

УДК 550.8:553.81(470.11)

**Н.Ф. Скопенко<sup>1</sup>, С.И. Красоткин<sup>2</sup>, А.С. Галкин<sup>3</sup>, В.Н. Ширококов<sup>4</sup>,  
В.А. Кривицкий<sup>5</sup>, В.И. Старостин<sup>6</sup>****ПЕРВОЕ ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙТРОННОЙ СЪЕМКИ В КОМПЛЕКСЕ  
С ГЕОЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ НА ЭТАЛОННЫХ  
ТРУБКАХ ЗИМНЕБЕРЕЖНОГО АЛМАЗОНОСНОГО РАЙОНА***ЗАО КЦ «РОСГЕОФИЗИКА», 192029, г. Санкт-Петербург, ул. Ольминского, д. 10**ПАО «Севералмаз», 163000, г. Архангельск, ул. Карла Маркса, д. 15**ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»,  
119991, Москва, ГСП-1, Ленинские Горы, 1**ЗАО КС «ROSGEOFIZIKA», 192029, Saint Petersburg, Olminskogo st., 10**JSC «Severalmaz», 163000, Arhangelsk, Karla Marksa st., 15**Lomonosov Moscow State University, 119991, GSP-1, Leninskiye Gory, 1*

Впервые в Архангельской алмазоносной провинции опробован метод регистрации свободных нейтронов, применяемый в комплексе с геоэлектрохимическими методами. Основанием к его применению является разрабатываемая в настоящее время концепция о формировании алмазов в глубинном очаге, экранированном плотными породами, в результате чего возрастает плотность энергии возбужденной среды, что приводит к протеканию ядерной диссоциации атомных ядер, кластерному радиоактивному распаду и низкоэнергетической трансмутации элементов. При становлении кимберлитовой трубки в процессе кластерного радиоактивного распада и низкоэнергетической трансмутации атомных ядер возникает электромагнитное излучение с энергией кванта около нескольких десятков — нескольких сотен килоэлектронвольт. По результатам проведенных опытно-методических работ над эталонными перекрытыми трубками Пионерская и Верхнетовская получено подтверждение этой концепции и предложена поисковая методика, опирающаяся на эту геологическую модель.

*Ключевые слова:* Архангельская алмазоносная провинция, метод регистрации свободных нейтронов, кластерный радиоактивный распад, электромагнитное излучение, опытно-методические работы, поисковая методика, геологическая модель.

The method of registration of free neutrons applied in a complex with geoelectrochemical methods is for the first time tested in the Arkhangelsk diamondiferous province. The basis on its application is the concept developed now about formation of diamonds in the deep center, screened dense breeds. As a result density of energy of the excited environment increases that leads to course of nuclear dissociation of nuclear kernels, cluster radioactive decay and a low-energy transmutation of elements. At formation of a kimberlite tube in the course of cluster radioactive decay and a low-energy transmutation of nuclear kernels there is an electromagnetic radiation with energy of quantum about tens and hundreds kiloelectronvolt. By results of the carried-out skilled and methodical works on the reference blocked tubes Pioneer and Verkhnetovsky confirmation of this concept is received and the search technique leaning on this geological model is offered.

*Key words:* Arkhangelsk diamondiferous province, method of registration of free neutrons, cluster radioactive decay, electromagnetic radiation, skilled and methodical works, search technique, geological model.

**Введение.** Анализ результатов работ на поиски коренных месторождений алмазов последних лет показывает, что эффективность традиционного комплекса геолого-геофизических исследований, основанного на заверке локальных магнитных аномалий (ЛМА), резко снижается [Стогний,

Коротков, 2010]: в начале 1980-х гг. эффективность составляла 20%, в конце 1980-х гг. — 12,5%, в 1990-е гг. — 1%, в настоящее время — <1%.

