

Н. О. Кожевников

Пешеходная гамма-съемка в устье пади Барун-Хал (Приольхонье, Западное Прибайкалье)

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,
г. Новосибирск, Российская Федерация
*e-mail: KozhevnikovNO@ipgg.sbras.ru

Аннотация. Статья иллюстрирует неожиданную эффективность пешеходной гамма-съемки при картировании мощности почвенно-растительного слоя в пади Барун-Хал в Приольхонье. Причина этой эффективности заключается в особенностях строения верхней части геологического разреза долины, а именно в сочетании осадков с повышенной радиоактивностью, выполняющих днище долины, и перекрывающего их слаборадиоактивного почвенно-растительного слоя. Повышенная радиоактивность осадков объясняется присутствием в них гранитного материала, смытого с Приморского хребта. В какой-то момент поступление гранитного материала прекратилось, после чего сверху образовался почвенно-растительный слой. Результаты гамма-съемки являются своеобразной записью этого события, которое может представлять интерес при изучении новейшей геологической и климатической истории Приольхонья.

Ключевые слова: Приольхонье, пешеходная гамма-съемка, почвенно-растительный слой, граниты

N. O. Kozhevnikov

Ground-based gamma survey at the mouth of the Barun-Khal valley (Olkhon region, Western Gisbaikalia)

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, Novosibirsk, Russian
Federation
*e-mail: KozhevnikovNO@ipgg.sbras.ru

Abstract. The article illustrates the unexpected efficiency of the ground total gamma-intensity survey in mapping the thickness of the soil-vegetation layer in the Barun-Khal valley in the Olkhon region. This efficiency is due to the features of the valley's near-surface geology, namely the combination of radioactive sediments filling the bottom of the valley and weakly radioactive soil-vegetation layer overlying them. The sediments radioactivity is due to the presence of granite material in them, washed away from the Primorsky Range. At some time, the supply of granite material stopped, after which a soil-vegetation layer formed on the surface of the radioactive sediments. The results of the gamma-ray survey are a peculiar record of this event, which may be of interest in studying the recent geological and climatic history of the Olkhon region.

Keywords: Olkhon region, ground-based gamma survey, soil-vegetation layer, granites

Введение

Падь Барун-Хал находится в Приольхонье, северо-западнее пос. Черноруд (рис. 1). В самой пади, примерно в километре от ее устья расположена база учебных геолого-геофизических практик ИРННТУ.

