

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ НА АНОМАЛНОТО МАГНИТНО ПОЛЕ В ПЕРСПЕКТИВНА ПЛОЩ "РАКИТНА", С ЦЕЛ ОПРЕДЕЛЯНЕ МОЩНОСТТА НА НАСЛАГИТЕ И ДЪЛБОЧИНАТА ДО ПОДЛОЖКАТА

Християн Цанков, Ради Радичев

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София; ch.tzankov@gmail.com

РЕЗЮМЕ. Полевите геолого-геофизични работи извършени през 2009 г. в перспективна площ "Ракитна", Брежански въгленосен басейн, имат за цел изготвянето на детайлна икономическа оценка на кафявите въглища. Геофизичните изследвания включват геомагнитни, георадарни, ВЕС и сондажно-геофизични работи. Тяхната задача е определяне мощността на наслагите и дълбочината на подложката, които са пряко свързани с положението и мощността на въглищните пластове. Тук се представят резултатите от магнитометрични изследвания в района проведени на площ от 0,21 km² от Участък 2. Въз основа на измерванията на геомагнитното поле ΔT е съставена магнитна карта в мащаб 1:1000. Изследвана е магнитната възприемчивост на скалите изграждащи проучвания район. Извършен е анализ, преобразования, качествена и количествена интерпретация на аномалното магнитно поле. Въз основа на анализа са дадени качествени и количествени оценки за магнитните свойства на скалите, както и положението на контакта между слабо магнитните метаморфни скали на Вълчанската пъстра свита и седиментите на горния олигоцен на север и относително по-високомагнитните неогенски отложения на Калиманската свита в южната част на изследваната площ. Определена е дълбочината на разпределение на феромагнитните минерали. Съставена е карта на резултатите от магнитните изследвания и извършените количествени интерпретации.

INTERPRETATION OF THE ANOMALOUS MAGNETIC FIELD IN THE PERSPECTIVE AREA "RAKITNA" FOR DETERMINATION THE THICKNESS OF THE SEDIMENTS AND THE DEPTH TO THE UNDERLYING BEDROCK

Christian Tzankov, Radi Radichev

University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia; ch.tzankov@gmail.com

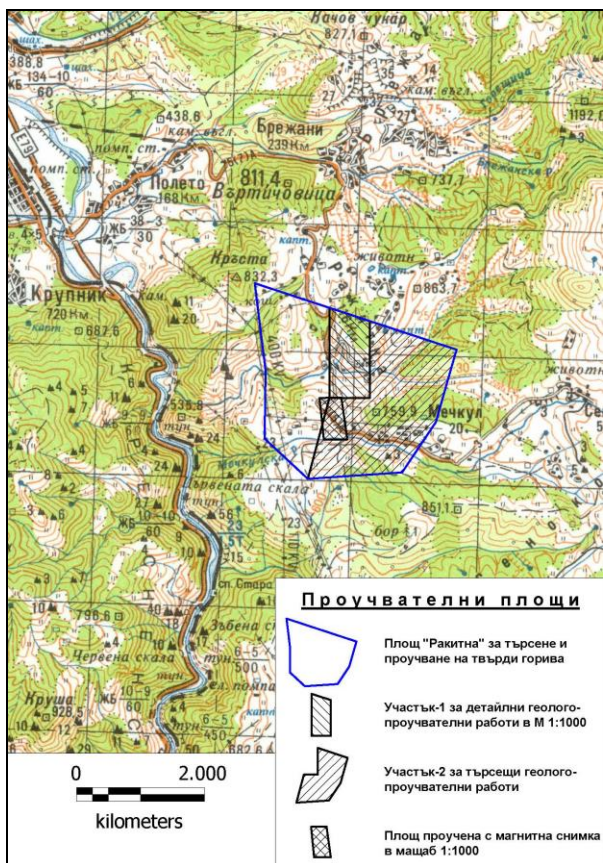
ABSTRACT. The main task of the geological and geophysical investigations carried out in the perspective area "Rakitna" located in the Brezhanski coal basin is making a detailed economic estimation of the brown coal deposit including extraction possibilities and economic effectiveness. The geophysical research comprises of geomagnetic, georadar, VES and borehole surveys. They are used to determine the thickness of the sediments and the depth of the bedrock because this data is connected to the location and the thickness of the coal deposit. The results presented in the report are those obtained by the geomagnetic investigations led at 0.21 sq. km. area which is part from the so called Area-2. Based on the geomagnetic field ΔT measurements a geomagnetic map of the area in scale 1:1000 is created. The magnetic susceptibility of the rocks in the investigated region is measured as well. The geomagnetic field has been analysed, transformed and qualitative and quantitative interpretation has been done. On the base of interpretation are the magnetic properties of the rocks. The border between the low magnetic metamorphic rocks of the Valchanska suite and the sedimentary rocks of the Oligocene in the north and the relative more magnetic neogenic sediments of the Kalimanska suite in the south part of the studied area is being traced. The depth of propagation of the ferromagnetic minerals is defined too. A map of the results obtained by the geomagnetic survey and the subsequent quantitative interpretations is made.

