

# ИНСТИТУТ ГОРНОГО ДЕЛА ДВО РАН (ИГД ДВО РАН)

## Основные научные результаты в 2019 году

**В области геомеханики:** по результатам численного моделирования напряженно-деформированного состояния и сейсмоакустического контроля массива горных пород Николаевского полиметаллического месторождения выявлены особенности геомеханических процессов и закономерности формирования очагов опасных геодинамических явлений на участках со сложной тектонической структурой, нарушенной горными работами. Установлено, что определяющую роль в формировании удароопасности на Николаевском руднике играет сложнопостроенная крутопадающая тектоническая зона ТН-3, в районе которой происходит перераспределение напряжений и их опасная концентрация преимущественно на участках между очистным пространством отработанных камер. При этом уровень максимальных сжимающих и растягивающих напряжений на этих участках достигают 170 МПа и 20 МПа, превышая предельные значения прочности слагающих пород на сжатие и сдвиг в 1,7 и 4 раза соответственно, что указывает на повышенную удароопасность этих участков и повышенный риск динамических проявлений горного давления.

(Sidliar A., Saksin B., Potapchuk M., Usikov V, Lomov M. Analysis of activation features of geodynamic processes and formation of impact hazard at Nikolaevsk deposit [Электронный ресурс] // E3S Web of Conferences. - 2019. - Vol. 129: (1st International Scientific Conference “Problems in Geomechanics of Highly Compressed Rock and Rock Massifs” (GHCRRM 2019), Vladivostok, Russia, July 15-22, 2019). – 2019. – Volume 129, 08 November 2019, Article Number 01019. URL: [https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2019/55/e3sconf\\_ghcrrm2019\\_01019.pdf](https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2019/55/e3sconf_ghcrrm2019_01019.pdf)

Сидоров Д.В., Потапчук М.И., Сидляр А.А., Курсакин Г.А. / Оценка удароопасности при освоении глубоких горизонтов Николаевского месторождения // Записки горного института. 2019. Т. 238. С. 392-398.)

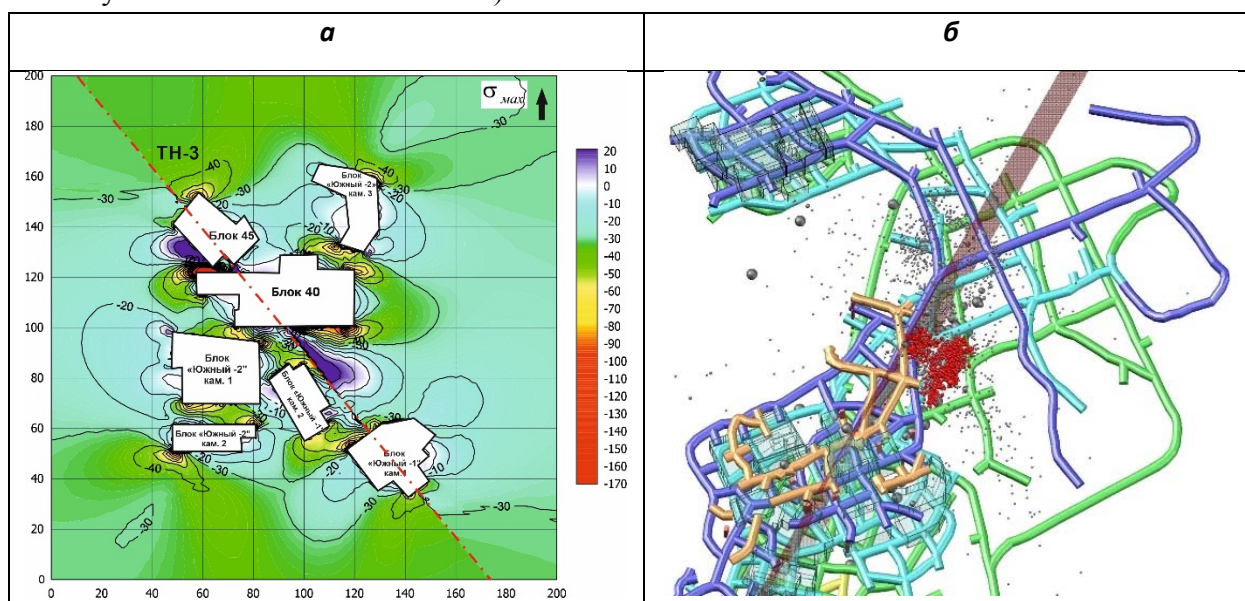


Рис. 1. Распределение максимальных горизонтальных напряжений (а) и расположение очагов сейсмоакустических событий в районе ТН-3 на участке рудной залежи Восток-1 (в проекции на горизонт -390 м)