В Архангельской алмазоносной провинции (ААП) возможности магнитного метода поисков кимберлитовых тел в значительной мере исчерпали

<sup>1</sup> ЗАО КЦ «РОСГЕОФИЗИКА», генеральный директор; *e-mail:* rosgeofizika@yandex.ru

<sup>2</sup> ЗАО КЦ «РОСГЕОФИЗИКА», главный геолог; *e-mail:* rosgeofizika@yandex.ru

<sup>3</sup> ПАО «Севералмаз», главный геолог; *e-mail:* severalmaz@severalmaz.alrosa.ru

<sup>4</sup> ПАО «Севералмаз», начальник управления главного геолога; *e-mail:* severalmaz@severalmaz.alrosa.ru

<sup>5</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, Музей землеведения, ст. науч. с.; *e-mail:* vkrivichi@rambler.ru

<sup>6</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра геологии, геохимии и экономики полезных ископаемых, профессор; *e-mail:* star@geol.msu.ru

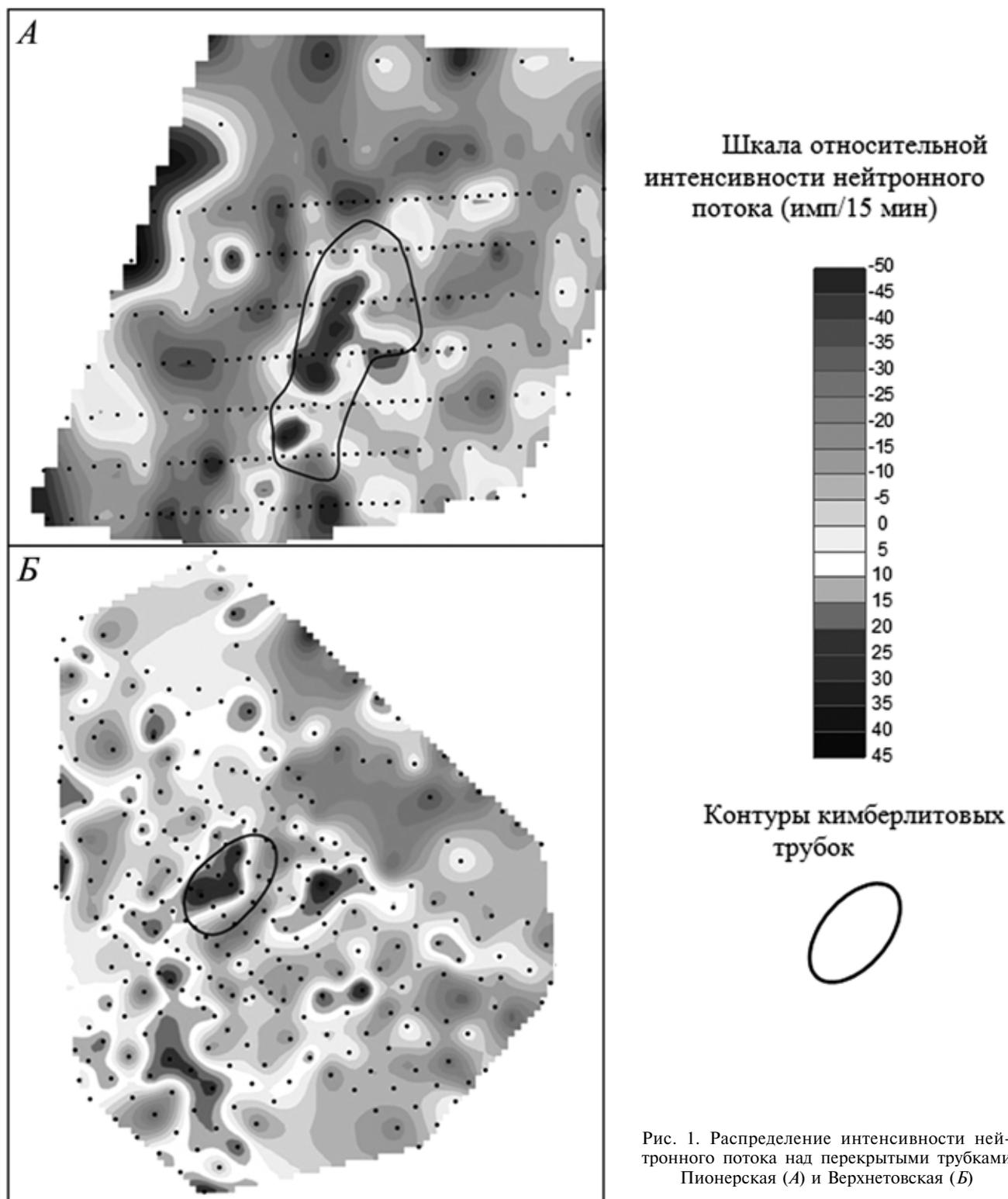


Рис. 1. Распределение интенсивности нейтронного потока над перекрытыми трубами Пионерская (А) и Верхнетовская (Б)

