

ГЕОЛОГИЯ. ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ GEOLOGY. MINERALS

<https://doi.org/10.47612/2079-3928-2023-2-107-117>

УДК 550.838.6

Поступила в редакцию 21.08.2023

Received 21.08.2023

АДАПТАЦИЯ ОПЫТА ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПОЛИГОНАХ БЕЛАРУСИ ДЛЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ ЗЕМЛИ ЭНДЕРБИ ВОСТОЧНОЙ АНТАРКТИДЫ

А. К. Хибиев, П. В. Шаблыко, С. Л. Сушкевич, М. А. Шеметило

Институт природопользования НАН Беларусь, Минск, Беларусь

Аннотация. В статье описан опыт полевых геомагнитных наблюдений, в частности использование методик площадной, маршрутной и синхронной стационарной геомагнитной съемки, на геодинамических полигонах Беларуси, применимый для аналогичных работ на территории белорусской антарктической станции. Описаны варианты применения методик на геодинамических полигонах Беларуси, а также результаты их внедрения при полевых работах на Белорусской Антарктической Станции. Геолого-геофизические исследования на территории Антарктиды включают в себя ежегодный контроль за вариациями геомагнитного поля, каппаметрические измерения свойств горных пород, радиометрическую съемку участков выхода коренных пород, шлиховое опробование участков сноса обломочных пород. В 2021 г. была построена микромагнитная карта Вечернегорской площади; в 2022 г. предложена проектная детализированная схема заложения геодинамического полигона на Вечернегорской площади. В рамках антарктических исследований все три метода были опробованы и внедрены на геодинамических полигонах территории Беларусь.

Ключевые слова: магнитное поле; вариации; методика; Антарктида; геодинамический полигон.

Для цитирования. Хибиев А. К., Шаблыко П. В., Сушкевич С. Л., Шеметило М. А. Адаптация опыта геофизических исследований на геодинамических полигонах Беларуси для геологического изучения Земли Эндерби Восточной Антарктиды // Природопользование. – 2023. – № 2. – С. 107–117.

ADAPTATION OF GEOPHYSICAL RESEARCH EXPERIENCES AT GEODYNAMIC POLYGONS OF BELARUS FOR GEOLOGICAL STUDY OF THE ENDERBY LAND OF THE EAST ANTARCTICA

A. K. Khibiiev, P. V. Shablyka, S. L. Sushkevich, M. A. Shemetsila

Institute of Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus

Abstract. The article describes the experience of field geomagnetic observations, in particular the use of areal, route and synchronous stationary geomagnetic survey techniques at geodynamic polygons in Belarus, applicable for similar work on the territory of the Belarusian Antarctic Station. Options for methods use at geodynamic ranges in Belarus are described, as well as the results of their implementation during fieldwork at the Belarusian Antarctic Station. Geological and geophysical research on the territory of Antarctica includes the annual monitoring of variations in the geomagnetic field, the cappametric measurements of rock properties, the radiometric surveying of bedrock outcrops, and the spot sampling of clastic rock removal areas. In 2021, a micromagnetic map of Vechernegorskaya territory was built. In 2022, a detailed design plan for the establishment of a geodynamic test site on Vechernegorskaya territory was proposed. Before implementation as a part of the Antarctic research, all three methods were tested and implemented at geodynamic testing sites on the territory of Belarus.

Keywords: magnetic field; variations; methodology; Antarctica; geodynamic polygon.

For citation. Khibiiev A. K., Shablyka P. V., Sushkevich S. L., Shemetsila M. A. Adaptation of geophysical research experiences at geodynamic polygons of Belarus for geological study of the Enderby Land of the East Antarctica. *Nature Management*, 2023, no. 2, pp. 107–117.

Геомагнитные измерения на геодинамических полигонах Беларуси. Целью проведения полевых работ в Антарктиде является изучение тектонического строения Вечернегорской структуры на основании геолого-геофизических исследований земной коры. Геофизические, и в частности геомагнитные, наблюдения на геодинамических полигонах Беларуси проводятся в рамках подпрограммы 5 «Национальная система мониторинга окружающей среды» Государственной программы «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов» на 2021–2025 годы. В связи с особенностями рельефа, тяжелыми погодными условиями и ограниченным временным ресурсом проведения полевых работ в антарктических условиях, все методики опробуются и доводятся до идеала на геодинамических полигонах Беларуси. Объектом исследований в обоих случаях являются зоны с аномальным и стабильным поведением геомагнитного поля, зоны разломов и стабильные участки земной коры. Начальная стадия возможного использования геофизических методов в Антарктиде апробируется в пределах белорусских геодинамических полигонов.

Воложинская магнитная аномалия простирается от Молодечно до Новогрудка. Расположена она в пределах Белорусской антеклизы. Северное окончание контролируется интенсивной Вилейской магнитной аномалией поперечного простирания и соответствующим субширотным Вилейским разломом [1]. Восточная оконечность аномалии возмущающего аномального тела совпадает с субрегиональным Корелическим разломом мантийного заложения, являющимся восточной границей Белорусско-Прибалтийского гранулитового пояса. В фундаменте зона Кореличского разлома имеет ширину около 15 км. Полигон пересекает зону Налибокского глубинного разлома. Кореличская зона разломов является формостом надвига Фенноскандинавской литосферной плиты на Сарматскую плиту, образовавшегося около 2,0 млрд лет тому назад [1]. В результате надвига в слое земной коры Белорусско-Прибалтийского гранулитового пояса сформировалась система криволинейных разломов, ориентированных на запад.

В тектоническом отношении район Молодечненской магнитной аномалии расположен в пределах Воложинского грабена Белорусской антеклизы, а также Вилейского погребенного выступа. Рассматриваемая аномалия находится в Центрально-Белорусской зоне кристаллического фундамента. Поверхность фундамента в пределах Вилейского погребенного выступа погружается от 0,2 до 0,7 км. В Воложинском грабене она расположена на отметках от –0,2 до –0,4 км. В структуре полигона присутствует Ошмянский разлом, пересекающий территорию с северо-запада на юго-восток.