**В области физических и химических процессов разделения, концентрации и переработки минералов:** установлено, что предоокисление гипергенно-трансформированных медно-порфировых руд активированными сернокислотно-пероксидными растворами позволяет существенно улучшить динамику последующего выщелачивания и степень извлечения из них золота. Выщелачивание золота из подготовленных руд осуществлялось обработанным в специальном электрофотохимическом реакторе раствором с хлоридными комплексообразователями, содержащим также активные формы кислорода. В ходе экспериментальных исследований такой технологической схемы активационного окисления-выщелачивания в лабораторных перколяторах, извлечение золота из проб руд зоны окисления Малмыжского золото-меднопорфирового месторождения превысило 90%. При использовании данной схемы сокращается соотношение периодов интенсивного выхода растворенного золота в продуктивный раствор (участок интенсивного прироста извлечения на графике, рис. 2) и периода довыщелачивания обратными растворами (участок «плато» на графике рис.2).

Секисов А.Г., Рассказова А.В., Литвинова Н.М., Кирильчук М.С. Комбинированное кучное выщелачивание сложноизвлекаемых форм золота из техногенно-трансформированного минерального сырья // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2019. – № 8. – С. 198–208.

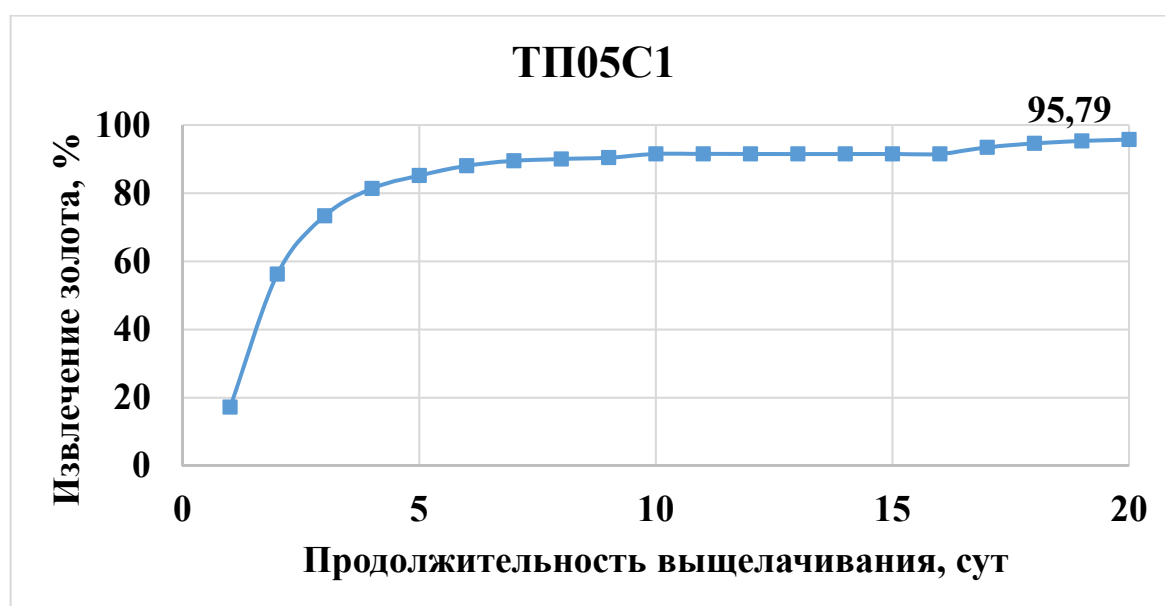


Рис. 2. Динамика извлечения золота активированными хлоридно-гипохлоритными растворами из медно-порфировых руд зоны окисления месторождения Малмыж

