

УДК 552.323.6 (470.11)

© Коллектив авторов, 2006

ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КИМБЕРЛИТОВОЙ ТРУБКИ КЕПИНСКОЙ ПЛОЩАДИ, АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ

В.Ю.Абрамов, Ю.К.Голубев, А.А.Грачев, Т.М.Коновалова, М.М.Лаптев, Н.А.Прусакова (ЦНИГРИ Роснедра МПР России), П.О.Барсуков (ОИФЗ РАН), А.Г.Яковлев (МГУ)

Обобщенная геолого-геофизическая модель трубки построена на основе анализа геологической позиции района работ, петрофизических свойств кимберлитов, вмещающих и перекрывающих толщ. Построение модели необходимо для выработки оптимального комплекса заверочных геофизических технологий и методов при поисках кимберлитовых тел в Архангельской алмазонасной провинции.

Перед геофизическими поисковыми технологиями стоят следующие основные задачи:

геоэлектрическое картирование территории поисков по продольной электропроводности (S_z) горных пород и глубине залегания первого от поверхности проводящего слоя (H_z), геомагнитное картирование наблюдаемого магнитного поля (ΔT);

привязка к местности, детализация и выявление геоэлектрической природы аэроэлектроразведочных аномалий;

разбраковка и оценка перспективности выделенных локальных аномальных участков на наличие кимберлитовых трубок (выделение аномалий «трубочного типа»).

Анализ карт продольной электропроводности позволяет разделять горные породы по литологическому составу, выделять и проследивать линейные зоны повышенной и пониженной электропроводности (зоны повышенной трещиноватости, элементы тектоники и т.п.), с которыми может быть связан кимберлитовый магматизм. Привлечение сведений о глубине залегания первого от поверхности проводящего горизонта дает возможность районировать территорию по типам геоэлектрических разрезов, что необходимо для выбора наземных электромагнитных методов и методик проведения работ. По графикам наблюдаемого магнитного поля в пределах района можно выделять и проследивать зоны повышенной и пониженной магнитной восприимчивости горных пород с фиксацией на них локальных аномалий так называемого «трубочного типа».

Поисковый комплекс электромагнитных методов целиком определяется особенностями геоэлектрического строения осадочного чехла, в котором локализуются кимберлитовые трубки. Трубка, открытая ФГУП ЦНИГРИ, приурочена к Верхотинской рудоконтролирующей зоне разломов северо-восточного простирания (рис. 1).

Осадочный чехол представлен отложениями позднего протерозоя (V), среднего и позднего карбона (C_{2-3}), ранней перми (P_1), перекрытыми четвертичными породами различного происхождения.

Породы падунской свиты верхнего протерозоя, вмещающие кимберлитовые трубки, представлены в основном пестроцветными песчаниками и алевролитами. Удельное электрическое сопротивление пород изменяется от 70–200 Ом·м в верхней части разреза до 3–20 Ом·м в нижней. Граница резкого увеличения электропроводности (на порядок и больше) отмечается на глубинах 100–250 м и практически не увязывается с заметным изменением литологического состава отложений, что позволяет отождествить ее с верхней границей сильно минерализованных грунтовых вод.

Непосредственно на верхнепротерозойских породах залегают средне-верхнекаменноугольные, которые являются перекрывающими для известных в районе кимберлитовых трубок. В основании среднекаменноугольных отложений залегают алевролиты, песчаники и гравелиты урзугской свиты, не отличающиеся по электропроводности от подстилающих пород позднего протерозоя. Их удельные электрические сопротивления колеблются в пределах 100–300 Ом·м при средних значениях 150–200 Ом·м.

К наиболее высокоомным отложениям в районе относятся карбонатные среднекаменноугольные и нижнепермские породы с удельными электрическими сопротивлениями 300–500 Ом·м.