Октябрьский геодинамический полигон располагается в западной части Припятского прогиба и состоит из двух участков на территории Любанского района Минской области и Октябрьского района Гомельской области Беларуси. В пределах данного полигона выделяются две основные геомагнитные аномалии. Любанская аномалия на западе и Октябрьская – на востоке. В тектоническом отношении Любанская геомагнитная аномалия приурочена к северо-западной части Припятского прогиба в западной части Восточно-Европейской платформы. Припятский прогиб имеет сложное и неоднородное тектоническое строение кристаллического фундамента, некоторые блоки которого опущены на глубину до 4–6 км. На севере полигон ограничивают Речицко-Вишанский, а на юге – Червоно-Слободской субрегиональные разломы мантийного заложения.

На протяжение ряда лет на Воложинском локальном полигоне выполняются повторные гравиметрические и геомагнитные наблюдения с целью выявления вариаций геофизических полей во времени. Изучение приконтактовых зон разломов на основании синхронных геомагнитных наблюдений с целью уточнения границ зон разломов и оценки их физических характеристик производили методом стационарной синхронной магнитной съемки.

Магнитометры устанавливали в двух точках: потенциально стабильной зоне и предполагаемой зоне разлома. В результате мониторинга анализировали графики полей T . Синхронно наблюдавая за ходом геомагнитного поля в течение нескольких часов в зоне разлома и в соседних блоках земной коры, получали информацию о различии особенностей протекания современных тектонофизических процессов в зонах разломов относительно контактирующих жестких блоков. По характеру морфологии разностного поля и его амплитуды можно судить о степени интенсивности протекающих тектонофизических процессов в зоне разлома, а отсюда – принимать решения о предполагаемом распространении возможных видов полезных ископаемых в таких современных активных тектономагматических зонах [2].

В частности, на Воложинском локальном полигоне синхронные наблюдения магнитного поля были многократно проведены при установке магнитометров в пункте Бурмаки на магнитной аномалии северо-восточного простирания, контролирующей Кореличский глубинный разлом, и за ее пределами – в пункте Криница, расположенному практически в нормальном поле (рис. 1). Затем полученные кривые магнитных полей сравнивали между собой (рис. 2). Абсолютные значения разности, морфология

и динамика во времени – это факторы, позволяющие составить широкий спектр суждений о тектонофизической активности, а также – о геологическом строении территории. При этом расстояние между пунктами наблюдений не должно превышать размеры области стабильности вариационной картины внешнего быстропротекающего магнитного поля, равные 50–70 км.

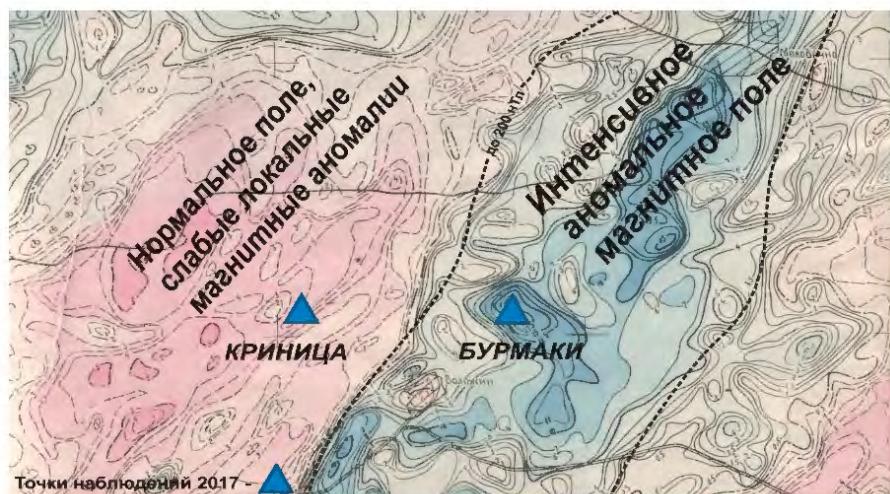


Рис. 1. Карта геомагнитных аномалий в зоне Воложинского полигона, нТл

Fig. 1. Map of geomagnetic anomalies in the Volozhin polygon, nT



Рис. 2. Абсолютная разность показаний поля Z между зоной аномальных магнитных возмущений и зоной отсутствия аномального магнитовозмущающего тела

Fig. 2. The absolute difference in Z field readings between zone of anomalous magnetic disturbances and the zone of absence of an anomalous magnetically disturbing body

Измерения модуля вектора магнитного поля T по маршрутам производили ежегодно на Молодечненском геодинамическом полигоне. При этом в процессе наблюдений использовали два прибора: один – на маршруте; второй – в качестве магнитовариационной станции, обеспечивающей введение поправок за изменение магнитного поля во времени в процессе передвижения по маршруту. Контрольно-точечные измерения поля T выполняли непосредственно в пункте наблюдения и в его окрестности в радиусе 50–100 м до 15 значений. Результат – среднее значение приписывали пункту наблюдения. Маршрутные магнитные измерения поля T вдоль профиля выполняли с шагом 50–200 м. Магнитометр имеет встроенный в прибор GPS-приемник, который обеспечивает привязку данных к глобальному времени и определяет координаты места его расположения. Это дает возможность не только измерять приращения магнитного поля между пунктами полигона, но и, что особенно важно для геодинамических исследований, организовать синхронную работу нескольких магнитометров.

Систематические повторные геофизические наблюдения на Молодечненском полигоне фиксируемых вариаций гравитационного и магнитного полей во времени являются методическим контролем за протеканием современных глубинно-магматических процессов в зоне расположения предполагаемой сейсмоастеносферной Молодечненской линзы. Динамика изменений показателей магнитного поля наглядно представлена на рис. 3, а поведение магнитного поля на стабильном участке, в котором была установлена вариационная станция, – на рис. 4.

Для заложения геодинамического полигона в районе города Октябрьский было принято решение провести четыре рекогносцировочные маршрутные съемки с шагом 200–500 м. Цель полевых работ – провести изучение современной геомагнитной обстановки в регионе. Маршруты в основном субмеридионального направления (рис. 5) заложены таким образом, чтобы выявить максимальную дифференциацию геомагнитных показателей на двух основных аномалиях: восточной (Октябрьской) и западной (Любанской).

