

ИНСТИТУТ ГОРНОГО ДЕЛА ДВО РАН (ИГД ДВО РАН)

Основные научные результаты в 2018 году

В области физических и химических процессов разделения, концентрации и переработки минералов: научно обоснован эффективный метод извлечения инкапсулированных и дисперсных форм нахождения благородных металлов из упорных меднопорфировых руд и техногенного минерального сырья. Технология включает механо-химическую обработку руд в среде электрофотоактивированных водно-газовых эмульсий, полученных смешиванием гидрокарбоната натрия и водного раствора цианида натрия, активационное кучное или чановое выщелачивание и сорбцию растворенных ценных компонентов (рис. 1).

(Секисов А.Г., Рассказова А.В. Способ выщелачивания золота из упорных руд // Патент РФ № 2647961. Геохимические особенности руд зоны окисления медно-золоторудного месторождения Малмыж и результаты их геотехнологического тестирования / А.Г. Секисов, В.В. Иванов, А.В. Рассказова, Е.К. Игнатьев // Горный журнал. - 2018. - № 10. - С. 30-35).



Рис. 1. Схема переработки техногенного минерального сырья
(на примере кеков цианирования)

По этому же направлению: по результатам исследований техногенного карбонатно-флюоритового сырья с применением методов флотационного обогащения и направленного ультразвукового воздействия на поверхностный слой частиц установлены закономерности десорбции остатков соединений первичной переработки, новообразований и шламовых покрытий. Контакт флотореагентов с очищенной ультразвуком поверхностью обеспечивает селективную адсорбцию собирателей и увеличение контрастности во флотационных свойствах минералов: из бедного сырья выделены высококачественные концентраты (93,1-95,7 % CaF_2) с извлечением флюорита 64,08-49,8 % (рис. 2).

(Voronova, O. Study of promises for the use of ultrasound in the technology of secondary beneficiation of processing wastes / O. Voronova, L. Kienko // E3S Web of Conferences. - 2018. - Vol. 56, 03015. URL: <https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2018/31/contents/contents.html>).

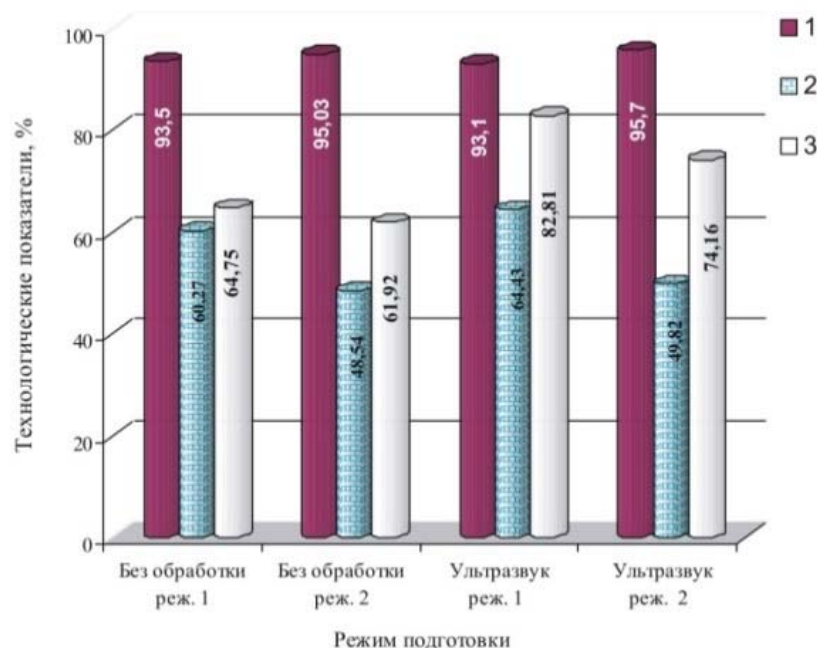


Рис. 2. Результаты флотации флюорита из техногенных хвостов Ярославской горнорудной компании в режимах с обработкой и без обработки питания флотации ультразвуком: 1 – содержание в концентратах CaF₂, 2 – извлечение флюорита в концентрат, 3 – утилизация кальцита в начальной стадии технологии

По этому же направлению: научно обоснована комбинированная технология обогащения вольфрам содержащего минерального сырья с предварительной концентрацией ценных компонентов в исходной руде с применением радиометрической сепарации и ультразвуковой обработки рудных ассоциаций, повышающей флотационную контрастность минеральных поверхностей (рис. 3). Обогащение по разработанной технологии бедных руд месторождения Скрытое в Приморском крае в 1,6 раза повысило сквозное извлечение шеелита по сравнению с традиционной флотационной технологией.

(Шепета Е.Д., Саматова Л.А., Воронова О.В. Перспективные направления развития технологий обогащения вольфрамсодержащих руд и техногенных образований // Горный журнал. - 2018. - № 10. - С. 67-71).

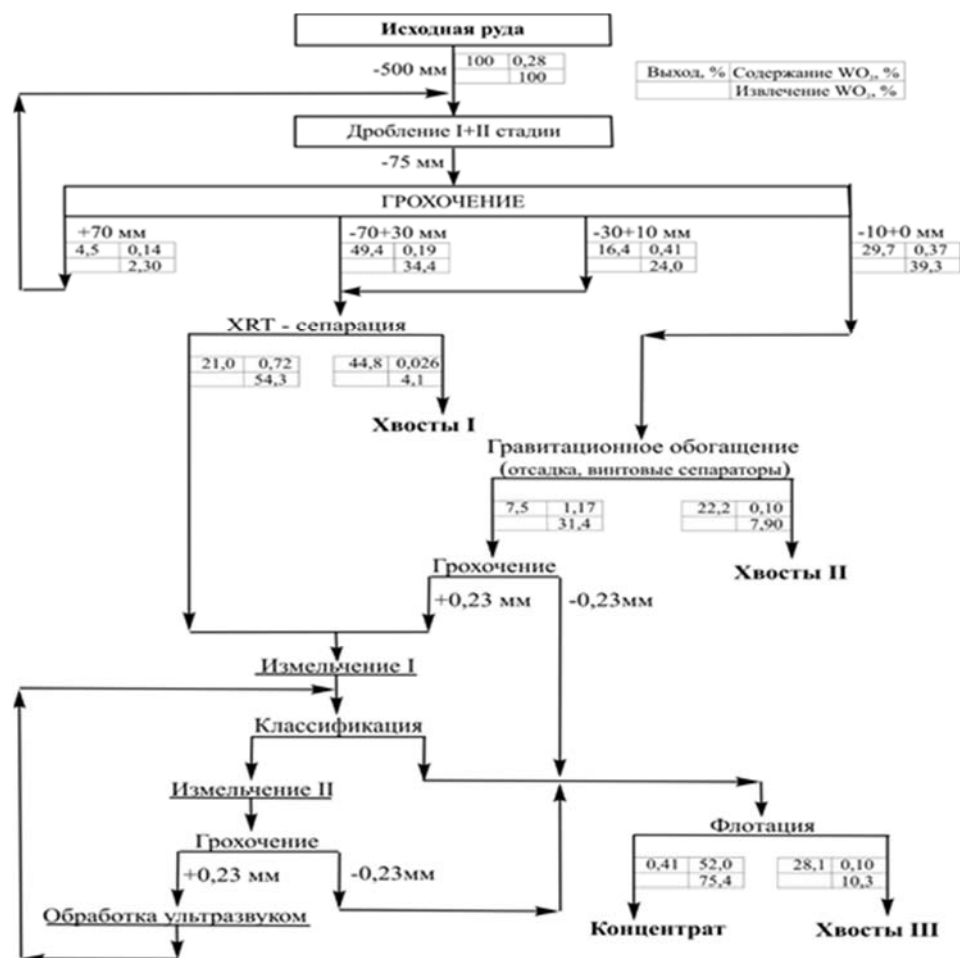


Рис. 3. Комбинированная технология обогащения вольфрам содержащего минерального сырья с ультразвуковой обработкой рудных ассоциаций.

