

РЕЗУЛЬТАТЫ МАГНИТНОЙ СЪЕМКИ НА ОБЪЕКТЕ «КРИСТАЛЛ» В 2019 г.

Александр Николаевич Шеин

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, 630090, г. Новосибирск, пр-т Ак. Коптюга, 3, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник.

Научный центр изучения Арктики, 629008, Тюменская область, Ямало-Ненецкий автономный округ, г. Салехард, ул. Республики, д. 20, ведущий научный сотрудник.

Забайкальский государственный университет, 672039, Россия, г. Чита, ул.Александровская, д.30, доцент

e-mail: SheinAN@ipgg.sbras.ru

Полина Николаевна Новикова

Горный институт Уральского отделения Российской академии наук, 614007, Россия, Пермь, Сибирская, 78а, кандидат геолого-минералогических наук, Научный сотрудник.

тел. (342) 216-10-08, e-mail: polinagfz@gmail.com

Светлана Юрьевна Артамонова

Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Ак. Коптюга, 3, доктор геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник.

тел. (383) 333-27-92, e-mail: artam@igm.nsc.ru

Владимир Владимирович Потанов

Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, 630090, г. Новосибирск, пр-т Ак. Коптюга, 3, кандидат технических наук, старший научный сотрудник.

Забайкальский государственный университет, 672039, Россия, г. Чита, ул.Александровская, д.30, доцент

тел. (383) 330-41-22, e-mail: PotanovVV@ipgg.sbras.ru

Николай Олегович Кожевников

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, 630090, г. Новосибирск, пр-т Ак. Коптюга, 3, доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник.

тел. (383) 333-28-16, e-mail: KozhevnikovNO@ipgg.sbras.ru

Владислав Егорович Ушницкий

Министерство экологии, природопользования и лесного хозяйства Республики Саха (Якутия), 677000, Россия, Якутск, ул. Дзержинского 3/1, главный специалист

e-mail: ushnitski@mail.ru

В работе обсуждаются результаты магнитной съемки в районе подземного ядерного взрыва «Кристалл», показавшие, что под саркофагом присутствуют крупные железные объекты. Эти результаты позволят учесть влияние металлических объектов при интерпретации данных других геофизических методов, используемых для изучения влияния подземного ядерного взрыва «Кристалл» на геологическую среду.

Ключевые слова: магнитная съёмка, подземный ядерный взрыв, Якутия

MAGNETIC SURVEY AT THE "CRYSTAL" SITE IN 2019

Alexandr N. Shein

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics (IPGG) SB RAS, 3, Akademika Koptyuga Prosp., Novosibirsk, 630090, Russia, PhD, Research Scientist.

Arctic Research Center of the Yamal-Nenets Autonomous District, 20 Respubliki st., Salekhard, Yamal-Nenets Autonomous District, Tyumen region, 629008, Research Scientist.

Transbaikal State University, 30 Aleksandro-Zavodskaya st., Chita, 672039, Russia, associate professor.

e-mail: SheinAN@ipgg.sbras.ru

Polina N. Novikova

Mining institute Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 614007, Russia, Perm, Siberian, 78a, PhD, Researcher.

тел. (342) 216-10-08, e-mail: polinagfz@gmail.com

Svetlana Yu. Artamonova

V.S. Sobolev Institute of Geology and Mineralogy SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Akademik Koptyug Prospect, D. Sc., Senior researcher

tel. (383)333-27-92, e-mail: artam@igm.nsc.ru

Vladimir V. Potapov

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics (IPGG) SB RAS, 3, Akademika Koptyuga Prosp., Novosibirsk, 630090, Russia, PhD, Research Scientist.

