земельных участков. Восстановление биологического разнообразия» природоохранное направление рекультивации нарушенных земель и земельных участков должно обеспечить приведение нарушенных земель в состояние, пригодное для восстановления биологического разнообразия и гидрологического режима. Приведение нарушенных земель в состояние, пригодное для восстановления биологического разнообразия и гидрологического режима территории, особенно актуально для промышленного узла (Ревда – Первоуральск), дающего значительную техногенную нагрузку на окружающую среду. При природоохранном направлении рекультивации до проведения биологического этапа производится планировка участков, не допускающая развития эрозионных процессов и обеспечивающая безопасное применение почвообрабатывающих, лесопосадочных машин и машин по уходу за посадками. Подбор культур, древесных и кустарниковых растений производится в соответствии с классификацией горных пород, характером гидрогеологического режима и других экологических факторов в соответствии с ГОСТ Р 59057–2020 «Охрана окружающей среды. Земли. Общие требования по рекультивации нарушенных земель». Поскольку действие корневых систем злаков проявляется в поверхностном слое, смесь рекомендуется составлять из 70 % злаковых и 30 % бобовых культур.

Но с учетом расположения отвала в границах водоохранной зоны с одной стороны и наличия карьерной выемки с другой формирование оптимального угла откоса ($18 - 25^0$) для дальнейшего развития биологических растительных ресурсов невозможно. Следовательно, рекультивация возможна лишь при уменьшении объемов вскрышных пород, размещенных в отвале, а именно, извлечение скальных пород в целях дальнейшего использования и формирования отвала с заданными характеристиками из суглинистого материала. Принимается во внимание, что в сентябре 2023 г. вступили в силу:

1. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 25.04.2023 № 247/04;
2. Приказ Роснедра от 25.04.2023 № 247/04 «Об утверждении Порядка добычи полезных ископаемых и полезных компонентов из отходов недропользования, в том числе из вскрышных и вмещающих горных пород»;
3. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 25.04.2023 № 246/03;
4. Приказ Роснедра от 25.04.2023 № 246/03.

Отходы недропользования V класса опасности возможно использовать в следующих направлениях:

- для собственных производственных и технологических нужд;
- для ведения горных работ;
- для ликвидации горных выработок и иных сооружений;
- для рекультивации земель;
- для передачи иному пользователю недр в целях использования данным пользователем передаваемых вскрышных и вмещающих горных пород для собственных

производственных и технологических нужд, ликвидации горных выработок и иных сооружений, связанных с использованием недр, рекультивации земель;

– для передачи иному лицу в целях использования таким лицом передаваемых вскрышных и вмещающих горных пород для собственных производственных и технологических нужд, не связанных с осуществлением пользования недрами.

Таким образом, на техническом этапе предлагается производить выемку складированных в отвал пород с последующим выделением из общей извлеченной горной массы дресвяно-глинистых грунтов, пригодных для целей рекультивации. Данный вид грунтов складировать обратно на освобожденные от отвала территории. Полученная насыпь формируется в три яруса с приемлемыми для посадок углами откосов ярусов до 18°. Между ярусами дополнительно организуются горизонтальные площадки (бермы), поверхность насыпи разравнивается бульдозерной техникой. До начала биологического этапа на подготовленные площади наносится плодородный слой почвы.

Однако извлечение скальных пород из отвала сопровождается следующими технологическими процессами: погрузкой, разгрузкой горной породы, транспортировкой до сортировочной установки, на площадке которой идет разделение на скальную породу и рыхлую, а также планировкой поверхности отвала, что, в свою очередь, повышает экологические риски увеличения антропогенной нагрузки на нормируемые территории в части негативного воздействия на атмосферный воздух.

Оценка воздействия на атмосферный воздух при рекультивации

Воздействие на атмосферный воздух в период рекультивации будет обусловлено:

– работой двигателей внутреннего сгорания основного и вспомогательного оборудования;

– погрузочно-разгрузочными и планировочными работами оборудования;

– заправкой топливных баков техники с поступлением в атмосферный воздух паров нефтепродуктов.

При работе экскаватора, автосамосвалов, бульдозера, топливозаправщика, сортировочной установки, задействованных при рекультивации, а также в результате сдува с поверхности отвала в атмосферный воздух выбрасываются следующие загрязняющие вещества: азота диоксид (диоксид азота; пероксид азота), азот (II) оксид (азот монооксид), углерод (пигмент черный), сера диоксид, углерода оксид (углерод окись; углерод монооксид; угарный газ), бензин (нефтяной, малосернистый) (в пересчете на углерод), керосин (керосин прямой перегонки; керосин дезодорированный), пыль неорганическая, содержащая диоксид кремния 70 – 20 % и диоксид кремния до 20 %.

Кроме того, предприятие действующее, следовательно, помимо источников выбросов, характеризующих процесс рекультивации, на промышленной площадке имеются действующие источники выбросов, учитываемые при расчете рассеивания загрязняющих веществ.

Расчет уровней загрязнения атмосферы выполнен в соответствии с МРР-2017 [8], по программе «УПРЗА Эколог» (версия 4.70.0.1), разработанной фирмой «Интеграл».

Расчет приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в период рекультивации выполнен с учетом максимально возможного сочетания технологических процессов.

Для определения максимальных концентраций, создаваемых проектируемыми источниками выбросов, заданы контрольные точки: на границе производственной зоны и на границе нормируемых территорий. Перечень точек расчета представлен в табл. 1. Схема расположения расчетных точек приведена на рис. 2.

Таблица 1

**Перечень контрольных точек расчета приземных концентраций
загрязняющих веществ**

№	Координаты точки (м)		Тип точки	Примечание
	X	Y		
1	394843,4	1496627,6	СЗЗ (500м)	Север
2	393865,9	1497544,3	СЗЗ (500м)	Северо-Восток
3	391799,3	1497835,2	СЗЗ (500м)	Юго-Восток
4	390552,7	1496941,7	СЗЗ (500м)	Юго-Восток
5	389396,6	1496030,8	СЗЗ (500м)	Юг
6	390615,9	1495218,5	СЗЗ (500м)	Юго-Запад
7	391948,3	1494290,8	СЗЗ (500м)	Запад
8	393022,7	1494895,7	СЗЗ (500м)	Северо-Запад
9	394558,3	1495090,7	СЗЗ (500м)	Северо-Запад
10	392028,8	1497351,6	Сокращенная СЗЗ / Производственная зона	Юго-Восток
11	393539,4	1497093,5	Сокращенная СЗЗ / Производственная зона / Коллективные сады	Северо-Восток
12	394354	1496404,5	Сокращенная СЗЗ 0 м / Производственная зона	Север
13	394064,9	1495557,8	Сокращенная СЗЗ 0 м / Производственная зона	Северо-Запад
14	393095,7	1495423,5	Сокращенная СЗЗ 0 м / Производственная зона	Юго-Запад
15	392018,3	1494816,3	Сокращенная СЗЗ 0 м / Производственная зона	Юг
16	389939,6	1496083,4	Производственная зона	Северо-Восток
17	394076,6	1496804,5	Жилая зона	Северо-Восток
18	394287,4	1495768	Жилая зона	Северо-Запад
19	394140,3	1495346,5	Жилая зона	Северо-Запад
20	393729,2	1495267,1	Жилая зона	Северо-Запад
21	392325,5	1494863	Жилая зона	Запад

Учет фонового уровня загрязнения проводился для всех загрязняющих веществ, для которых величина наибольшей приземной концентрации, создаваемая (без учета фона) проектируемыми источниками выбросов, превышает 0,1 ПДК на границе проектируемой производственной площадки.

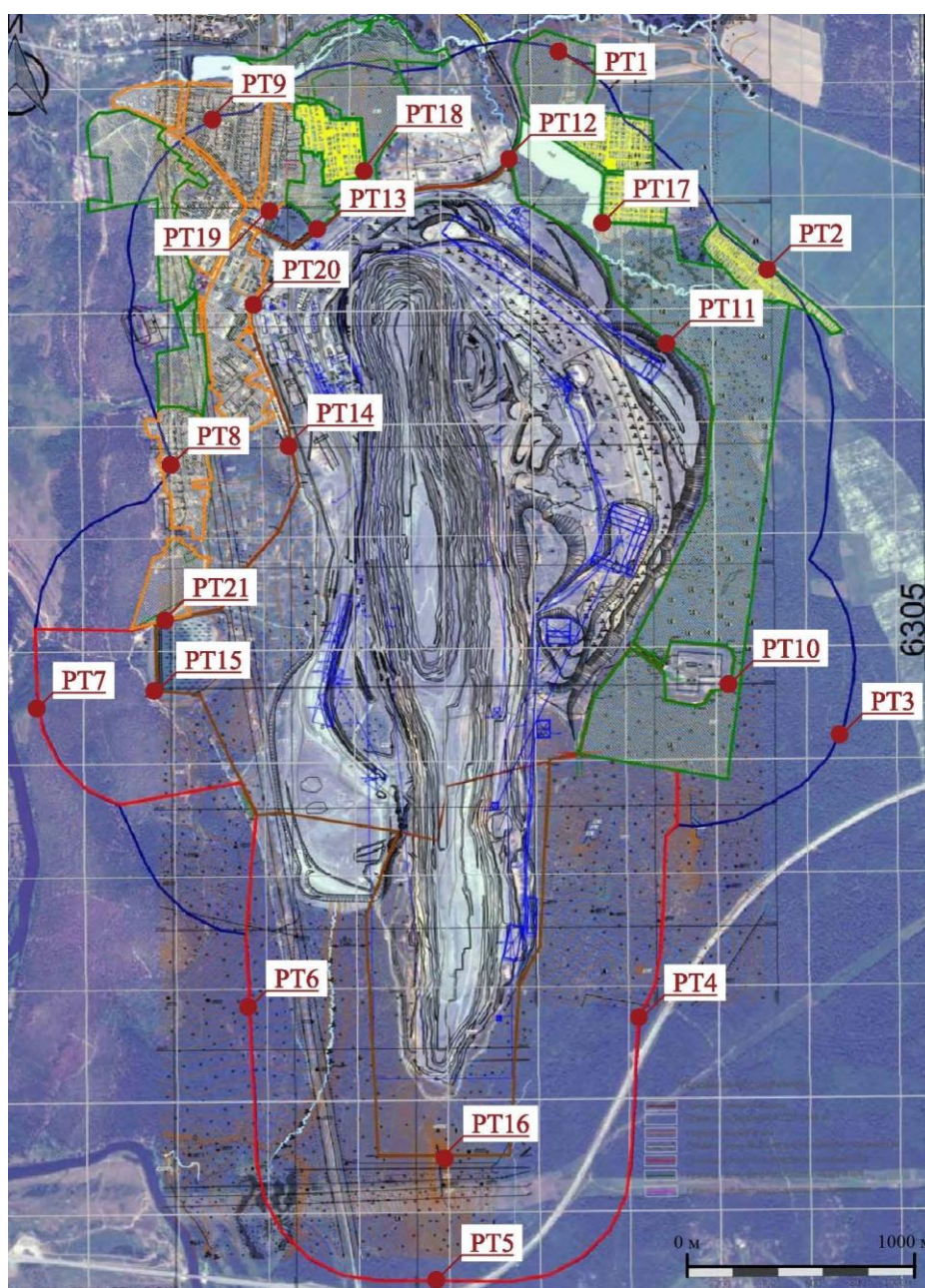


Рис. 2. Схема расположения расчетных точек (PT)

По результатам расчетов (рис.3):

- наибольший уровень загрязнения на границе санитарно-защитной зоны (СЗЗ) будет наблюдаться по пыли неорганической: до 20 % SiO_2 0,86 ПДК; при анализе выявлено, что наибольший вклад как источника загрязнения вносит пыление отвала;
- наибольший уровень загрязнения на границе коллективных садов и жилой застройки будет наблюдаться по диоксиду азота 0,44 ПДК и оксиду углерода 0,46 ПДК; наибольший вклад как источник загрязнения вносит работа двигателей внутреннего сгорания автосамосвалов при транспортировании вскрышных работ;
- нормативная СЗЗ проектируемого предприятия 500 м является достаточной для соблюдения гигиенических нормативов качества атмосферного воздуха, установленных для территорий населенных мест;
- утвержденная сокращенная СЗЗ предприятия является необходимой и достаточной для соблюдения гигиенических нормативов качества атмосферного воздуха, установленных для территорий населенных мест.

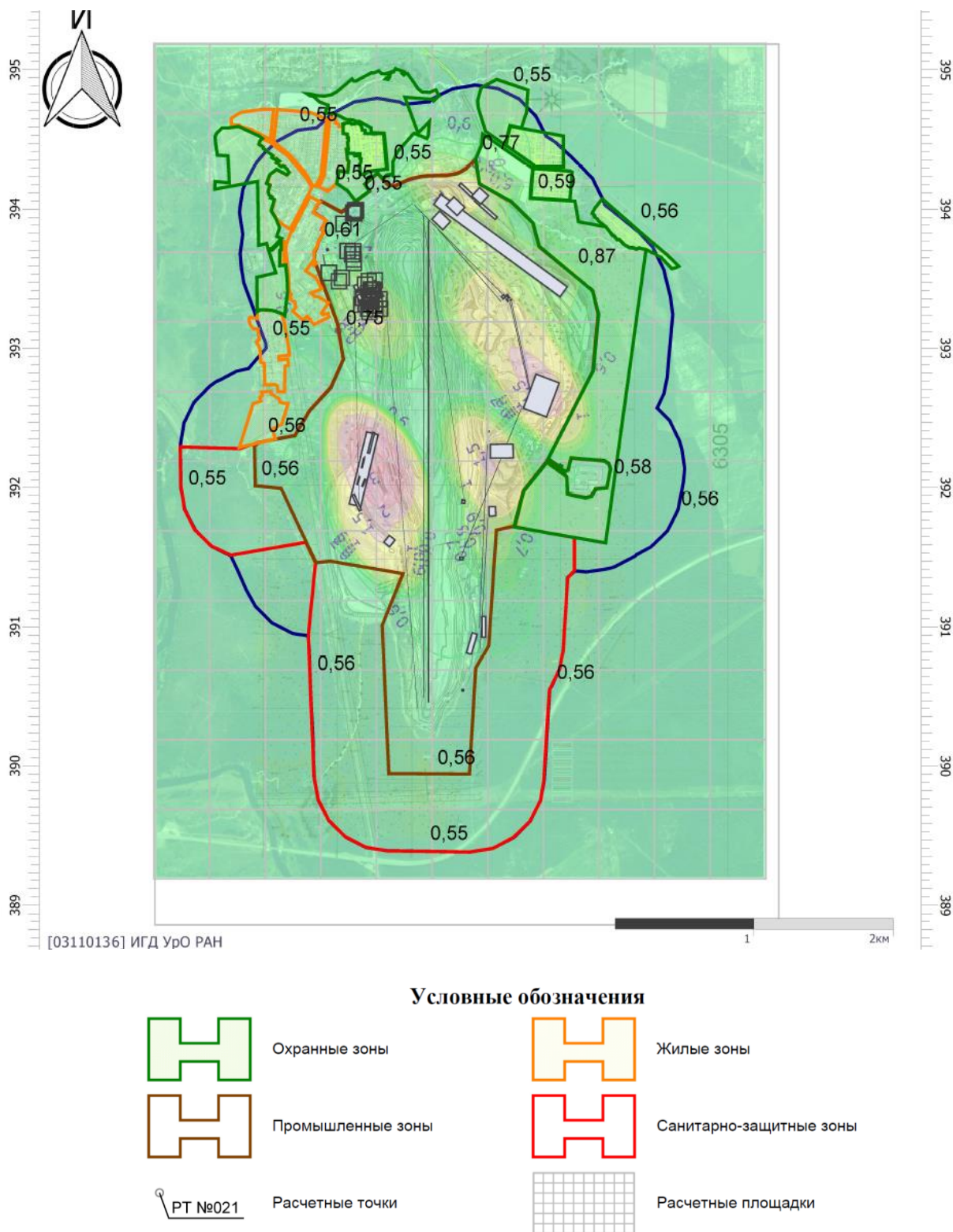


Рис. 3. Результаты расчета рассеивания загрязняющих веществ

В связи с вышеизложенным анализ полученных результатов показал, что максимальные приземные концентрации, создаваемые источниками выбросов при рекультивации в контрольных расчетных точках на границе СЗЗ и на границе ближайшей жилой застройки не превышают гигиенических нормативов качества, установленных для атмосферного воздуха территорий населенных мест.

Заключение

Таким образом, согласно результатам проведенного расчета рассеивания загрязняющих веществ, доказана возможность проведения рекультивации в природоохранном направлении с извлечением скальных пород для дальнейшего использования. Необходимые показатели планировочных решений на участках, подлежащих рекультивации, достигаются с помощью применения машин и механизмов с заданными параметрами на техническом этапе рекультивации.

Планируемые показатели биологического этапа рекультивации достигаются как благодаря посадкам травосмесей и древесно-кустарниковых жизненных форм с учетом природно-климатических и почвенно-экологических условий, так и за счет внедрения мероприятий по повышению эффективности биологического этапа рекультивации с целью приведения нарушенных земель в состояние, близкое к естественному, для восстановления и функционирования природной экосистемы.

Список литературы

1. Antoninova N., Shubina L., Sobenin A., Usmanov A., 2020. Modern aspects of disturbed land reclamation. *E3S WEB OF CONFERENCES. VIII International Scientific Conference "Problems of Complex Development of Georesources"* (PCDG 2020), С. 03019.
2. Корнилков С.В., Антонинова Н.Ю., Шубина Л.А., Собенин А.В., 2020. К вопросу об экологической реабилитации природной экосистемы, нарушенной при отработке Колыванского месторождения. *Горный информационно-аналитический бюллетень*, № 3 – 1, С. 465 – 474.
3. Игнатьева М.Н., Пустохина Н.Г., 2020. Восстановление нарушенных земель – один из критериев устойчивого развития. *Известия Уральского государственного горного университета*, №2 (58), С. 196 – 204.
4. Гуман О.М., Макаров А.Б., Гревцев Н.В., Вегнер-Козлова Е.О., 2020. Особенности инженерно-экологических исследований для рекультивации нарушенных земель в горнодобывающих регионах. *Известия высших учебных заведений. Горный журнал*, № 2, С. 68 – 6.
5. Зеньков И., Ле Хунг Ч., Вокин В., Кирюшина Е., Латынцев А., Кондрашов П., Павлова П., Конов В., Лунев А., Скорнякова С., Маглинец Ю., Раевич К., 2022. Разработка технологии горнотехнической рекультивации при ведении открытых горных работ на месторождениях полиметаллических руд. *Экология и промышленность России*, № 26(1), С. 54 – 59.
6. Комитет Российской Федерации по земельным ресурсам и землеустройству. *Письмо о методике определения размеров ущерба от деградации почв и земель от 29 июля 1994 г. №3-14-2/1139*. URL: <https://legalacts.ru/doc/pismo-roskomzema-ot-29071994-n-3-14-21139-o/?ysclid=ltxvi41eyd787720788> (дата обращения 29.01.2024)
7. Гурьевских О.Ю., Капустин В.Г., Скок Н.В., Янцер О.В., 2016. *Физико-географическое районирование и ландшафты Свердловской области: коллективная монография*. Под редакцией О.Ю. Гурьевских; Урал. гос. пед. ун-т. Екатеринбург, 280 с.
8. Об утверждении методов расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 06 июня 2017 г. № 273. URL: <https://docs.cntd.ru/document/456074826?ysclid=ltxvoi09ib534523944> (дата обращения 23.01.2024)

References

1. Antoninova N., Shubina L., Sobenin A., Usmanov A., 2020. Modern aspects of disturbed land reclamation. *E3S WEB OF CONFERENCES. VIII International Scientific Conference "Problems of Complex Development of Georesources"* (PCDG 2020), P. 03019.
2. Kornilkov S.V., Antoninova N.Yu., Shubina L.A., Sobenin A.V., 2020. K voprosu ob ekologicheskoi reabilitatsii prirodnoi ekosistemy, narushennoi pri otrabotke Kolyvanskogo mestorozhdeniya [On the issue of ecological rehabilitation of the natural ecosystem disrupted during the development of the Kolyvan deposit]. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'*, № 3 – 1, P. 465 – 474.
3. Ignat'eva M.N., Pustokhina N.G., 2020. Vosstanovlenie narushennykh zemel' – odin iz kriteriev ustoichivogo razvitiya [Restoration of disturbed lands as one of the criteria for sustainable development]. *Izvestiya Ural'skogo gosudarstvennogo gornogo universiteta*, №2 (58), P. 196 – 204.
4. Guman O.M., Makarov A.B., Grevtsev N.V., Vegner-Kozlova E.O., 2020. Oso-bennosti inzhenerno-ekologicheskikh issledovaniy dlya rekul'tivatsii narushennykh zemel' v gornodobyvayushchikh regionakh [Features of engineering and environmental studies for the reclamation of disturbed lands in mining regions]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Gornyi zhurnal*, № 2, S. 68 – 6.
5. Zen'kov I., Le Khung Ch., Vokin V., Kiryushina E., Latyntsev A., Kondrashov P., Pavlova P., Konov V., Lunev A., Skornyakova S., Maglinets Yu., Raevich K., 2022. Razrabotka tekhnologii gornotekhnicheskoi rekul'tivatsii pri vedenii otkrytykh gornykh rabot na mestorozhdeniyakh polimetallicheskikh rud [Development of reclamation technology during open-pit mining operations in polymetallic ore deposits]. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*, № 26(1), P. 54 – 59.
6. Komitet Rossiiskoi Federatsii po zemel'nym resursam i zemleustroistvu. Pis'mo o metodike opredeleniya razmerov ushcherba ot degradatsii pochv i zemel' ot 29 iyulya 1994 g. №3-14-2/1139 . [Committee of the Russian Federation on Land Resources and Land Management. Letter on the methodology for determining the extent of damage from soil and land degradation]. URL: <https://legalacts.ru/doc/pismo-roskomzema-ot-29071994-n-3-14-21139-o/?ysclid=ltxvi41eyd787720788> (data obrashcheniya 29.01.2024)
7. Gur'evskikh O.Yu., Kapustin V.G., Skok N.V., Yantser O.V., 2016. Fiziko-geograficheskoe raionirovanie i landshafty Sverdlovskoi oblasti: kollektivnaya monografiya [Physico-geographical zoning and landscapes of the Sverdlovsk region: a collective monograph]. Pod redaktsiei O.Yu. Gur'evskikh; Ural. gos. ped. un-t. Ekaterinburg, 280 p.
8. Ob utverzhdenii metodov raschetov rasseivaniya vybrosov vrednykh (zagryaznyayushchikh) veshchestv v atmosfernom vozdukh [On approval of calculation methods for the dispersion of emissions of harmful (polluting) substances in the atmospheric air]. *Prikaz Ministerstva prirodnnykh resursov i ekologii Rossiiskoi Federatsii* ot 06 iyunya 2017 g. № 273. URL: <https://docs.cntd.ru/document/456074826?ysclid=ltxvoi09ib534523944> (data obra-shcheniya 23.01.2024)



**ГЕОТЕХНИКА ДЛЯ ОТКРЫТОЙ, ПОДЗЕМНОЙ И КОМБИНИРОВАННОЙ
ОТРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

УДК 622.73:621.926

Журавлев Артем Геннадиевич

кандидат технических наук,
заведующий лабораторией
транспортных систем карьеров и геотехники,
Институт горного дела УрО РАН,
620075, Екатеринбург,
ул. Мамина-Сибиряка, д. 58
e-mail: juravlev@igduran.ru

Глебов Игорь Андреевич

научный сотрудник,
лаборатория транспортных
систем карьеров и геотехники,
Институт горного дела УрО РАН
e-mail: glebov@igduran.ru

Черепанов Владимир Александрович

научный сотрудник,
лаборатория транспортных
систем карьеров и геотехники,
Институт горного дела УрО РАН,
e-mail: transport@igduran.ru

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕГЛАМЕНТАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ РУДОРАЗМОЛЬНЫХ МЕЛЬНИЦ

Аннотация:

В последнее 10-летие на горнодобывающих предприятиях России интенсифицировался процесс наращивания производительности по выпуску готовой продукции, что влечет за собой как модернизацию, так и мобилизацию резервов производительности имеющегося на обогатительных фабриках оборудования. В этих условиях важным становится формирование такой системы их технической эксплуатации, которая обеспечила бы выполнение вышеуказанных задач. В статье представлены результаты выполненной работы по обоснованию параметров системы технической эксплуатации мощных рудоразмольных мельниц. Отражены выявленные специфические методические аспекты и основные закономерности, а также результаты анализа нормативной документации. Установлено, что требуется разработка актуальных нормативно-справочных документов, обеспечивающих формирование эффективной системы технической эксплуатации мельничного оборудования горнодобывающих предприятий. Представлены результаты разработки методического подхода к обоснованию рациональной структуры ремонтного цикла для мельниц, обеспечивающего минимизацию простоев мельниц в ТОиР, в т.ч. за счет адаптации к конкретным условиям эксплуатации (физико-механические свойства руды, технологическая схема дробильно-измельчительного производства и др.). Сформулирована рациональная структура регламента технического обслуживания и ремонтов тяжелых рудоразмольных мельниц.

