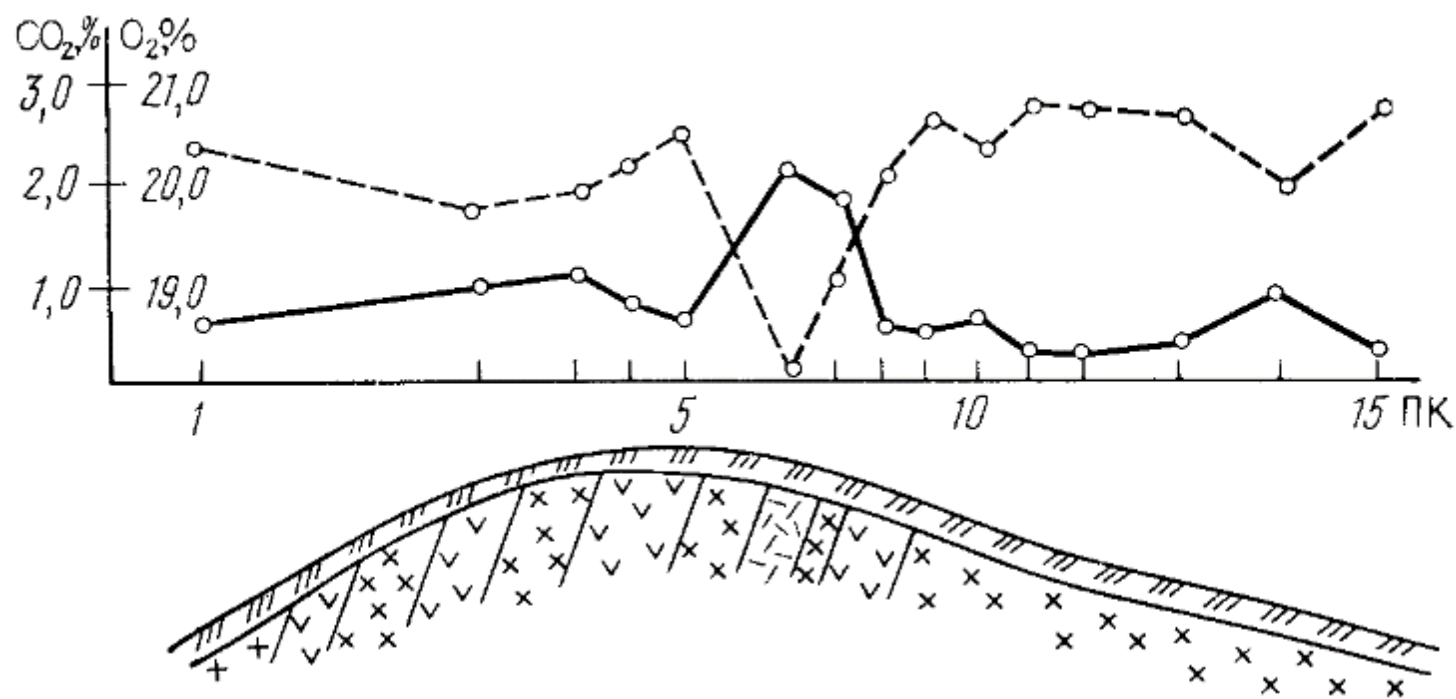


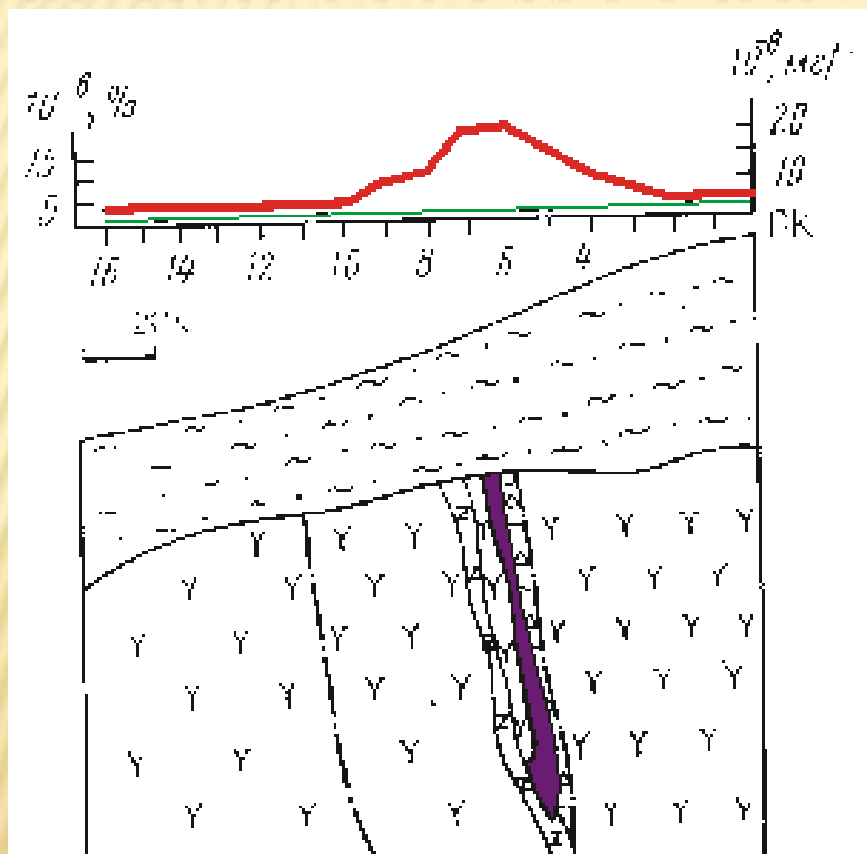
КЛАССИФИКАЦИЯ КОМПОНЕНТОВ АТМОХИМИЧЕСКИХ ОРЕОЛОВ

- 1. Компоненты процесса рудообразования :
 CO_2 , H_2S , CH_4 , H_2 , CO
- 2. Газы глубинного генезиса, мигрирующие к дневной поверхности по тектоническим зонам, в том числе и рудоконтролирующим:
 He , H_2 , Ar , CO , Hg
- 3. Продукты преобразования рудного вещества в зоне гипергенеза: CO_2 , SO_2 , Rn , Hg , min O_2

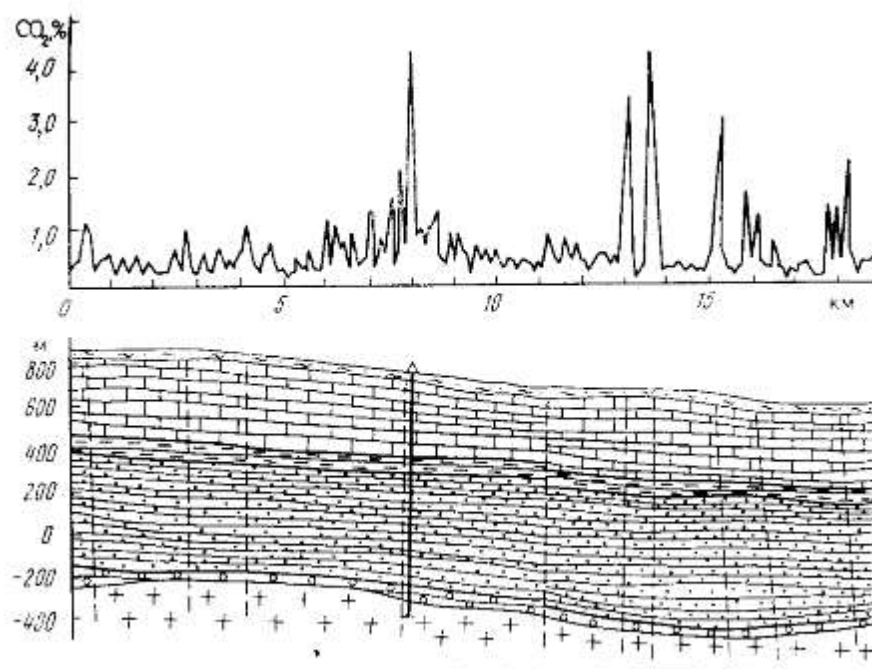
Соотношение содержаний углекислого газа и кислорода в подземной атмосфере над зоной сульфидной минерализации (В.С. и С.С. Глебовские, 1960)



АТМОХИМИЧЕСКИЕ ОРЕОЛЫ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ГАЗОСЪЕМОЧНЫХ РАБОТ



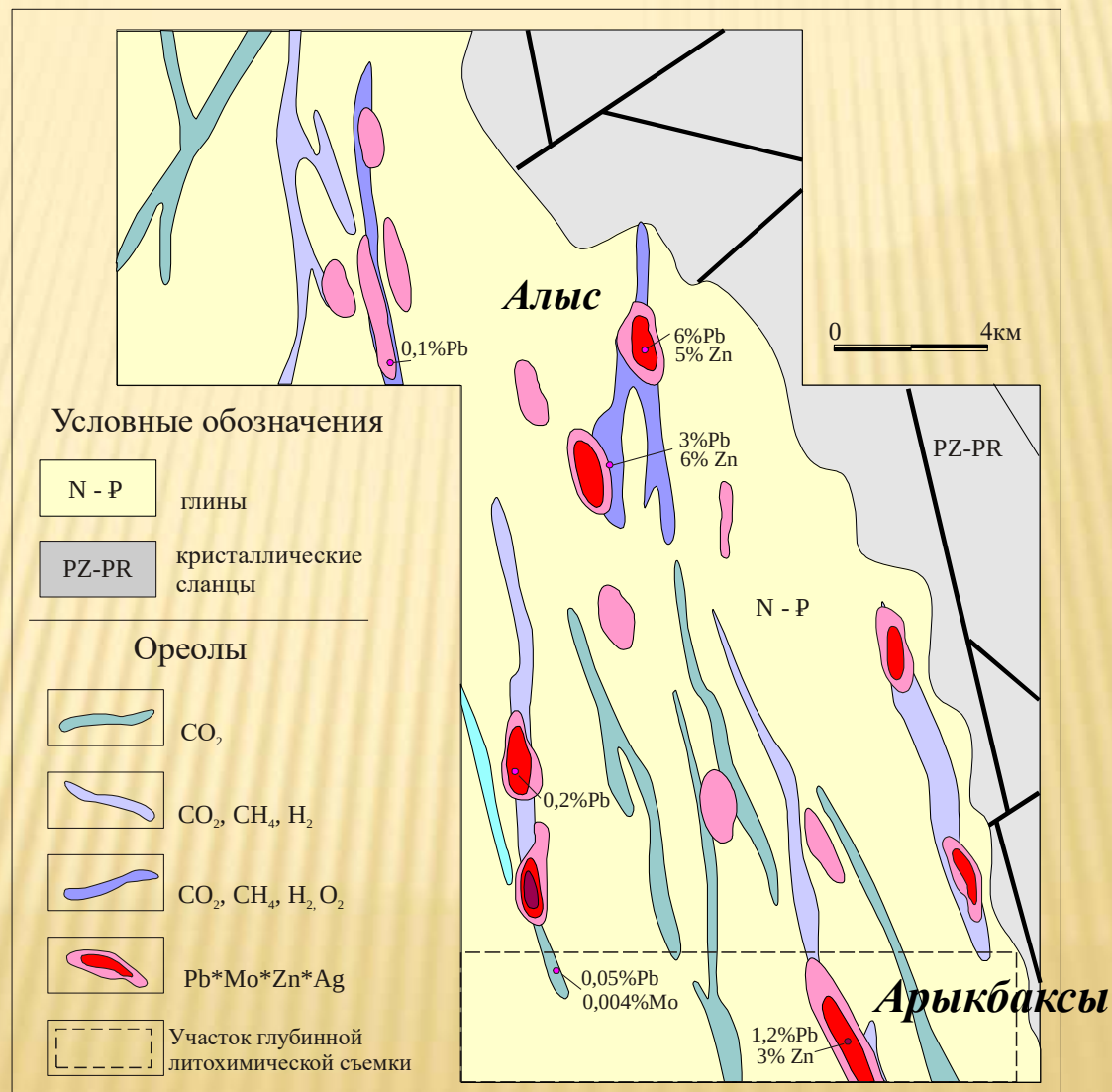
Результаты газортутной и литохимической съемок над погребенным золоторудным месторождением. Узбекистан.
(В.З.Фурсов, 1983)



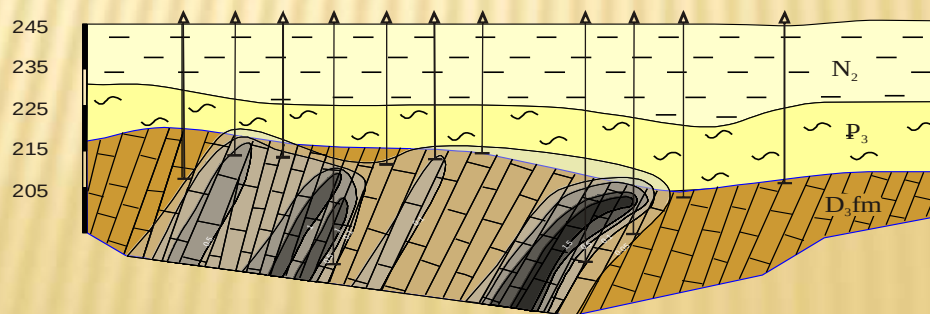
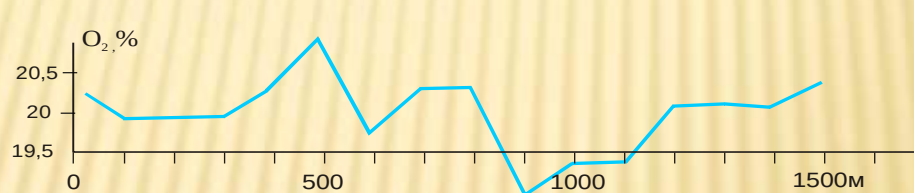
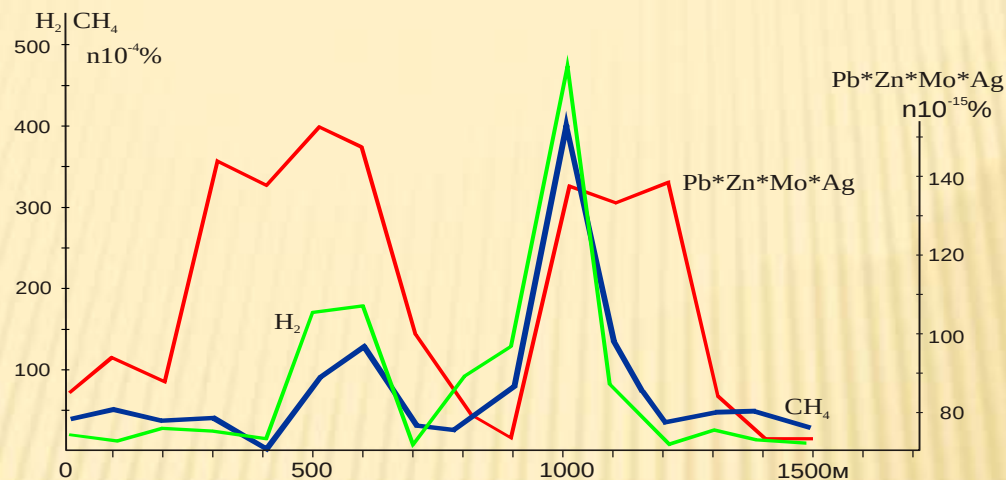
Распределение содержания CO₂ по профилю Боргустан –Ессентуки
(А.И.Фридман, 1972)

РЕЗУЛЬТАТЫ АТМОХИМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ МАСШТАБ 1:100000

(ВОСТОЧНЫЙ БОРТ ТУРГАЙСКОГО ПРОГИБА, КАЗАХСТАН,
1976 Г.)



РЕЗУЛЬТАТ ОЦЕНКИ КОМПЛЕКСНОЙ АТМОХИМИЧЕСКОЙ АНОМАЛИИ НА УЧАСТКЕ АЛЫС

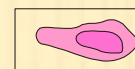


РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ГАЗОВОЙ АНОМАЛИИ ВОДОРОДА

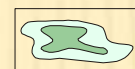
(УЧ. САРЫК, СЕВ. ПРИБАЛХАШЬЕ, КАЗАХСТАН, 1979)



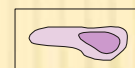
Условные обозначения



Аномалии гаммаактивности, мкр/час



Ореолы водорода, $10^{-4}\%$



Ореолы молибдена в базальном горизонте погребенной коры выветривания, $10^{-5}\%$



Профили газовой съемки



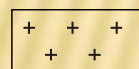
липаритовые порфиры



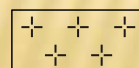
липарито-дацитовые порфиры



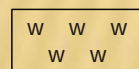
дацитовые порфириты



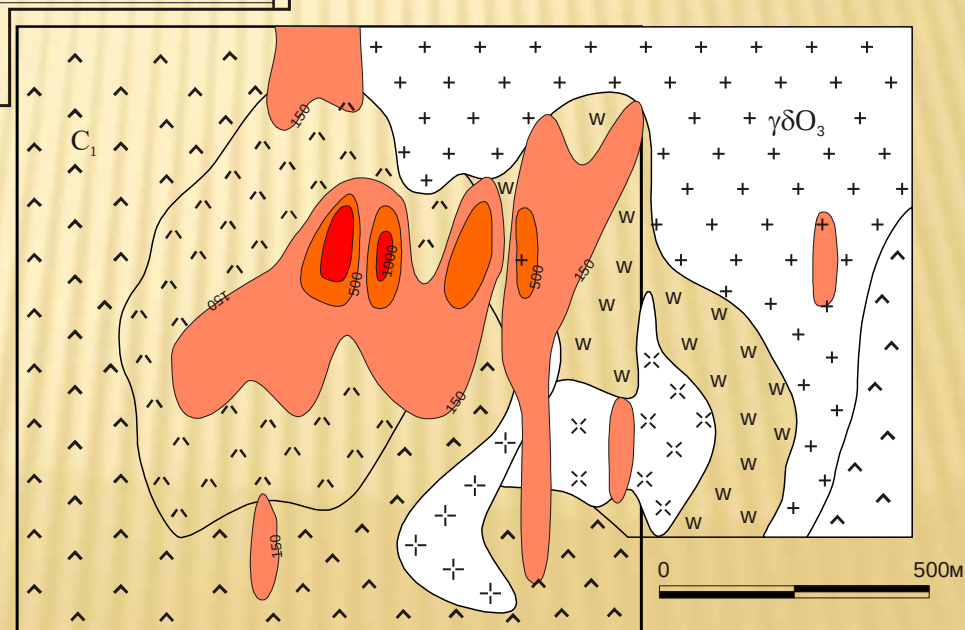
граниты



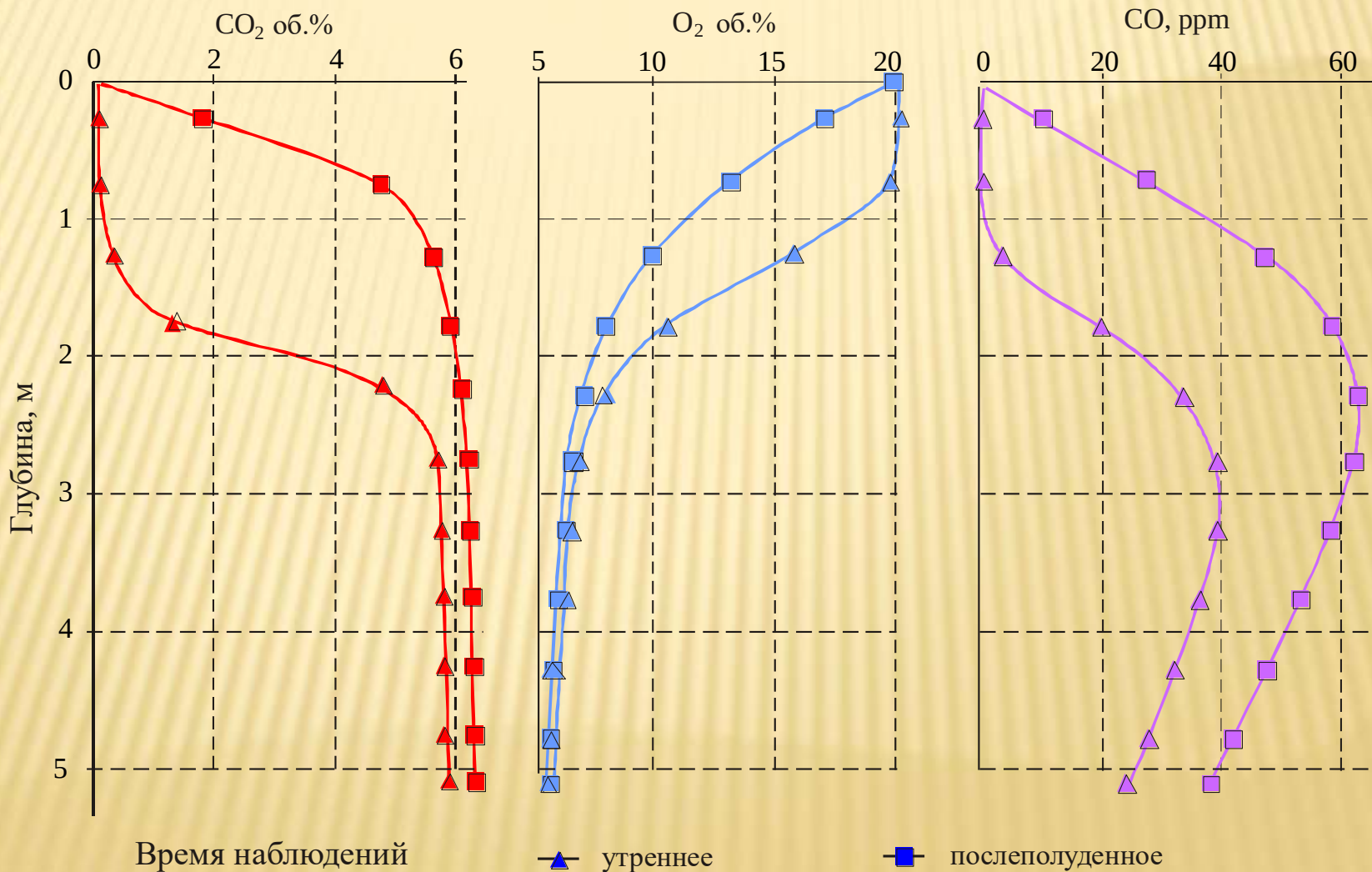
грано-сиенит порфиры



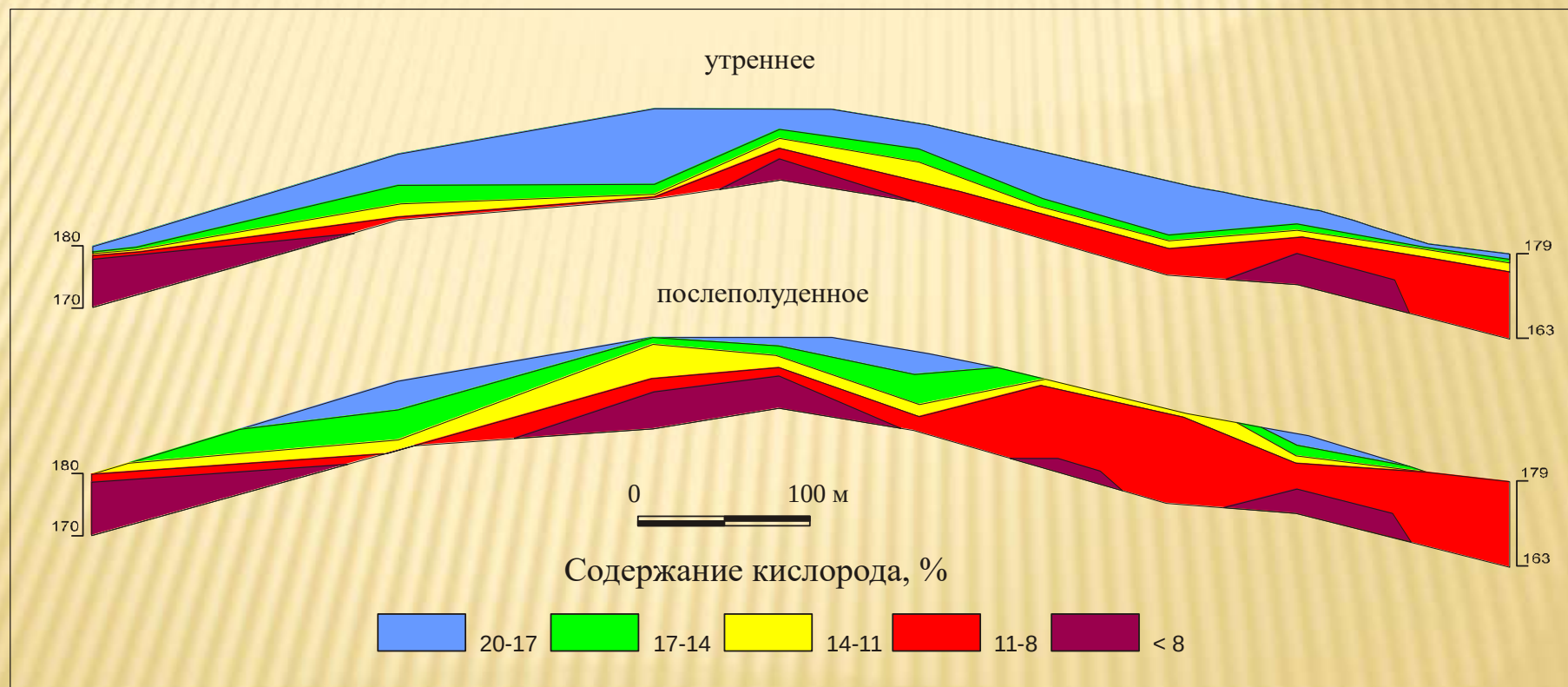
вторичные кварциты



РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГАЗОВ ПО ГЛУБИНЕ В РАЗРЕЗЕ РЫХЛЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

