УДК 553.81
Рубрика 38.57.23

ВЫБОР КОМПЛЕКСА ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ПОИСКА АЛМАЗОНОСНЫХ СТРУКТУР В ПРЕДЕЛАХ РУССКОЙ ПЛАТФОРМЫ

SELECTION OF A SET OF GEOPHYSICAL METHODS FOR SOLVING THE PROBLEM OF SEARCHING FOR DIAMONDS WITHIN THE RUSSIAN PLATFORM

Николай Юрьевич Богомолов[1,2], Владимир Леонидович Лухманов[3], Игорь Владимирович Зуйков[4], Арсений Андреевич Шлыков[5], Артём Сергеевич Скрябин[1,2], Михаил Борисович Самсонов[2]

Nikolai Yuryevich Bogomolov[1,2], Vladimir Leonidovich Lukhmanov[3], Igor Vladimirovich Zuikov[4], Arseniy Andreevich Shlykov[5], Artyom Sergeevich Scriabin[1,2], Mikhail Borisovich Samsonov[2]

[1] *СПБФ ИЗМИРАН*
[2] *ООО «ВЕГА»*
[3] *ООО «АстраГео»*
[4] *ООО «Аль Терра»*
[5] *ООО «Тензор-М»*

[1] *Pushkov Institute of Terrestrial Magnetism, Ionosphere and Radio Wave Propagation Russian Academy of Sciences*
[2] *VEGA LLC*
[3] *ASTRAGEO LLC*
[4] *Al Terra LLC*
[5] *Tensor-M LLC*

Введение

Опыт разработки месторождений алмазов в различных регионах России и за рубежом показал, что комплекс геофизических методов для поиска в значительной степени зависит от местной геологической обстановки. От региона к региону могут различаться как физические свойства алмазоносных пород, так и степень их контрастности с вмещающей толщей.

Объектом интереса стала перспективная на выявление алмазов площадь (далее – площадь), расположенная в Ленинградской области. В данном регионе в настоящее время отсутствуют выявленные коренные месторождения алмазов. Регион недостаточно изучен для определения геофизических поисковых признаков. Ряд геологических и геофизических исследований, проведенных в последние десятилетия, указывает на целесообразность дальнейшего изучения площади на предмет наличия промышленно-значимых месторождений алмазов. С целью получения дополнительной информации о строении площади и о перспективах алмазоносности был проведен ограниченный комплекс опытно-методических геофизических работ на неизученном до этого северо-восточном участке площади (далее – участок).

Применяемые методики

При проведении геологической разведки методом шлихового опробования в 2006 году были выявлены признаки алмазоносности площади – установлены проявления россыпных алмазов, а также ураганные содержания минералов–спутников.

С 2015 года на площади применялся ряд различных геофизических методов с целью поиска потенциальных алмазоносных структур. Применявшиеся методы: магниторазведка (аэро-, наземная, БПЛА); электроразведка методом СГ; электротомография (ЭТ); зондирования МПП (ЗСБ); ОМР методом сейсморазведки. По результатам геофизических работ и последующего бурения были обнаружены минералы-спутники алмазов, но сами алмазоносные структуры обнаружены не были.

В 2025 году на участке площади были проведены дополнительные опытно-методические работы (далее – ОМР) комплексом геофизических методов, включающим в себя: гравиразведку, частотное зондирование (ЧЗ), комбинированный метод стоячих волн (КМСВ).

Геофизические методы были выбраны с учетом их особенностей:

- Гравиразведка – высокопроизводительный метод изучения структурных особенностей участка, устойчивый к помехам и простой в полевой реализации;
- ЧЗ – электроразведочный метод с достаточной глубинностью для поиска коренных алмазоносных структур [Basokur, 1997], с частым шагом и более высокой производительностью, чем МПП(ЗСБ);
- КМСВ – акустический метод, успешно применявшийся ранее для поиска кимберлитовых трубок [Зуйков, 2018]

Положение профилей ОМР показано на рисунке 1. Целью ОМР была оценка эффективности данных геофизических методов в геологических условиях участка для поисков аномальных зон, потенциально связанных с алмазоносными структурами.



Рисунок 1. Карта участка и профилей геофизических измерений. На рисунке отмечены пикеты гравиразведки и предварительные зоны повышенного интереса изучения.

Результаты работ:

При поиске алмазоносных структур особый интерес могут представлять аномалии субвертикального простирания до глубин в несколько сотен метров, потенциально являющиеся алмазоносными объектами, а также разломы и их пересечения, к которым могут быть приурочены искомые структуры. Поставленной при проведении ОМР задачей был поиск целевых аномальных зон, сверка их обнаружения разными методами, выделение наиболее интересных участков для дальнейшей детализации.