Ключевые слова: мельницы рудоразмольные, система технической эксплуатации, регламент технического обслуживания и ремонта, ремонтный цикл, мельницы.

DOI: 10.25635/2313-1586.2024.01.068

Zhuravlev Artem G.

Candidate of Technical Sciences,
Head of Laboratory of transport systems
and geomechanics,
Institute of Mining, Ural Branch of RAS,
620075 Ekaterinburg, 5
8 Mamina-Sibiryaka Str.,
e-mail: juravlev@igduran.ru

Glebov Igor A.

Scientific Researcher,
Laboratory of transport systems
and geomechanics,
Institute of Mining, Ural Branch of RAS
e-mail: i.glebov@igduran.ru

Cherepanov Vladimir A.

Scientific Researcher,
Laboratory of transport systems
and geomechanics,
Institute of Mining, Ural Branch of RAS
e-mail: transport@igduran.ru

METHODOLOGICAL ASPECTS OF REGULATION OF MAINTENANCE SYSTEM FOR ORE-GRINDING MILLS

Abstract:

Over the last 10 years, Russian mining enterprises have intensified the process of increasing productivity in the production of finished products, which entails both modernization and mobilization of productivity reserves of equipment available at processing plants. Under these conditions, it becomes important to form a system for their technical operation (maintenance system) that would ensure the fulfillment of the above tasks. The article presents the results of the work performed to substantiate the parameters for the technical operation system of powerful ore grinding mills. The identified specific methodological aspects and basic patterns are reflected, as well as the results of the analysis of regulatory documentation. It has been established that the development of up-to-date regulatory and reference documents is necessary to ensure the formation of an effective system for the technical operation of mill equipment at mining enterprises. The results of the development of a methodological approach to substantiate the rational structure of the repair cycle for mills, ensuring the minimization of mill downtime during maintenance and repair, including due to adaptation to specific operating conditions (physical and mechanical properties of ore, technological scheme of crushing and grinding production, etc.). A rational structure for the maintenance and repair regulations for ore-grinding mills has been formulated.

Key words: ore-grinding mills, maintenance system, maintenance schedule, repair cycle, mills.

Введение

Тяжелые рудоразмольные мельницы являются одним из основных видов оборудования дробильно-обогащительных фабрик, а повышение показателей их работы, например, коэффициента технического использования по ГОСТ 18322-2016 [1] и ГОСТ Р 27.102-2021 [2] (ранее применялся термин «коэффициент технической готовности»), обеспечивает заметное снижение расходов на их эксплуатацию и резерв увеличения производительности предприятия в целом.

Фактическая производительность мельниц зависит от многих факторов, в числе которых:

- физико-механические свойства измельчаемого материала (крупность, крепость, твердость, абразивность и т.д.);
- крупность питания (гранулометрический состав подаваемой руды);
- требования, предъявляемые к продукту измельчения;
- условия работы (количество и размерный состав загрузки мелющих тел, технологическая схема измельчения и другие факторы). Поэтому производительность мельниц может колебаться в широких пределах, и эта особенность должна учитываться при выборе мельниц при проектировании их применения;
- техническое состояние оборудования (зависит от уровня системы технического обслуживания и ремонтов, реализуемой на конкретном предприятии, от качества поставляемых запасных частей, от квалификации персонала и др.).

Повышение производительности оборудования не может ограничиваться только установкой новых более мощных машин. Соответствующим образом должна настраиваться система его технической эксплуатации. Неотъемлемая часть качественного сопровождения жизненного цикла горного оборудования – наличие комплектов эксплуатационной документации, в том числе регламентирующей ремонт и обслуживание горной техники на эксплуатирующем предприятии [3 – 5].

Под системой технической эксплуатации понимается совокупность организационно-управленческой структуры, инфраструктуры и логистических ресурсов всех видов, эксплуатационной и ремонтной документации, обеспечивающая работоспособное состояние и техническую готовность мельницы к использованию по назначению [6] (авторы используют определение «системы технической эксплуатации» по ГОСТ Р 53394-2009 [6] как более подходящее к теме данной статьи и не противоречащее определению в действующем ГОСТ Р 53394-2017 [7]).

Система технической эксплуатации, включающая техническое обслуживание и ремонты (ТОиР), является важной составляющей бесперебойной работы предприятий, а обеспечение надежности и достижение высокой производительности оборудования непосредственно связано с его своевременным и правильным обслуживанием. Созданная в 60 – 80-е годы нормативная база по ТОиР мельниц требует пересмотра и актуализации в связи с планомерным совершенствованием машин, повышением их производительности. Кроме того, в связи с интенсификацией горного производства повышаются требования к минимизации продолжительности выполнения ремонтов и повышению межремонтных интервалов.

Решение таких задач возможно во взаимосвязи с изменением конструктивно-эксплуатационных параметров мельниц. Так, например, увеличить срок службы футеровок возможно за счет увеличения их толщины и/или замены материала, из которого они изготавливаются, а также опосредованно при изменении характера потока материала по футеровкам, а продлить срок службы зубчатых передач – внедрением конструктивных решений для улучшения их центровки, компенсации ударных нагрузок и увеличения типоразмера зубьев и т.п.

Опыт выполненных исследований при разработке Регламентов ТОиР на рудоразмольные мельницы, выпускаемые ПАО «Уралмашзавод», выявил необходимость разработки специализированных методических основ по регламентации системы тех-

нической эксплуатации мощных рудоразмольных мельниц. Представленное исследование посвящено выявлению основных аспектов этой проблемы.

Методы

Проведен анализ имеющейся нормативной базы прежних лет [8 – 10] (отметим, что она требует актуализации). Эти данные использованы в качестве базы для определения ориентировочных закономерностей, использованных в дальнейшем при оценке неполных и разрозненных данных.

Для обоснованного формирования ремонтных циклов с учетом различных горно-геологических и организационно-технологических условий эксплуатации мельниц выполнен сбор и анализ фактических данных на ряде действующих горнодобывающих предприятий:

- принятая структура ТОиР;
- организация работ по ТОиР на предприятии, фактическая трудоемкость и последовательность операций;
- критерии предельного износа узлов и деталей при ремонтах, виды и методы диагностики;
- фактический расход запасных частей, фактический срок службы основных элементов (деталей);
- данные о характеристиках измельчаемого материала.

Выполнена статистическая обработка собранных данных, их анализ, сравнение с требованиями из нормативных источников, обобщение (с учетом разделения по условиям эксплуатации) для формирования итоговых регламентов на техническое обслуживание и ремонт, прежде всего – формирования ремонтных циклов.

Оценка работоспособности узлов и деталей мельниц выполнялась комплексно: сопоставлением статистических данных о фактических сроках службы узлов и деталей на горнодобывающих предприятиях, результатов расчетов нагрузок, а также анализа особенностей нагружения и изнашивания по трехмерным моделям узлов мельниц.

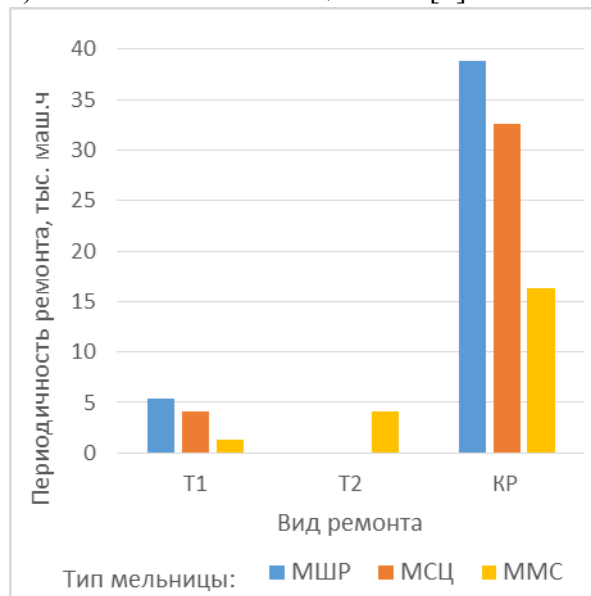
Результаты исследований

Анализ научно-технической литературы показал, что за последние десятилетия не проводилось системных исследований по методике обоснования параметров систем технической эксплуатации для рудоразмольных мельниц. Известны исследования, направленные на оптимизацию ремонтных работ [4, 11 – 12], развитие методов восстановления деталей горного оборудования [13 – 16]; часть работ посвящена применению моделирования для целей прогнозирования скорости и степени износа узлов и деталей дробильного и размольного оборудования [17 – 19]. Другим направлением для исследований являются обоснование параметров отдельных элементов системы технической эксплуатации или анализа достигнутых показателей, а также разработка регламентов технического обслуживания и ремонта дробильно-размольного оборудования для конкретных предприятий [3, 20 – 21].

Таким образом, отправной точкой при рассмотрении методических аспектов построения системы технической эксплуатации рудоразмольных мельниц могут служить принятые ранее (в настоящее время не носят обязательного характера) нормативы по техническому обслуживанию и ремонту [8 – 10]. Их анализ показал, что нормативная периодичность ремонта зависит как от типа мельниц, так и от их расположения в технологической схеме. Так, для мельниц, эксплуатируемых на II и III стадиях измельчения, срок службы быстроизнашиваемых деталей и, соответственно, периодичность ремонтов увеличиваются в 1,2 – 1,3 раза. На рис. 1 представлена нормативная периодичность для мельниц с металлической футеровкой, эксплуатируемых на I стадии измельчения. Нормативы, а также практика эксплуатации подтверждают, что при применении резиновой футеровки требуемая периодичность ремонтов возрастает до 2 раз, а их продолжительность до 2 раз может снижаться. Тип мельницы в сфере черной металлургии

мало влияет на периодичность плановых ремонтов, а вот в цветной металлургии периодичность ремонтов для мельниц стержневых и мельниц мокрого самоизмельчения ниже. Это объясняется характерными для той и другой горно-металлургической подотрасли особенностями применения мельниц в технологических схемах, которые определяют скорость износа футеровок.

а) Согласно ППР Минцветмет [9]



б) Согласно ВНТП Минчермет [8]

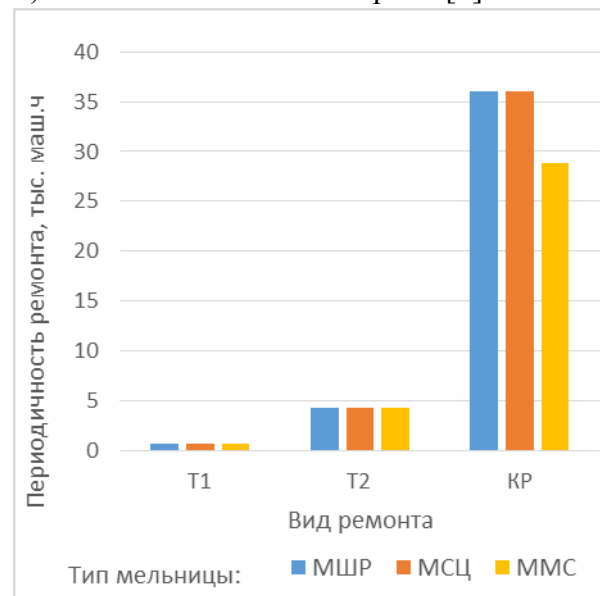


Рис. 1. Нормативная периодичность по видам ремонтов для разных типов мельниц согласно некоторым справочным документам [8 – 9]

Существенное влияние на периодичность ремонтов оказывает прочность и абразивность горных пород. Так, на рис. 2 приведена закономерность изменения периодичности плановых текущих ремонтов в зависимости от крепости пород (в данном случае учитывалось, что вместе с крепостью пропорционально возрастает и периодичность). Левая часть графика ограничивается коэффициентом периодичности 1,5 – 1,6, поскольку, несмотря на снижение крепости, абразивность пород не снижается менее базового наиболее характерного значения (специфические виды сверхмалоабразивных горных пород в данном случае не рассматриваются). Правая часть графика, как правило, не снижается менее 0,45 – 0,5, поскольку породы особо высокой крепости и абразивности – редкое явление.

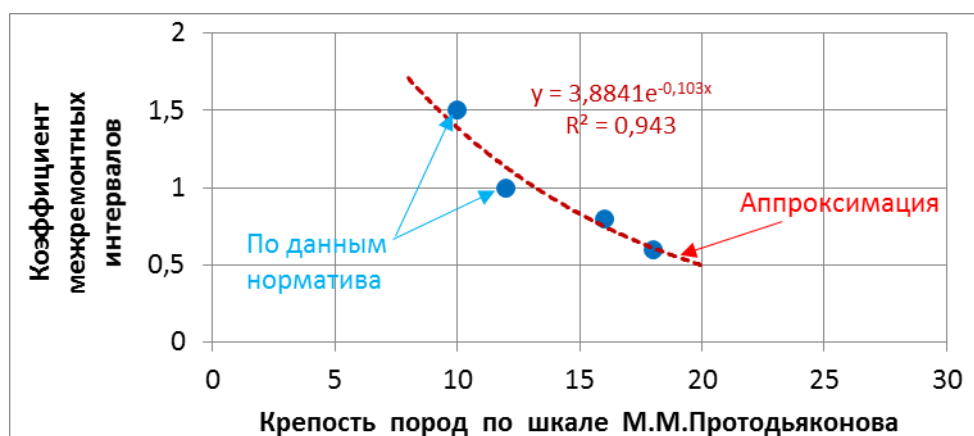


Рис. 2. Закономерность периодичности плановых текущих ремонтов мельничного оборудования, аппроксимированная по данным [9]

Современные данные о фактической периодичности ремонтов мельниц на горнодобывающих предприятиях в целом подтверждают данную закономерность (рис. 3, табл. 1): чем выше прочность и абразивность пород, тем меньше межремонтный интервал, больше количество ремонтов и, соответственно, ниже коэффициент технического использования мельниц. Однако имеется ряд особенностей, заключающихся в следующем:

- межремонтный интервал на II и особенно III стадиях измельчения меньше зависит от прочности пород и больше от абразивности, поскольку с уменьшением размера частиц происходит вскрытие зерен, которые обладают абразивностью, но за счет их малой массы вызывают меньший ударный износ;
- для ряда горных пород с особо абразивными зернами по мере продвижения по стадиям измельчения в технологической цепочке и вскрытия зерен износ футеровок увеличивается, и коэффициент технического использования мельниц может не возрастать относительно мельниц I стадии;
- ряд горных пород со специфическими реологическими свойствами вызывает повышенный износ футеровок мельниц на I стадии за счет более сильного ударного воздействия при повышенных упругих свойствах;
- на предприятиях с особо высокой абразивностью руд службами по эксплуатации принимаются меры по продлению срока службы футеровок (например, наплавка дополнительных металлических элементов в местах наибольшего износа, установка быстросъемных элементов, заменяемых оперативно в периоды кратковременных ТО и т.п.).

Из табл. 1 видно, что, несмотря на теоретическую целесообразность дифференциации периодичности и продолжительности ремонтов для разных типоразмеров мельниц (например, см. рис. 1), на практике ремонтный цикл для конкретных обогащенных производств формируется с учетом совмещения ремонтов мельниц во времени со смежным оборудованием, поэтому для некоторых разных по размеру мельниц периодичность и продолжительность ремонта принята одинаковой.

Еще одной важной особенностью формирования ремонтного цикла для мощных рудоразмольных мельниц в условиях высокопроизводительных производств является необходимость его адаптации к конкретным условиям с целью максимально возможного увеличения межремонтного интервала и по возможности полного использования ресурса деталей и быстроизнашиваемых частей. Разработан соответствующий алгоритм, обеспечивающий решение данной задачи:

- обеспечивается прогнозирование и нормирование срока службы основных деталей мельницы (по данным статистики наработки до износа в условиях данного производства и/или расчетов);
- выполняется ранжирование деталей по срокам службы от наименьшего к наибольшему;
- производится группировка сроков службы по интервалам, соответствующим межремонтным интервалам по видам ТОиР (группировка осуществляется по вариантам, определяемым экспертным и расчетным методом, для разного количества видов ремонтов и их периодичности);
- выполняется анализ ремонтных циклов, которые формируются на основе вышеуказанных интервалов, отбрасываются нерациональные;
- выполняется расчет и построение ремонтных циклов по оставшимся вариантам; осуществляется их оценка по эксплуатационным показателям: расчетный коэффициент технического использования (см. рис. 3), расходы на ТОиР машины или группы машин с учетом расходов на выполнение работ и заменяемые части и расходные материалы, потери от простоев оборудования в ремонтах и т.п.

Таблица 1

Параметры ремонтных циклов рудоразмольных мельниц, применяемых на некоторых горнодобывающих предприятиях России

Предприятие 1 (медная руда)								Предприятие 2 (железные руды)										Предприятие 3 (высокоабразивные крепкие железные руды)									
Типораз- мер мель- ницы	Стадия	ТО		Ремонт текущ.		Ремонт на стен- де		Типоразмер мельницы	Стадия	ТО		Т1		Т2		Ремонт на стен- де		Типоразмер мельницы	Стадия	ТО		Т1		Т2		КР	
		Период-ть, сут.	Продолж-ть, ч	Период-ть, мес.	Продолж-ть, ч	Период-ть, мес.	Продолж-ть, ч			Период-ть, сут.	Продолж-ть, ч	Период-ть, мес.	Продолж-ть, ч	Период-ть, мес.	Продолж-ть, ч	Период-ть, сут.	Продолж-ть, ч			Период-ть, мес.	Продолж-ть, ч	Период-ть, мес.	Продолж-ть, ч	Период-ть, мес.	Продолж-ть, ч		
МСЦ 3,85×4,5	I	10	1	1	36	8	48	МСЦ 3,6×4,5	I	10	1	4	8	6	12 0	18	112	МШЦ(У) 55×65 I	I	7	1,75	2	11	9	120	84	360
МШЦ 3,6×5	II	10	1	1	36	26	48	МШЦ 3,6×4,5	II	10	1	4	8	6	12 0	33	112	МШЦ(У) 55×65 II	II	7	1,75	2	11	26	120	98	360
МШЦ 3,85×5	III	10	1	1	36	35	48	МШЦ 3,6×5	III	10	1	4	8	6	12 0	55	112										

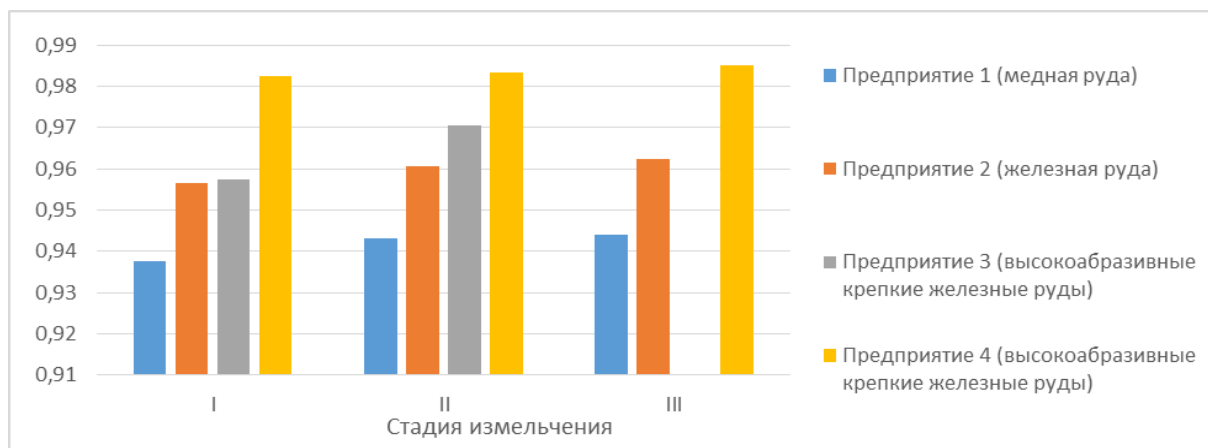


Рис. 3. Расчетный плановый коэффициент технического использования мельниц по некоторым горнодобывающим предприятиям (без учета аварийных ремонтов)

Такой подход проиллюстрирован на рис. 4. В данном случае периодичность ТЗ выбрана с интервалом 1 год, детали с большими сроками службы заменяются при последующих Т2 или Т3, ближайших к моменту окончания ресурса. Капитальный ремонт назначается с учетом ресурса базовых деталей и узлов до восстановительного ремонта. Нередко данный срок определяется с учетом необходимости восстановления фундаментных или смежных мощных несущих конструкций.

Несмотря на расчетный срок службы (в том числе определяемый экспериментально или по итогам первичной промышленной эксплуатации) периодичность ремонтов должна формироваться по календарному времени эксплуатации (или машино-часам) и, как правило, кратно видам ремонтов низшего уровня для возможности составления равномерного графика ремонтов, гарантирующего безаварийную работу мельницы в межремонтный период. Поэтому ресурс некоторых деталей не вырабатывается в полной мере.

Это служит основой для завода-изготовителя по совершенствованию конструкции мельницы, чтобы повысить ее эксплуатационные качества в конкретных условиях эксплуатации, например применить футеровку, улиты, быстроизнашиваемые элементы большей толщины или из более износостойких материалов и т.п., что позволило бы увеличить периодичность ремонтов Т1, что автоматически продлило бы межремонтный период Т2 и Т3, позволяя полностью вырабатывать ресурс деталей привода и повысить коэффициент технического использования, обеспечив снижение затрат на эксплуатацию.