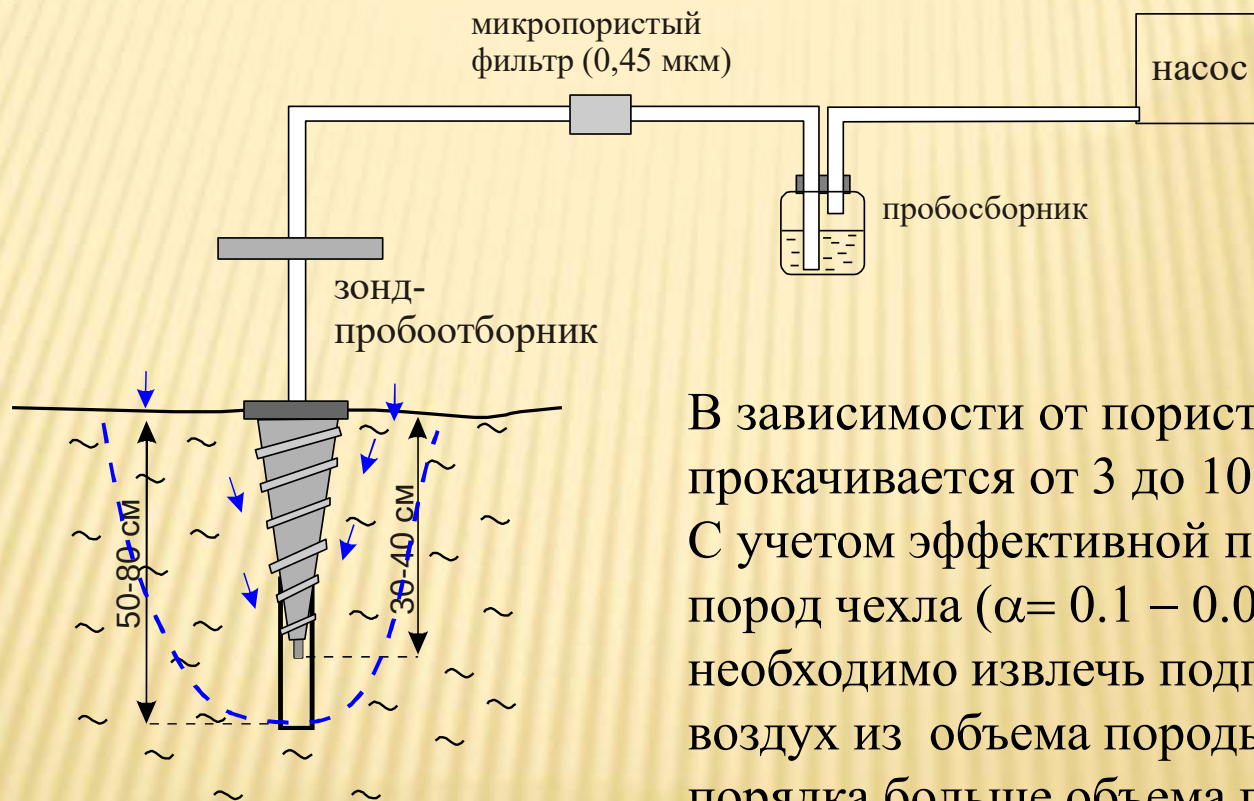


ВАРИАЦИИ СОСТАВА ПОДЗЕМНОЙ АТМОСФЕРЫ В РАЗЛИЧНОЕ ВРЕМЯ СУТОК



ПРОБООТБОР ГАЗООБРАЗНЫХ КОМПОНЕНТОВ ИЗ ПРИПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ЗЕМЛИ

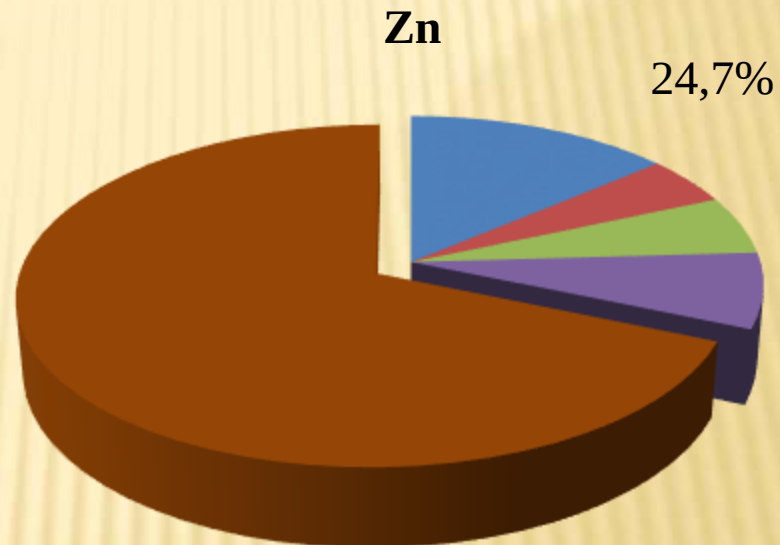
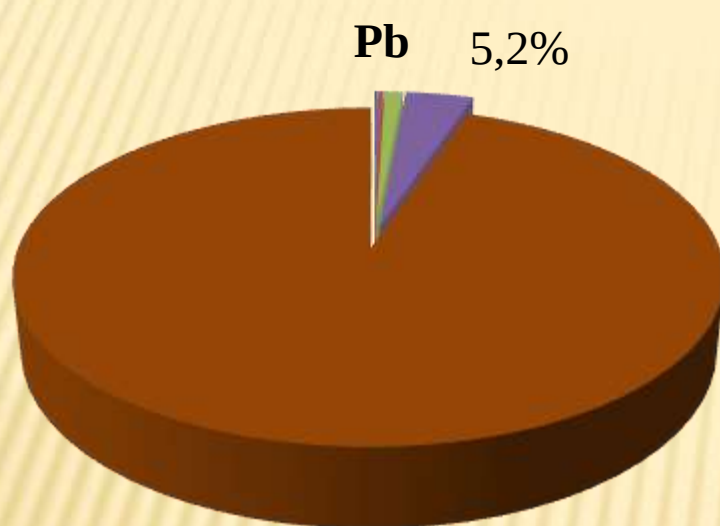
NAMEG (MING-QI WANG ET. AL., 2008)



В зависимости от пористости пород прокачивается от 3 до 10 л газа. С учетом эффективной пористости пород чехла ($\alpha = 0.1 - 0.01$) для этого необходимо извлечь подпочвенный воздух из объема породы на 1-2 порядка больше объема газа

СООТНОШЕНИЯ ФОРМ НАХОЖДЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ В НАЛОЖЕННЫХ ОРЕОЛАХ (ВОСТ.КИТАЙ)

(XUEQIU WANG, 2003).



■ водорастворимые

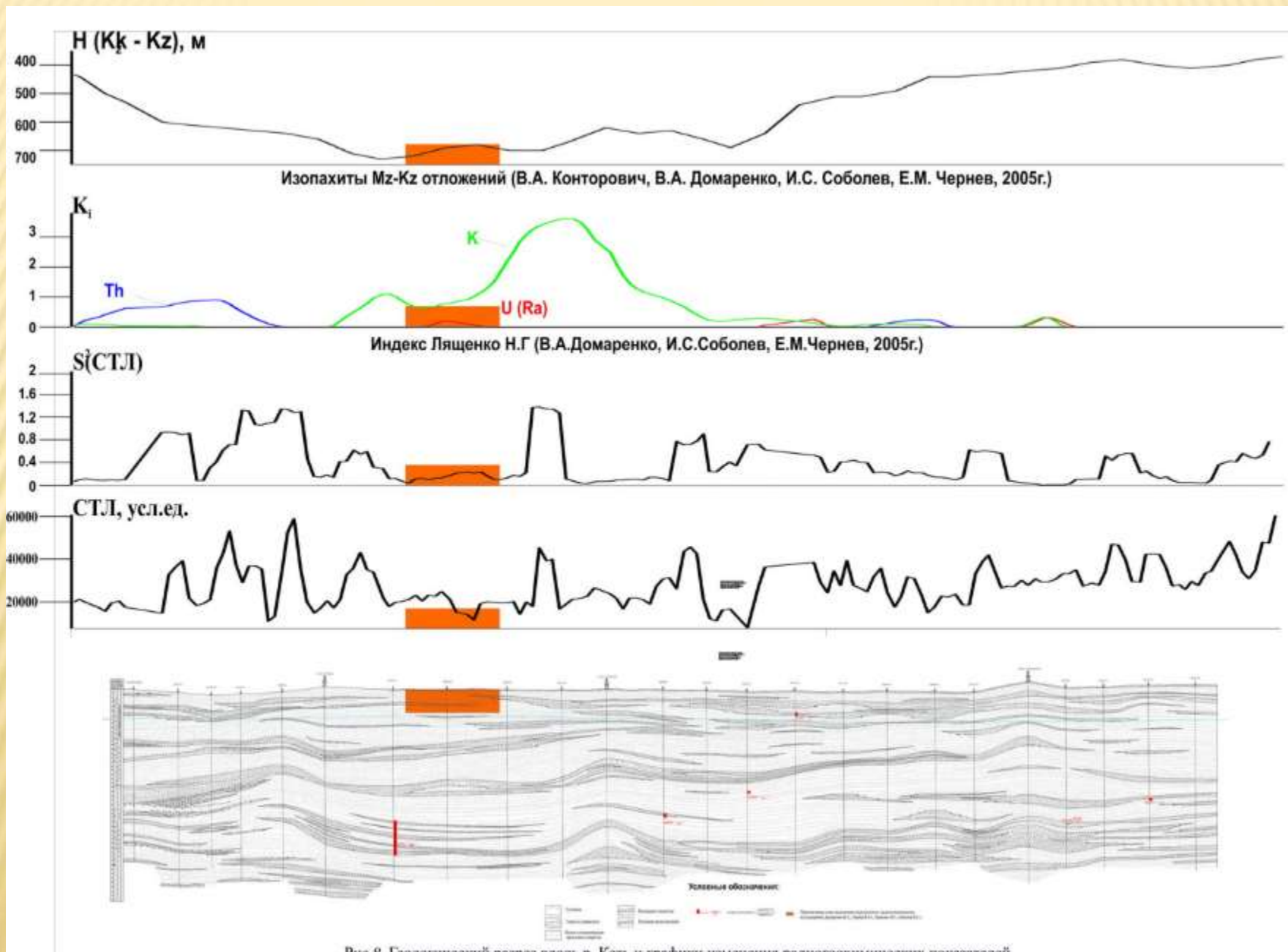
■ сорбированные

■ металлоорганика

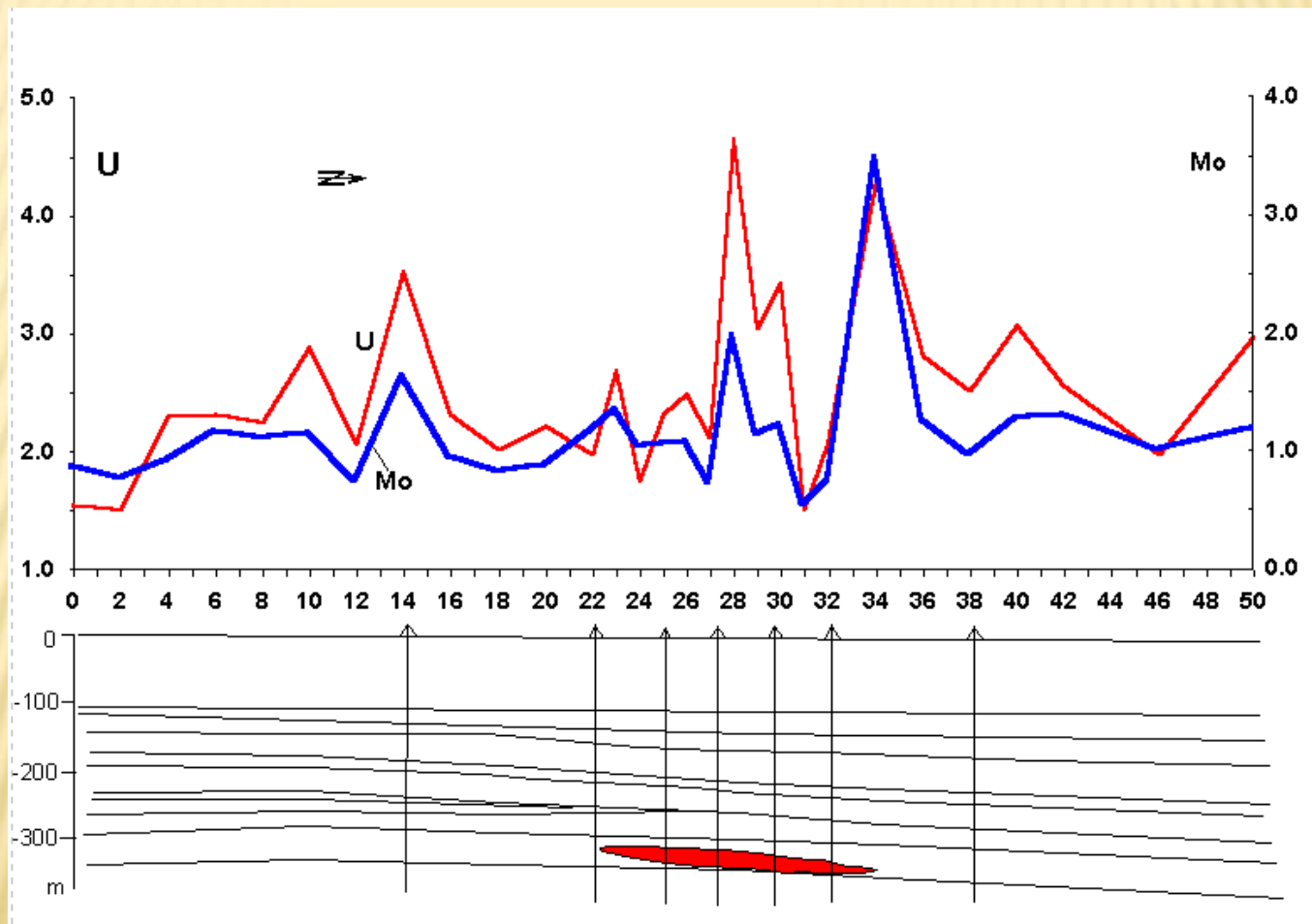
■ сорбированные
гидроксидами Fe и Mn

■ нерастворимый остаток

Благоприятные радиогеохимические показатели

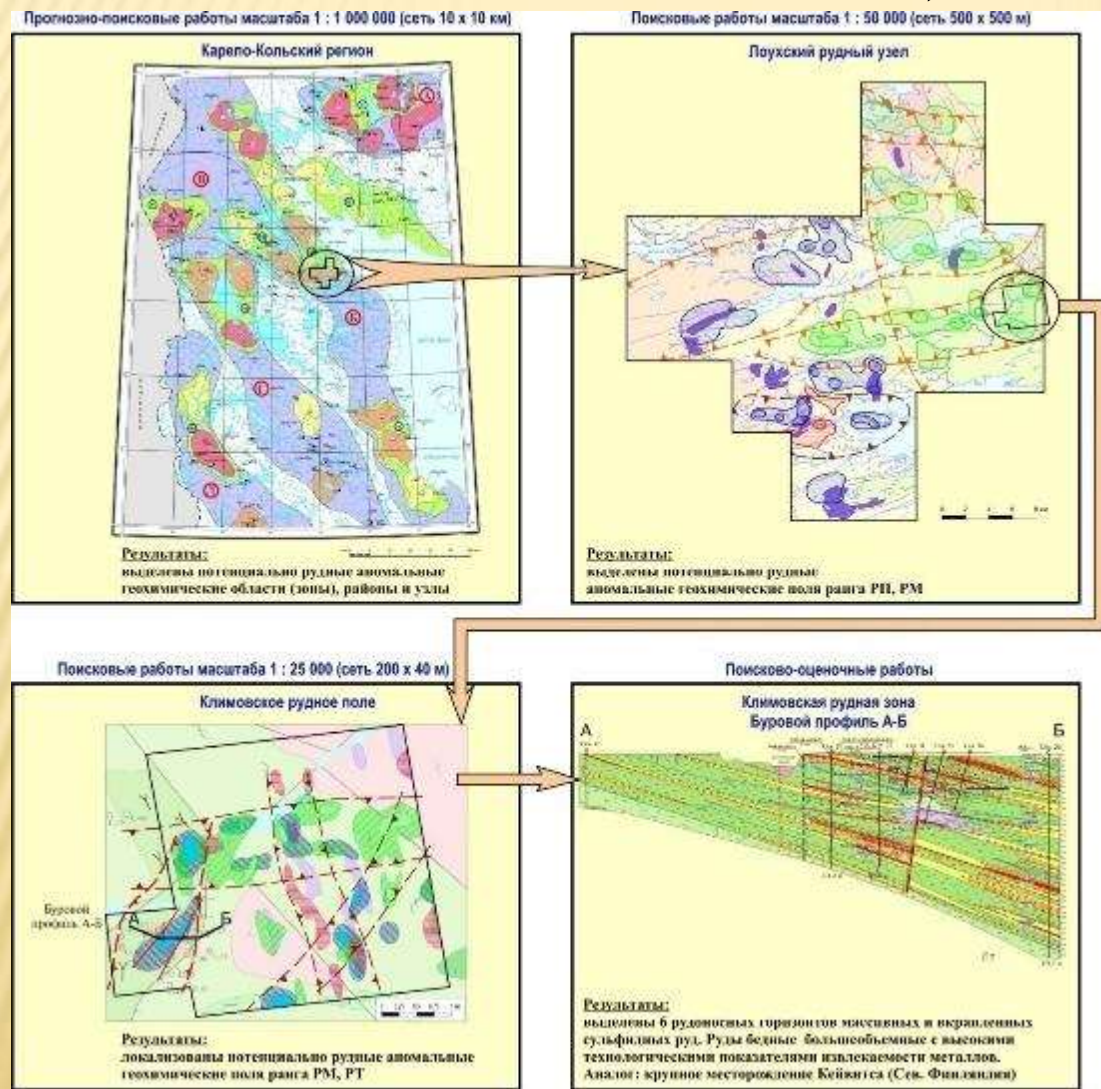


СОДЕРЖАНИЯ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ УРАНА И МОЛИБДЕНА НАД ГЛУБОКОЗАЛЕГАЮЩИМ УРАНОВЫМ РУДНЫМ ТЕЛОМ (КИТАЙ)



Соколов С.В., Марченко А.Г., Макарова Ю.В. ВСЕГЕИ, 2008

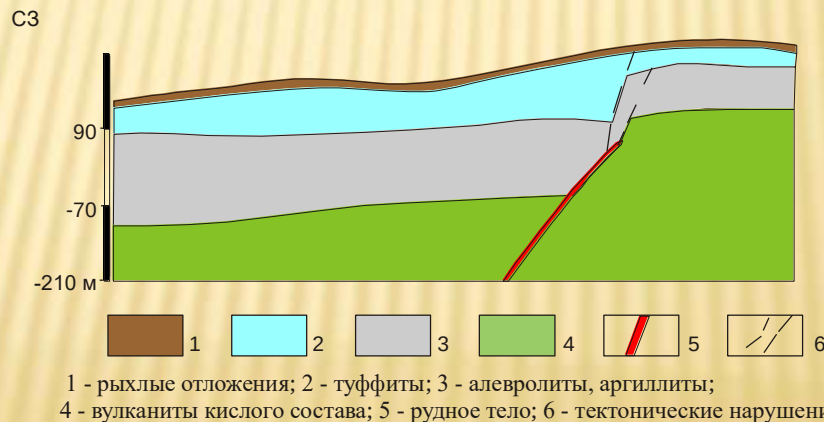
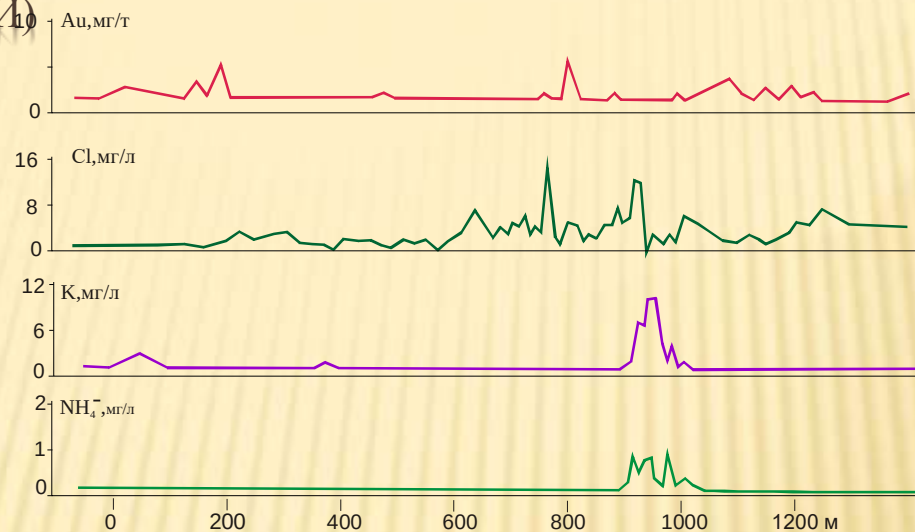
Результаты применения геохимических поисковых работ МАСФ на различных стадиях ГРП в Северо-Карельском регионе (Соколов С.В. и др., 2008)



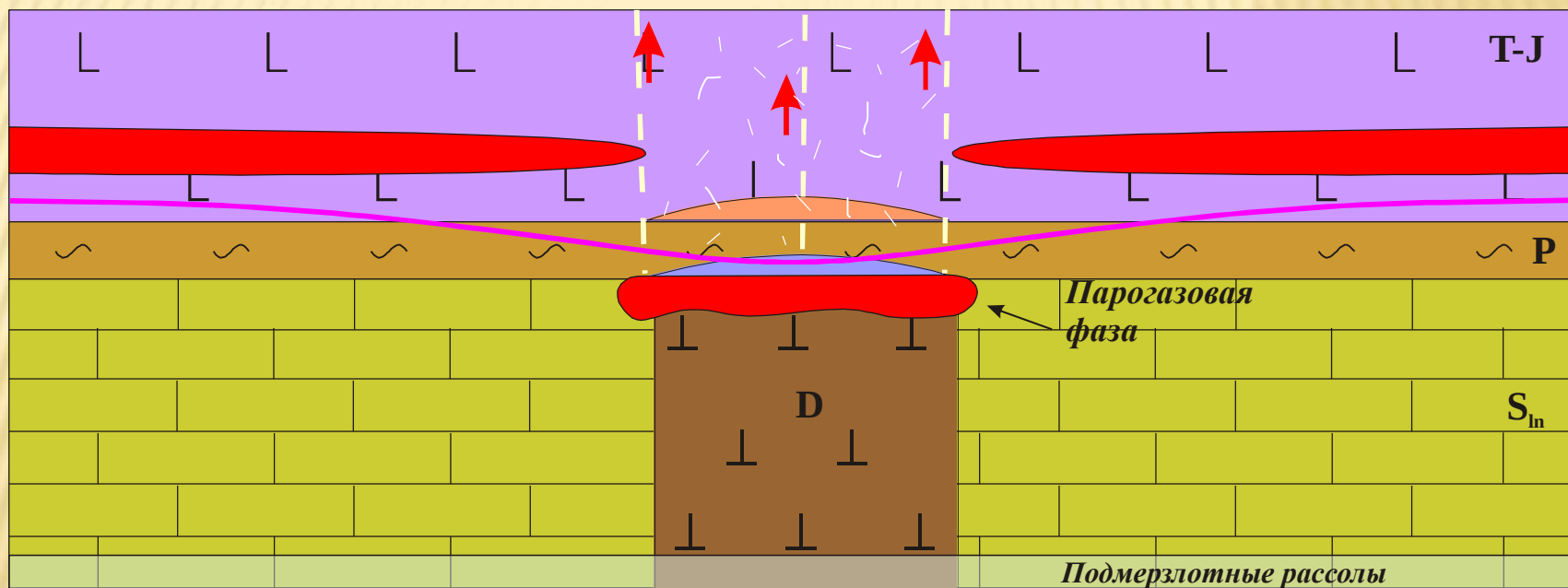
Прогнозно-поисковыми работами масштаба 1:1 000 000 и до поисковых работ масштаба 1:25 000 выявлены геохимические аномалии, рудная природа которых подтверждена бурением (объект ОАО «ГМК «Норильский никель»»),

ГРАФИКИ ИОНО-ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ НАД СЛЕПЫМ РУДНЫМ ТЕЛОМ ЗОЛОТО-СЕРЕБРЯНОГО БЕРЕГОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ВОСТОЧНЫЕ КАРПАТЫ)

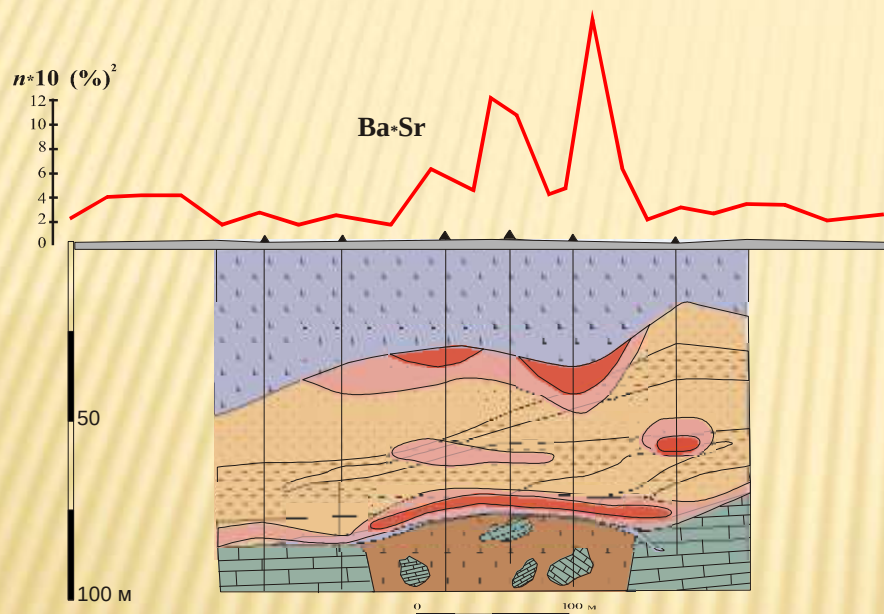
(МИЛЯЕВ С.А., ЦНИГРИ)



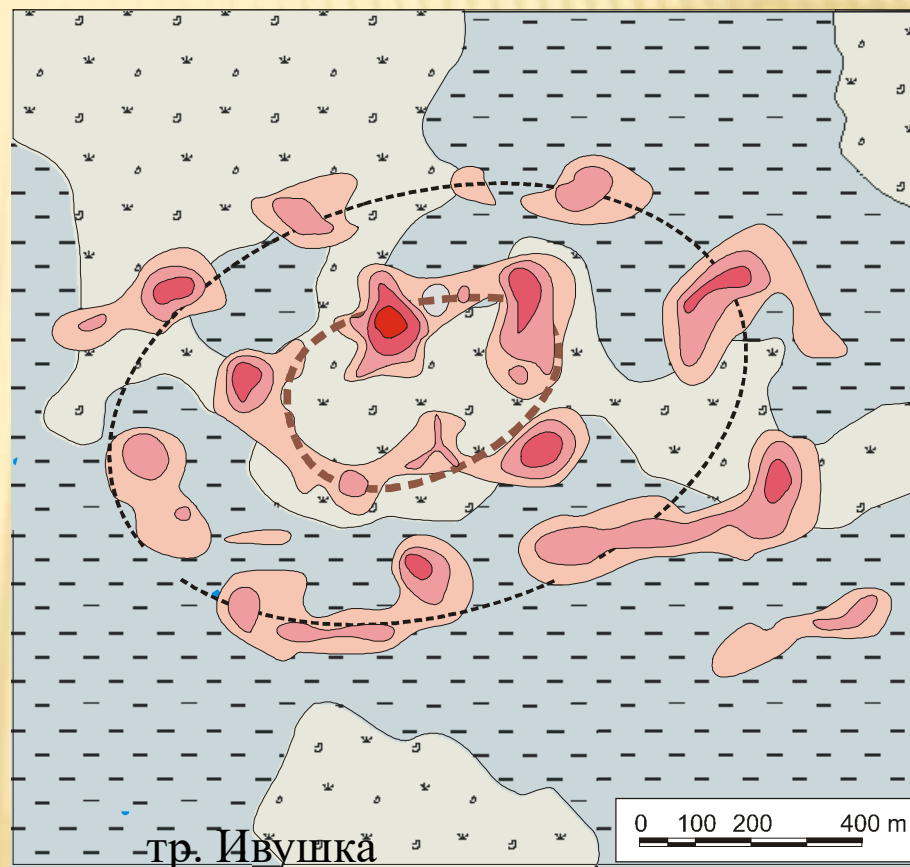
СХЕМАТИЧЕСКИЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ НА УЧАСТКЕ ЗАЛЕГАНИЯ ПОГРЕБЕННОГО КИМБЕРЛИТОВОГО ТЕЛА



РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТНО МЕТОДИЧЕСКИХ РАБОТ НА ПЕРЕКРЫТЫХ КИМБЕРЛИТОВЫХ ТЕЛАХ (ЯКУТИЯ)

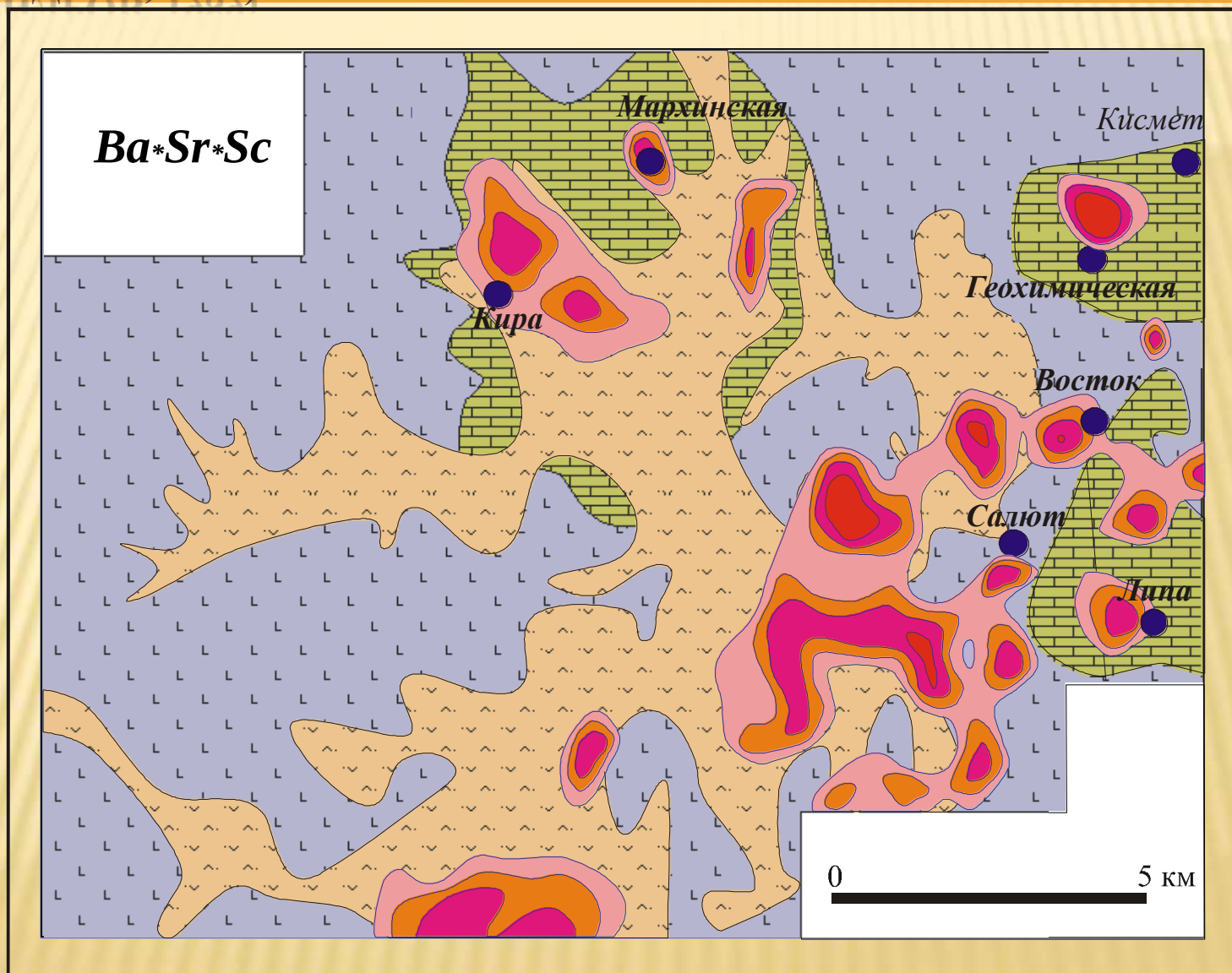


тр. Одинцова

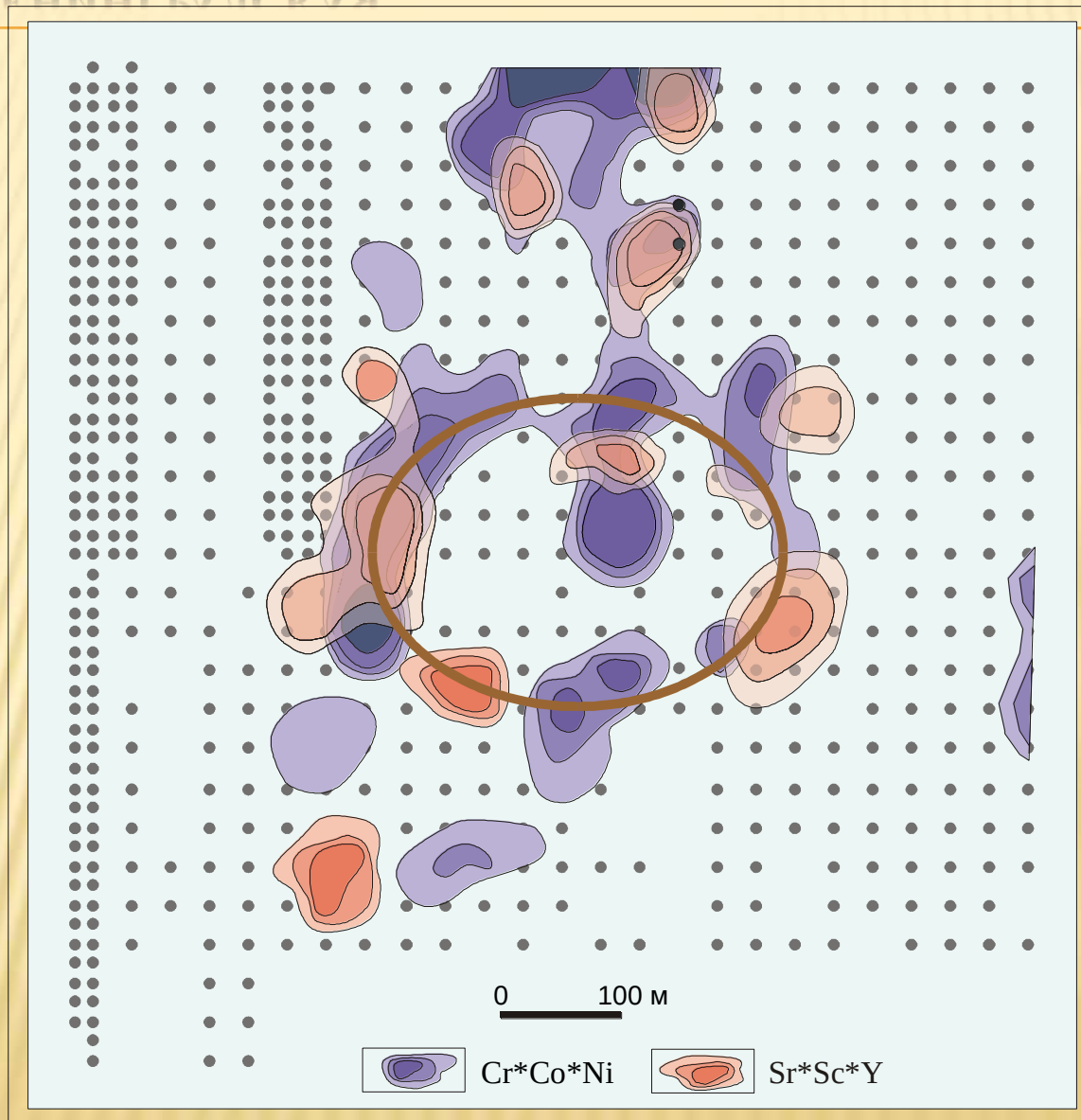


Мощность траппового покрова 70 м

РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОХИМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ ТЕРРИТОРИИ МАРХИНСКОГО КИМБЕРЛИТОВОГО ПОЛЯ (ОМЭ Г. АЛЕКСАНДРОВ, 1989)



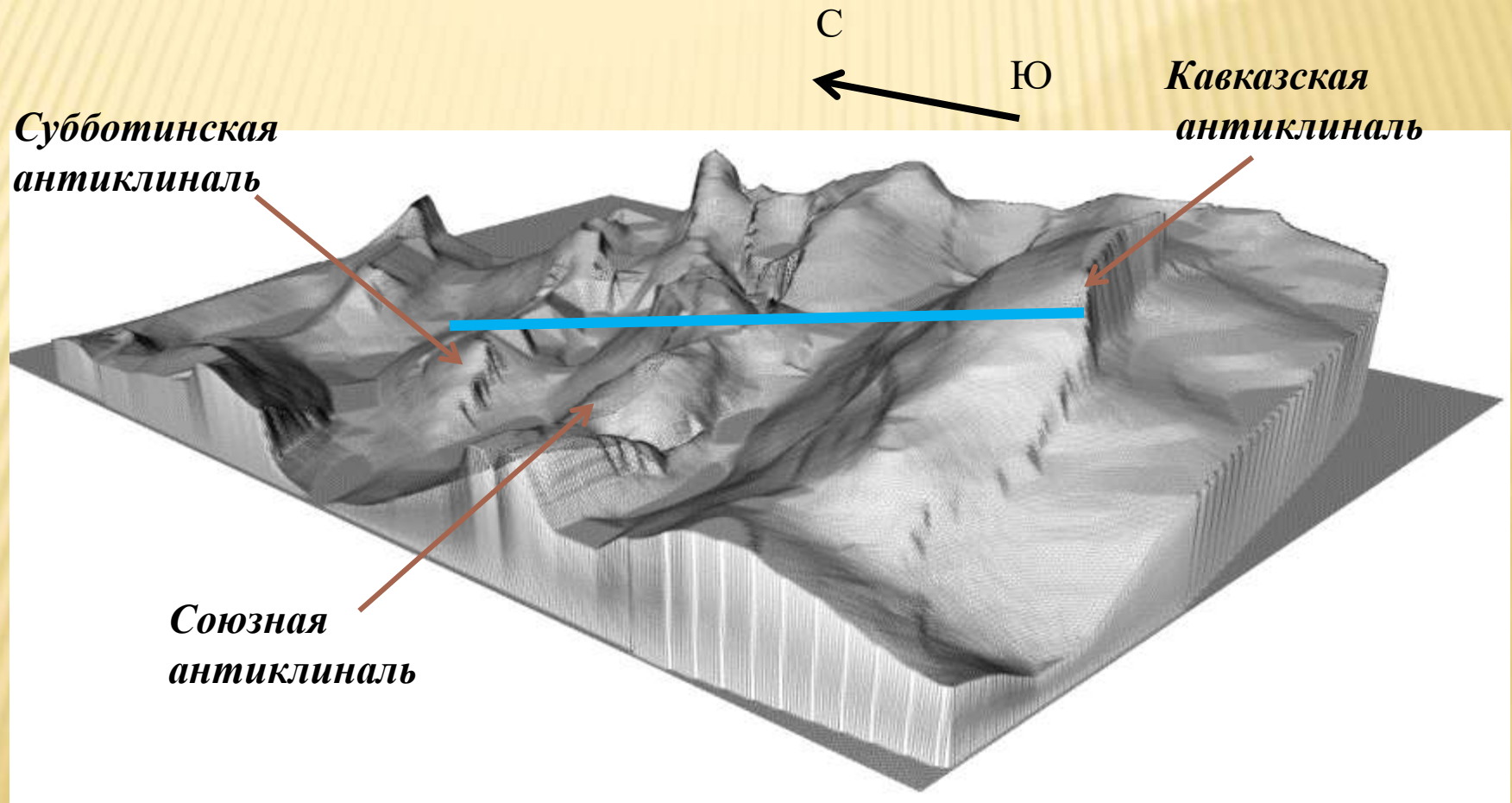
СООТНОШЕНИЕ ОРЕОЛОВ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП ЭЛЕМЕНТОВ ТРУБКА ЛЕНИНГРАДСКАЯ



ОЦЕНКА НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ СТРУКТУР НА В ПРИКЕРЧЕНСКОМ ШЕЛЬФЕ ЧЕРНОГО МОРЯ



ТРЕХМЕРНАЯ ПРОЕКЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ СЕНОМАНСКОГО ГОРИЗОНТА (BRITISHGAS) (СРЕДНЯЯ ГЛУБИНА ЗАЛЕГАНИЯ КРОВЛИ 4600 М)



БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ

основаны на выявлении вторичных ореолов рассеяния элементов-индикаторов руд в живых организмах и их остатках, называемых биогеохимическими ореолами.

БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ

Применение биогеохимических поисков целесообразно в тех случаях, когда они обладают преимуществом перед более простыми литохимическими и гидрогеохимическими поисками. Биогеохимический метод является одним из наиболее эффективных методов в следующих ландшафтно-геохимических и климатических зонах:

- 1) гумидной зоне при замедленной денудации, если широкое развитие получили процессы выщелачивания элементов-индикаторов из элювиально-делювиальных отложений и кор выветривания;
- 2) гумидной и умеренно влажной зонах, если вторичные литохимические ореолы перекрыты дальнеприносимыми отложениями мощностью до 40 м, а в отдельных случаях—до 80 м;
- 3) пустынь или полупустынь аридной зоны, если вторичные литохимические ореолы или непосредственно рудные зоны перекрыты дальнеприносимыми отложениями мощностью до 20—40 м;

БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ

- 4) заболоченных равнин и торфяников при неглубоком (2-10 м) залегании потенциально рудовмещающих коренных пород;
- 5) на участках, покрытых сплошным моховым покровом, где отбор литохимических проб затруднен и связан с большими затратами;
- 6) на участках, покрытых плотным растительным покровом;
- 7) на участках, перекрытых крупноглыбовыми курумовыми осыпями, густо поросшими деревьями и кустарниками;
- 8) на болотах (при условии их промерзания и возможности зимнего отбора проб).

В зависимости от поставленной задачи биогеохимические исследования делятся на региональные (1:200 000—1:100 000); собственно поисковые (1:50 000—1:25 000) и детальные (1:10 000).

БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ

Собственно поисковые работы должны привести к обнаружению биогеохимических ореолов новых месторождений полезных ископаемых и установлению общих закономерностей их размещения. При проектировании глубинного геологического картирования с прогнозированием полезных ископаемых биогеохимические поиски должны предшествовать бурению, а их данные — учитываться для определения мест заложения скважин.

БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ

Собственно поисковые работы должны привести к обнаружению биогеохимических ореолов новых месторождений полезных ископаемых и установлению общих закономерностей их размещения. При проектировании глубинного геологического картирования с прогнозированием полезных ископаемых биогеохимические поиски должны предшествовать бурению, а их данные — учитываться для определения мест заложения скважин.

БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ

Опытно-методические работы целесообразно проводить над известными рудными телами и безрудными участками и включать в их состав ботанические и биогеохимические исследования. При ботанических исследованиях определяют основные виды растений, произрастающих в данном районе, и составляют гербарий. С помощью биогеохимических опытных работ решают следующие задачи:

- 1) определение влияния фенологических фаз развития и возраста на содержание элементов-индикаторов в наиболее распространенных растениях района;
- 2) установление закономерностей распределения элементов-индикаторов по частям растений;
- 3) выявление особенностей связи между металлами в растениях;
- 4) установление у основных растений района физиологических барьеров поглощения элементов-индикаторов;

БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ

Опытно-методические работы целесообразно проводить над известными рудными телами и безрудными участками и включать в их состав ботанические и биогеохимические исследования. При ботанических исследованиях определяют основные виды растений, произрастающих в данном районе, и составляют гербарий. С помощью биогеохимических опытных работ решают следующие задачи:

- 1) определение влияния фенологических фаз развития и возраста на содержание элементов-индикаторов в наиболее распространенных растениях района;
- 2) установление закономерностей распределения элементов-индикаторов по частям растений;
- 3) выявление особенностей связи между металлами в растениях;
- 4) установление у основных растений района физиологических барьеров поглощения элементов-индикаторов;

БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ

- 5) определение растений, наиболее пригодных для опробования;
- 6) выявление комплекса элементов-индикаторов, определение содержаний которых необходимо проводить в пробах;
- 7) установление морфологических и биохимических особенностей биогеохимических ореолов в зависимости от состава и размеров рудных тел и вторичных литохимических ореолов, от мощности рыхлых отложений, ландшафтно-геохимических условий;
- 8) определение в конкретных ландшафтно-геохимических условиях глубинности метода при отборе в пробы основных растений;
- 9) сопоставление результатов биогеохимических поисков с литохимическими;
- 10) установление различий в распределении основных элементов-индикаторов в одних и тех же растениях, произрастающих в различных ландшафтно-геохимических условиях.

БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ

Сеть пробоотбора при проведении биогеохимических исследований, ориентировка профилей и последовательность укрупнения масштаба работ должны соответствовать требованиям, предъявляемым к производству литохимических поисков по вторичным ореолам.

Один вид растений должен опробоваться подряд не менее чем на пяти точках по профилю. При опробовании травянистых растений (соотношение между отдельными частями в которых всегда примерно одинаково) в пробу лучше брать всю надземную часть, кроме прикорневых листьев, загрязненных частичками почвы.

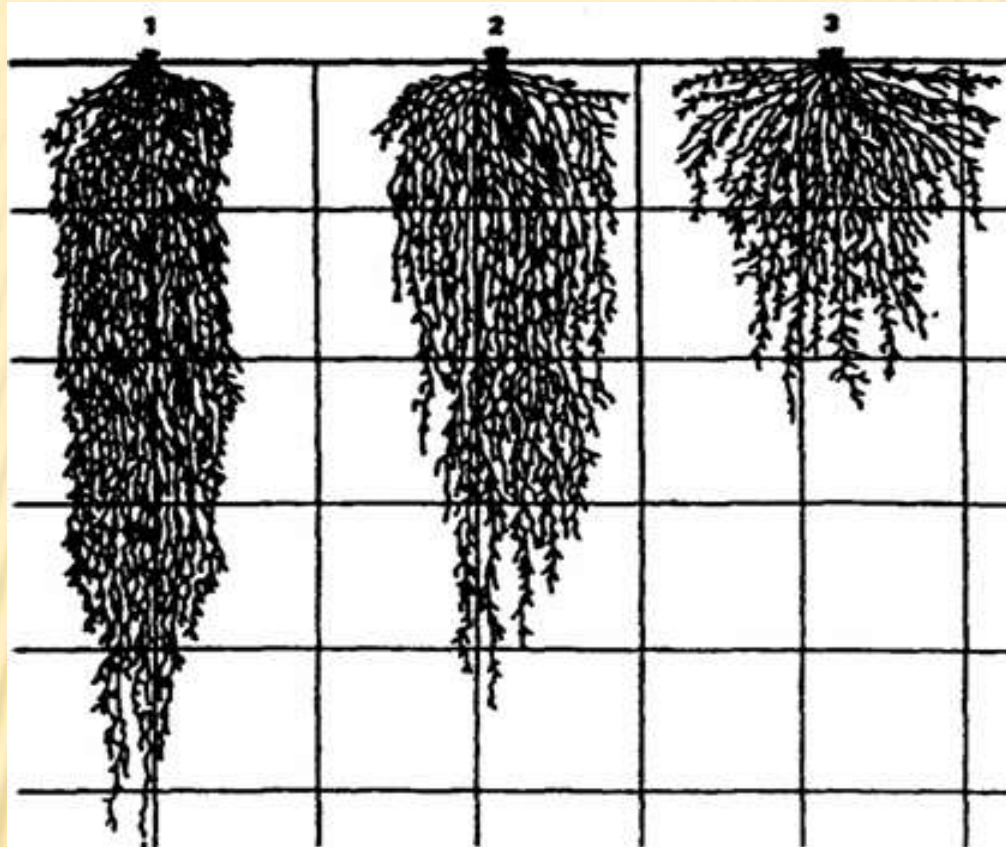
При опробовании многолетних кустарников и деревьев в пробы всегда следует брать только одну и ту же часть растения (с кустарников и лиственных пород деревьев целесообразно отбирать в пробы листья, а с хвойных — прирост последнего года с хвоей).

Большое внимание при проведении биогеохимических поисков следует уделять биологическим барьерам поглощения элементов, а соответственно — **“барьерным”** и **“безбарьерным”** растениям.

При отборе проб необходимо уделять внимание ботаническим признакам, указывающим на возможное нахождение месторождений полезных ископаемых. Такими признаками могут быть:

- 1) физиологические и морфологические изменения растений;
 - 2) появление локальных и универсальных растений-индикаторов;
 - 3) смена растительных ассоциаций, не объяснимая с точки зрения измерения экологических условий;
 - 4) существенные отклонения в форме развития растений (раннее или позднее цветение, ранний или поздний опад листьев и т. п.);
 - 5) признаки угнетения или не объяснимое другими причинами отсутствие растительности.
-

КОРНЕВАЯ СИСТЕМА



1 — при большом количестве осадков; 2 — при среднем; 3 — при малом

Для характеристики геологической роли биогенной миграции микроэлементов предложена величина отношения между содержаниями элемента в золе растения и в почве, на которой оно произрастает. Этот показатель получил название коэффициента биологического поглощения и обозначается

$$A_x: A_x = C_2 / C_1$$

где C_2 — содержание элемента в золе растения, % или г/т; C_1 — содержание этого элемента в

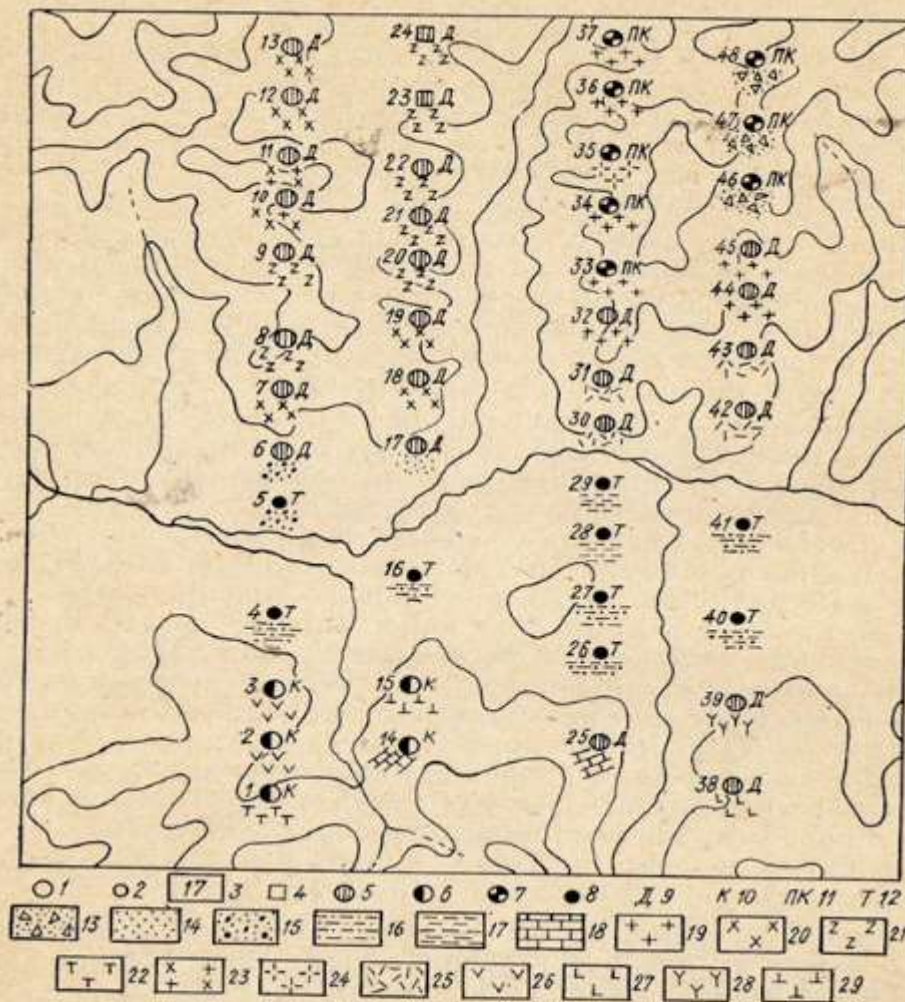


Рис. 38. Макет и типовая легенда полевой биогеохимической карты фактического материала [6, рис. 10].

1—2 — пункты биогеохимического опробования: 1 — в лесных сообществах, 2 — в луговых, степных, болотных и пустынных сообществах; 3 — номер биогеохимической пробы; 4 — пункты распространения аномальных экземпляров растений; 5—8 — опробуемые растения: 5 — лиственница даурская, 6 — березка Миддендорфа, 7 — брусника, 8 — ветвистый; 9—12 — жизненные формы опробуемых растений: 9 — дерево, 10 — кустарник; 11 — полукустарник, 12 — травянистый многолетник; 13—18 — рыхлые образования и осадочные горные породы: 13 — щебень, 14 — песок, 15 — супесь, 16 — суглинок, 17 — глина, 18 — известняк; 19—24 — интрузивные горные породы состава: 19 — кислого, 20 — среднего, 21 — основного, 22 — ультраосновного, 23 — смешанного, 24 — щелочного; 25—29 — эффузивные горные породы состава: 25 — кислого, 26 — среднего, 27 — основного, 28 — смешанного, 29 — щелочного.

РАСТЕНИЯ – ИНДИКАТОРЫ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ



В результате исследований неизменно подтверждалось наличие биогеохимических аномалий в химическом составе растений, произрастающих над месторождениями меди, цинка, серебра, свинца, урана, молибдена, никеля, бора, золота и других полезных ископаемых. Обычно эти биогеохимические съёмки проводились путем опробования одного или нескольких господствующих видов растений, озоления растительного вещества и спектрального анализа полученной золы.

ИНДИКАТОРЫ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ



***Альтернантера сидячая
накапливает в своих
тканях ванадий (V)***

ИНДИКАТОРЫ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ



Бурачок является
индикатором кобальтовых
руд

ИНДИКАТОРЫ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ



астрагалы



донник лекарственный

Концентраторы молибдена - растения из семейства бобовых

ИНДИКАТОРЫ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ



Месторожд
ения
свинца

таволга зверобоелистная



вишня тянь-шаньская



боярышник туркестанский

ИНДИКАТОРЫ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ



Ярутка

цинк и кадмий

ИНДИКАТОРЫ ДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ



ИНДИКАТОРЫ ДРАГОЦЕННЫХ КАМНЕЙ



Сбор березового сока

ИНДИКАТОРЫ ДРАГОЦЕННЫХ КАМНЕЙ



хвощ полевой



красные водоросли

ИНДИКАТОРЫ ТОПЛИВА



Астрагал



можжевельник



иван-чай

ИНДИКАТОРЫ ТОПЛИВА



взморник



петросимония



Нормированные концентарционные кривые, соответствующие основным группам биообъектов.

