

## 28. ЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ.

### МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. СНИЖЕНИЕ РИСКА И УМЕНЬШЕНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ КАТАСТРОФ. ОЦЕНКА, КОМПЛЕКСНОЕ ОСВОЕНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ГЛУБОКАЯ ПЕРЕРАБОТКА СТРАТЕГИЧЕСКИ ВАЖНОГО СЫРЬЯ. ДОБЫЧА И ПЕРЕРАБОТКА УГЛЯ. СОХРАНЕНИЕ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ, ЛАНДШАФТОВ И БИОРАЗНООБРАЗИЯ. ПОИСК, ДОБЫЧА, ПЕРЕРАБОТКА И ТРУБОПРОВОДНЫЙ ТРАНСПОРТ НЕФТИ И ГАЗА

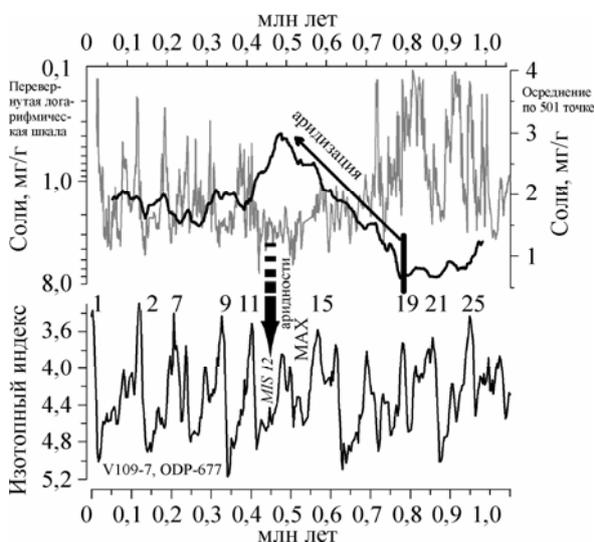
#### Программа 28.1. Реконструкции глобальных изменений природной среды, климата и седиментогенеза в кайнозое Сибирского региона

(Координаторы академик М. И. Кузьмин, академик М. А. Грачев)

Учеными Лимнологического института изучен 50-метровый керн оз. Хубсугул с разрешением 1 см (~200 лет), характеризующий осадочную толщу с возрастом 1,05 млн лет. Сглаженный профиль содержания солей (осреднение по 501 точке), представленный на рис. 1 толстой линией, маркирует три продолжительных периода с различным уровнем увлажнения Северной Монголии. Климат в интервале 1,05—0,75 млн лет до н. э. был относительно влажным, в интервале 0,70—0,42 млн лет до н. э. — аридным, в интервале от 0,42 млн лет до н. э. характеризовался высокочастотными колебаниями аридности (см. рис. 1).

На основе результатов изучения байкальских осадков и геохронологии лавовых излияний различных морфологических типов в юго-западном обрамлении Байкальской горной области учеными Института геохимии совместно с ИГЕМ РАН составлена схема возрастного расчленения и корреляции событий позднего кайнозоя в геологической истории Байкальского региона (рис. 2). На основе изотопного анализа установлены возрасты этапов развития Байкальской рифтовой зоны. Начиная с миоцена происходило закономерное похолодание, о чем свидетельствует уменьшение продуктивности озера, в частности уменьшение количества диатомовых в осадках. В интервале 2,5—2,8 млн л. н., когда окружающие Байкал горы достигли высот 2,5—3,0 км, на них появились ледники. С появлением ледниковых глин в осадочном разрезе и согласно циклам Миланковича началась череда ледниковых и межледниковых эпох. Мощность ледников в некоторые ледниковые эпохи достигала километра.

В Институте геологии ОИГГМ методом радиоуглеродного датирования остатков мамонтов (рис. 3) прослежена история их исчезновения в Сибири на плейстоцен-голоценовом рубеже (10—9,5 тыс. л. н.). Доказано, что в каргинское и раннесартанское время мамонты населяли всю территорию Северной Азии. Для среднесартанского времени (20—18 тыс. л. н.) находки мамонтов сконцентрированы в арктической зоне и в верховьях Енисея. В позднесартанское время мамонты обитали на всей



**Рис. 1.** Содержание солей в осадках оз. Хубсугул (керн KDP-1). Тонкая линия — сглаженный профиль на инвертированной логарифмической шкале (приведена слева). На нижнем графике дана изотопная океаническая кривая  $\delta^{18}\text{O}$  согласно Shackleton et al. (1990).

**Fig. 1.** Salts content in sediments of Lake Hovsgol (KDP-1 core). Thin line is smoothed inverted log profile (on the left). Ocean  $\delta^{18}\text{O}$  curve is on the bottom chart (Shackleton et al., 1990).

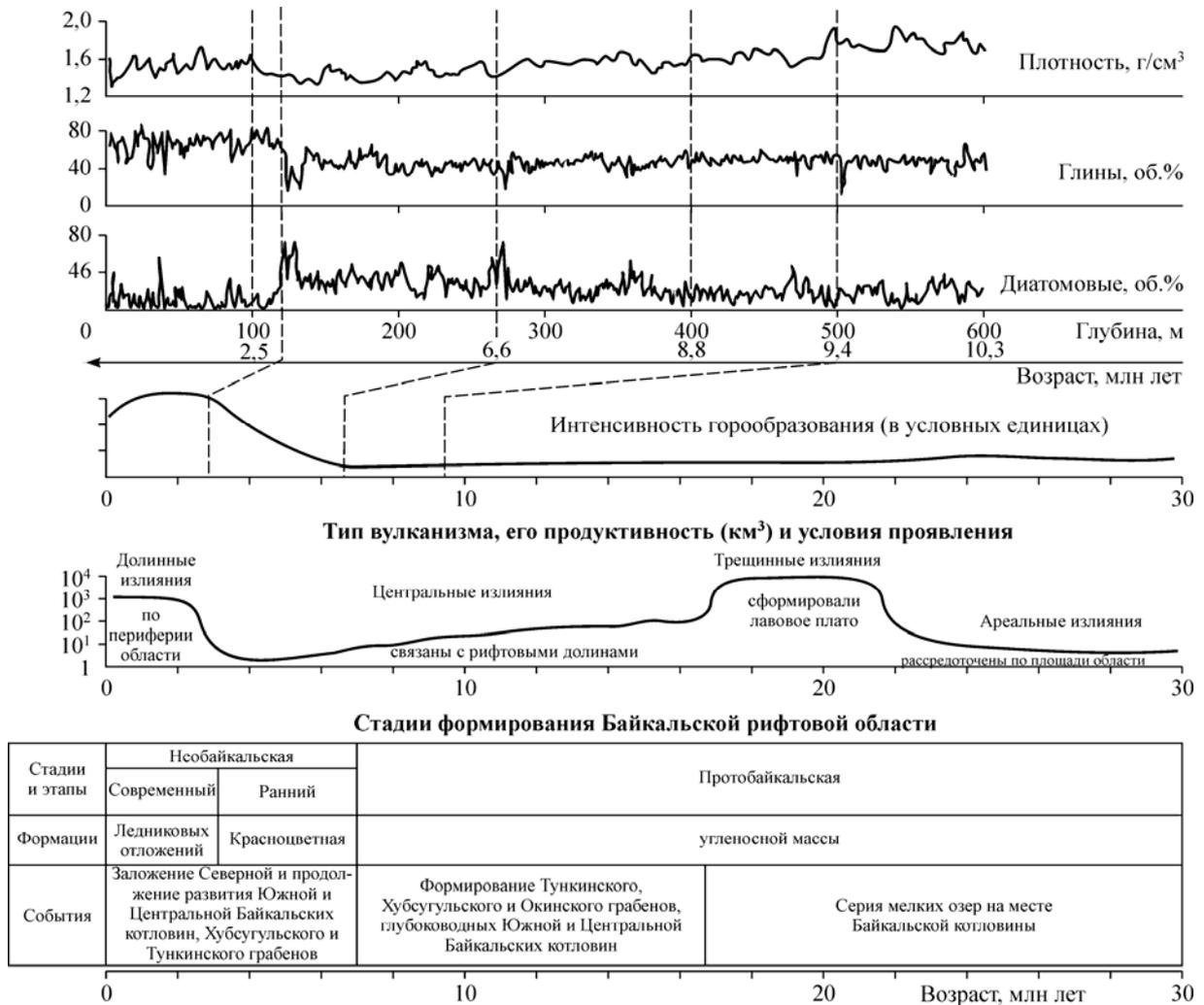


Рис. 2. Схема возрастного расчленения и корреляции геологических событий Байкальской рифтовой зоны в позднем кайнозое.