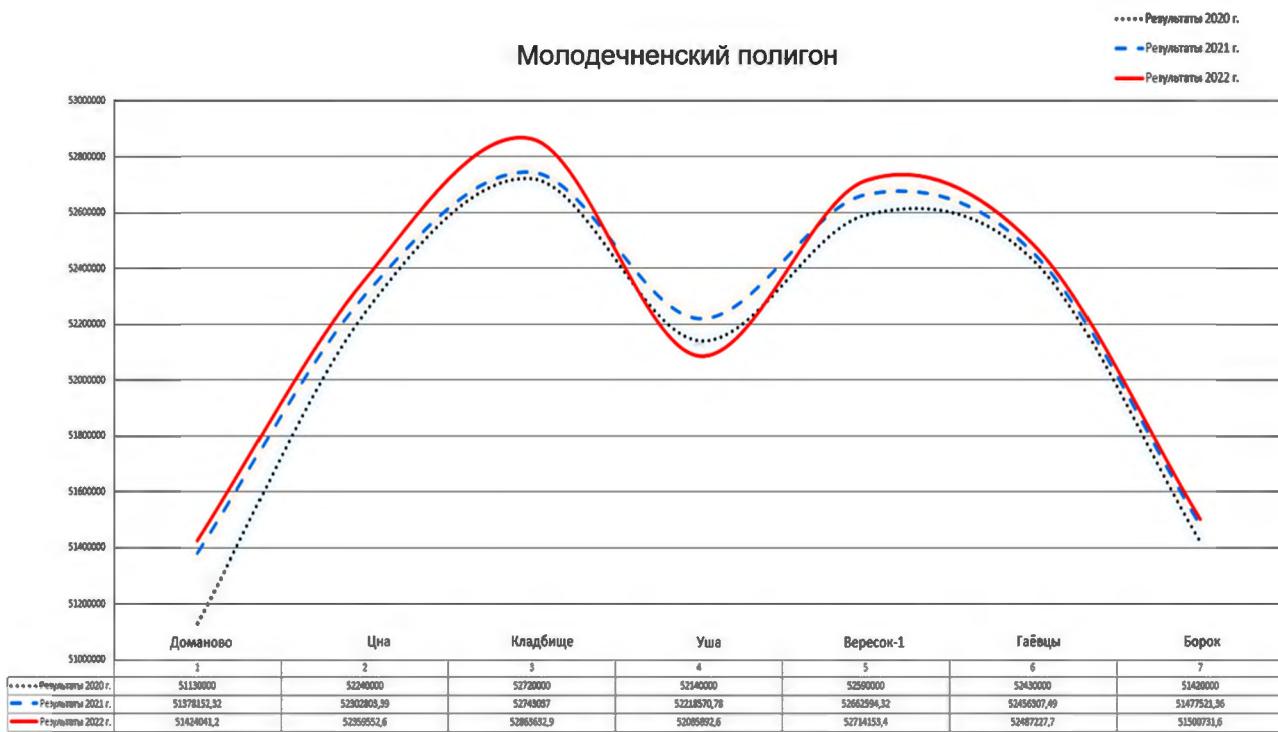


Рис. 3. Графики показаний магнитного по маршруту Молодечненского геодинамического полигона, 2020–2022 гг. (по оси Y указаны значения магнитного поля, нТ; по оси X – названия пунктов наблюдений)

Fig. 3. Graphs of magnetic readings along the route of the Molodechno geodynamic polygon, 2020–2022 (on the Y axis are values of the magnetic field, nT; on the X axis are names of observation points)



Рис. 4. Результат измерений магнитного поля на вариационной станции (обозначения см. на рис. 3)

Fig. 4. The result of magnetic field measurements at the variation station (designations see in fig. 3)

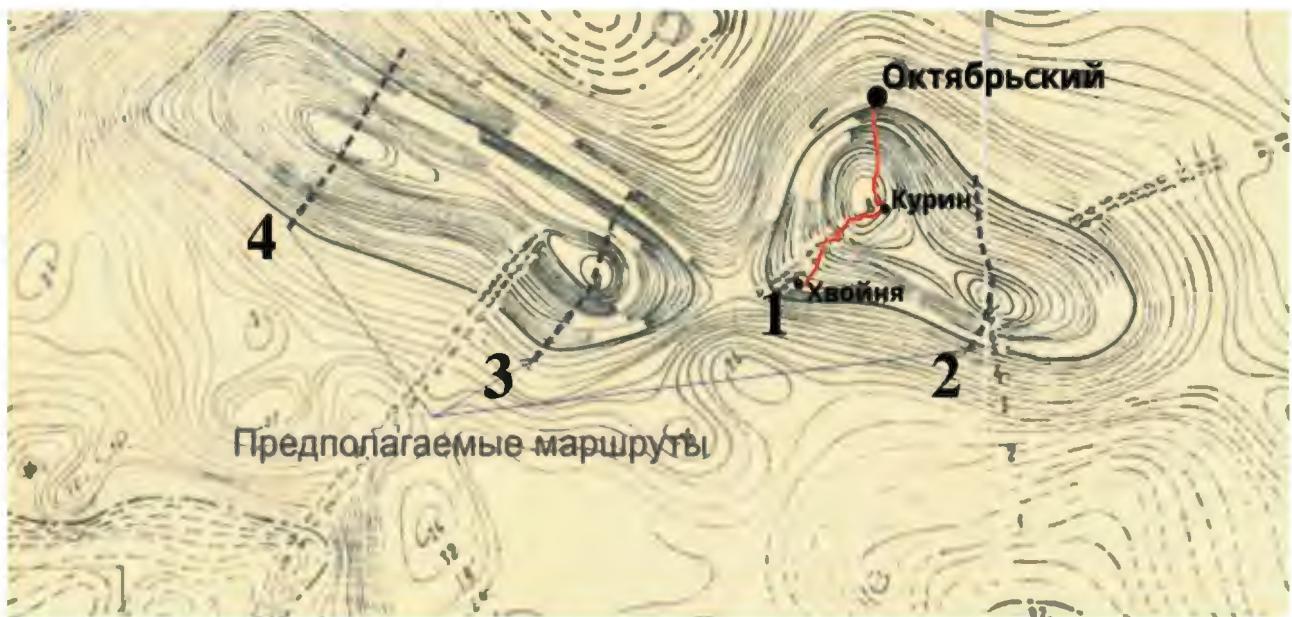


Рис. 5. Октябрьский полигон: Любанская и Октябрьская магнитные аномалии

Fig. 5. Oktyabrsky polygon: Lyuban and Oktyabrsk magnetic anomalies

После маршрутных было выполнена площадная магнитометрическая съемка, включающая 1070 измерений на 214 точках наблюдения на западной части полигона, ограничивающей Любансскую магнитную аномалию. Цель работы – построить карту магнитного поля на основе полученных данных (рис. 6).