**Поиски
урановых
месторождений**



КРИТЕРИИ ФОРМИРОВАНИЯ ЭНДОГЕННЫХ УРАНОВЫХ ОБЪЕКТОВ



Объекты	Предпосылки
Рудные районы	•Блоки континентальной коры ранней консолидации и длительного воздымания, претерпевшие разновременную тектоно-магматическую активизацию •Крупные (десятки километров и более), обычно глубинные разуплотнения земной коры •Преобладающее развитие в кристаллическом фундаменте сиалических пород низких ступеней метаморфизма, содержащих уран преимущественно в подвижной форме •Интенсивное проявление полихронной гранитизации при ведущей роли на заключительных этапах лейкократовых калиевых гранитов •Широкое развитие постгранитизационных калий-кремниевых метасоматитов, грейзенов, скарноидов с рудопроявлениями урана, тория и рассеянной радиоактивной минерализацией •Многофазный дифференцированный субщелочной вулканизм и интрузивный магматизм эпохи тектоно-магматической активизации с преобладанием на ранних и заключительных этапах основных пород глубинной (мантийной) природы
Рудные поля и узлы	•Узлы сопряжения долгоживущих глубинных разломов с совмещением продуктов разновременного магматизма •Линейные глубинные зоны разуплотнения и контрастные градиенты геофизических полей •Площади дифференцированного распределения радиоактивных элементов с ореолами дефицита урана при общем нормальном или повышенном радиогеохимическом фоне •Развитие в структурных узлах и зонах щелочноземельно-щелочных (Mg, K, Na) метасоматитов различной формационной принадлежности, телескопированных с продуктами раннего калий-кремниевого метасоматоза •Структурно-стратиграфические несогласия и иные контрастные неоднородности вмещающей среды •Эндогенные проявления флюорита, халькофильных и редких элементов

КРИТЕРИИ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКЗОГЕННЫХ УРАНОВЫХ ОБЪЕКТОВ

Объекты	Предпосылки
Рудные районы	•Континентальные блоки земной коры с широким развитием в областях аэрации сиалических пород кристаллического фундамента •Синороженный тектонический режим в периферических частях платформенных плит (форландах), в эпиплатформенных и эпигеосинклинальных орогенных поясах; тектоно-эвстатические режимы, часто на фоне слабодифференцированных сводовых воздыманий, на щитах, платформах и в областях завершённой складчатости •Различные по величине депрессионные структуры, выполненные преимущественно молодыми (мезозойско-кайнозойскими) слаболитифицированными существенно аркозовыми платформенными (континентально-шельфовыми) и орогенными формациями •Активный инфильтрационный гидродинамический режим в артезианских системах, а также бассейнах грунтовых вод на время рудообразования •Преимущественно засушливые или умеренно влажные климатические условия в эпохи усиления орогенических процессов
Рудные поля и узлы	•Периферические синеклизы и системы грабен-синклиналей платформенных плит, межгорные впадины орогенических поясов, эрозионные палеорусловые структуры щитов, платформ, и областей завершённой складчатости •Горизонты и толщи проницаемых сероцветных (в т.ч. лигнито- и угленосных) песков, песчаников, гравелитов и конгломератов •Зоны пластового и грунтового окисления, выраженные лимонитизацией (реже гидрогематитизацией) первично-сероцветных пород, в т.ч. подвергшиеся последующему вторичному восстановлению (обелению) •Развитие в областях питания подземных вод специализированных на уран породных комплексов, урановорудных объектов и геохимических ореолов иного генезиса с преобладанием легкоподвижных форм урана •Повышенные (до $n \cdot 10^{-5}$ г/л) концентрации урана и растворенного кислорода в инфильтрационных пластовых и грунтовых водах •Проявление в водоносных горизонтах и толщах до- и синрудных процессов восстановительного эпигенеза, усиливающих рудоосаждающие свойства осадочных пород и контрастность восстановительного барьера

ПЕШЕХОДНЫЕ ГАММА-ПОИСКИ

Пешеходные гамма-поиски ведутся в районах со сравнительно хорошей обнаженностью, расчлененным рельефом и развитой современной гидросетью. При развитии на поверхности вторичных механических ореолов и потоков рассеяния радиоактивных элементов, метод может использоваться в слабо обнаженных районах.

ДОСТОИНСТВА МЕТОДА

- 1) возможность применения в районах, недоступных для других радиометрических методов (высокогорные районы с резко расчлененным рельефом, большим количеством болот и т. д.);
- 2) возможность непрерывного прослушивания активности пород по маршруту и оперативная оценки выявленных аномалий;
- 3) обеспеченность достаточно чувствительной и простой в обращении аппаратурой.

НЕДОСТАТОК:

Сравнительно малую глубинность.

Определяется проникающей способностью излучения в породах и концентрацией в них радиоактивных изотопов и практически не превышает 0,5 м и 2 м. дл рыхлых отложений, перекрывающих коренные породы.

АППАРАТУРА



Для пешеходных поисков
применяются
портативные
переносные приборы
СРП-2 и СРП-68-01 и
СРП-97.

Полевые сцинтилляционные радиометры

СРП регистрируют (при соответствующей настройке) гамма-излучение с энергией гамма-квантов 35 ± 15 кэВ (СРП-2 и СРП-68) и 25 ± 5 (СРП-97), а также жесткое бэта-излучение.

МЕТОДИКА ПЕШЕХОДНЫХ ГАММА-ПОИСКОВ

Поисковые маршруты прокладываются вкрест простирания пород с учетом геологических признаков, благоприятных для локализации уранового оруденения. По ходу маршрута непрерывно прослушиваются радиоактивности горных пород, исследуются естественные и искусственные обнажения горных пород. Особое внимание уделяется зонам тектонических нарушений, дробления, окварцевания, гематитизации, лимонитизации, контактов пород.

При увеличении радиоактивности пород производится изучение выявленных аномалий, отбираются образцы из коренных пород и литогеохимические пробы из рыхлых отложений, а при наличии вблизи аномалий водного источника отбираются пробы воды.

Сплошное «прослушивание»

**интенсивности излучения по маршруту
проводится при площадных и
маршрутных геологических
(гидрогеологических) съемках и поисках
масштаба 1:200 000 и крупнее.**

При встрече точки, характеризующейся повышенной активностью относительно нормального фона, проводится более детальное обследование прилегающего участка. В максимумах производится расчистка рыхлого почвенного слоя с последующими измерениями гамма-излучения в закопушках. Отмечается, что закономерное увеличение активности с глубиной может свидетельствовать о перспективности аномалии.

Результаты измерений активности и схема детализации заносятся наблюдателем в полевой журнал.

В журнале отражаются аномальные показания прибора, подробная геолого-радиометрическая характеристика пород на участках аномалий, схемы и зарисовки пород, а также тип и степень гидротермальных изменений, наличие и состав жильных пород, тип урановой или сопутствующей минерализации, тектонику.

Также фиксируются показания прибора на участках развития благоприятных для уранового оруденения образований.

**Результаты гамма-поисков подвергаются
статистической обработке и
представляются в виде
радиометрической карты, детальные
(масштаба 1:25000 и крупнее) гамма-
поиски отображаются в виде карты
изогам или карты графиков.**

АВТОМОБИЛЬНЫЕ ГАММА-ПОИСКИ

Благоприятными районами для проведения автомобильной гамма-съемки являются равнинные или холмистые слабо залесенные районы с большим количеством обнажений коренных пород и открытых ореолов рассеяния.

АППАРАТУРА

Проводятся приборами РА-69. Интенсивность гамма-излучения измеряется в движении с непрерывной автоматической записью на диаграммной ленте. Радиометр устанавливается на автомашинах ГАЗ, УАЗ или иного типа.

Диапазон измерений интенсивности гамма-излучения 0-40 мкр/час разделен на два поддиапазона (шкалы записи) 0-20 мкр/час (1200 имп/сек), 0-40 мкр/час (2400 имп/сек).

Чувствительность радиометра не менее 65 имп/сек на 1 мкр/час. Постоянная времени интегрирующего контура имеет три фиксированных значения: $2,5 \pm 0,2$ сек; $5,0 \pm 0,4$ сек; 0,25 сек.

Порог чувствительности прибора не более 0,6 мкр/час.

Привод механический от автомашины. При калибровке и проверке аппаратуры протяжка диаграммной ленты производится от электромотора. Питание прибора осуществляется от аккумуляторов напряжением $12 \text{ В} \pm 10\%$

МЕТОДИКА АВТОГАММА-ПОИСКОВ

Автомобильные гамма-поиски выполняются, в зависимости от поставленных задач и степени проходимости площади, в виде маршрутных и площадных.

Маршрутные поиски носят характер рекогносцировочных исследований или дополняют пешеходные поиски. Эти работы производятся по существующей сети дорог или в условиях бездорожья, по отдельным доступным маршрутам.

Площадные автогамма-поиски
предшествуют геологической съемке
и выполняются обычно на масштаб
крупнее основных работ. В
перспективных районах поиски
производятся в масштабе 1:10 000.

При подъезде к участку и возвращении с работы прибор остается включенным с регистрацией на ленте по всему пути. Калибровка прибора повторяется через каждые 2 часа работы радиометра. Скорость движения автомашины в процессе съемки 15—20 км/час, постоянная времени прибора 2,5 сек. Оператор наблюдает за записью радиометра, геологической и геологоморфологической ситуацией, отмечает ее на ленте. Положение электрического нуля проверяется не реже чем через каждый час работы. Привязка маршрута проводится на контактной печати не реже чем через 1 км.

Обнаруженные аномальные повышения проверяются и детализируются. Производится повторный заезд на минимальной скорости и, если активность подтверждается, выполняется серия коротких параллельных заездов с выходом в нормальное поле. Точки с максимальной активностью закрепляются на местности и отмечаются на карте.

Полевая обработка материалов включает:

- обработку лент записи, оцифровкой и записи интенсивности гамма-излучения. Шаг оцифровки зависит от характера гамма-поля и выбирается с таким расчетом, чтобы получить его полную характеристику;**
- ведение журналов градуировки и контроля устойчивости чувствительности. Определение величины воспроизводимости показаний прибора;**
- ведение каталога аномалий.**

Результаты автомобильных поисков
отображаются в виде планов графиков
(поисков по сети), цветных отрезков вдоль
линий маршрутов (маршрутные поиски),
карт изолиний активности (поиски
масштаба 1 : 10 000 и крупнее). Изолинии
проводятся через 2—5 мкр/час. Сечение
изолиний зависит от характера гамма-
поля.

4. МЕТОДИКА ОЦЕНКИ АНОМАЛИЙ

- ✗ Радиоактивной аномалией считается такая концентрация элементов (уран, радий, радон и др.) в породах, водах, почвенном воздухе, которая превышает нормальное ее значение (нормальное гамма-поле) на утроенную величину среднеквадратичного отклонения (флюктуации). Под нормальным гамма-полем понимается гамма-поле с кларковой концентрацией радиоактивных элементов.
- ✗ В настоящее время радиоактивные аномалии можно разделить **на два принципиально** различных класса.
- ✗ Аномалии, обусловленные первичными и вторичными ореолами рассеяния и аномалии, обусловленные вторичными аккумуляциями урана.
- ✗ Первичные ореолы рассеяния урановых месторождений являются прямыми поисковыми признаками.
- ✗ Вторичные ореолы, пользующиеся широким распространением, как на выходящих на дневную поверхность, так и над скрытыми (слепыми) урановыми месторождениями, имеют наибольшее поисковое значение.
- ✗ Среди вторичных аккумуляций могут иметь место:
 - ✗ — аномалии, пространственно и генетически связанные с оруденением промышленного или непромышленного характера;
 - ✗ — аномалии, пространственно и генетически связанные с горными породами, несущими повышенные содержания свободного урана;
 - ✗ — промежуточный тип, когда аномалии образуются в результате разрушения и переноса рудного вещества месторождений (рудопроявлений) и пород с повышенным кларком урана.

- ✗ Аномалии, образованные за счет вторичных аккумуляций промышленных месторождений, как правило, не дают. Однако наличие вторичных радиоактивных ореолов рассеяния является одним из основных критериев при проведении поисковых работ на уран. Вместе с тем выделение вторичных ореолов рассеяния из ряда вторичных аккумуляций, в большинстве случаев, является весьма сложным и требует применения значительного комплекса поисково-оценочных работ.

- ✗ Среди признаков, прямо указывающих на эндогенную природу радиоактивной аномалии, можно назвать следующие:
- ✗ 1. Существование гипергенной минерализации, характерной только для зоны окисления урановых эндогенных руд (сульфаты, арсенаты, ванадаты и т. п.) или обнаружение эндогенной урановой минерализации.
- ✗ 2. Наличие аномальных содержаний радиогенного свинца во вторичных ореолах рассеяния. При этом надо иметь в виду, что на участках проявления свинцовой минерализации может происходить разбавление радиогенной добавки, приводящее к нежелательному изменению изотопного состава свинца до уровня, не отличающегося, в пределах погрешности единичного измерения, от среднего уровня, характерного для пород района.
- ✗ 3. Для вторичных ореолов, развивающихся по эндогенному урановому оруденению, соотношение $U^{234} : U^{238}$ обычно $\leq 1,00$; $I_0 : U^{238} \geq 1,00$; $Ra : U^{238} > 1,00^*$.
- ✗ 4. Аномальные концентрации радиационных дефектов в кристаллической решетке породообразующих минералов (в кварце).
- ✗ * Все величин — в равновесных содержаниях U^{238} .

- ✘ 5. Во вторичных ореолах рассеяния эндогенного уранового оруденения содержатся элементы, сопутствующие урану в рудном процессе. Весьма характерной является ассоциация урана с молибденом и свинцом. Однако такой парагенезис служит необходимым, но недостаточным условием «рудности» аномалии. Присутствие таких элементов, как мышьяк, серебро, иттрий, иттербий, ртуть, таллий и др. может существенно прояснить вопрос о генезисе аномалии.
- ✘ 6. В скрытых и погребенных аномалиях с увеличением глубины вторичного ореола ширина его уменьшается в 5—10 раз при значительном увеличении содержания урана в суженной части.
- ✘ 7. Руды окисленных выходов гидротермальных месторождений, как правило, характеризуются хорошо сохранившимися текстурами первичных руд: прожилковыми, микропрожилковыми, вкрапленными и микровкрапленными.
- ✘ 8. Гидротермальное покраснение (гематитизация) вмещающих оруденение пород.

К числу признаков, способствующих положительной оценке общих перспектив аномалии, можно отнести:

- ✗ 1. Сходность геологической обстановки на аномалии с позицией известных типов урановых месторождений. В этом смысле тесная пространственная связь аномалии с разрывными структурами; гидротермально-измененным комплексом пород (березнтизация, аргиллизация низко- и высокотемпературная альбитизация и низкотемпературная калишпатизация); дайковыми поясами; жильными полями; эффузивами кислого состава и т. д. может рассматриваться как положительное явление. Однако следует учитывать, что в этих условиях может существовать и оруденение, связанное с процессами перераспределения (иногда многоэтапного) как первично эндогенного рудного вещества, в пределах локализующей разрывной структуры, или в рамках рудного поля, так и за счет горных пород, обогащенных «свободным» ураном.

- ✖ 2. Аномальные концентрации урана, радона и гелия в грунтовых водах, особенно на участках интенсивного водообмена (здесь необходимо отметить, что для подземных вод многих урановых рудопроявлений имеется устойчивая связь урана с молибденом).
- ✖ 3. Значительная глубина распространения гипергенного уранового оруденения на аномалии, измеряющаяся несколькими метрами или десятками метров, при наличии благоприятной геологической и ландшафтно-геохимической обстановки.

✘ **Установление факта эндогенного** характера уранового оруденения в пределах изученной аномалии, еще не является свидетельством перспективности аномалии. Хорошо известно, что очень многие природные эндогенные процессы формируют руды непромышленных масштабов, как с высокими, так и низкими содержаниями урана. Известны, в частности, мелкие рудопроявления в субвулканических, экструзивных и эффузивных горных породах кислого состава, обусловленные деятельностью поствулканических растворов. В гранитах ликвационными и метасоматическими процессами часто формируются ураносодержащие шлиры. **Пегматиты** сопровождаются практически мало интересными концентрациями урано-ториевой минерализации.

- ✘ Широко распространены и просто мелкие гидротермальные рудопроявления урана, Оценка радиоактивных аномалий, выявленных массовыми поисками является завершающим этапом поисковых работ. Она ставит своей задачей установление геологической природы, вещественного состава и перспектив оруденения и выполняется в две стадии: **первоначальной и детальной.**
- ✘ Комплекс геологических исследований при оценочных работах не может быть стандартным и должен творчески подбираться в каждом конкретном случае в зависимости от геолого-структурной позиции, метода выявления, параметров аномалии и других факторов.
- ✘ Практический опыт показывает, что наиболее общим и определяющим фактором в выборе объектов работ по оценке аномалий являются природные условия ведения поисков и метод их выявления.
- ✘ В связи с этим выделяются аномалии, выявленные **аэрогазными, глубинными (колонковое и шнековое бурение, горные выработки, дудки БКМ) и радиогидрогеологическими методами.**

4.1. АНОМАЛИИ, ВЫЯВЛЕННЫЕ НАЗЕМНЫМИ И АЭРОПОИСКОВЫМИ МЕТОДАМИ

- ✘ Первоначальная (предварительная) оценка аномалий проводится, как правило, сразу после ее открытия, в том же сезоне, за счет средств, предусмотренных на основные виды работ.
- ✘ Основной задачей этой стадии является оценка перспективности аномалии с рекомендациями для дальнейшего изучения.
- ✘ В эту стадию решаются такие вопросы, как определение природы радиоактивности, площадные параметры в изолинии фон плюс три стандартных отклонения, связь радиоактивных элементов с рудными концентрациями, геологическая позиция и характеристика рудной урановой и сопутствующей минерализации.
- ✘ Решение этих задач выполняется проведением геологосъемочных исследований с элементами специализации и поисково-оценочных работ.
- ✘ Геолого-съемочные исследования, в зависимости от параметров выявленной аномалии, проводятся в масштабе $1:2000$ — $1:10000$ и ставят своей задачей получение схематической геологической карты соответствующего масштаба с элементами специализации. При этом, геологическую съемку рекомендуется проводить с учетом данных методов структурной геофизики (съемки: магнитная, сейсмическая и др.), проведенных ранее.

- ✗ В результате проведенных геологических исследований, с элементами специализации, должны быть установлены:
- ✗ связь аномалий с разрывными структурами; дайками или их поясами;
- ✗ гидротермально-измененными породами;
- ✗ плутоническими, субвулканическими и вулканическими образованиями;
- ✗ тип, морфология, степень и состав гидротермальных изменений;
- ✗ мощность дайковых образований и последовательность их формирования; роль литологических разновидностей горных пород в локализации оруденения.

ОЦЕНОЧНЫЕ РАБОТЫ РЕКОМЕНДУЕТСЯ НАЧИНАТЬ:

- ✗ с установления площади распространения аномалии, что достигается проведением детализационных и геолого-радиометрических (автомобильных или пешеходных) маршрутов и дает возможность определить необходимые объемы геолого-геофизических съемок, их оптимальные масштабы и выбрать направление топосети. Затем, в контурах **не менее чем в полтора раза превышающих размеры аномалии, разбивается топосеть**. Магистраль располагают по простиранию аномалии. Далее проводится радиометрическая съемка в масштабе 1 : 10000— 1 : 2000, преследующая цель определения формы, размеров, интенсивности радиоактивных ореолов и их природы.

- ✗ Параллельно с радиометрической съемкой в том же масштабе проводится литохимическая съемка на элементы спутники (свинец, молибден, мышьяк, медь и др.) и отбор проб на изотопы свинца и радиационные дефекты.
- ✗ Помимо этого, рекомендуется применение **гамма-спектрометрии по двум-трем профилям**, что позволит уже в самом начале обособить аномалии неурановой природы (ториевые, калиевые).

- ✗ В случае перекрытия флангов аномалии плащем четвертичных отложений мощностью, неблагоприятной для поверхностных видов поисков для оконтуривания аномалии необходимо применять глубинные методы поисков в масштабе, не крупнее 1 : 10000.
- ✗ Для установления биоклиматической зоны района аномалии и совокупности элементарных ландшафтов, непосредственно с которыми она связана, могут быть рекомендованы ландшафтно-геохимические рекогносцировочные работы в масштабе 1 : 50000—1 : 10000, которые позволят выбрать эффективный поисковый метод для изучения флангов аномалии и всего района в рамках перспективных геологических структур.

✗ Горно-вскрышными работами (канавы, шурфы) производится вскрытие аномалии. Горные выработки проходятся, как в пределах максимальных значений радиоактивности с поверхности, так и на участках с менее интенсивными ореолами рассеяния урана. Это исключает ошибки в толковании характера объемной морфологии ореолов, которые могут возникнуть ввиду того, что в зоне гипергенеза происходит значительное перераспределение урана с образованием в благоприятных условиях резко обогащенных локальных участков. Часть объемов горных выработок используется для геологических целей (вскрытие контактов горных пород, узлов сочленения нарушений и т. д.).

- ✗ Из аномальных интервалов канав, для более достоверного определения поведения гамма-активности и минеральных изменений с глубиной, рекомендуется проходить углубки.
- ✗ Для первоначальной оценки большинства аномалий в полупустынных районах бывает достаточно проходки двух-трех канав. Но при выявлении протяженных радиометрических ореолов, увязывающихся с тектоническими структурами, может потребоваться до нескольких десятков канав. В этом случае важно не допускать излишних объемов горных выработок. По простиранию выдержанных структур канавы на расстоянии менее 80 м допускаются как исключение, для решения каких-либо частных задач. Документация горных выработок позволяет собрать материал по геологическим условиям локализации радиоактивных аномалий, для суждения о их генезисе.

ПО ДАННЫМ ПЕРВОНАЧАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ

- ✗ представляется следующая геолого-геофизическая документация на аномалии, по которым предусматривается детальная оценка.
- ✗ 1. Схематическая геологическая карта масштаба 1 : 2000— 1 : 10000 с разрезами.
- ✗ 2. Карта гамма-активности в масштабе схематической геологической карты.
- ✗ 3. Карта ореолов элементов спутников.
- ✗ 4. Геолого-геофизическая документация горных выработок с рудной минерализацией.

ДЕТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА АНОМАЛИЙ



Рис. 4.59.

Hg



Рис. 4.60.

Ti



Рис. 4.61.

ОСНОВНОЙ ЗАДАЧЕЙ ДЕТАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ АНОМАЛИЙ ЯВЛЯЕТСЯ:

- ✗ установление целесообразности постановки на ней разведочных работ. С этой целью на аномалиях проводится комплекс геолого-геофизических исследований и поисково-оценочных работ, позволяющих определить:
- ✗ — геологическую позицию аномального поля и геологическое строение рудного участка;
- ✗ — пространственную и генетическую связь аномалии с коренным источником радиоактивных элементов;
- ✗ — генетический тип, минеральный и элементарный состав руд;
- ✗ — размеры и морфологические особенности рудных тел и ориентировочные масштабы оруденения.

- ✗ Геолого-геофизические исследования заключаются в проведении схематической специализированной геологической съемки масштаба 1:2000—1:10000. Весьма важно, чтобы этой съемке предшествовал сбор и детальный анализ всех материалов по методам структурной геофизики. В том случае, если эти материалы отсутствуют, или если они являются недостоверными, то предусматривается проведение общегеофизических методов, которые обязательно предшествуют геологической съемке.
- ✗ Тип выработок (канавы, шурфы, малоуглубинное бурение) выбирается в соответствии с мощностью и составом рыхлых отложений. С этой целью в процессе работ в масштабе составляемой геологической карты уточняется карта условий ведения работ, на которую выносятся тип и мощность рыхлых отложений.

- ✗ Для заверки информации, полученной в процессе геологической и геофизической съемки и правильного ее истолкования, проходятся горные выработки и буровые скважины. На этом этапе оценки чрезвычайно важно целенаправленно ориентировать оценочное бурение.
- ✗ Скважины следует закладывать с учетом анализа данных методов структурной геофизики с таким расчетом, чтобы, по возможности, не нарушая общепринятой поисково-оценочной сети, они в то же время вскрывали бы наиболее характерные структуры, или их узлы.
- ✗ При разбуривании аномалии, связанной с зоной гидротермально-измененных пород необходимо, чтобы последняя была разбурена на всю ее мощность. Глубина скважин предусматривается такой, при которой будет уверенно вскрываться зона первичных руд на глубину до 25–50 м. Такая глубина дает возможность получить представление о вещественном составе, мощности и возможности морфологии первичного уранового оруденения.
- ✗ Сеть скважин зависит от геологического строения участка аномалии, ожидаемого типа уранового оруденения и выбирается в каждом конкретном случае отдельно совместно с представителями территориальной экспедиции.

- ✘ На стадии детальной оценки рекомендуется проведение детальной (масштаб 1:10000) пешеходной гамма-спектрометрической съемки, что позволит выделить аномалии по урану, торию и метасоматические зоны с привносом или выносом калия.
- ✘ При проходке горных и буровых выработок отбираются пробы на рентгено-спектральный(и др виды) анализ и образцы для минералого-петрографических исследований руд и вмещающих метасоматических пород.

В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ И ДЕТАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ПРЕДСТАВЛЯЕТСЯ СЛЕДУЮЩАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ:

- ✗ 1. Схематическая геолого-структурная карта масштаба 1 : 10000—1 : 25000 с необходимым количеством разрезов.
- ✗ 2. Карта условий ведения поисков, в масштабе геологической карты, с элементами ландшафтно-геохимических признаков.
- ✗ 3. Карта радиоактивности (гамма-поля).
- ✗ 4. Карта ореолов элементов-спутников урана.
- ✗ 5. Карта результатов геофизических работ.
- ✗ 6. Схема распространения гидротермально-измененных пород.
- ✗ 7. Геолого-радиометрическая документация рудных канав и скважин.
- ✗ 8. План опробования с зарисовками характерных рудных пересечений.

4.2. АНОМАЛИИ, ВЫЯВЛЕННЫЕ ГЛУБИННЫМИ МЕТОДАМИ ПОИСКОВ

✗ По сравнению с поверхностными радиометрическими аномалиями оценка глубинных аномалий отличается трудностью установления конкретной геологической ситуации, в которой они локализуются, и сложностью технических средств, необходимых для их детализации. Как следствие этого, для оценки таких аномалий требуются существенные материальные затраты. Поэтому большинство их, при низких активностях (менее 100 мкр/час), обычно берется на учет и не оценивается до выявления других благоприятных предпосылок. Только комплекс благоприятных геолого-структурных, литологических, ландшафтно-геохимических и др. признаков позволяет ставить оценочные работы на аномалиях, где по данным радиометрических измерений не устанавливается балансового или близкого к нему оруденения.

