
НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК (571.56)550.312:552.323.6

Новая методика анализа геофизических данных при прогнозно-поисковых исследованиях в Накынском кимберлитовом поле (Западная Якутия)

Н.И. Горев, А.В. Новопашин, А.В. Герасимчук, Е.В. Проценко, Ф.К. Зайцевский

Научно-исследовательское геологоразведочное предприятие АК «АЛРОСА» (ПАО), г. Мирный

Разработана и апробирована на примере Накынского кимберлитового поля методика, базирующаяся на обработке материалов геофизических исследований скважин (ГИС) в площадном виде, позволяющая выявлять локальные геофизические признаки размещения коренных месторождений алмазов. Материалом исследований послужили данные 4 методов ГИС: каротажа магнитной восприимчивости, гамма-каротажа, каротажа скважинной магниторазведки и индукционного каротажа.

Наиболее информативным является гамма-картаж по погребенным породам нижнего палеозоя, отражающий важные особенности геолого-структурного строения Накынского рудного поля и его флангов. Установлено, что рудообразующая система, включающая кимберлитоконтролирующие и кимберлитовмещающие разломы, а также околотрубочное пространство всех кимберлитовых тел поля, отличается, наряду с кимберлитами, пониженными значениями естественной радиоактивности. Достаточно уверенно выделяется диагональный рудовмещающий разлом, который другими геолого-геофизическими методами устанавливается ненадежно, либо не картируется. Кроме известных рудоносных структур, в пределах поля прослеживаются линейные зоны и аномалии различной морфологии и размеров, характеризующиеся пониженной естественной радиоактивностью, часть которых требует более детального изучения.

При использовании данной методики на других кимберлитовых полях следует учитывать, что радиоактивность и прочие физические свойства как кимберлитов, так и окружающих их пород, могут значительно варьировать. Внедрение в комплекс поисковых работ предлагаемой методики позволит повысить эффективность геологоразведочных работ на алмазы в «закрытых» районах Западной Якутии.

Ключевые слова: алмазопроисковые работы, картаж, радиоактивность, Накынское кимберлитовое поле, разлом, аномалия.

New Technique of Geophysical Data Analysis During Forecast-Prospecting Investigations in Nakyn Kimberlite Field (Western Yakutia)

N.I. Gorev, A.V. Novopashin, A.V. Gerasimchuk, E.V. Protsenko, F.K. Zajcevskij

Research Geological Prospecting Enterprise (NIGP) of ALROSA PJSC, Mirny

Technique, basing on processing of the materials of geophysical investigations of boreholes (GIB) in the areal view, allowing revealing local geophysical indications of primary diamond deposits' allocation, has

ГОРЕВ Николай Иванович – к.г.-м.н., в.н.с., e-mail: GorevNI@alrosa.ru; НОВОПАШИН Александр Владимирович – к.г.-м.н., н.с. e-mail: NovopashinAV@alrosa.ru; ГЕРАСИМЧУК Александр Витальевич – к.г.-м.н., дир., e-mail: GerasimchukAV@alrosa.ru; ПРОЦЕНКО Елена Викторовна – с.н.с., e-mail: ProtsenkoEV@alrosa.ru; ЗАЙЦЕВСКИЙ Федор Константинович – зав. лаб., e-mail: ZaitsevskiyFK@alrosa.ru.

been developed and tested on the example of the Nakyn kimberlite field. Data of 4 methods of GIB have served as the material for investigations: logging of magnetic susceptibility, gamma-ray logging, borehole geomagnetics and induction logging.

Most informative are the data of gamma-ray logging on buried rocks of Lower Paleozoic, reflecting important features of geologic-structural constitution of the Nakyn field and its flanks. It was established that the ore-forming system, including kimberlite-controlling and kimberlite-bearing faults, as well as neighboring to the pipes space of all kimberlite bodies of the field, differs, along with the kimberlites, by decreased values of natural radioactivity. Diagonal kimberlite-bearing fault has been distinguished with sufficient confidence, though it is specified by other geologic-geophysical methods unreliably, or practically does not succumb to mapping. Besides known ore-bearing structures, linear zones and anomalies of various morphology and size can be traced within the field, characterized by decreased natural radioactivity, part of which requires a more detailed research.

When employing this technique on other kimberlite fields one should consider that radioactivity and other physical properties of both kimberlites and surrounding them rocks may vary significantly. Involvement of the proposed technique into the complex of prospecting works will allow increasing efficiency of geological-exploration works on diamonds in "closed" regions of Western Yakutia.

Key words: diamond-prospecting works, logging, method, radioactivity, Nakyn kimberlite field, fault, anomaly.

Введение

Эффективность детальных поисковых работ по выявлению погребенных месторождений алмазов в Западной Якутии значительно снизилась по сравнению с поисками на площадях открытого типа [1]. Наличие в перекрывающих отложениях образований трапповой формации и других помех отрицательно влияет на эффективность практически всех геофизических методов [2–7]. По разным причинам значительно упала результативность шлихоминералогического метода, с применением которого в 50–60-е годы прошлого столетия были открыты все коренные месторождения алмазов и основная масса кимберлитовых тел, выходящих на дневную поверхность.

