

УТВЕРЖДАЮ
Директор Департамента
государственной политики и регулирования
в области геологии и недропользования
Минприроды России

_____ А.В. Орёл
«__» _____ 2014 г

Директор Департамента государственной политики и регулирования в
области геологии и недропользования Минприроды России
А.В. Орёл утвердил 7 августа 2014 г

СОГЛАСОВАНО
Директор
ФГУНПП «Геологоразведка»

_____ В.В. Шиманский
«__» _____ 2014 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Научно-методического Совета
по геолого-геофизическим технологиям поисков и разведки
твердых полезных ископаемых (НМС ГГТ) Минприроды России
3 июня 2014 г.
(87-я сессия)

Председатель Научно–методического
совета ГГТ Минприроды России

В.П. Кальварская

Санкт–Петербург

Очередная (87-я) сессия Научно-методического совета по геолого-геофизическим технологиям поисков и разведки месторождений полезных ископаемых (НМС ГГТ) Минприроды России по тематике «**Инновационные геолого-геофизические технологии в региональном прогнозе, поисково-разведочных работах на твердые полезные ископаемые и экологии**», проводилась в 2 этапа на базе ФГУНПП «Геологоразведка» (Санкт-Петербург). Первый из них (доклады) был реализован 17–18 апреля, второй (экспертиза и план работы НМС) – 3 июня 2014 г.

В составе сессии были рассмотрены

1. Доклады

1.1. Возможности метода вызванной поляризации для выявления кимберлитовых тел и оценки их алмазоносности (ООО «Северо-Западная Геофизическая Компания», Санкт-Петербург, ГРО «Катока», Ангола). Авторы: А.Д. Кузовенков, В.Н. Зинченко.

Докладчик – А.Д. Кузовенков, генеральный директор ООО «Северо-Западная Геофизическая Компания».

1.2. Возможности комбинированных технологий региональных прогнозных геофизических и геохимических исследований (ФГУНПП «Геологоразведка», Санкт-Петербург). Авторы: Д.Ф. Калинин, М.К. Овсов, О.И. Погарева, М.Б. Штокаленко.

Докладчик – Д.Ф. Калинин, главный научный сотрудник ФГУНПП «Геологоразведка», д.т.н.

1.3. Метод радиоманнитотеллурических зондирований, модификации пешеходная, мобильная и с контролируемым источником (СПбГУ). Авторы: А.К. Сараев, А.Е. Симаков, А.А. Шлыков.

Докладчик – А.К. Сараев, доцент СПбГУ, к.г.-м.н.

2. Экспертиза

2.1. Оценка материалов гамма-каротажа прошлых лет с целью использования их для определения параметров рудных по калию интервалов на участках Нивенский-1 и -2 и Методических рекомендаций по применению гамма-каротажа для определения параметров рудных по калию интервалов на месторождении Нивенское Калининградско-Гданьского солеродного бассейна. Представлено ФГУНПП «Геологоразведка», Санкт-Петербург. Автор И.М. Хайкович.

Докладчик – И.М. Хайкович, главный научный сотрудник ФГУНПП «Геологоразведка», д.ф.-м.н.

3. Разное

3.1. План работы Совета на 2014–15 гг. (проект).

Докладчик – В.П. Кальварская, председатель НМС ГГТ Минприроды России, д.г.-м.н.

В работе 87 сессии Совета в 17–18 апреля 2014 г. приняли участие 54 специалиста из 23 организаций, в их числе членов Совета – 31; 3 июня 20 специалистов из 10 организаций (приложение 1).

1. Доклады

1.1. В докладе А.Д. Кузовенкова представлены материалы, позволяющие судить об эффективности метода вызванной поляризации при выявлении и картировании алмазоносных кимберлитов (приложение 2).

При поисках кимберлитов формируется следующий состав работ. На выявленных магнитных аномалиях «трубочного типа» ставится разведочное бурение для оценки алмазоносности трубки. Эта методика достаточно затратна и связана с буровыми и обогатительными технологиями, требующими адаптации, как к свойствам кимберлитов, так и особенностям распределения в них алмазов. При этом остаётся актуальной проблема разбраковки кимбер-

литов на алмазоносные и «пустые», поскольку известно, что не более 10% из выявленных кимберлитовых трубок оказываются промышленно алмазоносными.

В данном исследовании авторы опирались на личный опыт изучения кимберлитов Анголы, где развиты полифациальные трубки раннемелового возраста, сохранившиеся от эрозии. Наиболее крупной и хорошо изученной является алмазоносная трубка Катока, в строении которой участвуют комплексы кратерных вулканогенно-осадочных, диатремовых гипабиссальных и глубинных абиссальных ассоциаций пород кимберлитовой формации. Среди минералов тяжёлой фракции в них обнаружены Fe-S минералы, Fe-O сфероиды с включениями самородного железа и пузырьков вулканических газов, которые являются свидетельством активной флюидодинамики интрузивного процесса с расслоением кимберлитового расплава на более и менее подвижные «колонны». Установлены признаки взаимодействия газовых пузырьков и сфероидов с поверхностью кристаллов алмаза (налипание, протравливание), а также признаки флюидного расслоения в кимберлитовых брекчиях диатремы. Предполагается, что формирование в трубке субвертикальных «рудных столбов», обогащенных алмазами, происходило под действием струйной миграции вулканических газов, в пределах которых алмазы могли концентрироваться благодаря высокой скорости подъёма расплава в процессе интрузии. Насыщенность этих алмазоносных рудных тел тяжёлыми Fe-O и Fe-S минералами, а также самородным Fe, создаёт в них магнитоактивные зоны повышенной электронной проводимости, которые генерируют аномалии вызванной поляризации и могут быть эффективно выявлены методом ВП.

Первые работы методом ВП при поисках кимберлитов были проведены в Якутии (Мало-Ботуобинский р-он) в 1980–1985 г.г. группой геофизиков 101 партии НПО «Рудгеофизика» (ныне ФГУНПП «Геологоразведка») под руководством Березина Г.И. и Духнина К.Ю. Аномалии ВП над алмазоносными кимберлитами составили 1.5–2.0% при фоновых значений 0.5-0.7%. При том, что над «пустыми» (не алмазоносными) трубками аномальный эффект полностью отсутствовал.

В 2002–10 гг. работы методом ВП выполнялись на ЮЗ Анголы, в Архангельской провинции (трубка Белая), Якутии (Накынское рудное поле) и в Гвинее-Канакри. С применением этого метода было исследовано более 20 кимберлитовых трубок. Полученные результаты подтвердили сформулированную выше рудогенетическую гипотезу и эффективность метода ВП.

На основе обсуждения материалов доклада (И.Г. Цой, Н.А. Ворошилов, М.Б. Штокаленко, В.Ю. Черныш, В.М. Морозов, В.К. Поликарпов, А.И. Иванов, М.К. Овсов, А.К. Сараев, П.С. Мартышко, В.П. Кальварская, И.М. Хайкович)

НМС отмечает:

- Инновационный характер тематики доклада, в котором рассмотрены вопросы строения кимберлитовых трубок, условия образования в них рудных столбов и связь алмазообразования с сульфидами и окислами железа, самородным железом;
- Авторами показаны примеры практического применения электроразведки методом ВП при поисках алмазоносных кимберлитовых тел с целью выявления и картирования в них именно алмазоносных блоков;
- Для более глубокой оценки возможности применения электроразведки методом ВП для поисков алмазоносных кимберлитов следует усилить опытно-методические работы на объектах данного класса в различных алмазоносных регионах России и зарубежных странах.

НМС рекомендует:

1. Материалы доклада принять к сведению.
2. Продолжить исследовательские работы по совершенствованию технологии оценки критериев алмазоносности кимберлитов по параметру их поляризуемости.

Опытно-методические работы целесообразно продолжить в регионах, где активно ведутся работы по поискам кимберлитовых тел, таких как Якутия, Архангельская провинция, Кольский п-ов.

3. Считать целесообразным опубликование материалов доклада в специальных изданиях геолого-геофизического профиля для дискуссии по выдвинутой в докладе рудогенетической гипотезе формирования алмазоносных кимберлитов и возможности их выявления методом ВП.

1.2. В докладе Д.Ф. Калинина предложена вниманию специалистов НМС комплексная комбинированная технология прогнозных геофизических и геохимических исследований, разрабатываемая в подразделениях предприятия «Геологоразведка» (приложение 3).

Важнейшим вопросом, связанным с обработкой геоданных посредством компьютерных технологий, является вопрос доверия к результатам «человеко-машинной» интерпретации. При этом очевидна необходимость комбинированных подходов к построению формализованных решений о наличии или отсутствии целевых геологических объектов и оценке качества решений.