В области геотехнологии: установлены графические зависимости потерь полезного компонента россыпного месторождения платины при поинтервальном опробовании в течение суток хвостов шлюзов промывочных приборов ПБШ-200 и ПЗШ-130. Определено, что потери металла носят неравномерный характер в течение суток, на их величину в первую очередь (до 80 % от общего количества потерь металла) влияет количество глинистых фракций в песках и удельная нагрузка на шлюз (колебания отношения твердого к жидкому в двухфазном потоке пульпы на шлюзе). Установлено, что высокое содержание тяжелых минералов в песках месторождения оказывает существенно меньшее влияние, чем указанные выше факторы (рис. 4).

(Серый Р.С., Таганов В.В., Гевало К.В. Снижение потерь драгоценных металлов на промывочных приборах за счет оптимизации работы шлюзов мелкого наполнения // Горный журнал. - 2018. - № 10. - С. 49-52).

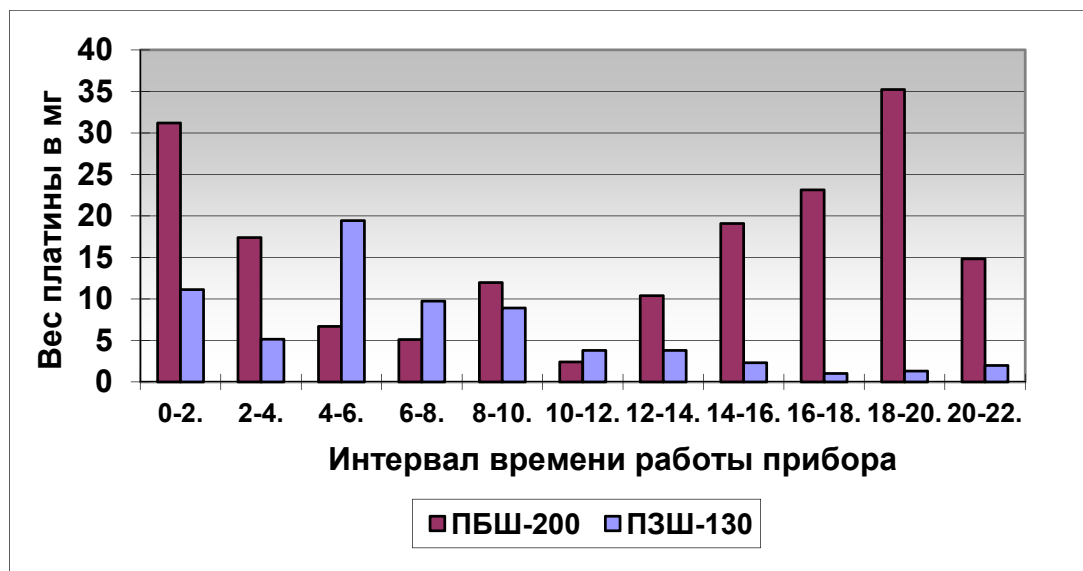


Рис. 4. Распределение уровня потерь платины, теряемой со шлюзов при поинтервальном опробовании

По этому же направлению: установлены графические зависимости степени дезинтеграции песчано-глинистой составляющей минеральной гидросмеси от интенсивности и времени воздействия процесса кавитации. При продолжительности процесса кавитации 15 минут эффективность дезинтеграции, в зависимости от интенсивности кавитации (от 2 до 10 Вт/см², увеличивается от 20 до 60 %. Наиболее эффективен процесс дезинтеграции при интенсивности кавитации 10 Вт/см² в течение 15 мин (рис. 5).

(Хрунина Н.П. Совершенствование процессов разработки высокоглинистых рудно-россыпных месторождений Дальневосточного региона // Горный журнал. - 2018. - № 10. - С. 39-42).

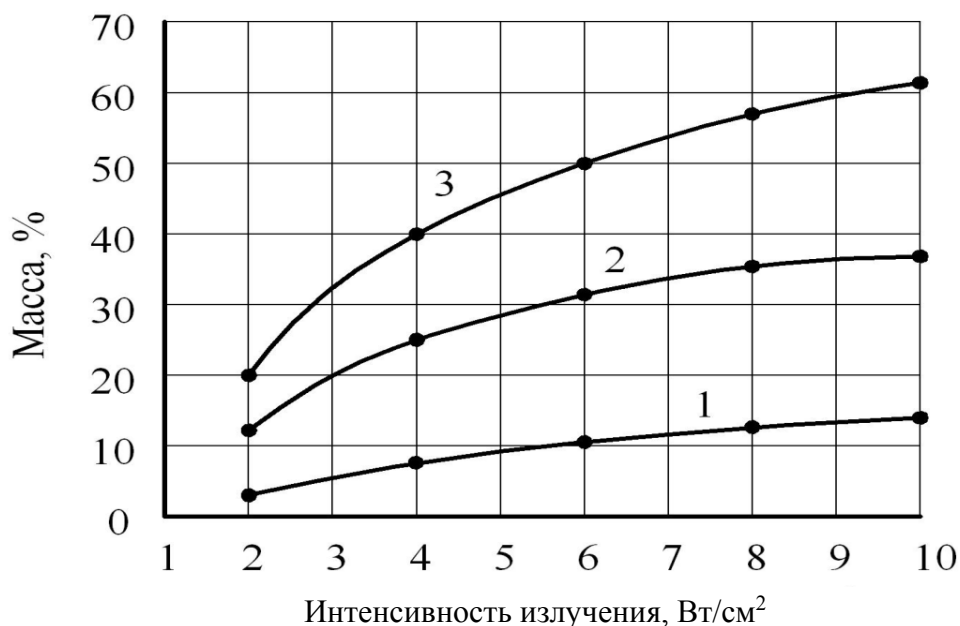


Рис. 5. Зависимость степени дезинтеграции песчано-глинистой составляющей минеральной гидросмеси от интенсивности и продолжительности процесса кавитации. Время воздействия кавитации (мин): 5 (кривая 1); 10 (кривая 2); 15 (кривая 3)

По этому же направлению: лабораторными исследованиями процессов миграции золота в массиве техногенной горной массы россыпного месторождения золота для частного случая установлена зависимость интенсивности увеличения содержания золота по мощности экспериментального блока песков от показателя цикла затопления-осушения (З-О) горной массы: $I_m = -2,3 \cdot k_{\text{ц}}^2 + 2,5 \cdot k_{\text{ц}} - 0,4$, где I_m – интенсивность увеличения содержания, численно равная тангенсу угла наклона регрессионной прямой зависимости содержания золота от глубины горной массы при различных циклах З-О; $k_{\text{ц}}$ – показатель цикла, численно равный отношению времени затопления блока к полному времени затопления и осушения блока ($0,18 \leq k_{\text{ц}} \leq 0,92$).

(Alexeev V., Banshchikova T. Experimental research on the formation of mineral-rich areas in residue gold placer deposits // E3S Web of Conferences. – 2018. – Vol. 56, 03023).

В области физических и химических процессов разделения, концентрации и переработки минералов: установлены основные факторы технологической упорности окисленных и первичных руд медно-порфирового месторождения Малмыж при выщелачивании из них золота, определяющие их низкое (до 30-35 %) извлечение стандартными методами: 1) относительно высокая концентрация рудообразующих элементов, обуславливающих непродуктивный расход основных выщелачивающих реагентов (табл.1); 2) преобладание сложно растворимых форм нахождения в рудах золота – химически связанной, внутрикристаллических субмикронных частиц, природных сплавов с медью и серебром, локализованных в краевых частях минеральных зерен халькопирита, пирита, борнита.