Четвертичные отложения представлены комплексом ледниковых, аллювиальных, озерных и морс-

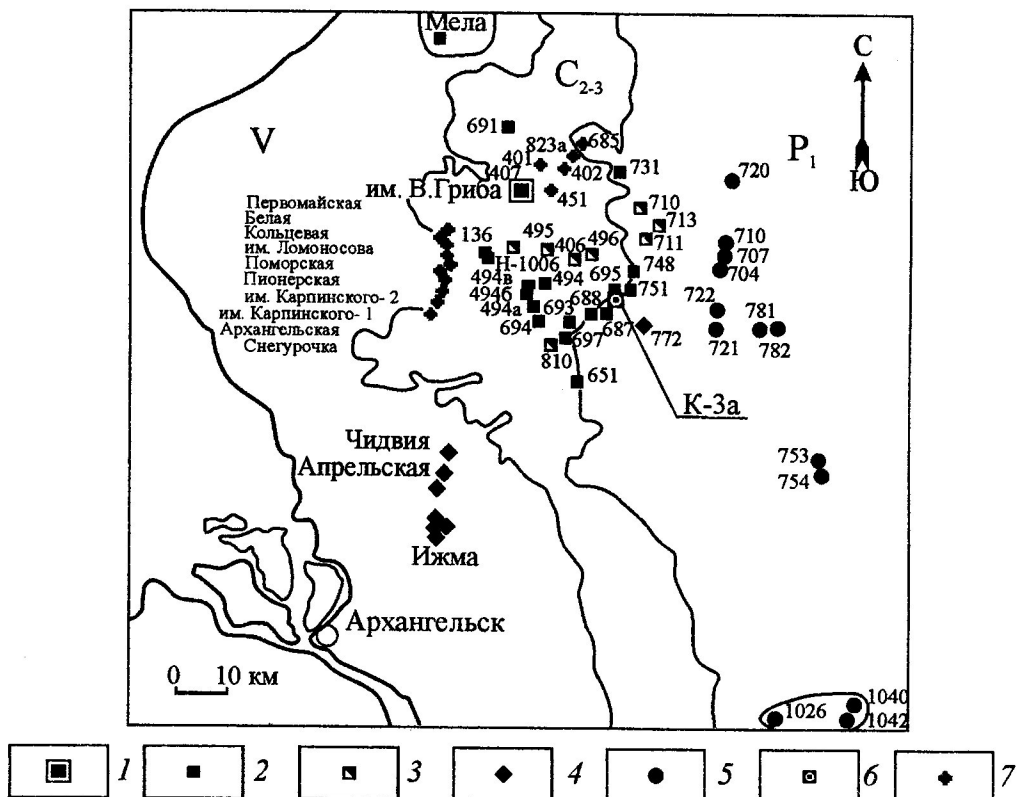


Рис. 1. Обобщенная схематическая карта размещения кимберлитовых и мелилититовых магматических тел Архангельской алмазоносной провинции:

1 — трубка месторождения им В.Гриба; 2 — слабоалмазоносные кимберлиты; 3 — пикриты, оливиновые мелилититы; 4 — оливин-пироксеновые мелилититы; 5 — толеитовые базальты; 6 — кимберлитовая трубка аномалии К-3а; 7 — оливин-флогопитовые мелилититы

ких образований. Из-за пестроты состава соответствующие удельные электрические сопротивления варьируют в весьма широких пределах от 10–15 Ом·м для глин до 500–800 Ом·м для песков и торфов.

Известные в районе кимберлитовые трубки имеют в плане округлую или эллипсовидную формы с размерами в поперечнике 100–500 м и залегают на глубинах от первых десятков до 100 м и более.

Породы, выполняющие трубки, представлены в основном эруптивными брекчиями, состоящими из обломков вмещающих верхнепротерозойских пород, сцементированных сапонит-карбонатной массой. Кимберлитовые брекчии характеризуются заметно различающимися для каждой трубки значениями удельных электрических сопротивлений. В среднем они составляют 15–35 Ом·м, а в отдельных случаях (центральная часть кимберлитовых тел) — 20–30 и до 100 Ом·м.