В геологически «закрытых» районах Западной Якутии, куда в настоящее время смещены алмазопромышленные работы, шлихоминералогический метод остается основным и осуществляется преимущественно путем опробования керна скважин, проходка которых сопровождается комплексом геофизических исследований скважин (ГИС). На этапе детальных поисковых работ производится сгущение сети скважин до 500х500 – 200х200 м и плотнее. Но даже предложенная сеть горных выработок не гарантирует выявления небольших по размерам кимберлитовых тел. Существуют многочисленные причины, не позволяющие столь же оперативно, как ранее, открывать погребенные месторождения алмазов, поиски которых продолжаются уже более 60 лет.

В настоящее время внедряются разнообразные методы и методики, нацеленные как на непосредственное обнаружение кимберлитовых тел, так и на выявление различных признаков околотрубочных структур, рудомещающих и

рудоконтролирующих разломов и пр. Однако прикладные результаты этих разработок еще далеко неоднозначны, поэтому требуется дальнейшее совершенствование критериальной базы прогноза и поиска коренных месторождений алмазов. Нижеприведенная методика ориентирована на выявление локальных критериев кимберлитового магматизма.

Материалы и методы исследований

Для анализа материалов ГИС, при проведении детальных поисковых работ, авторами предлагается методика, имеющая в своей основе расчет выборочного среднего для совокупности значений каротажных измерений по стволу скважины. При этом средняя арифметическая величина выборки используется для получения обобщающей характеристики некоторых массивов каротажных измерений, соответствующих различным стратиграфическим уровням осадочного чехла. В их числе: перекрывающие образования по отдельным свитам и пачкам; кимберлитомещающие породы как в целом, так и по отдельным свитам и геофизическим пластам; индивидуально могут анализироваться образования карста и коры выветривания.

Рассматриваемая методика организована в соответствии с тем принципом, что определение выборочного среднего проводится для набора пространственно-координированных скважин и анализ расчетного параметра осуществляется в площадном варианте с привлечением дополнительных геологических данных. Такой принцип, основанный, по сути, на использовании геоинформационного подхода, позволяет осуществлять поиск пространственных закономерностей в распределении осредненных данных каротажа, которые крайне сложно проанализировать иным

способом, например, изучением каротажных кривых по отдельным скважинам или разрезам.

Вместе с тем решение вышеозначенной задачи предполагает ряд относительно сложных операций над данными, поскольку для каждой точки наблюдений необходимо обеспечить автоматизированный поиск измерений каротажа, соответствующих заданному интервалу, определить количество этих измерений, их сумму и в итоге – выборочное среднее. Кроме того, необходима частичная интеграция геоинформационных систем и систем хранения данных, что связано как с функциональными особенностями задействованных программных средств, так и с различием форматов хранения и представления данных в этих средах. Разработанная методика устанавливает способы сбора и обработки исходных материалов документации керн и геофизического каротажа по точкам наблюдений, определяет алгоритм автоматизированного расчета выборочных средних для различных методов скважинной геофизики, а также содержит набор приемов, позволяющих визуализировать результаты вычислений и проводить статистический анализ выборов.

Источником исходных данных послужила информационная система интеграции, хранения и обработки геолого-геофизической информации (ИСИХОГИ) Ботуобинской геологоразведочной экспедиции (БГРЭ) АК «АЛРОСА» (ПАО). Хранящийся в этой системе внушительный объем информации в виде материалов документации керн и геофизического каротажа скважин колонкового бурения, а также их формат и организация доступа к этим данным во многом определяют возможность применения разработанной методики.

Программная реализация методики в значительной степени базируется на использовании платформы ArcGIS 10.3 в комплексе с двумя авторскими Python-сценариями, которые автоматизируют основную часть рутинных процессов по управлению пространственными данными. При этом используются программные модули ArcGIS «arcgisscripting» и «ArcPy», которые содержат набор функций и классов для работы с данными ГИС. Эти модули обеспечивают программный доступ к инструментам обработки геоданных [8].

С привлечением программных средств экспорта ИСИХОГИ БГРЭ исходные данные записывались в Excel-файлы с установленным набором листов, которые соответствуют различным группам информации (стратиграфии, литологии, ГИС, геохимии, минералогии и т. д.). Импорт данных из электронных таблиц в базу геоданных ArcGIS осуществлялся посредством первого авторского Python-сценария, который считы-

вает из каждого Excel-файла информацию по координатной привязке скважин, литостратиграфическим подразделениям и ГИС для каждой точки наблюдений и записывает их в атрибутивную таблицу класса пространственных объектов ArcGIS [9]. Второй авторский Python-скрипт на основе трансформированных данных определял выборочное среднее и стандартную ошибку среднего для каждой точки наблюдения. Визуализация результатов вычислений проводилась с помощью инструментов геообработки модуля Spatial Analyst.