Въведение

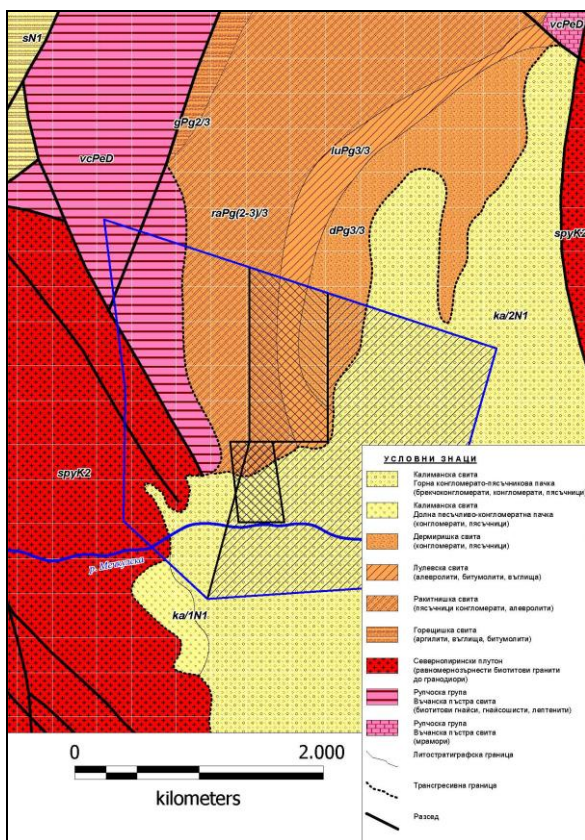
Находище "Ракитна" (фиг. 1) заема южните части на Брежанския въгленосен басейн (Община Симитли) и включва в себе си палеогенски въглепроваляния развити в землищата на махалите Калековец, Ракитна и северно от с. Мечкул (Ковачки и др., 2009). Районът, в който са развити и оконтурени въглищните пластове е изграден от седиментни скали (пясъчници, гравилити, глини, пясъчливи глини, битуминозни шисти, въглища и др.) с палеогенска, плиоценска и кватернерна възраст, залягащи върху пъстра подложка от докамбийски висококристалинни метаморфити и кредни гранитоиди (Загорчев, Маринова, 1990) (фиг. 2). Въглищните пластове са локализиран в грабеновидна структура, срязана в централните и части от Западно-Пиринския разлом. Те и вместващите ги скали изграждат западното бедро на синклинална структура имаща посока 10-20° и наклон от

25-45°, в местата на коленовидните огъвания 12-22° (Ковачки и др., 2009).

Основната задача пред проучванията в района се състои в извършване на детайлна оценка на кафявите въглища, възможностите за техния добив и икономическа ефективност. За целта е използван комплекс от геолого-геофизични методи. Геофизичните изследвания включват: геомагнитни, георадарни, ВЕС, сондажно- геофизични работи. Задачата пред геофизичните изследвания е определяне мощността на наслагите и дълбочината на подложката, които са пряко свързани с положението и мощността на въглищните пластове. Предмет на настоящата работа са магнитните проучвания в района (Радичев, Цанков, 2009).