Transbaikal State University, 30 Aleksandro-Zavodskaya st., Chita, 672039, Russia, associate professor.

tel. (383) 333-41-22, e-mail: PotapovVV@ipgg.sbras.ru

Nickolay O. Kozhevnikov

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics (IPGG) SB RAS, 3, Akademika Koptyuga Prosp., Novosibirsk, 630090, Russia, Doctor of Geologo-Mineralogical Sciences, Main Research Scientist

tel. (383) 333-28-16, e-mail: KozhevnikovNO@ipgg.sbras.ru

Vladislav E. Ushnitski

magnetic exploration, underground nuclear explosion, Yakutia

Ministry of Ecology, Nature management and Forestry of the Sakha Republic (Yakutia), 67700, Russia, Yakutsk, 31/1 Dzerzhinskogo, 3/1, senior specialist.

e-mail: ushnitski@mail.ru

The paper discusses the results of magnetic survey over the site of the "Crystal" underground nuclear explosion, which indicated that large metal objects are buried under the sarcophagus. These results will help in interpreting data of other geophysical methods used here to study the effect of the underground nuclear explosion on the geological environment.

Key words: magnetic exploration, underground nuclear explosion, Yakutia

В 1974 г. в Мирнинском районе Якутии был проведен мирный подземный ядерный взрыв "Кристалл", в дальнейшем признанный аварийным [1]. Начиная с 1990 г. местность вокруг ПЯВ «Кристалл» изучалась рядом научных и производственных организаций [2, 3]. На объекте «Кристалл» ведется радиоэкологический мониторинг [1].

В 2008 г. были проведены работы методом зондирования становлением (ЗС) с целью изучения последствий ПЯВ на геологическую среду, что позволило выявить признаки воздействия взрыва на вмещающие горные породы и водоносные горизонты [1,4-7]. Однако при интерпретации данных ЗСБ не учитывалось влияние железных объектов, которые с большой долей вероятности присутствуют под насыпью (саркофагом), сооруженной над устьем боевой скважины. В связи с этим в 2019 г. с целью выявления крупных металлических объектов в районе эпицентра взрыва сотрудниками ИГМ СО РАН и ИНГГ СО РАН была проведена детальная наземная магнитная съёмка.

Съёмка выполнена с помощью протонного магнитометра MMPOS-1, основанного на эффекте Оверхаузера (производство УГТУ-УПИ, Россия, Екатеринбург). Для регистрации вариаций магнитного поля использовался магнитометр GSM-19 фирмы Gem System (Канада). Измерения проводились по сети параллельных профилей с отступом примерно в 10 м от забора в виде металлических столбов, соединенных проволокой (рис. 1, голубой контур). Средний шаг по профилю составлял 2 м, а расстояние между профилями – 10 м.

В результате проведённых измерений построена карта магнитного поля с учётом вариаций (рис. 1). На карте чёрными кружками отмечены визуально найденные железные объекты (рис. 1): труба, бочки, шина, проволока и железный лист. Каждый из этих объектов отражается на карте магнитного поля положительными аномалиями магнитного поля. Понижение магнитного поля по краям участка происходит из-за приближения к железному забору, которым огорожен участок ПЯВ. Такое поведение поля связано с тем что датчик находится ниже забора, который возвышается над землёй на 2-3 м.

Наиболее интенсивная контрастная положительная аномалия с амплитудой 4000-5000 нТл находится в центральной части участка. На флангах аномалии магнитное поле отрицательное с амплитудой 250 нТл. Такое поведение поля обычно связано с одним или несколькими погружёнными железными телами. Для оценки размеров и глубины залегания аномалияобразующего объекта через центр аномалии по профилю длиной 220 м была проведена детальная магнитная съёмка (рис. 1, справа, синие треугольники). Измерения проводились с шагом 1 м магнитометром ММРОС-1. После учёта вариаций был построен график магнитного поля, показанный на рисунке 1 (справа). Как показала детальная съёмка, амплитуда аномалии превышает 8000 нТл, а на флангах интенсивной контрастной положительной аномалии магнитное поле понижается до -250 нТл. Это говорит о том, что значительная часть железной обсадной колонны все еще находится в скважине.