себя по причине того, что крупные аномалии в настоящее время практически все заверены. Более того, здесь выявлены высокопродуктивные трубки, слабо проявленные в магнитном поле, что вызывает необходимость установления дополнительных поисковых критериев, опирающихся не только на магнитные аномалии.

Такие разработки в настоящее время ведутся как в плане изучения структурно-тектонических

обстановок, благоприятных для локализации трубок, так и с целью выявления самих трубок. Один из методов прямого их выявления, впервые опробованный нами в АПП, — метод регистрации свободных нейтронов, применяемый в комплексе с геоэлектрохимическими методами.

**Методика исследований.** Основанием для применения указанного метода служит разрабатываемая в настоящее время концепция о фор-

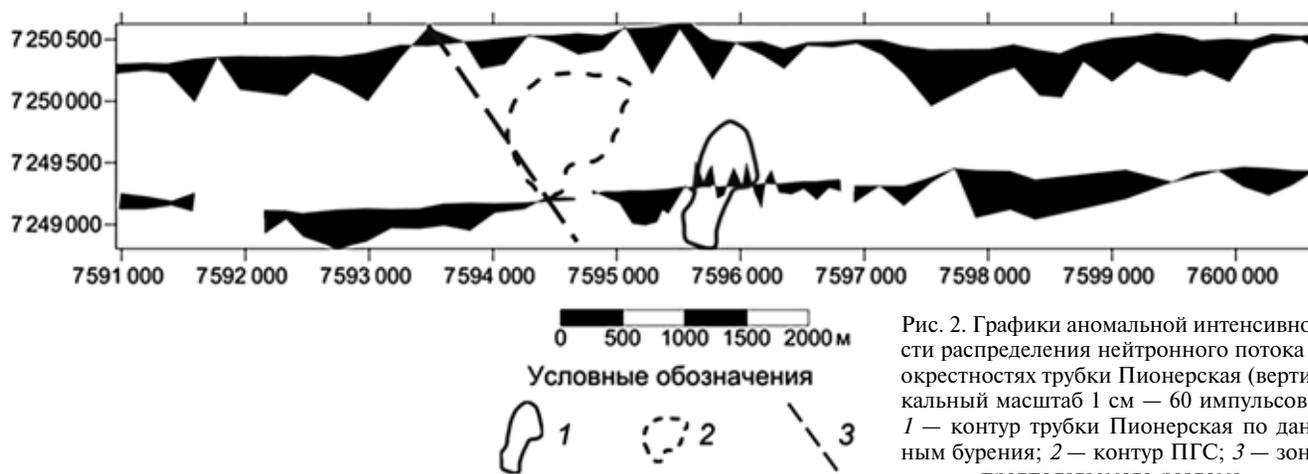
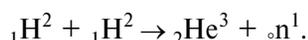


Рис. 2. Графики аномальной интенсивности распределения нейтронного потока в окрестностях трубки Пионерская (вертикальный масштаб 1 см — 60 импульсов): 1 — контур трубки Пионерская по данным бурения; 2 — контур ПГС; 3 — зона предполагаемого разлома

мировании алмазов в глубинном очаге, экранированном плотными перекрывающимися породами, в результате внедрения «плазменного» диапира с последующей кристаллизацией вещества, постепенно переходящего в кимберлитовую магму. Наблюдаемые кимберлитовые фазы внедрения — разные фазы кристаллизации указанного вещества. В результате возрастает плотность энергии возбужденной среды, что приводит к протеканию ядерной диссоциации атомных ядер, кластерному радиоактивному распаду и низкоэнергетической трансмутации элементов.

При становлении кимберлитовой трубки в процессе кластерного радиоактивного распада и низкоэнергетической трансмутации атомных ядер возникает электромагнитное излучение с энергией кванта, составляющей от нескольких десятков до нескольких сотен килоэлектронвольт. При таких значениях энергии может протекать реакция:



Так как процесс происходит в замкнутом пространстве при высоких температуре и давлении, образующиеся атомные ядра указанных элементов внедряются в горные породы околотрубочного пространства и в дальнейшем диссипируют в атмосферу [Кривицкий, 2017].