(Секисов А.Г., Иванов В.В., Рассказова А.В., Игнатьев Е.К. Геохимические особенности руд зоны окисления медно-золоторудного место рождения Малмыж и результаты их геотехнологического тестирования // Горный журнал. - 2018. - № 10. - С. 30-35.

Rasskazova, A.V. Leaching of base gold-bearing ore with chloride-hypochlorite solutions // Proceedings of International mineral processing congress, 15-21 September, 2018, Moscow, Russia, Young Scientists Reports, Paper-981, pp. 348-355).

Таблица 1 – Результаты анализов пробы окисленной руды месторождения Малмыж (ТП-6С-О)

Содержание элемента			
Au, г/т	Ag, г/т	Cu, %	Fe, %
0,8	0,4	0,09	12,2

Содержание элемента, г/т													
As	Ag	Cu	Co	Bi	Cr	Mn	Ni	P	Pb	Sb	Sn	V	W
18	0,3	1200	3,03	1,3	13	90	13	800	11	<10	8	203	14,6

По этому же направлению: обоснована и апробирована технологическая схема активационного кучного выщелачивания золота из некондиционных медно-порфировых руд зоны окисления, позволяющая за счет их предварительной обработки серноокислотно-пероксидными растворами, полученными путем электро-фотохимической активации исходных наислороженных растворов серной кислоты, обеспечить его последующее извлечение на уровне 80-90 % растворами комплексообразователей (табл.2). Реализация разработанной схемы, на начальном этапе открытой разработки Малмыжского медно-золоторудного месторождения, позволит перевести значительную часть забалансовой руды в балансовую.

(Секисов А.Г., Иванов В.В., Рассказова А.В., Игнатьев Е.К. Геохимические особенности руд зоны окисления медно-золоторудного место рождения Малмыж и результаты их геотехнологического тестирования // Горный журнал. - 2018. - № 10. - С. 30-35).

Таблица 2 – Результаты тестирующих экспериментов по выщелачиванию золота из технологической пробы окисленной руды месторождения Малмыж

№ п/п	Схема выщелачивания	Извлечение элемента в раствор, мг/л			
		Au	Ag	Cu	Fe
1	Контрольная ($C_{NaCN}=0,7\%$)	0,93	0,42	32,3	390,7
2	Экспериментальная цианидная ($C_{NaCN}=0,05\%$)	0,65	0,30	29,8	32,9
3	С активационной пероксидно-сульфатной подготовкой и цианидным окончанием	0,80		21,5	7,1
4	С активационной пероксидно-сульфатной подготовкой и хлоридным окончанием	0,94		7,7	8,9
5	С активационной карбонатной подготовкой и аммиачно-цианидным окончанием	0,81		13,5	34
6	Активационная хлоридная	0,64	0,33	0,45	0

По этому же направлению: определены оптимальные концентрационные и физико-химические параметры растворов и пульп для технологической системы выщелачивания золота из упорных руд с предоислением и ультразвуковой (кавитационной) активацией после ввода в пульпу активного хлора. Извлечение золота по данной схеме составило 80,2 % и 98,8 % за 4 и 24 часа соответственно. Установлено, что при продолжительности ультразвуковой обработки до 4 часов имеет место прирост извлечения золота на 9,2 %, при ее большей продолжительности проявляется эффект переосаждения золота на образующиеся коллоидные частицы гидроксида железа в слабощелочной среде. (Рис. 6).

(Прохоров К.В., Бурдонов А. Е. Хлорид-гипохлоритное выщелачивание золота из окисленных руд Малмыжского месторождения // Горный журнал. - 2018. - № 10. - С. 62-66.

Prokhorov K. Influence of agitation leaching conditions to the behavior of gold in solution // E3S Web of Conferences. – 2018. – Vol. 56, 03010).

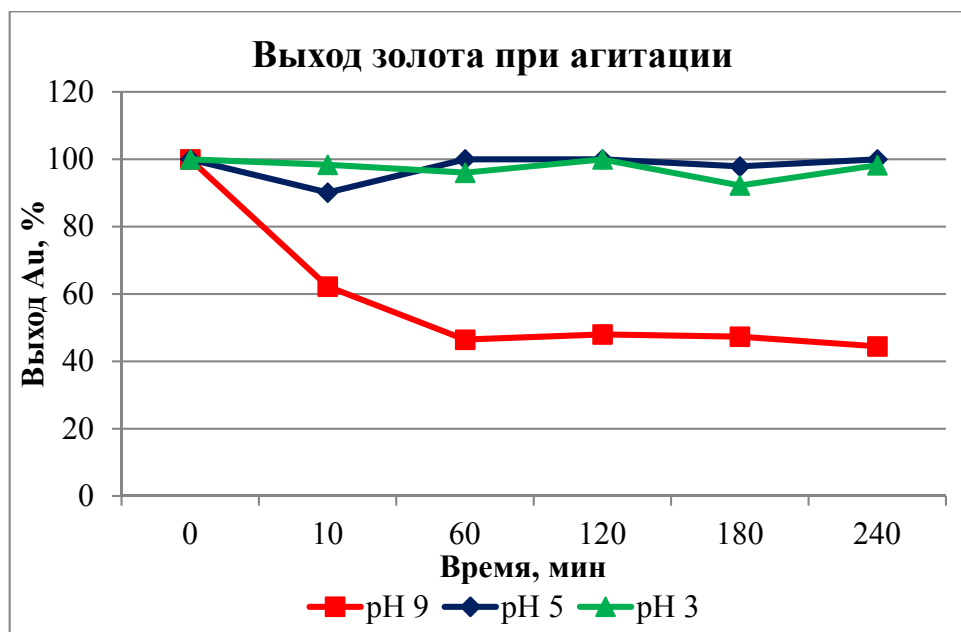


Рис. 6. Динамика переосаждения ионов золота из раствора в зависимости от начального pH раствора.

По этому же направлению: обоснованы состав реагентов, рациональные параметры и режимы механо-химической и фотоэлектрохимической обработки рабочих растворов и пульп для окислительной и структуротрансформирующей подготовки к

кучному и чановому выщелачиванию технологических отходов горного производства, содержащих дисперсные формы благородных металлов: кеков цианирования и хвостов обогащения, экспериментально установлены оптимальные параметры и режимы для технологической схемы переработки кеков цианирования Покровского рудника с механо-химической обработкой в среде фотоэлектроактивированных растворов реагентов, с доизвлечением золота 72-92 %.

(Aleksandrov A., Litvinova N., Konareva T., Bogomyakov R., Lavrik N. Mechanical-chemical activation using solutions containing active oxygen species // E3S Web of Conferences. - 2018. - Vol. 56, 03022).

По этому же направлению: по результатам исследования обогатимости техногенных хвостов Ярославской горнорудной компании установлена необходимость тонкого измельчения материала с содержанием CaF_2 от 15,2 до 20,7 %, CaCO_3 13,35-10,2 %, обеспечивающая выделение качественных флюоритовых концентратов (рис. 7.).

(Киенко Л.А., Воронова О.В. Исследование обогатимости техногенного флюоритсодержащего сырья Дальнего Востока // Горный журнал. - 2018. - № 10. - С. 78-83).