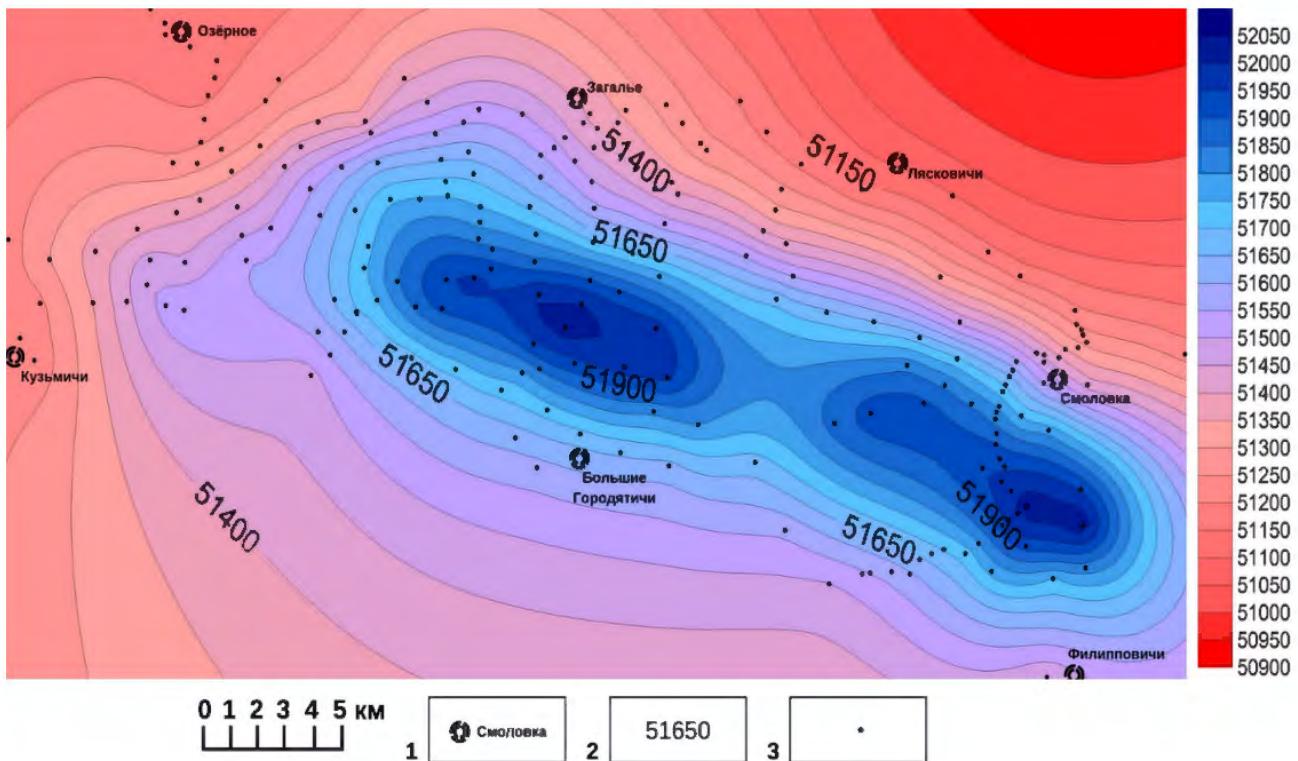


Рис. 6. Схематическая карта магнитного поля на Любансской аномалии Октябрьского геодинамического полигона: 1 – обозначения населенных пунктов; 2 – значения изолиний в нТл; 3 – точки геомагнитных наблюдений

Fig. 6. Schematic map of magnetic field at the Lyuban anomaly of the Oktyabrsky geodynamic polygon: 1 – designations of populated areas; 2 – values of isolines in nT; 3 – points of geomagnetic observations

Выполнение магнитометрических работ на Вечернегорской площади Земли Эндерби Восточной Антарктиды. Стационарные геомагнитные наблюдения. Начиная с сезона 2008–2009 гг. и до настоящего времени выполнен ряд замеров вариаций компонент магнитного поля Земли в стационарном режиме. Считается, что вариации геомагнитного поля тектонофизического происхождения могут являться индикаторами структуры и вещественного состава зон глубинных разломов и современных тектонофизических процессов. Следовательно, данные о пространственно-временных вариациях полей могут быть использованы для выявления на территории Белорусской Антарктической Экспедиции (БАЭ) зон современной тектоно-магматической активизации, и прежде всего зон активизации глубинных разломов мантийного заложения, возможно, перспективных на полезные ископаемые металлогенического ряда. Причиной геомагнитных вариаций принято считать внешние источники тока, связанные с процессами магнитосферно-ионосферного взаимодействия. На Вечернегорской площади выполнен ряд суточных наблюдений за вариациями геомагнитного поля с периодичностью 20 секунд.

После обработки данных и построения графиков изменения поля T была проведена корреляция данных с ближайшей австралийской антарктической станцией – «Моусон», которая является участником мировой системы ИНТЕРМАГНЕТ (INTERMAGNET). Международная сеть магнитных обсерваторий реального времени INTERMAGNET – всемирный консорциум институтов, занимающихся записью данных наземных магнитометров, определяя абсолютный уровень изменяющегося во времени магнитного поля Земли в соответствии с согласованным набором стандартов [3].

Согласно проведенным исследованиям, установлена четкая времененная корреляция синхронного изменения магнитного поля на территории Вечернегорской площади и на станции «Моусон». Первонаучальный анализ данных указывает на существенное изменение магнитного поля вочные часы по всем дням измерений в промежутках с 20.00 до 03.00 по всемирному координированному времени (UTC). На данный момент времени можно предположить связь данного явления с интенсивным проникновением в электромагнитное поле ионосфера Земли в южных высоких широтах солнечного ветра и космических лучей, что выражается в значительных суточных вариациях компоненты магнитного поля T . Наибольшие же вариации магнитного поля в течение дня в некоторых случаях имеют прямую связь с магнитными бурями.