Fig. 2. Time interval and geological events correlation of Baikal rift zone at Late Cenozoic.

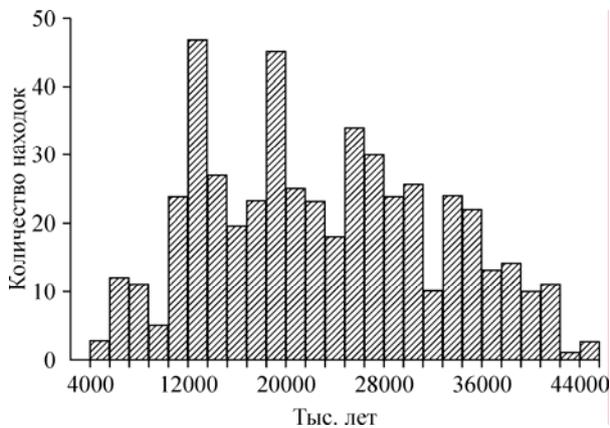


Рис. 3. Гистограмма радиоуглеродных датировок остатков мамонтов в Восточной Сибири.

Fig. 3. Histogram of Siberian mammoth radiocarbon dating.

территории Северной Азии. Начиная с рубежа в 12 тыс. лет ареал распространения мамонтов резко изменился: они остались только в низовье Индигирки, на Таймырском полуострове, Северной Земле, отдельные рефугиумы сохраняются в центральной и Южной Сибири до 11,1—10,2 тыс. лет. «Нормальные» мамонты полностью исчезают в Сибири 9700 л. н., а карликовая форма мамонта обитала на о. Врангеля 7700—3700 л. н. Наиболее вероятной причиной исчезновения мамонта было сочетание комбинации факторов: глобального потепления, изменения фитоценозов, исчезновения тундростепи и расширения лесной растительности.

**Программа 28.2. Научное, методическое, приборное и аналитическое обеспечение мониторинга окружающей среды для экологических и специальных задач (Координаторы член-корреспондент РАН В. С. Шацкий, докт. техн. наук В. М. Грузнов)**

В КТИ геофизического и экологического приборостроения разработан алгоритм быстрой идентификации объектов с использованием импульсных потоков нейтронов. В алгоритм принятия решения о наличии обнаруживаемого элемента введен параметр  $Ksigma = S/\sqrt{S_f}$ , где  $S$  — полезный сигнал,  $S_f$  — сигнал фона. Величина  $Ksigma$  зависит от времени измерения (рис. 4). Когда  $Ksigma > 3$ , искомый элемент считается обнаруженным. Наличие в проверяемом объекте взрывчатых веществ устанавливается по содержанию N и H в соотношении  $N/H = (7—14)$ ; дополнительное обнаружение комбинации P; (F, P); (S, Cl); (As, Cl); As указывает на наличие отравляющих веществ.

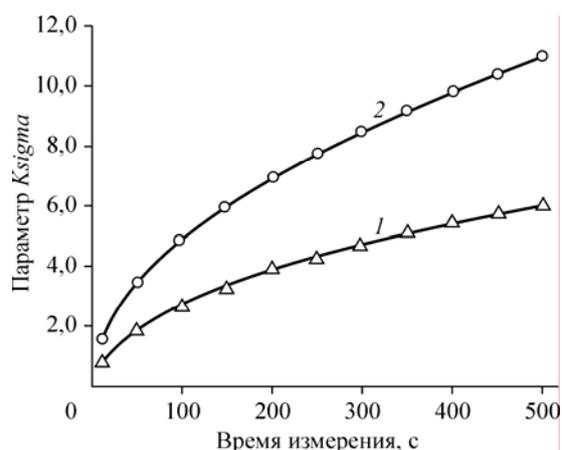
Учеными Института минералогии и петрографии ОИГГМ установлено влияние состава и термовременных режимов синтеза на степень бор-кислородной поликонденсации раствора-расплава, препятствующей качественному зарождению и росту кристаллов  $\beta$ -ВВО (рис. 5, а), способствующей захвату расплавных включений и трансформации межфазовой поверхности в ячеисто-структурированную. Показана эффективность применения высокоградиентных тепловых условий выращивания монокристаллов  $\beta$ -ВВО, способствующих улучшению массообмена расплава перед фронтом кристаллизации со всем объемом кристаллизационной среды (рис. 5, б). Выполненные исследования позволили оптимизировать методику выращивания монокристаллов  $\beta$ -ВВО (рис. 5, в) с увеличенным выходом материала для изготовления высококачественных оптических элементов.

В Институте геохимии закончены работы по созданию физико-химических основ принципиально новой технологии прямого получения мультикремния солнечного сорта из рафинированного металлургического кремния, полученного из высококачественных кварцитов Восточной Сибири.

Основные положения технологии:

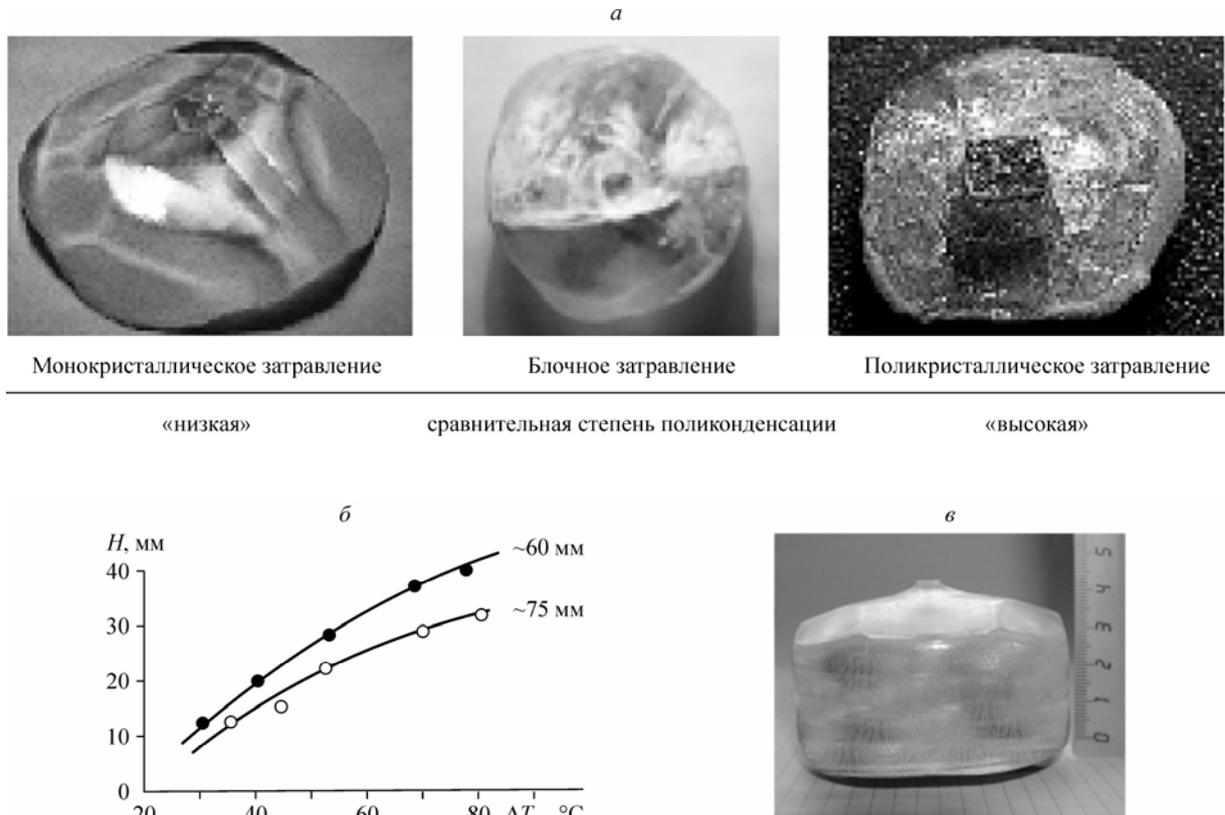
- Карботермическое восстановление высококачественного металлургического кремния.
- Дополнительное удаление бора, фосфора и ряда других примесей при рафинировании кремния в ковше.
- Выращивание мультикремния методами направленной кристаллизации. При этом максимальная чистота мультикремния достигается за счет низких значений равновесных коэффициентов распределения большинства примесей в кремнии, различий в упругости паров различных элементов при температурах, близких к температуре плавления кремния, и высокого вакуума.