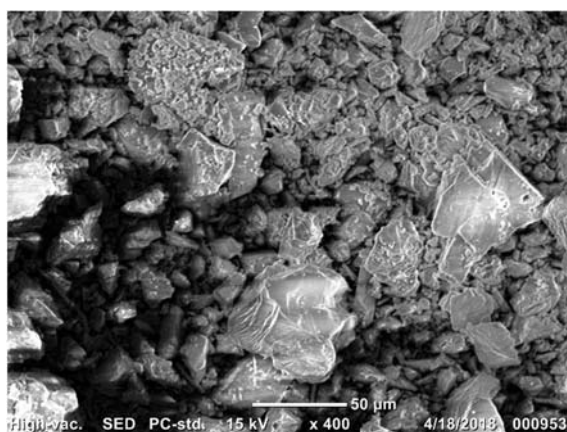


Рис. 7. Флюоритовый концентрат, выполненный из техногенных хвостов Ярославского ГОКа

По этому же направлению: на основе изучения кинетики флотации флюорита из техногенных хвостов Ярославской горнорудной компании установлено, что использование ультразвуковой обработки пульпы на различных стадиях обогащения обеспечивает повышение скорости и селективности флотации. Прирост извлечения флюорита при этом составляет до 4,8 %. (рис. 8).

(Voronova O., Kienko L. Study of promises for the use of ultrasound in the technology of secondary beneficiation of processing wastes // E3S Web of Conferences. - 2018. - Vol. 56, 03015).

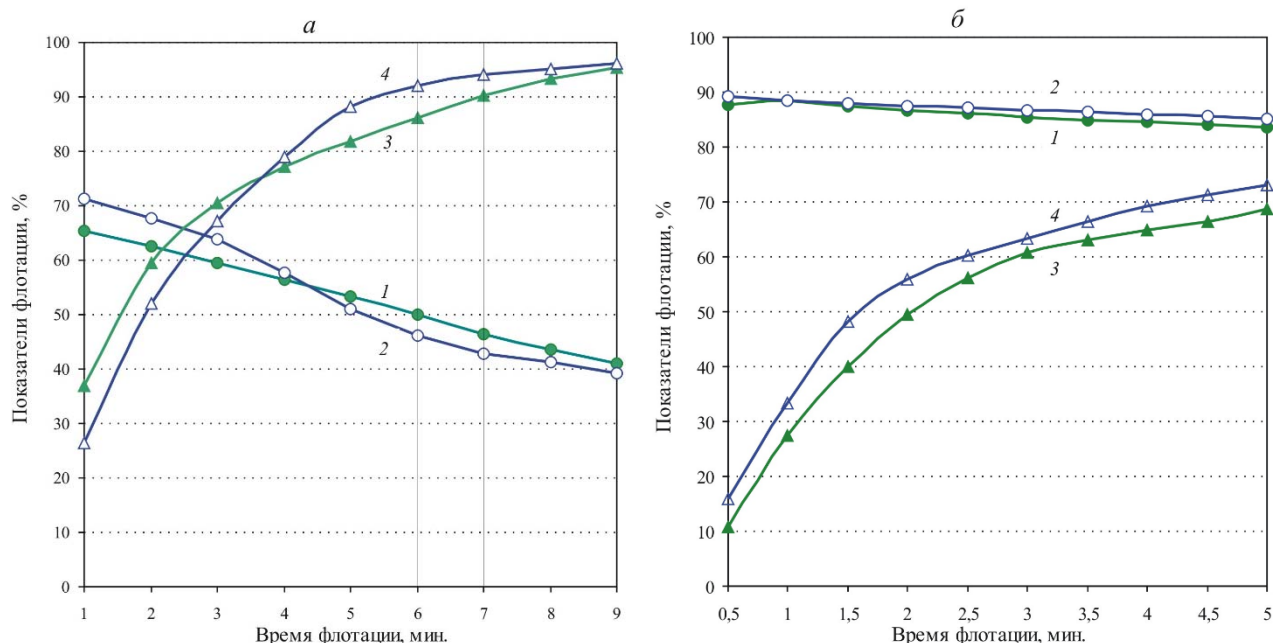


Рис. 8. Сравнительные результаты исследований кинетики флотации флюорита по обычной технологии и технологии с обработкой пульпы ультразвуком: а – на стадии основной флотации; б – на стадии третьей перечистки; 1, 3 – содержание CaF_2 и извлечение флюорита в пенный продукт по результатам экспериментов без обработки пульпы ультразвуком; 2, 4 – содержание CaF_2 и извлечение флюорита в пенные продукты в экспериментах с использованием ультразвука.

В области теплофизики: разработаны новые представления об устойчивости газожидкостного течения, базирующиеся на подходах классической механики, согласующиеся со всеми известными особенностями режима работы добычных скважин при освоении месторождений парогидротерм. В рамках новых представлений нашли трактовку явления, имевшие место при освоении Мутновского месторождения (Камчатка), ранее считавшиеся необъяснимыми (рис. 9).

(Шулюпин А.Н. Устойчивость режима работы пароводяной скважины. - Хабаровск: ООО «Амурпринт», 2018. - 136 с.).

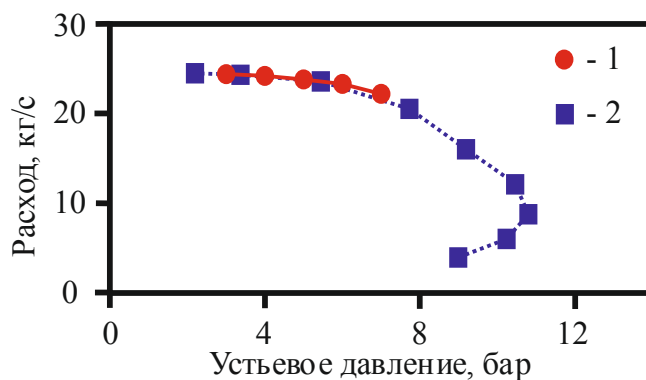
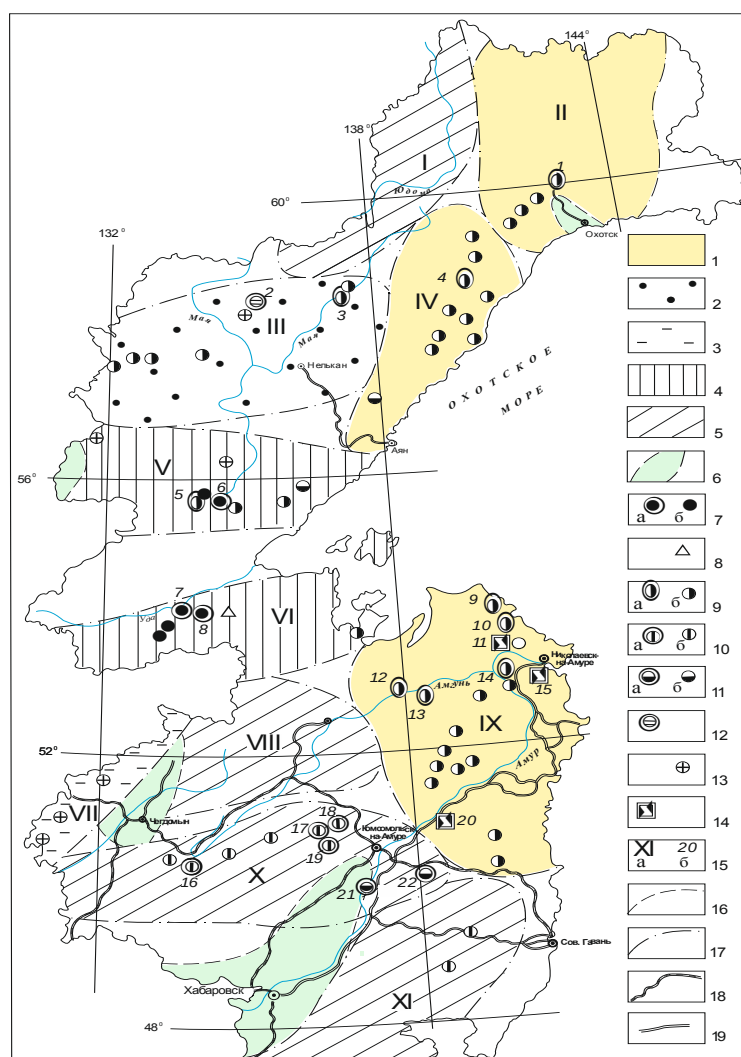


Рис. 9. Расчетные графики производительности усредненной низкопроизводительной скважины Мутновского месторождения парогидротерм, соответствующие условиям эксплуатации (1) и опробования (2)

В области горной информатики: на основе минерагенического районирования территории Хабаровского края выделены 3 золотоносных, 1 редкометалльно-редкоземельный и 7 комплексных группировок. Основой выделения ареалов являются сводово-блоковые и линейные структуры, насыщенность рудными объектами, состав магматитов и руд, рудно-метасоматическая зональность. В результате обоснован высокий потенциал золота, олова и меди в Нижнеамурском, Баджальско-Комсомольском и Ульяновском ареалах, а также в Джугджурском, Верхнебуреинском и других рудных районах (рис. 10).