Основное преимущество данной методики перед другими наземными геофизическими заключается в том, что она позволяет исключить влияние перекрывающихся образований, поскольку измерения осуществляются по всему стволу скважины через 20 см. Это дает возможность достаточно детально (при необходимости – объемно) охарактеризовать отдельные части разреза: кимберлитовмещающие породы, перекрывающие, отдельные пласты и пр. Например, при проходке скважины по кимберлитовмещающим породам от 10 до 50 м, как принято в практике алмазопроисковых работ, в них производится 50–250 замеров соответственно, что дает возможность создавать при необходимости и объемные модели. Следует также иметь в виду, что бурение поисковых скважин в Западной Якутии, с начала 80-х гг. прошлого века в ГРК АК «АЛРОСА» сопровождается комплексом ГИС, объемы выполненных исследований огромны – миллионы погонных метров (п.м.), как минимум, двумя методами в каждой скважине: КМВ и ГК. Имеющаяся цифровая информация по предлагаемой методике нуждается лишь в камеральной обработке, а аналоговые каротажные диаграммы при необходимости могут быть оцифрованы. Положительным фактором является также то, что каротаж выполняется в скважинах, пройденных с отбором керн, поэтому обнаруженные аномалии могут быть оперативно проверены непосредственно (визуально) в керне, либо установлены физическими измерениями и др. способами, без высокочрезвычайных затратных заверочных работ. Цифровой формат ГИС позволяет считывать и обрабатывать большие массивы этих данных в сжатые сроки, делать по ним различного рода выборки, производить всевозможные преобразования и расчеты с привлечением компьютерных технологий. Следует отметить, что гамма-излучение, измеряемое при гамма-каротаже, включает так называемое фоновое излучение (фон), вызванное космическим излучением, которое резко снижается с глубиной и в нескольких десятках метров от поверхности на результатах измерений уже не сказыв-

вается [10]. В настоящее время практически 100% поисковых скважин сопровождается каротажем. Комплекс ГИС включает: каротаж магнитной восприимчивости (КМВ), гамма-каротаж (ГК), скважинную магниторазведку (СМ) и индукционный каротаж (ИК).

Результаты и обсуждение

Объектом исследований послужило Накыинское кимберлитовое поле (НКП), поскольку оно изучено достаточно детально, и практически все скважины сопровождалось каротажем в цифровом виде. Материалы каротажа, представленные в ИСИХОГИ БГРЭ, позволили проанализировать физические свойства нижнепалеозойских отложений с разной детальностью. Сеть поисковых скважин в пределах НКП изменяется от 100x100 до 1000x1000 м, а на его флангах, как правило, более разряженная (рис. 1). Встречаются участки, где данные ГИС в ИСИХОГИ БГРЭ отсутствуют. Оптимальной для картирования средне-, крупномасштабных кимберлитовых таксонов следует считать сеть скважин 250x250 м, поскольку при более значительном расстоянии между точками наблюдений, предлагаемая методика может срабатывать только на крупные объекты. Расчет выборочного среднего значений каротажных измерений осуществлялся по кимберлитовмещающим породам нижнего палеозоя в целом. Всего обработано 7310 скважин, для различных методов ГИС проанализировано 631295 п.м. Расчет выполнен для таких методов скважинной геофизики как: КМВ, ГК, СМ и ИК. Объем исследований: ГК (6058 скв., 200294 п.м.), КМВ (5766 скв., 189437 п.м.), СМ (5637 скв., 189831 п.м.), ИК (1083 скв., 51734 п.м.). По отмеченным видам ГИС на Дяхтарский куст НКП по кимберлитовмещающим породам нижнего палеозоя составлены схемы осредненных значений. Для гамма-каротажа и ИК, совмещенных с упрощенной тектонической основой, они приведены на рис. 1 и 3.

Наиболее информативными представляются материалы ГК, полученные по кимберлитовмещающей среде, поскольку они даже визуально отражают многие особенности геолого-геофизического строения НКП. Данный факт имеет, вероятно, генетическую природу, поскольку естественная радиоактивность кимберлитов Накыинского поля (в среднем 3 мкР/ч тело Майское), [материалы ИСИХОГИ БГРЭ] в разы ниже таковой нижнепалеозойских кимберлитовмещающих пород (порядка 10 мкР/ч в среднем). Вполне возможно, что при становлении кимберлитовых тел происходил вынос радиоактивных элементов из ближайшего кимберлитовмещающего пространства и рудообразую-

щей системы в целом. Особенно отчетливо это наблюдается вблизи кимберлитовых тел (рис. 1–2). Следует отметить, что минимальными значениями радиоактивности отличается диагональное кимберлитовмещающее нарушение, а также кимберлитоконтролирующие разломы, на участках сопряжения с рудовмещающими нарушениями и кимберлитовыми телами (рис. 1). Учитывая, что известными методами диагональный разлом не обнаруживается или выделяется крайне неуверенно, его идентификация является новым шагом в картировании рудоносных структур, как и выявление других локальных аномалий радиоактивности. При расчетах, чтобы исключить аномалии, связанные непосредственно с кимберлитами и глубокими горизонтами чехла, порой отличающихся гамма-активностью, из выборки были удалены данные по глубоким скважинам (более 300 замеров) и скважинам, пройденным по кимберлитам. Разрез (рис. 2) через кимберлитовое тело Майское показал, что в ближайших к нему скважинах, средняя гамма-активность пород нижнего палеозоя минимальна (4,3–7,4 мкР/ч), а на удалении от него увеличивается до 8–13 мкР/ч. Наиболее вероятно, что низкая радиоактивность обусловлена наложенными процессами. Это вполне логично, поскольку гамма-активность кимберлитов тела Майское не превышает 3 мкР/ч.