**По этому же направлению:** минералого-технологическими исследованиями зоны окисления Малмыжского золото-медно-порфирового месторождения (участок Свобода, Хабаровский край) в интенсивно каолинизированных и лимонитизированных диоритовых порфиридах наряду с минералами меди установлены видимые зерна (0,2-0,7 мм) самородного золота, а также весовые знаки платины и платино-циркониевого интерметаллида (рис. 3), ранее не отмечаемые исследователями. В ассоциации с минералами меди, золота, платины отмечаются сульфиды Fe, Pb, Zn, а также самородные медь, алюминий, цинк. Выявлено, что формирование Малмыжского месторождения происходило на фоне значительного выноса углерода, что отразилось на присутствии

углеродистых и азотисто-углеродистых образований практически во всех рудных минералах, а также в находках алмазов в руде зоны окисления. По результатам исследований разработаны оригинальные многоступенчатые технологические схемы эффективного извлечения меди и золота.

(Крюков В.Г., Лаврик Н.А., Литвинова Н.М., Степанова В.Ф. Типоморфные минералы зоны окисления золото-медно-порфировых руд Малмыжского месторождения (участок Свобода) // Георесурсы. – 2019. – Т. 21, № 3. – С. 91-98.

Лаврик Н.А., Литвинова Н.М., Конарева Т.Г., Лаврик А.В., Васянович Ю.А. Углеродистые минералы в рудах золото-меднопорфирового месторождения Малмыж, участок Свобода (Дальний Восток) // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2019. – № 8 (специальный выпуск 30). – С. 59-67).

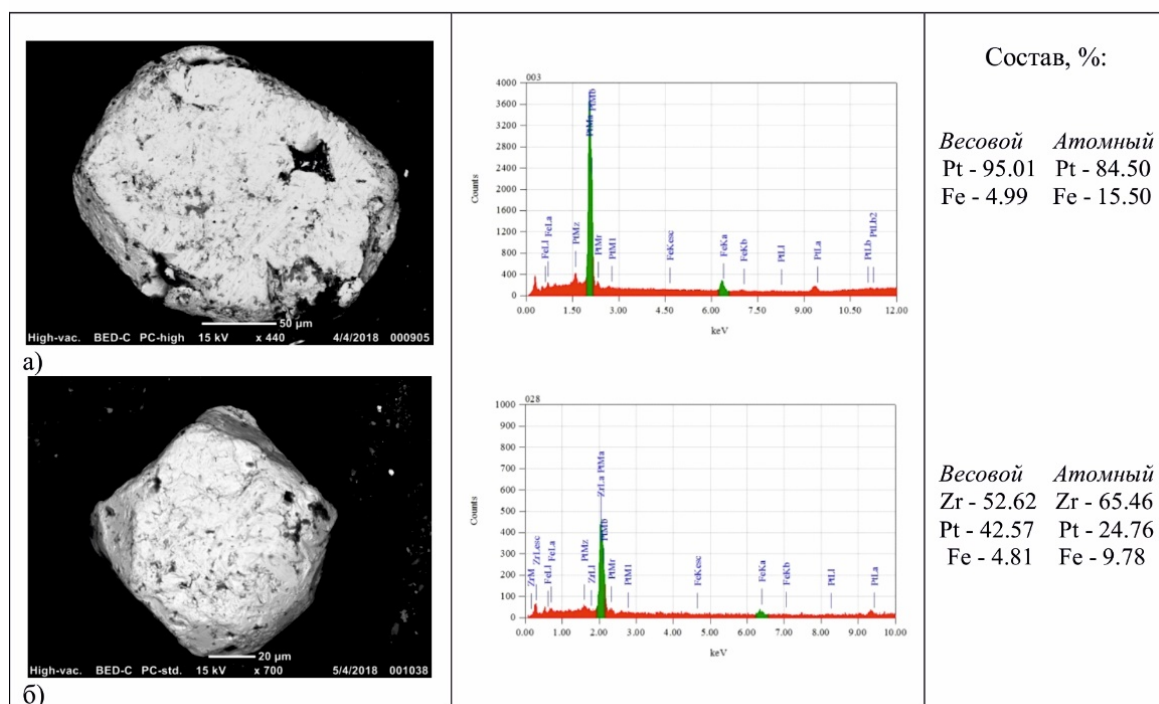


Рис. 3. Минералы платины из окисленных руд золото-медно-порфирового месторождения Малмыж (участок Свобода)

