

УДК 537.621.4:550.382.3:551.243.8

**МАГНИТНАЯ ВОСПРИИМЧИВОСТЬ В РАЙОНЕ АКТИВНЫХ РАЗЛОМОВ**

*Берикова Гульчахра Калысовна, старший преподаватель, ИГД и ГТ им. академика У.Асаналиева КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Чуй, 164, e-mail: [berikovag@mail.ru](mailto:berikovag@mail.ru)*

*Бакиров Калыс Берикович, доктор технических наук, профессор, ИГД и ГТ им. академика У.Асаналиева КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Чуй, 164, e-mail: [bakirov1953@bk.ru](mailto:bakirov1953@bk.ru)*

**Аннотация.** В данной статье рассматривается, магнитная восприимчивость горных пород в районе активных разломов, которая является одним из основных параметров при интерпретации геомагнитного поля в сейсмоактивных районах. Исследованиями установлено, что домезозойский фундамент является геологической средой, где зарождаются очаги основной массы землетрясений.

С направлением основных домезозойских геологических структур Кыргызского Тянь-Шаня согласуется форма и простирание магнитных аномалий и магнитной восприимчивости. В Таласо-Ферганском разломе горные породы имеют высокую магнитную восприимчивость. Породы повышенной плотности имеют широкий диапазон изменения магнитной восприимчивости. Это метаморфические породы нижнего и среднего палеозоя и верхнего протерозоя (кристаллические сланцы, эффузивы среднего состава, диориты); породы высокой плотности имеют широкий диапазон изменений магнитной восприимчивости. К ним относятся в основном породы основного состава (габбро, габбро-нориты) амфиболиты, метадиабазы и ультраосновные породы.

Ордовикский терригенно-осадочный комплекс, состоящий из известняков, сланцев, эффузивов, характеризуется низкими значениями магнитной восприимчивости. На фоне регионального сжатия территории Северного Тянь-Шаня, происходят квазипериодические геофизические процессы, в том числе изменения магнитной восприимчивости. Изучение магнитной восприимчивости является одним из основных параметров при интерпретации геомагнитного поля в сейсмоактивных районах.

**Ключевые слова:** магнитная восприимчивость, магнитная аномалия, интерпретация, разлом, геомагнитное поле, геофизические процессы, сейсмоактивные районы.

**MAGNETIC SUSCEPTIBILITY IN THE AREA OF ACTIVE FAULTS**

*Berikova Gulchakhra Kalysovna, Senior Lecturer, Institute of Mining and Mining Technology by Academician U. Asanaliyev KSTU by I.Razzakova, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Chui Ave., 164, e-mail: [berikovag@mail.ru](mailto:berikovag@mail.ru)*

*Bakirov Kalys Berikovich, Doctor of Technical Sciences, Professor Institute of Mining and Mining Technology by Academician U. Asanaliyev KSTU by I.Razzakova, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Chui Ave., 164, e-mail: [bakirov1953@bk.ru](mailto:bakirov1953@bk.ru)*

**Abstract.** In this article is considered, magnetic susceptibility of rock around active breaks which is one of key parameters at interpretation of the geomagnetic field in seismoactive areas. Studies have established that the Domozoic foundation is a geological environment, where foci of the main mass of earthquakes originate.

With the direction of the main Domozoic geological structures of the Kyrgyz Tien Shan, the shape and extent of magnetic anomalies and magnetic susceptibility are consistent. In the Talas-Fergana fault, rocks have a high magnetic susceptibility. The rocks of increased density have a wide range of changes in the magnetic susceptibility. These are metamorphic rocks of the Lower and Middle Paleozoic and Upper Proterozoic (crystalline schists, effusives of medium composition, diorites); The rocks of high density have a wide range of changes in magnetic susceptibility. These include mainly rocks of basic composition (gabbro, gabbro-norites) amphibolites, metadiabases and ultrabasic rocks.

Ordovician terrigenous-sedimentary complex, consisting of limestones, shales, effusives, is characterized by low values of magnetic susceptibility. Against the background of regional compression of the Northern Tien Shan, quasi-periodic geophysical processes occur, including changes in the magnetic susceptibility. The study of magnetic susceptibility is one of the main parameters in the interpretation of the geomagnetic field in seismically active regions.

**Keywords:** magnetic susceptibility, magnetic anomalies, interpretation, fault, geomagnetic field, geophysical processes, seismically active regions.