Кроме известных рудоносных структур, в пределах поля прослеживаются линейные зоны и аномалии различных размеров, характеризующиеся пониженной гамма-активностью, которые могут представлять прогнозный интерес. Они нуждаются в более детальном изучении, как перспективные на кимберлиты.

КМВ менее информативен. Уверенно выделяются разломы, сопровождаемые дайками долеритов, имеющими в Накыинском кимберлитовом поле широкое распространение и обладающие высокой магнитной восприимчивостью (более 3 тыс. Ед. СИ). Для выявления слабых контрастных аномалий все точки со значениями интенсивности магнитной восприимчивости более 46 Ед. СИ были исключены из выборки. На полученной схеме, на контактах практически всех кимберлитовых тел проявились локальные аномалии с повышенными значениями магнитной восприимчивости. Такие аномалии встречаются в пределах рудного поля не часто и они, возможно, представляют поисковый интерес.

Магнитный каротаж отличается довольно высокой чувствительностью к литологической (породной) составляющей, обусловленной вскрытием различных стратиграфических горизонтов нижнепалеозойских пород и зависящей от глубины скважины. То есть, интерпретация мате-

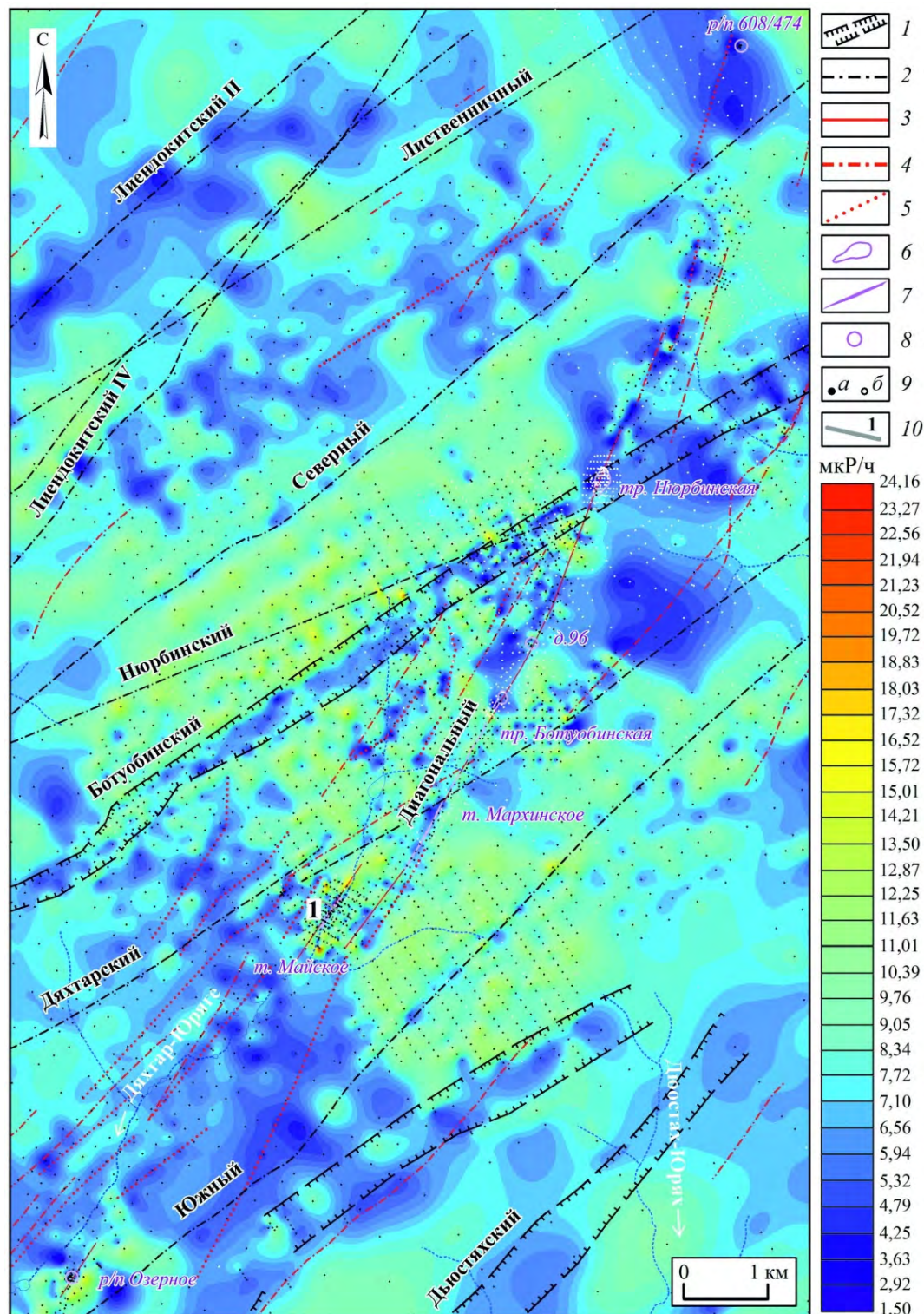


Рис. 1. Схема осредненных значений данных гамма-каротажа в породах нижнего палеозоя Дяхтарского куста кимберлитовых тел Накынского кимберлитового поля, мкр/час.: 1 – разломы Вилуйско-Мархинской зоны, потенциально кимберлитоконтролирующие, выраженные грабенами в структуре платформенного