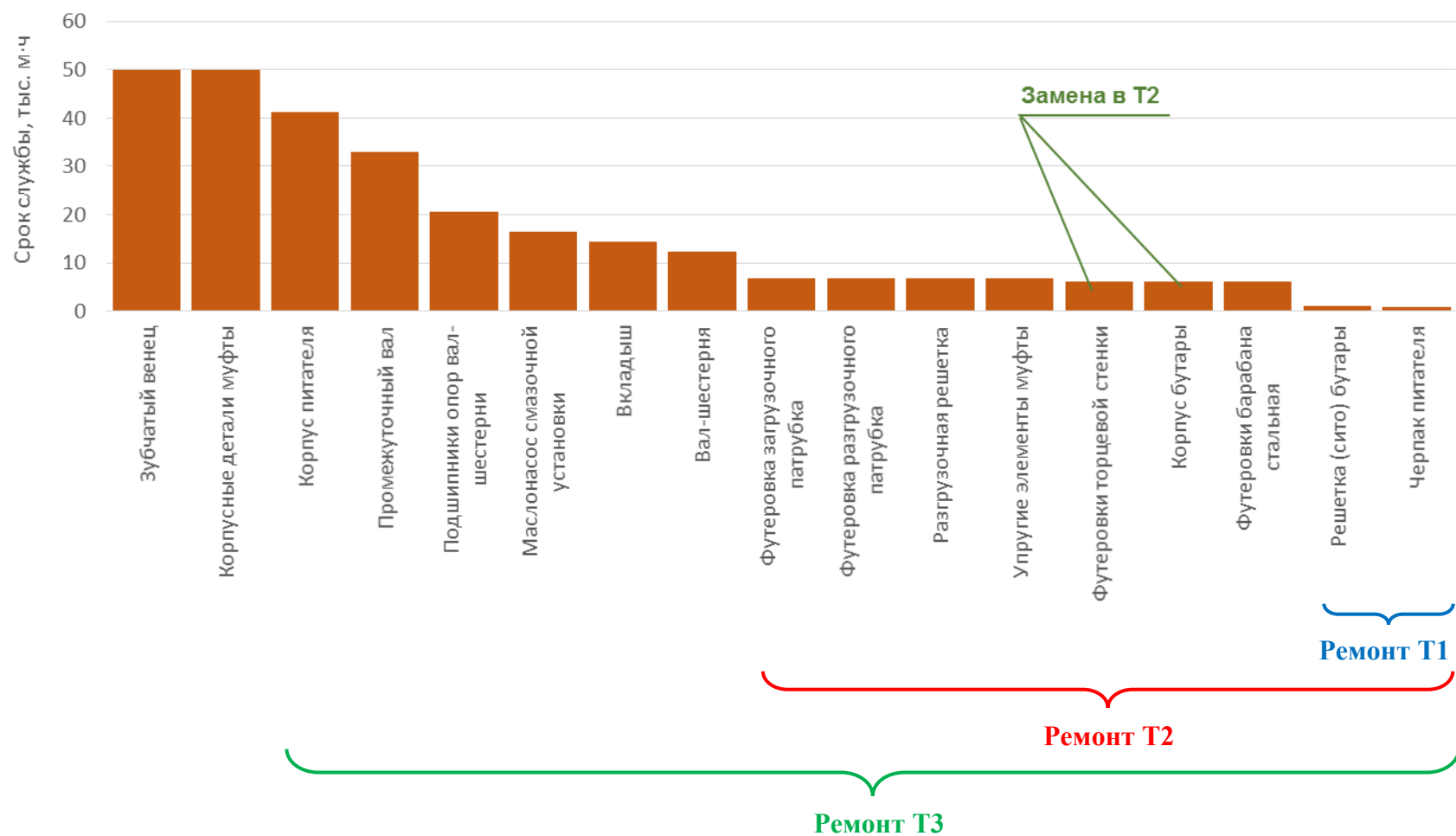


Рис. 4. Сопоставление сроков службы основных узлов и деталей мельниц и предварительное определение периодичности ремонтов для мельниц типа МШЦ-5950×6700 при переработке высокоабразивных крепких железных руд

Вышеуказанные методические принципы положены в основу при разработке регламентов технического обслуживания и ремонтов, выполненных ИГД УрО РАН по заказу ПАО «Уралмашзавод» для серии крупных мельниц. По итогам сопоставления нормативно-справочной литературы, практики организации ТОиР на горнодобывающих предприятиях, а также оптимизации содержания наработанных материалов разработана рациональная структура регламента технического обслуживания и ремонтов тяжелых рудоразмольных мельниц, включающая:

- 1) особенности устройства мельниц по видам и конструкциям, влияющие на организацию и выполнение ТОиР;
- 2) рациональную типовую структуру ремонтного цикла мельниц с дифференциацией их по условиям эксплуатации;
- 3) разработанный в соответствии с рациональной структурой ремонтного цикла и сроками службы узлов и деталей перечень мероприятий по ТОиР мельниц МШЦ, МСЦ, МШР, МПСИ, включая техническое обслуживание (ТО), текущие ремонты (Т1, Т2, Т3 и др.), капитальный ремонт (КР), учитывающий периодичность замены, сроки службы, перечень и количество заменяемых деталей, сведения о численности и квалификации обслуживающего персонала, а также трудозатраты выполнения операций ТОиР;
- 4) средний срок службы основных узлов и деталей мельниц для разных условий эксплуатации и критерии их выбраковки;
- 5) анализ возможных ошибочных действий персонала, которые могут привести к инциденту или аварии. Необходимые действия персонала в случае инцидента, критического отказа или аварии;
- 6) требования к безопасной эксплуатации, в том числе электробезопасности, при проведении ремонтных работ и обслуживании;
- 7) типовые технологические карты технического обслуживания мельниц;
- 8) типовые технологические карты разборки, сборки и ремонта основных узлов мельниц с пооперационным указанием требуемого количества персонала по специальностям и квалификации, а также нормативных значений трудозатрат;
- 9) перечень инструмента, оснастки и оборудования для выполнения работ по ТОиР;
- 10) типовые карты строповки основных узлов и агрегатов при выполнении грузоподъемных работ.

Учитывая развитие конструкций мельниц ПАО «Уралмашзавод» и совершенствование технологий ремонта, современные регламенты должны сопровождаться пооперационными типовыми технологическими картами технического обслуживания и ремонта мельниц. Они позволяют не только правильно выполнять ремонт, обеспечивая предусмотренный изготовителем уровень функционирования, но и спланировать потребность в инструментах, приспособлениях и материалах, а также ремонтных стендах, грузоподъемном оборудовании и такелажной оснастке. Все технологические карты в регламентах ТОиР снабжены качественными иллюстрациями, раскрывающими как внутреннее устройство мельниц, так и правильный порядок выполнения разборки, сборки и ремонта узлов, что позволяет эффективно обучать персонал горнодобывающих предприятий, обеспечивая высокий уровень знаний, и в конечном итоге ведет к качественной технической эксплуатации оборудования, его надежной и высокопроизводительной работе. Точность отображения устройства мельниц обеспечивается моделированием в современном программном комплексе для трехмерного моделирования («КОМПАС 3D»).

Выводы

1. Требуют разработки современные документы, нормирующие параметры системы технической эксплуатации рудоразмольных мельниц для горнодобывающих

предприятий. Они должны учитывать дифференциацию ремонтных циклов и сроков службы основных узлов и деталей в зависимости от прочности и абразивности руд, а также специфических их свойств, места мельницы в технологической схеме, типов применяемых футеровок и т.п. За основу может быть взят ряд базовых подходов и закономерностей, изложенных в аналогичных нормативах 1970 – 1980-х годов.

2. Особенности разработанного методического подхода к нормированию параметров системы технической эксплуатации:

- назначенные сроки службы узлов и деталей, а также структура ремонтного цикла должны учитывать дифференциацию в зависимости от условий эксплуатации мельниц, в т.ч. физико-механических свойств перерабатываемых горных пород;

- исходные параметры должны строиться на основе фактических данных по эксплуатации и ТОиР мельниц, а недостающие показатели рассчитываются исходя из математической модели механизма изнашивания, а при отсутствии достаточного количества данных для такой модели – на смежных данных методами экстраполяции и интерполяции.

3. Дальнейшим развитием разработанного методического подхода может быть разработка и внедрение автоматизированной системы поддержки технической эксплуатации мельниц, учитывающей как уже полученные научно-обоснованные алгоритмы и решения, так и дополнительные методики.

Список литературы

1. ГОСТ 18322-2016. Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения = Maintenance and repair system of engineering. Terms and definitions: межгосударственный стандарт: издание официальное: принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 22 ноября 2016 г. № 93-П): дата введения 1.09.2017. Разработан Федеральным государственным бюджетным учреждением науки Институтом систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук (ИСЭМ СО РАН). Москва: Стандартинформ, 2017, 16 с.

2. ГОСТ Р 27.102-2021. Надежность в технике. Надежность объекта. Термины и определения = Dependability in technics. Dependability of item. Terms and definitions: дата введения 01.01.2022: утвержден 8.10.2021. Москва: Российский институт стандартизации, 2021, 40 с.

3. Журавлев А.Г., Чендырев М.А., Глебов И.А., Черепанов В.А., 2020. Методический подход к разработке регламентов технического обслуживания и ремонта дробильного оборудования горнодобывающих предприятий. *Горный информационно-аналитический бюллетень*, № 3 – 1, С. 543 – 556. DOI: // 10.25018/0236-1493-2020-31-0-543-556

4. Андреева Л.И., Красникова Т.И., Ушаков Ю.Ю., 2019. Методология формирования эффективной системы обеспечения работоспособности горной техники. *Известия вузов. Горный журнал*, № 5, С. 92 – 106. DOI: 10.21440/0536-1028-2019-5-92-106

5. Журавлев А.Г., Черепанов В.А., Чендырев М.А. и др., 2020. Научно-техническое сопровождение при разработке регламентов на техническое обслуживание и ремонт дробилок. *Проблемы недропользования*, № 2(25), С. 50 – 59. DOI 10.25635/2313-1586.2020.02.050.

6. ГОСТ Р 53394-2009. Интегрированная логистическая поддержка. Основные термины и определения = Integrated Logistic Support. Terms and Definitions: утвержден и введен в действие приказом Росстандарта №395-ст от 14.09.2009: дата введения 01.07.2010. Москва: Стандартинформ, 2010, 23 с.

7. ГОСТ Р 53394-2017. Интегрированная логистическая поддержка. Термины и определения = Integrated Logistic Support. Terms and Definitions: утвержден и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метро-

- логии №109-ст от 10.03.2017: дата ведения 01.07.2017. Москва: Стандартинформ, 2018, 14 с.
8. *Нормы технологического проектирования горнодобывающих предприятий черной металлургии с открытым способом разработки*. ВНТП 13-1-86: утверждены Министерством черной металлургии СССР 11.03.86 № 10-187. ГИПРОРУДА; рук. работы С.Б. Рубинштейн. Ленинград, 1986, 264 с.
9. *Положение о планово-предупредительных ремонтах оборудования и транспортных средств на предприятиях Министерства цветной металлургии СССР*: утверждено 06.10.1981. Министерство цветной металлургии СССР. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Недра, 1984, 176 с.
10. *Положение о планово-предупредительных ремонтах (ППР) механического оборудования предприятий черной металлургии СССР*. 2-е изд. Тула: ВНИИОчермет, 1973, 371 с.
11. Андреева Л.И., 2021. Выбор стратегии ремонтного обслуживания горной техники. *Известия высших учебных заведений. Горный журнал*, № 4. – С. 83 – 91. DOI 10.21440/0536-1028-2021-4-83-91
12. Бойко П.Ф., 2017. *Технологические методы повышения эффективности ремонта и работы дробильно-измельчительного оборудования*: специальность 05.02.08 «Технология машиностроения» ... дис. на соискание ученой степени доктора технических наук Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова - (филиал) Национального исследовательского технологического университета «МИСиС». Москва, 354 с.
13. Бойко П.Ф., Титиевский Е.М., Тимирязев В.А., 2017. Технологические особенности эксплуатации, ремонта, восстановления и модернизации конусных дробилок большой единичной мощности. *Горный журнал*, № 4, С. 71 – 75. DOI 10.17580/gzh.2017.04.14
14. Бойко П.Ф., Тимирязев В.А., Хостикоев М.З., Данилов И.К., 2018. Применение мобильного многоцелевого станка для восстановления отверстий в крупногабаритных деталях без их демонтажа. *СТИН*, № 11, С. 25 – 29.
15. Коротков В.А., Липатов А.Г., Веснин А.М., 2015. Инновационные технологии ремонтного восстановления и продления срока службы деталей и узлов горно-обогатительного оборудования. *Горный журнал*, № 8, С. 83 – 87, DOI 10.17580/gzh.2015.08.17
16. Andreeva L., Abramov S., 2023. Methods of mining machine components reconditioning and hardening by means of concentrated energy fluxes. *Известия высших учебных заведений. Горный журнал*, No. 1, P. 7 – 15. DOI: 10.21440/0536-1028-2023-1-7-15
17. Липатов А.Г., Конюшевский А.В., Зудов А.А., Черепанов В.А., 2021. Комплексный анализ технического состояния мельничного оборудования обогатительной фабрики Стойленского ГОКа на основе компьютерного моделирования и неразрушающего контроля. *Горный журнал*, № 6, С. 65 – 71. DOI: 10.17580/gzh.2021.06.04
18. Dandotiya R., Lundberg J., 2012. Economic model for maintenance decision: a case study for mill liners. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, T. 18, №. 1, pp. 79 – 97.
19. Pilch R., 2017. Determination of preventive maintenance time for milling assemblies used in coal mills. *Journal of Machine Construction and Maintenance Problemy Eksploatacji*, no.1, pp. 81 – 86.
20. Липатов А.Г., Фурин В.О., Холодков А.А., Журавлёв А.Г., 2023. Инновационные решения в повышении эффективности крупного дробления железорудных горно-обогатительных комбинатах. *Горная промышленность*, № 3, С. 93 – 100. DOI 10.30686/1609-9192-2023-3-93-100

21. Shahin A., Pourjavad E., Shirouyehzad H., 2012. Selecting optimum maintenance strategy by analytic network process with a case study in the mining industry. *International Journal of Productivity and Quality Management*, T. 10, №. 4, pp. 464 – 483.

References

1. GOST 18322-2016. Sistema tekhnicheskogo obsluzhivaniya i remonta tekhniki. Terminy i opredeleniya = Maintenance and repair system of engineering. Terms and definitions: mezh-gosudarstvennyi standart: izdanie ofitsial'noe: prinyat Mezhsosudarstvennym sove-tom po standartizatsii, metrologii i sertifikatsii (protokol ot 22 noyabrya 2016 g. № 93-P): data vvedeniya 1.09.2017. Razrabotan Federal'nym gosudarstvennym byudzhetnym uchrezhdeniem nauki Institutom sistem energetiki im. L.A. Melent'eva Sibirskogo otdeleniya Rossiiskoi akademii nauk (ISEM SO RAN). Moscow: Standartinform, 2017, 16 p.
2. GOST R 27.102-2021. Nadezhnost' v tekhnike. Nadezhnost' ob"ekta. Terminy i opredeleniya = Dependability in technics. Dependability of item. Terms and definitions: data vvedeniya 01.01.2022: utverzhden 8.10.2021. Moscow: Rossiiskii institut standar-tizatsii, 2021, 40 p.
3. Zhuravlev A.G., Chendyrev M.A., Glebov I.A., Cherepanov V.A., 2020. Metodicheskie podkhod k razrabotke reglamentov tekhnicheskogo obsluzhivaniya i remonta drobil'nogo oborudovaniya gornodobyvayushchikh predpriyatii [Methodical approach to the development of regulations for the maintenance and repair of crushing equipment of mining enterprises]. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'*, № 3 – 1, P. 543 – 556. DOI: // 10.25018/0236-1493-2020-31-0-543-556
4. Andreeva L.I., Krasnikova T.I., Ushakov Yu.Yu., 2019. Metodologiya formirovaniya effektivnoi sistemy obespecheniya rabotosposobnosti gornoj tekhniki [Methodology for the formation of an effective system for ensuring the operability of mining equipment]. *Izvestiya vuzov. Gornyi zhurnal*, № 5, S. 92 – 106. DOI: 10.21440/0536-1028-2019-5-92-106
5. Zhuravlev A.G., Cherepanov V.A., Chendyrev M.A. i dr., 2020. Nauchno-tekhnicheskoe soprovozhdenie pri razrabotke reglamentov na tekhnicheskoe obsluzhivanie i remont drobilok [Scientific and technical support in the development of regulations for the maintenance and repair of rock breakers]. *Problemy nedropol'zovaniya*, № 2(25), P. 50 – 59. DOI 10.25635/2313-1586.2020.02.050.
6. GOST R 53394-2009. Integrirovannaya logisticheskaya podderzhka. Osnovnye terminy i opredeleniya = Integrated Logistic Support. Terms and Definitions: utverzhden i vveden v deistvie prikazom Rosstandarta №395-st ot 14.09.2009: data vedeniya 01.07.2010. Moscow: Standartinform, 2010, 23 p.
7. GOST R 53394-2017. Integrirovannaya logisticheskaya podderzhka. Terminy i opredeleniya = Integrated Logistic Support. Terms and Definitions: utverzhden i vveden v deistvie prikazom Federal'nogo agentstva po tekhnicheskomu regulirovaniyu i metrologii №109-st ot 10.03.2017: data vedeniya 01.07.2017. Moscow: Standartinform, 2018, 14 p.
8. Normy tekhnologicheskogo proektirovaniya gornodobyvayushchikh predpriyatii chernoi metallurgii s otkrytym sposobom razrabotki . [Norms of technological design of mining enterprises of black metallurgy with an open method of development]. VNTP 13-1-86: utverzhdeny Ministerstvom chernoi metallurgii SSSR 11.03.86 № 10-187. GIPRORUDA; ruk. raboty S.B. Rubinshtein. Leningrad, 1986, 264 p.
9. Polozhenie o planovo-predupreditel'nykh remontakh oborudovaniya i transportnykh sredstv na predpriyatiyakh Ministerstva tsvetnoi metallurgii SSSR [Regulations on scheduled preventive repairs of equipment and vehicles at enterprises of the Ministry of Non-ferrous Metallurgy of the USSR]: utverzhdeno 06.10.1981. Ministerstvo tsvetnoi metallurgii SSSR. 2-e izd., pererab. i dop. Moscow: Nedra, 1984, 176 p.

10. Polozhenie o planovo-predupreditel'nykh remontakh (PPR) mekhanicheskogo oborudovaniya predpriyatii chernoi metallurgii SSSR [Regulation on scheduled preventive maintenance (SPM) of mechanical equipment of ferrous metallurgy enterprises of the USSR]. 2-e izd. Tula: VNIIOchermet, 1973, 371 p.
11. Andreeva L.I., 2021. Vybor strategii remontnogo obsluzhivaniya gornoj tekhniki [The choice of a strategy for the repair maintenance of mining equipment]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Gornyi zhurnal*, № 4. – P. 83 – 91. DOI 10.21440/ 0536-1028-2021-4-83-91
12. Boiko P.F., 2017. Tekhnologicheskie metody povysheniya effektivnosti remonta i raboty drobil'no-izmel'chitel'nogo oborudovaniya [Technological methods for improving the efficiency of repair and operation of breacking and crushing equipment]: spetsial'nost' 05.02.08 "Tekhnologiya mashinostroeniya" ... dis. na soiskanie uchenoi stepeni doktora tekhnicheskikh nauk Starooskol'skii tekhnologicheskii institut im. A.A. Ugarova - (filial) Natsional'nogo issledovatel'skogo tekhnologicheskogo universiteta "MISiS". Moscow, 354 p.
13. Boiko P.F., Titievskii E.M., Timiryazev V.A., 2017. Tekhnologicheskie osobennosti ekspluatatsii, remonta, vosstanovleniya i modernizatsii konusnykh drobilok bol'shoi edinichnoi moshchnosti [Technological peculiarities of operation, repair, restoration and modernization of cone crushers of high unit capacity]. *Gornyi zhurnal*, № 4, P. 71 – 75. DOI 10.17580/gzh.2017.04.14
14. Boiko P.F., Timiriazhev V.A., Khostikoev M.Z., Danilov I.K., 2018. Primenenie mobil'nogo mnogotselevogo stanka dlya vosstanovleniya otverstii v krupnogabaritnykh detalyakh bez ikh demontazha [Use of a mobile multi-purpose machine to repair holes in large-sized parts without dismantling them]. *STIN*, № 11, P. 25 – 29.
15. Korotkov V.A., Lipatov A.G., Vesnin A.M., 2015. Innovatsionnye tekhnologii remontnogo vosstanovleniya i prodleniya sroka sluzhby detalei i uzlov gorno-obogatitel'nogo oborudovaniya . [Innovative technologies for the repair restoration and prolongation of the service life of parts and assemblies of mining and processing equipment]. *Gornyi zhurnal*, № 8, P. 83 – 87, DOI 10.17580/gzh.2015.08.17
16. Andreeva L., Abramov S., 2023. Methods of mining machine components reconditioning and hardening by means of concentrated energy fluxes. *Известия высших учебных заведений. Горный журнал*, No. 1, P. 7 – 15. DOI: 10.21440/0536-1028-2023-1-7-15.
17. Lipatov A.G., Konyushevskii A.V., Zudov A.A., Cherepanov V.A., 2021. Kompleksnyi analiz tekhnicheskogo sostoyaniya mel'nichnogo oborudovaniya obogatitel'noi fabriki Stoilenskogo GOKa na osnove komp'yuternogo modelirovaniya i nerazrushayushchego kontrolya [A comprehensive analysis of the technical condition of the mill equipment of the Stoilensky GOK processing plant based on computer modeling and non-destructive testing]. *Gornyi zhurnal*, № 6, P. 65 – 71. DOI: 10.17580/ gzh.2021.06.04
18. Dandotiya R., Lundberg J., 2012. Economic model for maintenance decision: a case study for mill liners. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 18, №. 1, pp. 79 – 97.
19. Pilch R., 2017. Determination of preventive maintenance time for milling assemblies used in coal mills. *Journal of Machine Construction and Maintenance Problemy Eksploatacji*, no.1, pp. 81 – 86.
20. Lipatov A.G., Furin V.O., Kholodkov A.A., Zhuravlev A.G., 2023. Innovatsionnye resheniya v povyshenii effektivnosti krupnogo drobleniya zhelezorudnykh gorno-obogatitel'nykh kombinatakh [Innovative solutions to improve the efficiency of large-scale crushing of iron ore mining and processing plants]. *Gornaya promyshlennost'*, № 3, P. 93 - 100. DOI 10.30686/ 1609-9192-2023-3-93-100
21. Shahin A., Pourjavad E., Shirouyehzad H., 2012. Selecting optimum maintenance strategy by analytic network process with a case study in the mining industry. *International Journal of Productivity and Quality Management*, Vol. 10, №. 4, pp. 464 – 483.

УДК 622.2

Андреева Людмила Ивановна

доктор технических наук,
главный научный сотрудник,
Челябинский филиал
Института горного дела УрО РАН,
г. Челябинск, ул. Энтузиастов, д.30
e-mail: tehnorem74@list.ru

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ СИСТЕМЫ ТОиР В ИЗМЕНЯЮЩИХСЯ УСЛОВИЯХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Аннотация:

В статье определены основные причины и показатели отклонений запланированных параметров горного производства: организация, планирование и слабый контроль производственных процессов. Условием эффективного функционирования системы ТОиР является соблюдение принципов экономической целесообразности ремонтного обслуживания горной техники.

Изменяющиеся условия функционирования горнодобывающих предприятий, связанные с введением санкций и ограничением поставок техники и запасных частей к выемочно-погрузочной технике, обусловили разработку комплекса мер по совершенствованию эффективности эксплуатации и ремонтного обслуживания, имеющегося парка горных машин и оборудования.

Приведены подходы к решению задач обеспечения работоспособности горной техники и повышения эффективности системы ТОиР на основе экономической целесообразности процессов ремонтного обслуживания.

Предложено комплексное решение для повышения эффективности ремонтной службы горнодобывающего предприятия. Определены основные показатели, позволяющие корректно учитывать издержки при эксплуатации и ремонте горной техники.

Ключевые слова: устойчивое развитие, параметры производства, планирование, организация, учет, надежность горных машин.

DOI: 10.25635/2313-1586.2024.01.081

Andreeva Lyudmila I.