В геологическом строении Тянь-Шаня участвуют два крупных мегакомплекса горных пород: консолидированный домезозойский фундамент и мезозойско-кайнозойский покров. Нижний – представлен осадочно-вулканогенными, осадочными, магматическими и метаморфическими горными породами допалеозойского и палеозойского возраста, слагающими хребты и днища впадин, а верхний – сложен морскими и континентальными осадочными толщами мезозоя и кайнозоя, эти геологические образования образуют сейсмоактивный слой верхней части земной коры Тянь-Шаня [1,2,6].

Домезозойский фундамент является геологической средой, где зарождаются очаги основной массы землетрясений, а в верхнем мегакомплексе отражается разрядка тектонических напряжений новейших и современных движений в виде землетрясений (Рис.1).

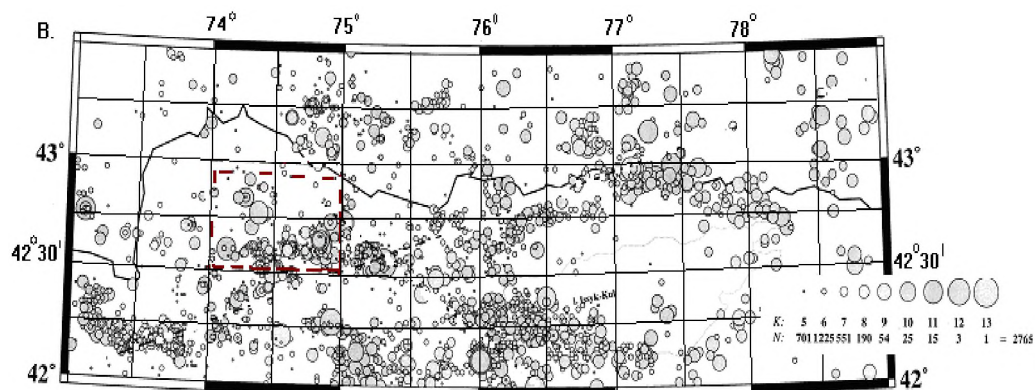


Рис. 1. Карта аномального геомагнитного поля Кыргызского Тянь-Шаня, в координатах  $\lambda = 70 - 80^{\circ}$  в.д. и  $\phi = 39 - 40^{\circ}$  с.ш. Сплошные изолинии – положительные значения, пунктирные – отрицательные поля Т,мЭ.

С направлением основных домезозойских геологических структур Кыргызского Тянь-Шаня согласуется форма и простирание магнитных аномалий (северо-восточное, северо-западное и субширотное, реже субмеридиональное). (Рис.2) [1,6].



Рис. 2. Карта направлений основных мезозойских геологических структур Кыргызского Тянь-Шаня, форма и простираение магнитных аномалий (северо-восточное, северо-западное и субширотное, реже субмеридиональное).

*Муюнкумо-Наратский массив* объединяет территорию Заилийского Ала-Тоо, северный склон восточной части Кыргызского хребта, фундаменты Чуйской и Иссыккульской впадин, а также окаймляющие их хребты Кунгей и Терской Ала-Тоо. Характерной особенностью массива является его многократная и обильная гранитизация, следы которой обнаруживаются в виде мигматитов и гранито-гнейсов среди древнейших толщ, и особенно в виде огромных масс докембрийских и палеозойских интрузивных гранитоидов [6]. «Линия Николаева» представляет собой зону дробления и расланцевания шириной до 500–100 м, падение плоскости сместителя крутое ( $70-90^\circ$ ). К ней приурочены трещинные тела гранитоидов и излияния базальтов. По геомагнитным данным разлом выражен в магнитном поле вытянутыми аномалиями низкой и высокой интенсивности (Рис.1). Таласо-Ферганский разлом с северо-запада на юго-восток пересекает складчатые системы Северного, Среднего и Южного Тянь-Шаня и выражен в виде параллельных сближенных зон дробления, шириной от 300 до 1000 м. Глубина заложения структуры не менее 40 км [3,5]. Таласо-Ферганский разлом является крупным сбросо-сдвигом, горные породы имеют высокую магнитную восприимчивость. Осадочные породы палеозойского возраста являются немагнитными; слабоманитными являются четвертичные валунно-галечники, магнитная восприимчивость доходит до  $250 \cdot 10^{-5}$  СИ, метаморфические породы палеозоя и докембрия слабоманитны магнитная восприимчивость –  $9600 \cdot 10^{-5}$  СИ, наименее магнитны эффузивы среднего и основного состава –  $5000 \cdot 10^{-5}$  СИ. Магнитны серпентиниты –  $1500 \cdot 10^{-5}$  СИ. Слабоманитные и наименее плотные породы мезо-кайнозойского возраста у которых плотность меняется от 1,50 до 2,70 кг/м<sup>3</sup>.