- ✗ Комплекс благоприятных предпосылок (наличие в районе аномалий, месторождений или рудопроявлений в аналогичной геологической позиции, тектонических зон с характерными для промышленных месторождений урана гидротермальными изменениями и элементами-спутниками и др.) для различных регионов неодинаков и выбирается исходя из опыта работ и геологоструктурной позиции известных промышленных месторождений в каждой провинции отдельно.

- ✗ Чтобы аномалии этого типа оценивались с минимальными затратами и геологически более направленно, целесообразно для каждого региона (провинции) совместно с представителями территориальной экспедиции разработать классификацию глубинных радиометрических аномалий. В качестве примера можно привести классификацию глубинных радиоактивных аномалий, разработанную для одного района под руководством А. Еремеева. **По приуроченности аномалий к структурному горизонту они подразделены на три класса:**
- ✗ первый класс — аномалии в домезозойских породах складчатого основания;
- ✗ второй — аномалии в древней (мезозойской) коре выветривания
- ✗ третий — аномалии в отложениях осадочного чехла.
- ✗ Отнесение аномалии к тому или иному классу обычно производится сравнительно легко.

- ✗ В зависимости от геологической природы, аномалии первых двух классов подразделяются на три группы:
- ✗ А — связанные с рудной минерализацией или с ее вторичным ореолом рассеяния;
- ✗ Б — обусловленные вторичной аккумуляцией;
- ✗ В — вызванные породами с повышенными содержаниями радиоактивных элементов.
- ✗ Последние аномалии распознаются сравнительно просто, а отнесение аномалий к первой или второй группе обычно требует проведения специальных детализационных работ.
- ✗ В третьем классе выделяется также три группы аномалий, причем первая группа (А) характеризует промышленные типы экзогенных месторождений в песчаных водопроницаемых горизонтах с наличием эпигенетически измененных зон; вторая (Б) — связана с непромышленными концентрациями металла в глинистых фациях и на засоленных участках. Последняя группа (В) обусловлена потоками рассеяния.
- ✗ Среди аномалий, выявленных глубинными методами, *выделяют погребенные, скрытые (слепые) и гидрохимические.*

4.2.1. ПОГРЕБЕННЫЕ АНОМАЛИИ

✖ Погребенными радиоактивными аномалиями принято считать такие аномалии, которые выходят на древнюю денудационную поверхность и перекрыты более молодыми отложениями. Они связаны с литифицированными породами, или с их корами выветривания, перекрытыми аллохтонными осадками мощностью превышающей 10—20, а в отдельных случаях 100 м. Выявляются эти аномалии бурением скважин различного назначения и при разведке промышленных месторождений подземными горными выработками.

✘ Оценка аномалий на площадях, закрытых мощным покровом рыхлых отложений, в методическом, техническом и организационном отношениях является более сложным процессом, чем их выявление. Немаловажное значение здесь имеет и экономический расчет. Поэтому оценке подвергаются прежде всего аномалии в определившихся рудных районах на продолжении перспективных структур. Аномалии, выявленные за пределами таких определившихся рудных районов оцениваются в случае, если скважиной вскрыто рудное пересечение и в благоприятной геолого-структурной позиции.

ПЕРВОНАЧАЛЬНАЯ (ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ) ОЦЕНКА

- ✗ радиоактивной аномалии состоит в выделении перспективных проявлений урана для дальнейшей оценки с целью определения масштабности оруденения.
- ✗ В состав работ по первоначальной оценке входит:
- ✗ — определение положения аномалии в геологическом разрезе;
- ✗ — изучение вещественного состава и элементов спутников в аномальном интервале;
- ✗ — определение генетического типа аномалии.

- ✘ Оценка погребенной аномалии начинается с ее подтверждения путем проведения детализационного гамма-каротажа в масштабе 1 : 50 с последующей интерпертацией результатов.
- ✘ Перед началом гамма-каротажа каротажная станция должна быть настроена и проэталонирована.

- ✗ При интерпретации данных гамма-каротажа следует обращать внимание на интенсивность аномалии и характер записи кривой.
- ✗ Так, в отложениях складчатого основания наиболее интенсивные аномалии очевидно будут и наиболее перспективными, хотя не исключены и такие случаи, когда незначительные по интенсивности аномалии указывают на наличие месторождений. В отложениях мезозоя и кайнозоя, где часто отмечается значительный сдвиг радиоактивного равновесия, малоинтенсивные аномалии могут характеризовать балансовое содержание металла. Характер записи гамма-каротажной кривой может быть различен.
- ✗ Опыт показывает, что наибольший интерес представляют **узкие локальные аномалии, представленные на графиках острыми высокими пиками.**

✗ Положение аномалии в геологическом разрезе устанавливается в результате документации керна скважин и сопоставления данных этой документации с данными геологического строения соседнего района. При этом, если по аномальному интервалу буровой скважины керн отсутствует, или Выход его крайне низкий, проходится дублирующая скважина с максимальным выходом керна по аномальному интервалу.

- ✗ Положение аномального интервала в геологическом разрезе имеет огромное значение для дальнейшей оценки. Так аномалии, выявленные на глубине в породах складчатого основания, часто бывают вызваны рудной минерализацией. Аномалии, приуроченные к новообразованным минералам (лимонит, халцедон, ярозит, псиломелан и др.) обусловлены большей частью гипергенными процессами, и как правило, отбраковываются.
- ✗ Аномалии в коре выветривания могут быть связаны с вторичными ореолами рассеяния или являются следствием экзогенных процессов аккумуляции. Интерпретировать эти аномалии значительно сложнее. Здесь необходимы такие сведения, как наличие элементов-спутников, радиогенного свинца, аномалий радиационных дефектов и др.

ДЕТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА

- ✗ предусматривает площадное и объемное изучение ореолов с целью выявления возможности постановки разведочных работ. Решение этой задачи выполняется проведением специализированного геологического картирования и бурением картировочных и поисковых скважин.
- ✗ Эффективность детальной оценки во многом будет зависеть от того, имеется ли для этого участка геолого-структурная схема складчатого основания. Поэтому основной задачей специализированного геологического картирования будет изучение геолого-структурного строения складчатого основания, что позволит выявить благоприятные рудоконтролирующие факторы, характерные для ожидаемого в этом районе типа уранового месторождения.

СОСТАВЛЕНИЕ ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНОЙ КАРТЫ ПРОВОДИТСЯ В ДВА ЭТАПА.

- ✗ В предполевой этап производится сбор и анализ собранных геологических, аэросъемочных, геофизических и геохимических материалов, полученных в результате ранее проведенных работ. По данным этих материалов составляется рабочая геологическая схема масштаба 1 : 25000—1 : 50000, на которой выносятся границы обнаженных участков, зоны глубинных разломов, типы и степень гидротермальных изменений, плутонические субвулканические и вулканические образования, дайковые пояса и их связь с тектоническими нарушениями. Геолого-структурная карта сопровождается накладками, на которых отражены магнитные и гравитационные аномалии, контуры геологических, гидрохимических и газовых аномалий.

- ✗ Второй — полевой этап включает широкий комплекс геофизических и геологических исследований с бурением.
- ✗ Геофизические (магниторазведка, электроразведка, гравн-разведка) методы разведки обязательно предшествуют геологическим и выполняются, в масштабе соответствующем масштабу геологической карты.
- ✗ Геологические маршруты проводятся на открытых участках, с маломощным чехлом рыхлых отложений и обязательно сопровождаются гамма-съемкой.
- ✗ Картировочные скважины проходятся по опорным профилям вкрест простирания ожидаемых рудоносных структур. Их целью является прослеживание рудоносных структур в складчатом основании и изучение разреза рыхлого чехла. Бурятся они со сплошным отбором керна. По завершению бурения выполняется гамма- и электрокаротаж.

- ✘ Для установления геохимического фона и оконтуривания ореолов рассеяния рудных элементов, по скважинам и горным выработкам проводится литохимическое опробование пунктирной бороздой. Интервал опробования, в зависимости от литологического состава горных пород, принимается от 5 в монотонной до 2-х и менее метров в гетерогенной толще.
- ✘ Сеть картировочных скважин выбирается в зависимости от геологоструктурного строения участка и ожидаемого типа оруденения.

- ✗ В результате обобщения всех геологических и геофизических материалов, собранных в предполевой и полевой период, еще в поле составляется рабочий вариант геологоструктурной схемы складчатого основания масштаба 1 : 25000—1 : 50000 с разрезами по опорным профилям.
- ✗ Анализ геологоструктурной схемы и собранного фактического материала позволит более обоснованно проводить бурение поисково-оценочных скважин.
- ✗ Расстояние между скважинами принимается с учетом существующих размеров ореолов урановых рудных полей в данном регионе. В районе, где складчатое палеозойское основание залегает на глубинах до 100 (реже более) метров, эта сеть составляет 800—400X100—50 м. Для достоверной оценки достаточно пройти 2—4 профиля поисково-оценочных скважин. Скважины проходятся с максимальным извлечением керна по аномальным интервалам.

- ✘ Керна скважин опробуется на минералогическо-петрографические и геохимические (рентгено-спектральный, спектральный, свинцово-изотопный и радиационных дефектов) методы исследований.
- ✘ При установлении в профилях рудных пересечений, располагающихся в благоприятной геологоструктурной обстановке, аномалия передается территориальной экспедиции для определения масштабов оруденения и выявления возможности его промышленной отработки.

4.2.2. СКРЫТЫЕ (СЛЕПЫЕ) АНОМАЛИИ

- ✖ К этой группе аномалий относятся такие аномалии, которые заключены в толще рудовмещающих пород и не вскрыты эрозионным срезом. Они выявляются при каротаже глубоких скважин структурного и поисково-разведочного назначения.
- ✖ Аномалии подобного типа связаны как с эндогенными процессами в литифицированных отложениях, так и с экзогенными, большей частью в нелитифицированных отложениях мезозоя и кайнозоя.
- ✖ Оценка аномалий, связанных с эндогенными ореолами, производится по той же схеме, что и погребенных аномалий.

4.2.3. СКРЫТЫЕ АНОМАЛИИ В РЫХЛЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ МЕЗОЗОЯ И КАЙНОЗОЯ

- ✗ Аномалии в рыхлом осадочном чехле мезозойских и кайнозойских отложений выявляются по результатам каротажа скважин поисково-картировочного назначения и связаны с экзогенными ореолами урана.
- ✗ В них уран *интенсивно перераспределяется, в связи с этим, часто отмечается существенный сдвиг радиоактивного равновесия в сторону недостатка радия;* как следствие этого — низкой интенсивности гамма-излучения может соответствовать высокое содержание урана. Поэтому, при выявлении аномалии этого типа детализацию гамма-каротажа в масштабе 1 : 50 следует производить по интервалам с минимальной активностью, представляющей интерес для данного района.
- ✗ Для оценки аномалий в мезокайнозойских породах важно иметь керн с целью определения литологической приуроченности аномалии, увязки ее с диагенетическими и эпигенетическими изменениями осадков и определения вещественного состава урановой минерализации.

- ✘ Аномалии внутри пластов глин, вне прямой связи с проницаемыми горизонтами осадков (пески, гравелиты и т. д.), обычно отбраковываются. **Исключение составляют прибрежно-морские глины, в которых со значительным скоплением скелетных остатков организмов могут быть встречены промышленные залежи урановых руд.**
- ✘ Среди скрытых аномалий в мезозойских и кайнозойских отложениях наибольшее практическое значение имеют инфильтрационные аномалии, связанные с зонами пластового окисления и аномалии, связанные с палеоруслами.

ИНФИЛЬТРАЦИОННЫЕ АНОМАЛИИ, СВЯЗАННЫЕ С ЗОНАМИ ПЛАСТОВОГО ОКИСЛЕНИЯ

- ✗ К этой группе аномалий относятся такие аномалии, которые связаны с проявлением эпигенетических процессов, обусловленных деятельностью инфильтрующихся с поверхности кислород-содержащих вод. Наиболее интенсивно эти процессы развиваются в средне-зернистых песках озерно-дельтовых и прибрежноморских фаций.
- ✗ При проведении оценочных работ на аномалиях, связанных с зонами пластового окисления, необходимо иметь в виду следующие особенности оруденения этого типа:
- ✗ — Выходы на поверхность, среди платформенных отложений чехла, палеозойского фундамента.

- ✗ — Наличие прибрежноморских и озерно-дельтовых отложений в платформенных образованиях, примыкающих к выходам палеозойского фундамента.
- ✗ — Наличие выдержанных подстилающих и перекрывающих водоупорных горизонтов.
- ✗ — Интенсивные тектонические движения после отложения рудовмещающих структур (проницаемых горизонтов), раскрывшие рудовмещающие структуры и создавшие благоприятные гидродинамические условия.
- ✗ — Образование зон пластового окисления происходит в аридных условиях, когда воды обладали высоким окислительным потенциалом, в то время, как образование рудовмещающей структуры происходило в гумидном климате с восстановленным потенциалом среды.
- ✗ — Наличие неоген-четвертичной активизации с последующей стабилизацией режима.
- ✗ — Наличие в разрезе осадочного чехла торфянистых (углистых) пород, чередующихся или соприкасающихся с водоносными песками.
- ✗ — Приуроченность уранового оруденения к границе выклинивания зоны пластового окисления (восстановительный геохимический барьер).

- ✗ — Граница пластового окисления в плане, в общем, ориентирована вкрест направления потока пластовых вод, изгибаясь в зависимости от изменений скорости водотоков, количества восстановителей в продуктивном горизонте, наличия дизъюнктивных нарушений и других факторов. Существенное изменение могут вносить зоны разломов, которые в одних случаях падпруживают, в других — разгружают пластовые воды, в третьих — подают дополнительные порции трещинных вод, среди которых могут быть термальные. Последние иногда решающим образом изменяют физико-химическую среду в водоносном потоке, что резко влияет на процесс рудоотложения.
- ✗ — Морфология рудных залежей в плане и разрезе определяется морфологическими условиями выклинивающихся рудоконтролирующих зон пластового окисления. В первом приближении оруденение в плане следует границе выклинивания зоны окисления.

- ✗ Восстановительный геохимический барьер расположен на сочленении зоны пластового окисления с эпигенетически неизменными породами. **Если на нем устанавливается урановая минерализация, то между зоной пластового окисления и неизменными породами развивается зона уранового оруденения.**

— В ЗОНЕ ПЛАСТОВОГО ОКИСЛЕНИЯ, ПО ХАРАКТЕРУ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГИДРООКИСЛОВ ЖЕЛЕЗА И СТЕПЕНИ ОКИСЛЕННОСТИ ЕГО МИНЕРАЛОВ, ВЫДЕЛЯЕТСЯ ЧЕТЫРЕ ПОДЗОНЫ:

- ✗ а) Подзона **полного окисления**, когда все железо находится в окисленной форме, благодаря чему породы окрашены в яркие желтые и оранжевые тона.
- ✗ б) Подзона **с точечным окислением** пород. Здесь полностью окислены пирит, сидерит и органическое вещество. Глауконит, биотит и хлорит окислены только с поверхности. Окраска пород менее светлая, светло-желтая и сероватая с точечными скоплениями яркожелтого и темнокоричневого гети-та и гирдогетита.
- ✗ в) Подзона **неполного окисления с преобладанием серо-цветных неокисленных пород**. Вместе с гидроокислами железа отмечаются неокисленные или неполностью окисленные пирит, сидерит, органическое вещество. Глауконит, хлориты, биотиты, фосфаты не изменены.
- ✗ г) **Подзона пробега** отмечается не всегда и располагается между окисленными породами и рудной залежью. Породы подзоны не окислены, сероцветны.

- ✗ — В зоне уранового оруденения наиболее выдержанные промышленные руды формируются на участках, где создаются локализованные длительно существующие потоки воды. Состав промышленных руд определяется составом вмещающих пород. В большинстве случаев это мономинеральные месторождения. Урановая минерализация представлена чернями, реже настуром. На отдельных месторождениях присутствуют в промышленных концентрациях селен и молибден.
- ✗ — В поперечном разрезе рудные залежи имеют сложную форму — роллов. Элементами роллов являются крылья, располагающиеся в кровле и подошве зоны окисления и мешковая часть — на сочленении крыльев. Крылья ролла на некотором удалении (до 300—800 м) переходят в более слабый ореол урана, который далее по восстанию горизонта отжимается от водоносного горизонта в водоупорные породы. Таким образом, если установлена слабая аномалия в глинах у контакта с окисленными песками, то границу окисления с урановым оруденением следует ожидать в удалении от первых километров до десятков по направлению потока пластовых вод. Наличие аномалии по скважине в неполностью окисленных проницаемых породах у границы с водоупором свидетельствует о возможном нахождении рудоносной зоны по направлению потока пластовых вод на расстоянии нескольких десятков до сотен метров. Нераздвоенная (мешковая) часть рудной залежи в плане имеет форму ленты, ширина которой редко превышает 50 м.
- ✗ Исходя из изложенного, при обнаружении аномалии, кроме выполнения обычных требований к гамма-каротажу и опробованию керна, необходимо особое внимание уделять документации эпигенетических изменений.

- ✘ **Первоначальная (предварительная) оценка** заключается в подтверждении аномалии, связанной с горизонтом проницаемых отложений. Она начинается с тщательной документации керна (прил. 26) и интерпретации гамма-каротажа. Если данные гамма- и электрокаротажа сомнительны, производится повторный каротаж с детализацией в пределах аномального интервала. В случае отсутствия керна и уверенных данных по интерпретации гамма- и электрокаротажа, рекомендуется пробурить дублирующую скважину с полным отбором керна по проницаемому горизонту, в котором установлены аномалии и провести комплекс каротажных исследований.
- ✘ При установлении пластового окисления в первую очередь уделяется внимание документации эпигенетических изменений, как в целом по разрезу скважины, так и в пределах проницаемого горизонта, в котором зафиксирована аномалия. Если в районе аномалии имеются пробуренные скважины, то, с целью установления последовательности и интенсивности эпигенетических изменений, проводится тщательная документация керна этих скважин и составление схематических разрезов по предполагаемому направлению потока пластовых вод с отображением литологического состава и цвета пород по водоносным горизонтам. В первом приближении эти исследования помогут определить положение границы выклинивания зоны пластового окисления.

- ✗ **Детальная оценка** сводится к поискам зоны выклинивания пластового окисления. С этой целью разбуривается профиль скважин, ориентированный по направлению потока пластовых вод или вкрест простирающейся предполагаемой границы пластового окисления в отложениях проницаемого горизонта. Начальный шаг между скважинами по профилю зависит от интенсивности аномалии, характера записи кривой, степени эпигенетических изменений проницаемых пород в пределах аномального пика, а также от угла наклона проницаемых горизонтов, и может приниматься от 800 до 6400 м. Уменьшение шага для получения рудных пересечений производится до 100 м при сложном выклинивании зоны пластового окисления, где для организации специальных работ требуются значительные затраты, шаг скважин может сгущаться до 50 м, и соответственно увеличивается объем буровых работ.
- ✗ Для решения этой задачи обычно необходимо пробурить один профиль из 5—7 скважин. Материалы этих скважин могут с достаточной достоверностью определить перспективность участка на уран. В случае сложного геологического строения участка, количество профилей может быть увеличено до двух-трех при расстоянии между ними от 3,2—6,4 до 12,8 км.

АНОМАЛИИ, СВЯЗАННЫЕ С ОТЛОЖЕНИЯМИ ПАЛЕОРУСЕЛ

- ✗ В отложениях палеорусел мезозойского и кайнозойского возраста известны многочисленные проявления уранового оруденения, в том числе промышленные месторождения.
- ✗ Отложения палеорусел развиваются в пределах эрозионных врезов древних речных систем, иногда погребенных под мощными осадками. Ложе долин может быть представлено палеозойскими образованиями или нелитифицированными отложениями мезозоя и кайнозоя. Борты долин обычно выражены отчетливо в виде уступов высотой от нескольких до первых десятков метров.
- ✗ Отложения палеодолин представлены континентальными, аллювиальными и делювиально-пролювиальными фациями.
- ✗ Рудовмещающими являются сероцветные аллювиальные отложения, соответствующие фациям застойного режима (старичные, пойменные аллювиально-озерные, озерно-болотные и частично плессовые). Наиболее богатое оруденение отмечается на участках долин подпруженных тектоническим или литологическим порогом, где реки имели медленное течение.

✘ Оруденение связано с гумусированными глинами, лигни-тами (торф), глинистыми песками, содержащими растительный детрит, сульфиды железа (пирит, мельниковит) и тонко-дисперсное органическое вещество. В плане рудные тела образуют сложные вытянутые (1:5—1:20) по направлению палеорусел линзы мощностью от долей до первых метров. Оруденение может быть **многоярусным и характеризуется распределением рядовых и богатых концентраций урана.**

✘ Генезис оруденения этого типа сложный. Здесь в пределах одного участка можно встретить сингенетические, диагенетические (экзодиагенетические) и эпигенетические концентрации. В процессе сингенеза осадков на уровне геохимического барьера, где кислородная среда меняется на восстановительную, уран сорбируется органическим веществом. В стадии диагенеза, при проникновении в восстановительную среду окисленных грунтовых вод, происходит выщелачивание урана из верхних горизонтов и отложение его в нижних. При наличии водопроницаемых горизонтов могут развиваться зоны пластового окисления с переносом урана и отложением его на восстановительном геохимическом барьере.

- ✖ **Первая стадия оценки** такой аномалии практически ничем не отличается от начальной стадии оценки аномалии в зоне пластового окисления и заключается в ее подтверждении, установлении и возможном расчленении фаций палеорусел. С этой целью проводится тщательная документация керна и интерпретация данных гамма- и электрокаротажа всех скважин, пробуренных на участке. В случае если аномальная скважина бурилась без керна, для изучения литологического разреза отложений и оконтуривания рудных интервалов отбираются пробы с помощью бокового стреляющего грунтоноса.
- ✖ **Вторая стадия** оценки заключается в оконтуривании палеорусел и прослеживании рудовмещающих фаций. Выбор рациональной методики этой стадии оценки определяется конкретными геологоэкономическими факторами и степенью изученности района. Наиболее рациональным является вскрытие вмещающих отложений профилями скважин вкрест предполагаемого направления палеодолин. Для выявления палеодолины используются палеогеографические и геоморфологические материалы, а также данные методов геофизики (электроразведка, электропрофилирование, гравиразведка и, в отдельных случаях, сейсмо- и магниторазведка).

- ✗ Первоначальный шаг скважин по профилю выбирается исходя из вероятных размеров рудовмещающих литолого-фациальных комплексов и обычно составляет 400—200 м, со сгущением в наиболее интересных участках профиля до 100—50 м. Скважины бурятся до ложа палеодолин с отбором керна по всей продуктивной пачке (толще).
- ✗ Для оценки перспектив рекомендуется пробурить два-три профиля, ориентированных вкрест простирания палеодолин. Наиболее оптимальным расстоянием между профилями, в зависимости от геологических особенностей района, является 1600, 3200 м.
- ✗ В результате проведения оценочных работ на инфильтра-ционных аномалиях, выявленных в мезозойско-кайнозойских отложениях, должны быть представлены:
 - ✗ — геологическая карта масштаба 1 : 200000—1 : 25000 с линиями выклинивания зон пластового окисления или площадями возможного распространения отложений палеорусел. На этой карте выносятся все скважины, пробуренные на площади, с данными гамма-каротажа и выявленные аномалии с указанием их глубины, литологического состава и возраста пород, к которым они приурочены;
 - ✗ — геологические разрезы, с указанием литологического состава и эпигенетических изменений пород по ним;
 - ✗ — колонки скважин, вскрывших аномальные интервалы, с данными гамма- и электрокаротажа и опробования.

4.3 РАДИОГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ АНОМАЛИИ

✗ Обоснованное выделение радиогидрогеологических аномалий производится по величине геохимического фона, под которым следует понимать определенный уровень концентрации данного радиоэлемента в подземных водах, обусловленный совокупностью природных факторов. Расчет величины необходимо производить методом, обеспечивающим наиболее сходные и достоверные результаты, используя для этой цели вероятностный трафарет (гл. 2). Натуральный фон устанавливается для каждого существенно отличного типа подземных вод, а также для каждой площади, заметно отличающейся по климатическим условиям, рельефу и геоморфологическим особенностям. Выделение радиогидрогеологических аномалий производится исходя из того, что за аномальные концентрации радиоэлементов в водах, принимаются величины, превышающие модальные на величину, равную **2 σ** , что соответствует 98% накопленных частостей на вероятностном трафарете.

- ✗ Повышенные концентрации урана в подземных водах часто являются показателем уранового оруденения, однако поиски урановых руд только по содержанию урана в подземных водах затрудняются следующими обстоятельствами:
- ✗ а) миграционные свойства урана обуславливают образование аномалий в водах и вне связи с урановыми рудами (безрудные аномалии, формирующиеся в результате испарительной концентрации, органического загрязнения вод, в зонах окисления сульфидных месторождений и т. д.).
- ✗ б) вследствие хорошей миграционной способности в окислительных условиях, уран в повышенных концентрациях может переноситься водами на большие расстояния от места их обогащения;
- ✗ в) в восстановительных условиях миграционная способность урана резко снижается.

- ✗ В настоящее время известно значительное количество типов безрудных аномалий, обладающих характерными признаками, позволяющими достаточно уверенно отбраковывать их (прил. 27). Рассмотрение типов безрудных радиогидрогеологических аномалий и их характерных особенностей по отдельным ландшафтно-климатическим зонам позволяет наметить некоторые общие закономерности. Прежде всего, все типы можно объединить в две большие группы:
- ✗ Первая группа аномалий формируется в зоне интенсивного водообмена (в первом от поверхности водоносном горизонте) и обуславливается ландшафтно-климатическими особенностями.
- ✗ К этой группе могут быть отнесены:
- ✗ — аномалии в трещинных грунтовых водах коры выветривания кислых магматических пород;
- ✗ — аномалии в зонах тектонических нарушений;
- ✗ — аномалии, обусловленные испарительной концентрацией в грунтовых водах и водах бессточных поверхностных водоемов;

- ✗ **Вторая группа** аномалий формируется либо в более глубоких горизонтах земной коры, либо на локальных участках в зоне интенсивного водообмена под влиянием особых причин и не испытывает ощутимого влияния ландшафтно-климатических зон. К этой группе аномалий относятся:
- ✗ — аномалии, фиксируемые в углекислых водах;
- ✗ — аномалии, формирующиеся в зоне окисления сульфидных и угольных месторождений;
- ✗ — аномалии, возникающие в результате разгрузки вод глубоких горизонтов в грунтовые;
- ✗ — аномалии, обусловленные хлоридно-натриево-кальциевым составом и высокой минерализацией вод зоны весьма затрудненного водообмена.
- ✗ При оценке гидрохимических аномалий очень важным является анализ геолого-структурных, гидрогеологических и геохимических условий района как в современную, так и в более древние геологические эпохи. Большое внимание должно уделяться выяснению условий циркуляции вод на участке (направление движения, глубина водообмена, удаление от области питания, водопроницаемость пород и др.). Палеогидрогеологические и палеоклиматические условия района играют особенно важную роль при поисках экзогенных эпигенетических месторождений. В связи с этим важно восстановить эти условия по отдельным эпохам.