По результатам геофизических опытно-методических работ на участке был выявлен ряд

зон, представляющих повышенный интерес. По результатам ЧЗ, КМСВ и гравиразведки на северо-западе участка наблюдаются аномальные области, отображающие вероятнее всего разломные структуры. Не все разломы отображаются гравиразведкой, так как метод менее чувствителен к горизонтальным неоднородностям. В то же время на востоке участка по данным гравиразведки наблюдается высокий контраст значения силы тяжести между участками по разные стороны реки. Предполагаемый разлом пролегает поперек профиля 5 вдоль реки. На юго-востоке профиля наблюдается обширная отрицательная аномалия силы тяжести, данная зона интересна для дальнейшего изучения. На профиле 3 по данным КМСВ помимо разломов и более широких зон пониженной относительной механической прочности наблюдаются также две зоны повышенной прочности, отображающие более монолитные структуры.

Аномальные зоны присутствуют также по данным всех примененных методах на пересечении профилей 1 и 5. По данным ЧЗ в районе пересечения профилей присутствуют зоны повышенного удельного сопротивления, простирающиеся глубже чем на 600 метров. Такая субвертикальная аномалия, простирающаяся, вероятно, до глубины кристаллического фундамента, может являться структурой, перспективной на алмазоносность. По результатам КМСВ на пересечение профилей 1 и 5 на глубине 180 метров наблюдается структура изометрической формы. По результатам гравиразведки на пересечении этих профилей также наблюдается неоднородность. Данная зона представляет повышенный интерес для дальнейшей детализации.

Обнаруженные аномальные зоны, связанные с вероятными разломными структурами, не соответствуют априорной геологической информации, согласно которой на участке должны отсутствовать разломные структуры.

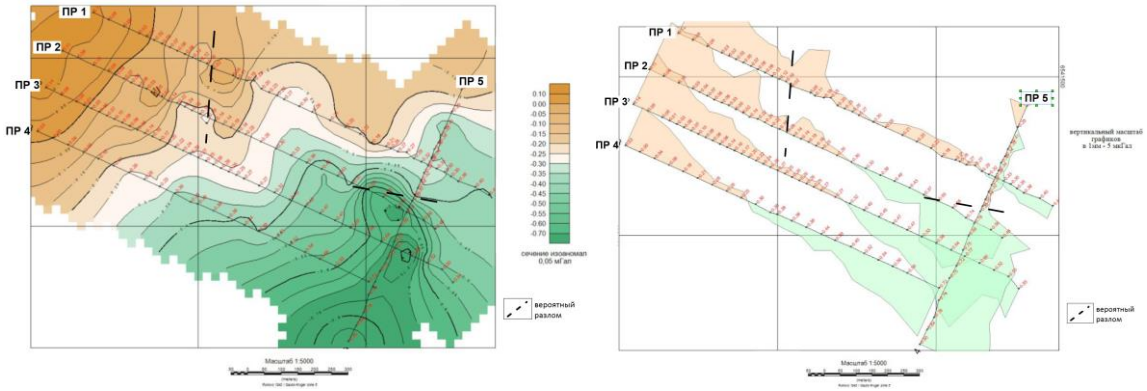


Рисунок 2. Результаты гравиразведки.