Породы имеющие плотности ( $2,67 \text{ кг/м}^3$ ) имеют средние значения магнитной восприимчивости. К ним относятся породы осадочного происхождения верхнего и среднего палеозоя, эффузивы кислого состава, интрузии гранодиоритов и гнейсы. Породы повышенной плотности ( $2,74 \text{ кг/м}^3$ ) имеют широкий диапазон изменения магнитной восприимчивости. Это метаморфические породы нижнего и среднего палеозоя и верхнего протерозоя (кристаллические сланцы, эффузивы среднего состава, диориты); породы высокой плотности ( $2,80 \text{ кг/м}^3$ ) имеют широкий диапазон изменений магнитной восприимчивости. К ним относятся в основном породы основного состава (габбро, габбро-нориты) амфиболиты, метадиабазы и ультраосновные породы.

По данным многочисленных измерений магнитных свойств пород докембрия Северного Тянь-Шаня установлено, что гнейсы, мраморы, различные кристаллические сланцы, а также амфиболиты имеют  $\chi$ , не превышающую  $100 \cdot 10^{-6}$  CGSM. В целом для этих

типов пород характерна весьма низкая магнитная восприимчивость, однако имеются отдельные точки, где  $\chi$  варьирует в больших пределах. Примером служат гнейсы Актюза ( $2000 \cdot 10^{-6} \text{CGSM}$ ), кварц-карбонаты Талды-Булака ( $2000 \cdot 10^{-6} \text{CGSM}$ ) филлиты и сланцы Туюка, Кара-Джилга ( $250-500 \cdot 10^{-6} \text{CGSM}$ ).

В пределах Кыргызского хребта повышенной магнитностью обладают эффузивы среднего состава и амфиболиты ( $600-1000 \cdot 10^{-6} \text{CGSM}$ ), сланцы, андезиты и диабазовые порфириды и их производные ( $1500-5300 \cdot 10^{-6} \text{CGSM}$ ), магнетитовые, гранат-магнетитовые, гранато-пироксеновые, гранато-диоритовые скарны ( $80000-150000 \cdot 10^{-6} \text{CGSM}$ ), гигантозернистые порфиновые сиениты Кочкор-Арзинского рудного поля ( $1500 \cdot 10^{-6} \text{CGSM}$ ).

Известняки, хлоритовые сланцы, песчаники, полимиктовые гравелиты Таласского хребта являются практически немагнитными. Для них  $\chi$  варьирует от 0 до  $600 \cdot 10^{-6} \text{CGSM}$ . Породы северной зоны Тянь-Шаня, как правило, имеют очень низкие значения магнитной восприимчивости, однако часто можно встретить зоны с повышенным  $\chi$ . В табл. 1 приводятся магнитные характеристики некоторых горных пород.

Таблица №1

Состав и возраст пород	Место исследования	Магнитная восприимчивость, ед. $10^{-6} \text{CGSM}$ min-max, средняя
1	2	3
Филлитовые слюдистые сланцы $P_{t2}$	Караджилга	150-550, 350
Амфиболовые сланцы $P_{t3}$	Актюз	160-850, 550
Порфириды, фельзиты $P_{t3}$	Актюз	10-400, 205
Известняки, сланцы, песчаники и мраморы $P_t - C_m$	Актюз	8-100, 54
Кремнистые сланцы $C_{m1-2}$	Боорды	8-40, 24
Песчаники $C_{m1}$	Арсы	50-1500, 775
Сланцы $C_{m1}$	Арсы	25-6000, 602
Сланцы O	Кемин	10-1500, 750
Порфириды O	Кемин	40-3000, 1500
Основные и средние эффузивы, туфы $O_2$	Акташ	2-3000, 1500
Порфириды, их туфы $O_3$	Акташкоро	0-2000, 1000
Песчаники, сланцы, эффузивы среднего состава	Акташ	8-3000, 667
Порфириды $D_3$	Актюз	4-2000, 1000
Андезитовые порфириды $D_{1-2}$	Б. Кемин	75-3000, 1500
Кварцевые порфириды $D_2$	Чолпон-Ата	40-800, 420
Известняки $D_{1+2}$	Чолпон-Ата	0-20, 10
Конгломераты, доломиты $D_3 - C_1$	Чолпон-Ата	0-50, 25
Известняки $C_2$	Восточн. обрамление Иссык-Кульской впадины	0-30, 15
Гравелиты, конгломераты $C_{1-3}$	Терскей	1-80, 40
Песчаники, туфопесчаники $C_1$	Терскей	2-120, 60
Известняки $C_1$	Терскей	0-8, 4
Мергели $C_1$	Терскей	0-30, 15