Doctor of Engineering Sciences,
Senior Researcher,
Institute of Mining, Ural Branch of RAS,
454020 Chelyabinsk,
30 Enthusiastov Str.
e-mail: tehnorem74@list.ru

RECOMMENDATIONS FOR IMPROVING THE MAINTENANCE AND REPAIR SYSTEM IN THE CHANGING OPERATING CONDITIONS OF MINING ENTERPRISES

Abstract:

The article identifies the main causes and indicators of deviations in the planned parameters of mining production: organization, planning and poor control of production processes. The condition for the effective functioning of the MRO system is compliance with the principles of economic feasibility of repair maintenance of mining equipment. The changing operating conditions of mining enterprises, associated with the imposition of sanctions and restrictions on the supply of machinery and spare parts for excavation and loading equipment, led to the development of a set of measures to improve the efficiency of operation and repair services, the existing fleet of mining machinery and equipment.

The approaches to solving the problems of ensuring the operability of mining equipment and improving the efficiency of the MRO system based on the economic feasibility of repair maintenance processes are presented.

A comprehensive solution has been proposed to improve the efficiency of the repair service of a mining enterprise. The main indicators have been identified that allow for the correct consideration of costs during the operation and repair of mining equipment.

Key words: sustainable development, production parameters, planning, organization, accounting, reliability of mining machines.

Введение

Устойчивое и непрерывное развитие горнодобывающих предприятий является залогом обеспечения их конкурентоспособности в изменяющихся условиях внешней среды.

Термин «устойчивое развитие» в широком смысле понимается как развитие коммерческой деятельности предприятия, строящегося на принципах ответственного отношения к окружающей среде, высокой социальной ответственности, высокого качества управления предприятием [1]. В научных работах под устойчивым развитием

авторы понимают бесшоковое развитие в изменяющихся внешних условиях при внутреннем развитии горнотехнической системы.

Практика показывает, что, несмотря на поставленные горнодобывающим предприятием цели, при фактическом осуществлении технологических процессов происходят существенные отклонения от запланированных параметров производства. Основной причиной этого является система организации, планирования и контроля производственных процессов, в частности, процессов обеспечения работоспособности горной техники, эксплуатируемой на горном предприятии, от состояния которой зависит выполнение производственных показателей и эффективность предприятия в целом.

Проведенный производственно-технический аудит ремонтных служб горнодобывающих предприятий (АК «АЛРОСА», АО «ССГПО», АО «ЕЭК», АО «Ковдорский ГОК», ГМК «Норильский никель» и др.) и анализ деятельности производственного персонала, направленный на реализацию управленческих решений по совершенствованию организации процесса эксплуатации горной техники, позволил установить, что в среднем результативность этих решений не превышает 50 %, что сдерживает темпы освоения имеющегося технико-технологического потенциала [2, 3, 4].

Результаты исследования

Техническая служба горнодобывающего предприятия несет ответственность за сохранность и состояние парка горной техники и, кроме этого, выполняет ряд задач, связанных с планированием ремонтных воздействий, учетом наработки, анализом показателей надежности и затрат, принятием оперативных решений по каждой единице техники.

Высокий уровень технической оснащенности горных предприятий определяет значительные затраты сметной стоимости на основное оборудование, постоянно растущие по мере увеличения его параметров и модернизации. Так, увеличение вместимости ковша экскаватора ЭКГ-15 в 1,9 раз по сравнению с ЭКГ-8И вызвало рост его стоимости более чем в три раза. Все это определяет высокие требования к повышению эффективности использования горного оборудования. Наряду с совершенствованием организации деятельности горных предприятий, эффективность использования техники также зависит от социальных и инженерно-технологических решений [5, 6, 7].

Эффективность работы, например, экскаваторов, являющихся основным звеном технологического цикла, зависит от качества подготовки забоя; рационального планирования работы машин во взаимосвязи с природно-климатическими условиями эксплуатации, а также создания комфортных условий для обслуживающего персонала; правильной и своевременной организации системы технического обслуживания и ремонта машин; технической оснащенности ремонтной базы предприятия и обеспеченности необходимым объемом запасных частей, качественной и количественной увязки работы машин со смежными подразделениями и т.д.

Рациональное планирование горных работ зависит от правильной оценки технических возможностей машин в конкретных природно-климатических условиях их эксплуатации. Установлено, что производительность горного оборудования в зимнее время снижается на 10 – 24 %, а трудоемкость работ возрастает на 25 %. Это следует учитывать при планировании работы экскаваторного парка и численности обслуживающего персонала. Необходима разработка научно обоснованных критериев учета этих факторов для более точного прогнозирования производительности экскаваторов в конкретных природно-климатических условиях эксплуатации машин [8, 9].

Проведенные исследования показали, что изменение показателей надежности горных машин по периодам их эксплуатации значительно разнится, особенно в условиях резко континентального климата. Анализ показывает, что в зимний период по срав-

нению с летним на 50 % возрастает параметр потока отказов, а время восстановления увеличивается в 2,5 и более раза (рис. 1).

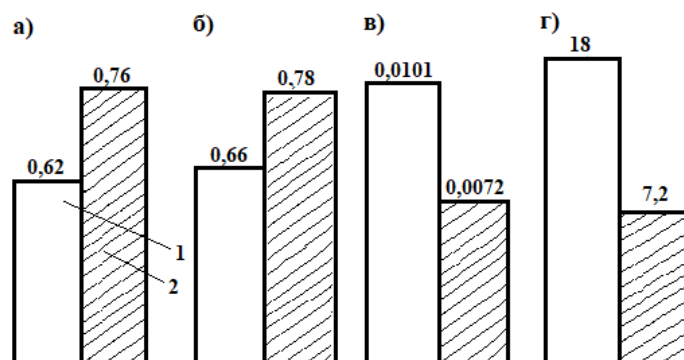


Рис. 1. Характер изменения показателей надежности экскаваторов ЭКГ-15 по периодам эксплуатации:

- а) – коэффициент технического использования (ГОСТ 27.002-2015);
б) – коэффициент готовности (ГОСТ 27.002-2015); в) – параметры потока отказов;
г) – время восстановления, ч; 1 – зимний период; 2 – летний период

Ключевую роль в эффективности эксплуатации и ремонтном обслуживании горной техники играет персонал. Повышение производительности труда обслуживающего персонала и снижение трудоемкости работ должны обеспечиваться созданием комфортных условий, особенно в зимний период эксплуатации машин. Это важно как для машинистов экскаваторов, так и для ремонтно-технического персонала. Известно, что до 10 – 15 % всех отказов происходит по вине машинистов, поэтому надежность экскаваторов так же, как и производительность машин, нельзя рассматривать вне связи с человеком. Климатические факторы воздействуют непосредственно на забой и на экскаватор, оказывая влияние в том числе и на работоспособность человека. Отказы могут определяться не только свойствами машин и материалов, но и случайными ошибками в действии человека в результате дискомфортных условий [10].

Исследованиями установлено, что значительное число перерывов в работе экскаваторов связано с внезапными отказами машин и необходимостью проведения аварийных ремонтов. Устойчивая и безаварийная работа оборудования обеспечивается лишь при хорошо организованной системе планово-предупредительных ремонтов. Прогрессивные методы ремонта, такие как агрегатно-узловой, наряду с сокращением продолжительности ремонтного обслуживания обеспечивают повышение качества ремонтных работ и улучшение культуры производства. Своевременная смазка, замена и восстановление изношенных узлов и деталей являются основными факторами повышения работоспособности техники. Своевременный планово-предупредительный ремонт немыслим без обеспеченности предприятия необходимым и технически обоснованным объемом запасных частей, рассчитанным с учетом эксплуатации машин в конкретных природно-климатических условиях, номенклатурой техники и ее фактическим состоянием [11].

С учетом изменяющихся условий функционирования горнодобывающих предприятий, связанных с отсутствием поставки оригинальных запасных частей на импортное оборудование, наличие которой на территории РФ составляет только по выемочно-погрузочной технике около 50 % всего парка, возникает острая необходимость в размещении заказов на изготовление запасных частей на отечественных площадках. Примером тому может служить ООО «Завод Гордеталь» (г. Челябинск),

взявший на себя обязательство по изготовлению металлоконструкций для экскаваторов производства «НКМЗ» (Украина) и «Bucyrus» (США).

Необходимо отметить, что крупные горнодобывающие российские предприятия уже разместили заказы на запасные части, чтобы обеспечить себя комплектующими хоть на какой-либо период, осуществив предоплату. Минимальная стоимость запасных частей возросла в 1,5 – 2 раза и более [12, 13].

Предложенные решения и рекомендации

Поддержание требуемого уровня надежности экскаваторов связано с определенными затратами, которые возрастают по мере усложнения условий работы машин. Рост затрат на профилактические ремонты снижает затраты на эксплуатацию, так как уменьшает вероятность внезапных отказов. Определенному уровню надежности машин соответствуют определенные затраты на его достижение. Задача сводится к выбору такого варианта, который был бы экономически оправдан и эффективен. Для этого необходим комплекс мер по изменению методов прогнозирования дефектов (методы неразрушающего контроля) и учета затрат на их устранение по каждой единице техники. Решение этой задачи возможно с использованием комплексного критерия, учитывающего суммарные затраты на эксплуатацию машин, уровень работоспособности и условные доходы от их использования (рис. 2).

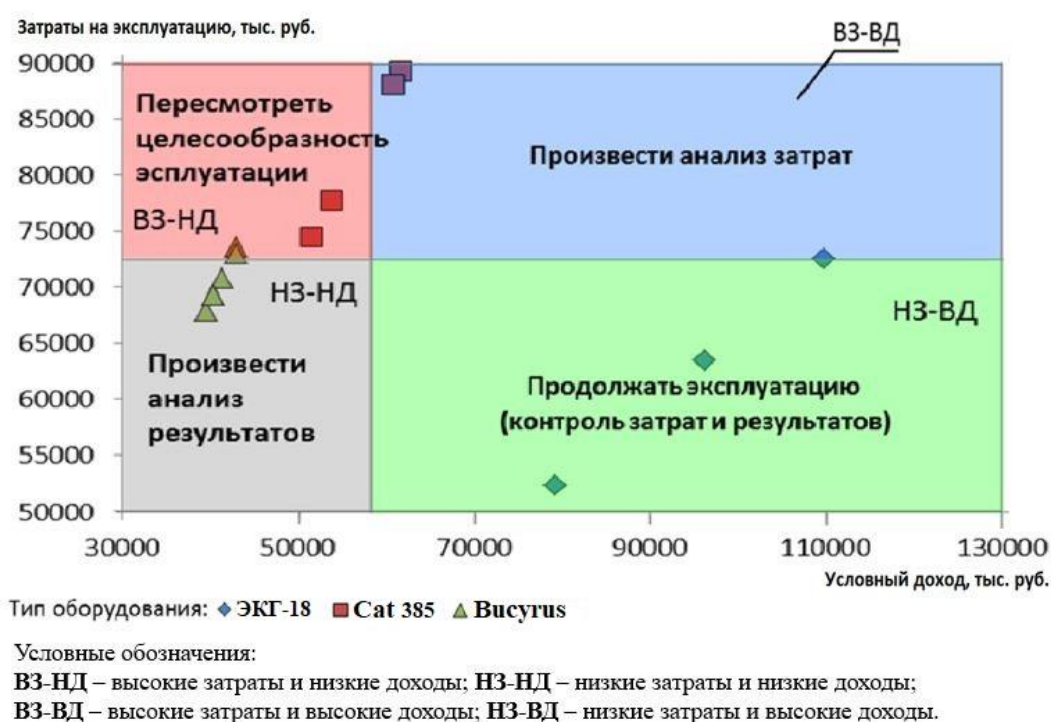


Рис. 2. Распределение экскаваторов по соотношению «затраты-доходы»

Распределение техники по областям эффективности позволяет принять оперативное управленческое решение по каждой группе машин и определить целесообразность их восстановления или дальнейшей эксплуатации. Целевым показателем является стоимость машино-часа готовности, расчет которого позволяет определять и регулировать издержки на эксплуатацию каждой единицы техники. Применение такого подхода в рамках производственно-технических аудитов горнодобывающих предприятий позволило вывести из эксплуатации 17 убыточных экскаваторов (12 ед. отечественного производства и 5 ед. импортного производства).

Угольные компании США ведут по каждому экскаватору строгий учет эксплуатационных затрат. Как только будет установлено, что стоимость за машино-час работы,

которая вначале неизменно снижалась, начинает расти, компания приходит к выводу, что наступил момент замены этой единицы техники.

Необходимо отметить, что надежность сложной технической системы, какой является экскаватор, может быть увеличена повышением уровня надежности составляющих элементов (агрегатов, узлов, деталей) и качественным изменением системы ремонтного обслуживания (например, резервированием) [14].

Техническое состояние карьерных экскаваторов и не только во многом определяется состоянием его основных узлов и агрегатов. Для оценки технического состояния горных машин на предприятиях часто используют «коэффициент технической готовности», который не регламентируется ГОСТом и, как правило, рассчитывается по различным методикам. Для оценки технического состояния объекта следует проанализировать надежность его элементов. В связи с этим для расчетов и оценки количественной характеристики объекта и его элементов впервые был применен «коэффициент дефектности» (D), который является стандартизированным (ГОСТ 15467-79) и определяет средневзвешенное количество дефектов, приходящихся на единицу техники:

$$D = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^a m_i \cdot r_i,$$

где n – выборка единиц техники; a – количество видов дефектов; m_i – число дефектов каждого вида в выборке, где $i = 1, 2, \dots, a$; r_i – коэффициент весомости дефекта (определяется по относительной стоимости устранения дефекта данного вида). Максимальное значение показателя дефектности не должно превышать суммарную наработку единицы техники в месяц с вероятностью отказа 75 – 80 % [15].

Суть такого подхода основана на комплексной оценке эффективности эксплуатации горной машины в координатах «затраты-доходы» и оценки технического состояния элементов объекта с применением «коэффициента дефектности». Данный подход применен при исследовании практической деятельности горнодобывающих предприятий, в частности, ремонтных служб, основан на аналитических расчетах, использовании методов неразрушающего контроля и авторских методик, которые впоследствии передаются в службы предприятия для дальнейшего применения в практической деятельности.

Заключение

Анализ деятельности ремонтных служб горнодобывающих предприятий позволяет сделать следующие выводы:

1. Условием эффективного развития системы ТОиР является соблюдение принципов экономической целесообразности ремонтного обслуживания горной техники, технологичности процессов восстановления работоспособности узлов, агрегатов и машин в целом.
2. Для управления эффективностью ремонтного обслуживания техники необходимо корректно учитывать издержки различных элементов системы ТОиР, разделить учет издержек на эксплуатацию, обслуживание и ремонт. Достичь этого поможет комплекс мер, в том числе изменение методов учета затрат на восстановление дефектов узлов и агрегатов.
3. Необходимо освоение системы ремонтного обслуживания горной техники (целевой показатель – стоимость обеспечения одного машино-часа готовности) с учетом мониторинга технического состояния объекта и его элементов (коэффициент дефектности).
4. Необходимо уточнение роли и предназначения ремонтных служб, конструкторских подразделений, их функции, статуса и принципов взаимодействия с изготовителями и поставщиками запасных частей.

Список литературы

1. Что такое устойчивое развитие? URL: <http://trends.rbc.ru/trends/green/614b224f9a7947699655a435>. (дата обращения: 08.02.2022)
2. Андреева Л.И., 2004. *Методология формирования технического сервиса горно-транспортного оборудования на угледобывающем предприятии*: дис. ... докт. техн. наук. Екатеринбург, 297 с.
3. Алексеенко В.Б., Корнилков С.В., Хажиев В.А. и др., 2020. Декомпозиция целей и задач горного предприятия как средство совершенствования организационной структуры его подразделений. *Наука и бизнес: пути развития*, № 7, С. 18 – 21.
4. Великосельский А.В., 2022. *Методологические основы процессно-проектного управления развитием угольной компании в условиях возрастания неопределенности рыночной среды*: дис. ... докт. экон. наук. Спец.: 08.00.05. Москва, 339 с.
5. Побегайло П.А., Гадолина И.В., Крицкий Д.Ю., 2019. О современном состоянии износа элементов карьерных экскаваторов. *Чтения памяти В.Р. Кубачека: сборник трудов XVIII международной научно-технической конференции*. Екатеринбург: УГГУ, С. 345.
6. Байкин В.С., 2018. Развитие мониторинга системы эксплуатации горно-транспортного оборудования. *Горный информационно-аналитический бюллетень*. Спецвыпуск № 64, С. 107 – 115.
7. Сухарьков И.Н., 2018. *Формирование конкурентоспособного технического сервиса обеспечения работоспособности горнотранспортного оборудования*: дис. ... канд. техн. наук. Москва, 139 с.
8. Шаповаленко Г.Н., Еремеев О.Н., Назаренко С.В. и др., 2015. Организация работы по снижению количества внезапных отказов автомобилей БелАЗ на разрезе «Черногорский». *Горный информационно-аналитический бюллетень*, Спецвыпуск № 62, С. 77 – 83.
9. Довженок А.С., Алексеенко В.Б., Хажиев В.А. и др., 2020. Результаты мониторинга организации процесса эксплуатации карьерных автосамосвалов на разрезе «Черногорский». *Наука и бизнес: пути развития*, № 7, С. 21 – 24.
10. Федоров А.В., 2020. *Методология организации опережающего развития угледобывающего производственного объединения*: дис. ... докт. техн. наук. Спец.: 05.02.22. Екатеринбург, 303 с.
11. Квагинидзе В.С., Радкович Я.М., Русихин В.И., 1997. *Ремонтная технологичность металлоконструкций карьерных механических лопат на угольных разрезах Севера*. Москва: Изд-во МГТУ, 224 с.
12. Анистратов К.Ю., 2011. Мировые тенденции развития структуры парка карьерной техники. *Горная промышленность*, № 6, С. 22 – 26.
13. Заяц А.И., Беклемешев В.А., Байкин В.С. и др., 2017. Развитие системы мониторинга условий и режимов эксплуатации, технологии и организации ремонтного обслуживания экскаваторов на разрезе «Черногорский». *Горный информационно-аналитический бюллетень*, Спецвыпуск № 39, С. 201 – 208.
14. Скрипка Л.Е., Комаровская Ю.Ю., 2017. Современный взгляд на понятия мониторинг и информация. *Национальные концепции качества: интеграция образования, науки и бизнеса: Сборник материалов VIII Международной научно-практической конференции под редакцией Е.А. Горбашко*. Санкт-Петербург: Куль-информ-пресс, С. 156-159.
15. Ушаков Ю.Ю., 2017. *Обоснование параметров системы технического обслуживания и ремонта карьерных автосамосвалов*: дис. ... канд. техн. наук. Екатеринбург, 139 с.

References

1. Chto takoe ustoichivoe razvitiye? [What is sustainable development?] URL: <http://trends.rbc.ru/trends/green/614b224f9a7947699655a435>. (data obrashcheniya: 08.02.2022)
2. Andreeva L.I., 2004. Metodologiya formirovaniya tekhnicheskogo servisa gorno-transportnogo oborudovaniya na ugledobyvayushchem predpriyatii [Methodology of formation of technical service of mining and transport equipment at a coal mining enterprise]: dis. ... dokt. tekhn. nauk. Ekaterinburg, 297 p.
3. Alekseenko V.B., Kornilkov S.V., Khazhiev V.A. i dr., 2020. Dekompozitsiya tselei i zadach gornogo predpriyatiya kak sredstvo sovershenstvovaniya organizatsionnoi struktury ego podrazdelenii [Decomposition of the goals and objectives of a mining enterprise as a mean of improving the organizational structure of its divisions]. Nauka i biznes: puti razvitiya, № 7, P. 18 – 21.
4. Velikosel'skii A.V., 2022. Metodologicheskie osnovy protsessno-proektnogo upravleniya razvitiem ugol'noi kompanii v usloviyakh vozrastaniya neopredelennosti rynochnoi sredy [Methodological foundations of process and project management of the development of a coal company in conditions of increasing uncertainty of the market environment]: dis. ... dokt. ekon. nauk. Spets.: 08.00.05. Moscow, 339 p.
5. Pobegailo P.A., Gadolina I.V., Kritskii D.Yu., 2019. O sovremennom sostoyanii iznosa elementov kar'ernykh ekskavatorov [About the current state of wear of elements of quarry excavators]. Chteniya pamyati V.R. Kubacheka: sbor-nik trudov XVIII mezhdunarodnoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii. Ekaterinburg: UGGU, P. 345.
6. Baikina V.S., 2018. Razvitiye monitoringa sistemy ekspluatatsii gorno-transportnogo oborudovaniya [Development of operation system monitoring for the mining and transport equipment]. Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'. Spetsvypusk № 64, P. 107 – 115.
7. Sukhar'kov I.N., 2018. Formirovaniye konkurentosposobnogo tekhnicheskogo servisa obespecheniya rabotosposobnosti gornotransportnogo oborudovaniya [Formation of a competitive technical service to ensure the operability of mining and transport equipment]: dis. ... kand. tekhn. nauk. Moscow, 139 p.
8. Shapovalenko G.N., Ereemeev O.N., Nazarenko S.V. i dr., 2015. Organizatsiya raboty po snizheniyu kolichestva vnezapnykh otkazov avtomobilei BelAZ na razreze "Chernogorskii" [Organization of work to reduce the number of sudden failures of BelAZ vehicles at the Chernogorsky section]. Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten', Spetsvypusk № 62, P. 77 – 83.
9. Dovzhenok A.S., Alekseenko V.B., Khazhiev V.A. i dr., 2020. Rezul'taty monitoringa organizatsii protsessa ekspluatatsii kar'ernykh avtosamosvalov na razreze "Chernogorskii" [Results of monitoring the organization of the operation process of dump trucks at the Chernogorsky section]. Nauka i biznes: puti razvitiya, № 7, P. 21 – 24.
10. Fedorov A.V., 2020. Metodologiya organizatsii operezhayushchego razvitiya ugledobyvayushchego proizvodstvennogo ob"edineniya [Methodology of the organization of advanced development of a coal-mining production association]: dis. ... dokt. tekhn. nauk. Spets.: 05.02.22. Ekaterinburg, 303 p.
11. Kvaginidze V.S., Radkovich Ya.M., Rusikhin V.I., 1997. Remontnaya tekhnologichnost' metallokonstruktsii kar'ernykh mekhanicheskikh lopat na ugol'nykh razrezakh Severa [Repair technology of metal structures of quarry mechanical shovels in the coal mines of the North]. Moscow: Publ. MGTU, 224 p.
12. Anistratov K.Yu., 2011. Mirovye tendentsii razvitiya struktury parka kar'erno tekhniki [Global trends in the development of the structure of the mining equipment fleet]. Gornaya promyshlennost', № 6, S. 22 – 26.
13. Zayats A.I., Beklemeshev V.A., Baikina V.S. i dr., 2017. Razvitiye sistemy monitoringa uslovii i rezhimov ekspluatatsii, tekhnologii i organizatsii remontnogo obsluzhivaniya ekskavatorov na razreze "Chernogorskii" [Development of a monitoring sys-

tem for operating conditions and modes, technology and organization of repair and maintenance of excavators at the Chernogorsky mine]. Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten', Spetsvypusk № 39, P. 201 – 208.

14. Skripka L.E., Komarovskaya Yu.Yu., 2017. Sovremennyyi vzglyad na ponyatiya monitoring i informatsiya [A modern view of the concepts of monitoring and information]. Natsional'nye kontseptsii kachestva: integratsiya obrazovaniya, nauki i biznesa: Sbornik materialov VIII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii pod redaktsiei E.A. Gorbashko. Sankt-Peterburg: Kul'-inform-press, P. 156-159.

15. Ushakov Yu.Yu., 2017. Obosnovanie parametrov sistemy tekhnicheskogo ob-sluzhivaniya i remonta kar'ernykh avtosamosvalov [Justification of the parameters of the system of maintenance and repair of quarry dump trucks]: dis. ... kand. tekhn. nauk. Ekaterinburg, 139 p.



**ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ И ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ
ПРИ ОСВОЕНИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

УДК 622.272:550.83

Мельник Виталий Вячеславович

кандидат технических наук,
заведующий отделом геомеханики,
Институт горного дела УрО РАН,
620075, г. Екатеринбург,
ул. Мамина-Сибиряка, д. 58
e-mail: melnikvv74@mail.ru

Замятин Алексей Леонидович

научный сотрудник,
лаборатория технологий снижения риска ката-
строф при недропользовании,
Институт горного дела УрО РАН
e-mail: a.zamyatin@mail.ru

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ И ИНФОРМАТИВНОСТИ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ КАРТИРОВАНИЯ СТРУКТУРНЫХ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ В ШАХТЕ*

Аннотация:

Настоящая работа посвящена теории и практике использования геофизических методов при решении различных задач в шахте при разработке месторождений полезных ископаемых подземным способом, а именно проверке их достоверности, точности и информативности.

Исследования проводились специалистами отдела геомеханики Института горного дела УрО РАН, в арсенале которого имеется достаточно широкий диапазон различного геофизического оборудования, направленного на изучение различных свойств пород – электромагнитных, сейсмических, акустических, радиоактивных и других. Все имеющееся оборудование используется специалистами отдела для решения различных задач, однако в данной статье речь пойдет о методах, наиболее подходящих, с нашей точки зрения, для работы в шахте – спектрального сейсмопрофилирования и георадарного зондирования. Данные методы обладают высокой разрешающей способностью, высокомобильны, позволяют работать в любой плоскости и неоднократно подтверждали достоверность получаемых результатов.

Ключевые слов: структурные неоднородности, контакты пород, геофизические исследования, георадарное зондирование, спектральное сейсмопрофилирование, водоносный горизонт, шахта, горные выработки, ствол, обводненность.

Время выхода настоящей статьи совпало с юбилеем заместителя директора по научной работе ИГД УрО РАН, доктора технических наук Глебова Андрея Валерьевича. Поздравляем его с 50-летием, желаем крепкого здоровья и высоких научных достижений!

DOI: 10.25635/2313-1586.2024.01.090

Melnik Vitaliy V.

Ph.D., Head of the Department of Geomechanics,
Institute of Mining, Ural Branch of RAS,
620075 Ekaterinburg,
58 Mamin-Sibiryaka,
e-mail: melnikvv74@mail.ru

Zamyatin Aleksey L.

Researcher,
Laboratory of disaster risk reduction
technologies in subsoil use,
Institute of Mining, Ural Branch of RAS
e-mail: a.zamyatin@mail.ru

ASSESSMENT OF THE ACCURACY AND INFORMATIVENESS OF GEOPHYSICAL METHODS FOR SOLVING PROBLEMS OF MAPPING STRUCTURAL HETEROGENEITIES IN A MINE

Abstract:

This paper considers the theory and practice of using geophysical methods in solving various problems in the mine during the development of mineral deposits by underground method, namely, checking their reliability, accuracy and informativeness.

The research was carried out by specialists of the Geomechanics Department of the Institute of Mining of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, which has a wide range of various geophysical equipment aimed at studying different properties of rocks, such as electromagnetic, seismic, acoustic, radioactive once, and others. All available equipment is used by the Department's specialists to solve various tasks, however, in this article we will deal with the methods most suitable from our point of view for working in a mine – spectral seismic profiling and GPR sounding. These methods have high resolution, are highly mobile, allow us to work in any plane and have the repeatedly confirmed reliability of the results obtained.

Key words: structural inhomogeneities, rock contacts, geophysical studies, georadar sounding, spectral seismic profiling, aquifer, mine, mine workings, trunk, waterlogging.

The time of publication of this article coincided with the anniversary of the Deputy Director for Scientific Work of the IGD of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences Andrei Valeryevich Glebov, congratulations on his 50th birthday, we wish him good health and high scientific achievements!

* Исследования выполнены в рамках Госзадания № 075-00412-22 ПП, тема 3 (2022-2024)

Введение

Ведение подземных горных работ при отработке месторождений полезных ископаемых всегда сопровождается прогнозом возможности отработки рудных тел, их размера, условий залегания, безопасности ведения горных работ, в том числе связанной с обрушением забоя или кровли, затоплением выработок или ствола и многими другими факторами. Основным методом получения информации для прогнозирования, используемым на горных предприятиях, была и остается проходка разведочных скважин, опережающих скважин и других выработок, позволяющих прошупать массив горных пород изнутри, определить состав, размеры, расстояния до границ, простирание, обводненность и прочие характеристики вмещающих пород и рудных тел. Нельзя не согласиться, что получение керна и замеры дебета разведочных скважин являются наиболее достоверным материалом для прогноза возможности развития каких-либо аварийных ситуаций, расчета устойчивости выработок, подсчета запасов руды и объема вскрышных пород. Однако данный вид работ является дорогостоящим, требует высоких материальных и временных затрат, поэтому повальное бурение разведочных скважин на всем протяжении проходки выработок фактически невозможно, скважины бурятся, но их количество не позволяет в полной мере раскрыть истинное строение горного массива. На считающихся полностью разведанными месторождениях такие скважины вовсе отсутствуют там, где необходима доразведка запасов, некоторое количество выработок естественно приходится проходить.

На помощь специалистам рудников в данном случае могут прийти геофизические методы, обладающие высокой производительностью и разрешающей способностью. Конечно, существующих в настоящее время геофизических методов огромное множество, однако далеко не все они подходят для применения в подземных горных выработках, особенно при разработке рудных месторождений, где электрические свойства самой руды сводят на нет возможность использования, например, электроразведки. Использование стандартной сейсмики под землей нерентабельно в первую очередь из-за высокой стоимости и больших трудозатрат, слабой мобильности оборудования, а также невозможности проведения работ, например, в кровлю выработки.

В этих условиях очень хорошо себя зарекомендовал метод спектрального сейсмопрофилирования (ССП), который подходит для производства измерений практически в любых условиях, в любом направлении и для любых целей. Также можно отметить метод георадарного зондирования (ГРЗ), который подходит для исследования закрепленного пространства в стволах и выработках, а также при поиске каких-либо аномалий в стенках выработок, например скважин, не попавших в кровлю при бурении на большие глубины. Есть у георадара большой плюс – это высокая разрешающая способность, но и минусы – малая глубина исследований (10 – 12 м) и низкая помехоустойчивость к металлоконструкциям.

Возможности применения этих методов в шахте, работы по оценке точности получаемых результатов и примеры их практического применения раскрыты в представленном материале.

Краткая характеристика используемой аппаратуры и методик

Методика проведения измерений описана по материалам изобретателя, более подробные сведения о методе представлены на сайте производителя оборудования <http://newgeophys.spb.ru> [1, 2].

Аппаратурно-методический комплекс СПП позволяет выявлять зоны тектонических нарушений (ЗТН), контакты разностей пород, а также зоны повышенной трещиноватости.

На рис. 1 приведена схема, из которой видна зависимость между строением слоистой среды и возникающими при ударном воздействии на нее частотами гармонических составляющих, входящих в сейсмосигнал.

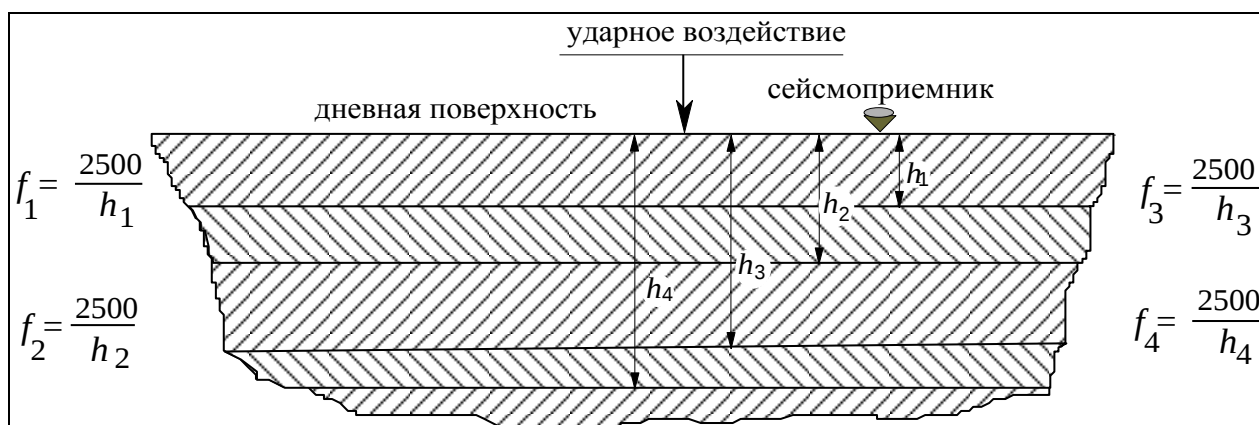


Рис. 1. Схема производства измерений

Внешний вид используемого оборудования представлен на рис. 2.



Рис. 2. Внешний вид применяемого оборудования

В целом можно сказать, что оборудование представляет из себя ноутбук с прошитым программным обеспечением, АЦП (Аналого-цифровой преобразователь) и сейсмоприемником, соединенным с АЦП защищенным от помех проводом. Как уже отмечалось, метод высоко мобилен, в принципе измерения при необходимости может выполнять даже один человек, два – это уже идеальный состав бригады. На рис. 3 представлен пример получаемого при измерениях разреза.

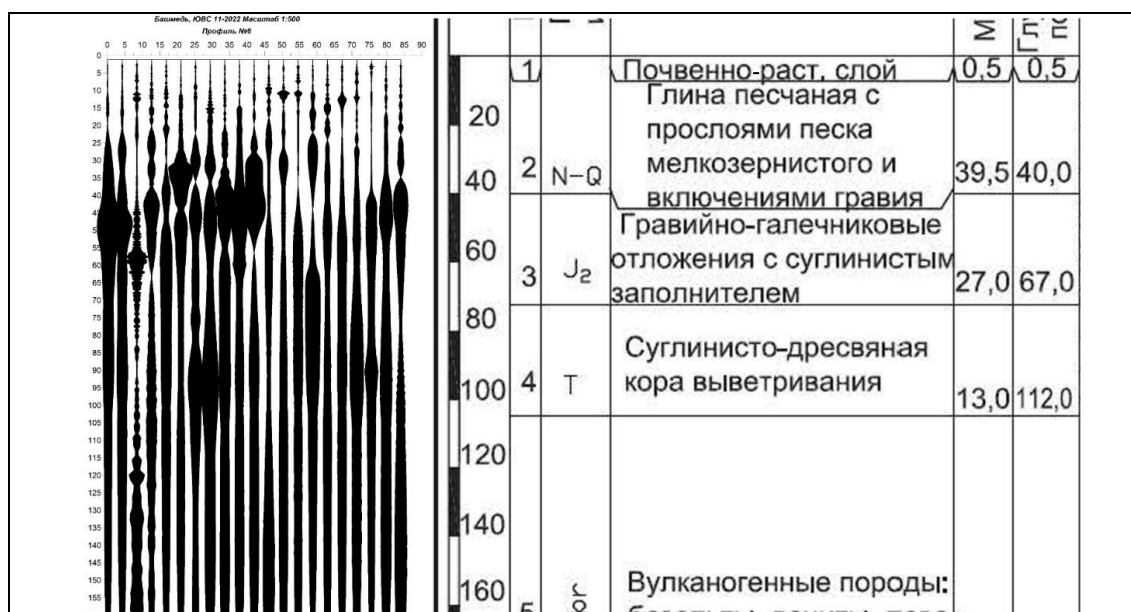


Рис. 3. Пример получаемого спектрального сейсмораза в сравнении со скважиной

Метод георадиолокации относится к группе электромагнитных методов, то есть изучает отклик среды на излучаемое электромагнитное поле. Метод георадарного зондирования относится к группе электроразведочных методов на токах высокой частоты, основан на явлении отражения электромагнитных волн от границ раздела поверхностей, обладающих различным значением диэлектрической проницаемости (ϵ). Используемое отделом оборудование для геолокации – комплекс ОКО-2, состав комплекта приведен на рис. 4.

Как и в случае со спектральным сейсмопрофилированием, комплекс георадарного зондирования также высоко мобилен, измерения в почву может производить один человек, а в стены и кровлю – двух человек вполне достаточно. Пример получаемого георадарного разреза приведен на рис. 5.

Параметры, измеряемые представленными аппаратурными комплексами, различные, также как и характеристики среды, на которую направлены измерения – георадар оценивает диэлектрическую проницаемость пород, т.е. свойства самой породы, а спектральное сейсмопрофилирование оценивает структурные неоднородности в ней и различные геологические контакты.



Рис. 4. Внешний вид применяемого георадара

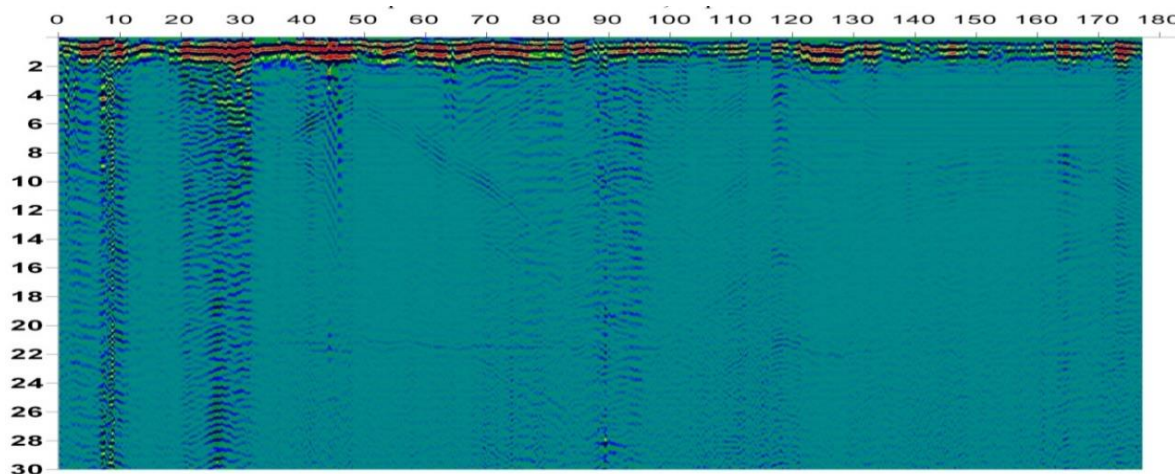


Рис. 5. Пример получаемого георадарного разреза

Задачи, решаемые с помощью данных методов геофизики

В первую очередь следует повториться, что с помощью методов ГРЗ и ССП изучаются разные свойства горного массива, поэтому и задачи, решаемые с помощью этих методов, совершенно разные.

Глубина исследований и характеристика показателей, изучаемых с помощью метода ССП позволяют решать обширный круг задач при отработке месторождений подземным способом. К основным задачам следует отнести поиск зон структурно-тектонических нарушений сплошности массива, влияющих на его устойчивость. Эта задача является очень важной с точки зрения безопасности ведения горных работ. Зная глубину залегания структурных нарушений либо расстояние до них в забое горизонтальных горных выработок, можно планировать параметры проходки и выбирать крепь. Так, использование метода при проходке ствола на одном из рудников в Республике Казахстан позволило обеспечить прогноз выхода нарушенных участков скального массива и заблаговременно подготавливать необходимые материалы для их ускоренного крепления (рис. 6). Измерения проводились регулярно по мере проходки ствола и дополнялись на глубину дальнейшего строительства. Кроме того, регулярно проводилась заверка уже определенных на ранней стадии неоднородностей при зондировании еще не пройденного участка ствола. Следует отметить, что и заверочные работы, и результаты проходки подтверждали полученные результаты, что позволило увеличить скорость проходки и ее безопасность.

Подобные задачи успешно решаются и при проходке горизонтальных горных выработок [3]. На рис. 7 приведен пример зондирования на угольном месторождении в Ростовской области РФ. Там кроме задачи определения расположения структурного нарушения была поставлена задача определения возможного выхода воды по нему из затопленной части вышележащего горизонта. Прогноз, сделанный сотрудниками отдела геомеханики, подтвердился как по расположению нарушения, так и по его свойствам, проходку горной выработки продолжили, усиления водопритоков не наблюдалось. Здесь же можно и отметить, что метод подходит и для прогнозирования прорывов воды в горные выработки и успешно используется не только в призабойном пространстве, но и на участках уже построенных горизонтов.

Успешно метод себя зарекомендовал и при исследованиях соляного пласта в стволе на одном из рудников северо-востока РФ, где возможности проведения георадарного зондирования были ограничены из-за гидроизоляции его металлическими пла-

стинами. Для получения информации методом ССП достаточно было провести измерения на свободных от металлических листов площадках, и нарушенные участки, по которым дренирует вода, отобразились.

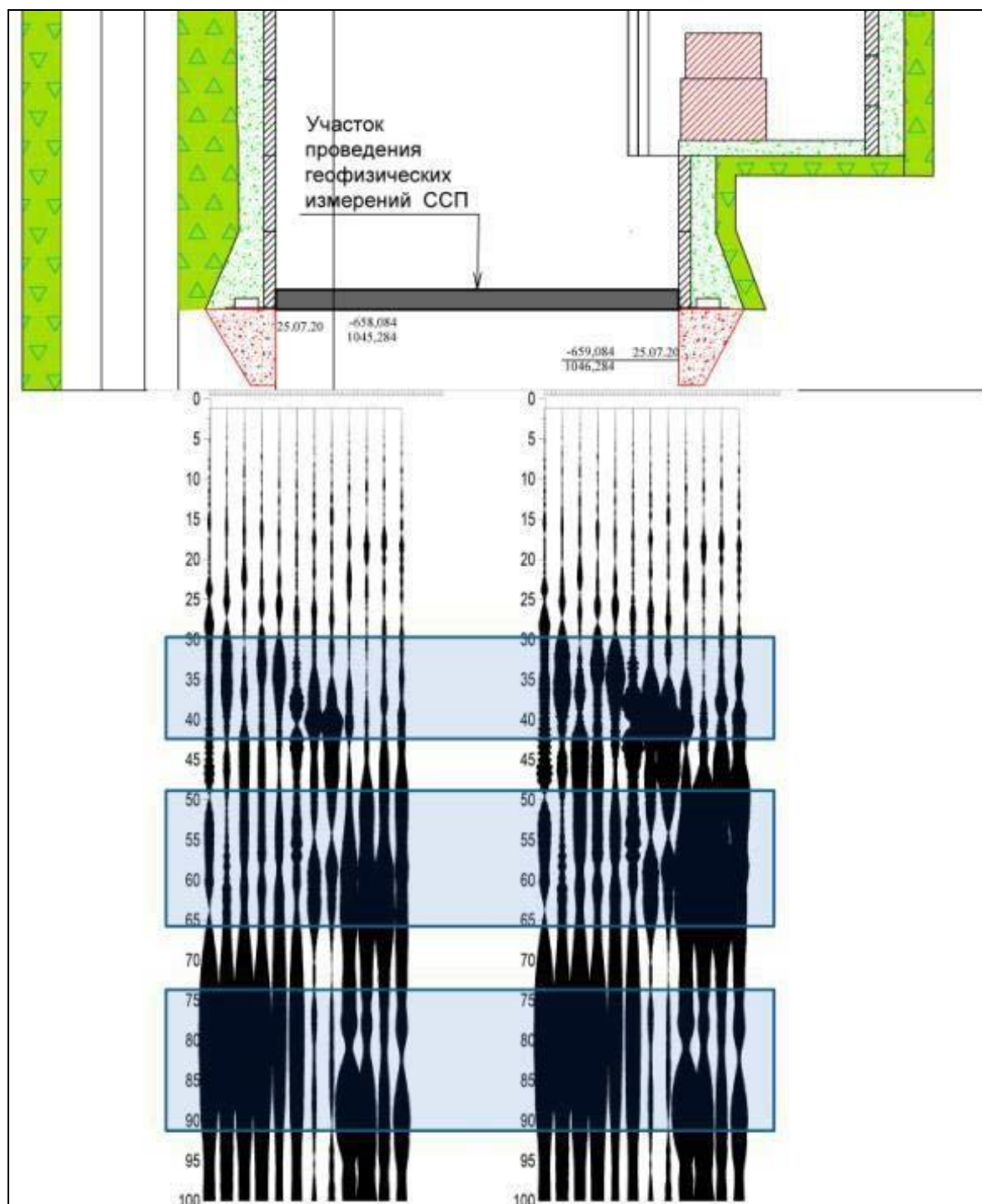


Рис. 6. Пример диагностики массива при проходке ствола

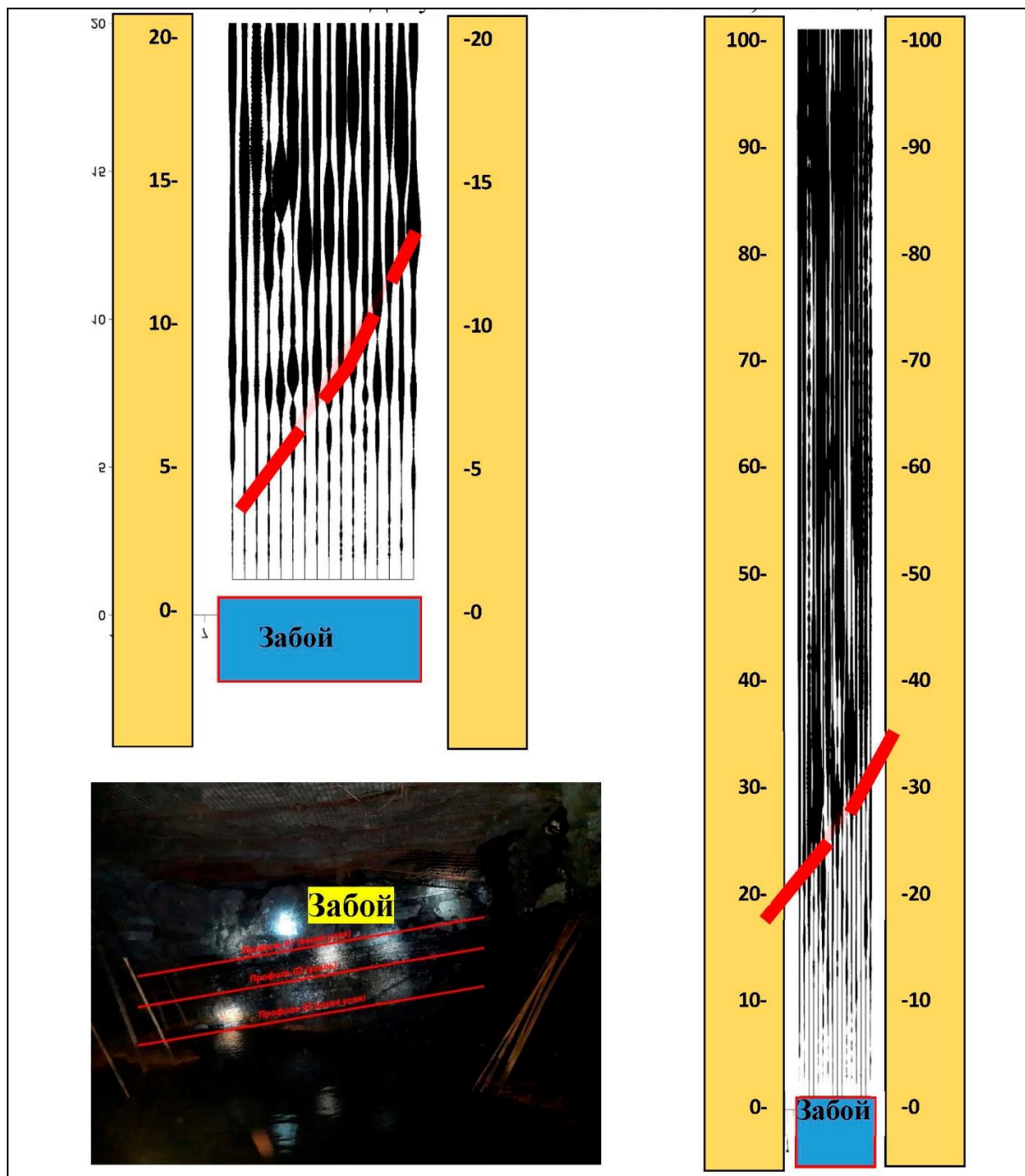


Рис. 7. Решение задачи прогноза затопления выработки

Что касается георадарного зондирования в шахте, то его основная задача состоит в исследованиях закрепного пространства как стволов, так и горизонтальных горных выработок на глубину до 5,0 – 10,0 м для выявления пустот при ликвидации повышенных водопритокков [4 – 10]. Кроме того, метод ГРЗ успешно используется при поиске небольших горных выработок (скважин), не попавших в кровлю штрека, например, при организации разгрузки водоносных горизонтов в водоулавливающий горизонт. Однако, как уже упоминалось, возможности метода ограничены глубиной зондирования, но точность определения даже объектов малых размеров очень высокая.