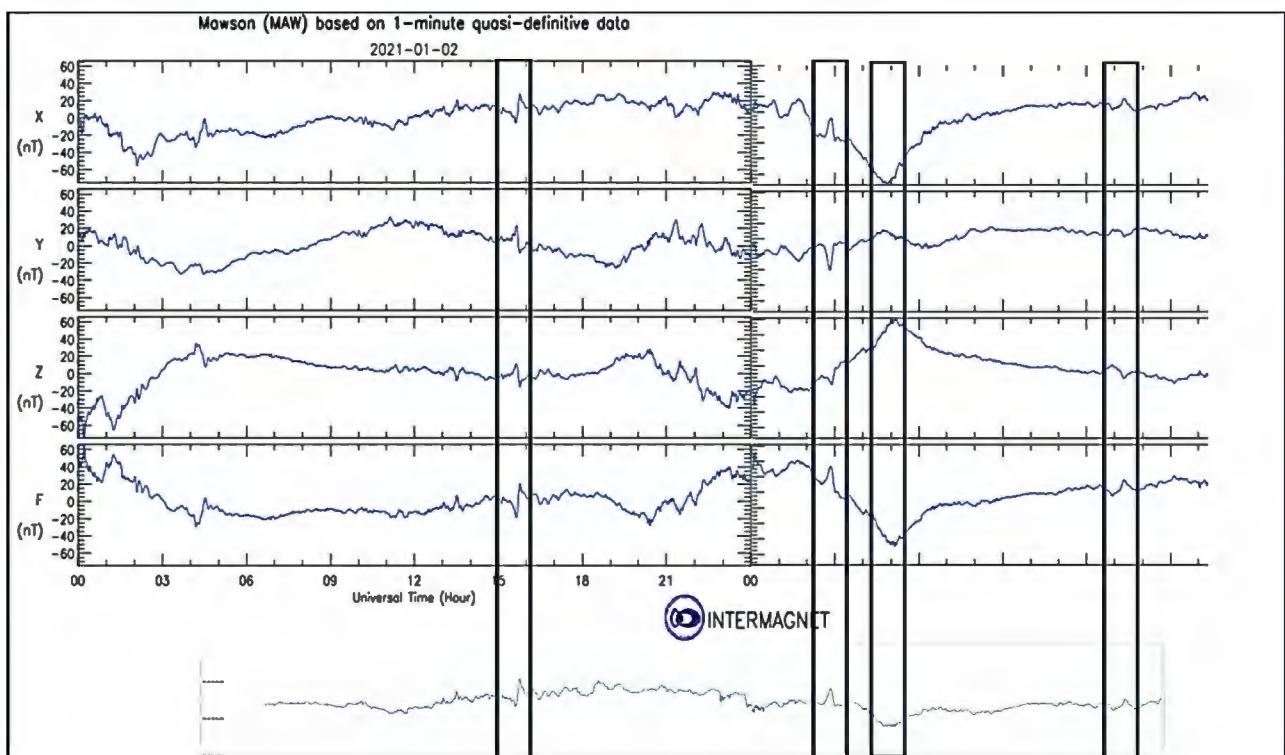


Рис. 7. Вариационный график в период с 22.02.21 по 23.02.21 в сравнении с данными по станции «Моусон» за аналогичный период

Fig. 7. Variation graph for the period from 22.02.21 to 23.02.21 in comparison with data from the Australian «Mawson» station for the same period

Площадные магнитометрические работы. Магнитометр MMPOS-1 предназначен для измерения модуля геомагнитного поля и может использоваться как для проведения пешеходных съемок, так и в качестве стационарной вариационной станции. Маршрутные наблюдения проводили с шагом 10–25 м, учитывая сложности рельефа. Для исключения суточных вариаций во время проведения маршрутных исследований всегда синхронно устанавливали стационарный пункт. В общей сложности наблюдения на Вечернегорской площади проводили более чем на 7700 пунктах измерений.

После обработки данных был построен ряд карт наблюденного геомагнитного поля T , включая общую обзорную карту и карты детализации на отдельных участках (рис. 8–10).

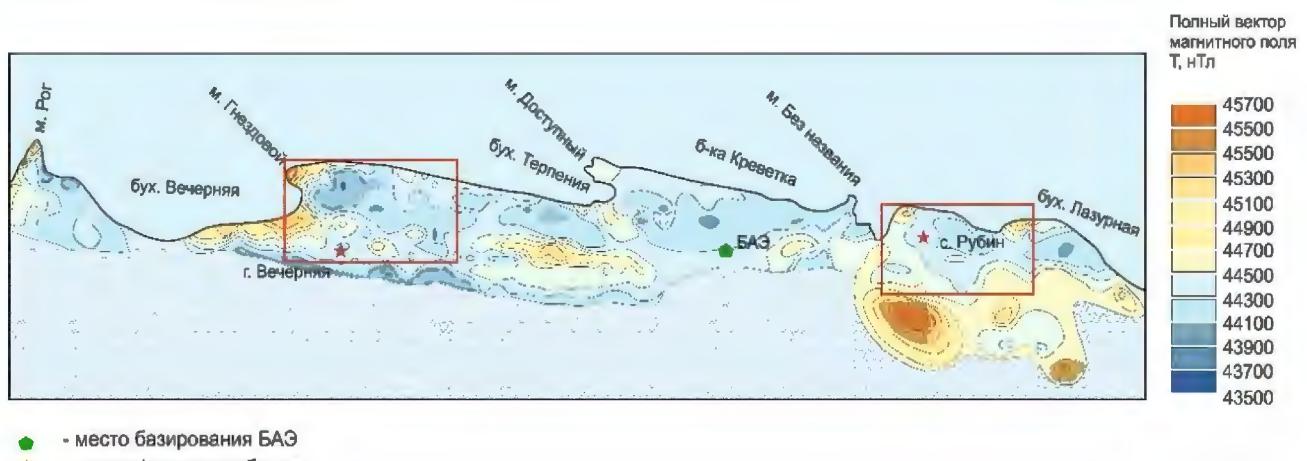


Рис. 8. Обзорная карта наблюденного геомагнитного поля T Вечернегорской площади

Fig. 8. Overview map of the observed geomagnetic field T of Vechernyaya Hill area