- ✗ В районах с малой обнаженностью коренных пород обычным рекогносцировочным обследованием масштаба 1:500000—1 : 200000, часто не удастся выяснить характер геологических структур, с которыми связаны выявленные гидрохимические аномалии (наличие зон тектонических разломов, их положение и ориентировка, условия залегания погребенных долин и пр.). В таких случаях требуется предварительное проведение на участках аномалий более детальной геологической съемки с расчистками, зондировочным и карти-ровочным бурением. Зоны разломов и погребенные долины в отдельных случаях целесообразно выделять геофизическими методами.
- ✗ Заключительной и самой ответственной частью радиогидрогеологических исследований является **проверка перспективных гидрохимических аномалий**. На этом этапе работ должны проводиться разведочные буровые и горные работы, гамма- и эманацционная съемка участка, а также гамма-каротаж скважин.

В условиях каротажа отдельных скважин, неизвестно состояние радиоактивного равновесия. Поэтому ввести поправку невозможно. Эту поправку можно внести, когда будет опробован керн прокаrotированных интервалов и произведены анализы проб на уран и радий.

**Примеры поисков
урановых
месторождений**



АЭРОРАДИОСПЕКТРОМЕТРИЧЕСКАЯ+МАГНИТНАЯ СЪЕМКИ – ГЛАВНЫЙ МЕТОД ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ НОВЫХ ТЕРРИТОРИЙ И ОПОИСКОВАНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНО ОБНАЖЕННЫХ РАЙОНОВ.

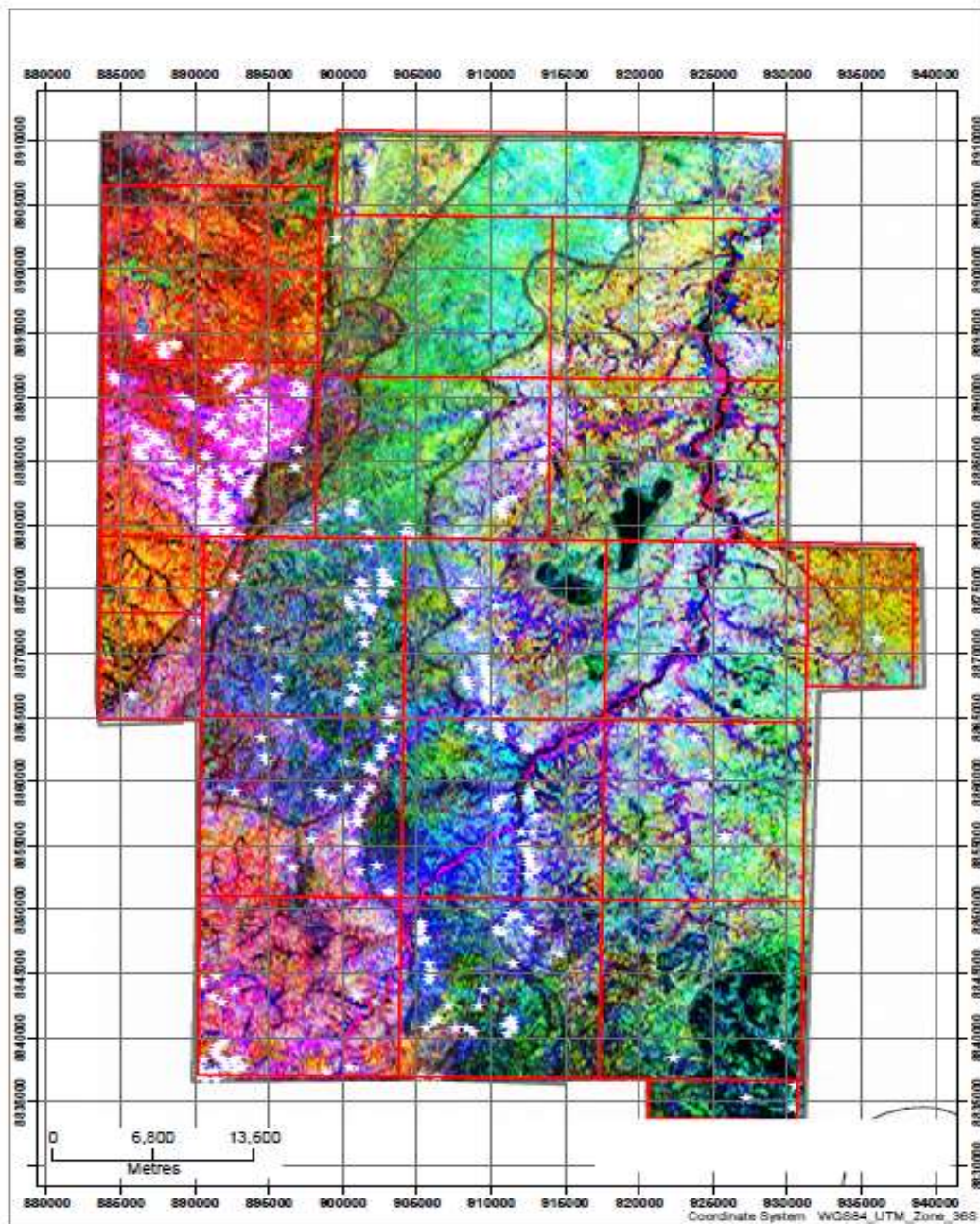


АГСМ – съемка и поиски урана в Канаде.
Самолет Сессна. Высота полета <70 м.
Магнитный датчик на консоли за хвостом
самолета.



Размещение контейнеров с датчиками
радиоактивности в кабине самолета.
Объем кристаллов-датчиков >25 л.

Фиксируются значения радиополя в трех диапазонах энергии (U-Th-K), магнитное поле, высота полета, координатная привязка измерений, с автоматической записью на электронные носители.



Фрагмент АГСМ карты в системе RGB.

Красный - калий

Зеленый - торий

Синий - уран.

Красные поля – высококалиевые породы.

Сине-зеленые - натриевые породы.

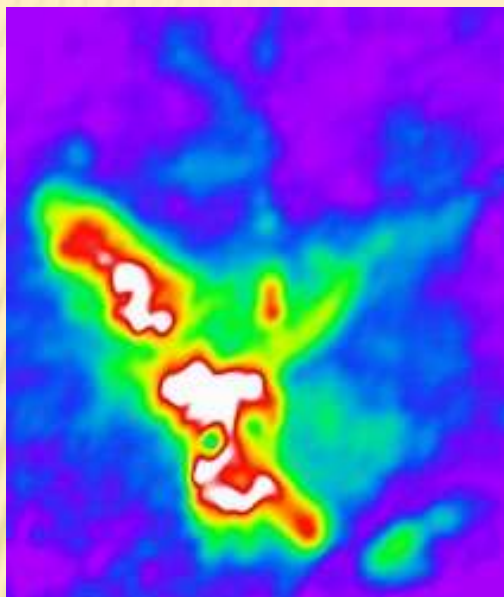
Аномальные поля урана – в калиевом поле – пурпурные, в натриевом – зеленые.

Белые точки - точечные контрастные урановые аномалии.

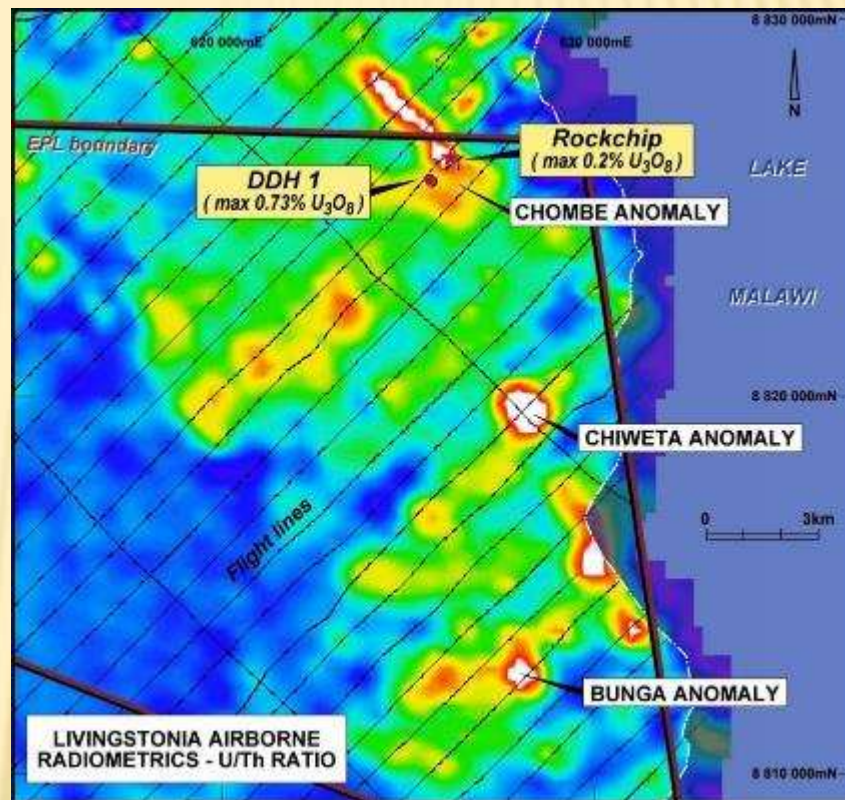
Данные АГСМ позволяют существенно уточнить геологические карты.

Figure 6: Radiometric RGB - K,Th,U image with selected uranium anomaly picks shown as white stars. Interpreted stratigraphic units within the Mbaragandu are shown as dark outlines.

ПРОЯВЛЕННОСТЬ УРАНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В АГСМ ПОЛЯХ.

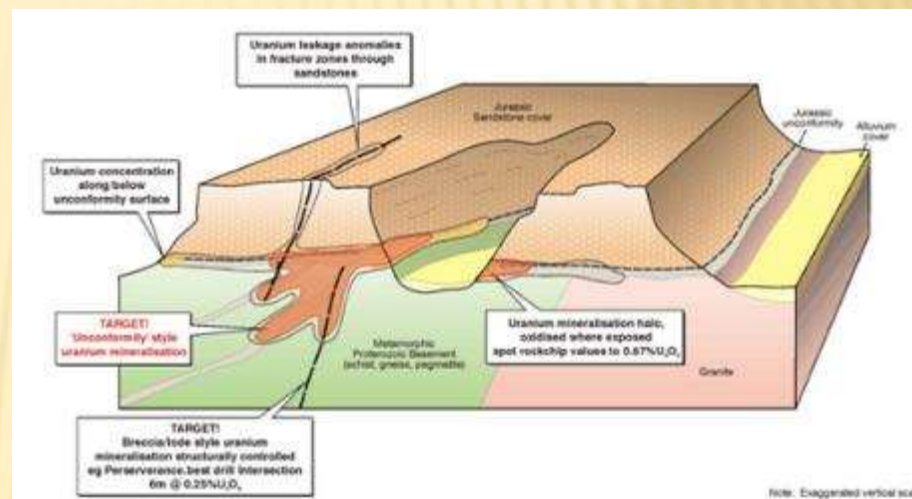
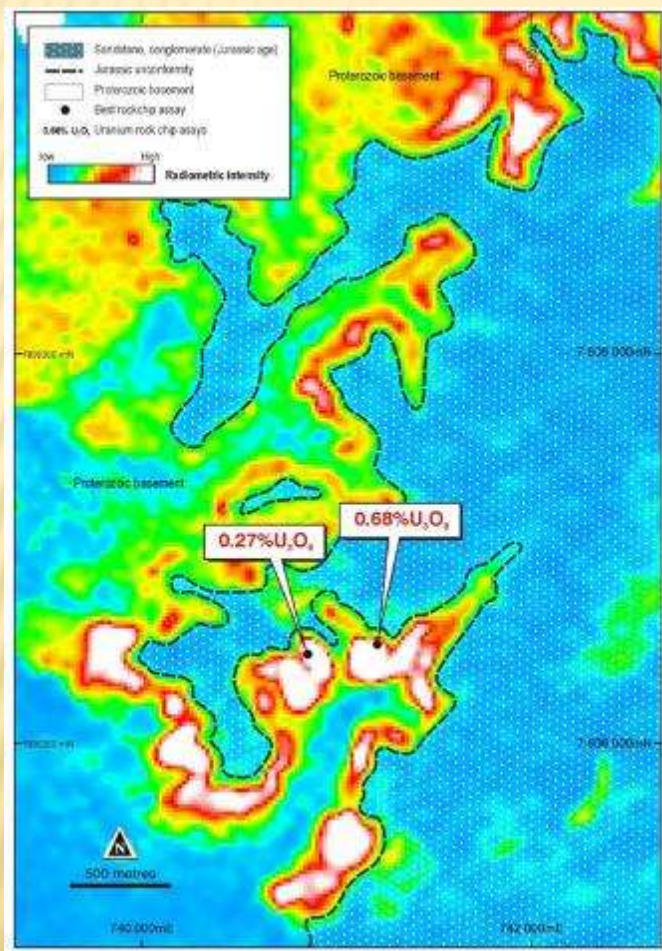


Контрастная аномалия в урановом Канале.
Месторождение Набарлек, Австралия.



Контрастные аномалии отношения U/Th.
Зап. берег оз. Ньяса, Малави, Африка.
Месторождение Ливингстония.

КАРТА АГСМ СЪЕМКИ (УРАНОВЫЙ КАНАЛ) – СЛЕВА И БЛОК-ДИАГРАММА РАЙОНА РАБОТ (КАНАДА)

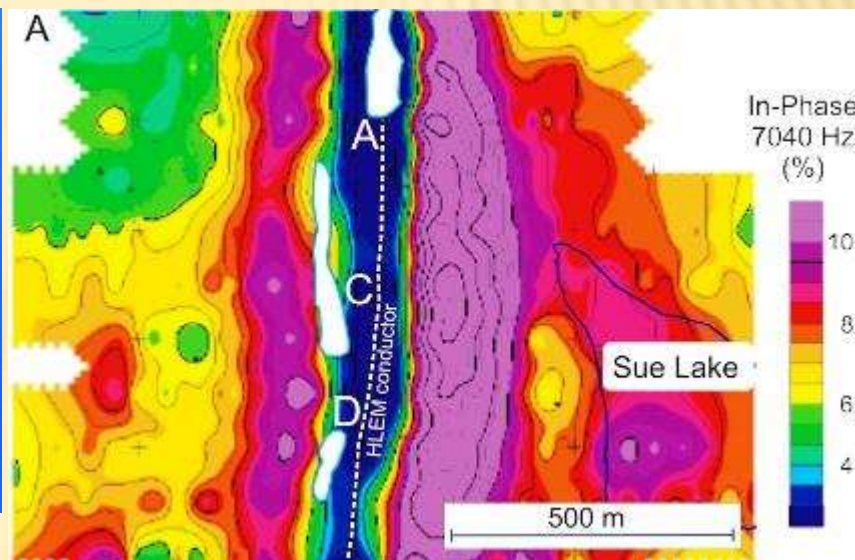


Контрастными аномалиями
фиксируются геохимические ореолы
урана, вскрываемые во врезках долин.

ИНФОРМАТИВНОСТЬ АЭРОГЕОФИЗИЧЕСКИХ РАБОТ СУЩЕСТВЕННО ПОВЫШАЕТСЯ ПРИ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ФИКСАЦИИ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ. ОДНАКО ТАКИЕ СЪЕМКИ ТРЕБУЮТ ПРИМЕНЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ГРОМОЗДКИХ АНТЕНН И ОСУЩЕСТВИМЫ ТОЛЬКО В ВЕРТОЛЕТНОМ ВАРИАНТЕ.

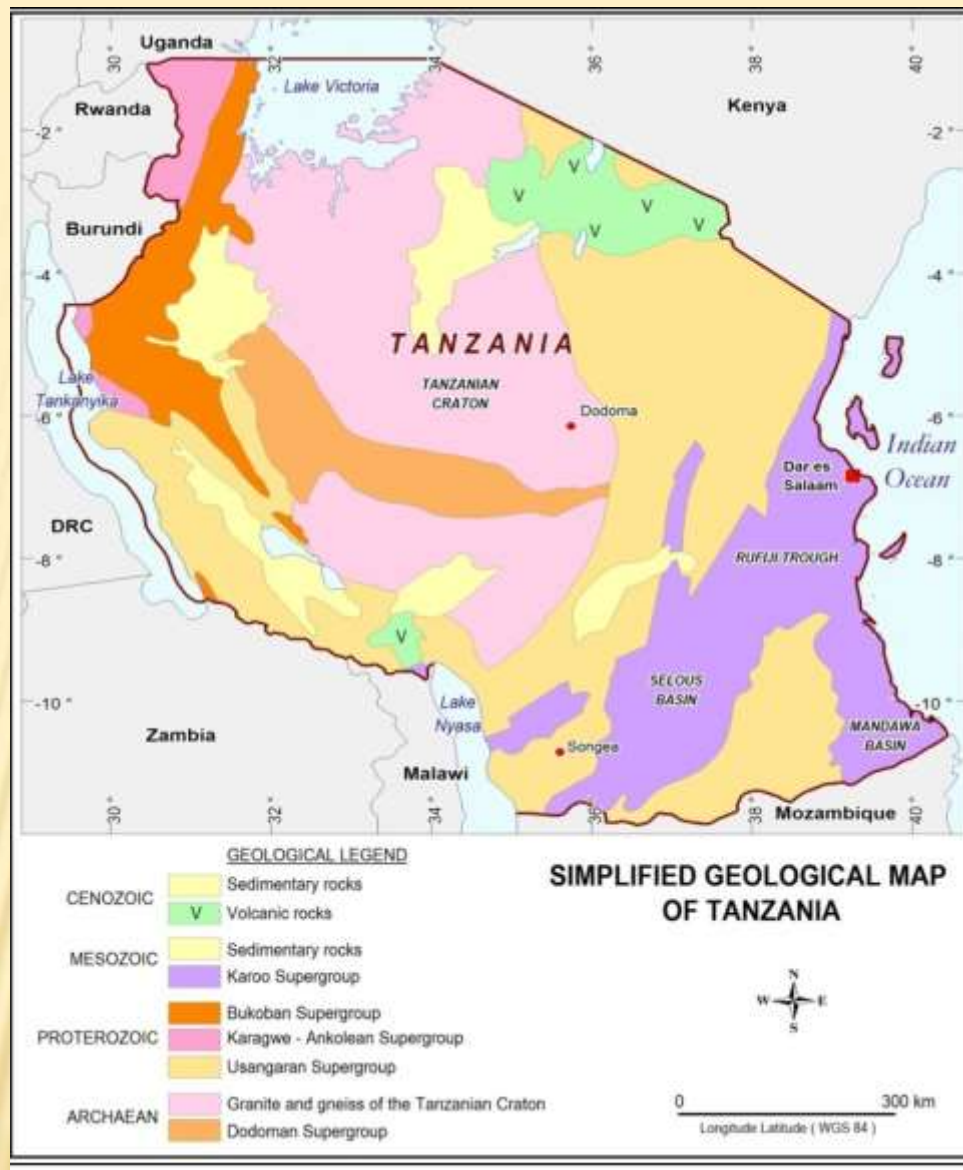


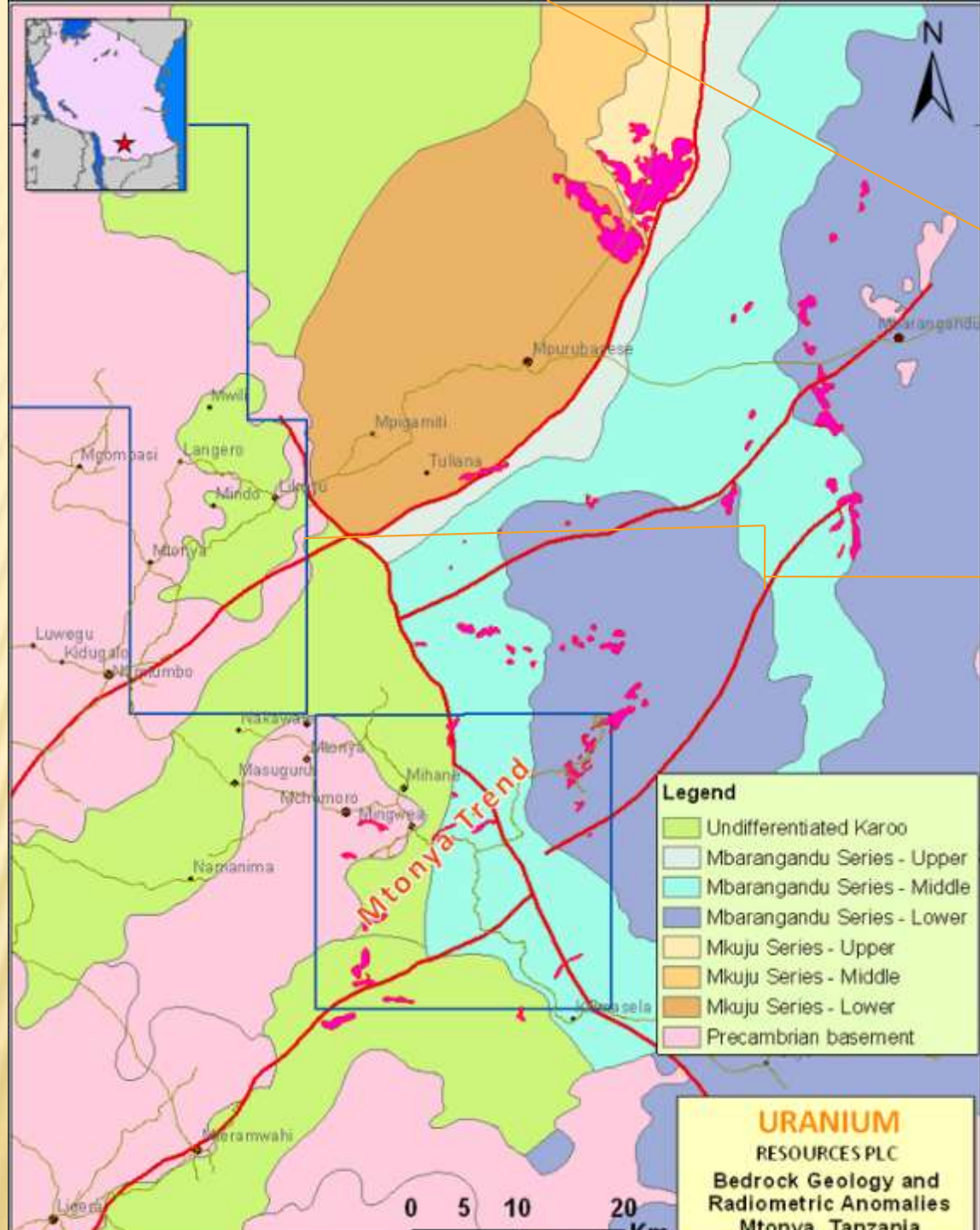
Антенна для фиксации электрических полей на внешней подвеске к вертолету.



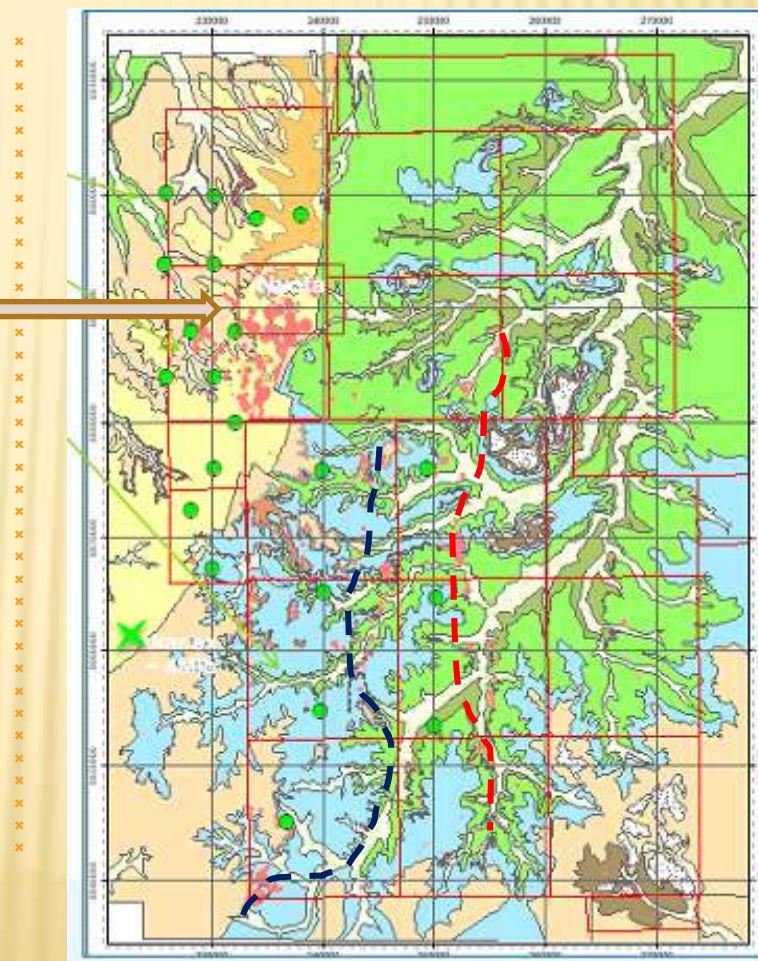
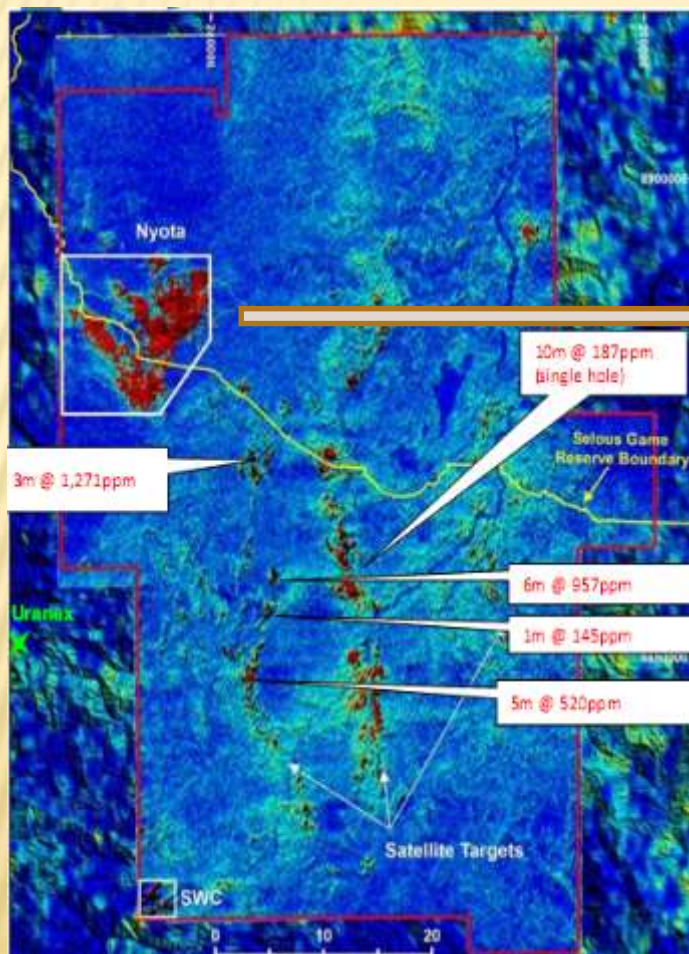
Карта электросопротивления по данным аэросъемки в районе месторождения Сю (бассейн Атабаска).