Одним из таких подходов является вероятностно-статистический прогноз целевых геологических объектов на основе пространственных распределений эффективных параметров среды, получаемых в результате решения обратных задач геофизики. В настоящее время существует большое число методов решения обратных задач, связанных с расчетом распределений эффективных параметров, в частности – значений эффективной избыточной плотности и эффективной намагниченности среды на основе гравимагнитной томографии.

Основной недостаток метода состоит в том, что пространственное распределение эффективного параметра является одним из многочисленных эквивалентных решений соответствующей обратной задачи. Результаты интерпретации подобных распределений, как правило, субъективны и требуют привлечения априорной информации, а также сопоставления с независимо получаемыми данными.

Другой возможный тип эффективных параметров связан с определением особых точек функций, описывающих аномальные потенциальные поля. В процессе интерпретации упорядоченные конгломераты особых точек помогают очертить область расположения возмущающих объектов, определить их форму и интенсивность. Данная методика позволяет наметить границы нижних кромок более крупных и глубинных объектов, а также пространственное расположение верхних кромок, ограничивающих мощные пласты.

В докладе рассмотрена универсальная методика вероятностно-статистического прогноза перспективных территорий по комплексу геофизических и геохимических данных с оценкой достоверности результатов.

Обсуждается использование методики при глубинном вероятностном картировании региональных поисковых предпосылок рудных и нефтегазовых месторождений по комплексу эффективных параметров среды. Предлагается технология вероятностного картирования и прогноза целевых геологических структур с использованием пространственных распределений особых точек, полученных по результатам формализованной интерпретации потенциальных полей. Продемонстрирована методика комбинирования результатов геоэлектрохимических и геохимических исследований с данными гравитационной томографии и вероятностного прогноза. Показаны результаты комбинирования методов структурного разделения геофизических полей и вероятностных методов прогнозирования целевых объектов с использованием «ситуативных» эталонов. Приводятся соответствующие практические примеры

По результатам обсуждения материалов доклада (Э.В. Исанина, Д.Е. Зубов, В.П. Кальварская, Ю.М. Эринчек, Н.Н. Ржевский)

НМС отмечает:

- Комбинированные технологии глубинного вероятностного картирования среды с выходом на решение прогнозных задач представляются весьма актуальным и перспективным направлением. Использование вероятностных методов позволяет взвешенно наращивать комплекс геофизических признаков при решении прогнозно-картировочных задач. Особое

место в предлагаемой методике занимает оценка степени доверия к результатам формализованных прогнозных построений.

- Вероятностное определение пространственного положения геологических объектов представляется целесообразным. Главное – достигается максимальная «фокусировка» целевых аномальных эффектов в соответствующих глубинных слоях, отображаемая с разной степенью доверия.

- Совместное использование результатов вероятностных прогнозных построений, геоэлектрохимических и атмохимических исследований фактически обеспечивает переход от изучения *поисковых предпосылок* к исследованию *прямых поисковых признаков*.

- В результате комбинирования методик многомерной безэталонной и эталонной классификации использование структурного анализа геоданных приобретает вероятностный характер, что более соответствует естественной априорной многозначности при прогнозном районировании потенциально минерагенических объектов. Достоверность прогнозных решений повышается по мере группирования «ситуативных» эталонов, характеризующих ту или иную степень структурной изменчивости среды.

- Применение комбинированных технологий региональных прогнозных геофизических и геохимических исследований способствуют повышению эффективности геологоразведочных работ на различные полезные ископаемые.

НМС рекомендует:

1. Применение комбинированных технологий региональных прогнозных геофизических и геохимических исследований, разработанных в ФГУНПП «Геологоразведка», в целях повышения эффективности геологоразведочных работ на различные виды полезных ископаемых.

2. Целесообразно представленные в докладе материалы ввести в состав лекционных курсов вузов профильного направления, а также осуществить их широкую публикацию в специализированных журналах отрасли («Геофизика», «Российский геофизический журнал», «Разведка и охрана недр» и др.)

1.3 Доклад А.К. Сараева (СПбГУ) посвящен рассмотрению возможностей различных модификаций радиоманнитотеллурических зондирований в решении геологоразведочных задач, геоэкологических исследованиях (приложение 4).

Методы электроразведки, использующие электромагнитные поля радиостанций, начали активно развиваться с 60-х годов прошлого века как у нас в стране, так и за рубежом. При этом использовались их различные наименования – метод радиокомпарирования и пеленгации (радиокип), методы радиоэлектромагнитного профилирования и зондирования (РЭМП, РЭМЗ), метод Very Low Frequency (VLF).

Для метода, работающего в частотном диапазоне от 10 до 250–1000 кГц, включая измерения сигналов радиостанций сверхдлинноволнового (СДВ) 10–30 кГц, длинноволнового (ДВ) 30–300 кГц и средневолнового (СВ) 300–1000 кГц диапазонов частот, с проведением работ по методике зондирований в интервале глубин от 1 до 30–50 м в настоящее время наиболее часто употребляемым является термин «метод радиоманнитотеллурических (РМТ) зондирований».

В настоящее время накоплен достаточно большой опыт применения метода РМТ зондирований при решении инженерно-геологических, гидрогеологических и экологических задач. Достоверность получаемых результатов многократно подтверждалась сопоставлением с данными метода ВЭЗ и бурения. Область применения метода РМТ – геологическое картирование, поисково-разведочные работы, гидрогеологические и инженерно-геологические изыскания, экологические исследования (картирование загрязнений нефтепродуктами, оконтуривание и изучение строения свалок, выявление утечек и др.).

В докладе представлены характеристики аппаратурно-программных комплексов РМТ метода (модификации пешеходная, мобильная и с контролируемым источником) и технологический их применения, разработанных коллективом российских организаций (Санкт-

Петербургский государственный университет, ООО «МикроКОР», Российский институт мощного радиостроения) и Университетом г. Кельн (Германия).

По результатам обсуждения материалов доклада А.К. Сараева (А.В. Поляков, В.К. Поликарпов, Н.А. Ворошилов, И.М. Хайкович, А.Б. Великин, В.В. Погорелов)

НМС отмечает:

- Разработанные СПбГУ аппаратурно-программные комплексы и технологии метода радиоманнитотеллурических зондирований, модификации пешеходная РМТ-П, мобильная РМТ-М и с контролируемым источником РМТ-К, достаточно широко опробованы при решении задач геологического картирования, поисково-разведочных работах, гидрогеологических и инженерно-геологических изысканиях, экологических исследованиях.

- Используемый диапазон частот 1–1000 кГц обеспечивает изучение разреза в диапазоне глубин от 1–2 до 100–150 м. Хорошо разработанные методы и программные средства магнитотеллурики обеспечивают надежную интерпретацию данных зондирований. По сравнению с методом ВЭЗ при РМТ зондировании обеспечивается более высокая производительность работ (в 10 раз для пешеходной, и в 100 раз для мобильной модификации).

- Измерения с бесконтактными электрическими линиями позволяют проводить работы в летнее время в условиях, неблагоприятных для заземлений (асфальт, бетон, гравий) и в зимнее время (по снегу и льду).

НМС рекомендует:

1. Аппаратурно-программные комплексы и технологии метода радиоманнитотеллурических зондирований, разработанные в СПбГУ, широко внедрять в отрасли для решения геологоразведочных и инженерно-геологических задач.

2. Авторам разработать документацию по сопровождению работ методом радиоманнитотеллурических зондирований и представить ее на рассмотрении НМС в 2015–16 гг.

2. Экспертиза материалов

2.1. Методические рекомендации по применению гамма-каротажа для определения параметров рудных по калию интервалов на месторождении Нивенское Калининградско-Гданьского солеродного бассейна (ФГУНПП «Геологоразведка», Санкт-Петербург). Авторы И.М. Хайкович и др.

Докладчик – д.ф.-м.н. Хайкович И.М., главный научный сотрудник ФГУНПП «Геологоразведка».

Экспертная рабочая группа в составе:

Председатель – д.т.н. Иванюкович Г.А., профессор кафедры экологической геологии СПбГУ.

Члены группы: к.т.н. Амосов Д.А., технический директор ООО «ЭГГИ»; к.т.н. Козында Ю.О., старший научный сотрудник ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева».

Представленная разработка является следствием экспертизы НМС по материалам ООО «Стриктум», выполненной в 2013 г., в которых при положительной оценке возможности использования данных гамма-каротажа (ГК) для количественной оценки калийных солей, были отмечены недоработки, требующие устранения при оценке параметров рудных по калию интервалов для подсчета запасов по объектам «Нивенский-1» и «Нивенский-2» (Заключение по 85 сессии НМС Минприроды РФ от 14–15 ноября 2013 г.). В составе их, в частности, было отмечено:

1. отсутствие сведений о методике интерпретации данных ГК, а также точностных характеристик методов ГК и геологического опробования (ГО);
2. использование максимальных значений аномального ГК, и площадных характеристик;
3. некорректное построение корреляционных зависимостей и пр.