(Рассказов И.Ю., Крюков В.Г. Горная промышленность Хабаровского края: минерально-сырьевая база и перспективы развития // Горный журнал. - 2018. - № 10. - С. 5-12).



1. Золотоносные. 2. Золото-редкометалльно-редкоземельные. 3. Редкоземельные. 4. Титан-редкометалльно-редкоземельные и титан-железо-марганцевые. 5. Золото-оловянные. 6. Угольных и угленосных образований. 7. Месторождения железа, титана: а) крупные и средние б) мелкие. 8. Марганцевые месторождения. 9. Месторождения золота: а) крупные и средние; б) мелкие. 10. Месторождения олова: а) крупные и средние; б) мелкие. 11. Порфировые месторождения: а) крупные и средние; б) мелкие. 12. Месторождение циркония. 13. Мелкие редкометалльно-редкоземельные месторождения. 14. Месторождения алунитовых вторичных кварцитов. 15. Номера: а) ареалов (таблица); б) крупных и средних по запасам месторождений. 16. Границы ареалов. 17. Границы угленосных площадей. 18. Железные дороги. 19. Автомобильные дороги.

Рис. 10. Пространственные группировки эндогенных месторождений Хабаровского края. 1-6. Ареалы

По этому же направлению: разработаны базовые принципы и методический подход к исследованию пространственной и отраслевой организации недропользования в Дальневосточном регионе с целью комплексного освоения минерально-сырьевых объектов путем внедрения современных инновационных технологий. Системный ресурсно-методологический комплексный подход дает преимущества для формирования фундаментальной базы и развития организационной среды средне- и долгосрочного планирования в недропользовании региона (рис. 11).

(Arkhipov G. On the strategy of utilization of resources of nonferrous metals in the far eastern region // E3S Web of Conferences. - 2018. - Vol. 56, 04009).

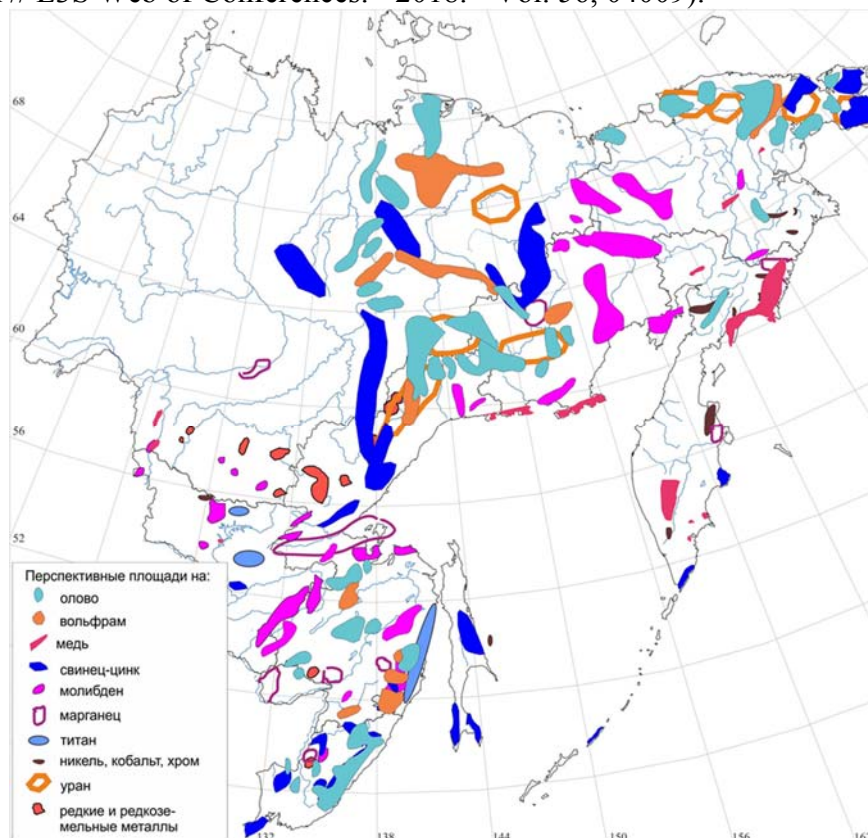
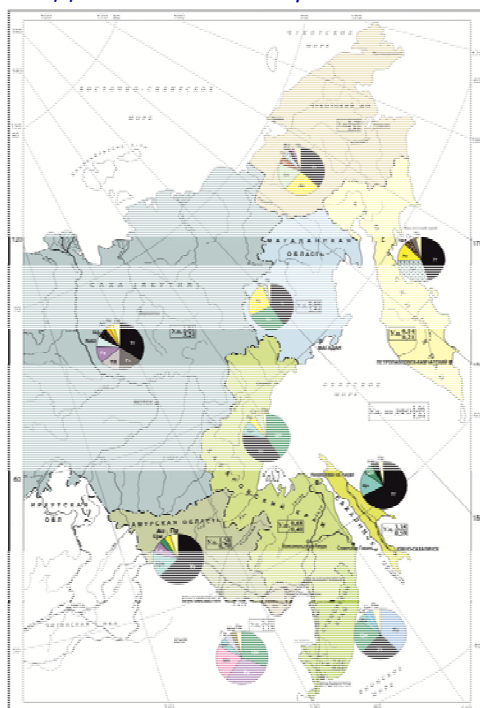


Рис. 11. Топология территории Дальневосточного региона по перспективности выявления основных видов рудных месторождений. Составлено на основе металлогенических исследований производственных и научно-исследовательских геологических организаций 1960-2018 гг.

По этому же направлению: на основе нового методического подхода количественно-качественного и стоимостного анализа минерально-сырьевых ресурсов Дальневосточного федерального округа, выполнено ранжирование территории по ценности недр в сравнительном аспекте по субъектам Федерации с составлением «Карты потенциальной ценности недр Дальневосточного региона Российской Федерации». Охарактеризованы полезные ископаемые, участки, потенциально представляющие инновационную и инвестиционную значимость (рис. 12).

(Склярова Г.Ф. Анализ и оценка ресурсного потенциала полезных ископаемых Дальневосточного региона РФ в сравнительных аспектах по субъектам федерации ДФО // Маркшейдерия и недропользование. - 2018. - № 2 (94). - С. 5-12).