**По этому же направлению:** изучены основные формы нахождения золота в железомарганцевых рудах месторождения Поперечное: свободное, гравитационное золото (-0,1+0,071 мм) в рудах и вмещающих породах от 0,67 до 1,38 г/т, платины (-0,5+0,1 мм) от 0,22 до 3,69 г/т; дисперсное, химически связанное золото и в форме тонких вкраплений - от 0,46 до 1,31 г/т. Золото содержит примесь серебра и включения породообразующих и жильных минералов. Установлено, что механохимическое активирование минеральной массы в процессе агитационного выщелачивания способствует снижению фактора технологической упорности материала и выходу золота (до 90 % и выше) в продуктивный раствор.

(Лаврик А.В., Литвинова Н.М., Лаврик Н.А., Рассказова А.В. О комплексном подходе к выявлению благороднометалльной минерализации // Проблемы и перспективы эффективной переработки минерального сырья в 21 веке (Плаксинские чтения – 2019): Материалы Международного совещания. Иркутск, 9-14 сентября 2019 г. Иркутск: 2019. С. 49-51.

Литвинова Н.М., Лаврик Н.А., Лаврик А.В., Конарева Т.Г. О «негравитационных» зернах благородных металлов в железомарганцевых рудах // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2019. - № 7. - С. 174-184).

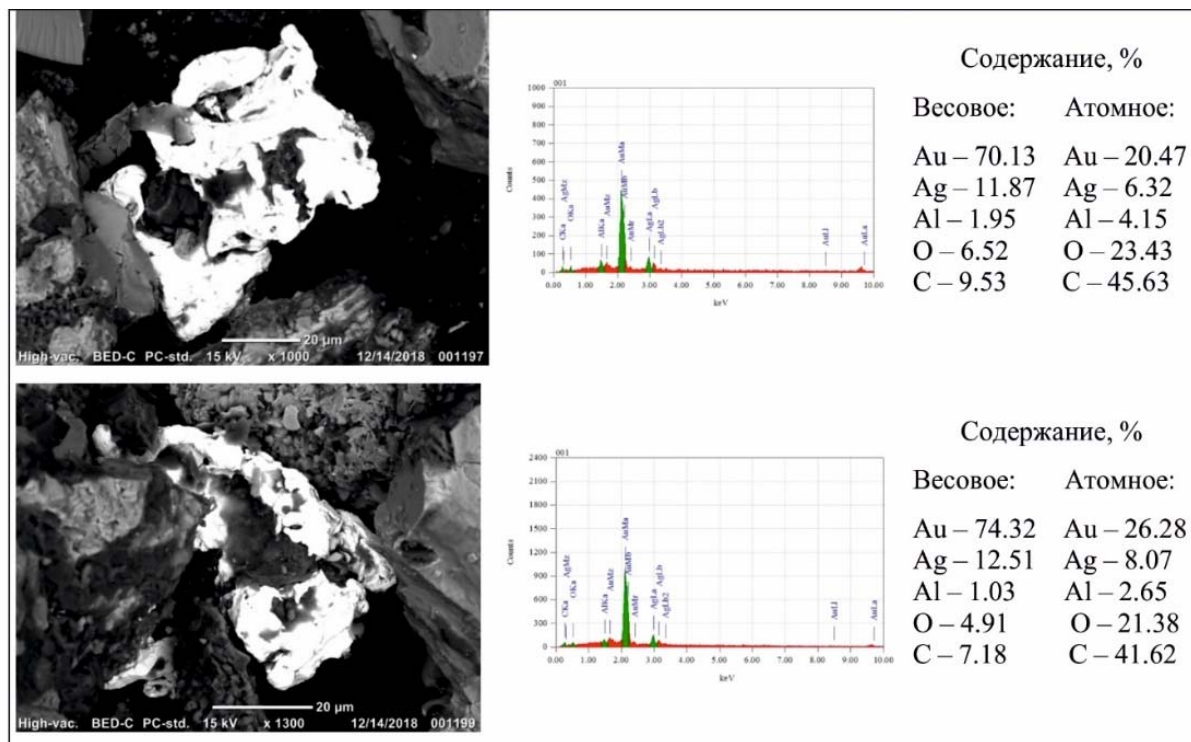


Рис. 4. Зерна золота при электронно-микроскопическом исследовании углистых сланцев: с примесью серебра и алюминия, включения – кварц (кристалл 7-12 мкм) и породообразующие минералы до 10 % (60-80 мкм); с примесью серебра и алюминия, с включениями доломита и пироксенов (до 30%), (80-100 мкм)