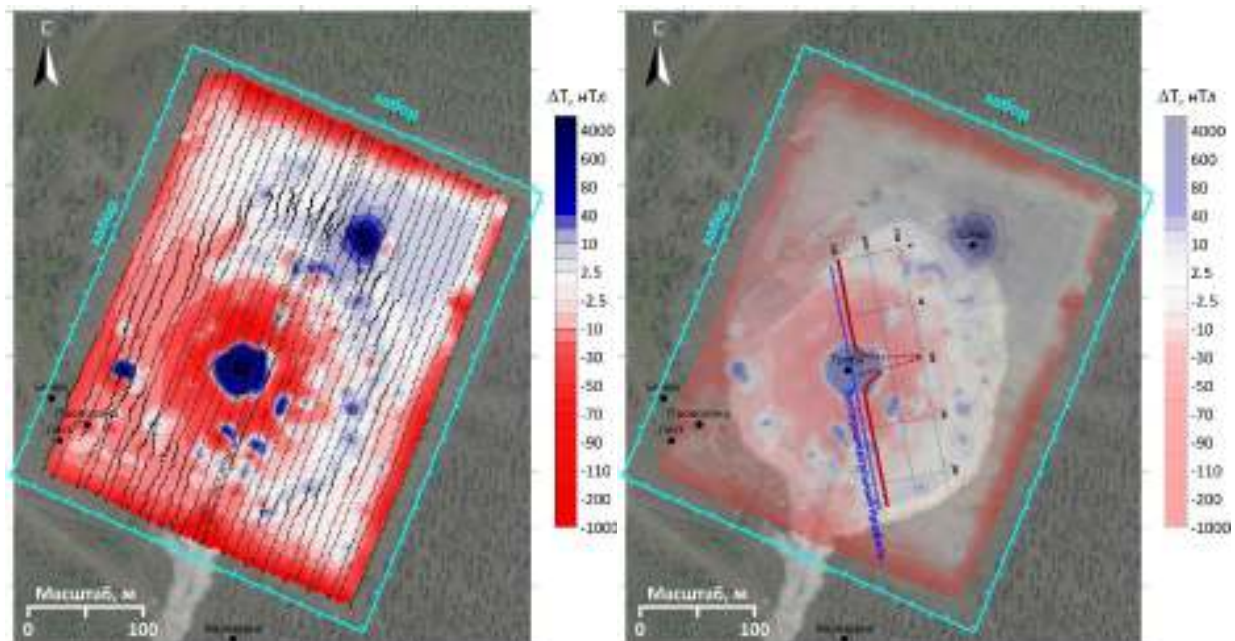


Рис. 1. Результаты магнитной съёмки и точки измерения (слева); результаты магнитной съёмки и профиль детальной съёмки (справа)

Fig 1. Magnetic survey results and measurement points (left); magnetic survey results and detailed profile (right)

Для интерпретации данных магнитной съёмки использовались статистическая трансформанта магнитного поля, разделение магнитного поля

посредством энергетической фильтрации, а также сглаживание методом Lowess [8].

В результате установлено, что под насыпью находятся крупные железные объекты. С каждым из них связана магнитная аномалия: в центре – крупная изометрическая аномалия, три локализованные аномалии на юго-востоке площади и одна севернее центральной аномалии.

В дальнейшем информацию о выявленных металлических объектах предполагается использовать при интерпретации электроразведочных данных, полученных при изучении геологической среды в районе ПЯВ «Кристалл».

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 18-45-140020, по государственному заданию ИГМ СО РАН, по государственному заказу № Ф.2019.473808 в рамках программы «Обеспечение экологической безопасности, рационального природопользования и развитие лесного хозяйства РС (Я) на 2018 – 2022 гг.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Геоэкологическая модель района мирного подземного ядерного взрыва «Кристалл» (Якутия) / С.Ю. Артамонова, Л.Г. Бондарева, Е.Ю. Антонов, Н.О. Кожевников // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геоэкология. – 2012. – № 2. – С. 143–158.
2. Опыт работы по обследованию подземных ядерных взрывов и отвалов урансодержащих руд на территории Якутии / И.С. Бурцев, С.К. Степанова, Е.Н. Колодезникова, А.Д. Архипов // Радиационная безопасность Республики Саха (Якутия). Материалы II Республиканской научно-практической конференции. Якутск, ЯФГУ «Изд-во СО РАН», 2004, с. 56—67.
3. Микуленко К.И., Чомчоев А.И., Готовцев С.П. Геолого-географические условия проведения и последствия подземных ядерных взрывов на территории Республика Саха (Якутия). Якутск, Изд-во ЯНЦ СО РАН, 2006, 196 с.
4. The geoelectric structure at the site of “Crystal” underground nuclear explosion (Western Yakutia) from TEM data / N.O. Kozhevnikov, E.Yu. Antonov, S.Yu. Artamonova, A.E. Plotnikov // Russian Geology and Geophysics. – 2012. – Vol.53. – № 2. – P. 185-193.
5. Artamonova S.Y., Kozhevnikov N.O., Antonov E.Y. Permafrost and groundwater settings at the site of “Kraton-3” peaceful underground nuclear explosion (Yakutia), from TEM data // Russian Geology and Geophysics. – 2013. – Vol.54. – № 5. – P. 555-565.
6. Воздействие подземных ядерных взрывов на природную среду Севера / В.П. Мельников, Н.Г. Оберман, И.А. Велижанина, Н.М. Давиденко // Геология и геофизика. – 2000. – т.41. – 2. – С. 280—291.
7. Стогний В.В. Локальный геофизический мониторинг мест проведения подземных ядерных взрывов в Якутии // Радиационная безопасность Республики Саха (Якутия). Материалы II Республиканской научно-практической конференции. Якутск, ЯФГУ «Изд-во СО РАН». – 2004. – С. 252—260.