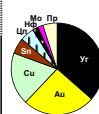
Карта потенциальной ценности недр Дальневосточного региона РФ



Условные обозначения

Ранжирование территории ДФО по суммарным
потенциальным стоимостям ПИ по субъектам федерации

Субъекты федерации	Потенциальная стоимость		Окраска площадей по градациям стоимостей	Удельные ценности недр	
	Млрд. долл.	% к суммарной по ДФО		на 1 км²	на 1 чел.
Саха (Якутия)	3099,00	47,44		1,01	3,24
Приморский кр.	1240,94	19,00		7,54	0,64
Амурская обл.	570,66	8,74		1,58	0,70
Хабаровский кр.	536,63	8,22		0,68	0,40
Магаданская обл.	387,68	5,94		0,84	2,54
Сахалинская обл.	291,98	4,47		3,35	0,59
Еврейская АО	194,72	2,98		5,37	1,13
Чукотский АО	144,01	2,20		0,20	2,84
Камчатский кр.	66,16	1,01		0,14	0,21
ДФО (срара. \$)	6531,79	100,00		1,06	1,04



Сокращенные наименования полезных ископаемых:

Алмазы - Ал, Бериллий - Ве, Газ - Гз, Графит - Гр,
Железо - Фе, Золото - Ау, Куларит (редк. земли) - ТР,
Магнетит - Мг, Марганец - Мн, Медь - Сс, Молибден -
Мо, Нефть - Нф, Оксид рубидия - Рб, Оксид цезия - Сс,
Олово - Sn, Перлит - Пр, Серебро - Аг, Соль поваренная -
NaCl, Уголь - Уг, Цементное сырье - Цм, Цеолиты - Цл.

У.п. 7,91
1,40

Удельные ценности
недр (млн долл.):

(в числителе на 1 кв км)
(в знаменателе на 1 чел.)

Рис. 12. Карты потенциальной ценности недр Дальневосточного региона РФ

По этому же направлению: в результате анализа цифровой модели рельефа (ЦМР) Кавалеровско-Дальнегорского рудного района построена оригинальная, не имеющая прототипов морфоструктурная схема, по которой оценена динамика тектонического потока и выявлены направления современных горизонтальных напряжений горного массива (рис. 13).

(Lipina L., Usikov V., Grehnev N. Methodological problems of natural and natural-technical systems based on the example of Primorsky Region // E3S Web of Conferences. - 2018. - Vol. 56, 04011).

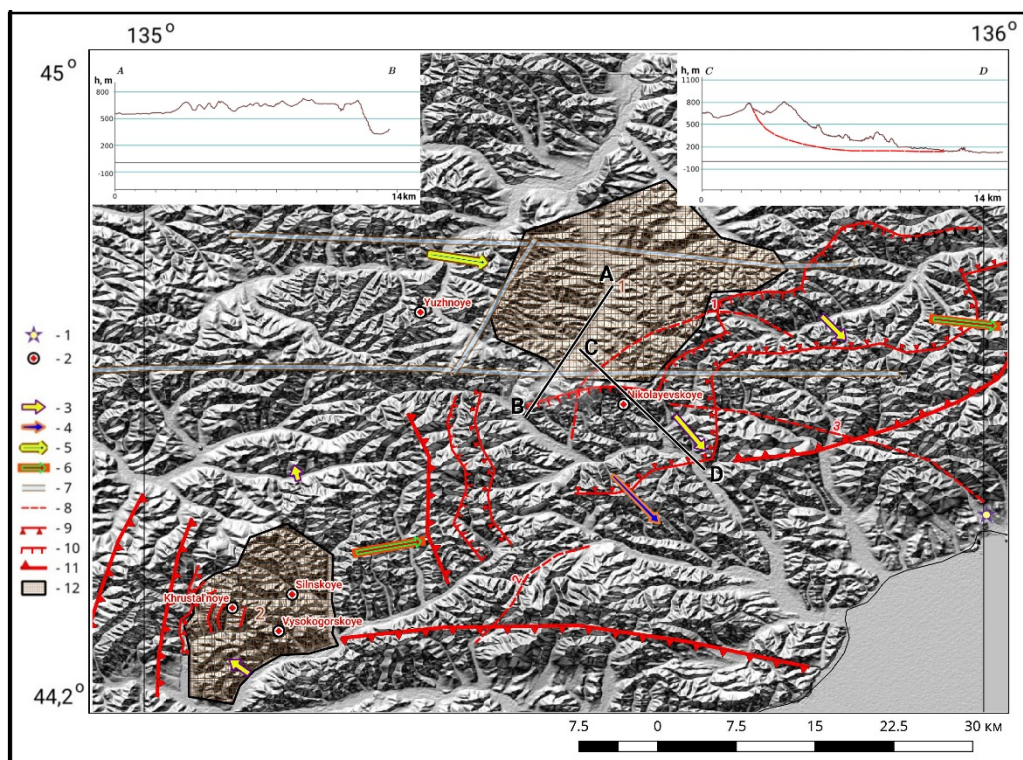
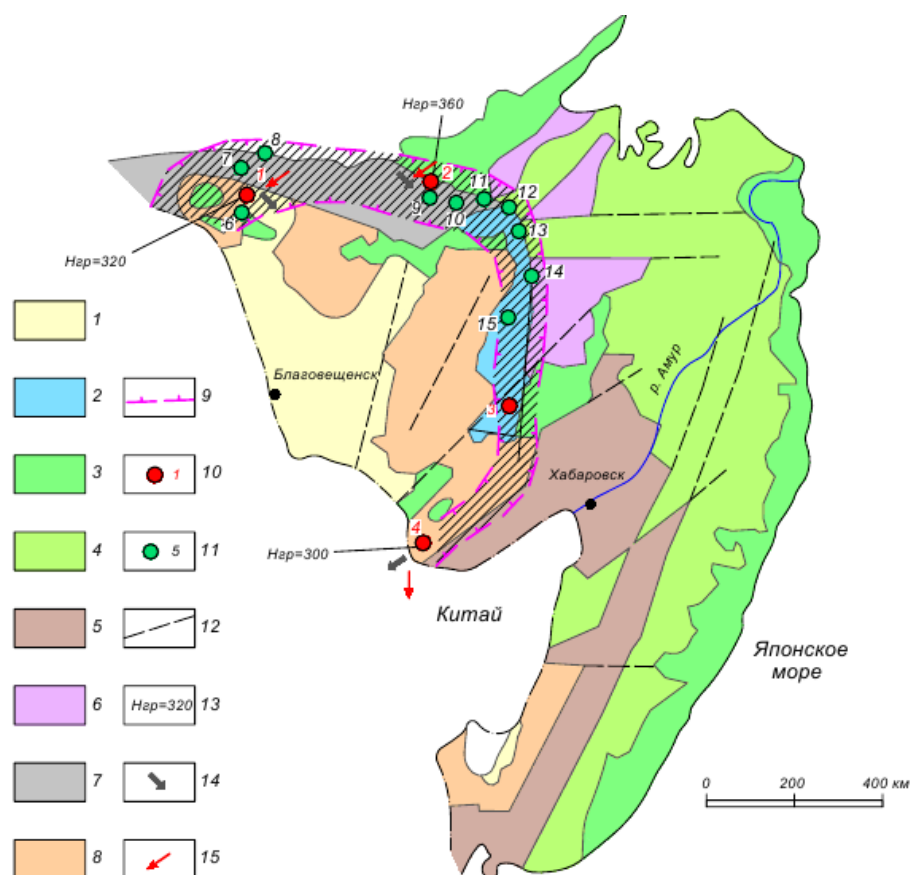


Рис. 13. Основные структуры Кавалеровско-Дальнегорского рудного узла, выявленные по ЦМР на основе матрицы высот SRTM03: 1 – землетрясение в районе п. Каменка 2016 г.; 2 – месторождения; 3 – направления смещения тектонических чешуй относительно друг друга; 4 – направления перемещения тектонического потока ранних этапов; 5 – вектор современных напряжений; 6 – современные направления перемещения тектонического потока; 7 – линейные зоны напряжения; 8 – тектонические нарушения (без разделения); 9 – контуры тыльных границ покровов; 10 – линии отрыва покровов от нижележащих слоев; 11 – надвиги; 12 – тектонические блоки (1 – Верхнениколаевский, 2 – Силинский); АВ и CD – положение профилей рельефа земной поверхности; Красной линией показана проекция тектонического нарушения № 1 на вертикальную плоскость

В области геомеханики: на основе анализа геолого-геофизических, геоморфологических и сейсмологических данных и результатов натурных геомеханических исследований уточнена современная геодинамическая позиция золоторудных месторождений северной и восточной части Цзямусы-Буреинского микроконтинента, определяющая характер и параметры современного поля напряжений в массивах горных пород (рис. 14). По результатам оценки геомеханического состояния ряда месторождений были обоснованы рекомендации по технологии их комбинированной отработки, рациональному порядку и очередности отработки рудных тел, эффективным способам охраны и поддержания горных выработок.