Синее – зона пониженного сопротивления, отвечающая графитистому горизонту пород фундамента, контролирующему положение рудных тел А, С и D.



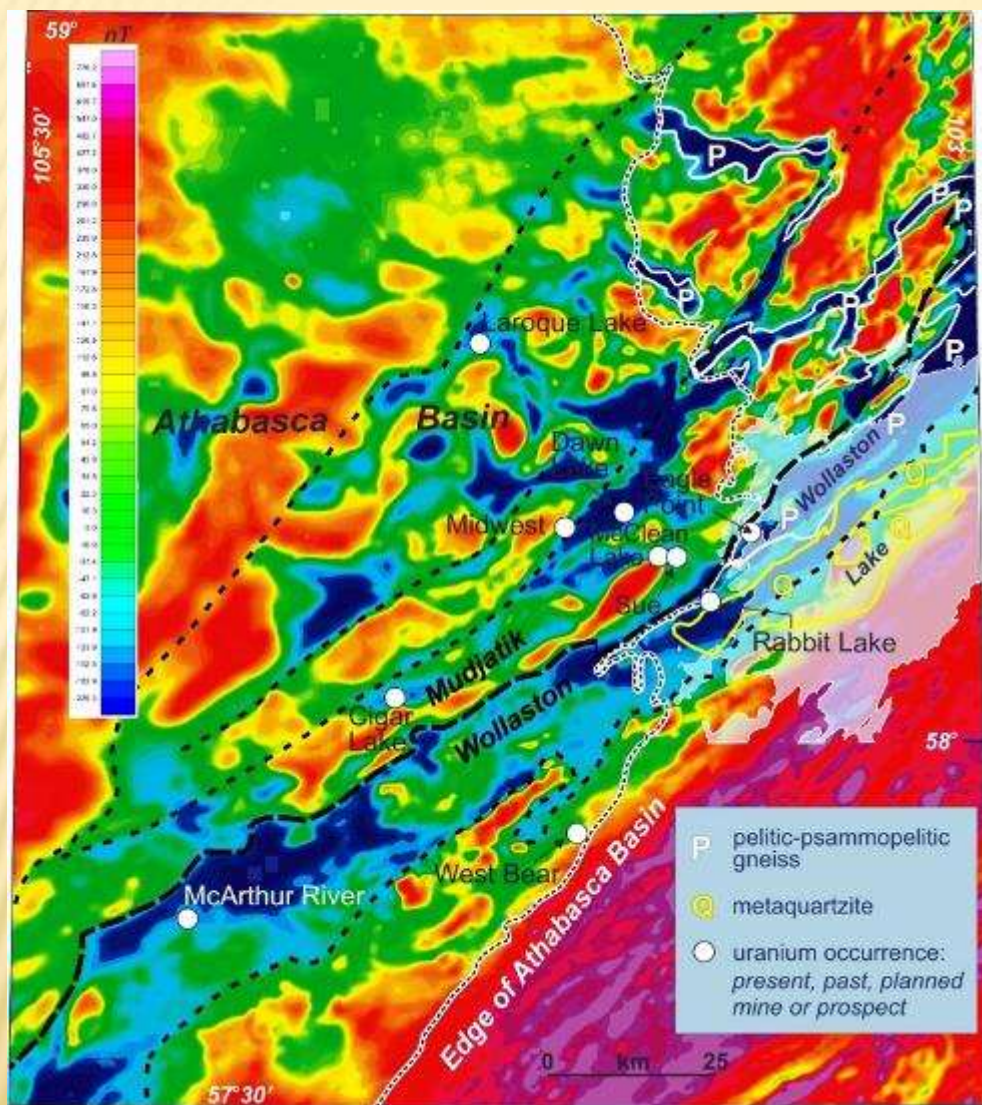


ПРИМЕР ИНТЕРПРЕТАЦИИ АЭРОАНОМАЛИЙ: КРУПНАЯ АНОМАЛИЯ В СЗ ЧАСТИ ПЛОЩАДИ – ИЗВЕСТНОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ. АНОМАЛЬНЫЕ ЗОНЫ В ЦЕНТРЕ – НЕ ПРОВЕРЕНЫ. ОДНАКО ЗАПАДНАЯ (СИНИЙ) СООТВЕТСТВУЕТ ОСТАНЦАМ ВЕРХНЕЙ ТОЩИ ПОРОД (ЖЕЛТОЕ) И ДОЛЖНА ОЦЕНИВАТЬСЯ, КАК МЕНЕЕ ПЕРСПЕКТИВНАЯ. (Ю.ТАНЗАНИЯ, АФРИКА).



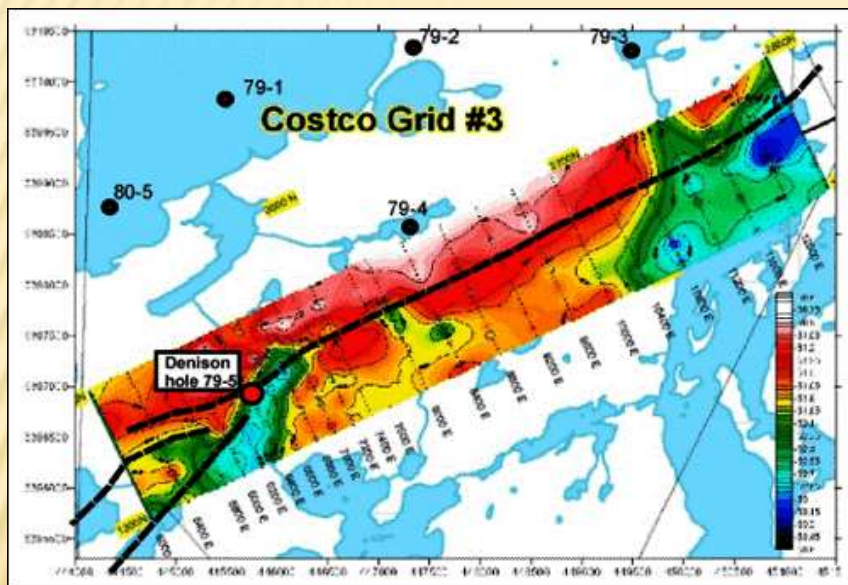
Общая схема поисковых работ

Месторождения связаны со структурами (формациями), возможно выходящими на поверхность, хотя бы под наносами.		Месторождения заведомо связаны с глубоко погребенными структурами (формациями).
АГСМ съемки в М 1:50000-1:25000		Гидрохимическое опробование водоснабженческих и иных скважин, изучение фондовых материалов
Аномалии выявлены	Аномалии не выявлены, но перспективы сохраняются	Опорно-картировочное бурение для вскрытия и погребенных формаций и установления наличия в них признаков рудоносности (ЗПО)
Оценка аномалий наземными работами, вскрытие канавами и скважинами	Наземные геофизические исследования для выделения перспективных структур (радоновая съемка, гравиметрия, электроразведка)	Профильное поисковое бурение по сети 6-12 х 0,8-0,2 км, выявление и картирование возможных фронтов ЗПО.
	Вскрытие перспективных структур единичными скважинами	Детализация буровой сети и оценка рудоносности выявленных ЗПО.



Карта магнитного поля с осями проводящих зон по аэроэлектроразведке (черный пунктир). Месторождения (белые точки) располагаются в магнитных минимумах вблизи проводящих осей. Выявление и картирование этого признака позволяет локализовать участки для вскрытия поисковыми скважинами.

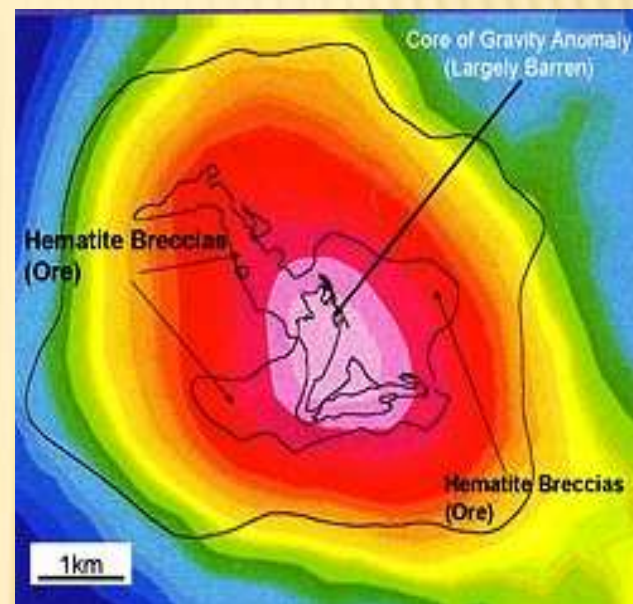
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТРУКТУРНОЙ ГЕОФИЗИКИ ПРИ ПОИСКАХ



Район Атабаска, Канада.

Карта гравитационного поля с осью электропроводящей зоны (черная линия).

Поисковая скважина (красная точка) задана в узел сопряжения проводящих зон в области градиентного перехода гравитационного минимума-максимума вскрыта руду.



Район Ю.Австралия.

Мощная локальная гравитационная аномалия, выявленная при проведении картировочных работ, при проверке бурением оказалась месторождением Олимпик Дам.

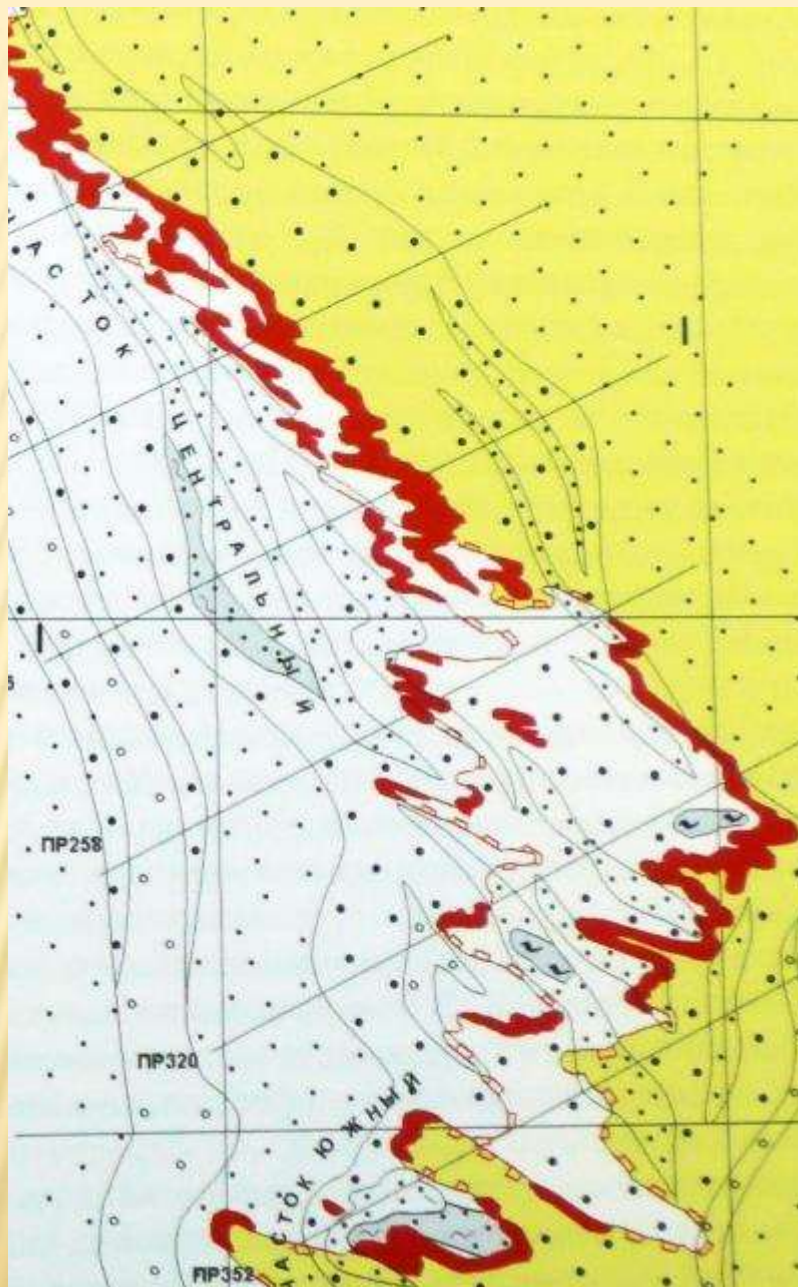
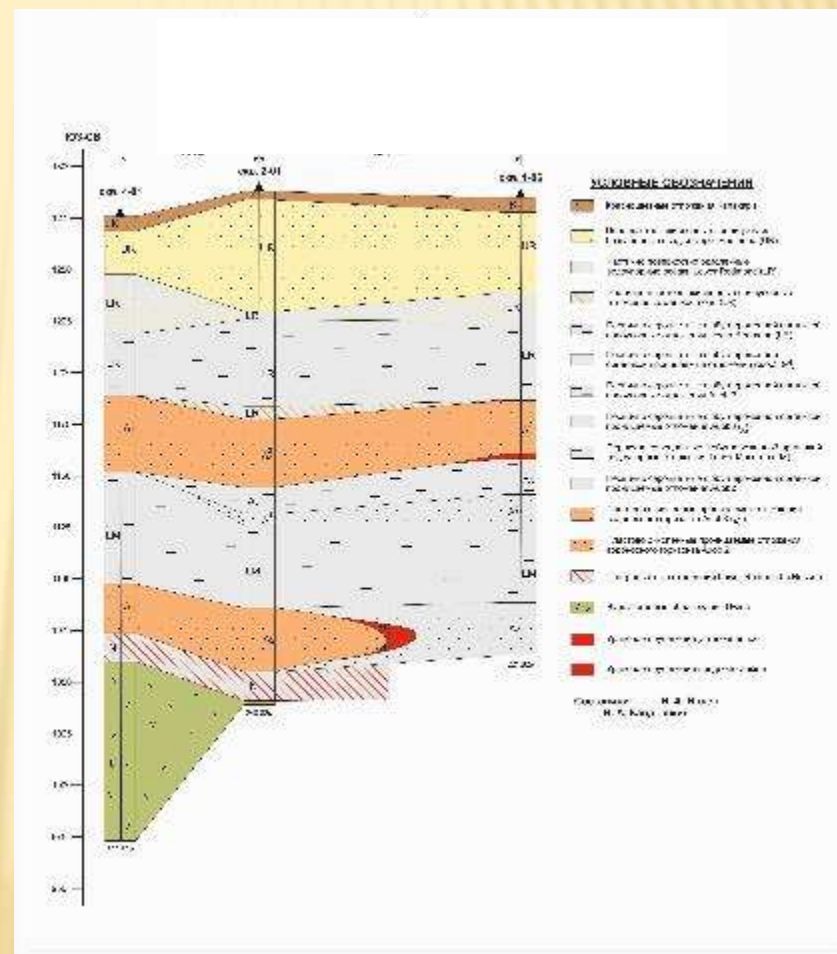
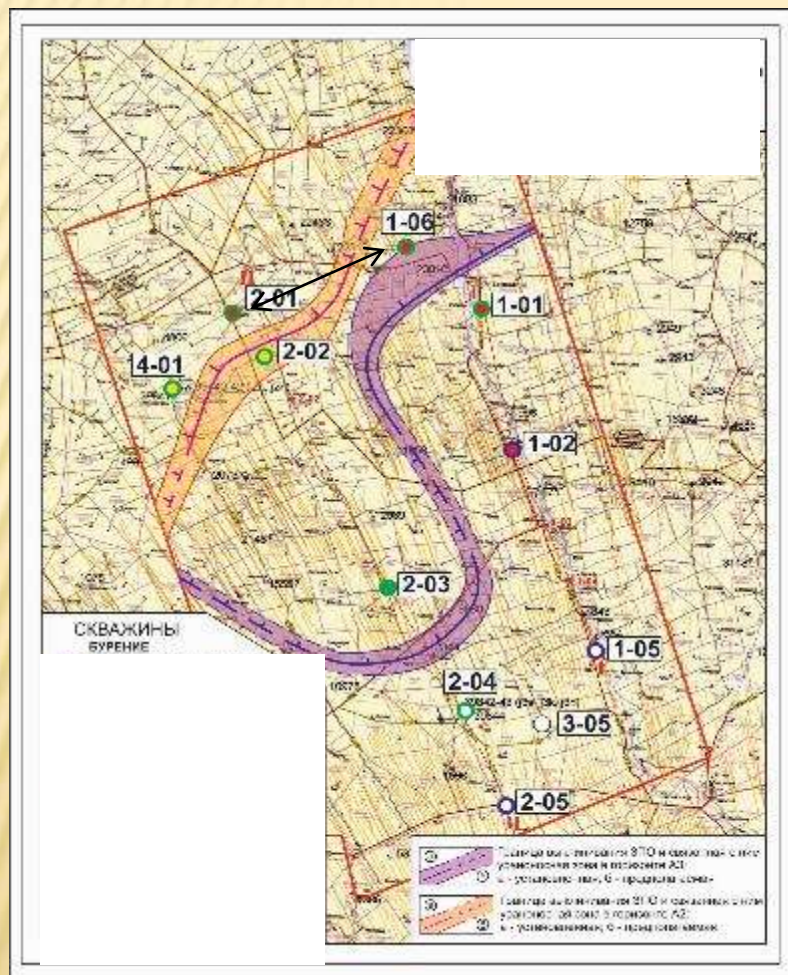


Схема расположения профилей
поискового бурения
при открытии
месторождения Жалпак
(Чу-Сарысуйский район, Казахстан).

Расстояние между профилями
5 км.

ПРИМЕР УСПЕШНЫХ ПОИСКОВ БУРЕНИЕМ В АБСОЛЮТНО НОВОМ РАЙОНЕ, ВЫДЕЛЕННОМ НА ОСНОВАНИИ ОБЩИХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ





Категория трудности опоискования, технические средства и методы поисков в лесостепных районах аридной биоклиматической зоны [36J

Категор ия труднос ти опоиско вания			
	Характеристика поисковой площади	Типы ореолов рассеяния	Методы и технические средства ведения поисков
I	Обнаженные участки. Покров элювиально-делювиальных отложений не превышает 0,5 м	Первичные и вторичные ореолы рассеяния	Аэро- и автогамма-съемки, пешеходная гамма-съемка, плужные гамма-поиски
II	Участки с глубиной залегания представительного горизонта до 2 м	Ослабленные у поверхности вторичные остаточные ореолы рассеяния	Шпуровая гамма-съемка с проходкой шпуров гидрозадавлива-телем до глубины 1,5 м, плужные гамма-поиски
III	То же, от 3 до 8 м	Погребенные и (или) резко ослабленные у поверхности (выщелоченные) вторичные остаточные ореолы рассеяния	Глубинные радиометрические поиски установками СВА-2*
IV	То же, от 8 до 20 м	Погребенные и (или) не проявленные (выщелоченные) у поверхности вторичные остаточные ореолы рассеяния	Глубинные радиометрические поиски установками СУГП-10 или ЛБУ-50
V	То же, более 20 м	Глубоко погребенные и не проявленные (выщелоченные) у поверхности вторичные остаточные и первичные ореолы	Поисковое бурение с гамма-каротажем установками БСК-2-100, СБУ-ЗИВ-150, УРБ-2А

* На участках отсутствие коры выветривания или при наличии в разрезе труднопроходимых галечников, глин на площадях III—IV категорий поиски проводятся буровыми установками (БСК-2-100, СБУ-ЗИВ-150 и др.) по смешанным ореолам рассеяния (первичным и вторичным).

Таблица 33 Категории трудности опоискования, технологические средства и методы поисков в горно-таежных районах гумидной биоклиматической зоны

Категории трудности опоискования	Характеристика поисковой площади	Типы ореолов рассеяния	Методы и технические средства ведения поисков
I	Водоразделы, склоны обвального-осыпного сноса с выходами коренных пород. Мощность глыбово-щебенистых глЮвиально-делЮвиаль-ных отложений до 0,5 м	Открытые вторичные остаточные и обломочные смещенные ореолы	Аэрогамма-съемка, пешеходные гамма-поиски
II	Склоны делювиального сноса, выровненные водоразделы; мощность глыбово-щебенистых от-дажений до 2—3 м	Обломочные ослабленные смещенные, реже остаточные выщелоченные вторичные ореолы	Шпуровая гамма-съемка до глубины 0,8 — 1,0 м
			Глубинные радиометрические поиски бурением с гамма-каротажем установками УПБ-25, СБУ-ЗИВ-150
III	Подножия и нижние части склонов, современные поймы, террасы, перекрытие делювиальными и пролювиально-делювиальными отложениями мощностью свыше 2—3 м	Резко ослаоленные обломочные смещенные ореолы, погребенные (или) выщелоченные вторичные ореолы	

Таблица 31 Региональные поисковые критерии и методы их выявления при прогнозно-геологических работах масштаба 1:500000—1:200 000

Поисковые критерии	Характер проявления поисковых критериев в физических и геохимических полях	Методы выявления и масштабы работ
Докембрийские щиты		
Протоплатформенные блоки и краевые части геосинклинальных зон (передовые прогибы), сложенные метаморфическими породами высокой степени гранитизации, осложненные купольными структурами с развитием в последних массивов калиевых гранитов или мигматитов с телами аплитовидных гранитов	Докембрийские щиты Знакопеременные магнитные поля средней интенсивности Изометрические положительные и отрицательные гравитационные аномалии, разделенные линейными зонами горизонтальных градиентов силы тяжести (до 3 мгл/км) Поля повышенной гелиеносности, группирующиеся в цепочки, полосы	Структурно-формационный анализ Гравиметровая съемка масштаба 1:50 000—1:200 000 Аэромагнитная съемка масштаба 1 :100000-1:50 000 Водно-гелиевая съемка (1 точка на 10 км ²)
Зоны долгоживущих глубинных разломов, заложенные как консидементационные структуры, определявшие развитие разнопорядковых складчатых сооружений геосинклинального типа (передовых прогибов, поясов впадин), а позднее и купольных, горстовых и других блоковых структур, в том числе на стадии тектонической и тектономагматической активизации	Зоны горизонтальных градиентов силы тяжести (до 3—5 мгл/км), разделяющие изометрические гравитационные аномалии и отражающие наличие крупных гравитационных ступеней Линейно-вытянутые чередующиеся знакопеременные магнитные поля различной интенсивности, разделяющие изометрические крупные сравнительно спокойные магнитные поля Аномалии повышенной гелиеносности, группирующиеся в полосы и цепочки	Структурно-формационный анализ Гравиметровая съемка масштаба 1:1 000 000—1:1200000 Аэромагнитная съемка масштаба 1:100 000-1 :50 000 Водно-гелиевая съемка (1 точка на 10 км ²)
Проявления калиевой стадии гранитизации	Образование микроклиновых и аплитоидных гранитов, мигматитов с K/Na=1,6—2,5 Изометрические и линейные отрицательные магнитные и гравиметровые поля слабой интенсивности	Аэромагнитная съемка 1 •. 100 000—1 :50 000 Минералогический петрологический анализ
Наличие крупных останцов пироксен- и графитсодержащих гнейсов среди полей мигматитов и гранитов	Линейные магнитные аномалии высокой интенсивности, нередко замкнутые, концентрические, отражающие плективную тектонику; в случае графитовых гнейсов — нечеткие аномалии повышенной электропроводимости	

Наличие крупных останцов пироксен- и графитсодержащих гнейсов среди полей мигматитов g и гранитов	Линейные магнитные аномалии высокой интенсивности, нередко замкнутые, концентрические, отражающие пликативную тектонику; в случае графитовых гнейсов — нечеткие аномалии повышенной электропроводимости
Проявления экстррузивно-интрузивных магматических тел щелочного и щелочноземельного состава, обусловленных тектоно-магматической активизацией	Изометрические слабоинтенсивные отрицательные или положительные магнитные аномалии
Срединные массивы	
Ядерные части выступов жестких массивов (антиклинорий), сложенные докембрийскими, меньше нижнепалеозойскими породами, их сопряжения с более подвижными геосинклинальными зонами по системам долгоживущих региональных разломов, определяющих блоковое строение приразломных прогибов и посторогенных наложенных впадин	Изометрические положительные и отрицательные аномалии силы тяжести, разделенные линейными зонами горизонтальных градиентов (до 2—4 мгл/км) силы тяжести большой протяженности (десятки км)
Узлы пересечения и сопряжения зон глубинных разломов, контролирующих проявления сложного по составу многофазного, полифазального интрузивно-экстррузивно-эффузивного магматизма, а также погребенные и полупогребенные массивы гранитоидов ю о со	Линейные знакопеременные магнитные поля и узлы их пересечения с резким линейным градиентом среди более спокойных магнитных полей регионального плана. Изометрические положительные магнитные аномалии низкой интенсивности, часто группирующиеся в цепочки и полосы. Вытянутые аномальные поля повышенной гелиеносности

Интрагеоантиклинали блокового строения с резко повышенной (гранитоиды в основании) и повышенной (гнейсы и кварциты в основании) жесткости со следами тектонической мобильности в доорогенный период развития	Изометрические положительные аномалии силы тяжести, отражающие блоковые неоднородности фундамента, разделенные протяженными зонами горизонтальных градиентов $\&g$ Сложные знакопеременные, обычно линейно-вытянутые магнитные аномалии, разделяющие обширные области со сравнительно спокойным положительным магнитным полем	Структурно-формационный и петрологический анализы Гравиметровая съемка 1:200000, Аэромагнитная съемка 1:50000 Радиогидрогеологическое опробование источников, масштаб 1:200 000 Водно-гелиевая съемка (1 точка на 10 KM2) Аэрогамма-спектрометрические съёмки м-ба 1: 50 000
Наличие блоковых структур типа продольных и поперечных горст-антиклинальных поднятий, наложенных прогибов и тектоно-вулканических депрессий, разграниченных региональными долгоживущими разломами, контролирующими проявления разноэтапной магматической деятельности	Изометрические и вытянутые магнитные аномалии низкой интенсивности среди дифференцированных магнитных полей, совпадающие с участками сложных гамма-полей переменной интенсивности	
Развитие андезит-диоритовой и липарит-гранитной полифациальных (интрузивных и диффузивно-интрузивных) формаций позднеорогенного этапа развития или активизации с резко различным содержанием радиоактивных элементов внутри каждой формации и между ними	Локальные изометрические аномалии силы тяжести низкой интенсивности на фоне обширных положительных гравитационных полей и зон с резким горизонтальным градиентом Δg Аномалии повышенной гелиеиеносности, группирующиеся в полосы, сложнодифференцированные поля суммарной радиоактивности	