чехла, фрагментарно залеченные дайками долеритов; 2 – разломы Вилуйско-Мархинской зоны, не выраженные в структуре платформенного чехла, залеченные дайками долеритов; 3 – диагональный кимберлитовмещающий разлом, слабовыраженный (скрытый); 4 – предполагаемые по геолого-геофизическим данным кимберлитовмещающие разрывные нарушения; 5 – предполагаемые кимберлитовмещающие нарушения по данным гамма-каротажа; 6–8 – Накынский среднепалеозойский кимберлитовый комплекс: 6 – кимберлитовые трубки; 7 – кимберлитовые тела, дайки; 8 – рудопроявления кимберлитов; 9 – скважины: 9а – с данными каротажа; 9б – данные каротажа отсутствуют; 10 – положение разреза 1; 11 – шкала значений каротажа

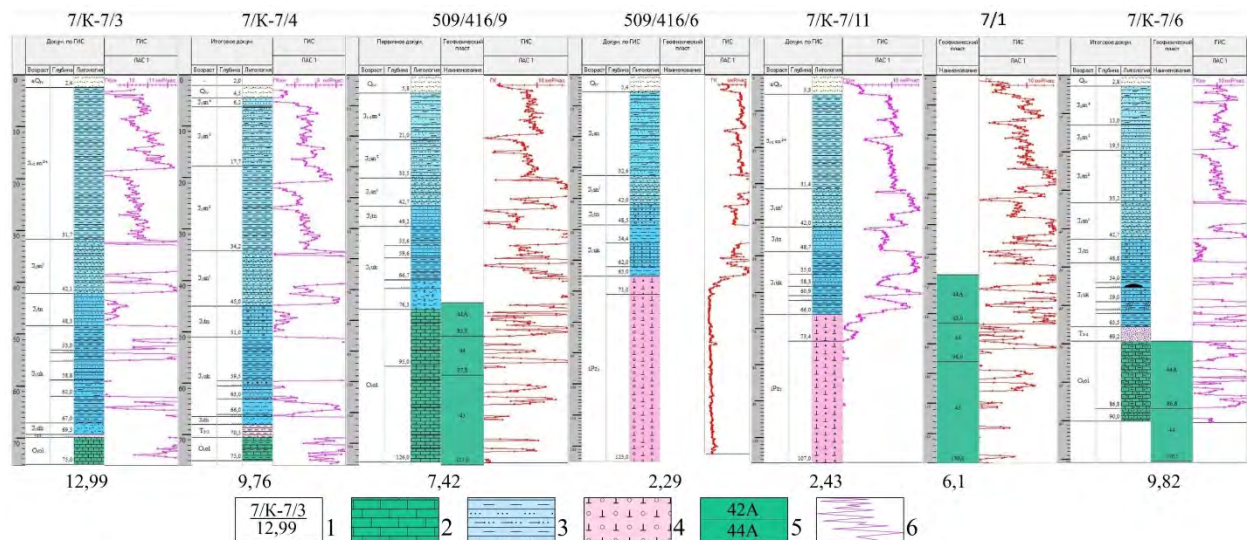


Рис. 2. Разрез по линии 1. Осредненные значения результатов гамма-каротажа по кимберлитам тела Майское и породам нижнего ордовика (линию разреза см. на рис. 1): 1–6 – поисковые скважины: 1 – сверху номер скважины, внизу среднее значение естественной радиоактивности, мкР/ч.; 2–4 типы пород: 2 – кимберлитовмещающие терригенно-карбонатные породы нижнего ордовика, 3 – перекрывающие терригенные отложения нижней юры, 4 – кимберлиты; 5 – геолого-геофизические пласты и их номера; 6 – диаграммы гамма-каротажа

риалов магнитного каротажа требует более углубленного (всестороннего) анализа. Кроме того, при анализе данных СМ не учитывались вариации магнитного поля, что также может вносить ошибку в измерения. На схеме уверенно прослеживается Южный разлом, залеченный мощной дайкой долеритов.