В заключение 85-й сессии НМС ООО «Стриктум» было рекомендовано провести специальные опытно-методические работы с целью дополнения материалов по применению

гамма-каротажа по объектам «Нивенский-1» и «Нивенский-2» (в соответствии с требованиями нормативных документов ГКЗ и утвержденных инструкций) с уточнениями в части:

- методики работ и обработке данных ГК,
- метрологического обеспечения измерений,
- оценки достоверности определения калия по данным гамма-каротажа.

Для решения вопросов по перечисленным направлениям сотрудниками ФГУНПП «Геологоразведка» по договору с ООО «Стриктум» выполнена разработка, представленная на экспертизу к настоящей 87 сессии НМС.

Представленные ФГУНПП «Геологоразведка» материалы содержат *«Отчет по обоснованию использования данных гамма-каротажа прошлых лет для определения параметров рудных по калию интервалов на участках Нивенский-1 и 2»* (16 страниц текста, 5 приложений, 11 таблиц, библиография – 2 наименования).

В составе проведенных работ выполнены:

- метрологическая аттестация комплекта полевых калибровочных устройств, используемых для калибровки каротажной аппаратуры;
- проведена интерпретация данных гамма-каротажа разных лет и полученные результаты сопоставлены с данными геологического опробования, дана оценка достоверности интерпретации;
- обоснована возможность определения по данным гамма-каротажа параметров рудных по калию интервалов на месторождении Нивенское Калининградско-Гданьского солеродного бассейна наряду и/или вместо данных геологического опробования керна.

Заключительным этапом разработки явилось составление *«Методических Рекомендаций (МР) по применению гамма-каротажа для определения параметров рудных по калию интервалов на месторождении Нивенское»*, включающих в том числе физико-геологические основы; характеристики погрешности; методика калибровки; требования безопасности; требования к квалификации операторов; выполнение измерений; интерпретация результатов; оформление материалов; контроль результатов измерений и вычислений и пр. (12 страниц текста, 4 приложения, 3 таблицы, библиография – 6 наименований).

Экспертиза указанной работы имела своей целью оценить МР с точки зрения практического их применения для использования результатов гамма-каротажа при определении параметров рудных по калию интервалов на месторождении Нивенское при подсчете запасов калия.

Всесторонний охват всех операций в составе МР, связанных с применением метода ГК, наряду с системным и последовательно четким изложением материала, позволяют положительно оценить возможность широкого применения в производственной практике предлагаемой в документе процедуры для определения по данным гамма каротажа рудных по калию интервалов в условиях, адекватных объектам Калининградско-Гданьского солеродного бассейна.

Экспертизой (приложение 5) и в результате обсуждения материалов, представленных ФГУНПП «Геологоразведка», (Н.А. Ворошилов, А.И. Иванов, А.И. Краснов, М.К. Овсов, А.П. Савицкий, Ю.Г. Товстенко, А.В. Брисюк, А.А. Котляров, В.Д. Попов, С.С. Шопин) **отмечены следующие положения:**

- технология ГК, предлагаемая в МР, соответствует современному уровню методического и метрологического обеспечения и решает задачу определения мощности рудных интервалов и содержания в них калия;
- систематические расхождения между результатами ГК и контрольным геологическим опробованием керна отсутствуют, случайные расхождения составляют по мощности 7 см и по метропроценту 11%, что находится в допустимых пределах;
- возможность интерпретации данных ГК по скважинам прошлых лет продемонстрирована на трех скважинах различных участков месторождения;
- применением ГК увеличивается точность подсчета запасов, поскольку объем породы, исследуемый при каротаже, в несколько раз превышает объем керна.

Одновременно к дополнениям, которые могут облегчить практическое использование МР следует отнести:

1) вынесение в начало МР принятой в документе аббревиатуры;

2) дополнение списка использованной литературы работами, включая

• Методические рекомендации по геофизическому опробованию при подсчете запасов месторождений металлов и нерудного сырья (ФГУ ГКЗ) по заказу Минприроды РФ, утвержденные 05.06.2007 г., № 37-р. 28 с.

• Методические указания «Оценка достоверности данных ядерно-геофизических методов опробования, полученных при разведке месторождений Т.П.И. РД 41–06–125–90», одобренные 30 сессией НМС, согласованные с ГКЗ СССР, мин. Metallургии СССР, МНТК «ГЕОС» и утвержденные МГ СССР 12.07.1990, 48 с.

По результатам экспертизы представленных ФГУНПП «Геологоразведка» документов (1. *Отчет по обоснованию использования данных ГК прошлых лет для определения параметров рудных по калию интервалов на участках Нивенский-1 и -2* и 2. *Методические рекомендации по применению гамма-каротажа для определения параметров рудных по калию интервалов на месторождении Нивенское Калининградско-Гданьского солеродного бассейна*) и их обсуждения на заседании

НМС постановляет:

1. Методические рекомендации по применению гамма-каротажа для определения параметров рудных по калию интервалов на месторождении Нивенское Калининградско-Гданьского солеродного бассейна соответствуют современному уровню и рекомендуются к применению по назначению.

2. Данные гамма-каротажа скважин на месторождении Нивенское разных лет могут быть использованы для оценки параметров рудных по калию интервалов (мощность и массовая доля калия) наряду и/или вместо данных геологического опробования керна при подсчете запасов.

3. Разное

3.1. Проект плана работы НМС на III 2014 и 2015 гг., составленный по предложениям организаций Минприроды РФ, Роснедра и членов Совета, был доложен В.П. Кальварской. В его составе:

Доклады по тематике:

1. Инновационные геолого-геофизические технологии при геологическом изучении земных недр и экологии. Сессии предполагается провести в IV кв. 2014 г. и IV кв. 2015 г.

1.1. Возможности прикладной магнитной картографии при решении задач регионального геологического изучения России (ФГУП «ВСЕГЕИ», «ВНИИОкеангеология», Санкт-Петербург). Авторы: **Т.П. Литвинова**, В.Ю. Глебовский.

1.2. Повышение эффективности индукционной электроразведки на основе корреляционного метода с шумоподобными сигналами «СТЕМ» (ФГУНПП «Геологоразведка», Санкт-Петербург). Авторы: **А.Б. Великин**, А.А. Великин.

1.3. RNAT – кодирование и систематизация химических и минеральных составов горных пород для повышения эффективности использования аналитических материалов (от выявления ошибок до выявления систем рудопроявлений) – СПбГУ. Автор и докладчик **Т.Г. Петров**.

1.4. Петрофизическая информация при решении 3D задач магниторазведки и гравиразведки (ЗАО «НПП ВИРГ-Рудгеофизика», Санкт-Петербург). Автор и докладчик **А.В. Тарасов**.

1.5. Использование спутниковых цифровых моделей рельефа (ЦМР) для обработки гравиметрических данных (ЗАО «НПП ВИРГ-Рудгеофизика», Санкт-Петербург). Авторы: А.А. Лихачев, Д.Е. Зубов.

1.6. 4D томографическое моделирование гравитационного поля при разработке месторождений УВ (ОАО «Севморгео», Санкт-Петербург). Авторы: А.И. Атаков, Ю.Н. Голлобов, Г.Е. Кривицкий.

1.7. Применение сейсмофациального анализа для определения модели строения продуктивного пласта на примере нефтяного месторождения в ЯНАО (ООО «Газпром-нефть НТЦ», Санкт-Петербург). Автор и докладчик А.В. Буторин.

1.8. Выделение зон развития трещинно-поровых коллекторов баженовского комплекса Западной Сибири по сейсмическим данным МОГТ 3D (ООО «Газпромнефть НТЦ», Санкт-Петербург). Автор и докладчик М.А. Буторина.

1.9. Опыт комплексирования наземных геофизических и геохимических методов при поисках золоторудных месторождений (Группа компаний «Теллур», Санкт-Петербург). Авторы: А.Г. Марченко, К.В. Блинов, А.И. Рокитянский, К.М. Ермохин.

1.10. Локализация площадей, перспективных на выявление экзогенно-эпигенетического уранового оруденения по комплексным аэрогеофизическим данным (на примере Витимского УРР) – ЗАО «НПП ВИРГ-Рудгеофизика», Санкт-Петербург, ЗАО ГНПП «Аэрогеофизика», Москва. Авторы Е.И. Зубов, П.С. Бабаянц, А.А. Трусов и др.

1.11. Методика поисков и количественной оценки ресурсов УВ в сланцевых формациях Российской Федерации (ФГУП «ВНИГРИ», Санкт-Петербург). Автор и докладчик А.М. Жарков.

1.12. Связь вариаций геомагнитного поля с процессами в земной коре в центральной части Восточно-Европейской платформы (Институт динамики геосфер РАН, Москва). Автор и докладчик С.А. Рябова.