Предлагаемая технология позволяет кардинально снизить стоимость мультикремния и создать необходимые объемы производства (рис. 6).



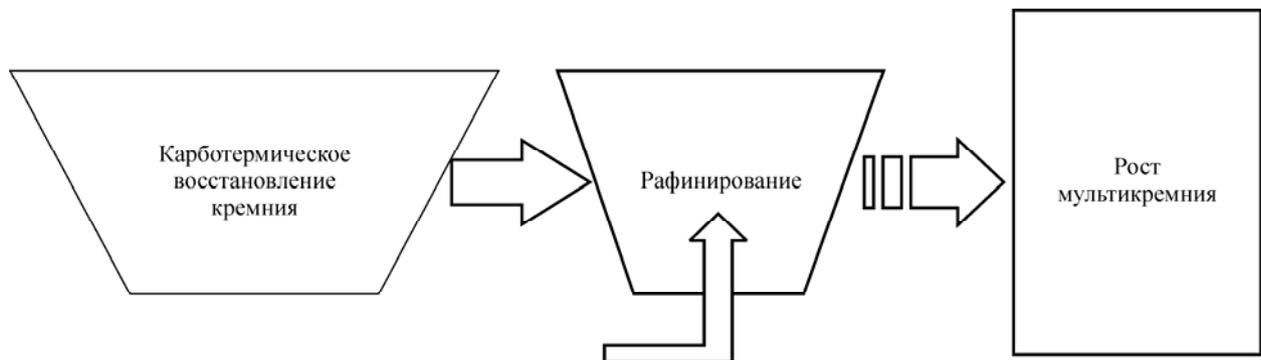
**Рис. 4.** Изменение параметра  $Ksigma$  для элементов As (1) и Cl (2) во времени при обнаружении особо опасного вещества  $AsCl_3$  массой 100 г. Время идентификации 160 с.

**Fig.4.** Variation of  $Ksigma$  parameter for As (1) and Cl (2) with time upon detection of 100 g of highly hazardous  $AsCl_3$  substance.



**Рис. 5.** Типичные варианты задрвления кристаллов  $\beta$ -ВВО в зависимости от относительной степени поликонденсации бор-кислородной составляющей раствора-расплава (*a*); длина монокристаллической части ( $H$ ) выращенных по оси  $Z$  кристаллов  $\beta$ -ВВО диаметром около 60 и 75 мм в зависимости от вертикально-осевого перепада температуры ( $\Delta T_{ax}$ ) в растворе-расплаве (контейнер  $\varnothing 100 \times 120$  мм, исходная высота расплава  $\sim 75$  мм, исходная концентрация  $\text{Na}_2\text{O} \sim 10$  моль.%) (*б*) и типичный монокристалл  $\beta$ -ВВО для производственного использования, выращенный по усовершенствованной методике (*в*).

**Fig. 5.** Typical variant of seeding of  $\beta$ -BBO crystals depending on the relative degree of boron-oxygen polycondensation of molten silution (*a*); Length of the monocrystalline part of  $Z$ -axis  $\beta$ -BBO crystal ( $H$ ) with diameters about 60 and 75 mm versus the axial temperature drop ( $\Delta T_{ax}$ ) in molten solution (crucible  $\varnothing 100 \times 120$  mm, initial melt height  $\sim 75$  mm, initial  $\text{Na}_2\text{O}$  concentration  $\sim 10$  mole %) (*б*); Typical  $\beta$ -BBO single crystal for industrial application grown under improved conditions (*в*).



**Рис. 6.** Схема процессов технологии получения мультикремния для солнечной энергетики.

**Fig. 6.** A schematic flow diagram of the approach to upgrade MG silicon to SoG multicrystalline silicon.

**Программа 28.3. Методика мониторинга водных объектов Сибири, рационального природопользования и прогноза чрезвычайных ситуаций (Координатор докт. геогр. наук Ю. И. Винокуров)**

В Институте водных и экологических проблем проведен анализ содержаний ртути в керне высокогорного ледника г. Белуха (Горный Алтай). Установлено, что содержание ртути в ледниковых слоях, сформированных в доиндустриальное время, составляет 0,5—1,5 нг/кг (рис. 7). В XX столетии концентрации ртути значительно возросли и изменялись в широком диапазоне (до 6—7 нг/кг), отражая рост техногенной нагрузки на окружающую среду региона (Вторая мировая война, испытания ядерного оружия, работа ртутных рудников). Однако максимальная пиковая концентрация ртути (8,4 нг/кг) соответствует 1884 г. и отражает вклад в глобальное поступление ртути от вулканической деятельности (извержение вулкана Кракатау в Индонезии в августе 1883 г.).

Учеными Лимнологического института впервые на Байкале осуществлен комплексный

химический, биологический и дистанционный мониторинг с компьютерным архивированием полученных данных. По данным 2004 г. ключевым абиотическим фактором, повлиявшим на продуцирование фитопланктона, оказалась заснеженность озера в подледный период. Характерной чертой этого года было слабое развитие диатомей в весенний период и интенсивное развитие пикопланктона в августе—октябре (рис. 8). Его концентрация достигала 2,0—2,7 млн кл./мл на глубине 0—15 м, что не наблюдалось в последние шесть лет. Данные о развитии фитопланктона хорошо согласуются с результатами измерений нитратного азота, фосфатного фосфора и растворенного кремнезема. По биомассе эпишуры в летне-осенний период 2004 г. можно отнести к «богатым».