По данным петрофизических исследований по-

род кимберлитовых трубок, а также вмещающих и перекрывающих отложений с использованием данных полевых геофизических и геологических наблюдений составлена обобщенная геолого-геофизическая модель трубки взрыва, характерная для районов севера Русской платформы (рис. 2).

Перечисленные выше геолого-геофизические особенности строения осадочного чехла, в котором локализуются кимберлитовые трубки на Кепинской площади, предопределили существенную неоднозначность результатов классических геофизических поисковых методов, опирающихся на наземную магниторазведку в сочетании с гравиразведкой и аудиоманнитотеллурическим зондированием (АМТЗ) и двухпетлевым индуктивным методом (ДИМ). Все это говорило о настоятельной необходимости детального опробования и оценки новых нетрадиционных электроразведочных методов. В качестве дополнительного поискового критерия нами сформулирован следующий тезис: кимберлитовые

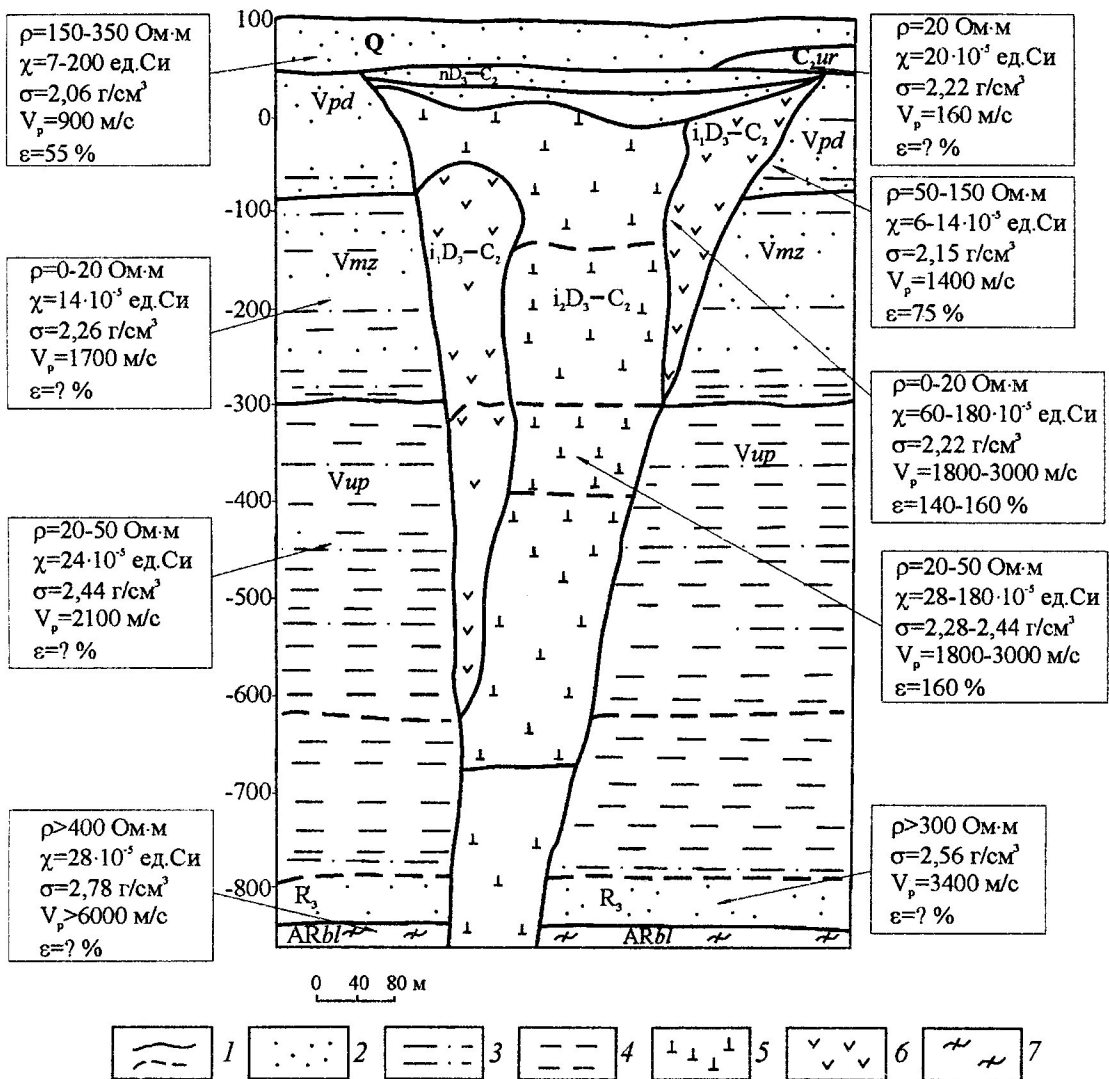


Рис. 2. Обобщенная геолого-геофизическая модель кимберлитовой трубки Архангельской алмазоносной провинции:

1 — геологические границы; 2 — пески, песчаники; 3 — алевролиты; 4 — аргиллиты; 5 — ксенотуфобрекчи; 6 — автолитовые брекчи; 7 — гранитогнейсы

вое тело — изотропный геоэлектрический объект в анизотропных горизонтально-слоистых вмещающих породах, перекрытых анизотропными горизонтально-слоистыми породами.

Сформулированный подход в сочетании с магниторазведкой, измерением поля промышленных помех (50 и 100 Гц), зондированием становлением поля в ближней зоне (Team-Fast) и технологией аудиоманнителлурического зондирования позволили выявить и рекомендовать под заверку бурением аномалию, которая предшественниками не считалась перспективной. Данная аномалия выделена по

результатам аэромагнитной съемки м-ба 1:10 000 в 80-х годах XX в., подтверждена по результатам аэромагнитной съемки м-ба 1:5000 в 2004 г. на основе современных методов интерпретации и наземных электроразведочных работ м-ба 1:5000. Буровые работы полностью подтвердили вывод о перспективности выявленной геофизической аномалии (рис. 3, 4) — на расчетной глубине вскрыты кимберлитовые породы. Из второй заверочной скважины, вскрывшей вмещающие породы золотицкой посвиты (песчаники), проведено радиопросвечивание в варианте скважина-поверхность. В результа-