1.13. Современные методы обработки высокоточных гравиметрических наблюдений (ГИ УрО РАН, Пермь). Авторы: А.А. Симанов, В.В. Хохлова.

1.14. Возможности электротомографии при изучении трещиноватости массива горных пород (Институт геологии Карельского НЦ РАН, Петрозаводск). Автор и докладчик П.А. Рязанцев.

2. Морские работы «Новое в технико-технологическом обеспечении геолого-геофизических исследований, обработке и интерпретации данных». Сессия планируется на I кв. 2015 г.

2.15. Техничко-технологическое обеспечение глубоководного бурения при выполнении поисков и разведки месторождений ТПИ в Мировом океане (ОАО «Севморгео», Санкт-Петербург; ФГУНПП «ПМГРЭ», Ломоносов). Авторы: Ю.И. Кузьмин, А.Н. Маслов.

2.16. Цели, задачи и методика использования в морских условиях высокочастотных профилографов при решении геоэкологических и инженерно-геологических задач (ОАО «Севморгео», Санкт-Петербург; МГУ, Москва). Авторы: О.Ю. Корнеев, А.Е. Рыбалко, А.И. Свечников, М.Ю. Токарев.

2.17. Возможности построения динамических разрезов по сейсмическим записям преломленных волн (ОАО «Севморгео», Санкт-Петербург). Автор и докладчик С.Н. Табырца.

2.18. Влияние параметров групповых морских пневмоисточников на форму сигнала и процедуры обработки (МГУ, Москва). Автор и докладчик А.А. Егоров.

2.19. Обработка данных МОВ ОГТ экспедиции «Арктика-2012» (ОАО «Севморгео», ООО «Сейсмо-Шельф», Санкт-Петербург). Авторы: Г.Р. Камалетдинова, Д.А. Попов.

2.20. Методика обработки многокомпонентных сейсмических наблюдений ГСЗ на опорном профиле 2-ДВ-М в Охотском море (ОАО «Севморгео», Санкт-Петербург). Автор и докладчик Т.М. Яварова.

2.21. Метод ЕП при глубоководных поисках полиметаллических сульфидных руд (ГПС) в Атлантике (ФГУНПП «ПМГРЭ», Ломоносов). Авторы: В.М. Каулио, И.В. Антипова, Г.В. Антипов.

2.22 Сейсмика высокого разрешения при проведении морских ГРР (ОАО «МАГЭ», Мурманск). Авторы: Г.С. Казанин, С.П. Павлов, Г.И. Иванов.

2.23. МОВ ОГТ 2Д-4С в транзитных зонах арктических морей (ОАО «МАГЭ», Мурманск). Авторы: С.А. Нечхаев, В.А. Щедров, А.В. Зимовский.

3. Геоэкология, гидрогеология, инженерная геофизика. «Состояние. Востребованность. Проблемы». Сессия планируется на III кв. 2015 г.

3.24. Динамические характеристики медленных волн деформации и их иерархическая структура как отклик массива на сильные взрывные воздействия (Институт геофизики УрО РАН, УрФУ, Институт математики и компьютерных наук, Таштагольский филиал ОАО «Евразруда», Екатеринбург). Авторы: **О.А. Хачай**, О.Ю. Хачай, В.К. Климко, О.В. Шипев.

3.25. Техногенная сейсмичность при проведении горных работ (НМСУ «Горный», Санкт-Петербург). Автор и докладчик С.В. Цирель.

3.26. Геологическая опасность селитебных грунтов, генерирующих биогаз на территории Санкт-Петербурга (ФГУНПП «Геологоразведка», Санкт-Петербург) Авторы: **И.В. Виноградова**, А.Л. Павлов, В.В. Шаулкин.

3.27. Результаты использования высокочастотного и сонарного профилирования при проведении государственного мониторинга шельфовых зон (ОАО «Севморгео», Санкт-Петербург). Авторы О.Ю. Корнеев, **А.Е. Рыбалко**, А.И. Свечников.

3.28. Экологический мониторинг влияния деятельности морских портов на окружающую среду (на примере строительства ММПК «Бронка») – ООО «Эко-Экспресс-Сервис», Санкт-Петербург. Авторы: В.А. Жигульский, Н.С. Царькова, Д.А. Амосов, П.А. Маслов.

3.29. Эколого-геологические особенности и геологические опасности Российской Балтики (ФГУП ВСЕГЕИ, Санкт-Петербург). Авторы: М.А. Спиридонов, **Д.В. Рябчук**, В.А. Шахвердов.

4. Разработки, планируемые представить на экспертизу НМС в 2014–2015 гг.

4.1. Руководство по методно-технологическому сопровождению применения палеонтологического метода в составе ГРР для повышения достоверности литогенетических реконструкций и палеогеографического моделирования при прогнозировании УВ-объектов (ФГУНПП «Геологоразведка», Санкт-Петербург). Авторы: Н.В. Танинская и др.

4.2. Цели, задачи и методика использования высокочастотных профилографов при решении геоэкологических и инженерно-геологических задач (ОАО «Севморгео», Санкт-Петербург). Авторы: О.Ю. Корнеев, **А.Е. Рыбалко**, А.И. Свечников.

4.3. Технология гравиметрических и магнитометрических съемок в транзитной зоне с использованием судна на воздушной подушке (НПП «ЮМГ Граввимаг» ГНЦ ФГУГП «Южморгеология», Геленджик). Авторы: В.А. Лыгин и др.

5. Сообщения

5.1. Оптико-волоконные системы регистрации сейсмического сигнала (ОАО «МАГЭ»). Автор и докладчик С.П. Павлов.

5.2. 1-я редакция проекта национального стандарта «Геолого-геофизические исследования параметрических скважин. Общие требования» (ОАО «НПЦ «Недра», МОО ЕАГО). Авторы: О.А. Есипко, О.В. Горбатюк.

Принято единогласно.

Секретарь Совета

Т.А. Кудрявцева

**СПИСОК
ПРИСУТСТВУЮЩИХ НА СЕССИИ НМС ГГТ МПР РОССИИ**

17 – 18 апреля 2014 г.

г. Санкт–Петербург

Члены Совета

Кальварская В.П. главный научный сотрудник ФГУНПП «Геологоразведка», д.г.-м.н. (председатель)
 Апанасевич А.В. ведущий геофизик РГЭЦ – филиал ФГУГП «Урангео»
 Атаков А.И. начальник отдела ОАО «Севморгео»
 Васильева Е.Г. ведущий инженер ООО «Элкин», к.т.н.
 Верба М.Л. главный научный сотрудник ОАО «Севморгео», д.г.-м.н.
 Виноградова И.В. заведующая лабораторией ФГУНПП «Геологоразведка», к.г.-м.н.
 Ворошилов Н.А. ведущий научный сотрудник ФГУНПП «Геологоразведка», к.г.-м.н.
 Высокоостровская Е.Б. ведущий научный сотрудник ФГУНПП «Геологоразведка», к.г.-м.н.
 Жемчужников Е.Г. главный геофизик ООО «Сейсмо-Шельф», к.г.-м.н.
 Зубов Е.И. ведущий научный сотрудник ЗАО НПП «ВИРГ-Рудгеофизика», к.г.-м.н.
 Иванов А.И. главный инженер ЗАО КЦ «Росгеофизика»
 Исанина Э.В. ведущий геофизик РГЭЦ – филиал ФГУГП «Урангео»
 Калинин Д.Ф. главный научный сотрудник ФГУНПП «Геологоразведка», д.т.н.
 Каулио В.М. заместитель главного геолога по геофизике ФГУНПП «ПМГРЭ»
 Краснов А.И. ведущий научный сотрудник ФГУНПП «Геологоразведка», к.г.-м.н.
 Мартышко П.С. директор ИГФ УрО РАН, д.ф.-м.н.
 Марченко А.Г. заместитель генерального директора ООО «Теллур Северо-Восток», д.г.-м.н.
 Овсов М.К. заведующий лабораторией ФГУНПП «Геологоразведка», к.т.н.
 Орлов В.В. ведущий геофизик Северной партии ФГУНПП «ПМРГЭ»
 Петров А.А. главный научный сотрудник ООО «МЕМ», д.ф.-м.н.
 Поляков А.В. ученый секретарь ФГУНПП «Геологоразведка», к.г.-м.н.
 Попов Б.Л. заведующий лабораторией ФГУНПП «Геологоразведка»
 Ржевский Н.Н. генеральный директор ООО «ЭЛКИН», к.г.-м.н.
 Сараев А.К. доцент СПбГУ, к.г.-м.н.
 Севастьянов Б.Н. ведущий научный сотрудник ОАО «ВНИМИ», к.т.н.
 Семенова М.П. ведущий научный сотрудник ФГУНПП «Геологоразведка», к.г.-м.н.
 Телегин А.Н. профессор НМСУ «Горный», д.г.-м.н.
 Хайкович И.М. главный научный сотрудник ФГУНПП «Геологоразведка», д.ф.-м.н.
 Цирель В.С. начальник отдела ФГУНПП «Геологоразведка», к.т.н.
 Штокаленко М.Б. ведущий научный сотрудник ФГУНПП «Геологоразведка», к.г.-м.н.
 Эринчек Ю.М. заместитель генерального директора ФГУП «ВСЕГЕИ», к.г.-м.н.