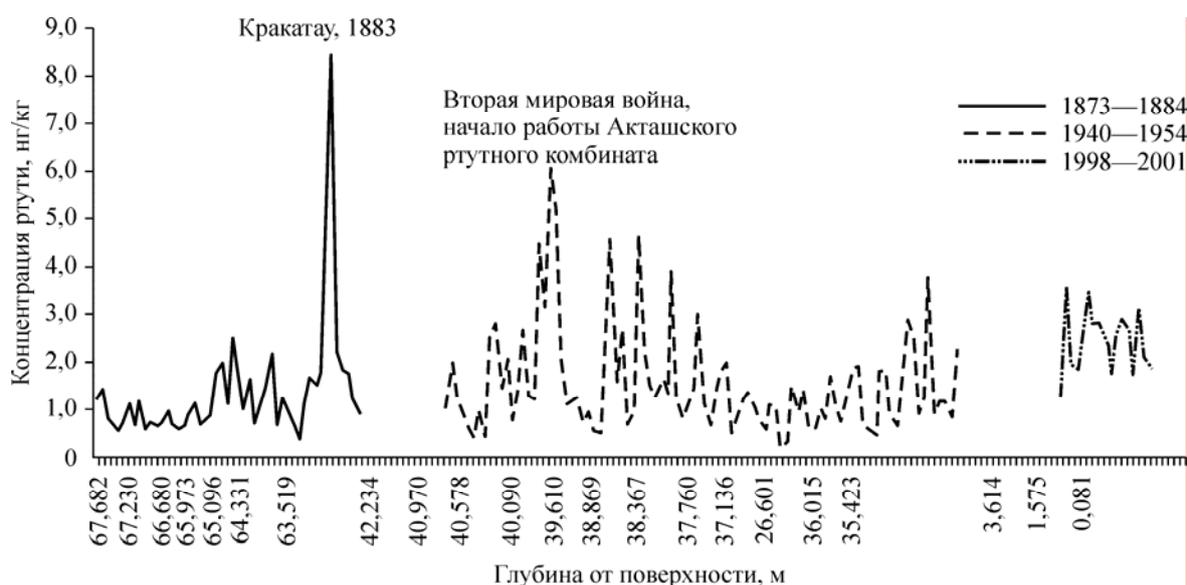
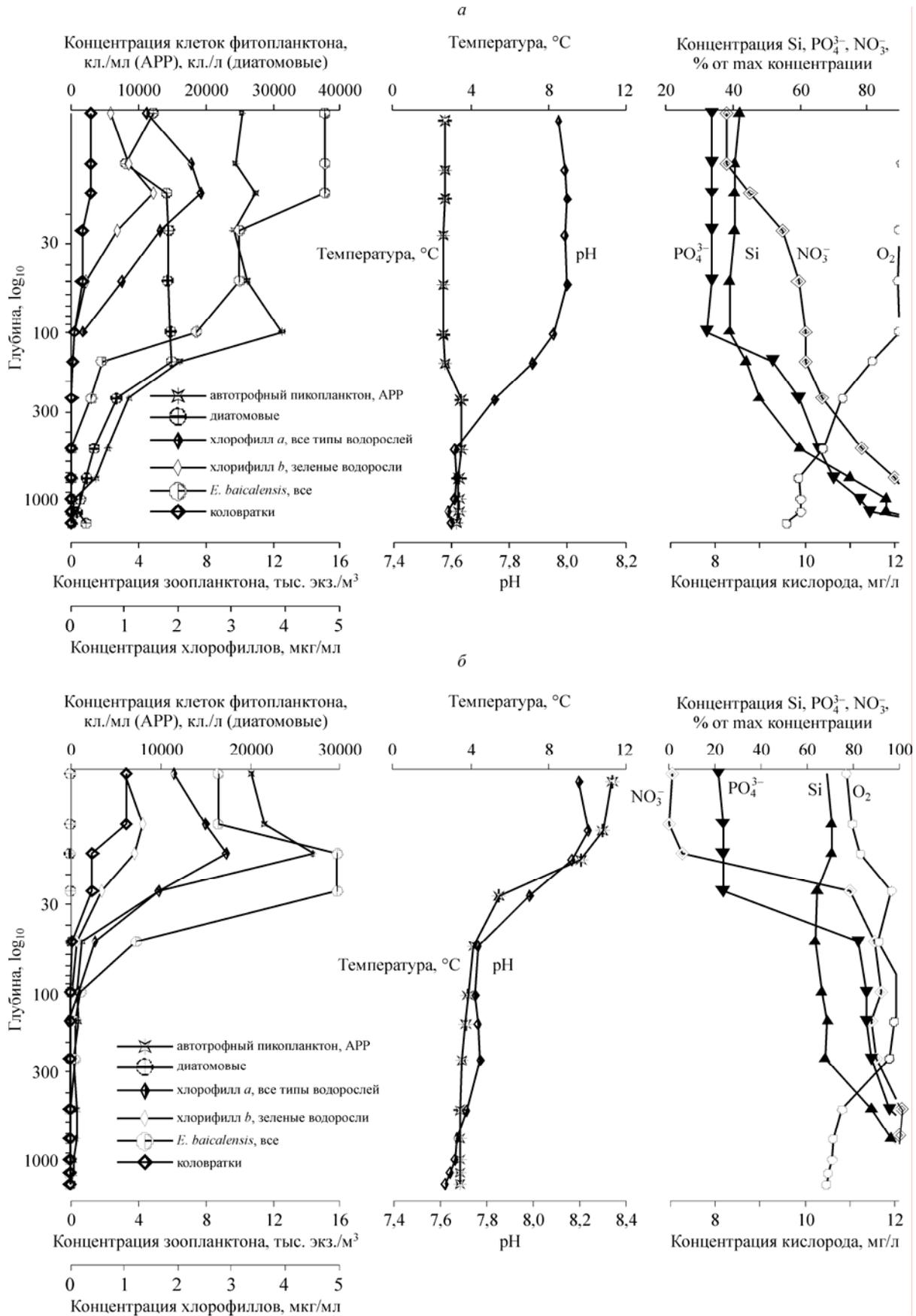


Рис. 7. Содержание ртути в слоях ледникового керна г. Белуха (Горный Алтай).

Fig. 7. Mercury content in ice core of Belukha Mountain.



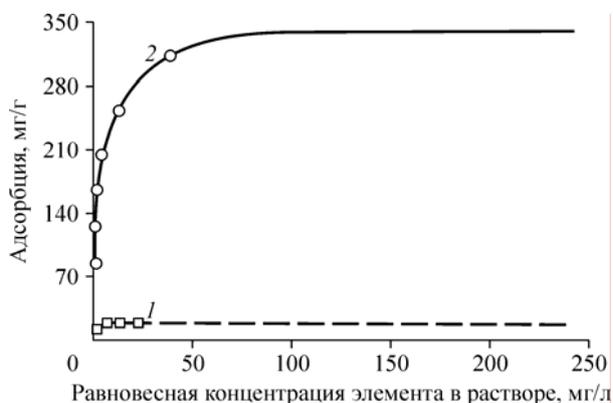
**Рис. 8.** Вертикальное распределение автотрофного пикопланктона, диатомовых водорослей, зоопланктона, хлорофиллов *a* и *b*, биогенных элементов, pH и температуры в июне (*a*) и августе (*b*) 2004 г. на центральной станции разреза Листвянка—Танхой.

**Fig. 8.** Vertical distribution of autotrophic picoplankton, diatoms, zooplankton, chlorophyll *a* and *b*, nutrients, pH and temperature in June (*a*) and in August (*b*) 2004 at the central station Listvyanka—Tankhoy.

**Программа 28.4. Разработка месторождений полезных ископаемых и комплексная переработка минерального сырья на основе ресурсо- и энергосберегающих экологически безопасных технологий, горное и строительное машиноведение**  
(Координаторы докт. техн. наук М. Д. Новопашин, докт. техн. наук В. П. Потапов)

Учеными Института горного дела проведены исследования по использованию природных сорбентов для извлечения тяжелых металлов из водных сред. Доказано преимущество термически модифицированного брусита для извлечения целого ряда ионов тяжелых металлов по сравнению с известными природными сорбентами (цеолиты) (рис. 9). Установлен лиотропный ряд предпочтительного осаждения ионов тяжелых металлов на брусите. Показана возможность получения концентрированных элюатов при десорбции ионов металла с поверхности сорбента, что позволило разработать новую технологию промышленного извлечения металлов по схеме: сорбция на брусите металла из промывных растворов, десорбция с получением концентрированных элюатов, катодное восстановление металла.