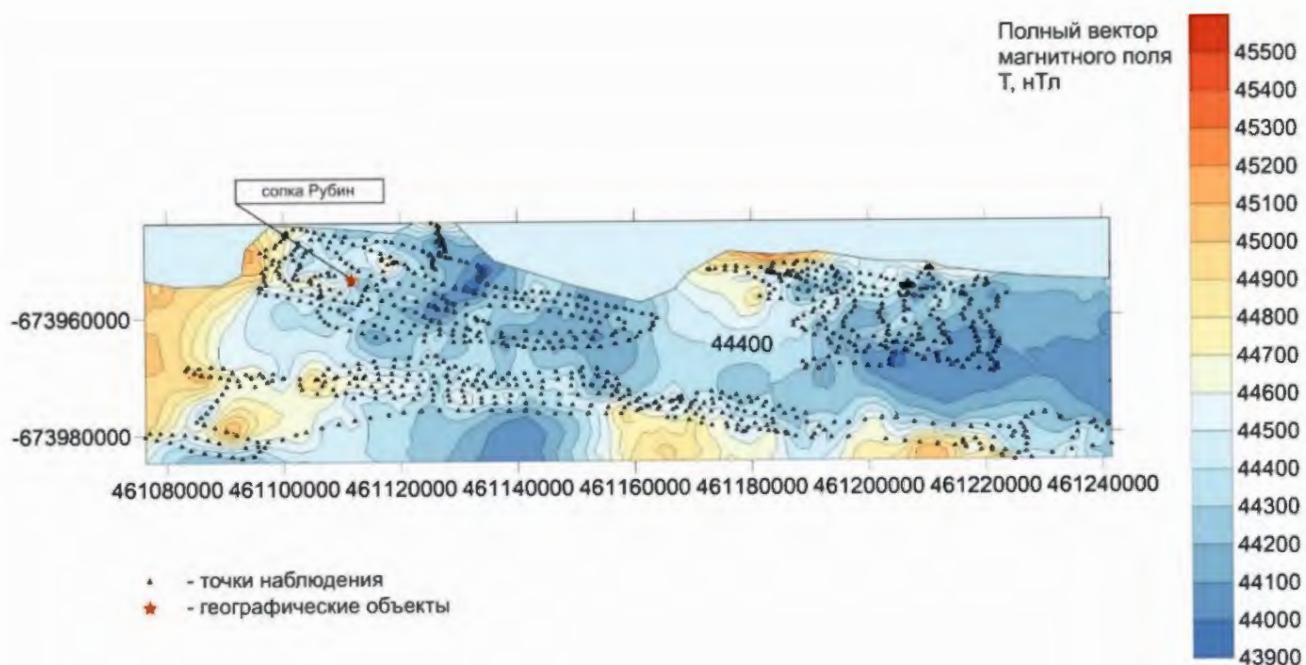


Рис. 9. Детализированный участок геомагнитного поля T в районе сопки «Рубин» с точками наблюдения

Fig. 9. Detailed area of the geomagnetic field T in the area of the «Rubin» hill with observation points

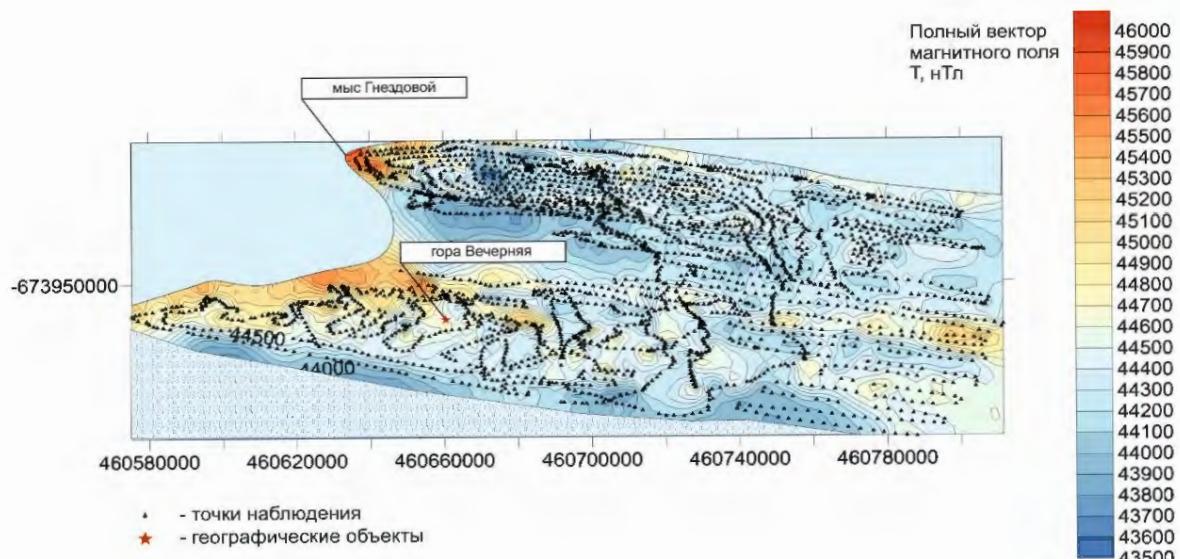


Рис. 10. Детализированный участок геомагнитного поля T в районе горы «Вечерняя» с точками наблюдения

Fig. 10. Detailed area of the geomagnetic field T in the area of the «Vechernaya» Hill with observation points

Построенные карты в некоторой степени изменяют представление о геологическом строении территории, а также являются основой для выбора схемы заложения геодинамического полигона [5].

Заложение геодинамического полигона на Вечернегорской площади. Используя наработанные методики проведения полевых магнитометрических работ на территории Беларуси, а также ранее полученные геологические и геофизические данные, была выбрана следующая схема геодинамического полигона на Вечернегорской площади (рис. 11) [4, 6]. Неоднородное геологическое строение территории находит отражение в сложной структуре геофизических полей, в частности магнитного, с учетом радиоактивного и гравитационного. Предложенная проектная детализированная схема геодинамического полигона опирается на особенности геологического строения и аномальных значений геофизических полей района базирования БАЭ [7].