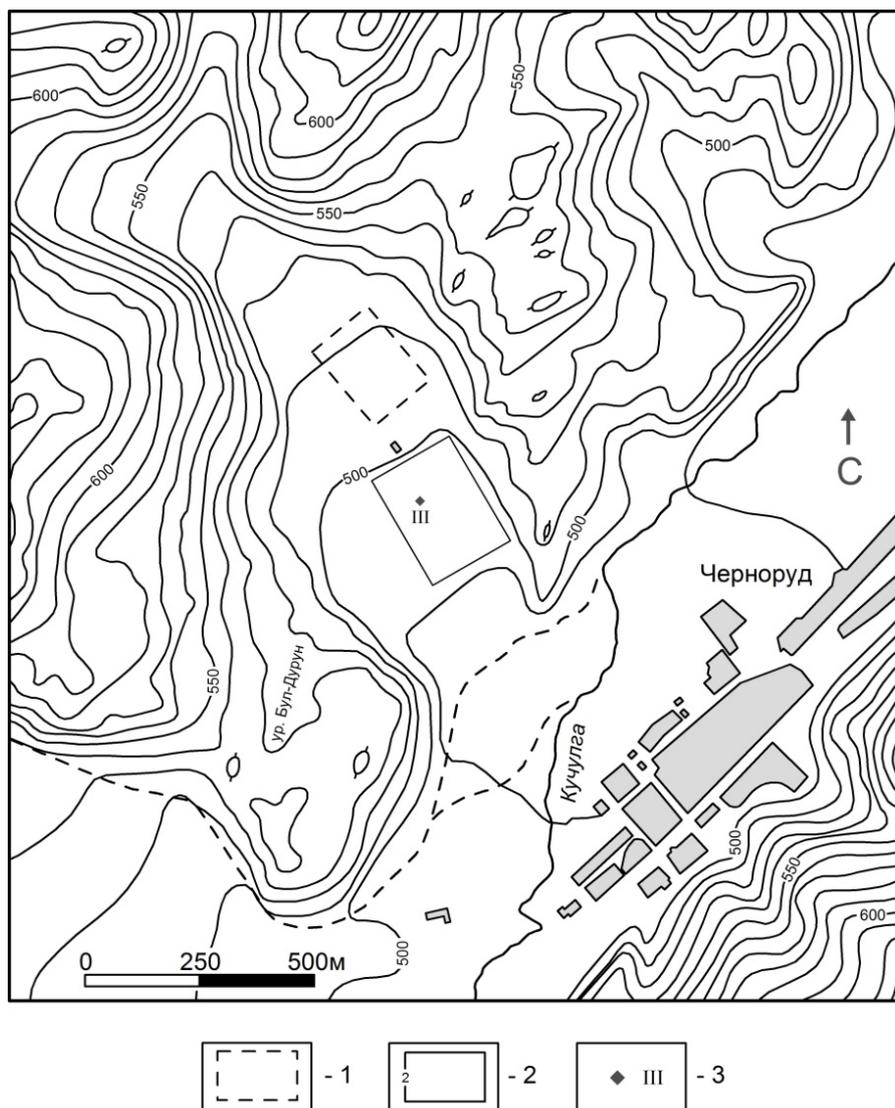


Рис. 1. Поселок Черноруд и падь Барун-Хал: 1 – территория базы практик ИРНТУ; 2 - участок археогеофизических съемок; 3 – памятник древней металлургии Барун-Хал III

Борта пади сложены породами Ольхонского метаморфического комплекса: мраморами, кальцифирами, гнейсами, пироксеново-карбонатными кристаллическими сланцами, кварцитами, амфиболитами и мигматитами [2]. Падь представляет собой долину с плоским дном, образованном современными отложениями толщиной от единиц до первых десятков метров.

Наряду с учебными практиками в самой долине и ее окрестностях проводились научные геофизические исследования. В 1997 г. в устье пади был открыт памятник древней металлургии железа Барун-Хал II [5]. Это открытие инициировало проведение археогеофизических съемок территории, прилегающей к памятнику. В 1999 г. на участке размером 200 м × 270 м (см. рис. 1), проводилась магнитная съемка, в результате которой был открыт памятник древней металлургии Барун-Хал III [6].

В отличие от магнитометрии пешеходная гамма-съемка редко используется при поисках и изучении памятников древней металлургии. Ранее гамма-съемка проводилась с целью геологического картирования на бортах пади и прилегающих водоразделах, где породы Ольхонского метаморфического комплекса не перекрыты современными отложениями. В днище пади, особенно в ее приустьевой части, коренные породы перекрыты современными отложениями толщиной от долей до десяти метров и более. Поскольку отложения такой мощности полностью поглощают гамма-излучение, находящихся под ними коренных пород, гамма-съемка, как заведомо бесперспективная, в приустьевой части пади не проводилась. Однако, учитывая, что пешеходная гамма-съемка не требует много времени и других ресурсов, в дополнение к магнитной съемке на этом же участке «на всякий случай» были проведены измерения естественной гамма-активности.

Результаты гамма-съемки

На рис. 2а приведена карта интенсивности гамма-излучения на участке, где располагается памятник древней металлургии Барун-Хал III. Размеры участка, контур которого показан на рис. 2б штриховой линией, составляют 26 м × 84 м. Пешеходная гамма-съемка проводилась по сети 1 м × 2 м с помощью радиометра СРП-68 по стандартной методике [4]. По результатам рядовых и контрольных измерений относительная среднеквадратичная погрешность съемки составляет 7%. Как показывает карта, в распределении гамма-активности не просматривается закономерность: оно носит случайный характер и в отличие от данных магнитометрии [6] – не отражает структуру археометаллургического памятника.

Измерения на участке размером 200 м × 270 м (см. рис. 1б), проводились по сети 8 м × 8 м с целью выяснить, проявляется ли в распределении интенсивности гамма-излучения археометаллургический комплекс в целом. На рис. 2б приведена карта интенсивности гамма-излучения на участке размером 200 м × 270 м. Как нетрудно видеть, археометаллургический комплекс не проявляется в поле гамма-активности. Вместе с тем, в отличие от того, что видно на рис. 2а, здесь в распределении интенсивности гамма-излучения наблюдается несомненная закономерность.