Результаты исследований

Перечислять задачи, решаемые с помощью данных методов, можно еще долго, однако особый интерес при определении точности расположения измеряемых границ вызывают результаты тестирования методов при определении границ геологических разностей, а именно границ «руда – порода». Подобные исследования специалисты отдела геомеханики проводили и в прошлые годы на горных предприятиях северного и южного Урала [11, 12], однако последние исследования показали некоторые особенности интерпретации результатов ССП, которые не учитывались на протяжении всего времени использования данного оборудования.

Сразу следует отметить: в исследованиях принимали участие оба представленных метода, однако метод ГРЗ в процессе испытаний практически не проявил себя в качестве инструмента для определения контактов рудного тела и вмещающих пород. Во-первых, глубина исследований не позволила достаточно надежно просматривать известные по бурению границы, а во-вторых, как упоминалось выше, скорее всего, свою роль сыграли электромагнитные свойства руды, внесшие неопределенность в прочтение и интерпретацию получаемых разрезов (рис. 8).

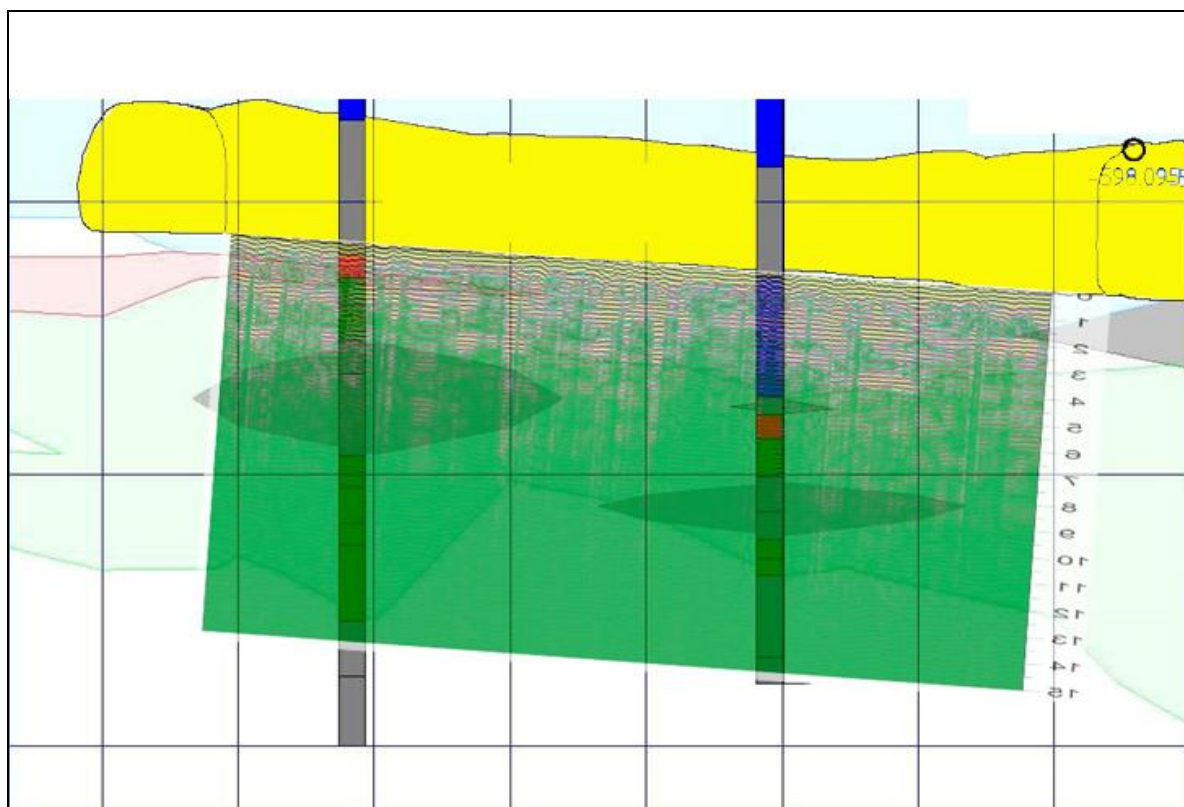


Рис. 8. Тестирование метода ГРЗ для определения границ «руда-порода»

Что касается метода ССП, то результаты, полученные при проведении тестовых измерений, оказались даже лучше ожидаемых. На рис. 9 представлены результаты тестирования оборудования в кровлю и почву выработки. Точность определения границы рудного тела и вышележащей горной выработки оказалась в пределах 1,0 – 2,0 м при глубине исследований до 20,0 – 30,0 м.

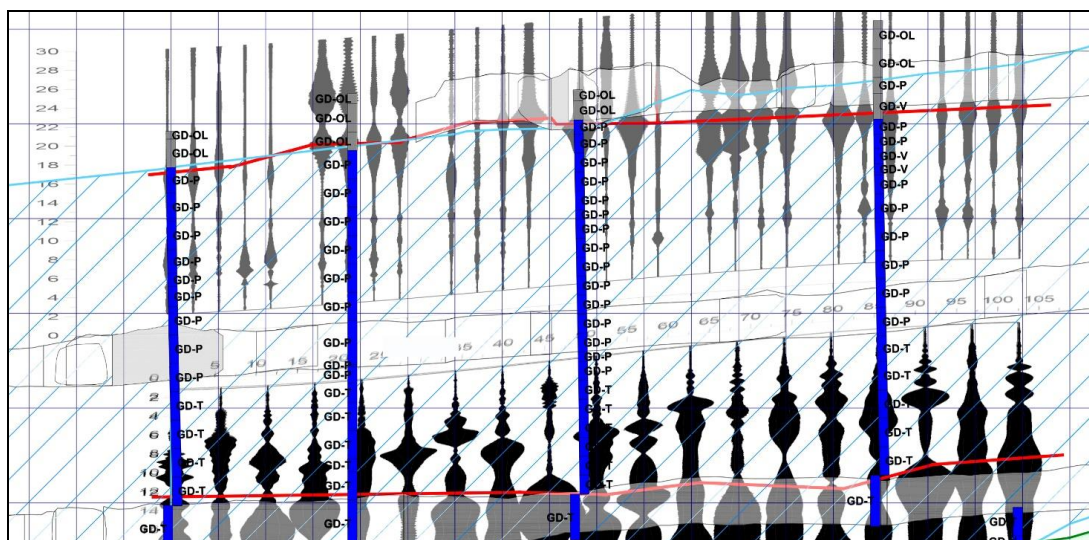


Рис. 9. Тестирование метода ССП для определения границ «руда – порода»

Однако для того, чтобы получить такую высокую сходимость результатов, пришлось провести достаточно большой объем их измерений и обработки, в процессе чего выяснилось, что расстояние до получаемых границ, кроме всего прочего, зависит от длины приемного провода и при расчетах необходимо изменять параметр скорости прохождения волны в зависимости от используемого провода. В частности, в кровлю выработки использовался провод 5,0 м, а в подошву – 1,5 м. В большинстве работ на протяжении 20 лет длинные провода для выполнения измерений не использовались и таких манипуляций производить не приходилось. Соблюдение правил безопасности при выполнении измерений в выработках высотой 4,5 м внесло свои коррективы и дополнения в методику.

Конечно, зная скорости распространения продольных и поперечных волн в разных породах, следует вносить коррективы в скорость при расчетах даже без учета длины провода, однако для достижения необходимой точности измерений методом ССП пока достаточно используемых параметров.

Кроме уточнения параметров расчета для лучшей визуализации получаемых границ проведена модернизация используемого программного аппарата для обработки результатов измерений ССП. На рис. 10 представлен разрез в кровлю уже с использованием данной методики.

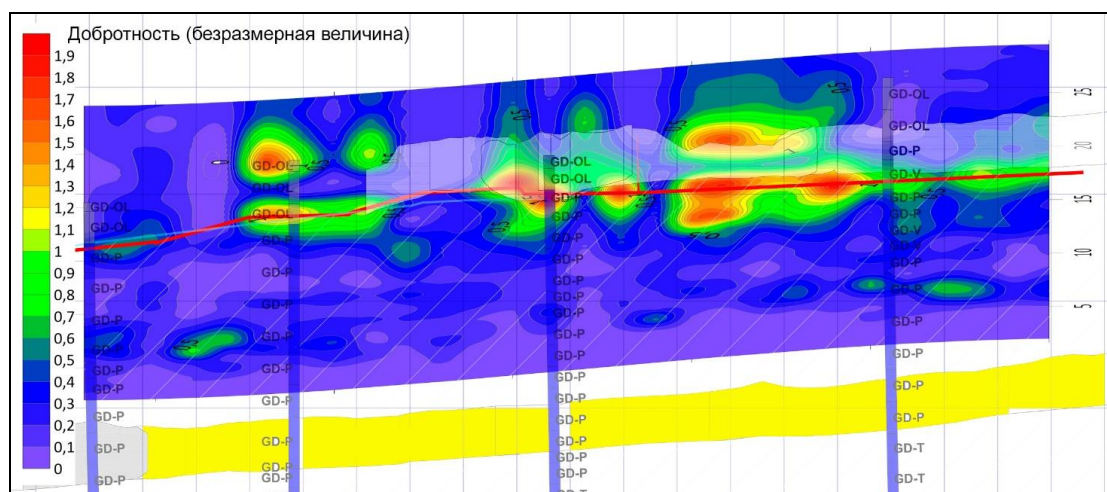


Рис. 10. Численная визуализация результатов ССП с использованием параметра добротности

Как видно из рис. 10, проведенная граница при использовании цветовой визуализации проявляется еще более ярко.

Заключение

Использование геофизических методов для уточнения структурного строения, геологических границ и прочих неоднородностей породного массива в шахтных условиях, безусловно, добавит детальности и точности при построениях сечений и моделировании развития горных работ. Это позволит своевременно вносить необходимые изменения в порядок отработки, параметры крепления, подсчитывать запасы полезного ископаемого и объемы вскрышных работ.

Не все методы геофизики пригодны для выполнения того или иного вида работ в подземных условиях, большинство из них просто непригодны из-за специфических условий шахты. Используемые отделом геомеханики ИГД УрО РАН методы ГРЗ и ССП при работах под землей помогают решать различные задачи по установлению параметров залегания и расположения изыскиваемых границ и пустот [13 – 16].

Выполненный комплекс испытаний методов георадарного зондирования и спектрального сейсмопрофилирования на предмет использования их при определении контакта «руда – порода» показал высокую точность и детальность прорисовки границ методом ССП и практически полную непригодность метода ГРЗ для этих же целей. Оставляем за методом ГРЗ использование в качестве диагностики закрепного пространства при строительстве и осушении шахтных стволов и при поисках скважин и пустот в пределах глубин 5,0 – 10,0 м.

Проведенные тестовые измерения метода ССП на данных работах не только показали положительные результаты, но и позволили модернизировать методику визуализации представляемых материалов в численных параметрах добротности и проработать вопрос использования приемных проводов разной длины для получения наиболее точных показателей.

Более подробно о выполненном комплексе работ планируется рассказать в отдельной статье, материал получен объемный и обладает высокой научной значимостью для внедрения геофизики в процесс проектирования подземных горных работ.

Список литературы

1. Гликман А.Г., 2002. *Физика и практика спектральной сейсморазведки. НТФ "Геофизпрогноз"*. URL: <http://newgeophys.spb.ru/ru/book/>. (дата обращения: 29.01.2024)
2. Мельник В.В., 2005. Применение метода спектрального сейсмопрофилирования для оценки геомеханического состояния массива горных пород вокруг шахтных выработок. *Горный информационно-аналитический бюллетень*, № 10, С. 69 – 74.
3. Мельник В.В., Далатказин Т.Ш., Замятин А.Л., 2022. Решение задач безопасности ведения подземных горных работ при отработке угольных лав с использованием современных методов геофизики. *Проблемы недропользования*, № 4(35), С. 122 – 131. DOI: 10.25635/2313-1586.2022.04.122.
4. Дьяков А.Ю., 2019. Георадар как инструмент для решения горных задач. *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*, № 12 – 1 (39), С. 64 - 68. DOI: 10.24411/2500-1000-2019-11846.
5. Гапонов Д.А., Фоменко Л.Н., Шеремет Р.Д., 2016. Применение георадара для контроля качества закрепления грунтов. *Инженерный вестник Дона*, № 3(42), URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2016/3724> (дата обращения: 29.01 2024)
6. Серегин М.Ю., 2012. Перспективы развития георадиолокации. *Наука и бизнес: пути развития*, № 5(11), С. 70 – 72.
7. Elsayed I.S., Alhussein A.B., Gad E., Mahfooz A.H., 2014. Shallow seismic refraction, two-dimensional electrical resistivity imaging, and ground penetrating radar for imaging the ancient monuments at the Western Shore of old Luxor City, Egypt. *Archaeological Discovery*, Vol. 2, No. 2, P. 31 – 43.

8. Conyers L.B., 2016. Ground-penetrating radar for geoarchaeology. *Analytical methods in earth and environmental science*. N. Y: Wiley, 160 p.
9. Рассказчикова Н.И., Курилович А.Э., Аузин А.А., 2019. Оценка физических свойств песчаных грунтов при помощи георадара. *Инженерные изыскания в строительстве: материалы третьей Общероссийской научно-практической конференции молодых специалистов, Москва, 26 апреля 2019 года*. Москва: Геомаркетинг, С. 94 - 98.
10. Едемский Д.Е., Петров Н.Ф., Прокопович И.В., 2021. Применение низкочастотных георадаров для изучения и контроля экзогенных геологических процессов. *Разведка и охрана недр*, № 9, С. 14 – 23.
11. Мельник В.В., 2008. Определение местоположения контакта руда-порода геофизическими методами в подземных условиях. *Горный информационно-аналитический бюллетень*, № 4, С. 147 – 149.
12. Мельник В.В., 2005. Применение метода спектрального сейсмопрофилирования для оценки геомеханического состояния массива горных пород вокруг шахтных выработок. *Горный информационно-аналитический бюллетень*, № 10, С. 69 – 74.
13. Шевченко М.Д., 2021. Изучение изменений массива горных пород в области влияния подземных горных выработок. *Проблемы недропользования*, № 4(31), С. 55 - 60. DOI 10.25635/2313-1586.2021.04.055.
14. Харисов Т.Ф., Мельник В.В., Замятин А.Л., 2020. Геофизические поисково-оценочные исследования в условиях подземного рудника. *Известия высших учебных заведений. Горный журнал*, № 7, С. 49 – 55. DOI 10.21440/0536-1028-2020-7-49-55. – EDN ZXHHYL.
15. Шевченко М.Д., Мельник В.В., 2023. Исследование геомеханического состояния массива горных пород на территории строительства шахтного эксплуатационного копра с использованием геофизических методов. *Проблемы недропользования*, № 4(39), С. 51 – 56. DOI: 10.25635/2313-1586.2023.04.051.
16. Шевченко М.Д., 2021. Определение закономерностей расположения тектонических нарушений для прогноза проницаемости массива горных пород. *Горный информационно-аналитический бюллетень*, № 5 – 2, С. 174 – 180. DOI 10.25018/0236_1493_2021_52_0_174.

References

1. Glikman A.G., 2002. Fizika i praktika spektral'noi seismorazvedki [Physics and practice of spectral seismography]. NTF "Geofizprognoz". URL: <http://newgeophys.spb.ru/ru/book/>. (data obrashcheniya: 29.01.2024)
2. Mel'nik V.V., 2005. Primenenie metoda spektral'nogo seismoprofilirovaniya dlya otsenki geomekhanicheskogo sostoyaniya massiva gornykh porod vokrug shakhtnykh vyrabotok [Application of the spectral seismic profiling method to assess the geomechanical state of the rock mass around the mine workings]. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'*, № 10, P. 69 – 74.
3. Mel'nik V.V., Dalatkazin T.Sh., Zamyatin A.L., 2022. Reshenie zadach bezopasnosti vedeniya podzemnykh gornykh rabot pri otrabotke ugol'nykh lav s ispol'zovaniem sovremennykh metodov geofiziki [Solving the safety problems when conducting underground mining operations during the mining of coal lavas using modern methods of geophysics]. *Problemy nedropol'zovaniya*, № 4(35), P. 122 – 131. DOI: 10.25635/2313-1586.2022.04.122.
4. D'yakov A.Yu., 2019. Georadar kak instrument dlya resheniya gornykh zadach [Georadar as a tool for solving mining problems]. *Mezhdunarodnyi zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk*, № 12 – 1 (39), P. 64 – 68. DOI: 10.24411/2500-1000-2019-11846.
5. Gaponov D.A., Fomenko L.N., Sheremet R.D., 2016. Primenenie georadara dlya kontrolya kachestva zakrepleniya gruntov [The use of a georadar to control the quality of soil consolidation]. *Inzhenernyi vestnik Dona*, № 3(42), URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2016/3724> (data obrashcheniya: 29.01 2024)

6. Seregin M.Yu., 2012. Perspektivy razvitiya georadiolokatsii [Prospects for the development of georadiolocation]. *Nauka i biznes: puti razvitiya*, № 5(11), P. 70 – 72.
7. Elsayed I.S., Alhussein A.B., Gad E., Mahfooz A.H., 2014. Shallow seismic refraction, two-dimensional electrical resistivity imaging, and ground penetrating radar for imaging the ancient monuments at the Western Shore of old Luxor City, Egypt. *Archaeological Discovery*, Vol. 2, No. 2, P. 31 – 43.
8. Conyers L.B., 2016. Ground-penetrating radar for geoarchaeology. *Analytical methods in earth and environmental science*. N. Y: Wiley, 160 p.
9. Rasskazchikova N.I., Kurilovich A.E., Auzin A.A., 2019. Otsenka fizicheskikh svoistv peschanykh gruntov pri pomoshchi georadara . [Assessment of the physical properties of sandy soils using ground penetrating radar]. *Inzhenernye izyskaniya v stroitel'stve: materialy tret'ei Obshcherossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii molodykh spetsialistov*, Moscow, 26 aprelya 2019 goda. Moscow: Geomarketing, P. 94 – 98.
10. Edemskii D.E., Petrov N.F., Prokopovich I.V., 2021. Primenenie nizkochastotnykh georadarov dlya izucheniya i kontrolya ekzogennykh geologicheskikh protsessov [Use of low-frequency ground-penetrating radars for study and control of exogenous geological processes]. *Razvedka i okhrana nedr*, № 9, P. 14 – 23.
11. Mel'nik V.V., 2008. Opredelenie mestopolozheniya kontakta ruda-poroda geofizicheskimi metodami v podzemnykh usloviyakh [Determination of the location of the ore-rock contact by geophysical methods in underground conditions]. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'*, № 4, P. 147 – 149.
12. Mel'nik V.V., 2005. Primenenie metoda spektral'nogo seismoprofilirovaniya dlya otsenki geomekhanicheskogo sostoyaniya massiva gornykh porod vokrug shakhtnykh vyrabotok [Application of the spectral seismic profiling method to assess the geomechanical state of the rock mass around the mine workings]. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'*, № 10, P. 69 – 74.
13. Shevchenko M.D., 2021. Izuchenie izmenenii massiva gornykh porod v obla-sti vliyaniya podzemnykh gornykh vyrabotok . [Study of changes in the rock mass in the field of influence of underground mining]. *Problemy nedropol'zovaniya*, № 4(31), P. 55 – 60. DOI 10.25635/2313-1586.2021.04.055.
14. Kharisov T.F., Mel'nik V.V., Zamyatin A.L., 2020. Geofizicheskie poiskovo-otsenochnye issledovaniya v usloviyakh podzemnogo rudnika. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii* [Geophysical prospecting and evaluation studies in an underground mine]. *Gornyi zhurnal*, № 7, P. 49 – 55. DOI 10.21440/0536-1028-2020-7-49-55. – EDN ZXHHYL.
15. Shevchenko M.D., Mel'nik V.V., 2023. Issledovanie geomekhanicheskogo sostoyaniya massiva gornykh porod na territorii stroitel'stva shakhtnogo ekspluatatsionnogo kopra s ispol'zovaniem geofizicheskikh metodov [Study of the geomechanical state of the rock mass on the territory of the construction of a mine production copra using geophysical methods]. *Problemy nedropol'zovaniya*, № 4(39), P. 51 – 56. DOI: 10.25635/2313-1586.2023.04.051.
16. Shevchenko M.D., 2021. Opredelenie zakonomernostei raspolozheniya tektonicheskikh narushenii dlya prognoza pronitsaemosti massiva gornykh porod [Determination of the location regularities of tectonic disturbances for the prediction of the permeability of the rock mass]. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'*, № 5 – 2, P. 174 – 180. DOI 10.25018/0236_1493_2021_52_0_174.

УДК 622.83:[528.2:629.78]

DOI: 10.25635/2313-1586.2024.01.102

Панжин Андрей Алексеевич

кандидат технических наук,
ученый секретарь,
Институт горного дела УрО РАН,
620075, г. Екатеринбург,
ул. Мамина-Сибиряка, д. 58
e-mail: panzhin@igduran.ru

Panzhin Andrey A.

Candidate of Technical Sciences,
Scientific Secretary,
Institute of Mining, Ural Branch of RAS,
620075 Ekaterinburg,
58 Mamina-Sibiryaka Str.
e-mail: panzhin@igduran.ru

**ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИРОДНОЙ И
ТЕХНОГЕННОЙ СЕЙСМИЧНОСТИ
КУЗНЕЦКОГО УГОЛЬНОГО БАСЕЙНА*****STUDYING THE NATURAL
AND TECHNOGENIC SEISMICITY
OF THE KUZNETSK COAL BASIN***Аннотация:*

Приведены методика и результаты экспериментального исследования современных геодинамических движений горнопромышленной территории Кузнецкого угольного бассейна, характеризующейся беспрецедентными объемами извлекаемых из недр полезных ископаемых, что приводит к проявлению сейсмической активности, вызванной техногенным влиянием горнодобывающих объектов. Приведена методика инструментальных исследований постсейсмических сдвижений и деформаций техногенно измененного породного массива на больших пространственно-временных базах, включающая как определение суточных амплитуд изменений координат по трем осям координат – амплитудной и трендовой составляющих до, между сериями и после техногенных сейсмических событий, так и распределения горизонтальных сдвижений и деформаций массива горных пород путем сопоставления цикловых координат, полученных в результате уравнивания геодезической GNSS сети.

Abstract:

The article presents the methodology and results of an experimental study of current geodynamic movements of the mining territory of the Kuznetsk coal basin, characterized by unprecedented volumes of minerals extracted from the subsoil, which leads to the manifestation of seismic activity caused by the manmade influence of mining facilities. The methodology of instrumental studies of postseismic shifts and deformations of a technogenically altered rock mass on large spatial and temporal bases is presented, including both the determination of daily amplitudes of coordinate changes along three coordinate axes – amplitude and trend components before, between series and after technogenic seismic events, and the distribution of horizontal shifts and deformations of a rock mass by comparing cyclic coordinates, obtained as a result of equalization of the geodetic GNSS network.