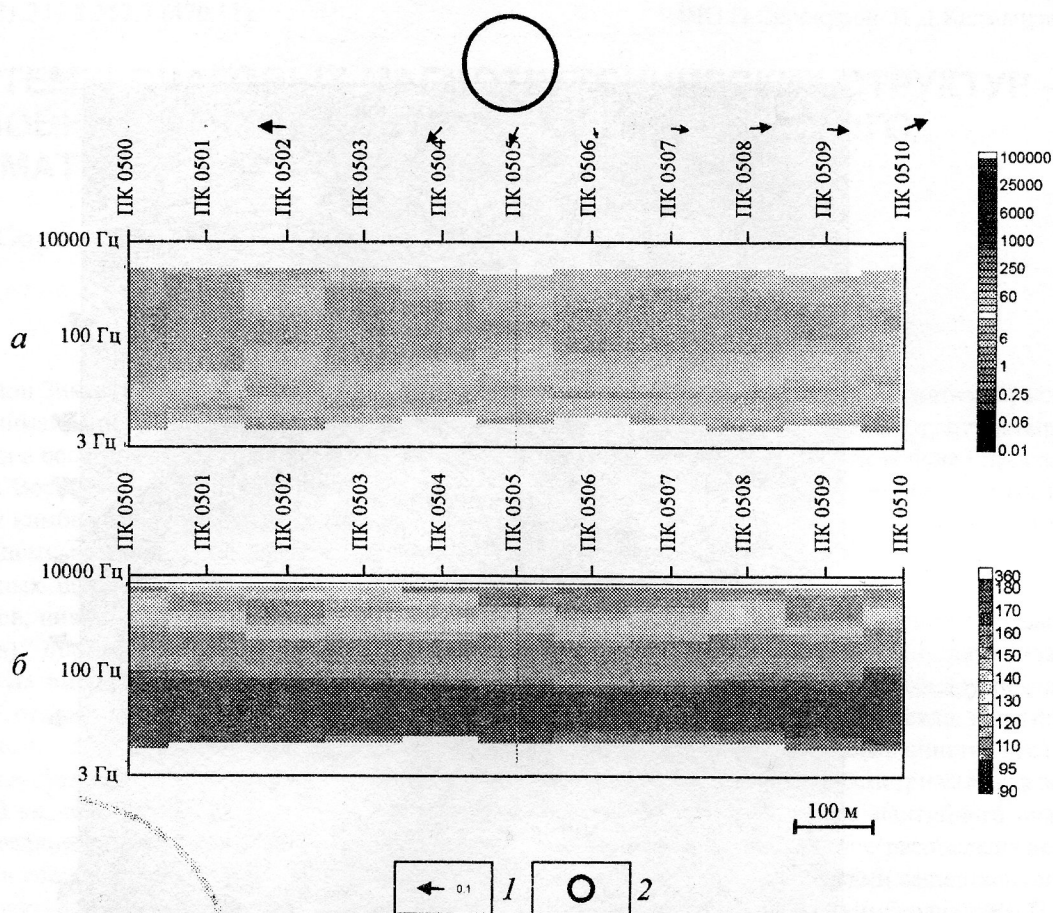


Рис. 3. Результаты работ методом АМТЗ по профилю 5 на аномалии 3а (разрезы):

a — кажущегося сопротивления, Ом·м; *b* — фаз импеданса компоненты ХУ; 1 — индукционные стрелки аномалии К-3а на частоте 1 кГц (0,1 — масштаб стрелки); 2 — предположительное положение кимберлитовой трубки

те зафиксирована отражающая граница в 30 м от второй скважины, совпадающая с контуром нулевой изолинии аэромагнитной аномалии и контуром изолинии 70 Ом·м электроразведочной аномалии, полученной по методу АМТЗ (см. рис. 3).

Над трубкой аномалии К-3а по материалам аэромагнитной съемки (АМС-10) В.И.Сотниковым выделена изометричная аномалия (693в) интенсивностью до 3,5 нТл. Результаты аэроэлектромагнитной съемки ДИП-А м-ба 1:25 000 показывают над ней совпадение электроразведочной и аэромагнитной аномалий, причем контур первой несколько смещен к северу. Вероятно, он обусловлен как самой трубкой, так и возможным фрагментом четвертичной палеодолины в ее северо-восточной части.

В 2004 г. Амакинской экспедицией АК «АЛРОСА» проведена высокоточная аэромагнитная съем-

ка м-ба 1:5000 (АМС-5), не показавшая существенного (в 2–3 раза) увеличения контрастности аномалии, обычно фиксируемого при переходе к детальным съемкам над слабомагнитными трубками (Первомайская, Белая). По наземным геофизическим детализационным работам размеры магнитной аномалии составили 300×400 м, интенсивность в эпицентре — 4 нТл. По результатам съемки м-ба 1:5000 эпицентр аномалии сместился на 100 м к северо-востоку. Заверочная скважина, пробуренная по эпицентру, как и предыдущие, вскрыла кимберлит на глубине 75 м. Несовпадение эпицентров геофизических аномалий, полученных разными методами, проявилось и при наземных электромагнитных работах. Эпицентр аномалии по аудиомагнитотеллурическому зондированию АМТЗ, выполненному аппаратурой фирмы Phoenix, совпал с эпи-