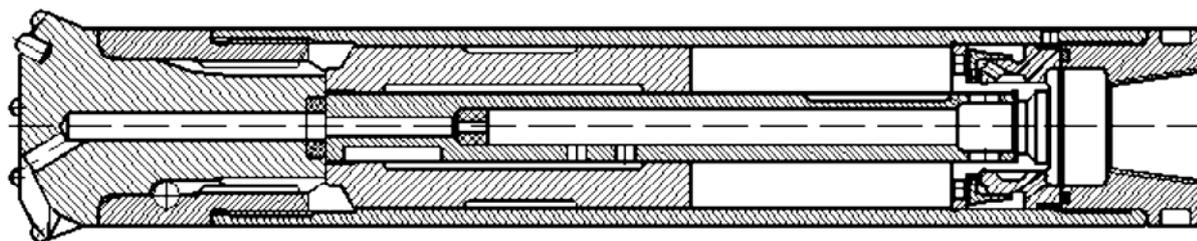
В Институте горного дела создан экспериментальный образец пневмоударника, в котором реализован новый рабочий цикл, позволяющий при ограниченном давлении энергоносителя увеличить энергию удара в два раза по сравнению с существующими аналогами (рис. 10). Доказано, что одним из приоритет-



**Рис. 9.** Сравнение сорбционных свойств природного (1) и модифицированного (2) брусита по отношению к марганцу.

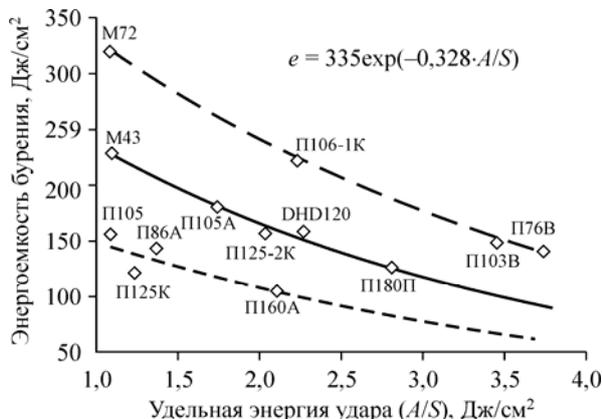
**Fig. 9.** Comparison of sorption properties of natural (1) and modified (2) brucite with respect to manganese.

ных направлений развития пневмоударного способа бурения является разработка энергонасыщенных пневмоударников с инструментом штыревого типа и схемой нагружения забоя, обеспечивающей взаимное влияние полей напряжений (рис. 11).



**Рис. 10.** Схема пневмоударника ПП 110-3,5.

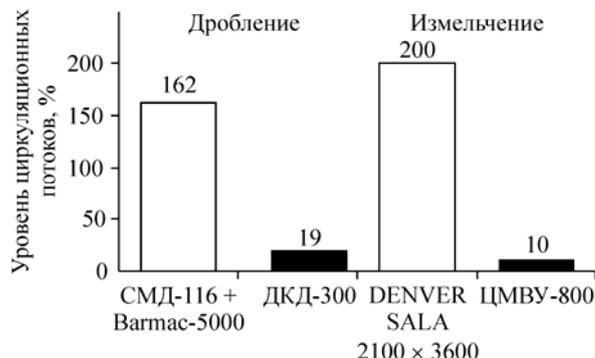
**Fig. 10.** Scheme of a pneumatic puncher PP 110-3,5.



**Рис. 11.** Зависимость энергоёмкости бурения погружными пневмоударниками от удельной энергии удара ( $A$  — энергия удара;  $S$  — площадь забоя скважины).

**Fig. 11.** The dependence of drilling power intensity from blow energy density on application of submersible pneumostrikers ( $A$  — blow energy;  $S$  — well breast).

Специалистами Института горного дела Севера при исследовании процессов дробления и измельчения рудных геоматериалов с кварцевой матрицей в экспериментальной дробилке комбинированного ударного действия ДКД-300 и в центробежной мельнице ЦМБУ-800 в последовательном режиме установлено практически полное раскрытие частиц самородного золота крупностью более 100 мкм, что позволяет вести последующее гравитационное обо-



**Рис. 12.** Уровень циркуляционных потоков при дроблении и измельчении руды сравниваемых вариантов рудо-подготовки.

**Fig. 12.** Circulating flow level at crushing of rock and ore reduction of compared ore-preparation variants.

гащение данной фракции с извлечением выше 90 %. Использование вышеуказанного оборудования позволяет снизить в 20 раз и более циркулируемую массу при дроблении и измельчении исходной руды по сравнению с дроблением на щековой или центробежной дробилке (СМД-116, BARMAC-V-5000) или измельчением на шаровой мельнице (DENVER SALA 2100 × 3600) при равных показателях раскрытия и извлечения золота (рис. 12).

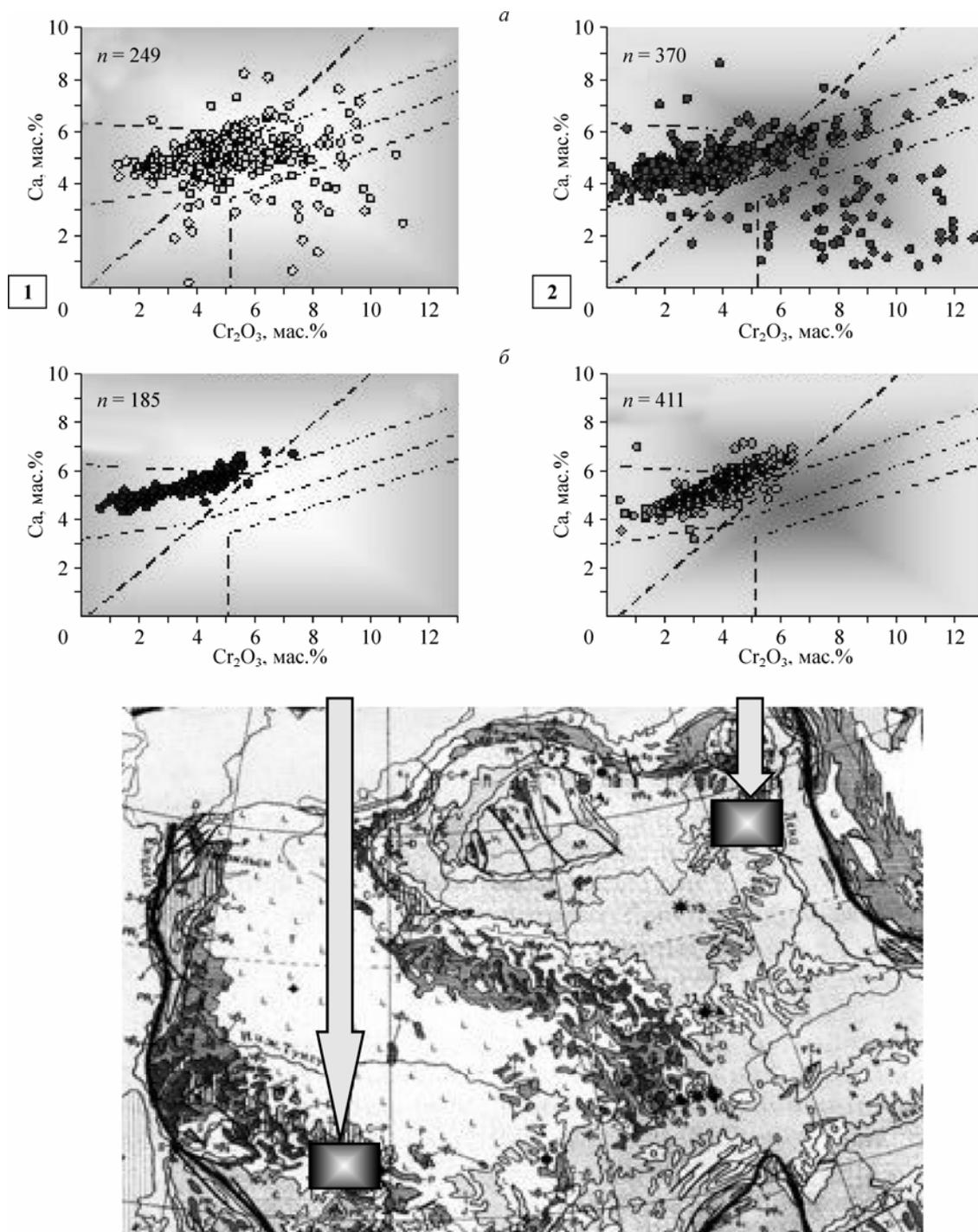
### **Программа 28.5. Геологические и физико-химические факторы формирования крупных и уникальных месторождений алмазов, благородных и редких металлов Сибири, прогноз новых типов минерального сырья**

**(Координаторы член-корреспондент РАН Г. В. Поляков, академик Н. В. Соболев, докт. геол.-мин. наук А. П. Смелов, докт. геол.-мин. наук В. И. Лебедев)**

Учеными Института минералогии и петрографии ОИГГМ установлены значительные отличия состава и соотношений парагенезисов для пиропов из кимберлитов среднепалеозойского и мезозойского циклов внедрения, проявленных в пределах северо-восточной и юго-западной окраин Сибирской платформы. Получены новые данные, подтверждающие исключительно среднепалеозойский возраст крупных месторождений алмаза Сибири. Показана идентичность процессов эволюции литосферы изученных регионов в фанерозое. Подтверждено предположение о связи значи-

тельных изменений мощности и состава литосферной мантии с воздействием суперплюма на ее корневые части на рубеже пермского и триасового периодов. Эти результаты объясняют причину резких различий алмазности разновозрастных кимберлитов и направляют на поиски коренных месторождений алмазов только среднепалеозойского возраста на участках платформы, подверженных воздействию упомянутого суперплюма (рис. 13).