По результатам опытно-методических работ над эталонными перекрытыми трубками Пионерская и Верхнетовская нами получено подтверждение этой концепции и предложена поисковая методика, опирающаяся на такую геологическую модель.

По результатам нейтронной съемки над эталонными трубками фиксируются локальные аномалии нейтронного потока, превышающие фон на 20–30 импульсов и связанные (в зависимости от размера трубки) с 5–15 точками, расположенными рядом. При этом в зоне влияния кимберлитовой трубки вне ее площади присутствуют локальные аномальные выбросы нейтронного потока (рис. 1).

Для выяснения вопроса о том, связаны ли эти аномалии с возможным влиянием кимберлитового

магматизма либо они могут наблюдаться и вне зоны влияния трубки, нами в окрестностях трубки Пионерская была проведена нейтронная съемка по двум широтным профилям длиной 10 км с шагом по профилю 200 м.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Результаты нейтронной съемки позволяют говорить о том, что наиболее интенсивные аномальные значения нейтронного потока фиксируются только в окрестности перекрытой трубки взрыва. На остальных частях профилей присутствуют только единичные аномальные выбросы нейтронного потока, связанные с 1–2 точками наблюдения и, возможно, обусловленные глубинной тектоникой (рис. 2).

Тот факт, что локальные аномалии нейтронного потока связаны в основном с зоной влияния кимберлитовой трубки, подтверждается также данными геоэлектрохимической съемки (ТМГМ). Данные этого метода позволяют регистрировать над перекрытыми трубками ряд химических элементов, находящихся в приповерхностном слое в подвижных или вторично закрепленных формах. Повышенная концентрация этих элементов образует положительные кольцевые аномалии диаметром до 1,5 км и шириной 300–500 м, к минимумам в центральных частях которых приурочены трубки Пионерская и Верхнетовская. Аномалии связаны с привнесом в первую очередь легких и тяжелых редкоземельных элементов (La, Ce, Nd, Sm, Eu, Y, Gd, Dy, Ho, Yb, Lu, Li, Rb, Be). Наиболее контрастно комплексные геоэлектрохимические аномалии над перекрытыми трубками выделяются по результатам факторного анализа методом главных компонент (рис. 3).

Конфигурация аномалий и идентичность их состава позволяют говорить о том, что ореолы элементов над трубками Пионерская и Верхнетовская образовались под действием единых процессов. Об этом свидетельствует статистически значимая положительная корреляция между содержанием подвижных и вторично закрепленных форм нахождения элементов, а также согласованность