8. Cleveland William S. Robust Locally Weighted Regression and Smoothing Scatterplots // American Statistical Association. Vol. 74. № 368 (Dec. 1979). P. 829-836.

REFERENCES

1. Geojekologičeskaja model' rajona mirnogo podzemnogo jadernogo vzryva «Kristall» (Yakutija) / S.Yu. Artamonova, L.G. Bondareva, E.Yu. Antonov, N.O. Kozhevnikov // Geojekologija. Inženernaja geologija. Hidrogeologija. Geokriologija. – 2012. – № 2. – S. 143–158.
2. Opyt raboty po obsledovaniju podzemnyh jadernyh vzryvov i otvalov uransoderzhashhih rud na territorii Jakutii / I.S. Burcev, S.K. Stepanova, E.N. Kolodeznikova, A.D. Arhipov // Radiacionnaja bezopasnost' Respubliki Saha (Jakutija). Materialy II Respublikanskoj nauchno-praktičeskoj konferencii. Jakutsk, JaFGU «Izd-vo SO RAN», 2004, s. 56—67.
3. Mikulenko K.I., Chomchoev A.I., Gotovcev S.P. Geologo-geograficheskie uslovija provedenija i posledstvija podzemnyh jadernyh vzryvov na territorii Respublika Saha (Jakutija). Jakutsk, Izd-vo JaNC SO RAN, 2006, 196 s.
4. The geoelectric structure at the site of “Crystal” underground nuclear explosion (Western Yakutia) from TEM data / N.O. Kozhevnikov, E.Yu. Antonov, S.Yu. Artamonova, A.E. Plotnikov // Russian Geology and Geophysics. – 2012. – Vol.53. – № 2. – P. 185-193.
5. Artamonova S.Y., Kozhevnikov N.O., Antonov E.Y. Permafrost and groundwater settings at the site of "Kraton-3" peaceful underground nuclear explosion (Yakutia), from TEM data // Russian Geology and Geophysics. – 2013. – Vol.54. – № 5. – P. 555-565.
6. Vozdejstvie podzemnyh jadernyh vzryvov na prirodnuju sredu Severa / V.P. Mel'nikov, N.G. Oberman, I.A. Velizhanina, N.M. Davidenko // Geologija i geofizika. – 2000. – t.41. – 2. – S. 280—291.
7. Stognij V.V. Lokal'nyj geofizičeskij monitoring mest provedenija podzemnyh jadernyh vzryvov v Jakutii // Radiacionnaja bezopasnost' Respubliki Saha (Yakutija). Materialy II Respublikanskoj nauchno-praktičeskoj konferencii. Jakutsk, JaFGU «Izd-vo SO RAN». – 2004. – S. 252—260.
8. Cleveland William S. Robust Locally Weighted Regression and Smoothing Scatterplots // American Statistical Association. Vol. 74. № 368 (Dec. 1979). P. 829-836.

© *А.Н. Шейн, П.Н. Новикова С.Ю. Артамонова, В.В. Потапов, Н.О. Кожевников, В.Е. Ушницкий, 2020*