Металлогенические пояса и зоны низкотемпературной (Au, F, As, Sb, Hg) минерализации Зоны нарушения первично конституционального распределения радиоактивных элементов		
	Сложнодифференцированные изометрические гамма-поля области чехлов молодых и древних платформ Изометрические, менее линейно-вытянутые положительные аномалии силы тяжести, отражающие блоковую неоднородность фундамента молодых и древних платформ	Аэрогамма-спектрометрическая съемка 1:50 000 Рекогносцировочные поиски по потокам рассеяния Металлогенический анализ 1 Анализ новейшей тектоники (с учетом данных по сейсмичности района) Гравиметровая съемка 1:1 000 000
Проявление процессов тектонической активизации в виде глыбовых перемещений по разломам в фундаменте		Аэромагнитная съемка 1:200 000—1:1 000 000 Анализ данных региональной гидрогеологии в масштабе 1:1 000 000 и мельче
	Крупные положительные магнитные аномалии низкой интенсивности на участках погружения фундамента под чехол рыхлых рудоперспективных отложений	
	Аномальные концентрации урана и сопутствующих- элементов в подземных водах, нередко на выходах эпигенетически измененных пластов	

Поисковые критерии	Характер проявления поисковых критериев в физических и геохимических полях	Методы выявления и масштабы работ
Чехлы молодых и древних платформ (возможно, слабо активизированные)		
Зоны сочленения молодых платформ с древними пенепленизированными складчатыми областями; внешние части молодых платформ; складчатые зоны на склонах молодых платформ	Обширные отрицательные гравитационные поля низкой интенсивности, граничащие по линейным зонам сравнительно низких горизонтальных градиентов Ag с положительным гравитационным полем	Палеофациальный и структурно-формационный анализ Анализ проявлений новейшей тектоники Гравиметровые съемки 1:1 000000 Аэромагнитные и аэрогамма-спектрометрические съемки 1 : 100000-1 : 50000
Краевые части угленосных бассейнов на крыльях синеклиз и в зонах прогибов в чехле щитов, примыкающие к выходам фундамента	Изометрические положительные и отрицательные аномалии силы тяжести, отражающие блоковое строение фундамента	Радиогидрохимическое опробование скважин, источников Опорное рекогносцировочное бурение (1 скв. на 100—120 км ²)
Зоны сочленения крупных плитообразных поднятий и региональных прогибов, обусловленных блоковым строением фундамента	Зоны сочленения обширных магнитных полей низкой интенсивности с дифференцированным магнитным полем	
Развитие рифогенных литокомплексов и молас-соидных отложений в межгорных и предгорных прогибах		
Наличие следов существования длительного континентального перерыва или развития кор выветривания до и после формирования угленосных бассейнов		

Таблица 34 Районные поисковые критерии и признаки, методы их выявления при прогнозно-геологических работах второго этапа		
Поисковые критерии и признаки	Характер проявления поисковых критериев и признаков в геологических, геофизических и геохимических полях	Методы выявления и масштабы работ
Краевые прогибы геосинклиналей и зоны перехода антиклинорий в синклинории, осложненные локальными антиклинориями с ядрами из калиевых гранитов	Докембрийские щиты и массивы Локальные отрицательные аномалии силы тяжести на фоне изометрических положительных гравитационных полей	Специализированная геологическая съемка масштаба 1:50 000 Структурно-формационный анализ Минералогическая петрологические исследования Гравиметровая съемка 1:50 000 Аэро- и (или) наземная магнитная съемка масштаба 1:50 000—1:25 000 Аэрогамма-спектрометрическая съемка масштаба 1:50 000—1:25 000 Литохимическая съемка масштаба 1:50 000 Картировочное и структурное бурение, проходка поверхностных горных выработок Каппаметрия, гамма-спектрометрическая съемка масштаба 1:50 000—1:25 000 Минералогическая петрографические исследования, геохимическая съемка Гамма-спектрометрическая съемка
Сложноскладчатые структуры (узкие складки, флексуры)	Линейно-вытянутые и замкнутые дифференцированные положительные аномалии магнитного поля высокой интенсивности	
Выступы-горсты блокового строения	Локальные положительные аномалии силы тяжести Знакопеременное магнитное поле	
Разнообразные проявления глубинных разломов: — интенсивные дизъюнктивные осложнения с образованием мелкоблоковых структур, поперечных, диагональных и кольцевых трещинных зон — наличие признаков длительного развития протяженных тектонических зон древнего заложения с образованием жил и тектонитов различной глубинности, новых опояривающих трещин и трещинных зон — развитие сложнзамкнутых узлов разломов	Наличие очковых текстур гнейсов и сланцев, гигантобудин гранитоидных тел, небольших овальных антиклиналей, сложенных мигматитами и гранитами; наличие в пределах разломных зон пегматоидов и более поздних милонитов и брекчий Линии локальных горизонтальных градиентов поля силы тяжести (до 5 мгл/км), участки резких перегибов изолиний Д ⁺ , разделяющие устойчивые гравитационные аномалии первого порядка, связанные с жесткими блоками плотных пород Узкие зоны сложнодифференцированных аномалий магнитного поля. Зоны и полосы пород с повышенной электропроводимостью	

с.л w Проявление по разломным зонам калиевой • гранитизации, аплитовидных гранитов, пегматитов 5 и метасоматитов " Развитие значительных (до 1х6 км ' и более) полей и зон натровых метасоматитов (альбит-микроклиновых пород и альбититов) с хлоритом, эпидотом, щелочным амфиболом и пироксенами — проявление хлоритизации, гематитизации, карбонатизации и калишпатизации вблизи разломов — развитие железо-магниевого (куммингтонит-магнетитовых сланцев и руд) и щелочных (эги-ринитовых, рибекитовых) метасоматитов и более поздних карбонатизации и окварцевания, образование существенно олигоклазовых пород — наложение на пегматоиды окварцевания, микроклинизации	Вытянутые узкие отрицательные аномалии AZ в дифференцированном интенсивном магнитном поле; характерное $K/Na = 1,5—2,5$ Наличие полос и зон с низким K/Na (0,5—0,01) на фоне участков с высоким K/Na Сложнодифференцированные аномальные поля и зоны суммарной радиоактивности	
Мелкоблоковое строение вулканогенно-осадочных толщ, прогибов, в том числе наложенных; — наличие среди массивов гранитоидов блоков или останцов метаморфических пород фундамента; — продольные, секущие, поперечные (в том числе сквозные) и диагональные системы разломов в массивах гранитов, их кровле и экзокон-тактах, часто с мелкоблоковыми перемещениями по ним Развитие в пределах интрагеоантиклиналей депрессий с мелкоблоковыми структурами, обусловленных разломами, оперяющими крупные (первого порядка) продольные, поперечные, диагональные и кольцевые разломные зоны 8 сл	Срединные массивы Изометрические положительные и отрицательные аномалии поля силы тяжести, разделенные протяженными зонами горизонтальных градиентов bg, отражающих мелкоблоковое строение наложенных прогибов Сложнодифференцированные магнитные поля, включающие линейные магнитные аномалии по границам отдельных блоков, линии нарушения корреляции и смещения магнитных аномалий Зоны пониженных значений r_k, линии нарушений их корреляции Складчатые области Изометрические положительные Поля силы тяжести, включающие ряд локальных аномалий с резким горизонтальным градиентом на участках перемены знака поля Концентрические знакопеременные магнитные поля низкой, реже средней интенсивности	Специализированная геологическая съемка масштаба 1:50 000 Структурно-формационный анализ Гравиметровая и магнитная съемка масштаба 1:50 000 ВЭЗ по опорным разрезам Электропрофилирование масштаба 1 : 50 000—1:25 000 Специализированная геологическая съемка масштаба 1 с 50 000 на основе маршрутных геолого-геофизических исследований, структурно-формаци-онного анализа, проведения грави-

Поисковые критерии и признаки	Характер проявления поисковых критериев и признаков в геологических, геофизических и геохимических полях	Методы выявления и масштабы работ
Наличие на ограниченных площадях депрессионных структур, обычно в узлах пересечения разноориентированных разломных зон, телескопированных различного состава субвулканических и гипабиссальных интрузивных тел — наличие в разрезах депрессионных структур постинверсионных (молодых) эффузивов андезитовой и липаритовой серий субщелочной, щелочноземельной специализации	Локальные отрицательные, реже положительные аномалии <i>Ag</i> , тяготеющие к зонам горизонтальных градиентов <i>Ag</i> и узлам их пересечения; положительные и отрицательные аномалии магнитного поля часто группируются в цепочки и полосы Системы коррелирующихся положительных и отрицательных линейных аномалий рк , отражающих детали складчатой структуры углисто-кремнисто-сланцевых толщ	магнитных) съемок масштаба 1 : 50 000—1:125 000 с интерпретацией получаемых данных, картировочного и структурного бурения по опорным профилям Минералого-петрографические исследования
Обогащение наиболее поздних дериватов липаритовой магмы Th, U, Mo, Pb, F, Zr; —обогащение пород фундамента (особенно гранитоидов) U, Mo, Pb, F, Zr Пликативные усложнения складчатого обрамления жестких блоков	Ореолы урана и сопутствующих элементов в коренных породах и коре выветривания эффузивно-экструзивных пород липаритового состава. Поля и зоны с повышенным кларковым содержанием U, ~ Mo, Zr, Pb в гранитоидных комплексах фундамента Сложно построенные линейные и изометрические магнитные аномалии, обрамляющие сравнительно спокойные магнитные поля жестких блоков	Литохимическая съемка масштаба 1 : «50000—1.25 000 Гамма-спектрометрическая съемка различных модификаций (аэро-, авто.) масштаба 1 : < 50 000 и крупнее в перспективных узлах и структурах Электропрофилирование на отдельных участках масштаба 1 : > 25 000 и крупнее Картировочное и структурное бурение, проходка поверхностных горных выработок
Анизотропность по физико-механическим и химическим свойствам рудовмещающей среды — наличие пород повышенной проницаемости (песчаников, туфов), чередующихся; с аргиллитами, сланцами, порфироидами	Сложно дифференцированное электрическое поле, структура которого подчеркивается направлением аномалий рк , характерных для маломощных. пластов пониженной и повышенной проводимости	Петрофизические исследования, электропрофилирование Магнитная съемка масштаба 1 : 25 000, каппаметрия

— Осложнение разреза пучками даек, экструзивными и субвулканическими телами — наличие рифогенных комплексов пород, восстановительных углеродистых фаций; — развитие контактовоизмененных аргиллит-алевролитовых пород, в том числе скарнов	Линейные и изометрические положительные и отрицательные магнитные аномалии, группирующиеся в линейные зоны по границам отдельных блоков	
Изометрические участки и линейные зоны интенсивного развития процессов кислотного выщелачивания с явлениями зональности в пределах основных систем разрывных нарушений — интенсивная фосфатизация известняков	Локальные линейные зоны пород с пониженной магнитной восприимчивостью на фоне дифференцированных магнитных аномалий. Линейные зоны и серии зон аномалий $r_k \min$, характерных для маломощного пласта пониженной проводимости	Каппаметрия, минералого-петро-графические исследования, магнитная съемка масштаба 1:50000—1:25 000, электропрофилирование
Проявления разновозрастного магматизма, особенно завершенных этапов развития геосинклинальных зон, с образованием полифациальных интрузивных, интрузивно-экструзивно-эффузивных липарит-гранитных, андезит-диоритовых формаций	Сложнодифференцированное магнитное поле, состоящее из линейных и изометрических как положительных, так и отрицательных магнитных аномалий по границам и в пределах отдельных блоков различной жесткости	Формационный анализ, магнитная съемка масштаба 1:50 000—1:25 000, петрографические и петрологические исследования
Активизированные области молодых и древних платформ		
Наличие признаков гидротермальной деятельности, в том числе руд W (Mo), Sn, Au, Pb, Zn и неравномерной радиоактивности Активизир< — Склоны крупных длительно развивающихся * поднятий, вблизи разломных зон Депрессии в фундаменте, палеодолины, палео-русла, примыкающие к зонам разломов по периферии впадин, выполненных терригенными континентальными (реже морскими) отложениями ю	Локальные изометрические положительные и отрицательные аномалии силы тяжести низкой интенсивности, осложняющие строение крупных положительных гравитационных полей в зонах горизонтальных градиентов &g и узлах их пересечения.	Аэрогамма-спектрометрическая съемка масштаба 1:50 000—1:25 000 Металлометрическая съемка масштаба 1 :.-50000 Структурно-фациальный, литолого-фациальный анализы на основе специализированного геологического картирования по результатам опорного бурения в масштабе 1:200000—1:100000 с использованием результатов интерпретации:

Продолжение табл. 34		
Поисковые критерии и признаки	Характер проявления поисковых критериев и признаков в геологических, геофизических и геохимических полях	Методы выявления и масштабы работ
Наличие горизонтов проницаемых сероцветных или красноцветных пород с длительным проявлением инфильтрации кислородсодержащих вод	Зоны распространения окислительной и восстановительной обстановок в пластовых водах, участки современного поступления из фундамента восходящих минерализованных вод	— ВЭЗ по опорным профилям, гравиметровой съемки в масштабе 1 :200000
Наличие органического вещества, углефициро-ванных органических остатков в проницаемых сероцветных фациях континентальных отложений, а также сульфидов, глауконита и других минералов двухвалентного железа	Ореолы урана по гамма-каротажу и литохимическим пробам, аномальные повышенные концентрации урана, радона в водных пробах	Аэрогамма-спектрометрические поиски масштаба 1 з 50 000 Гидрогеологический анализ, гидрохимическое опробование пластово-трещинных вод в скважинах опорного бурения Минералого-геохимические исследования керна скважин
Наличие эпигенетически окисленных и восстановленных участков водопроницаемых пород с признаками урановой минерализации	Дифференцированные поля аномальной радиоактивности в области питания подземных вод	
Наличие в обрамлении впадин гранитоидов и других пород с повышенным кларком урана		
	чехлы молодых и древних платформ	
Развитие предугольных палеодепрессий (впадин) как в кристаллическом фундаменте, так и в осадочном покрове	Аномальный характер гравитационного поля в области перехода конседиментационных подг нятий в депрессии, выражающийся в нарушении „рисунка" изоаномал, их сгущений и разрежений на отдельных участках и т. п.	Палеофациальный анализ Составление литологотфациальных разрезов на основе комплексного изучения керна скважин
Грабен-синклинальные структуры на склонах молодых и древних платформ	Область перехода поднятий в депрессии, а также положение в разрезе благоприятных фаций находят отражение и в характере графиков КМОВ	Гравиметровая съемка в масштабе 1 :500 000—1:200 000 Сейсморазведка — корреляционный метод отраженных волн (КМОВ)

Склоны конседиментационных поднятий в продольных прогибах, осложненные структурными иди структурно- эрозионными понижениями Варне внутреннего побережья шельфа	Ореолы урана в благоприятных фациях пород Аномальные повышенные концентраций урана, радона, в водных пробах Г	Колонковое бурение по опорным профилям (сеть 5— 6X0,5—0,8 км) Гидрогеологический анализ, л-идро- химическое опробование пластовых вод в скважинах опорного бурения. Гамма-каротаж Стандартный электрокаротаж
Развитие благоприятных для осаждения урана фаций, в том числе обогащенных оргвгйгческим и глинистым веществом или с сероводородным заражением по кромкам болот ¹ , в прибрежных зонах морских заливов, у конусов вывеса рек Наличие пестроцветных континентальных или терригенно-глауконитовых фосфоровоеных формаций, наличие сероцветных пачек в трансгрессивных сериях формаций	МГ'. " "	
Свидетельства проявления напорного режима пластовых или трещинных вод в угленосных пластах или в перекрывающих их красноцветных комплексах пород, длительности циркуляции урайсодержащих кислородных вод		
Наличие зон пластового окисления в крыльях артезианских бассейнов		
Наличие массивов гранитоидов в бортах пред-угольных депрессий с повышенным кларком урана		
Свидетельство о наличии повышенных концентраций урана в благоприятных для егр осаждения комплексах пород		

Таблица 35 Локальные поисковые критерии и признаки, методы их выявления при геологопоисковых работах масштаба 1:50000—1: 10000 и крупнее		
Поисковые критерии и признаки	Характер проявления поисковых критериев и признаков в геологических, геофизических и геохимических полях	Методы выявления и масштабы работ
Структурные ловушки оруденения в пределах полей щелочных и щелочно-карбонатных метасоматитов: — ветвление трещинно-разломных зон, узлы их сопряжения с образованием зон объемного ката-клаза, лестничные трещинные зоны, участки изгибов разломов по падению и простиранию; — пологие зоны и узлы их приращения к структурным швам главной зоны; — наличие зон мелкой приразломной складчатости, смятия и расланцевания, изгибы и погружения осей складок	Докембрийские щиты Изгибы осей корреляции аномалий minAZ Линейные зоны горизонтальных градиентов и точки перегиба изолиний Ag и AZ; пересекающиеся и прилегающие линейные зоны min AZ max и min An Аномалии % max	Крупномасштабное (1:10000 и крупнее) специализированное геологическое картирование на основе применения комплекса методов: — маршрутных геологических исследований; — гравиметровых съемок; — электроразведки (СЭП, КЭП, ДЭП, ВП); — минералого-петрохимических и геохимических исследований в сочетании с проходкой поверхностных горных выработок, поисково-картировочных и оценочных скважин Детальные (1:10 000 и крупнее) гамма- и гамма-спектрометрические поиски различных модификаций (пешеходные, авто-, шпуровые, бурением) в сочетании с литохимическим опробованием рудоперспективных комплексов на уровне представительного горизонта и в коренных породах *
Интенсивное и полное проявление тектонитов различных глубинных зон, гидротермально-мета-соматических процессов, особенно развитие минерализации внутренних зон метасоматической колонки	Цепочки резко локальных слабо коррелирующихся аномалий магнитного поля интенсивностью л-10 гамм, тяготеющих к зонам максимальных градиентов силы тяжести; локальные аномалии кажущихся сопротивлений; локальные mini]к на фоне широких max	
Аномалии и ореолы урана с промышленными концентрациями в отдельных пересечениях (разреза), а также ореолы сопутствующих элемен-	Проявляются на уровне представительного горизонта (кровля коренных пород, нижние горизонты коры выветривания) первичными и вто-	

тов: Pb, Zr, Be, Ti, V, Sn — для типа 12, Pb, V — для типа 11, Mo, Cu, As, Bi, Ag — для типа 14	ричными ореолами, контролируруемыми перспективными структурами (рудными ловушками) и зонами гидротермально измененных пород	
Ореолы Pb-206		

Срединные массивы		
Структурные ловушки оруденения: — круто- и пологопадающие остроосекающие и межпластовые трещинные структуры, узлы их пересечения и сопряжения с проявлением объемного катаклаза и брекчирования метасоматитов; ⁴ — наличие экранов оруденения в виде даек, экстррузивных тел, силл диабазов, горизонтов аргиллитов, сланцев, дорудных тектонических разрывов с глиной трения; — малоамплитудные усложнения крыльев и замковых частей складок высшего порядка (приразломные складки волочения, флексуры)	Линии горизонтальных градиентов аномалии ΔZ и ΔT : — Линии нарушения корреляции параллельных аномалий ΔZ, линейные границы характерных магнитных полей; — линейные положительные и отрицательные магнитные аномалии, обусловленные залечивающими тектонические нарушения интрузивно-экструзивными телами и дайками различного состава; — серии сближенных линейных аномалий ρ_к , характерные для маломощных пластов повышенной и пониженной проводимости; -локальные изменения простирания осей положительных и отрицательных аномалий ΔZ, а также аномалий ρ_к	Специализированная геолого-структурная съемка на основе: — маршрутных геолого-геофизических исследований; — структурно-формационного анализа; — гравимагнитных съемок крупномасштаба (1:25000 и крупнее) с трансформациями получаемых данных; — электроразведки (СЭП, КЭП, ГС, ДЭП, ВП) как в профильном, так и площадном (на отдельных геологически сложных участках) вариантах (масштаб 1:10000 и крупнее); — минералогическо-петрофизических и геохимических исследований по всем естественным и искусственным обнажениям (поверхностным горным выработкам, скважинам картировочного и поисково-оценочного бурения) Гамма-, гамма-
Наличие зон интенсивного и полного проявления дорудных метасоматических процессов с развитием внутренней кварц-альбитовой зоны: — наличие ореолов и зон кварц-серицитового изменения в комплексе с карбонатизацией, окварцеванием, иногда альбитизацией. Наличие процилитизации даек с увеличением содержания натрия в 2—20 раз. Развитие на флангах урансодержащих зон сидерит-гематит-сфалеритовой и кальцит-халькопирит-борнитовой минерализации	Ореолы развития минеральных ассоциаций, в том числе и рудной стадии процесса, совмещаемые с рудоконтролирующими литолого-структурными элементами различных порядков. Совмещение ореолов урана на уровне коренных пород и нижних частей разреза коры выветривания (представительных горизонтов поисков) с ореолами сопутствующих элементов, зонами гидротермальных изменений пород в пределах литолого-структурных ловушек оруденения	вспектротрические детальные поиски (масштаб 1:10000 и крупнее) различных модификаций *

Наличие фосфатизации вдоль Послойных и секущих трещин с наложением окварцевания и карбонатизации (доломит, анкерит) Аномалии и ореолы элементов- спутников, пространственно совмещенные с ореолами урана: Mo, Pb, Bi P, V, Tl, Zr, As; P, Th, Zr, Sr, Pb; Au, Sn, Fe, Se, Cu-, Pb, As, Ag, Bi; Mo, Pb, As		
---	--	--

Складчатые области

Структурные ловушки оруденения: — кольцевые и линейные разломы по периферии вулcano-тектонических структур; —зоны трещиноватости на участках развития субвулканических интрузий и экстрuzивных куполов, эксплозивных фаций липарит- гранитной формации; — наличие геологических образований, экранирующих оруденение; пологозалегающие дайки, горизонты пород с повышенной пластичностью; — наличие крутопадающих структур с внедрением интрузивных тел повышенной жесткости, обеспечивающих вместе с гетерогенностью разреза повышенную проницаемость вмещающих пород _	Дугообразные и линейные зоны горизонтальных градиентов силы тяжести, ограничивающие локальные положительные и отрицательные изометрические аномалии Ag Концентрические магнитные аномалии низкой интенсивности, пространственно совмещенные с дугообразными зонами горизонтальных градиентов Ag - / Линии смещения кольцевых и линейных магнитных аномалий, наиболее четко проявляющиеся по периферии вулканокупольных структур, совпадающие с аномалиями pkmnl	Детальная (масштаб 1:110000 и крупнее) специализированная съемка на основе: — маршрутных геологических исследований; — проведения аэромагнитных съемок и геологической интерпретации данных с применением различных трансформаций физических сполей, построением интерпретационных карт и разрезов, отражающих фрагменты (элементы) глубинного строения перспективных структур Электропрофилирование (СЭП, КЭП, ДЭП)
---	--	--

Развитие в приразломных зонах дорудной ааь-битизации, предрудных кварц-серицитовых (с пиритом) и кварц-гидрослюдистых метасоматиче-ских изменений, пространственно совмещенных с ореолами и проявлениями урана и сопутствующих элементов; с наложением в локальных узлах пирит-карбонат-хлоритовой минерализации	Линейные, дугообразные и изометрические области пониженных значений AZ ; в их пределах минимальные аномалии AZ , часто группирующиеся в цепочки, соответствуют участкам наиболее интенсивной гидротермальной проработки пород; дугообразные и линейные аномалии $r_k \min$, характерные для крутопадающего пласта малой мощности	Бурение поисково-картировочных и структурных скважин по опорным разрезам и в наиболее геологически сложных участках Минера лого-петрографические, петрофизические и геохимические исследования по естественным и искусственным обнажениям и керну скважин с отбором проб для геохимических исследований
Аномальные концентрации урана и пересечения с кондиционными содержаниями на отдельных разрезах, сопровождаемые аномальными концентрациями элементов-спутииков. Повышейные концентрации- РЬ-206 в зонах разрывных нарушений Наличие в карбонатах, флюоритах, баритах повышенных (до 0,01% в минералах) содержаний урана	Совмещенные ореолы урана и элементов-спутников. коренных породах и нижних горизонтах их кор выветривания, тяготеющие к зонам дробления, трещиноватости, повышенной пористости, периферических и центральных частях вулкано-купольных структур	Магниторазведка и электроразведка 1 i 10000 и крупнее Гамма- и гамма-спектрометрические детальные поиски различных модификаций (пешеходные, автошпуровые, плужные, бурением). Изотопный анализ свинца
Активизированные области молодых плшатформ		
области выкликивания зон пластового окисления с повышенными содержаниями или со сле-' дами ураноносности	Границы смены пластооокислённых (желтых, красных, розовых расцветок) и неокислеиных (серых) пород, сопровождающиеся урановым (с селеном, молибденом) оруденением; участки лнйеной, реже изометрической формы, в пределах проницаемых горизонтов с проявлением плаетово-трещинных и пластовых эпигенетических изменений, в том числевосстановительного характера (сульфидизация, битуминизация, карбониа-тизация), сопровождаемые урановой минерализацией Локальные аномалии кажущегося электрического сопротивления проницаемых пород Аномально высокие концентрации парамагнитных центров в кварцевых зернах красноцветных пород Аномалии гелия (водорода) в почвенном воздухе и водоносных пластах	Детальные (масштаб 1 : 50 000 и крупнее) литолого-фациальные lie- ⁴ следования , с построением профилей и планов (раздельно для каждого рудовмещающего горизонта проницаемых пород) в комплексе с геолого-структурным анализом mine-ралогеохимическим и бороздовым опробованием по керну поисковых колонковых скважин (сеть 1600— 800X400-100 м) Детальные поиски бурением (сеть 400—100x100-50 м) Гамма-каротаж Стандартный электрокаротаж и инклинометрия Изучение радиационных дефектов в кварцевых зернах из водопроницаемых горизонтов
Наличие проявлений эпигенетической зональности измененных пород в пределах разломных зон, в том числе эпигенетически восстановленных участков, наложенных на пластово-окисленные или первичнокрасноцветные породы		
Повышенные содержания урана и элементов-спутников (Mo, Se, Си и др.) в проницаемых отложениях, вплоть до промышленных пересечений по отдельным разрезам		

Чехлы молодых и древних платформ

Наличие зон четко выраженной мелкой ритмичности осадконакопления, а также седимента-ционных несогласий и внутриформационных размывов среди углевмещающей толщи		Палеофациальный анализ Составление литолого-фациальных профилей и планов по отдельным рудоперспективным горизонтам на основе комплексного изучения керна ■ поисково-картировочных и оценочных
Наличие эпигенетических изменений угленосных отложений (окисление)	Пестроцветное окрашивание, обеление верхних горизонтов угленосных отложений	скважин. (минералого-геохимические исследования) Поисковое и поисково-оценочное колонковое бурению. Гамма-каротаж. Стандартный электрокаротаж
Наличие русловых врезов в пласты углей Преимущественно лигнитовый тип углей		
Наличие в углистых фациях повышенных содержаний Se, Mo, V, U, Ni, Co, Си, As, обогащение ураном кровли или подошвы угольного пласта Наличие в продуктивных отложениях повышенных содержаний U, P, Th, V, Se, Mo, Co, Ni, F— для подтипа 33а, сульфидов железа U, Mo, Ni, Co, иногда Sr и Th —для подтипа 33б	Стратифицированные ореолы урана и сопутствующих элементов в продуктивных отложениях	



БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ

Заключение

*«...Велико есть дело во глубину земную разумомъ, куда
рукамъ и оку досягнуть возбраняетъ натура,
странствовать рассуждениемъ сквозь тесные расселины и
вечной ночью помраченные вещи и деяния выводить на
солнечную ясность...»*

Михайла Ломоносовъ