Ключевые слова: современные геодинамические движения, техногенное землетрясение, геологические структуры, напряженно-деформированное состояние, векторное поле сдвижений, тензорное поле деформаций.

Key words: current geodynamic movements, manmade earthquake, geological structures, stress-strain state, vector field of displacements, tensor field of deformations.

Введение

В связи с развитием природно-технических систем и усложнением горно-геологических условий разработки месторождений полезных ископаемых возникает необходимость оценки степени защищенности горнопромышленных территорий и прогноза опасных процессов в недропользовании на основе данных геоинформационного и геодеформационного (геомеханического) мониторинга с оценкой состояния горных предприятий и горнопромышленных территорий как природно-технических систем.

* Исследования выполнены в рамках Госзадания №075-00412-22 ПР, тема 3 (2022-2024), (FUW-2022-0005), рег. № 1021062010531-8-1.5.1.

Одним из методов исследований в данном направлении является наполнение, анализ и структурирование базы данных современных геодинамических движений и деформаций на горнопромышленной территории, на которой произошло техногенное землетрясение, деформационную картину которого возможно построить с использованием геодеформационных методов, позволяющих определить параметры современных геодинамических движений и их производных, таких как тензорное поле деформаций, дивергенцию и ротор поля.

В качестве объекта для исследований выбран район Кузнецкого угольного бассейна, который характеризуется беспрецедентными объемами извлекаемых из недр полезных ископаемых. Всего за годы интенсивного освоения этого уникального и богатейшего района Сибири добыча угля составила, по разным оценкам, 13 – 15 млрд т. [1 – 2], кроме этого, в Кузбассе ежегодно из естественно-геологической среды извлекается, перемещается и складировается на земной поверхности до 400 млн м³ горной массы. Перемещение крупных объемов природных ископаемых на протяжении последних десятилетий изменяет геологическую среду региона, нарушает стабильность и равновесное состояние его недр. В работе [3] установлено, что продолжительное воздействие горных работ на крупнейшие сейсмогенные структуры Алтае-Саянского сейсмоактивного региона инициируют их проявления вокруг промышленных зон, повышают фоновую сейсмичность недр как отклик на происходящие в Кузбассе масштабные техногенные процессы.

Крупнейшие сейсмические события, зарегистрированные в Кузбассе, в XX веке, в период активного наращивания объемов добычи угля, а также характер пространственного группирования очагов вокруг крупнейших промышленных центров бассейна подтверждают техногенное влияние горнодобывающих объектов на проявление сейсмической активности региона.

Повышение сейсмической активности в районах интенсивной разработки полезных ископаемых Кузбасса неоднократно отмечалось в отчетах Федерального исследовательского центра «Единая геофизическая служба Российской академии наук» [4 – 8]. С помощью анализа графиков повторяемости сейсмических событий, их распределения по времени в течение рабочей недели и расположения эпицентров установлено, что сейсмичность Кузбасса начиная с 60-х годов прошлого века носит сложный природно-техногенный характер. С конца 80-х годов природно-техногенная сейсмичность переходит в стадию, характеризующуюся роевыми потоковыми проявлениями сейсмических событий низкого энергетического класса и мощными неглубокими землетрясениями в районах высокой концентрации горных работ, прежде всего вблизи глубоких карьеров [9].

Самым ярким событием этого типа стало землетрясение 19.06.2013 с магнитудой $M = 5.2$ около разреза «Бачатский». Установлено, что природно-техногенная активность в большой мере связана с глубинными разломами, относительно слабо проявленными в верхнем слое земной коры и рельефе местности, что свидетельствует об ускорении их прорастания на поверхность под воздействием техногенных факторов. После Бачатского техногенного землетрясения большое внимание стало уделяться развитию сети сейсмостанций Кузбасса, позволяющей фиксировать не только крупные сейсмические события, но и события средней и малой энергетики. К 2015 г. сеть была дополнена новыми сейсмостанциями [10 – 11]. В дальнейшие годы проводился непрерывный мониторинг и фиксация сейсмических событий Кузбасса, в том числе связанной с природной сейсмической активностью региона и масштабным ведением горных работ [12 – 13].

В настоящее время в регионе ведется непрерывный сейсмологический мониторинг с целью изучения природно-техногенной сейсмичности Кузбасса, Горной Шории и всего Алтае-Саянского региона. Это привело к развитию в регионе многоуровневой сети сейсмостанций, включающей телеметрические международные, региональные и

локальные (рис. 1), результаты измерений которой позволяют с высокой степенью точности фиксировать место, глубину, магнитуду природных и техногенных сейсмических событий, а также, на уровне горнопромышленных предприятий – уровне локального сейсмомониторинга, фиксировать события слабой энергетики в основном с целью предупреждения горных ударов и наблюдения за сдвижением горных пород и устойчивостью бортов карьеров, то есть на локальных масштабных уровнях.

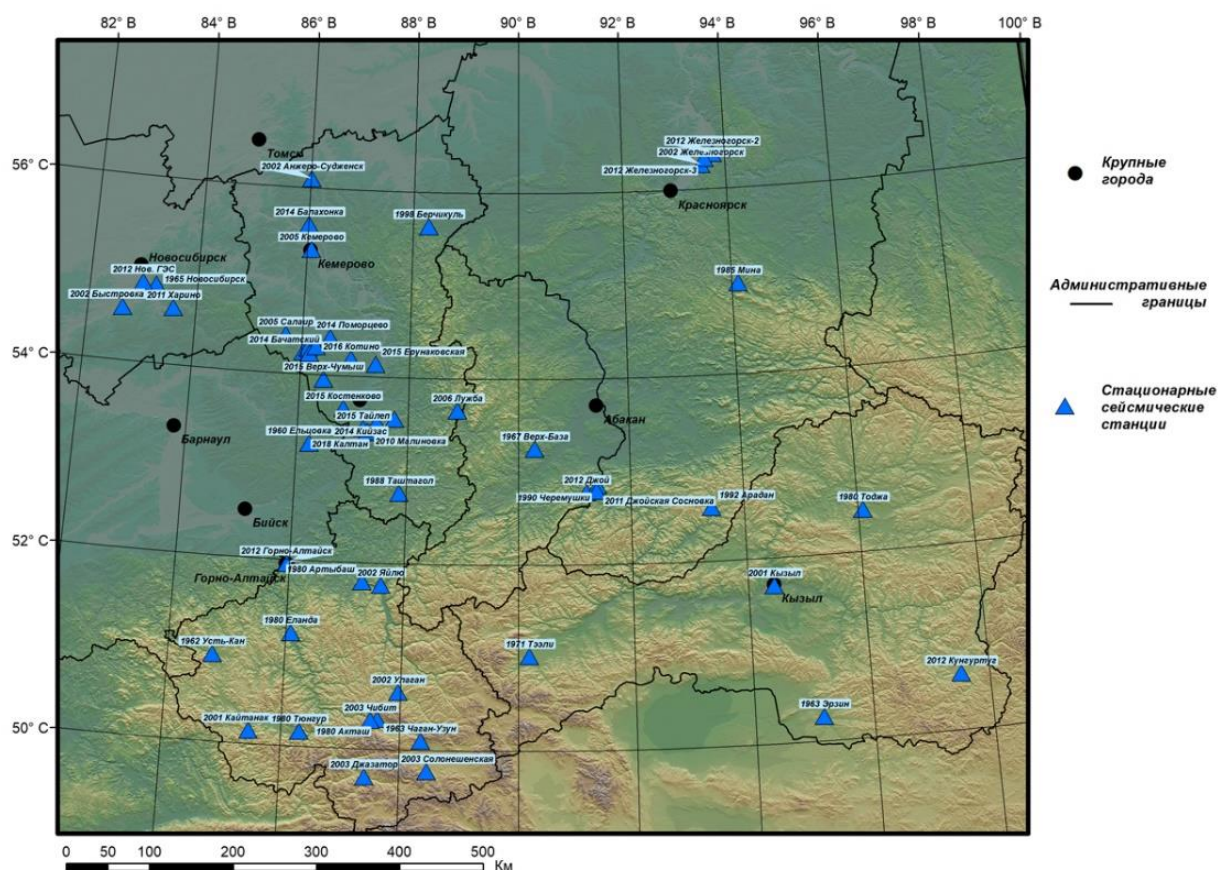


Рис. 1. Современное состояние Алтае-Саянской сети сейсмических станций

К сожалению, для территории Кузбасса отсутствуют фактические данные о современных геодинамических движениях верхней части земной коры, поскольку станции геодезического (традиционного и ГНСС мониторинга) появились значительно позже, плотность их размещения была невысокой, удаленность большая. Тем не менее рядом исследователей предварительно прорабатывался вопрос оценки величин и скоростей современных геодинамических движений по данным инструментальных маркшейдерско-геодезических измерений [14 – 19].

Методика исследований

В августе 2021 г. на Кузбассе зафиксировано достаточно крупное техногенное землетрясение [20 – 22]. Сейсмическое событие магнитудой $M = 4.9$ произошло 12.08.2021 недалеко от н.п. Кыргай, где ведется добыча угля открытым способом, размещаются отвалы (рис. 2).

На указанную дату в районе сейсмического события, кроме данных сейсмологического мониторинга, доступны данные постоянно действующих ГНСС станций региона, по которым возможно получение информации о напряженно-деформированном состоянии массива – до сейсмического события, во время его и после сейсмического события.

Для исследования постсейсмических деформаций породного массива на больших пространственно-временных базах предлагается методический подход, использованный при диагностике изменения напряженно-деформированного состояния массива при землетрясении в районе г. Катав-Ивановск в сентябре 2018 г. Исходные данные были получены в результате исследования региональной геодинамики с использованием исходных данных постоянно действующих станций Global Navigation Satellite System (GNSS) Урала [23 – 24].



Рис. 2. Местоположение эпицентра сейсмического события в районе н.п. Кыргай

В связи с произошедшим 12.08.2021 техногенным землетрясением поставлен эксперимент с целью диагностики изменения напряженно-деформированного состояния массива горных пород в районе н.п. Кыргай. Размеры района исследований составляют 150×150 км (рис. 3). В эксперименте задействованы 9 постоянно действующих GNSS станций указанного района, при этом используются накопленные станциями данные в формате RINEX. Камеральная обработка производится в пакетах программного обеспечения Bernese Software (методом Precise Point Positioning PPP) и Waypoint

GrafNet (методом Double Difference DD) с определением пространственных координат пунктов по каждой суточной серии. Была сделана выборка исходных данных за период с 30.07.2021 по 15.02.2022 для фиксации движений и деформаций до, во время и после землетрясения.

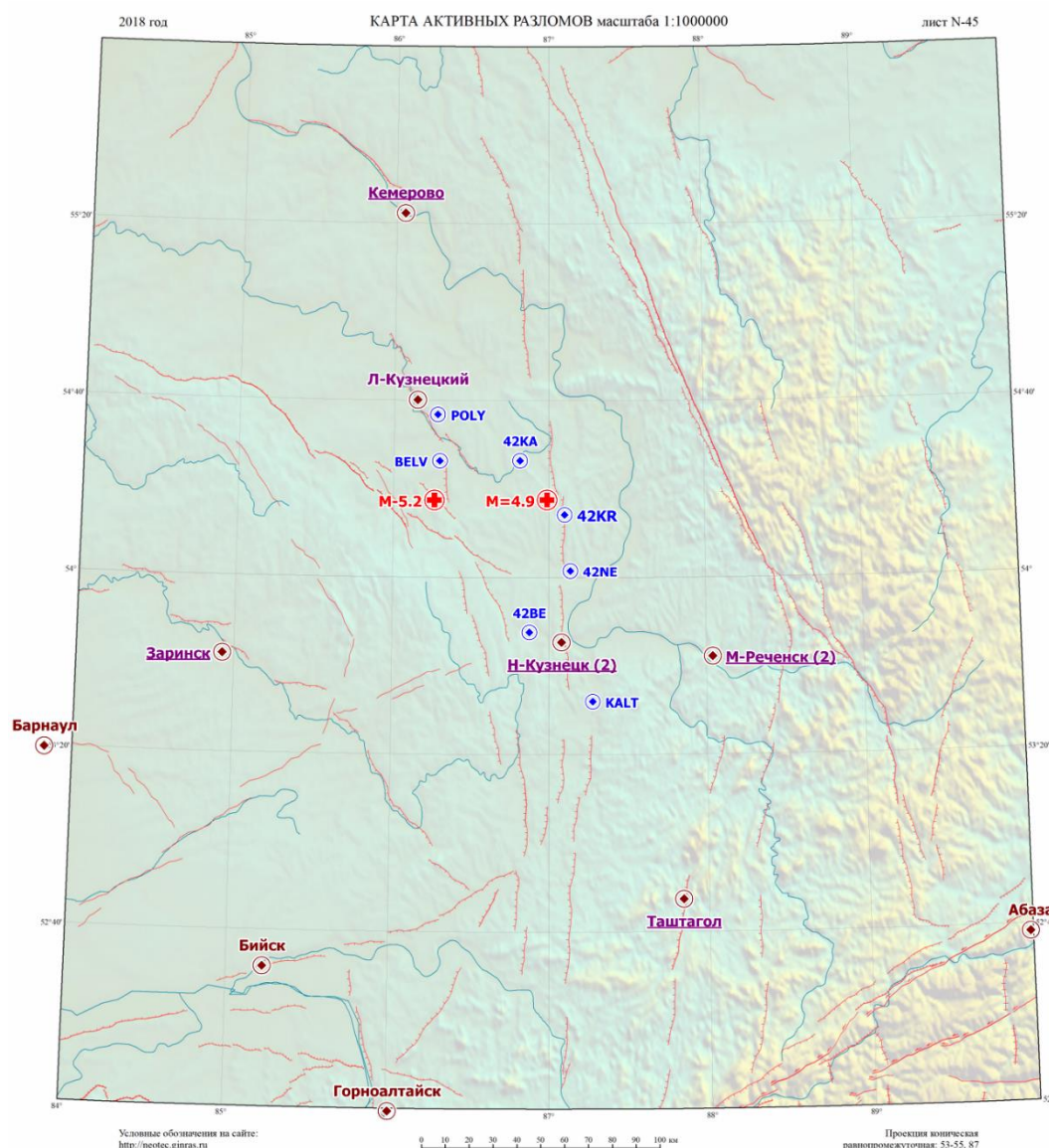


Рис. 3. Схема расположения пунктов GNSS сети для исследования движений и деформаций

Программа эксперимента включает:

- определение абсолютных координат пунктов и их изменения по осям координат ежесуточно, за период с 07.07.2021 по 18.09.2021, путем привязки их от 10 – 12 исходных пунктов IGS в системе INRF-2014;
- обработку и уравнивание GNSS сети для исследования трендовых движений путем сопоставления пространственных координат пунктов, полученных в различные серии мониторинговых измерений.

Программа эксперимента позволяет определить численные значения:

- суточных амплитуд изменений координат по трем осям координат – амплитудная и трендовая составляющие до землетрясения, между сериями землетрясений и после землетрясений;

– распределения горизонтальных сдвижений и деформаций массива горных пород путем сопоставления цикловых координат, полученных в результате уравнивания геодезической сети.

Результаты исследований

На первом этапе, с использованием сервиса AUSPOS построены посуточные временные ряды, период с 07.07.2021 по 18.09.2021 (за период до и после техногенного землетрясения в н.п. Кыргай). Исходя из того, что землетрясение было мелкофокусное, для построения временных рядов сдвижений были выбраны наблюдательные пункты, соответствующие условию – близлежащие и функционирующие в данный период (рис. 4).

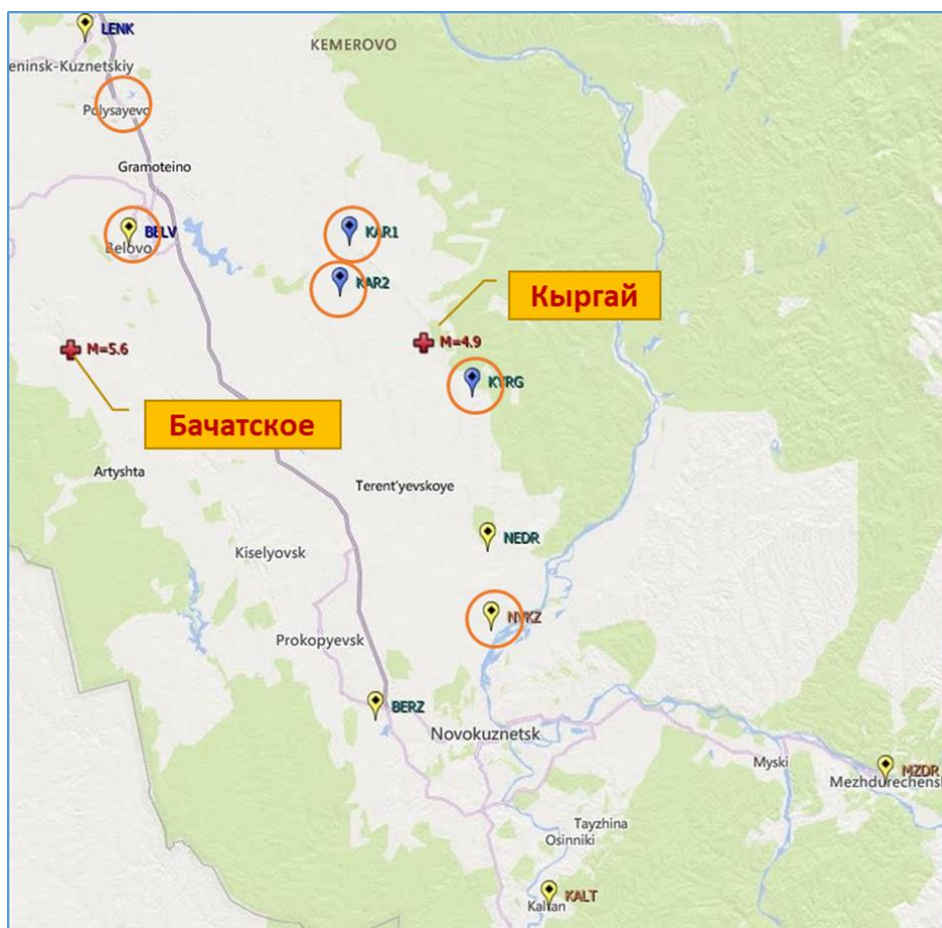


Рис. 4. Схема расположения наблюдательных пунктов для построения временных рядов сдвижений

Точность определения цикловых координат в горизонтальной плоскости (по широте и долготе), согласно отчетам автоматической камеральной обработки результатов измерений, составляет 2 – 3 мм, что подтверждается и другими исследователями [25 – 27].

При анализе полученных временных рядов (рис. 5) сделаны следующие выводы:

- не обнаружено свидетельств подготовки сейсмического события, левые части графиков (до сейсмического события) не проявляют аномального характера распределения сдвижений по широте и долготе;
- зафиксировано «растягивание» массива в меридиональном направлении после техногенного землетрясения. Пункты «разбегаются» по широте, скорее всего, это связано с преобладающим субмеридиональным простираем основных тектонических нарушений (см. рис. 3);

– по долготе большинство наблюдательных пунктов выдерживают трендовую составляющую (для Кузбасса она составляет примерно 26.5 мм/год), один из пунктов (Каракан-2) – нет.

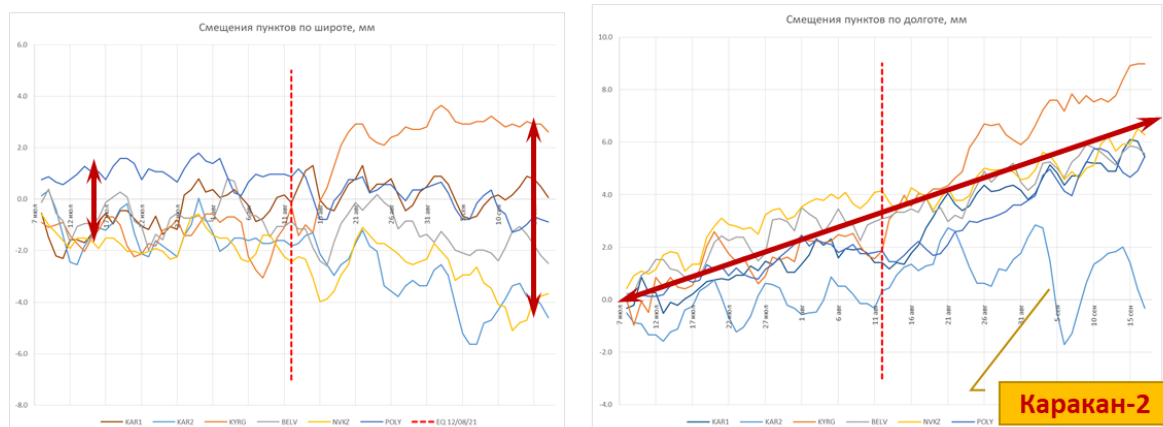


Рис. 5. Временные ряды сдвижений по широте (слева) и долготе (справа)

На втором этапе, для уточнения картины распределения горизонтальных сдвижений и деформаций массива горных пород, по результатам обработки и уравнивания геодезической GNSS сети получены цикловые пространственные координаты наблюдательных пунктов.

Для корректного сопоставления цикловых координат при обработке геодезической сети необходимо формирование «равновесной системы». Это связано с тем, что не всегда имеется возможность выбора «условно-неподвижного» пункта [28 – 29], фиксированные значения пространственных координат которого используются для центрирования геодезической сети. Кроме этого, для условий Кузбасса экспериментально установлено, что современные геодинамические движения в широтном направлении имеют значительную изменчивость, возможно связанную с сезонной составляющей либо с наличием на исследуемой территории большого количества активных тектонических разломов субмеридионального направления, по которым происходят криповые подвижки.

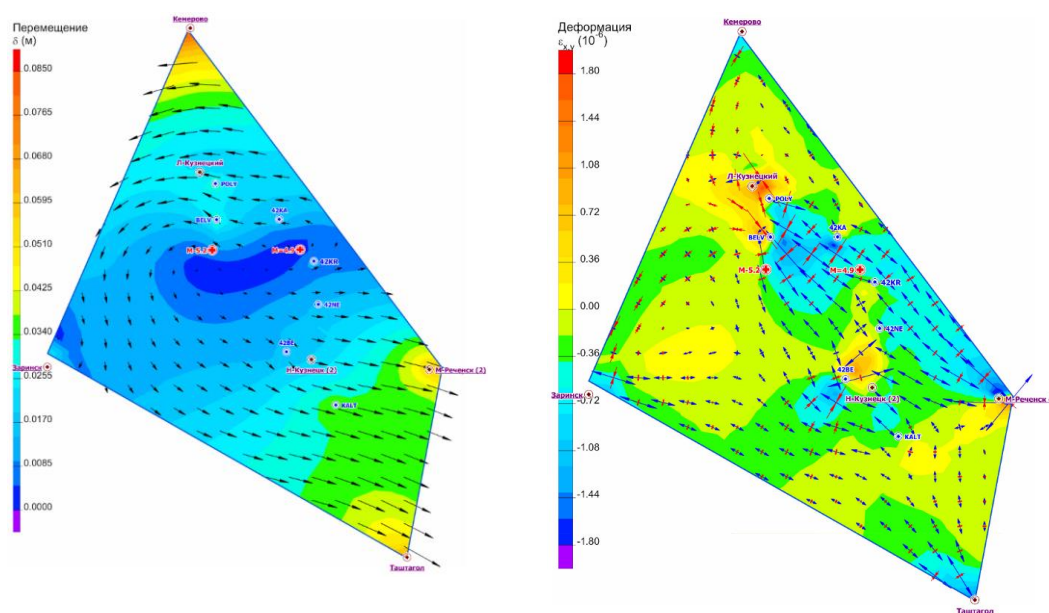


Рис. 6. Векторы горизонтальных сдвижений (слева) и тензоры горизонтальных (сдвиговых) деформаций (справа) в районе Бачатского и Кыргайского техногенных землетрясений за период 2021 – 2022 гг.