В Институте геологии алмаза и благородных металлов на примере базитов Накынского кимберлитового поля установлено, что в доле-

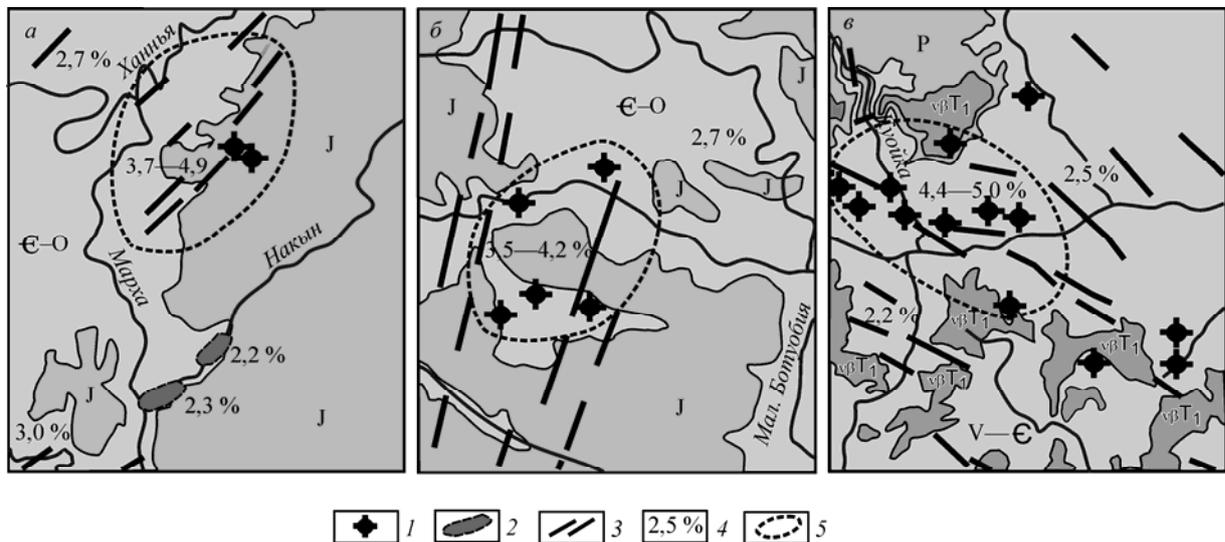


**Рис. 13.** Особенности состава пиропов из среднепалеозойских конгломератов (а) и мезозойских кимберлитов (б) западной части Тунгусской синеклизы (1) и северо-восточной окраины Сибирской платформы (2).

**Fig. 13.** Composition peculiarities of pyropes from Middle-Paleozoic conglomerates (a) and Mesozoic kimberlites (б) of western part of Tungusskaya syneclise (1) and north-eastern margin of Siberian platform (2).

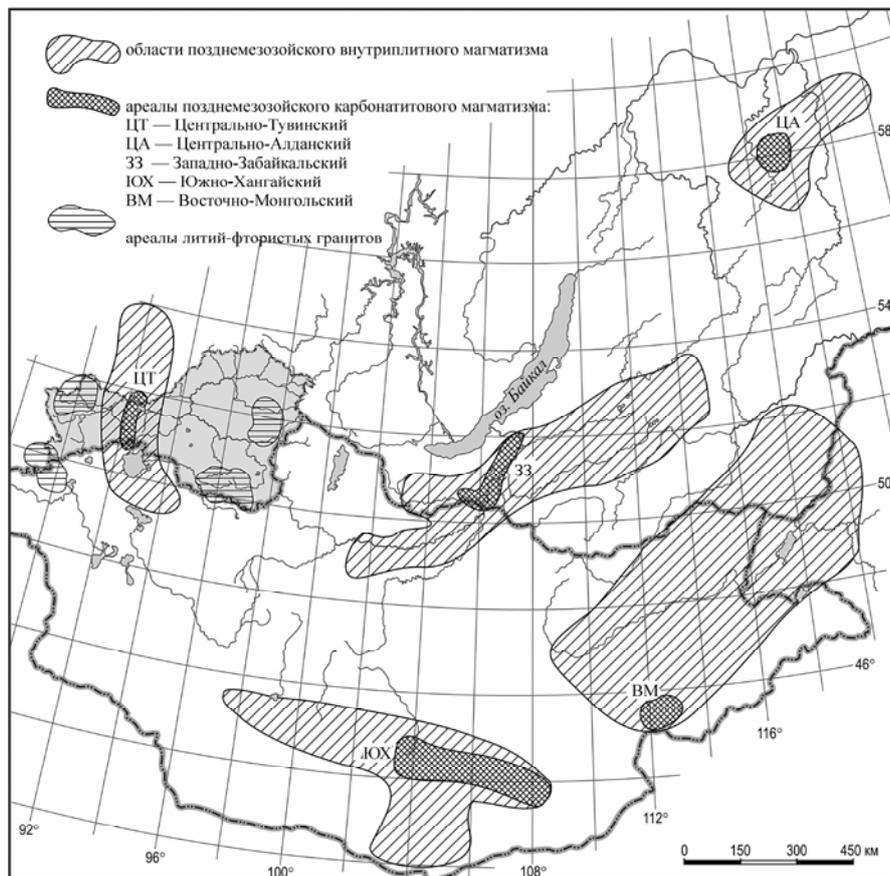
ритах даек, расположенных вблизи кимберлитовых трубок, наблюдается резкое повышение содержаний TiO<sub>2</sub> (до 4,5 %, по сравнению со средними содержаниями 2,8 % в базитах Ви-

люйско-Мархинского дайкового пояса) за пределами контуров кимберлитового поля. Установлено, что данная особенность характерна и для Малоботуобинского и Куойкского ким-



**Рис. 14.** Средние содержания  $TiO_2$  в базитах, сопряженных с кимберлитовыми полями: *а* — Накынское (Вилуйский палеорифт), *б* — Малоботубинское (Вилуйский палеорифт), *в* — Куойкское (Оленекский палеорифт).  
1 — кимберлитовые трубки; 2 — среднепалеозойские силлы долеритов; 3 — среднепалеозойские дайки долеритов; 4 — содержание  $TiO_2$ , мас.%; 5 — кимберлитовые поля.

**Fig. 14.** Average contents of  $TiO_2$  in the basites associated with kimberlitic fields: *a* — Nakyn (Vilyui paleorift), *б* — Malobotuobiya (Vilyui paleorift), *в* — Kuoika (Olenyok paleorift).  
1 — kimberlitic pipe; 2 — Middle Paleozoic dolerite sill; 3 — Middle Paleozoic dolerite dyke; 4 — contents of  $TiO_2$  wt.%; 5 — kimberlitic field.