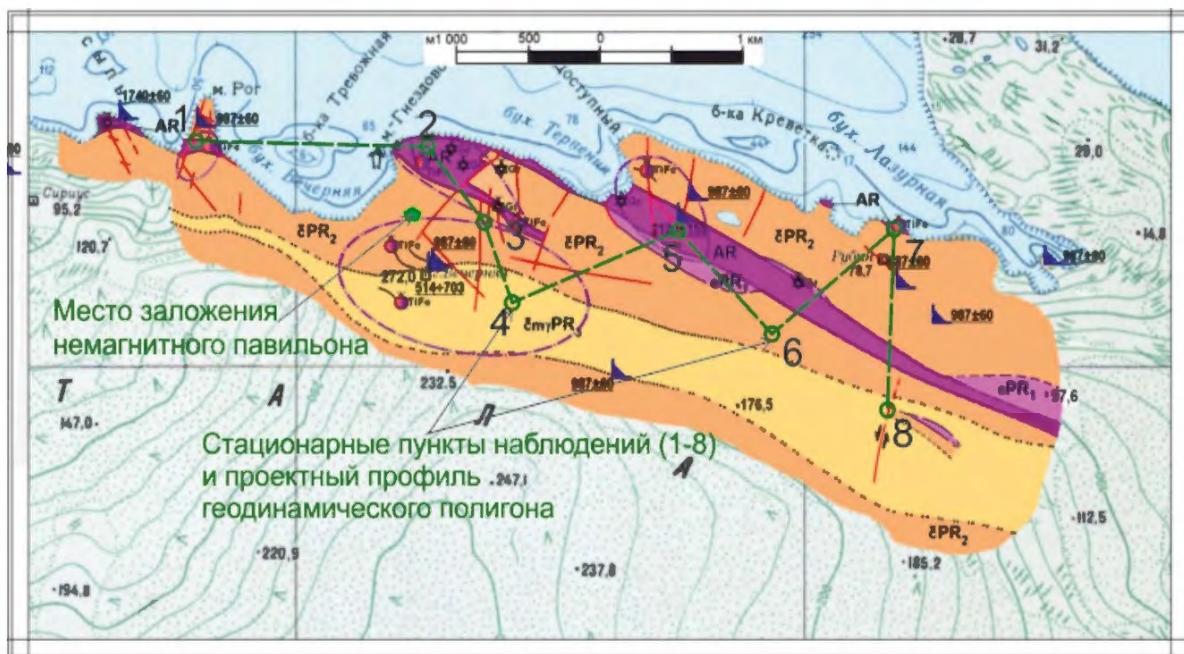


Рис. 11. Проектная детализированная схема геодинамического полигона Вечернегорской площади

Fig. 11. Project scheme of the geodynamic polygon of Vechernyaya Hill area

Стационарные пункты геофизических наблюдений заложены на различных геологических структурах изучаемой территории, включая разломные зоны, а также геологические структуры с наибольшими и наименьшими значениями наблюденного поля T . Данные исследования позволят уточнить геологическое и тектоническое строение территории, а также создать банк данных по вариациям магнитного и других полей по различным времененным периодам.

Заключение. Геомагнитные измерения на геодинамических полигонах Беларуси ведутся с целью обнаружения аномальных зон, установления их параметров и интенсивности протекающих в разломах современных тектонофизических процессов. Наблюдения за геомагнитным полем проводили с помощью двух видов магнитометрического оборудования: трехкомпонентный кварцевый магнитометр LEMI-018 и оверхаузерный магнитометр MMPOS-1. В процессе работы были установлены наиболее подходящие виды полевой съемки (маршрутная, площадная и стационарная) для каждого типа приборов. Опыт многократного проведения полевых наблюдений позволил наработать методики, успешно примененные на территории Вечернегорской площади Земли Эндерби (Восточная Антарктида).

Методики геомагнитной съемки, описанные в статье, позволяют изучить особенности глубинного строения на полигонах в Беларуси. Предварительные исследования на Вечернегорской площади свидетельствуют о возможности и целесообразности использования методики работ, апробированных на полигонах Беларуси.

Одним из наиболее эффективных методов изучения геологического строения антарктического региона является анализ геологической природы геофизических полей, прежде всего магнитного. Так, например, аномальное магнитное поле в открытых областях, каковой является прибрежная часть Вечернегорской площади, обусловлено глубинными магнитными неоднородностями элементов разломно-интрузивной тектоники над различными геологическими телами, где фиксируются магнитные аномалии различной интенсивности и морфологии.

Рассмотренные методики полевых геомагнитных наблюдений на Вечернегорской площади демонстрируют еще более высокую эффективность, нежели на территории Беларуси, по причине отсутствия мощного осадочного чехла. Выход коренной породы на поверхность, к примеру, позволяет с более высокой точностью устанавливать контуры магнитовозмущающих тел.

Список использованных источников

1. Тектонофизическая природа вариаций во времени гравитационного и магнитного полей Новогрудско-Воложинско-Молодечненской аномалии на территории Беларуси / Р. Г. Гарецкий [и др.] // Литосфера. – 2019. – № 2 (51). – С. 45–54.
2. Изучение вариаций геофизических полей в зонах активных разломов Беларуси в экологическом аспекте // Р. Г. Гарецкий [и др.] // Мониторинг состояния окружающей среды в целях устойчивого развития. 25 лет Национальной системе мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь : материалы Междунар. науч. конф., Минск, 2018. – С. 129–133.
3. INTERMAGNET – the global network of observatories, monitoring the Earth's magnetic field [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.intermagnet.org/data-donnee/dataplot>. – Date of access: 10.12.2021.
4. Атлас Океанов. Антарктика / Главное управление навигации и океанографии Министерства обороны Российской Федерации, Государственный научный центр Российской Федерации, Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт. – СПб., 2005. – 20 с.
5. Гарецкий, Р. Г. Глубинное строение и тектоника Земли Эндерби (Восточная Антарктида) / Р. Г. Гарецкий, Г. И. Каратаев // Мониторинг состояния природной среды Антарктики и обеспечение деятельности национальных экспедиций : материалы 1-й Междунар. науч.-практ. конф., г. п. Нарочь, Беларусь, 26–29 мая 2014 г. – Минск : Экоперспектива, 2014. – С. 41–46.
6. Тектоническое районирование фундамента Земли Эндерби (Восточная Антарктида) / Р. Г. Гарецкий [и др.] // Современное состояние наук о Земле : материалы Междунар. конф., посв. памяти В. Е. Хайна. – М.: Изд-во МГУ, 2011. – С. 824–829.
7. Аномальное магнитное поле в зоне Белорусской антарктической станции / Г. И. Каратаев [и др.] // Литосфера. – 2018. – № 2 (49). – С. 137–144.