Индукционным каротажем (рис. 3) выделяются изометричные зоны проводимости и высокоомные участки не связанные, как правило, с дизъюнктивной тектоникой. Сеть наблюдений редкая и неравномерная. Детально изучен локальный участок кимберлитового тела Майское. Он приурочен к проводящей неоднородности размерами 400x450 м, находящейся в пределах высокоомного участка, имеющего сложную форму (рис. 3). Другие кимберлитовые тела также тяготеют к аномалиям проводимости. Жила Мархинская приурочена к контрастной проводящей аномалии, а кимберлитовые тр. Нюрбинская и Ботубинская находятся на границе низко- и высокоомных участков. Четкой приуроченности кимберлитов к проводящим зонам не наблюдается, хотя их тяготение к низкоомным участкам требует, возможно, более детального изучения последних.

Проведенный статистический анализ показал, что стандартная ошибка среднего для выборки, соответствующей набору измерений ГИС в кимберлитовмещающих отложениях, зависит как от степени углубки в карбонатные породы, так и от литологического разнообразия этих по-

род. Таким образом, при итоговом рассмотрении полученных результатов, эти факторы подлежат обязательному учету.

Выводы и заключение

1. Материалы ГИС, проанализированные по разработанной методике показали, что с их помощью картируются различные элементы геолого-геофизического строения.

2. Отложения кембрия и ордовика, их отдельные горизонты (пласты) отличаются средними значениями гамма-активности. То есть при интерпретации данных ГК и др. методов каротажа следует учитывать породные аномалии, которые могут появляться, например, в глубоких скважинах, вскрывающих более низкие стратиграфические уровни с более высокими или низкими значениями радиоактивности и др. параметрами. Такие аномалии часто находят место в наиболее изученной центральной части Накынского поля.

3. Ботубинский кимберлитоконтролирующий разлом (грабен) выделяется пониженными значениями гамма-активности (4–7 мкР/ч), причем, наиболее контрастно – его фрагмент, тяготеющий к кимберлитовой тр. Нюрбинская.

4. Диагональное кимберлитовмещающее нарушение прослеживается пониженными значениями радиоактивности, хотя отдельные участки характеризуются и высокими значениями. Данное разрывное нарушение образует довольно контрастную линейную структуру.