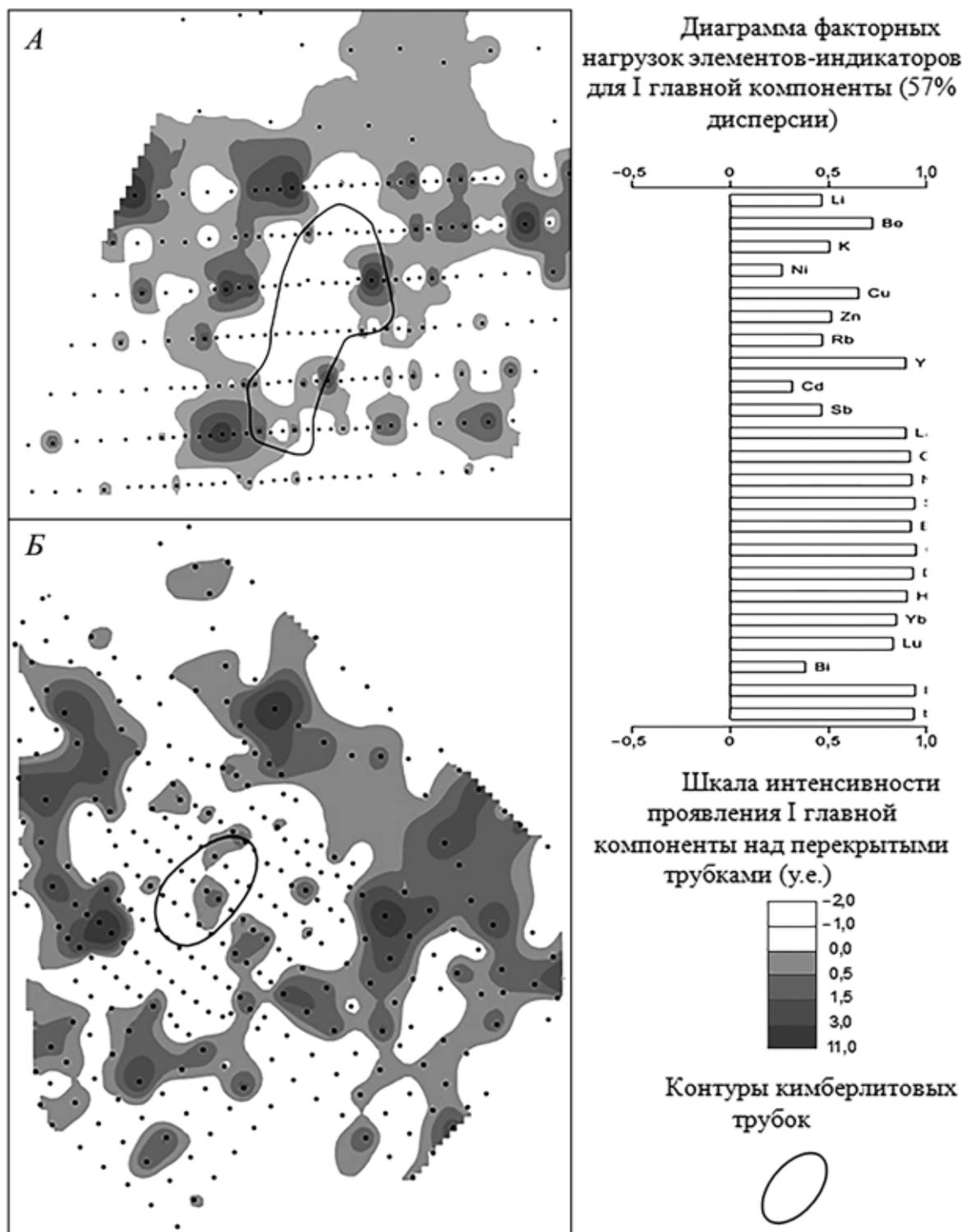


Рис. 3. Комплексная кольцевая аномалия химических элементов над трубками Пионерская (А) и Верхнетовская (Б), выделенная методом факторного анализа по первой главной компоненте

аномалий как в трубке Пионерская, так и в трубке Верхнетовская (вклад первой главной компоненты (I ГК) в полную дисперсию составляет 57%).

Механизм образования кольцевой положительной геохимической аномалии можно объяснить тем, что при внедрении кимберлитовой трубки подземные воды, содержащиеся в поровом

пространстве вмещающих пород, нагреваются, увеличиваясь в объеме более чем в 3 раза.

В результате теплового расширения подземных вод формируется фильтрационный поток, направленный от трубки во все стороны. С ростом температуры увеличивается растворимость солей в воде. В ближней горячей зоне слабозакрепленные