Приглашенные

Бондарев М.В. ведущий менеджер ФГУНПП «Геологоразведка»
 Великин А.Б. ведущий научный сотрудник ФГУНПП «Геологоразведка», к.т.н.
 Витушкин Л.Ф. руководитель лаборатории ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева, д.т.н.
 Волковицкий А.К. генеральный директор ЗАО «ГеоТехнологии»
 Голубев А.М. заведующий лабораторией ФГУНПП «Геологоразведка»
 Ермохин К.М. заместитель директора «Теллур-СПб», д.т.н.
 Зубов Д.Е. ведущий геофизик ЗАО НПП «ВИРГ-Рудгеофизика»
 Зыков Ю.А. генеральный директор ООО «ГеоГет»
 Игнатъев В.И. начальник ПГТ ФГУНПП «Геологоразведка»
 Кудрявцева Т.А. инженер 1 кат. ФГУНПП «Геологоразведка»
 Кузнецова А.В. геофизик ФГУНПП «Геологоразведка»
 Кузовенков А.Д. генеральный директор ООО «Северо-Западная Геофизическая компания»

Лаврентьева Е.С. начальник службы качества ФГУНПП «Геологоразведка»
Леонов О.В. ведущий геофизик ФГУНПП «ПМГРЭ»
Морозов В.М. начальник комплексной геофизической партии Амакинской ГРЭ АК «АЛРОСА»
Погорелов В.В. ученый секретарь ИФЗ РАН
Поликарпов В.К. к.г.-м.н.
Полицына А.Б. исполнительный директор ООО «ГеофизПоиск»
Птицын В.А. заведующий сектором ФГУНПП «Геологоразведка»
Пчелкина М.В. специалист ООО «ГеоГет»
Харламов М.М. ведущий научный сотрудник ФГУНПП «Геологоразведка»
Цой И.Г. главный геофизик Амакинской ГРЭ АК «АЛРОСА»
Черныш В.Ю. ведущий инженер ФГУНПП «Геологоразведка»
Яшин Б.А. ведущий научный сотрудник ФГУП «ВСЕГЕИ»

3 июня 2014 г.

г. Санкт–Петербург

Члены Совета

Кальварская В.П. главный научный сотрудник ФГУНПП «Геологоразведка», д.г.-м.н. (председатель)
Амосов Д.А. технический директор ООО «ЭГГИ», к.т.н.
Ворошилов Н.А. ведущий научный сотрудник ФГУНПП «Геологоразведка», к.г.-м.н.
Иванов А.И. главный инженер ЗАО КЦ «Росгеофизика»
Иванов Г.И. помощник директора ОАО «МАГЭ», д.г.-м.н.
Иванюкович профессор СПбГУ, д.т.н.
Краснов А.И. ведущий научный сотрудник ФГУНПП «Геологоразведка», к.г.-м.н.
Овсов М.К. заведующий лабораторией ФГУНПП «Геологоразведка», к.т.н.
Поляков А.В. ученый секретарь ФГУНПП «Геологоразведка», к.г.-м.н.
Савицкий А.П. заместитель директора ФГУНПП «Геологоразведка», к.г.-м.н.
Товстенко Ю.Г. ведущий научный сотрудник ООО «НТП «ТЭТрос», к.т.н.
Хайкович И.М. главный научный сотрудник ФГУНПП «Геологоразведка», д.ф.-м.н.
Цирель В.С. начальник отдела ФГУНПП «Геологоразведка», к.т.н.
Штокаленко М.Б. ведущий научный сотрудник ФГУНПП «Геологоразведка», к.г.-м.н.

Приглашенные

Брисюк Алексей Васильевич начальник Тематической партии ОАО «Севзапгеология»
Козында Ю.О. старший научный ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», к.т.н.
Котляров А.А. исполнительный директор ООО «Стриктум»
Кудрявцева Т.А. инженер 1 категории ФГУНПП «Геологоразведка»
Панов В.Д. главный геолог ООО «Стриктум»
Шакин С.С. ведущий геолог ОАО «Севзапгеология»

ВОЗМОЖНОСТИ МЕТОДА ВЫЗВАННОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ ПРИ ПОИСКАХ АЛМАЗОНОСНЫХ КИМБЕРЛИТОВ

А.Д. Кузовенков, В.Н. Зинченко (ООО «Северо-Западная Геофизическая Компания», Санкт-Петербург, ГРО «Катока», Ангола)

Тезисы доклада

Коренные месторождения алмазов связаны с телами кимберлитовых трубок либо лампроитов, которые приурочены к глубинным разломам древних архейских кратонов. Они сложены ультраосновной порфировой породой, которая представляет собой, согласно современным представлениям, либо остаточный продукт длительного фракционирования, либо результат частичного плавления мантийного вещества [1, 4]. При поисках кимберлитов на выявленных магнитных аномалиях «трубочного типа» ставится разведочное бурение с обогащением керна для оценки алмазности трубки. Эта методика достаточно затратна и связана с буровыми и обогатительными технологиями, требующими адаптации, как к свойствам кимберлитов, так и особенностям распределения в них алмазов. При этом остаётся актуальной проблема разбраковки кимберлитов на алмазоносные и «пустые», поскольку известно, что из 100 выявленных кимберлитовых трубок промышленно алмазоносной оказывается лишь каждая десятая.

При поисках алмазов используются различные минералого-петрологические модели кимберлитовых трубок, позволяющие оптимизировать поисковый процесс и определить эффективные геофизические методы их обнаружения и картирования. В данном исследовании авторы опирались на личный опыт изучения кимберлитов Анголы, где развиты полифациальные трубки раннемелового возраста, сохранившиеся от эрозии. Наиболее крупной и хорошо изученной является алмазоносная трубка Катока, в строении которой участвуют комплексы кратерных вулканогенно-осадочных, диатремовых гипабиссальных и глубинных абиссальных ассоциаций пород кимберлитовой формации. Среди минералов тяжёлой фракции в них обнаружены Fe-S минералы, Fe-O сфероиды с включениями самородного железа и пузырьков вулканических газов, которые являются свидетельством активной флюидодинамики интрузивного процесса, приводившей к расслоению кимберлитового расплава на более и менее подвижные «колонны». Установлены признаки взаимодействия газовых пузырьков и сфероидов с поверхностью кристаллов алмаза (налипание, протравливание), а также признаки флюидного расслоения в кимберлитовых брекчиях диатремы. Предполагается, что формирование в трубке субвертикальных «рудных столбов», обогащенных алмазами, происходило под действием струйной миграции вулканических газов, в пределах которых алмазы могли концентрироваться благодаря высокой скорости подъёма расплава в процессе интрузии [2]. Насыщенность этих алмазоносных рудных тел тяжёлыми Fe-O и Fe-S минералами, а также самородным Fe, создаёт в них магнитоактивные зоны повышенной электронной проводимости, которые генерируют аномалии вызванной поляризации и могут быть эффективно выявлены методом ВП.

В 50–60-х годах прошлого столетия В.А. Комаровым были изучены электрические свойства природных сульфидов и оксидов [3]. Экспериментально было установлено и подтверждено на практике, что при наличии в породе всего 1% минералов с электронной проводимостью её поляризуемость возрастает до 3–5%, т.е. примерно в 2 раза. А если такие минералы образуют плёнки или прожилки, то эффект ВП возрастает. Разрешающая способность метода ВП зависит от избыточной поляризуемости объекта относительно вмещающих пород, его размеров и глубины залегания. Глубинность исследований методом ВП примерно в 1,5–2 раза больше глубинности исследований любых методов сопротивлений и составляет до 500–700 м и более [3]. Первые работы методом ВП при поисках кимберлитов были проведены в Якутии (Мало-Ботуобинский р-он) в 1980–1985 гг. группой геофизиков 101 партии НПО «Рудгеофизика» под руководством Березина Г.И. и Духнина К.Ю. Аномалии ВП над алмазоносными кимберлитами составили 1,5–2,0% при фоновых значениях 0,5–0,7%. При

том, что над «пустыми» (не алмазоносными) трубками аномальный эффект полностью отсутствовал.

В 2002–06 гг. были проведены работы методом ВП на ЮЗ Анголы, в Архангельской провинции (трубка Белая), Якутии (Накынское рудное поле) и в Гвинее-Канакри. Всего с применением этого метода было исследовано более 20 кимберлитовых трубок. Результаты электроразведочных работ методом ВП на кимберлитовых трубках ЮЗ Анголы [5] подтвердили сформулированную выше рудогенетическую гипотезу и эффективность метода ВП.