По результатам обработки геодезической GNSS сети, охватывающей район Бачатского (18.06.2013) и Кыргайского (12.08.2021) техногенных землетрясений (до и через год после сейсмического события), построены векторное поле сдвижений и тензорное поле деформаций (рис. 6).

В районе Кыргайского сейсмического события зафиксированы «растягивающие» деформации в субмеридиональном направлении, что свидетельствует о преимущественной реализации подвижек по активным тектоническим нарушениям субмеридионального направления.

Представленные выше данные о распределении величин и направления векторов горизонтальных сдвижений и тензоров горизонтальных (сдвиговых) деформаций в районе Бачатского и Кыргайского техногенных землетрясений носят предварительный характер и подлежат дальнейшему уточнению.

Для оценки уровня современных геодинамических движений и деформаций на горнопромышленной территории Кузнецкого угольного бассейна, который характеризуется беспрецедентными объемами извлекаемых из недр полезных ископаемых, сформирована база данных «Современные геодинамические движения территории Кузбасса и Алтая» [30]. В течение 2023 г. база данных была пополнена цикловыми наблюдениями (весна, лето и осень 2023 г.), включает в себя 113 пунктов GNSS международных, федеральных, ведомственных и корпоративных сетей, геодезические наблюдения на которых проводились в течение 2-х и более лет. По результатам возможно построение векторного поля сдвижений, полей деформаций, дивергенции и ротора поля.

Заключение

По результатам исследования природной и техногенной сейсмичности, а также пополнения базы данных современных геодинамических движений горнопромышленных территорий Кузбасса и Алтая построены посуточные временные ряды смещений в период до и после мелкофокусного техногенного землетрясения в н.п. Кыргай (12.08.2021, $M = 4.9$). Зафиксирован рост величин растягивающих смещений и деформаций массива в широтном направлении, по преобладающим субмеридиональным тектоническим нарушениям района, при этом не было обнаружено деформационных свидетельств подготовки сейсмического события. Построены векторное поле сдвижений и тензорное поле деформаций, по характеру распределения которых в районе Кыргайского сейсмического события зафиксированы «растягивающие» деформации в субмеридиональном направлении, что свидетельствует о преимущественной реализации подвижек по активным тектоническим нарушениям субмеридионального направления.

Дальнейшие исследования природной и техногенной сейсмичности Кузнецкого угольного бассейна предполагается провести в районе угольного разреза «Колыванский», на котором 27.11.2023 был произведен промышленный взрыв, а через две секунды после взрыва в этом же районе произошло крупное сейсмическое событие с магнитудой $M = 4.7$. Протекание сейсмического процесса в предыдущие годы и расположение этого и других землетрясений в данном районе, а также близость событий к поверхности указывают на техногенный характер всей активизации и этого землетрясения, в частности. При этом техногенное землетрясение 27.11.2023 является наибольшим по энергии во всем ряде событий, которые наблюдались в районе Горловского угольного прогиба.

Список литературы

1. *Кузнецкий угольный бассейн* – Википедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Кузнецкий_угольный_бассейн (дата обращения: 01.02.2024).
2. *Министерство угольной промышленности Кузбасса*. URL: <https://mupk42.ru/ru/industry/pokazateli/> (дата обращения: 01.02.2024).

3. Лазаревич Т.И., Поляков А.Н., 2003. Результаты исследования техногенной сейсмичности Кузбасса. *Горный информационно-аналитический бюллетень*, № 1, С. 151 – 153.
4. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Лескова Е.В. и др., 2010. Наведенная сейсмичность в районе г. Полысаево (Кузбасс). *Землетрясения России в 2008 году*. Обнинск: Федеральный исследовательский центр "Единая геофизическая служба Российской академии наук", С. 101 – 106.
5. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Лескова Е.В. и др., 2009. Техногенная сейсмичность в Кузбассе. *Землетрясения России в 2007 году: Сборник научных трудов*. Обнинск: Федеральный исследовательский центр "Единая геофизическая служба Российской академии наук", С. 86 – 93.
6. Фатеев А.В., Еманов А.Ф., Подкорытова В.Г., Лескова Е.В. 2012. Эксперименты по обнаружению наведенной сейсмичности на севере Кузбасса. *Землетрясения России в 2010 году*. Обнинск: Федеральный исследовательский центр "Единая геофизическая служба Российской академии наук", С. 87 – 89.
7. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Лескова Е.В. и др., 2010. Наведенная сейсмичность в районе г. Полысаево (Кузбасс). *Землетрясения России в 2008 году*. Обнинск: Федеральный исследовательский центр "Единая геофизическая служба Российской академии наук", С. 101 – 106.
8. Фатеев А.В., Еманов А.Ф., Подкорытова В.Г., Лескова Е.В., 2012. Эксперименты по обнаружению наведенной сейсмичности на севере Кузбасса. *Землетрясения России в 2010 году*. Обнинск: Федеральный исследовательский центр "Единая геофизическая служба Российской академии наук", С. 87 – 89.
9. Яковлев Д.В., Лазаревич Т.И., Цирель С.В., 2013. Природно-техногенная сейсмоактивность Кузбасса. *Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых*, № 6, С. 20 – 34.
10. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Фатеев А.В. и др., 2015. Система мониторинга наведенной сейсмичности Кузбасса и триггерные эффекты в развитии сейсмического процесса. *Триггерные эффекты в геосистемах: Материалы третьего Всероссийского семинара-совещания*, Москва, 16 – 19 июня 2015 года. Москва: Издательство ГЕОС, С. 190 – 199.
11. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Фатеев А.В. и др., 2015. Основы системы сейсмологического мониторинга Кузбасса. *Интерэкспо Гео-Сибирь*, Т. 2, № 2, С. 68 – 72.
12. Еманов А.А., Еманов А.Ф., Фатеев А.В., Шевкунова Е.В., 2018. Изучение наведенной сейсмичности на юге Кузбасса в районе открытых и подземных горных работ. *Землетрясения России в 2016 году*. Обнинск: Федеральный исследовательский центр "Единая геофизическая служба Российской академии наук", С. 117 – 122.
13. Еманов А.А., Еманов А.Ф., Фатеев А.В., Лескова Е.В., 2017. Одновременное воздействие открытых и подземных горных работ на недра и наведенная сейсмичность. *Вопросы инженерной сейсмологии*, Т. 44, № 4, С. 51 – 62. DOI 10.21455/VIS2017.4-3.
14. Соловицкий А.Н., 2016. Геодезический мониторинг напряженно-деформированного состояния земной коры в районах освоения угольных месторождений Кузбасса: точность регистрации и определения координат. *Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий)*, № 4 (36), С. 16 – 25.
15. Соловицкий А.Н., 2017. Геодезический мониторинг напряженно-деформированного состояния земной коры в районах освоения угольных месторождений Кузбасса: геодезические построения. *Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий)*, Т. 22, № 1, С. 81 – 89.
16. Каленицкий А.И., Соловицкий А.Н., 2019. О методологическом аспекте геодезического мониторинга напряженно-деформированного состояния земной коры при освоении недр Кузбасса. *Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университе-*

та геосистем и технологий), Т. 24, № 4, С. 20 – 33. DOI 10.33764/2411-1759-2019-24-4-20-33.

17. Каленицкий А.И., Соловицкий А.Н., 2019. О развитии многоуровневых построений на геодинамическом полигоне при освоении недр Кузбасса. *Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий)*, Т. 24, № 2, С. 45 – 55. DOI 10.33764/2411-1759-2019-24-2-45-55.

18. Соловицкий А.Н., 2020. О решении задач геодинамики угольных месторождений Кузбасса геодезическим методом. *Международный научно-исследовательский журнал*, № 11-2(101), С. 76 – 80. DOI 10.23670/IRJ.2020.101.11.045.

19. Тимофеев В.Ю., Ардюков Д.Г., Тимофеев А.В. и др., 2021. Некоторые особенности современных техногенных движений земной коры. *Геодинамика и тектонофизика*, Т. 12, № S3, С. 776 – 791. DOI 10.5800/GT-2021-12-3s-0554.

20. *Эксперт: землетрясение в Кузбассе могло иметь техногенный характер*. URL: <https://tass.ru/proisshествiya/12119971> (дата обращения: 01.02.2024).

21. *Мощное природное землетрясение в Кузбассе оказалось спровоцировано угольщиками*. URL: <https://ria.ru/20210813/zemletryasenie-1745584304.html> (дата обращения: 01.02.2024).

22. *Умеренное землетрясение маг. 4.8 - Southwestern Siberia, Russia, Пятница, 13 авг. 2021 03:41 (GMT +7)*. URL: <https://www.volcanodiscovery.com/ru/zemletryaseniya/quake-info/6363852/quake-felt-Aug-12-2021-Near-.html> (дата обращения: 01.02.2024).

23. Панжин А.А., 2019. Предварительные результаты диагностики изменения напряженно-деформированного состояния массива при землетрясении в районе г. Катав-Ивановск в сентябре 2018 г. *Проблемы недропользования*, № 4(23), С. 33 – 37. DOI 10.25635/2313-1586.2019.04.033.

24. Панжин А.А., 2020. Диагностика изменения напряженно-деформированного состояния массива при землетрясении в районе г. Катав-Ивановск. *Экологическая и техносферная безопасность горнопромышленных регионов: труды VIII Международной конференции, Екатеринбург, 07 апреля 2020 года*. Екатеринбург: Уральский государственный горный университет, С. 198 – 204.

25. Богданец Е.С., Зырянов А.Р., 2017. Анализ точности онлайн-сервисов постобработки GNSS-данных при различных интервалах наблюдений. *Master's Journal*, № 2, С. 37 – 43.

26. Давыдов А.В., Гиенко Е.Г., 2019. Опыт использования результатов ГНСС-измерений на пунктах IGS для мониторинга морских нефтяных платформ на шельфе о. Сахалин. *Интерэкспо Гео-Сибирь*, Т. 1, № 1, С. 62 – 70. DOI 10.33764/2618-981X-2019-1-1-71-76.

27. Кафтан В.И., Татаринцев В.Н., Побединский М.Г. и др., 2023. ГНСС-наблюдения на комплексной геомагнитной обсерватории «Климовская». *Геофизические процессы и биосфера*, Т. 22, № 2, С. 143 – 154. DOI 10.21455/GPB2023.2-7.

28. Сашурин А.Д., Панжин А.А., 2020. Современные проблемы и задачи геомеханики. *Горный информационно-аналитический бюллетень*, № 3 – 1, С. 188 – 198. DOI 10.25018/0236-1493-2020-31-0-188-198.

29. Панжин А.А., Панжина Н.А., 2019. Оценка стабильности опорных пунктов как основы для геодинамического мониторинга. *Известия высших учебных заведений. Горный журнал*, № 6, С. 31-40. DOI 10.21440/0536-1028-2019-6-31-40.

30. *Современные геодинамические движения территории Кузбасса и Алтая: база данных: свидетельство о государственной регистрации № 2023623903: дата рег. 13.11.2023: опублик. 13.11.2023 Бюл. № 11: гос. рег. в Реестре баз данных 13.11.2023.* / Панжин А.А., Панжина Н.А.; правообладатель ИГД УрО РАН. URL: https://www.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=DB&DocNumber=2023623903&TypeFile=html (дата обращения: 01.02.2024).

References

1. Kuznetskii ugol'nyi bassein – Vikipediya [Kuznetsk coal basin – Wikipedia]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Kuznetskii_ugol'nyi_bassein (data obrashcheniya: 01.02.2024).
2. Ministerstvo ugol'noi promyshlennosti Kuzbassa [Ministry of Coal Industry of Kuzbass]. URL: <https://mupk42.ru/ru/industry/pokazateli/> (data obrashcheniya: 01.02.2024).
3. Lazarevich T.I., Polyakov A.N., 2003. Rezul'taty issledovaniya tekhnogennoi seismichnosti Kuzbassa . [The results of the study of the technogenic seismicity of Kuzbass]. Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten', № 1, P. 151 – 153.
4. Emanov A.F., Emanov A.A., Leskova E.V. i dr., 2010. Navedennaya seismichnost' v raione g. Polysaevo (Kuzbass) [Induced seismicity in the area of Polysaevo (Kuzbass)]. Zemletryaseniya Rossii v 2008 godu. Obninsk: Federal'nyi issledovatel'skii tsentr "Edinaya geofizicheskaya sluzhba Rossiiskoi akademii nauk", P. 101 – 106.
5. Emanov A.F., Emanov A.A., Leskova E.V. i dr., 2009. Tekhnogennaya seismichnost' v Kuzbasse . [Technogenic seismicity in Kuzbass]. Zemletryaseniya Rossii v 2007 godu: Sbornik nauchnykh trudov. Obninsk: Federal'nyi issledovatel'skii tsentr "Edinaya geofizicheskaya sluzhba Rossii-skoi akademii nauk", P. 86 – 93.
6. Fateev A.V., Emanov A.F., Podkorytova V.G., Leskova E.V. 2012. Eksperimenty po obnaruzheniyu navedennoi seismichnosti na severe Kuzbassa [Experiments to detect induced seismicity in the north of Kuzbass]. Zemletryaseniya Rossii v 2010 godu. Obninsk: Federal'nyi issledovatel'skii tsentr "Edinaya geofizicheskaya sluzhba Rossiiskoi akademii nauk", P. 87 – 89.
7. Emanov A.F., Emanov A.A., Leskova E.V. i dr., 2010. Navedennaya seismichnost' v raione g. Polysaevo (Kuzbass) [Induced seismicity in the area of Polysaevo (Kuzbass)]. Zemletryaseniya Rossii v 2008 godu. Obninsk: Federal'nyi issledovatel'skii tsentr "Edinaya geofizicheskaya sluzhba Rossiiskoi akademii nauk", P. 101 – 106.
8. Fateev A.V., Emanov A.F., Podkorytova V.G., Leskova E.V., 2012. Eksperimenty po obnaruzheniyu navedennoi seismichnosti na severe Kuzbassa [Experiments to detect induced seismicity in the north of Kuzbass]. Zemletryaseniya Rossii v 2010 godu. Obninsk: Federal'nyi issledovatel'skii tsentr "Edinaya geofizicheskaya sluzhba Rossiiskoi akademii nauk", P. 87 – 89.
9. Yakovlev D.V., Lazarevich T.I., Tsirel' S.V., 2013. Prirodno-tekhnogennaya seismoaktivnost' Kuzbassa [Natural and manmade seismic activity of Kuzbass]. Fiziko-tekhnicheskie problemy razrabotki poleznykh iskopaemykh, № 6, P. 20 – 34.
10. Emanov A.F., Emanov A.A., Fateev A.V. i dr., 2015. Sistema monitoringa navedennoi seismichnosti Kuzbassa i triggernye efekty v razvitii seismicheskogo protsessa [Kuzbass induced seismicity monitoring system and trigger effects in the development of the seismic process]. Triggernye efekty v geosistemakh: Materialy tret'ego Vserossiiskogo seminar-soveshchaniya, Moscow, 16 – 19 iyunya 2015 goda. Moscow: Izdatel'stvo GEOS, P. 190 – 199.
11. Emanov A.F., Emanov A.A., Fateev A.V. i dr., 2015. Osnovy sistemy seismologicheskogo monitoringa Kuzbassa [Fundamentals of the seismic monitoring system in Kuzbass]. Interesko Geo-Sibir', Vol. 2, № 2, P. 68 – 72.
12. Emanov A.A., Emanov A.F., Fateev A.V., Shevkunova E.V., 2018. Izuchenie navedennoi seismichnosti na yuge Kuzbassa v raione otkrytykh i podzemnykh gornykh rabot [Study of induced seismicity in the south of Kuzbass in the area of open and underground mining]. Zemletryaseniya Rossii v 2016 godu . Obninsk: Federal'nyi issledovatel'skii tsentr "Edinaya geofizicheskaya sluzhba Rossiiskoi akademii nauk", P. 117 – 122.
13. Emanov A.A., Emanov A.F., Fateev A.V., Leskova E.V., 2017. Odnovremennoe vozdeistvie otkrytykh i podzemnykh gornykh rabot na nedra i navedennaya seismichnost' [Simultaneous impact of open and underground mining operations on the subsurface and induced seismicity]. Voprosy inzhenernoi seismologii, Vol. 44, № 4, P. 51 – 62. DOI 10.21455/VIS2017.4-3.

14. Solovitskii A.N., 2016. Geodezicheskii monitoring napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya zemnoi kory v raionakh osvoeniya ugol'nykh mestorozhdenii Kuzbassa: tochnost' registratsii i opredeleniya koordinat [Geodetic monitoring of the stress-strain state of the Earth's crust in the areas of development of Kuzbass coal deposits: accuracy of registration and determination of coordinates]. Vestnik SGUGiT (Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta geosistem i tekhnologii), № 4 (36), P. 16 – 25.
15. Solovitskii A.N., 2017. Geodezicheskii monitoring napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya zemnoi kory v raionakh osvoeniya ugol'nykh mestorozhdenii Kuzbassa: geodezicheskie postroeniya [Geodetic monitoring of the stress-strain state of the Earth's crust in the areas of development of Kuzbass coal deposits: geodetic constructions]. Vestnik SGUGiT (Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta geosistem i tekhnologii), Vol. 22, № 1, P. 81 – 89.
16. Kalenitskii A.I., Solovitskii A.N., 2019. O metodologicheskom aspekte geodezicheskogo monitoringa napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya zemnoi kory pri osvoenii neдр Kuzbassa [On the methodological aspect of geodesic monitoring of the stress-strain state of the Earth's crust during the development of the Kuzbass subsoil]. Vestnik SGUGiT (Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta geosistem i tekhnologii), Vol. 24, № 4, P. 20 – 33. DOI 10.33764/2411-1759-2019-24-4-20-33.
17. Kalenitskii A.I., Solovitskii A.N., 2019. O razvitii mnogourovnevnykh po-stroenii na geodinamicheskom poligone pri osvoenii neдр Kuzbassa [On the development of multi-level structures at the geodynamic landfill during the development of the Kuzbass subsoil]. Vestnik SGUGiT (Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta geosistem i tekhnologii), Vol. 24, № 2, P. 45 – 55. DOI 10.33764/2411-1759-2019-24-2-45-55.
18. Solovitskii A.N., 2020. O reshenii zadach geodinamiki ugol'nykh mestorozhdenii Kuzbassa geodezicheskim metodom [On solving the problems of geodynamics of coal deposits in Kuzbass by the geodetic method]. Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal, № 11-2(101), P. 76 – 80. DOI 10.23670/IRJ.2020.101.11.045.
19. Timofeev V.Yu., Ardyukov D.G., Timofeev A.V. i dr., 2021. Nekotorye osobennosti sovremennykh tekhnogennykh dvizhenii zemnoi kory [Some peculiarities of current technogenic movements of the Earth's crust]. Geodinamika i tektonofizika, Vol. 12, № S3, P. 776 – 791. DOI 10.5800/GT-2021-12-3s-0554.
20. Ekspert: zemletryasenie v Kuzbasse moglo imet' tekhnogennyi kharakter [Expert: the earthquake in Kuzbass could have been manmade cause]. URL: <https://tass.ru/proisshestviya/12119971> (data obrashcheniya: 01.02.2024).
21. Moshchnoe prirodnoe zemletryasenie v Kuzbasse okazalos' sprovotsirovano ugol'shchikami [A powerful natural earthquake in Kuzbass was provoked by coal miners]. URL: <https://ria.ru/20210813/zemletryasenie-1745584304.html> (data obrashcheniya: 01.02.2024).
22. Umerennoe zemletryasenie mag. 4.8 - Southwestern Siberia, Russia, Pyatnitsa, 13 avg. 2021 03:41 (GMT +7) [Moderate earthquake mag. 4.8 - Southwestern Siberia, Russia, Friday, Aug. 13, 2021 03:41 (GMT +7)]. URL: <https://www.volcanodiscovery.com/ru/zemletryaseniya/quake-info/6363852/quake-felt-Aug-12-2021-Near-.html> (data obrashcheniya: 01.02.2024).
23. Panzhin A.A., 2019. Predvaritel'nye rezul'taty diagnostiki izmeneniya napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya massiva pri zemletryasении v raione g. Katav-Ivanovsk v sentyabre 2018 g. [Preliminary results of diagnostics of changes in the stress-strain state of the massif during an earthquake in the area of Katav-Ivanovsk in September 2018]. Problemy nedropol'zovaniya, № 4(23), P. 33 – 37. DOI 10.25635/2313-1586.2019.04.033.
24. Panzhin A.A., 2020. Diagnostika izmeneniya napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya massiva pri zemletryasении v raione g. Katav-Ivanovsk [Diagnostics of changes in the stress-strain state of the massif during an earthquake in the area of Katav-Ivanovsk].

Ekologicheskaya i tekhnosfernaya bezopasnost' gornopromyshlennykh regionov: trudy VIII Mezhdunarodnoi konferentsii, Ekaterinburg, 07 aprelya 2020 goda. Ekaterinburg: Ural'skii gosudarstvennyi gornyi universitet, P. 198 – 204.

25. Bogdanets E.S., Zyryanov A.R., 2017. Analiz tochnosti onlain-servisov postobrabotki GNSS-dannykh pri razlichnykh intervalakh nablyudenii [Analysis of the accuracy of online GNSS data processing services at different observation intervals]. Master's Journal, № 2, P. 37 – 43.

26. Davydov A.V., Gienko E.G., 2019. Opyt ispol'zovaniya rezul'tatov GNSS-izmerenii na punktakh IGS dlya monitoringa morskikh neftyanykh platform na shel'fe o. Sakhalin [Experience in using the results of GNSS measurements at IGS sites for monitoring offshore oil platforms on the Sakhalin Island]. Interekspo Geo-Sibir', Vol. 1, № 1, P. 62 – 70. DOI 10.33764/2618-981X-2019-1-1-71-76.

27. Kaftan V.I., Tatarinov V.N., Pobedinskii M.G. i dr., 2023. GNSS-nablyudeniya na kompleksnoi geomagnitnoi observatorii "Klimovskaya" [GNSS observations at the integrated geomagnetic observatory "Klimovskaya"]. Geofizicheskie protsessy i biosfera, Vol. 22, № 2, P. 143 – 154. DOI 10.21455/GPB2023.2-7.

28. Sashurin A.D., Panzhin A.A., 2020. Sovremennye problemy i zadachi geomekhaniki [Modern problems and tasks of geomechanics]. Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten', № 3 – 1, P. 188 – 198. DOI 10.25018/0236-1493-2020-31-0-188-198.

29. Panzhin A.A., Panzhina N.A., 2019. Otsenka stabil'nosti opornykh punktov kak osnovy dlya geodinamicheskogo monitoringa [Assessment of the stability of strongholds as a basis for geodynamic monitoring]. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Gornyi zhurnal, № 6, P. 31-40. DOI 10.21440/0536-1028-2019-6-31-40.

30. Sovremennye geodinamicheskie dvizheniya territorii Kuzbassa i Altaya [Modern geodynamic movements of the territory of Kuzbass and Altai]: baza dannykh: svidetel'stvo o gosudarstvennoi registratsii № 2023623903: data reg. 13.11.2023: opubl. 13.11.2023 Byul. № 11: gos. reg. v Reestre baz dannykh 13.11.2023. / Panzhin A.A., Panzhina N.A.; pravoobladatel' IGD UrO RAN. URL: https://www.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=DB&DocNumber=2023623903&TypeFile=html ((data obra-shcheniya: 01.02.2024).