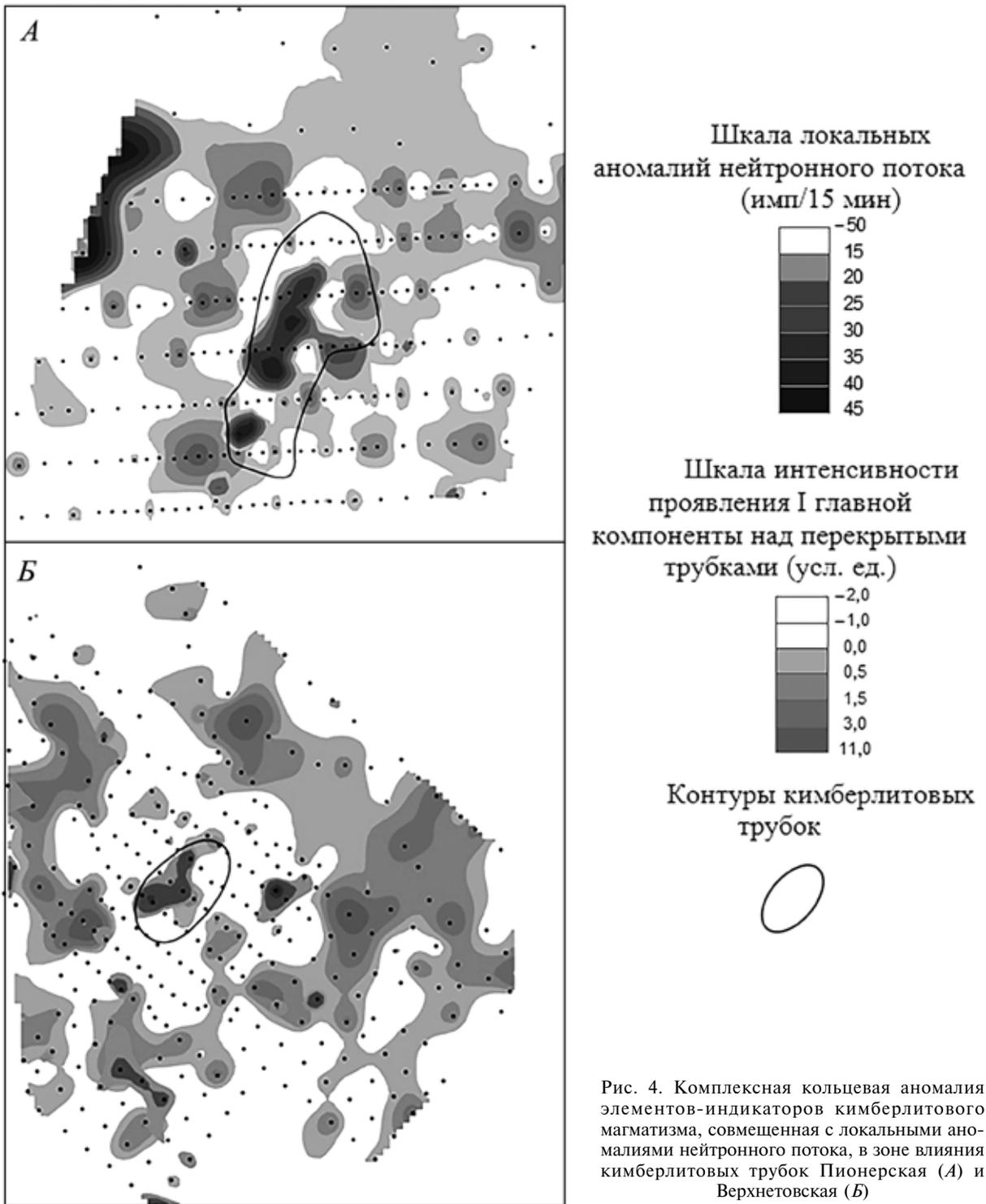


Рис. 4. Комплексная кольцевая аномалия элементов-индикаторов кимберлитового магматизма, совмещенная с локальными аномалиями нейтронного потока, в зоне влияния кимберлитовых трубок Пионерская (А) и Верхнетовская (Б)

элементы растворяются, раствор фильтруется во внешнюю зону влияния трубки, где по мере его остывания растворенные вещества выпадают в осадок [Штокаленко, 2017, 2019].

Под воздействием описанных выше физико-химических процессов непосредственно вокруг трубки формируется зона, обедненная подвижными и слабозакрепленными компонентами, а на расстоянии около 500–1000 м — обогащенная зона, которая маркирует зону влияния кимберлитовой трубки.

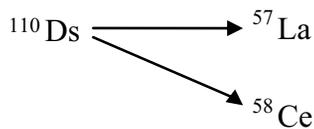
При этом наиболее крупные и интенсивные локальные аномалии нейтронного потока фиксируются над перекрытыми телами трубок. Многочисленные мелкие аномалии нейтронного потока приурочены к зоне влияния кимберлитовой трубки и предположительно связаны со следами процессов ядерной диссоциации и кластерного радиоактивного распада (рис. 4).