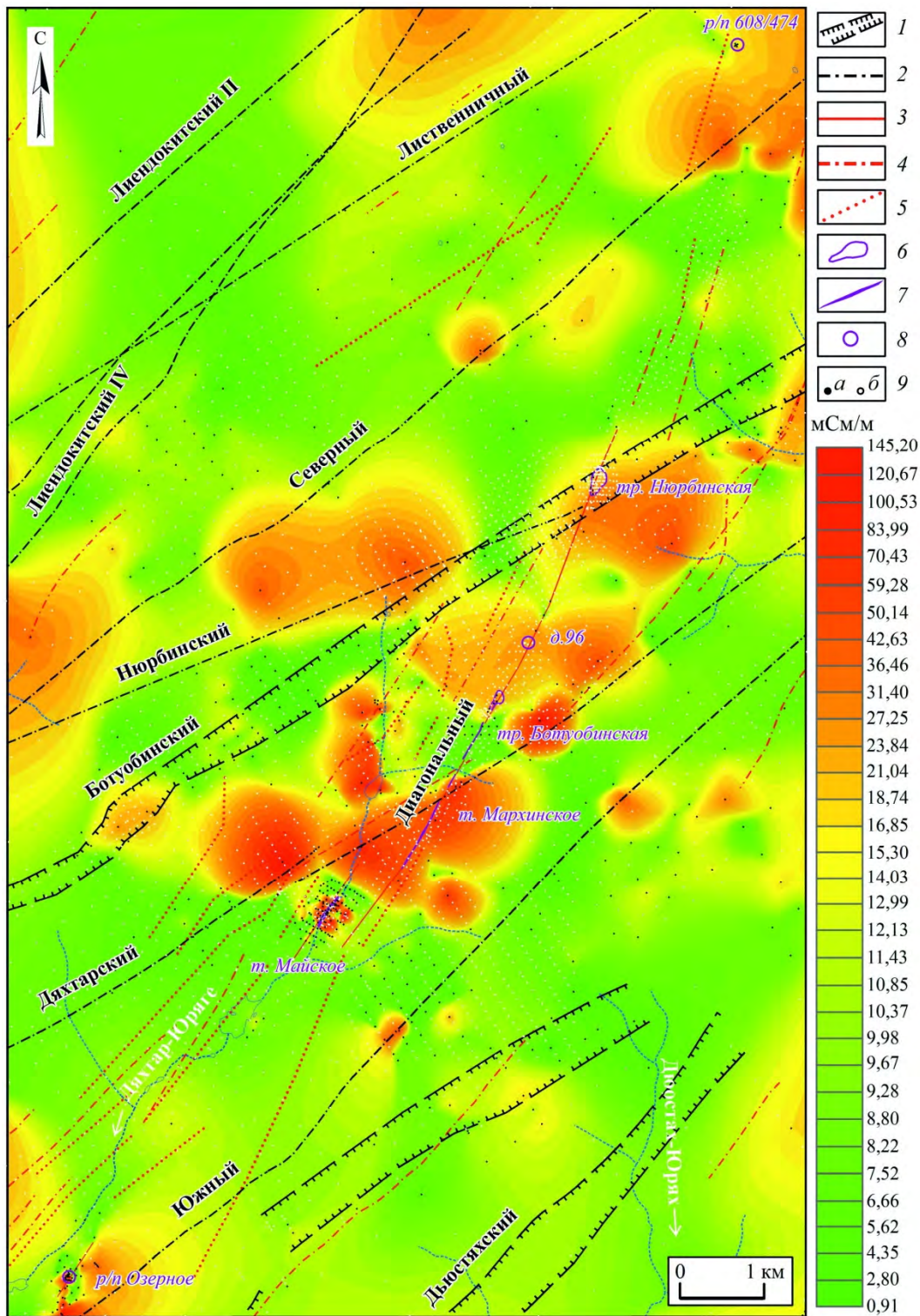


Рис. 3. Схема осредненных значений данных индукционного каротажа в породах нижнего палеозоя Джартарского куста кимберлитовых тел Накынского кимберлитового поля, мСм/м. Условные обозначения см. на рис.1

5. Все кимберлитовые тела НКП и их около-трубочное пространство выделяются минимальными значениями гамма-активности (2–8 мкР/ч), распространяющимися на расстоянии 10 – 250 м от тела.

6. Кроме известных рудоносных структур, в пределах поля прослеживаются линейные зоны и аномалии различных размеров и морфологии, характеризующиеся пониженной радиоактивностью, которые могут представлять прогнозно-

поисковый интерес. Они нуждаются в более детальном изучении.

7. При переносе данной методики на другие кимберлитовые поля и типы месторождений, следует учитывать, что их радиоактивность, как и другие особенности, могут значительно варьировать. Так кимберлиты Хомпу-Майского поля (Алдан) тр. Манчаары и др. характеризуются гамма-активностью 13–26 мкР/ч (в среднем 20 мкР/ч), значительно превышающей таковую кимберлитов Накынского поля (3–5 мкР/ч). Кимберлиты Мирнинского, Далдынского и Алакит-Мархинского полей обладают средними значениями гамма-активности, сопоставимыми с вмещающими породами (~10 мкР/ч) [материалы ИСИХОГИ БГРЭ]. Вполне возможно, что рудоносные структуры в пределах различных полей также имеют индивидуальные черты.

8. КМВ уверенно выделяет разломы, сопровождаемые дайками долеритов, обладающими высокими значениями магнитной восприимчивости (более 3 тыс. Ед. СИ). На схеме слабоконтрастных аномалий, на контактах практически всех кимберлитовых тел в рудовмещающей среде фиксируются точки (аномалии) с повышенными значениями магнитной восприимчивости. Такие аномалии встречаются в пределах рудного поля не часто, возможно, их следует учитывать при прогнозировании.

9. Магнитный каротаж отличается довольно высокой чувствительностью к породной (литологической) составляющей, зачастую связанной с величиной проходки скважины по кимберлитовмещающим отложениям. Уверенно прослеживаются разломы, залеченные дайками долеритов.

10. Индукционный каротаж показал, что кимберлитовые тела тяготеют к аномалиям проводимости или к границам низко- и высокоомных участков. Четкой приуроченности кимберлитов к проводящим зонам не наблюдается, возможно, требуется более детальное их изучение.

11. Основными отрицательными факторами аппаратного характера, при использовании данной методики являются: аналоговая запись данных каротажа до 2000 гг., отсутствие цифровых материалов не позволяет использовать их в автоматическом режиме, требуется оцифровка диаграмм; на отдельных участках не всегда достаточно плотная (регулярная) сеть скважин с ГИС; при анализе данных СМ не учитывается влияние магнитных вариаций (годовые, суточные и магнитные бури); малый радиус действия метода (гамма-каротаж до 250 м).

12. К отрицательным факторам геологического характера относятся: разные стратиграфические уровни исследований и, как следствие, со-

став и радиоактивность, магнитные и др. свойства изучаемого разреза; наличие различного рода неоднородностей (карст, коры выветривания дайки долеритов и пр.).

В заключение следует подчеркнуть, что данные ГИС, обработанные по предлагаемой методике, позволяют картировать многие особенности геолого-геофизического строения кимберлитовмещающих пород, а также выделять различного рода физические неоднородности, в том числе, и имеющие прогнозно-поисковое значение. Однако, учитывая огромный объем данных ГИС и не всегда однозначное толкование, представленный материал следует считать предварительным. Для более надежной интерпретации полученной информации следует более досконально (по разновозрастным пластам, с учетом карста и пр.) обработать имеющиеся сведения, что позволит более глубоко оценить картировочные и прогнозные возможности разработанной методики. Вовлечение в комплекс ГРП предлагаемого способа картирования, по нашему мнению, позволит даже на 1-м этапе исследований использовать полученную информацию для уточнения направления алмазопроисковых работ на территории Накынского кимберлитового поля.