**Рис. 15.** Ареалы редкометального и редкоземельного оруденения Тувы и сопредельных регионов.

**Fig. 15.** Areal of rare-metal and rare-earth mineralization of Tuva and contiguous regions.

берлитовых полей, где базитовая и кимберлитовая магматическая деятельность сопряжена в пространстве и времени. Предполагается, что кимберлитообразование протекает на фоне локального стрессового увеличения давления, в результате чего в базитовом расплаве резко повышается растворимость титана. Установленная закономерность позволяет использовать концентрацию титана в породах базитовых даек в качестве диагностического признака при поиске кимберлитовых полей. С использованием данной методики на прогнозной территории (район рек Серке—Кюленке) выделен перспективный участок, в пределах которого обнаружена аллювиальная россыпь алмазов (рис. 14).

Учеными Тувинского института комплексного освоения природных ресурсов совместно со специалистами ИГЕМ РАН полу-

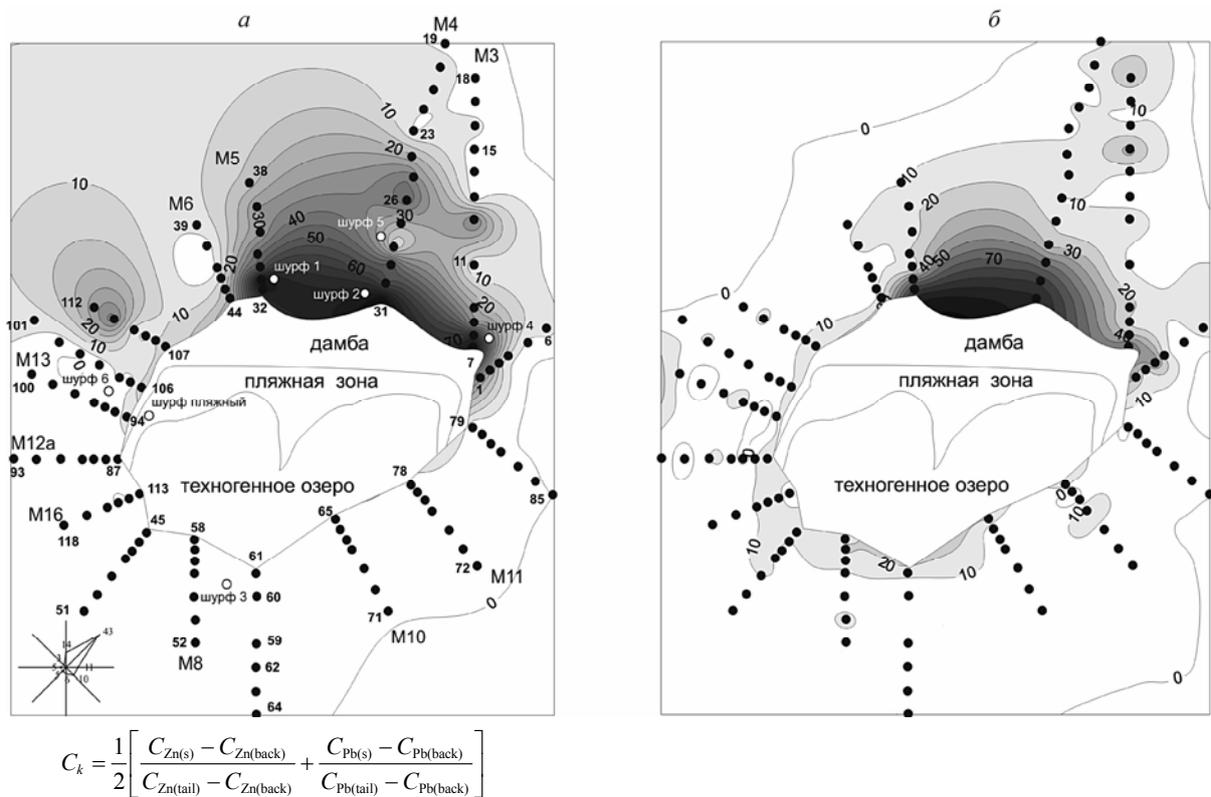
чены новые данные, позволяющие прогнозировать значительное повышение потенциала выявления редкоземельного и редкометалльного оруденения в Туве. Установлено, что субмеридиональная зона шириной 30—40 км, контролирующая размещение карбонатитовых массивов в Центральной Туве и сопредельных районах Монголии и Красноярского края, имеет северное продолжение (Урбунское рудное поле) и достигает длины 150 км. Доказано широкое развитие позднемезозойских карбонатитов в пределах Улатай-Карасугской структуры глубинного заложения (рис. 15). В Восточной и Западной Туве оконтурены ареалы распространения гранитоидных массивов литий-фтористого геохимического типа с высокими концентрациями лития (200—500 г/т), иттрия (100—500), иттербия (10—30), ниобия (100—300), олова (10—50), висмута (10—20 г/т).

**Программа 28.6. Экогеохимия природных и техногенных ландшафтов Сибири, гидрогеологический и гидрогеохимический мониторинг (Координаторы докт. геол.-мин. наук А. Б. Птицын, докт. геол.-мин. наук С. Л. Шварцев)**

В Институте геологии ОИГГМ разработана и реализована методика магнитометрической экспресс-оценки техногенного загрязнения окружающей среды предприятиями горно-рудного производства. На основе комплексного геохимического и петромагнитного исследования территории вокруг хранилища отходов барит-полиметаллических руд с активной геохимической средой (Салаирский ГОК, Кемеровская обл.) установлено наличие отрицательной корреляционной связи между магнитными аномалиями и степенью загрязнения почв. Корреляция установлена на различных уровнях: как по содержанию основных металлов (Pb, Zn, Cu, Cd) и отдельным магнитным параметрам, так и по комплексным геохимическим и магнитным показателям, выделенным на основе выбора наиболее чувствительных к данному виду загрязнения характеристик (рис. 16). Увеличение загрязненности территории вблизи хвостохранилища и по направле-

нию преобладающих ветров сопровождается существенным ослаблением магнитных свойств вещества поверхностного слоя по сравнению с незагрязненной средой, что обусловлено магнитным разубоживанием. Магнитометрический экспресс-анализ позволяет проводить оперативное геоэкологическое картирование в регионах с различным техногенным загрязнением.

Учеными Института природных ресурсов, экологии и криологии установлено, что концентрации биогенных компонентов, в частности кремния, в ледовом покрове озер достигают уровня, достаточного для развития диатомовых водорослей. При этом в отдельные моменты, например в период таяния льда, концентрации биогенных компонентов в ледовом покрове превышают концентрации в подледной воде (рис. 17). Это связано, по-видимому, с интенсивным поглощением кремния из подледной воды планктонными сообществами.

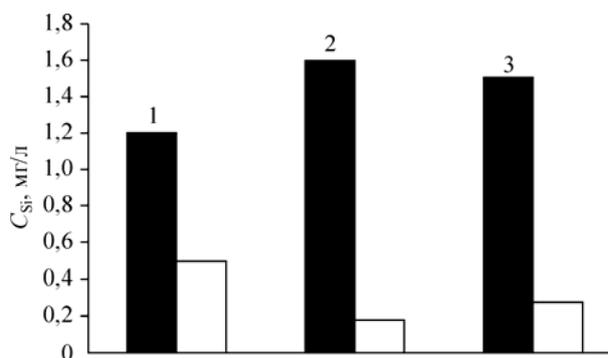


**Рис. 16.** Карта-схема загрязнения почвенного покрова вокруг Салагаевского хвостохранилища (слева внизу — роза ветров. Кружочки — точки от пробования).

*a* — степень загрязнения по суммарному геохимическому показателю  $C_k$  ( $C_k$  — доля материала хвостов в пробе почвы;  $C_{Zn(s)}$  и  $C_{Pb(s)}$  — содержания Zn и Pb;  $C_{Zn(back)}$  и  $C_{Pb(back)}$  — фоновые содержания металлов;  $C_{Zn(tail)}$  и  $C_{Pb(tail)}$  — средние концентрации Zn и Pb в пыли хвостохранилища); *b* — по комплексному магнитному показателю  $M_k$  (нелинейная функция от следующих магнитных параметров: магнитная восприимчивость, частотно-зависимая магнитная восприимчивость, естественная остаточная намагниченность, фактор Кенигсбергера, остаточная намагниченность насыщения, безгистерезисная остаточная намагниченность).