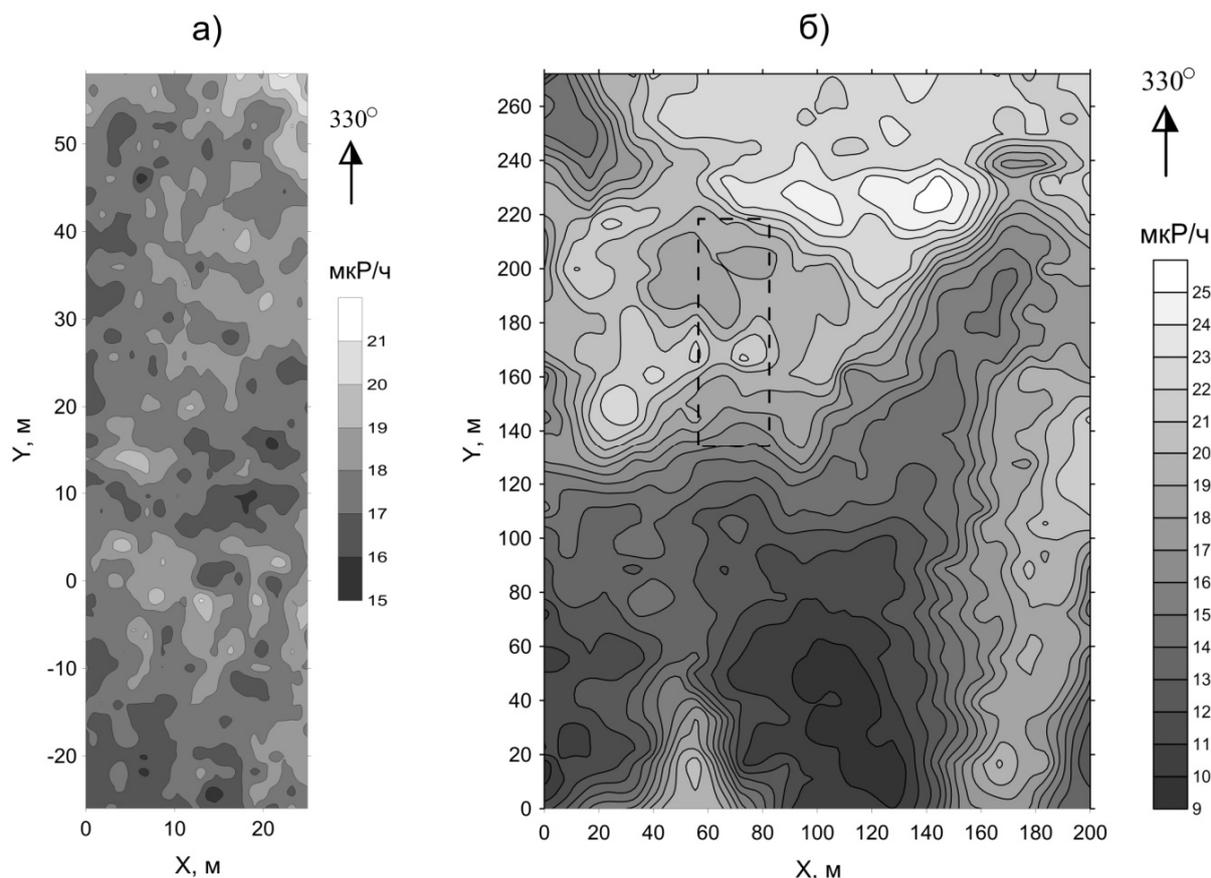


Рис. 2. Карты интенсивности гамма-излучения на участке размером 26 м × 84 м, где расположен памятник Барун-Хал III (а), и на участке размером 200 м × 270 м (б). Штриховой линией на рис. 2б показан контур участка размером 26 м × 84 м

Обсуждение результатов

При интерпретации результатов гамма-съемки необходимо отметить, что интенсивность гамма-излучения метаморфических пород, образующих борта пади Барун-Хал, не превышает 11-12 мкР/ч [1]. Еще более низкая интенсивность (5-10 мкР/ч) наблюдается над рыхлыми продуктами их выветривания (делювием). В этой связи возникает вопрос: почему интенсивность гамма-излучения отложений днища долины больше по сравнению той, которая характерна для коренных пород на ее бортах? Кроме этого, необходимо объяснить распределение гамма-активности на участке размером 200 м × 270 м.

Ответ на первый вопрос предопределен тем фактом, что единственным источником радиоактивного материала, присутствием которого можно объяснить повышенную радиоактивность отложений днища долины, являются граниты Приморского комплекса [2]. Гранитный материал, смытый с Приморского хребта и вынесенный к его подножию, образовал пролювиальный шлейф, фронт которого достиг приустьевой части пади Барун-Хал.

Как показал осмотр местности, между распределением интенсивности гамма-излучения и растительностью наблюдается корреляция. Так, самая высо-

кая (20-25 мкР/ч) интенсивность наблюдается в северо-западной, наиболее возвышенной части участка. Здесь на поверхности находятся крупнообломочные отложения с песчаным и щебнистым заполнителем. По мере продвижения к юго-восточной границе участка интенсивность гамма-излучения понижается. В области с наиболее низкой интенсивностью (в окрестностях точки с координатами $X=115\text{м}$, $Y=40\text{м}$) растет густой кустарник, тогда как большая часть участка покрыта травой либо, как на северо-западном фланге, не имеет растительности. Интенсивность растительного покрова на участке съемки контролируется несколькими факторами, среди которых определяющим является мощность органогенного (почвенно-растительного) слоя. По существу, карта интенсивности гамма-излучения является «зеркальным отражением» толщины почвенно-растительного слоя.