(Rasskazov I., Saksin B., Usikov V., Sidlyar A. The assessment of the impact of natural and anthropogenic factors on the current stress-strain state of rock massif of burst-hazardous ore deposits in the East of Russia // E3S Web of Conferences. - 2018. - Vol. 56, 02011).



1 – мезозойские отложения наложенных впадин, 2– юрско-меловые отложения предгорных прогибов и наложенных впадин, 3 – позднемезозойские вулканогенные комплексы оргенных поясов и зон активизации, 4 – флишвидные отложения мезозойского возраста, 5 – складчатые комплексы среднего-позднего палеозоя, 6 – отложения раннего – среднего палеозоя, 7 – осадочно-метаорфические комплексы позднего протерозоя, 8 – метаморфические комплексы протерозоя с блоками позднего архея, 9 – контуры приконтактной области, активной в мезозойский этап; 10 – месторождения изученные лабораторией геомеханики ИГД ДВО РАН: 1. Пионер, 2. Маломыр участок Кварцитовый, 3. Нони, 4. Южно-Хинганское, 11. Другие месторождения приконтактной области: 6. Покровское; 7. Бортубликан, 8. Золотая гора, 9. Маломер, 10. Ворошиловское, 11. Токур, 12. Албан, 13. Афикасьевское, 14. Эльчинское, 15. Йорик; 12. глубина преимущественного действия гравитационного поля напряжений; 13. продольные и межблоковые глубинные разломы; 14. направление сжатия рудного этапа (рестоврированное тектонофизическими методами); 15. направление современного наибольшего субгоризонтального сжатия

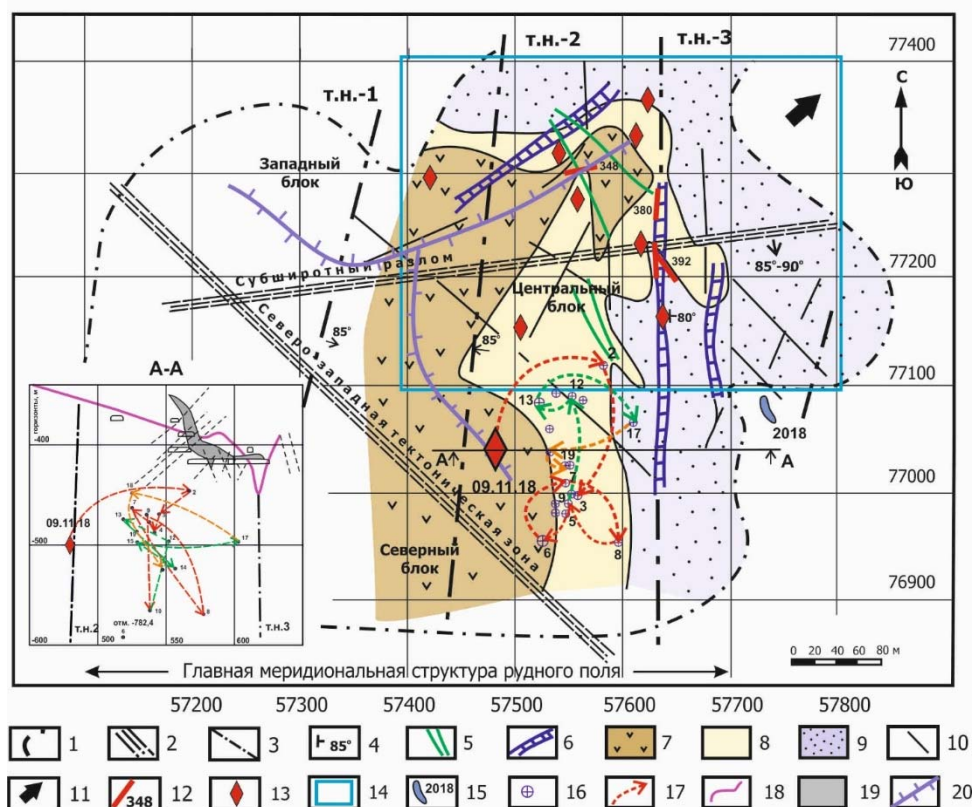
Рис. 14. Геодинамическая позиция золоторудных месторождений приконтактной полосы северного выступа Узямусы-Буреинского микроконтинента

По этому же направлению: получены новые экспериментальные данные об особенностях проявления техногенной сейсмичности, сопровождающей процессы структурной перестройки сложноструктурного массива Николаевского полиметаллического месторождения в результате масштабных горных работ. Причиной этих проявлений, включая последнее крупное геодинамическое событие с энергией $1,94 \cdot 10^5$ Дж и серию офтершоков, зарегистрированных 09.11.2018 г. (рис. 15), являются смещения по границам вмещающего олистолит тектонического блока, находящегося в зоне подработки горными работами, вдоль участков активизированных тектонических нарушений. Пространственное положение линейных зон геодинамической активизации

устанавливается по результатам численного моделирования напряженно-деформированного состояния и сейсмоакустического мониторинга массива горных пород.

(Rasskazov I.Ju., Saksin B.G., Potapchuk M.I., Anikin P.A. The researches of burst-hazard on mines in Russian Far East // Geomechanics and Geodynamics of Rock Masses: Proceedings of the 2018 european rock mechanics symposium. – 2018. – Vol. 1. – PP. 153-166.

Сидоров Д.В., Потапчук М.И., Сидляр А.А. Прогнозирование удароопасности тектонически нарушенного рудного массива на глубоких горизонтах Николаевского полиметаллического месторождения // Записки горного института. – 2018. – Т. 234. – С. 604-611).



1 – проекция контура олистолита на горизонтальную плоскость; 2-6 – данные геолого-разведочных работ: 2 – блокообразующие разломы и их наименование; 3 – другие тектонические нарушения и их номера; 4 – установленные элементы залегания; 5 – дайки среднего и основного состава; 6 – ущелья в теле известняков, заполненные метасоматитами; 7-10 – геодинамические районы, формируемые морфологическими особенностями олистолита и современным полем напряжений: 7 – относительно геодинамически устойчивый (поднятый или прихребтовый) район; 8 – пологосклонный район с промежуточной геодинамической активностью; 9 – крутосклонный геодинамически активный периферийный район; 10 – линеаменты рельефа кровли олистолита; 11 – направление современного горизонтального перемещения рудовмещающего геоблока и главного горизонтального сжатия массива горных пород; 12 – местоположение раскрытых трещин, связанных с динамическими проявлениями 24.03.2016 г.; 13 – положение крупных динамических проявлений горного давления в период 2016-2017 гг.; 14 – общий контур геоакустических мониторинговых исследований; 15 – новая крутопадающая зона аномальной акустической активности (2018 г.) у восточного ребра олистолита (горизонты -340... -400 м); 16 – афтошоковые события сопровождающие проявление техногенной сейсмичности 9.11.18 г.; 17 – направление перемещения эпицентров событий в горизонтальной плоскости; 18 – положение кровли олистолита; 19 – контур рудного тела; 20 – линейный водораздел погребенной кровли олистолита

Рис. 15. Динамика процесса разрядки напряжений, сопровождавших проявление техногенной сейсмичности 09.11.2018 г., в блоковой структуре горного массива Николаевского месторождения

По этому же направлению: по результатам анализа и обобщения данных сейсмоакустического мониторинга на удароопасных месторождениях Дальневосточного региона с использованием алгоритмов нечеткой логики разработан эффективный метод выделения и параметризации зон подготовки крупных геодинамических явлений, основанный на формировании связанных кластерных структур в виде взаимно перекрывающихся гиперэллипсоидов произвольной ориентации. Применение данного метода позволяет существенно повысить быстродействие работы алгоритмов кластеризации и автоматизировать процесс обработки потока регистрируемых сейсмоакустических событий (Рис. 16).