Все трубки в электрических полях выделяются пониженными значениями ρ , до сотен и десятков Ом·м, относительно вмещающих пород. Над алмазоносными трубками наблюдался аномальный эффект ВП до 2–3%. При этом, поляризовалась именно диатрёмовая зона, а над кратерной зоной аномалии ВП либо были совсем не значительные (0,3–0,5%), либо отсутствовали, что объясняется тем, что сульфиды, магнетит, пикроильменит здесь окисляются до гематита и лимонита. Над не алмазоносными трубками аномальный эффект составлял 0,2–0,5% за счёт пикроильменита и реликтов магнетита [5].

Таким образом, электроразведка методом ВП может быть рекомендована к использованию на любых стадиях поисково-разведочных работ на коренные алмазы для решения поисковых задач. Картирование «рудных столбов» по данным ВП позволит оптимизировать сеть разведочного бурения, что повысит эффективность поисков и оценки алмазоносных кимберлитов. Как показывает опыт, это особенно актуально для поисковых работ на коренные алмазы, в частности в Анголе, Ботсване, Конго, Замбии, Зимбабве, Намибии и других странах, расположенных в пределах алмазоносных провинций Африки.

Литература

1. Доусон Д. Кимберлиты и ксенолиты в них. М.: МИР, 1983, –300 с.
2. Зинченко В.Н., Деч В.Н., Шафрановский Г.И. Кимберлиты и алмазы трубки Катока. Петрогенез, рудогенез и моделирование распределения алмазов. Саарбрюкен, Palmarium Academic Publishing, 2012, –277 с.
3. Комаров В.А. Электроразведка методом вызванной поляризации. Л.: Недра, 1980, –390 с.
4. Милашев В.А. Среда и процессы образования природных алмазов. СПб.: Недра, 1994, –142 с.
5. Романько Е.Ф., Подвысоцкий, Егоров К.Н. и др. Кимберлиты Юго-Западной Анголы. М.: ООО «Геоинформмарк», 2005, –118 с.

Приложение 3

ВОЗМОЖНОСТИ КОМБИНИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ РЕГИОНАЛЬНЫХ ПРОГНОЗНЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ И ГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Д.Ф. Калинин, М.К. Овсов, О.И. Позарева, М.Б. Штокаленко (ФГУНПП «Геологоразведка», Санкт-Петербург)

Тезисы доклада

Стандартные методики геологического картирования основываются на комплексных геолого-геофизических исследованиях, обеспечивающих реконструкцию геологического строения среды в интервале глубин, приемлемых для рентабельных поисков. Мелко- и среднemasштабное изучение объемного строения объектов (например, интрузивных комплексов), перспективных в прогнозно-поисковом отношении, осуществляется, как правило, до глубин 10–15 км. При этом следует отметить, что изучение геологического строения территорий с использованием геофизических методов, как правило, сопровождается недостаточным объемом заверочного бурения, а порой даже отсутствием такового.

Для выявления закономерностей связи геофизических аномалий с возможными целевыми геологическими объектами необходим анализ площадей, занимающих значительную территорию (применительно к масштабу исследований). Анализируемые площади должны

обеспечивать максимально полный охват изучаемых разноранговых и разноглубинных возмущающих объектов. При этом пространственное распределение объектов, описываемых тем или иным набором параметров, далеко не всегда является хаотичным. Оно в той или иной степени упорядочено по оси глубин, например: неоднородности осадочного чехла и кристаллического фундамента в платформенных областях; внутрикоровые и мантийные границы при глубинных исследованиях и т.п. Диапазон изменения размеров искоемых геологических объектов в плане ограничен снизу – масштабом исследований, а сверху – размерами площади исследований [6].

Важнейшим вопросом, связанным с обработкой геоданных посредством компьютерных технологий, является вопрос доверия к результатам «человеко-машинной» интерпретации [10]. При этом очевидна необходимость комбинированных подходов к построению формализованных решений о наличии или отсутствии целевых геологических объектов и оценке качества решений.

Одним из таких подходов является вероятностно-статистический прогноз целевых геологических объектов на основе пространственных распределений эффективных параметров среды, получаемых в результате решения обратных задач геофизики. В настоящее время существует большое число методов решения обратных задач, связанных с расчетом распределений эффективных параметров, в частности – значений эффективной избыточной плотности и эффективной намагниченности среды на основе гравимагнитной томографии [1, 5]. Значения параметров могут быть представлены как в виде плоских горизонтальных срезов для различных глубин, так и в виде глубинных вертикальных геофизических разрезов вдоль соответствующих интерпретационных профилей. Преимуществом метода является возможность глубинной привязки значений эффективных параметров, приблизительно оцениваемой на основе соответствующих модельных примеров, данных сейсморазведки и бурения. Основным недостатком метода состоит в том, что пространственное распределение эффективного параметра является одним из многочисленных эквивалентных решений соответствующей обратной задачи. Результаты интерпретации подобных распределений, как правило, субъективны и требуют привлечения априорной информации и сопоставления с независимо получаемыми данными.

Другой возможный тип эффективных параметров связан с определением особых точек функций, описывающих аномальные потенциальные поля [11]. В процессе интерпретации упорядоченные конгломераты особых точек помогают очертить область расположения возмущающих объектов, определить их форму и интенсивность. Данная методика позволяет наметить границы нижних кромок более крупных и глубинных объектов, а так же пространственное расположение верхних кромок, ограничивающих мощные пласты. Следует подчеркнуть, что без привлечения априорной информации между особыми точками и аномальным полем нет взаимно однозначного соответствия. Исследование закономерностей изменения местоположения и типа особых точек в процессе решения обратной задачи помогает при синтезе результатов локализации с целью построения модели изучаемого объекта [2, 12].

В докладе обсуждаются варианты выделения пространственных конфигураций особых точек, ассоциируемых с верхними и нижними границами магнитоактивных тел. Распределения особых точек позволяют моделировать целевые геологические объекты по комплексу признаков при решении разнообразных прогнозно-поисковых задач. Как правило, при мелкомасштабных исследованиях интерес представляет уточнение пространственного положения приповерхностных трапповых образований, поверхностей фундамента и свит, разломов, глубинных интрузивных комплексов и пр. Оконтуривание распределений особых точек предлагается осуществлять как в разрезах, так и в плоских горизонтальных срезах для глубинных слоев, располагающихся в пределах изучаемой территории на основе вероятностных методов [3, 8].

В докладе представлены примеры вероятностного картирования предполагаемых геологических структур с использованием данных количественной интерпретации аномального магнитного поля в масштабе 1:200 000 (Восточная Сибирь). Один из примеров связан с *веро-*

ятностной эталонной классификацией распределений особых точек по комплексу их эффективных глубин и интенсивностей. Пространственные конфигурации, подобные по комплексу эффективных параметров эталонным распределениям особых точек, отображаются в виде послонной вероятностной модели среды. Выявляемые по результатам объемного вероятностного картирования конфигурации могут быть соотнесены с реальными однослойными и многослойными геологическими образованиями. Контролируемые в процессе решения задачи информативность и надежность вероятностной эталонной классификации повышают степень уверенности в экспертных геологических заключениях об объектах картирования. Другой пример связан с *вероятностным прогнозом целевых геологических объектов* по комплексу эффективных глубин и интенсивностей особых точек различных типов. Принципиальное отличие от первой задачи состоит в том, что искомые объекты *априорно* ассоциируются с экспертно назначенными геологическими альтернативами (траппами, разноглубинными интрузивными образованиями, субмеридианальными разломами). Численно оцениваемая информативность и надежность вероятностных решений по комплексу эффективных параметров особых точек позволяет судить о разной степени доверия к результатам геологического моделирования.

Еще одним практически важным подходом является сочетание результатов региональной гравитационной томографии, заверочных геоэлектрохимических и атмосферических работ, а также результатов вероятностного прогнозного районирования. В этой связи средствами 3D-томографии по гравиметрическим данным (т.е. пересчетом поля вниз) выявляются уплотнения на глубинах 30 и 15 км, которые соответствуют выступам базальтового и диоритового слоёв. Уплотнения или выступы образуют систему осей глубинных валов, к пересечениям которых приурочены многие месторождения УВ [9]. В районе подобных пересечений следует искать аномалии содержания пропана, брома и других элементов-индикаторов УВ, сорбированных почвой. УВ залежи выявляются как контурные разуплотнения с геохимическими аномалиями подвижных компонентов. В докладе приведен пример выделения предполагаемых контуров УВ залежей, тектонических нарушений и аномалий содержания брома на фоне карты рельефа кристаллического фундамента. На одной из интерпретируемых площадей приуроченность УВ залежей к склонам выступа фундамента независимо подтверждается результатами вероятностного прогноза УВ по комплексу региональных составляющих гравитационного и магнитного полей.