Фиг. 1. Обзорна топографска карта на площ "Ракитна" с разположение на проектните площи

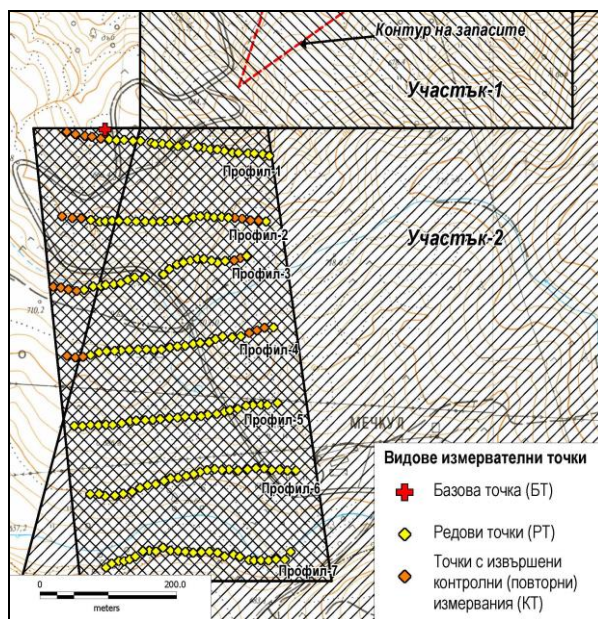


Фиг. 2. Обзорна геоложка карта на площ "Ракитна" с разположение на проектните площи

Магнитни проучвания

Геомagnetното поле е регистрирано с протонен магнитометър PMP-5 (LC) с апаратурна точност 1 nT. Положението на измервателните точки е определяно с GPS приемник GPSMAP 60CSX с точност на определяне на координатите до около 2 метра.

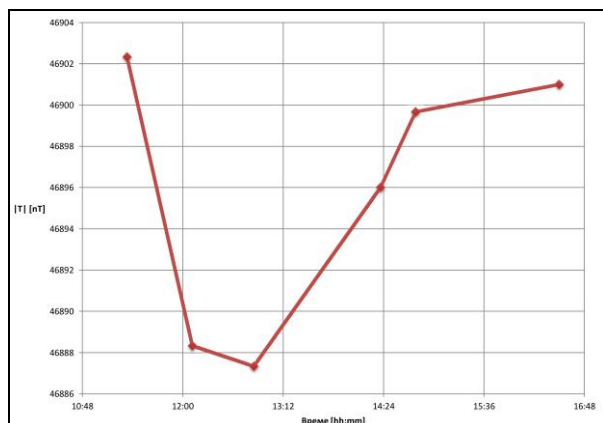
Методиката на магнитната снимка, извършена върху част от Участък 2 (фиг. 3) на перспективна площ "Ракитна" в мащаб 1:1000, осигурява висока точност на измерванията на геомagnetното поле. Часовият график на измерванията на геомagnetното поле в базисната точка е с интервал 10-15 мин., което осигурява голяма детайлност на регистрацията хода на "нулата" на магнитометъра (фиг. 4). Поради малката площ не се налага полагането на опорна мрежа. Измерени са 7 успоредни профила с посока запад-изток на разстояние 100 м един от друг с по 27 редови точки със стъпка 10 метра. Извършени са и 10 % контролни измервания за оценка точността на снимката. Контролните измервания са равномерно разположени върху изследваната площ. Оценената точност на полевите измервания по контролните точки е ± 5 nT. Общият брой на измерванията, включително контролните е 219.