Литература

1. *Жандалинов В.М.* Электрические и электромагнитные зондирования при поисках коренных месторождений алмазов / отв. ред. А.В. Герасимчук. – Новосибирск: Гео, 2011. – 275 с.
2. *Новопашин А.В.* Геоинформационное обеспечение для решения прикладных задач алмазопроисковой геологии (на примере Якутской алмазодобывающей провинции): дис. ... канд. геол.-минерал. наук: 25.00.35 / Новопашин Александр Владимирович. – Иркутск, 2015. – 161 с.
3. *Жандалинов В.М.* Современное состояние и сравнительная эффективность методов электроразведки при поисках кимберлитовых тел / В.М. Жандалинов // Эффективность прогнозирования и поисков месторождений алмазов: прошлое, настоящее и будущее (Алмазы-50). – СПб.: ВСЕГЕИ, 2004. – С. 126–129.
4. *Физико-геологическое моделирование гравимагнитных полей коренных месторождений алмазов в условиях развития пермотриасовых траппов / К.М. Константинов, А.В. Новопашин, А.А. Евстратов и др. // Геофизика. – 2012. – № 6. – С. 64–72.*
5. *Константинов К.М.* Петрофизические модели коренных месторождений алмазов на территориях развития пермотриасовых траппов (Далдыно-Алакитский алмазодобывающий район) //

Геология, тектоника и металлогения Северо-Азиатского кратона: материалы Всерос. науч. конф. – Якутск: Изд-во СВФУ, 2011. – Т. 1. – С. 48–53.

6. Константинов К.М. Оценка возможности грави-магниторазведки при поисках кимберлитовых трубок на территориях развития пермтриасовых траппов (Якутская алмазоносная провинция) / К.М. Константинов, А.В. Новопашин, И.К. Константинов // Палеомагнетизм и магнетизм горных пород: материалы Междунар. школы-семинара. – Казань: Изд-во Казан. федер. ун-та, 2013. – С. 114–119.

7. Константинов К.М. Оценка эффективности магниторазведки при поисках кимберлитовых тел на территориях развития пород трапповой формации (Далдыно-Алакитский алмазоносный район Западной Якутии) / К.М. Кон-

стантинов, А.В. Новопашин, И.К. Константинов // Проблемы палеомагнетизма и магнетизма горных пород: материалы Междунар. школы-семинара – СПб.: СОЛЮ, 2012. – С. 96–102.

8. Краткий обзор ArcPy: сайт Esri [Электронный ресурс]. – 2016. URL: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/analyze/arcpy/a-quick-tour-of-arcpy.htm>. – 25.04.2016.

9. Новопашин А.В. Геоинформационные технологии в решении прикладных задач алмазопроисковой геологии (Якутская алмазоносная провинция) // Изв. СО РАН. Сер. Геология. – 2015. – № 2 (51) – С. 77–87.

10. Ильина Г.Ф. Промысловая геофизика: учеб. пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2004. – 122 с.

Поступила в редакцию 25.04.2016

УДК 550.83:553.3/9

Возможности геофизических исследований при региональном и локальном прогнозировании орогенных золоторудных месторождений

Е.Э. Соловьев*, В.Ю. Фридовский**, В.А. Кычкин*

*Северо-Восточный федеральный университет им. М. К. Аммосова, г. Якутск

**Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, г. Якутск

*Показаны возможности геофизических исследований при региональном и локальном прогнозировании золоторудных месторождений на примере Южно-Верхоянского сектора Верхоянского складчато-надвигового пояса. Приведены результаты обработки геофизических полей в автоматизированной программе «КОСКАД-3Д». Используются двумерная адаптивная энергетическая фильтрация и расчет значений статистических характеристик геофизических полей. В геофизических полях Южно-Верхоянский сектор Верхоянского складчато-надвигового пояса разделяется на две области – Приплатформенную и Южно-Верхоянскую. Для Приплатформенной области характерны относительно неглубокое залегание плотных и намагниченных пород кристаллического фундамента. Южно-Верхоянская область отличается значительной глубиной залегания фундамента, нарастанием мощности карбонатно-терригенных пород. Установлено, что золоторудные проявления Южного Верхоянья приурочены к нескрытым магматическим телам и продольным разломам. Эффективность зондирования методом переходных процессов показана на примере Маринского рудного поля Аллах-Юньской тектонической зоны. Измерения переходных процессов проводились симметричной соосной квадратной установкой «петля в петле». Исследования методом ЗМПП показали, что минерализованные зоны дробления выделяются протяженными линейными аномалиями, преимущественно повышенного сопротивления до 800 Ом*м на временах измерения переходного процесса 50–80 мкс, а в геоэлектрических разрезах – крутопадающими высокоомными близвертикальными локальными аномалиями.*

Ключевые слова: Южное Верхоянье, золотое оруденение, разломы, гравитационное и магнитное поля, трансформация, аномалии, зондирование методом переходных процессов.

СОЛОВЬЕВ Евгений Эдуардович – к.г.-м.н., доцент, зав. каф., e-mail: solov.eyg@yandex.ru; ФРИДОВСКИЙ Валерий Юрьевич – д.г.-м.н., проф., директор, e-mail: 710933@list.ru; КЫЧКИН Вадим Андреевич – ст. преподаватель, e-mail: v.a.kychkin_14@mail.ru.