References

1. Garetsky R. G., Karataev G. I., Golobokov S. V., Myasnikov O. V., Sushkevich S. L., Khibiev A. K., Shablyka P. V. *Tektonofizicheskaya priroda variaci vo vremeni gravitacionnogo i magnitnogo poley Novogrudsko-Volozhinskogo Molodechenskoy anomali na territorii Belarusi* [Tectonophysical nature of variations in time of gravitational and magnetic fields of the Novogrudok-Volozhin-Molodechno anomaly on the territory of Belarus]. *Lithosphere*, 2019, no. 2(51), pp. 45–54. (in Russian)
2. Garetsky R. G., Karataev G. I., Myasnikov O. V., Khibiev A. K., Shablyka P. V. *Izuchenie variaci geophysicheskikh poley v zonah aktivnyh razlomov Belarusi v ekologicheskem aspekte* [Study of variations of geophysical fields in active fault zones of Belarus in the environmental aspect]. *Monitoring sostoyaniya okruzhayuschej sredy v celyah ustoichivogo razvitiya. 25 let Nacionalnoy sisteme monitoringa okruzhayuschej sredy v Respublike Belarus. Materialy Mezhdunarodnoy nauchnoy konferencii* [Proc. of the Int. sci. conf. ‘Monitoring the state of the environment for sustainable development. 25 years of the National Environmental Monitoring System in the Republic of Belarus’]. Minsk, 2018, pp. 129–133. (in Russian)
3. INTERMAGNET – the global network of observatories, monitoring the Earth's magnetic field. Available at: <https://www.intermagnet.org/data-donnee/dataplot> (accessed 10 December 2021).
4. *Atlas okeanov. Antarktika* [Atlas of the Oceans. Antarctica]. *Glavnoe upravlenie navigatsii i okeanographii Ministerstva oborony Rossiskoj Federatsii, Gosudarstvenniy nauchnyi tsentr Rossiskoj Federatsii, Arkhicheskiy i Antarkticheskiy nauchno-issledovatel'skiy Institut* [Main Directorate of Navigation and Oceanography of the Ministry of Defense of the Russian Federation, State Scientific Center of the Russian Federation, Arctic and Antarctic Research Institute]. St. Petersburg, 2005, 20 p. (in Russian)
5. Garetsky R. G., Karataev G. I. *Glubinnoe stroenie i tektonika Zemli Enderbi (Vostochnaya Antarktida)* [Deep structure and tectonics of Enderby Land (East Antarctica)]. *Monitoring sostoyaniya prirodnoy sredy Antarktiki i obespechenie deyatelnosti nacionalnyh ekspediciy. Materialy pervoy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii* [Proc. of the 1st Int. sci. and pract. conf. ‘Monitoring the state of the Antarctic natural environment and supporting the activities of national expeditions’]. Minsk, 2014, pp. 41–46. (in Russian)
6. Garetsky R. G., Karataev G. I. Dankevich I. V., Myasnikov O. V. *Tektonicheskoe rayonirovanie fundamenta Zemli Enderbi (Vostochnaya Antarktida)* [Tectonic zoning of the basement of Enderby Land (East Antarctica)]. *Sovremennoe sostoyanie nauk o Zemle. Materialy Mezhdunarodnoy konferencii, posvyaschennoy pamyati V. E. Khaina* [Proc. of the Int. Conf. dedicated to the memory of V. E. Khaina ‘Current state of Earth sciences’]. Moscow, 2011, pp. 824–829. (in Russian)
8. Karataev G. I., Golobokov S. V., Shablyka P. V., Khibiev A. K. *Anomalnoe magnitnoe pole v zone Belorusskoy Antarkticheskoy stancii* [Anomalous magnetic field in the area of the Belarusian Antarctic Station]. *Litosfere*, 2018, no. 2 (49), pp. 137–144. (in Russian)

Информация об авторах

Хибиев Артур Курбанович – младший научный сотрудник, Институт природопользования НАН Беларуси (ул. Скорины, 10, 220076, г. Минск, Беларусь). E-mail: loter_mc@mail.ru

Шаблыко Павел Викентьевич – научный сотрудник, Институт природопользования НАН Беларуси (ул. Скорины, 10, 220076, г. Минск, Беларусь). E-mail: ecktobellum@gmail.com

Сушкевич Сергей Александрович – младший научный сотрудник, Институт природопользования НАН Беларуси (ул. Скорины, 10, 220076, г. Минск, Беларусь). E-mail: sergeysyshkevich@mail.ru

Шеметило Михаил Александрович – студент, Белорусский государственный университет, факультет географии и геоинформатики (ул. Ленинградская, 16, 220030, г. Минск, Беларусь). E-mail: mishandrma@gmail.com

Information about the authors

Arthur K. Khibiyev – Junior Researcher, Institute of Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus (10, F. Skorina Str., 220076, Minsk, Belarus). E-mail: loter_mc@mail.ru

Pavel V. Shablyka – Researcher, Institute of Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus (10, F. Skorina Str., 220076, Minsk, Belarus). E-mail: ecktobellum@gmail.com

Sergey L. Sushkevich – Junior Researcher, Institute of Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus (10, F. Skorina Str., 220076, Minsk, Belarus). E-mail: sergeysyshkevich@mail.ru

Mihail A. Shemyatsila – student, Belarusian State University, Faculty of Geography and Geoinformatics (16, Leningradskaya Str., 220030, Minsk, Belarus). E-mail: mishandrma@gmail.com