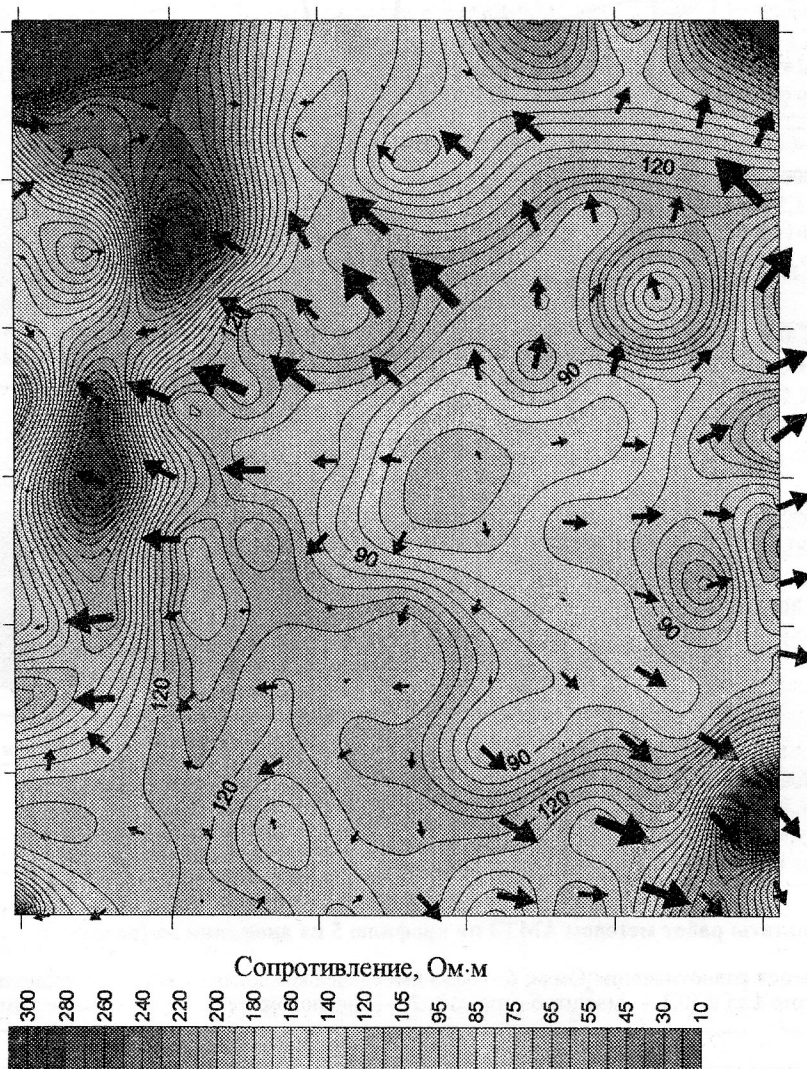


Рис. 4. Результаты работ методом АМТЗ на аномалии 3а (погоризонтный план):

усл. обозн. см. рис 3

центрами аэромагнитной и наземной магнитной аномалий и подтвердился скв. К3а-1. Эпицентр аномалии, полученной методом зондирования становлением поля в ближней зоне (ЗСБЗ – Team-Fast), сместился на восток на 300 м, но также подтвердился скв. К3а-3. Все это указывает на вероятную контрастность внутреннего строения кимберлитовой трубки по физико-химическому составу и петрофизическим свойствам. Частичное подтвержде-

ние сделанное предположение нашло при петрофизических измерениях керна скважин. Измерение магнитной восприимчивости (МВ) показало, что с ростом глубины не только возрастает магнитная восприимчивость кимберлитов, но появляется отчетливо выраженная анизотропия магнитных свойств. Так, вдоль оси керна МВ в 1,5–2 раза ниже, чем поперек. С глубиной выявленная анизотропия растет.