**В области геотехнологии:** в результате выполненных лабораторных и опытно-промышленных исследований в условиях труднообогатимых золотороссыпных месторождений обоснована целесообразность применения магнитной и электромагнитной сепарации на шлюзах промприбора и в ШОУ. Разработана модернизированная установка на базе лабораторного магнитного сепаратора ЭБМ-32/20, в которой усовершенствованы: магнитная система, конструкция ванны, системы удаления магнитной фракции и вывода немагнитного продукта, что обеспечило минимизацию флокуляционных эффектов. Экспериментальная проверка в ШОУ участка Болотистый (Хабаровский край) показала, что включение магнитного сепаратора в схему доводки концентратов позволяет снизить содержание золота в хвостах в 7,8 раза.

(Алексеев В.С., Банщикова Т.С., Серый Р.С. Обоснование применения магнитной сепарации при переработке исходных песков рудно-россыпного месторождения ручья Болотистый (Нижнее Приамурье) // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2019. – № 8. – С. 190–197.

Алексеев В.С., Банщикова Т.С. Опыт применения магнитной сепарации при доводке концентратов шлюзовых промывочных приборов // Обогащение руд. – 2019. - № 3. – С. 10-14).

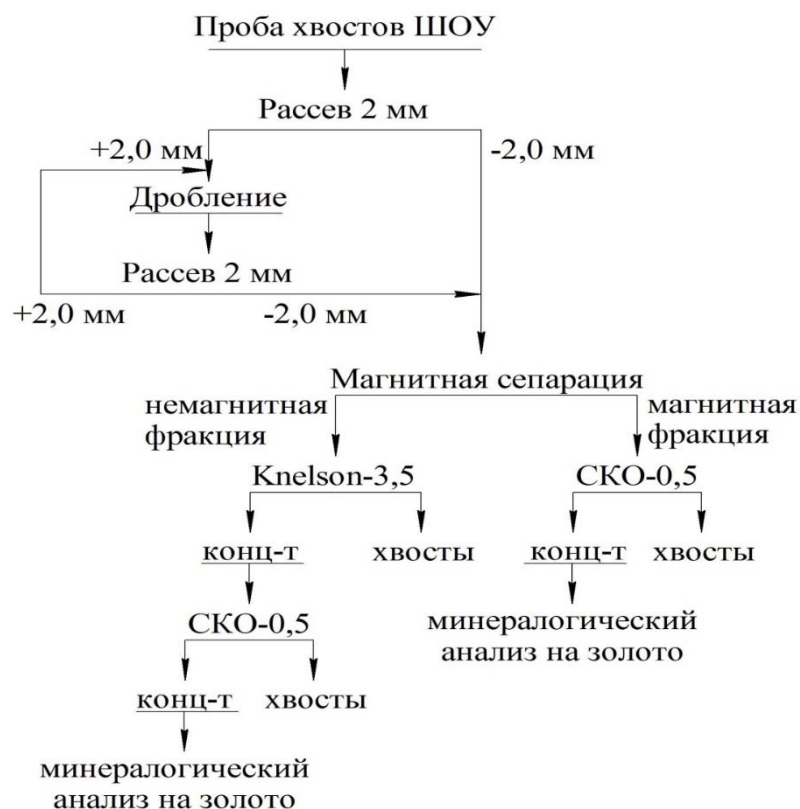


Рис. 5 – Технология обработки проб хвостов ШОУ

**В области горной информатики:** разработаны базовые принципы и методический подход к развитию железорудной промышленности и черной металлургии на Дальнем Востоке России. Показано, что в основе создания Дальневосточного металлургического комбината лежат железорудные и марганцевые ресурсы, включая месторождения Кимкано-Сутарского ГОКа, Гаринское железорудное и Поперечное марганцеворудное месторождения, а также наличие всех видов вспомогательного минерального сырья. Реализация этого проекта приведет к внутрирегиональной интеграции экономик субъектов ДФО на базе освоения минерально-сырьевых ресурсов для металлургии и внутрирегионального использования конечной продукции, а также создаст предпосылки для перехода к индустриальному типу развития южной части ДФО.