**Fig. 16.** The scheme of soil pollution around Salagaev tailings impoundment. Wind rose is shown in the left lower corner; black circles are sample sites.

*a* — pollution anomalies according to summary geochemical coefficient where  $C_k$  is share of tailings substance in  $k$ -sample of soil ( $0 < C_k < 1$ );  $C_{Zn(s)}$  and  $C_{Pb(s)}$  denote concentrations of Zn and Pb in  $k$ -sample;  $C_{Zn(back)}$  and  $C_{Pb(back)}$  denote background metal concentrations;  $C_{Zn(tail)}$  and  $C_{Pb(tail)}$  denote average concentrations of Zn and Pb in dust from the tailings surface; *b* — is non-linear function of the following magnetic parameters: magnetic susceptibility; frequency-dependent magnetic susceptibility; natural remanent magnetization; Koenigsberger ratio; saturation isothermal remanent magnetization; anhysteretic remanent magnetization.



**Рис. 17.** Концентрация кремния в капиллярах ледяных покровов и подледной воде в период таяния (апрель—май).

1 — оз. Карповское (7 апреля 2003 г.); 2 — оз. Арахлей (11 мая 2003 г.); 3 — оз. Тасей (11 мая 2003 г.). ■ — капиллярная вода, □ — подледная вода.

**Fig. 17.** Concentration of silicon in ice cover capillary water and in under the ice cover water at melting period (April–May).

1 — Lake Karpovskoe (7 April 2003); 2 — Lake Arakhley (11 May 2003); 3 — Lake Tasey (11 May 2003). ■ — capillary water; □ — under ice cover water.

**Программа 28.7. Стратегия развития нефтегазового и угольного комплексов Сибири, прогноз сырьевой базы, рациональное недропользование, повышение эффективности геологических и геофизических методов поисков и разведки месторождений и интенсификация добычи нефти и газа**

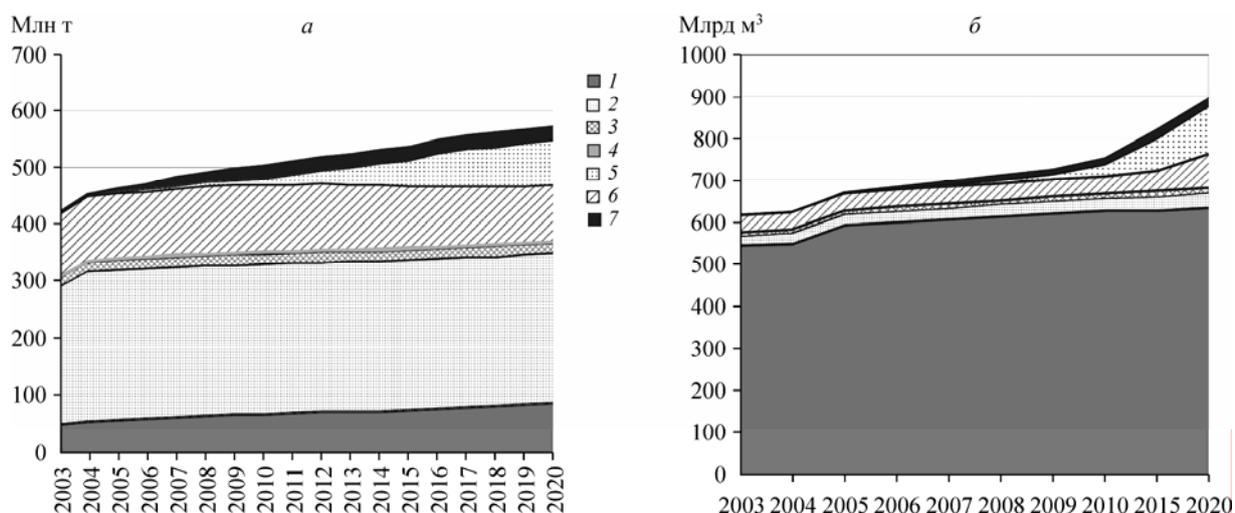
(Координаторы академик А. Э. Конторович, член-корреспондент РАН Г. И. Грицко, член-корреспондент РАН М. И. Эпов)

В Институте геологии нефти и газа на основе сценариев социально-экономического развития и внешнеэкономических условий выполнен прогноз развития нефтегазового комплекса страны. Определены и обоснованы приоритетные направления развития нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности. Выполнен прогноз добычи нефти (рис. 18, а) и газа (рис. 18, б) в России с детализацией по макрорегионам — европейская часть, Западная Сибирь, Восточная Сибирь, Дальний Восток. Прогноз добычи нефти для Западной Сибири дан по субъектам Федерации, для европейской части — по крупным нефтегазодобывающим районам. С учетом вариантов прогноза добычи и переработки оценены возможности экспорта нефти.

Выполнен анализ современного состояния и прогноз развития основных мировых рынков нефти: европейского, азиатско-тихоокеанского, североамериканского. Рассмотрены сис-

тема нефтеобеспечения, структура и источники поставок нефти на эти рынки. Дан прогноз спроса на нефть с детализацией по региональным группам, странам, отдельным регионам внутри крупных стран; определены перспективы собственной добычи нефти, оценены объемы импорта, возможности поставок из России.

В Институте геофизики ОИГГМ предложен оригинальный подход к параметризации среды в представлении геоэлектрических параметров как непрерывных функций, на основе которого создан эффективный алгоритм инверсии данных высокочастотных электромагнитных зондирований. С учетом гидродинамических особенностей формирования зоны проникновения предложена модель среды, в которой электропроводность прискважинной области описывается кубическим сплайном. Главной особенностью данного алгоритма является возможность получения высокого разрешения при восстановлении двумерного рас-

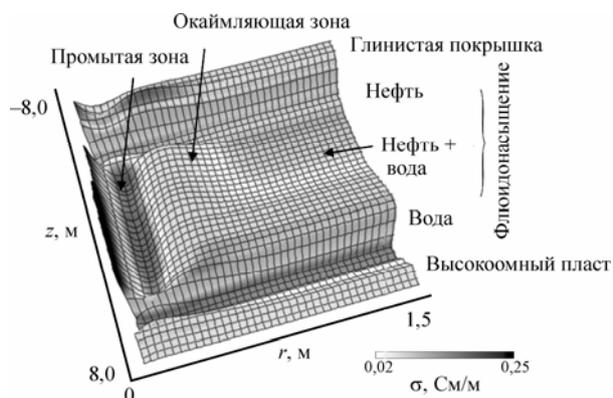


**Рис. 18.** Прогноз добычи нефти (а) и газа (б) в России на период до 2020 г.

1 — Ямало-Ненецкий автономный округ, 2 — Ханты-Мансийский автономный округ, 3 — Томская область, 4 — Омская, Новосибирская области и юг Тюменской области, 5 — Восточная Сибирь и Республика Саха, 6 — европейская часть России, 7 — Дальний Восток (о. Сахалин).

**Fig. 18.** Predicted oil (а) and gas (б) production in Russia up to 2020 year.

1 — Yamalo-Nenetskiy Autonomous Okrug, 2 — Khanty-Mansiyskiy Autonomous Okrug, 3 — Tomsk region, 4 — Omsk, Novosibirsk regions and southern Tyumen region, 5 — Eastern Siberia and Sakha Republic, 6 — European part of Russia, 7 — Far East (Sakhalin Island).



**Рис. 19.** Геоэлектрическое изображение нефтенасыщенного коллектора.

**Fig. 19.** Geoelectric image of oil-saturated manifold.

пределения электропроводности. На рис. 19 приведен пример реконструкции электропроводности для интервала нефтенасыщенного коллектора. С высокой детальностью выделены зона проникновения, окаймляющая зона, а также плавная переходная зона между нефтяной и водонасыщенной частями. Проведенные эксперименты по реконструкции геоэлектрического изображения позволяют широко использовать этот алгоритм при интерпретации диаграмм высокочастотных электромагнитных зондирований.