(Gladyr A., Miroshnikov V. Identification method development of focal zones based on seismic monitoring results // E3S Web of Conferences. - 2018. - Vol. 56, 02020).

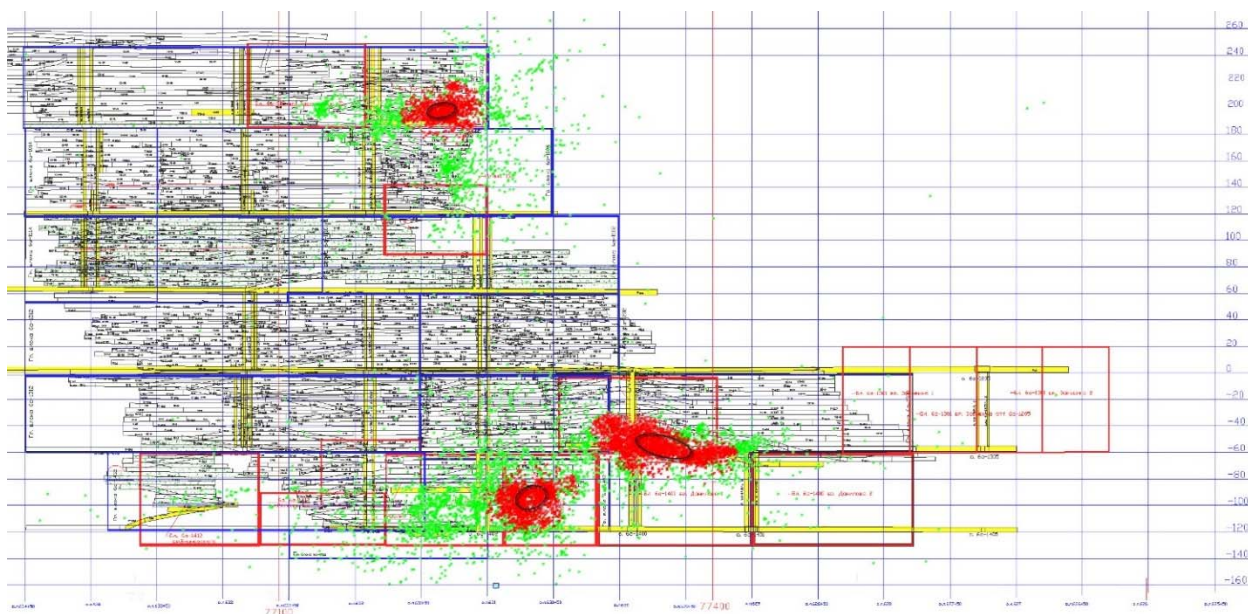
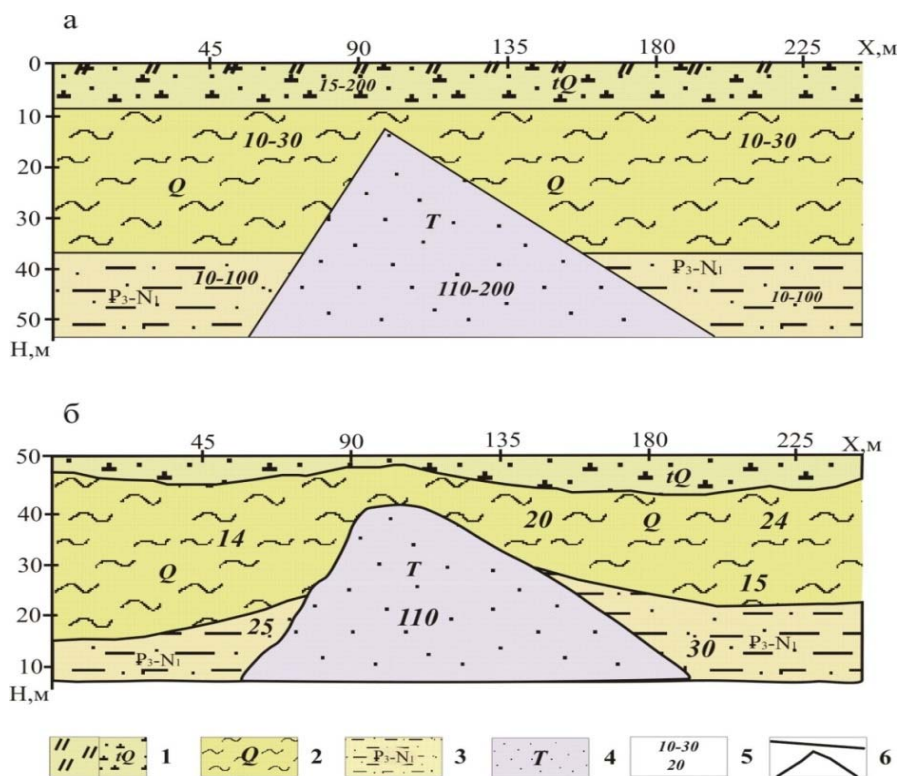


Рис. 16. Карта сейсмоакустической активности массива месторождения Антей, построенная с применением метода выделения и параметризации активных зон (зеленым цветом выделены сейсмоакустические события, относящиеся к фоновому излучению, красным цветом – к активным зонам, очаговые зоны отмечены эллипсоидами)

По этому же направлению: разработана методология электрической томографии для изучения горно-геологических условий угольных месторождений, основанная на формировании начальных (фоновых) геоэлектрических разрезов; программно-математическом обеспечении расчета параметров электрического поля для неоднородных сред, аппроксимирующих элементы фоновых разрезов; результатах анализа данных математического моделирования электрических полей для фоновых разрезов, включающих критерии выделения искомых объектов; разработанном способе фрагментарной интерпретации полевых материалов (рис. 17).

(Шкабарня Н.Г., Рассказов И.Ю., Шкабарня Г.Н. Исследование горно-геологических условий угольных месторождений юга Дальнего Востока методами электроразведки // Горный журнал. - 2018. - № 10. - С. 18-25.

N. Shkabarnya, G. Shkabarnya, E. Nechaeva, S. Korneeva. Research of the geological factors of coal deposits in the south of the Far East by electrical exploration methods // E3S Web of Conferences. - 2018. - Vol. 56, 02029).



1 – почвенно-растительный слой и насыпные грунты; 2 – аллювиальные четвертичные отложения, глины, суглинки; 3 – палеоген-неогеновые отложения, аргиллиты, алевролиты, песчаники; 4 – прочные песчаники триасового возраста; 5 – величина удельного сопротивления; 6 – границы слоев и выступа песчаника.

Рис. 17. Фоновая геоэлектрическая модель (а) и геолого-геофизический разрез (б) при прослеживании выступа песчаника в надугольной толще методом электрической томографии