Песчаники $C_1$	Боорду	0-2000, 1000
Туфопесчаники $C_1$	Шамсы	40-500, 250
Алевролиты, конгломераты $C_1$	Шамсы	40-500, 250
Гранодиориты $P_t$	Шамсы	2000-5000, 3500
Граниты	Актюз	0-350, 150
Диориты $P_t$	Шамси	500-3000, 1700
Диориты $C_{m1}$	Актюз	20-200, 110
Диориты $O_3$	Барскаун	10-100, 50
Граниты S	Чолпон-Ата	10-1000, 500
Граносиениты $\theta_3$	Терскей	50-2000, 1500
Серпентиниты O	Иссык-Куль	30-1500, 700
Гранит порфиры C	Терскей	200-1000, 600
Микрограниты $C_1$	Бурулдай	0-50, 25
Сиенит порфир, граносиенит P	Арсы	30-4000, 2000
Граниты	Орто-Урюкты	6-10, 8
Граниты $\gamma S-D_1$	Аксуу	30-41, 36
Биотитовый гранит $\gamma S-D_1$	Кара-Куджур	190-255, 215
Амфиболитовый сланец GS	Сары-Булак	11-36, 20
Очковый биотитовый гнейс	Сары-Булак	2250-2650, 2483
Гнейс	Сары-Булак	1025-1400, 1241
Гранодиориты GS	Сары-Булак	240-315, 271
Гранодиориты GS	Чычкан	130-165, 145
Граниты, гранодиориты	Актерек	10-100, 50
Эффузивы	Орто-Токой	62-202, 134
Эффузивы	Орто-Токой	270-510, 356
Гранодиориты GS	Северный склон Кунгей.	730-690, 731
Граниты	Северный склон Кунгей.	725-395, 618
Песчаники $D_2^3$	Кульджабашат, Тогуз-Торо	7-10, 8
Известняки $C_{1t2} + V$	Угут-Казарман	4-7, 6
Сланцы $C_m-O$	Перевал Долон	5-10, 7
Песчаник $C_m-O$	Долон	17-36, 27
Конгломераты, брекчия $N_2$	Иссык-Куль	0-300, 150
Базальты Pg	Кыргызский хребет	50-1250, 600

В осадочном и метаморфическом комплексах Среднего Тянь-Шаня в целом проявляются весьма низкие. Сюда, как правило, относятся разновозрастные песчаники, известняки, разного рода сланцы, кварц-хлоритовые сланцы и др. Значительная магнитность установлена у габброидов пермокарбонического возраста (до  $7300 \cdot 10^{-6} \text{CGSM}$ ).

Вдоль Сонкель-Байдулинской гранитоидной интрузии большим диапазоном магнитной интрузии обладают магнетитосодержащие скарны. Для них  $\chi$  изменяется от 2000 до  $1000000 \cdot 10^{-6} \text{CGSM}$ . Окварцованные, гранитизированные, либо хлоритизированные габброиды показывают  $\chi$  в пределах от 100 до  $3000 \cdot 10^{-6} \text{CGSM}$ . Песчаники, алевролиты, известняки, доломиты, гипсы района являются практически немагнитными, либо слабомагнитными. В районе встречаются различные по своему составу и происхождению узкие полосовые, скарновые поля с магнитной восприимчивостью, изменяющейся от 30000 до  $100000 \cdot 10^{-6} \text{CGSM}$ . Песчаники, известняки, филлитоподобные сланцы, серицитовые сланцы, амфиболиты протерозоя очень слабомагнитны ( $0-600 \cdot 10^{-6} \text{CGSM}$ ).

Осадочно-метаморфический покров хребтов Акшийряк и Сары-Джаз представлен главным образом отложениями протерозоя, кембрия и ордовика. Подавляющая часть

осадочно-метаморфических образований имеет весьма низкую магнитную восприимчивость. Кварцевые песчаники, сланцы, алевролиты и туфопесчаники кембрия показывают  $\chi$  от 0 до  $850 \cdot 10^{-6} \text{CGSM}$ .