(Архипов Г.И. Черная металлургия на Дальнем Востоке: конъюнктура и перспективы развития // Черные металлы. – 2019. № 11. С. 73-78).

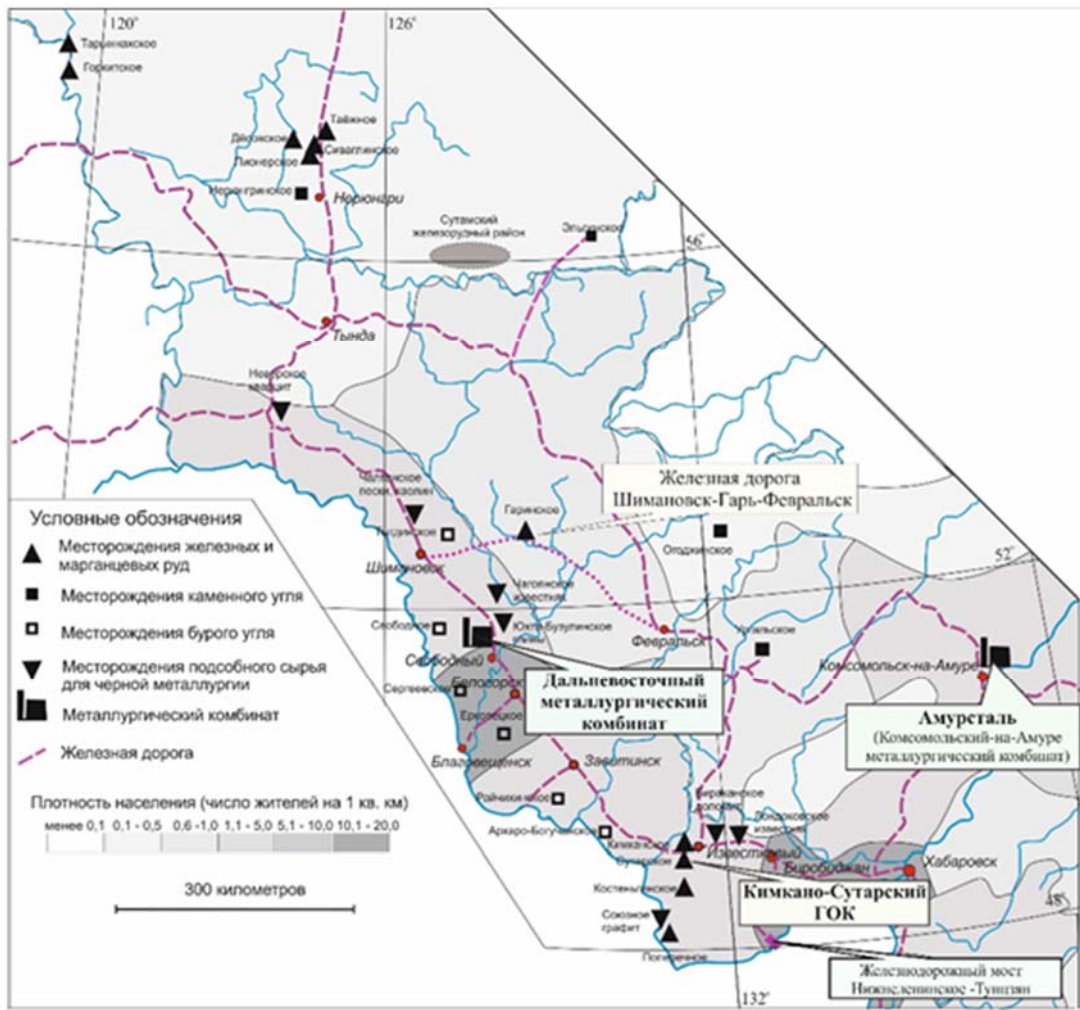


Рис. 6. Инфраструктура и сырьевая база Дальневосточного металлургического комбината