Наконец, перспективным направлением при решении геологоразведочных задач представляется также синтез *многомерной безэталонной классификации* (структурный анализ) [7] и *эталонной классификации* на базе информационно-статистической теории (распознавание образов) [4]. В обоих подходах основной трудностью по-прежнему является интерпретационная неоднозначность решений, обусловленная реальной геологической природой искомым объектов и, как правило, несовершенством применяемых моделей среды. Одна из приемлемых комбинированных методик заключается в следующем. Картографические образы, связываемые с искомыми геологическими объектами (минерагеническими таксонами соответствующего типа и ранга), представляют собой упорядоченные конфигурации классов, *экспертно выделяемые* по результатам структурного анализа геоданных (например, потенциальных геофизических полей, геохимических карт содержания элементов и др.). Конфигурации в пределах одного или нескольких образов используются затем в качестве эталонных площадей, соотносимых с искомыми минерагеническими объектами. В узлах регулярной сети, попадающих в пределы картографических образов, определяются эталонные выборки значений комплекса признаков. Эталонные выборки используются затем при формализованном прогнозируемом районировании площадей, подобных картографическим образам. Другая комбинированная методика, связываемая с автоматизированной комплексной интерпретацией геолого-геофизических данных, предполагает вероятностное построение *«ситуативных» эталонов* в виде комбинаций *структурных компонент (факторов)*. Структурные факторы отражают соответствующую степень локальной изменчивости геополей и связаны с искомыми характеристиками геологических объектов – интенсивностью свойств, размерами,

формой, глубиной залегания. Данный методический прием является обобщением известных в геофизике трансформаций – функции Саксова-Нигарда и разделения аномалий, при котором оптимальные радиусы осреднения выбираются с применением критерия, основанного на естественных структурных свойствах данных [7]. Выбор первичных эталонов приурочен к заведомо известным (вскрытым) минерагеническим объектам в пределах апробируемой территории. При значительном числе эталонных площадей с близкими диапазонами значений структурных компонент методика предусматривает:

а) логическое объединение (группирование) первичных эталонов в укрупненные «ситуативные» эталоны с учетом вероятностной матрицы сходства, специально выстраиваемой с учетом всех возможных комбинаций эталонов;

б) выделение значений структурных компонент геофизических полей в пределах «ситуативных» эталонов и обобщающий вероятностный прогноз целевых объектов по комплексу структурных компонент.

В докладе приведены результаты регионального геолого-геофизического прогноза потенциально алмазоносных структур на Северо-Западе России с использованием экспертных картографических образов, а также рассмотрен пример среднемасштабного вероятностного прогноза полиметаллов на территории Рудного Алтая с использованием формализованных «ситуативных» эталонов.

Литература.

1. *Алексеев С.Г., Вешев С.А., Ворошилов Н.А., Калинин Д.Ф., Маргович Е.Г., Штокаленко М.Б.* Прогноз и поиски разноранговых углеводородных объектов с использованием новых геохимических и геофизических методов // *Российский геофизический журнал* –2011. –№ 49–50. –С. 70–95.

2. *Блох Ю.И.* *Количественная интерпретация гравитационных и магнитных аномалий* (учебное пособие). М.: МГГА. 1998. –88 с.

3. *Гольцман Ф.М.* *Физический эксперимент и статистические выводы.* Л.: ЛГУ. 1982. –192 с.

4. *Гольцман Ф.М., Калинин Д.Ф., Калинина Т.Б.* Компьютерная технология MULTALT многоальтернативной классификации и прогноза по комплексу геоданных // *Российский геофизический журнал.* –2000. –№ 17–18. –С. 64–70.

5. *Долгаль А.С., Калинин Д.Ф., Олешкевич О.И., Симонов О.Н.* Применение компьютерных технологий интерпретации геопотенциальных полей при прогнозировании платино-медно-никелевого оруденения // *Разведка и охрана недр.* –2006. –№ 8. –С. 57–65.

6. *Долгаль А.С., Шархимуллин А.Ф.* О гравитационной томографии и путях ее дальнейшего развития // *Вестник Пермского университета. Сер. Геология: Пермь, ПГУ.* –2009. –№ 11. –С. 114–121.

7. *Иванов А.И., Овсов М.К.* Структурный метод обработки геоданных // *Российский геофизический журнал.* –1998. –№ 11–12. –С. 78–87.

8. *Калинин Д.Ф.* Информационно-статистический прогноз полезных ископаемых. – Министерство природных ресурсов и экологии РФ, ФГУНПП «Геологоразведка», 2011. –164 с.

9. *Кузнецов В.Л., Сальников А.С., Марков В.М., Титаренко В.В.* Прогноз нефтегазоносности и зон нефтегазонакопления платформенных областей Сибири на основе традиционной и нетрадиционной обработки и интерпретации данных ГСЗ // *Геофизика.* –2007. –№ 3. –С. 71–78.

10. *Марченко В.В.* *Человеко-машинные методы геологического прогнозирования.* –М.: Недра, 1988. –232 с.

11. *Трошков Г.А., Грознова А.А.* Математические методы интерпретации магнитных аномалий. М.: Недра, 1985.–151с.

12. *Трошков Г.А., Погарева О.И.* Применение компьютерной технологии «Особые точки» для определения поверхности кристаллического фундамента Русской платформы по аэромагнитным данным. // *Российский геофизический журнал.* –2001. –№ 23–24.

МЕТОД РАДИОМАГНИТОТЕЛЛУРИЧЕСКИХ ЗОНДИРОВАНИЙ, МОДИФИКАЦИИ ПЕШЕХОДНАЯ, МОБИЛЬНАЯ И С КОНТРОЛИРУЕМЫМ ИСТОЧНИКОМ

А.К. Сараев, А.Е. Симаков, А.А.Шлыков (СПбГУ, Санкт-Петербург)

Тезисы доклада

Методы электроразведки, использующие электромагнитные поля радиостанций, начали активно развиваться с 60-х годов прошлого века как у нас в стране, так и за рубежом. При этом использовались их различные наименования – метод радиокомпарирования и пеленгации (радиокип), методы радиоэлектромагнитного профилирования и зондирования (РЭМП, РЭМЗ), метод Very Low Frequency (VLF).

Первоначально применявшаяся аппаратура позволяла регистрировать сигналы СДВ (VLF) радиостанций, что ограничивало возможности метода и позволяло проводить работы по методике профилирования на одной частоте. Со временем аппаратура совершенствовалась, и ее частотный диапазон расширялся в область более высоких частот (до 250–1000 кГц). Для метода, работающего в частотном диапазоне от 10 до 250–1000 кГц, включая измерения сигналов радиостанций сверхдлинноволнового (СДВ) 10–30 кГц, длинноволнового (ДВ) 30–300 кГц и средневолнового (СВ) 300–1000 кГц диапазонов частот, с проведением работ по методике зондирования в интервале глубин от 1 до 30–50 м в настоящее время наиболее часто употребляемым является термин «метод радиомагнитотеллурических (РМТ) зондирования».

В настоящее время накоплен достаточно большой опыт применения метода РМТ зондирования при решении инженерно-геологических, гидрогеологических и экологических задач. Достоверность получаемых результатов многократно подтверждалась сопоставлением с данными метода ВЭЗ и бурения. Область применения метода РМТ – геологическое картирование, поисково-разведочные работы, гидрогеологические и инженерно-геологические изыскания, экологические исследования (картирование загрязнений нефтепродуктами, оконтуривание и изучение строения свалок, выявление утечек и др.).

По частотному (временному) диапазону и интервалу изучаемых глубин метод РМТ заполняет существующий разрыв между наиболее распространенными методами электромагнитных зондирования – методом переходных процессов (МПП) и георадаром, используемыми при решении задач малоглубинной электроразведки. При этом метод РМТ обеспечивает получение более надежных результатов зондирования в интервале глубин от 5 до 15 м, когда георадарным исследованиям не хватает глубинности, а результаты зондирования МПП недостаточно достоверны в связи с трудностями интерпретации данных измерений в интервале малых времен.

В докладе представлены характеристики аппаратурно-программных комплексов РМТ метода (модификации пешеходная, мобильная и с контролируемым источником) и технологий их применения, разработанных коллективом российских организаций (Санкт-Петербургский государственный университет, ООО «МикроКОР», Российский институт мощного радиостроения) и Университетом г. Кельн (Германия).

Пешеходная модификация, реализуемая с аппаратурой РМТ-П, предназначена для проведения детальных работ методом РМТ зондирования с измерениями электромагнитных полей удаленных радиостанций. Аппаратура включает пятиканальный регистратор, магнитные антенны (индукционные датчики) и электрические антенны (бесконтактные или заземляемые линии). Производится регистрация трех компонент магнитного поля (двух горизонтальных и одной вертикальной) и двух горизонтальных компонент электрического поля. По результатам измерений вычисляются составляющие импеданса по двум направлениям и типпера.