Размеры зон привноса–выноса подвижных форм нахождения элементов в несколько раз превышают размеры самой трубки, что позво-

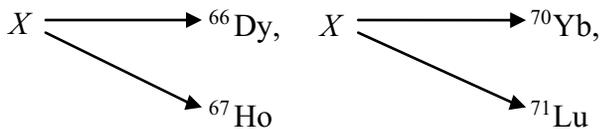
ляет рассматривать зону ее влияния в качестве поискового объекта более высокого ранга. Этот объект может быть обнаружен путем проведения геоэлектрoхимической съемки масштаба 1:10 000 в комплексе с регистрацией нейтронного потока на перспективных участках, локализованных на основе структурно-тектонических критериев.

Аномалии лантаноидов особенно интересны, самое важное — они подтверждают, что лантаноиды — продукты ядерной диссоциации и кластерного распада трансурановых атомных ядер (актиноидов).

В выделенных аномалиях четко отражается симметричное деление сверхтяжелых атомных ядер, например, у химического элемента дармштадтия:



Кроме указанной реакции из более тяжелых актиноидов можно выделить следующие пары лантаноидов, которые показали аномальные значения:



где  $X$  — пока не открытые атомные ядра.

Возникновение геохимических аномалий столь тяжелых атомных ядер, как показали исследования химических и физических свойств, вероятнее всего, связано с тем, что тяжелые трансурановые атомные ядра обладают газовыми свойствами.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

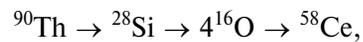
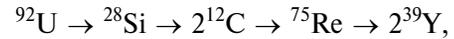
Гольдберг И.С., Алексеев С.Г., Штокаленко М.Б. Геохимические системы рудных провинций США Au (Carlin-type) Невада, Mo (Climax-type) Колорадо, Pb-Zn (MVT) Миссисипи: строение геохимического и гравитационного поля систем и источники металлов в рудных провинциях // Смирновский сборник-2017. М.: МАКС Пресс, 2017. С. 249–265.

Кривицкий В.А. Парадоксы трансмутации и развитие Земли. Неочевидные доказательства. М.: НИЦ «Академика», 2016. 239 с.

Кривицкий В.А., Старостин В.И. Концепция кластерной эволюционной минерагении и формирование кимберлитовых месторождений // Смирновский сбор-

Следовательно, можно допустить, что они достаточно легко могут двигаться (диффундировать) в околотрубочном пространстве и в конечном итоге диссоциировать, образуя лантаноиды [Кривицкий, 2016].

Конечно, не исключено, что лантаноиды в трубках взрыва образуются и в процессе кластерного радиоактивного распада сверхтяжелых и тяжелых трансурановых атомных ядер, например:



Аномалии легких атомных ядер — результат процессов ядерной диссоциации и кластерного радиоактивного распада, проходящего в начальную стадию становления кимберлитовой трубки и последующих процессов низкоэнергетической трансмутации элементов, когда энергонасыщенность трубочного пространства была максимальна.

**Выводы.** 1. Результаты применения нейтронной съемки в комплексе с геоэлектрoхимическими методами (ТМГМ) позволяют рекомендовать апробированный комплекс методов для оценки перспективности достаточно больших по площади участков ранга кустов кимберлитовых трубок и их фрагментов при поиске слабомагнитных трубок взрыва в ААП.

2. Эта методика, основанная на результатах работ на трубках Пионерская и Верхнетовская, должна быть подтверждена дальнейшим проведением опытно-методических работ на известных кимберлитовых трубках.

ник-2017. Проблемы минерагении, экономической геологии и минеральных ресурсов. Ч. 1. М.: МАКС Пресс, 2017. С. 130–163.

Стогний В.В., Коротков Ю.В. Поиск кимберлитовых тел методом переходных процессов. Новосибирск, 2010.

Shtokalenko M.B., Alekseev S.G., Senchina N.P., Shatkevich S.Yu. Areas of negative excess density of the Earth's crust as sources of energy for ore formation // Questions of theory and practice of geological interpretation of gravity, magnetic and electric fields: Proceed. 45th session of the Intern. sci. Seminar named after D.G. Uspensky. Kazan, Kazan University, 2019. P. 279–284.

Поступила в редакцию 16.10.2019

Поступила с доработки 00.00.2020

Принята к публикации 00.00.2020