Ордовикский терригенно-осадочный комплекс, состоящий из известняков, сланцев, эффузивов, характеризуется низкими значениями магнитной восприимчивости, для них  $\chi$  варьирует от 0 до  $100 \cdot 10^{-6} \text{CGSM}$ . Встречаются, однако, отдельные ожелезненные сланцев и эффузивов, которые отличаются сравнительно невысокими значениями  $\chi$  ( $2500\text{--}7500 \cdot 10^{-6} \text{CGSM}$ ). Для гранитов, гранодиоритов, диоритов, сиенит-диоритов района среднезвешенное значение магнитной восприимчивости составляет  $50 \cdot 10^{-6} \text{CGSM}$ .

В Нарынской впадине на фоне практически немагнитных известняков и углисто-кремнистых сланцев, выделяются магнитные порфириды, диабазовые порфириды, кислые эффузивы, туфопесчаники, туфоконгломераты. Для них характерны невысокие значения  $\chi$  от 200 до  $5000 \cdot 10^{-6} \text{CGSM}$ . Однако и эти данные характеризуют лишь отдельные точки региона. Для глины с прослоями песчаников, гравелитов, песчаников Нарынской впадины, также характерны низкие значения  $\chi$  ( $20\text{--}450 \cdot 10^{-6} \text{CGSM}$ ). Среди интрузивных пород наиболее высокую магнитную восприимчивость имеют сиенито-диориты, габброиды пермокарбонического возраста ( $43\text{--}3000\text{--}500\text{--}6500 \cdot 10^{-6} \text{CGSM}$ ); все остальные петрографические разности относятся к слабомагнитным или практически немагнитным.

Чилико-Кеминский, Иссык-Атинский, Чонкурчакский, Таласо-Ферганский, Мадинско-Талдысуйский разломы являются активными. По мнению многих исследователей в настоящее время из-за непрерывного продвижения Индостанской плиты к Евразийской, Тянь-Шань [3,4,5] в целом испытывает напряжение сжатия, что сопровождается общей деформацией земной коры, сокращением ее по площади и интенсивным ростом сейсмической активности. На фоне регионального сжатия территории Северного Тянь-Шаня, происходят квазипериодические геофизические процессы, в том числе изменения магнитной восприимчивости, к отдельным циклам которых приурочены проявления сейсмических событий.

Таким образом, изучение магнитной восприимчивости является одним из основных параметров при интерпретации геомагнитного поля в сейсмоактивных районах. Влияние оказывают ферромагнитные минералы, содержащиеся в горных породах, магнитная восприимчивость пород которого изменяется в больших пределах, вследствие которого наблюдается повышенные значения интенсивности геомагнитного поля.

#### Литература:

1. Бакиров, К.Б. Геомагнитные явления и сеймотектонические процессы Кыргызского Тянь-Шаня. [Текст]/ Бакиров К.Б. – Бишкек: Илим, 2005. - 144 с.
2. Кнауф, В.И. Основные черты тектоники Тянь-Шаня. [Текст]/ В.И.Кнауф, Е.В.Христов // Литосфера Тянь-Шаня. – Москва: Наука, 1986. С. 4 -13.
3. Корженков, А.М. Общие особенности новейших структурных форм Северо-Восточного Тянь-Шаня [Текст]: дисс. канд. геол. - минер. наук./ А.М. Корженков// Институт сейсмологии АН Кирг. ССР. – Фрунзе, 1988. – С.261.
4. Макаров, В.И. Новейшая тектоническая структура Центрального Тянь-Шаня. [Текст]/ В.И. Макаров // Тр. Геол. Ин-та АН СССР. Вып. 307. – Москва: Наука, 1977, – С. 171.
5. Динамика геофизических процессов и прогноз землетрясений на Тянь-Шане. [Текст]/ Э.Мамыров, М.В.Кан, А.М.Корженков, В.А.Маханькова, М.Омуралиев, Ю.Г.Тупчий, И.Э.Поволоцкая, К.Б.Бакиров // Ядерная геофизика. Геофизические исследования литосферы. Геотермия / Вторые научные чтения Ю.П. Булашевича 23–27 июня 2003 г. – Екатеринбург, 2003. - С. 65–66.
6. Юдахин, Ф.Н. Геофизические поля, глубинная структура и сейсмичность Тянь-Шаня. [Текст]/ Юдахин Ф.Н. – Фрунзе: Илим, 1983. – С.248.