Мобильная модификация (автомобильная или лодочная съемки), реализуемая с аппаратурой РМТ-М, предназначена для проведения быстрых рекогносцировочных съемок на

обширных территориях с измерениями электромагнитных полей удаленных радиостанций. Производится регистрация трех компонент магнитного поля (двух горизонтальных и одной вертикальной) и одной горизонтальной компоненты электрического поля. По результатам измерений вычисляются составляющая импеданса по одному направлению, совпадающему с направлением движения транспортного средства, и типпера.

Модификация с контролируемым источником, реализуемая с аппаратурой РМТ-К, предназначена для работ методом РМТ зондирования в удаленных районах, где нет возможности измерения достаточного количества сигналов радиостанций в диапазоне частот 10–1000 кГц для применения стандартного метода РМТ (пешеходной или мобильной съемки), и работы обычно проводятся по методике профилирования в СДВ диапазоне. Использование контролируемого источника (генератора и заземленного кабеля) дает возможность проводить работы по методике зондирования. За счет понижения нижнего предела частотного диапазона (с 10 кГц в методе РМТ-П до 1 кГц в методе РМТ-К) глубинность составляет около 100–150 м (в три раза больше, чем в методе РМТ-П).

Особенности разработанной аппаратуры РМТ-П, РМТ-М и РМТ-К:

- регистрация временных рядов сигналов магнитного и электрического полей, вычисление кажущегося сопротивления и фазы импеданса в измерительном блоке, визуализация спектральных характеристик сигналов на дисплее регистратора и оценка качества измерений на точке зондирования, запись данных наблюдений во встроенную память или внешний ПК;
- четырехканальные (тензорные) или двухканальные (скалярные) съемки, программно-управляемый мониторинг, установка измерительных параметров при помощи клавиатуры регистратора или внешнего компьютера,
- работы с использованием GPS – привязка по координатам и времени, запись координат в движении при мобильной съемке;
- измерения с бесконтактными электрическими линиями позволяют проводить работы в летнее время в условиях, неблагоприятных для заземлений (асфальт, бетон, гравий) и в зимнее время (по снегу и льду);
- короткие приемные линии электрического поля (10–20 м) дают возможность изучения ограниченных по размерам участков;
- используемая модель плоской волны обеспечивает достоверность интерпретации данных, получение кривых по двум направлениям повышает информативность зондирования при изучении горизонтально-неоднородных сред,
- глубина исследования разреза от 1–2 до 30–50 м (пешеходная и мобильная съемки) и от 1– до 100–150 м (работы с контролируемым источником);
- время измерений на точке зондирования менее 1 мин., производительность при проведении пешеходной съемки 70–80 точек зондирования в день – в 10 раз быстрее, чем в методе ВЭЗ с аналогичной глубинностью;
- измерения полей на 3–4 основных частотах контролируемого источника из диапазона 1–150 кГц и их субгармониках (7–9 субгармоник каждой основной частоты) обеспечивают получение детальных (35–40 точек) кривых зондирования в диапазоне частот 1–1000 кГц и повышают производительность работ (60–70 точек зондирования в день);
- при проведении мобильной съемки скорость автомобиля 7–8 км/ч, интервал между точками зондирования 30–40 м, производительность: 800–1000 точек зондирования в день (в 100 раз быстрее, чем в методе ВЭЗ с аналогичной глубинностью).

Программное обеспечение включает программы для управления процессом измерений и первичной обработки данных, углубленной обработки данных с применением робастных процедур, 1D и 2D инверсии и визуализации результатов. Используемые хорошо разработанные методы и программные средства магнитотеллурики обеспечивают надежную интерпретацию данных зондирования.

ЭКСПЕРТНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

на «Методические рекомендации по применению гамма-каротажа для определения параметров рудных по калию интервалов на месторождении Нивенское Калининградско-Гданьского солеродного бассейна»
и отчет по теме «Оценка материалов гамма-каротажа прошлых лет с целью использования их для определения параметров по калию интервалов на участках Нивенский 1 и 2 и подготовка Методические рекомендации по применению гамма-каротажа для определения параметров рудных по калию интервалов на месторождении Нивенское Калининградско-Гданьского солеродного бассейна»

Экспертная рабочая группа в составе Иванюкович Г.А. (председатель), Козында Ю.О., Амосов Д. А. рассмотрела представленные на экспертизу методические рекомендации и отчет. Перед рабочей группой была поставлена задача – оценить возможность использования данных гамма-каротажа (ГК) для определения параметров рудных интервалов к подсчету запасов K_2O .

Рабочая группа отмечает:

1. Отложения солеродного бассейна вскрыты 312 скважинами разного назначения – в основном нефтедобывающими предприятиями и другими геологоразведочными организациями. Однако большинство скважин пройдено без отбора керна.

2. Гамма-каротаж в различные годы проводился сцинтилляционными каротажными радиометрами ДРСТ-1, ДРСТ-3, СРК-01, РК-П, СРК-73Ц, метрологическое обеспечение которых было основано на использовании источника ^{226}Ra или полевых калибраторов, хранящих размер единиц эквивалентной массовой доли урана (ЭМДУ).

3. Для уменьшения затрат на оценку запасов месторождения и быстрого ввода его в эксплуатацию необходима разработка методики определения содержания калия в соляных пластах как в скважинах, проходка которых ведется в настоящее время, так и по материалам каротажа прошлых лет.

В отчете содержится обоснование методики ГК для определения параметров к подсчету запасов калия:

– выполнена метрологическая аттестация полевых калибровочных устройств каротажных радиометров (ПКУ-ГК-42) в единицах массовой доли калия (ЕМДК);

– найдены соотношения между ЕМДК и применявшимся ранее единицами измерений (эквивалентной массовой долей урана и мкР/ч), что позволяет использовать результаты гамма-каротажа прошлых лет для определения содержаний калия;

– проведено сопоставление данных ГК и геологического опробования керна по 38 рудным интервалам, с целью оценки достоверности результатов каротажа;

– на трех скважинах – участок Чеховский, Солнечный и Буратино – продемонстрирована возможность использования материалов каротажа прошлых лет для оценки параметров рудных по калию интервалов.

Материалы отчета положены в основу Методических указаний, которые включают необходимые сведения о теоретических и методических основах ГК. К работе возникли лишь отдельные частные замечания, которые не имеют принципиального характера и учтены авторами.

Выводы.

1. В МР изложена методика проведения и интерпретации результатов ГК на месторождении Нивенское Калининградско-Гданьского солеродного бассейна, в том числе даны рекомендации по оценке параметров рудных по калию интервалов (мощность и массовая доля калия) с целью использования их при подсчете запасов калийных солей, а также даны рекомендации по использованию материалов гамма-каротажа прошлых лет.

2. Технология ГК, которая основана на применении полевых калибровочных устройств, хранящих единицу эквивалентной массовой доли калия, соответствует современ-

ному уровню методического и метрологического обеспечения и решает задачу определения мощности рудных интервалов и содержания в них калия.

3. Сопоставление результатов РК и контрольного метода (геологическое опробование керна) выполнено в соответствии с «Методическими рекомендациями по геофизическому опробованию при подсчете запасов месторождений металлов и нерудного сырья». ГКЗ РФ. М 2007.

4. Результаты статистических испытаний показали, что систематические расхождения между данными методами отсутствуют. Случайные расхождения между РК и контрольным методом опробования составляют по мощности 7 см и по метропроценту 11%, т.е. находятся в допустимых пределах.

5. Возможность интерпретации данных РК по скважинам прошлых лет продемонстрирована на трех скважинах с различных участков месторождения.

6. применение РК на месторождении Нивенское имеет важное практическое значение так как:

– позволит перейти на безкерновое бурение до 80–90% скважин, сохранив в небольшом объеме (10–20%) традиционное геологическое опробование с отбором керна в качестве контрольного метода, при этом снижаются затраты на геологоразведочные работы и повышается их оперативность;

– увеличивается точность подсчета запасов, поскольку объем породы, который исследуется при каротаже, в несколько раз превышает объем керна.

На основании изложенного выше **Рабочая группа считает**, что рассматриваемые «Методические рекомендации по применению гамма-каротажа для определения параметров рудных по калию интервалов на месторождении Нивенское Калининградско-Гданьского соленосного бассейна» **соответствует современному уровню. Данные каротажа скважин на месторождении Нивенское разных лет могут быть использованы для оценки параметров рудных по калию интервалов** (мощность и массовая доля калия) наряду и/или вместо данных геологического опробования керна.

Председатель ЭРГ,
доктор т. н., проф. Г. А. Иванюкович

Члены ЭРГ
кандидат т. н. Ю. О. Козында
кандидат т. н. Д.А.Амосов