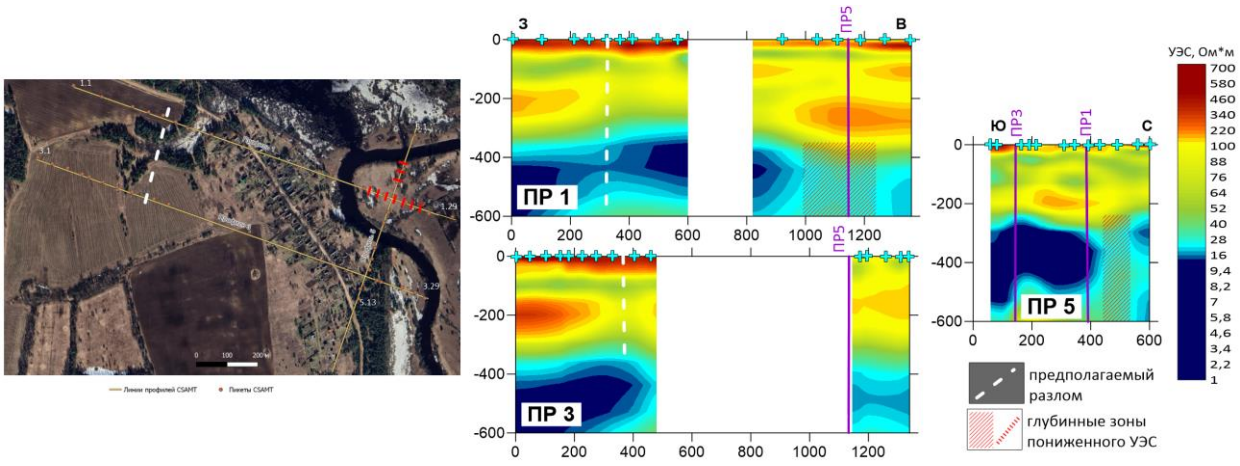


Рисунок 3. Результат инверсии данных ЧЗ.

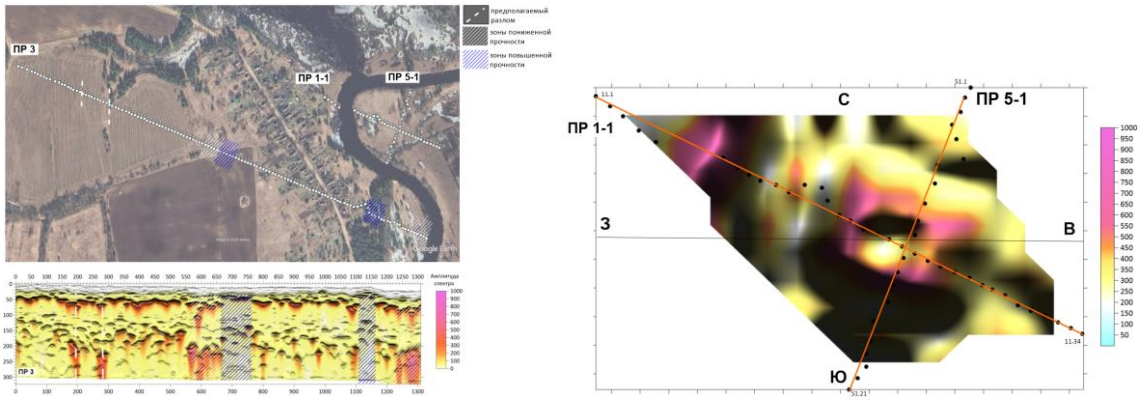


Рисунок 4. Результаты КМСВ – профиль 3 (слева) и горизонтальный срез на глубине 180 метров на пересечении профилей 1-1 и 5-1 (справа).

Выводы

Результатами проведенных ОМР стало выявление нескольких аномальных зон на исследуемом участке. Одна из зон потенциально может быть приурочена к алмазоносным структурам. Выделена разломная тектоника, не выделявшаяся по геологическим данным прошлых лет изучения области.

Дальнейшие геологические и геофизические исследования на участке запланированы с учетом полученных результатов ОМР:

- Выявлены аномальные зоны на участке, подтверждаемые одновременно несколькими методами;
- Необходимо добавить детализационные профили в пределах аномальных зон при дальнейших работах;
- Выявленные аномальные зоны необходимо детально изучить комплексом других методов. В частности, запланировано проведение частотного зондирования с применением БПЛА;
- Для дальнейшего изучения участка следует рассмотреть варианты использования других геофизических методов, обладающих высокой помехоустойчивостью и возможностью работы в пределах населенных пунктов;

- Вслед за дополнительным комплексом геофизических работ следует разведку методом бурения для уточнения форм и свойств выявленных геологических структур

Проведенные ОМР показали необходимость дальнейшего изучения участка с целью поиска алмазоносных структур.

Список литературы

1. Применение комплекса геолого-геофизических методов для поиска воды в засушливых районах Южной Африки (о. Мадагаскар). Обследование мааровых структур. И.В.Зуйков* (ООО «Аль Терра», Россия), Mark Burr (Primary Water Technologies LLC, USA), Ю.С. Погорелов (Белгородский национальный исследовательский университет). Инженерная и рудная геофизика 2018 — Алматы, Казахстан, 23-27 апреля 2018 г.

2. Проблемы и перспективы развития геофизических технологий при поисках коренных месторождений алмазов. Р.С. Контарович, В.А Цыганов . Геофизика, 2001 г, 4 выпуск, с. 52-57.

3. Comparison of induced polarization and controlled-source audio-magnetotellurics methods for massive chalcopyrite exploration in a volcanic area. A.T.Basokur, T.M.Rasmussen, C.Kaya, Y.Altun, K.Aktas. GEOPHYSICS, VOL. 62, NO. 4 (JULY-AUGUST 1997);
p. 1087–1096