С учетом низкой радиоактивности почвенно-растительного слоя представляется вероятным следующий сценарий, объясняющий результаты гамма-съемки. Гранитный материал, смытый водотоками, был вынесен к подножию хребта, а затем в приустьевую часть пади Барун-Хал. В некоторый момент поступление гранитного материала прекратилось, и на поверхности пролювиальных отложений образовался слаборадиоактивный почвенно-растительный слой, экранирующий гамма-излучение содержащих гранитный материал осадочных отложений вблизи устья долины. Чем толще почвенно-растительный слой, тем больше гамма-квантов поглощается, и, соответственно, тем ниже измеряемая на дневной поверхности интенсивность гамма-излучения.

На данной стадии изученности трудно судить о том, насколько важна для археологических изысканий информация о толщине почвенно-растительного слоя или, соответственно, рельефе кровли подстилающих его отложений с гранитным материалом. Можно лишь отметить, что оба археометаллургических памятника располагаются в местах, где почвенный слой отсутствует (Барун-Хал II) или тонкий (Барун-Хал III). Возможно, выбор древних металлургов не был случайным, однако для обоснованных выводов необходимы дальнейшие исследования.

Что касается геологической информативности гамма-съемки, в этом отношении интересен сам факт, что на поверхности радиоактивных отложений, содержащих смытый с Приморского хребта гранитный материал, образовался почвенно-растительный слой, толщина которого на некоторых участках достигает первых десятков сантиметров. Между осадками, содержащими гранитный материал, и почвенно-растительным слоем существует отчетливая граница. Это указывает на то, что в некоторый момент времени в связи с изменением водного режима или иных причин поступление гранитного материала с Приморского хребта прекратилось, после чего на поверхности радиоактивных отложений образовался почвенно-растительный слой. В геологическом масштабе времени это случилось недавно, поэтому результаты гамма-съемки в пади Барун-Хал отражают события современной истории геологического развития и/или палеоклимата Приольхонья. Учитывая, что в Приольхонье одной из причин изменения мощности почвенно-растительного слоя являются сейсмические дислокации [3],

результаты гамма-съемки могут оказаться полезными для палеосейсмических реконструкций.

Заключение

Как правило, поглощение гамма-квантов почвенно-растительным слоем снижает эффективность гамма-съемки при поисках радиоактивных рудных тел и геологическом картировании.

Однако в малоглубинных исследованиях почвенно-растительный слой может представлять самостоятельный интерес. Как показано в настоящей статье, пешеходная гамма-съемка оказалась информативной при картировании мощности почвенно-растительного покрова в пади Барун-Хал. Это объясняется уникальным строением современных отложений в приустьевой части долины, а именно сочетанием осадков, содержащих радиоактивный гранитный материал, и перекрывающего их слаборадиоактивного почвенно-растительного слоя.

В дальнейшем целесообразно расширить территорию гамма-съемки в пади Барун-Хал и выполнить съемку в соседних долинах. Можно ожидать, что эти исследования в сочетании с изучением почвенно-растительного слоя, включая определение возраста, будут способствовать получению новой информации о геологической истории и палеоклимате Приольхонья.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вахромеев Г. С., Дмитриев А. Г., Канайкин В. С., Кожевников Н. О. Физические свойства горных пород Приольхонья. – Геофизика на пороге третьего тысячелетия: Труды первой Байкальской молодежной школы-семинара (Иркутск-Черноруд, 13-17 сентября 1999 г.). – Иркутск : ИрГТУ, 1999. – С. 110–127.
2. Кочнев А. П. Ольхонский кристаллический комплекс. Проблемы геологии и минерализации Приольхонья: монография. – Иркутск : ИрГТУ, 2007. – 252 с.
3. Кузьмин С. Б., Шаманова С. И. Ландшафтная структура Приольхонья // Природа Внутренней Азии. – 2020. – № 3-4 (16). – С. 84-108.
4. Ларионов В. В., Резванов Р. А. Ядерная геофизика и радиометрическая разведка: учебник для вузов. – М. : Недра, 1988. – 325 с.
5. Kozhevnikov N. O., Kharinsky A. V., Kozhevnikov O. K. An accidental geophysical discovery of an Iron Age archaeological site on the western shore of Lake Baikal // Journal of Applied Geophysics. – 2001. – Vol. 47. – № 2. – P. 107-122.
6. Kozhevnikov N. O., Kharinsky A. V., Snopkov S. V. Geophysical prospecting and archaeological excavation of ancient iron smelting sites in the Barun-Khal valley on the western shore of Lake Baikal (Olkhon region, Siberia) // Archaeological Prospection. – 2019. – Vol. 26. – № 2. – P. 103-119.

© Н. О. Кожевников, 2024