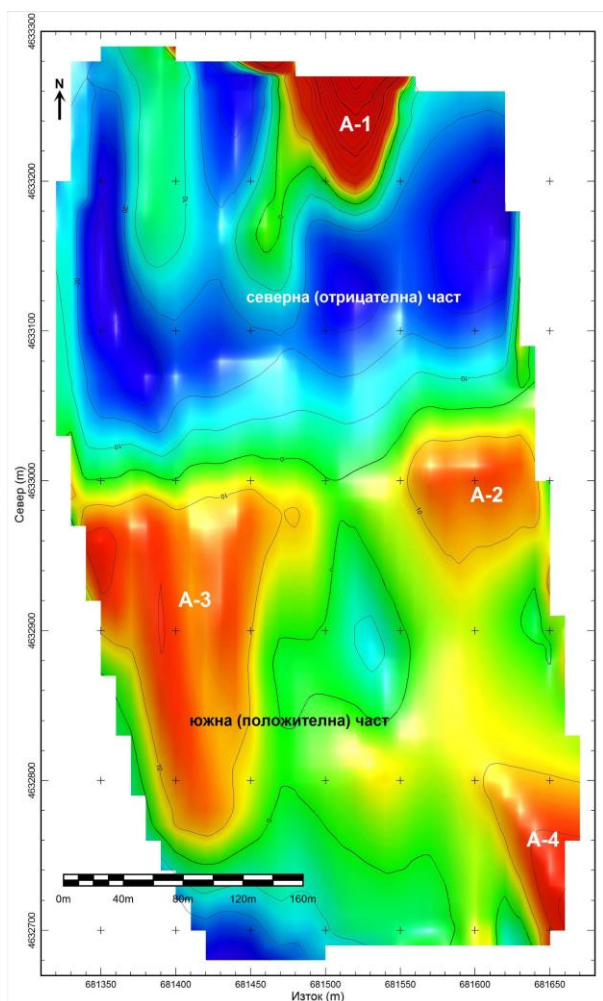
Фиг. 3. Разположение на базовата и измервателните магнитни точки по профили в Участък-2 на перспективна площ "Ракитна"

Базовата точка на снимката е изчислена в Координатна система 1970 г. с координати: X = 4507329 m, Y = 8486935 m. Тя е избрана в място с минимален градиент на тоталния вектор на геомagnetното поле. Намира се в най-северната част на изследваната площ (фиг. 3) на около 15 m северно от Профил 1, покрай автомобилен път, намиращ се на 25 m от нея.

Въз основа на проведените измервания, чрез интерполация по равномерна мрежа със стъпка 10x10 m е съставена картата на аномалното магнитно поле ΔT (фиг. 5).



Фиг. 4. Графика на хода на “нулата” на магнитометъра в базовата точка за дневния рейс



Фиг. 5. Карта на относителните стойности ΔT на тоталния вектор в измервателните точки спрямо базовата точка (БТ) в Участък-2 на перспективна площ “Ракитна”

Магнитни свойства на скалите и полезните изкопаеми в изследвания район

Петрографският анализ на скалите и полезните изкопаеми в района, в който са развити и оконтурени въглищните пластовете показва наличието на седиментни скали с палеогенска, плиоценска и кватернерна възраст, залегащи върху пъстра подложка от докамбрийски висококристалинни метаморфити и кредни гранитоиди.

Въз основа на взетите образци: седиментни скали: пясъчници, гравилити, глини, пясъчливи глини, битуминозни шисти, въглища и др.; докамбрийски висококристалинни метаморфити и кредни гранитоиди – е определена магнитната възприемчивост. Резултатите от определянията са представени в таблица 1.

Таблица 1

Номер по ред	Петрографски вид на образеца	Брой образци	Средна стойн. на магн. възпр. $\times 10^{-6}$
1	Пясъчници	23	675
2	Гравилити	15	550
3	Глини	18	650
4	Пясъчливи глини	11	535
5	Битуминозни шисти	10	165
6	Въглища	10	0
7	Докамбрийски висококристалинни метаморфити	14	1025
8	Кредни гранитоиди	8	735

Интерпретация на аномалното магнитно поле ΔT

Анализ и качествена интерпретация на полето

Аномалното магнитно поле в района на изследваната площ се изменя от $\Delta T_{\min} = -49.6$ nT до $\Delta T_{\max} = 169.9$ nT, което съответства на размах на извадката от 219.5 nT. Средноаритметичната стойност на относителната стойност на полето по цялата карта е $\Delta T_{\text{cp}} = -3$ nT, а стандартното отклонение – $\sigma = 19.4$ nT, което дава представа за правилния избор базовата точка.

Най-общо полето може да бъде разгледано като съставено от северна отрицателна и южна положителна част като между двете части се наблюдава една ясно изразена преходна зона, която маркира положението на контакта между разположените на север по-стари скали (метаморфните скали на Въчанската пъстра свита в северозападната част на площта и седиментите на горния олигоцен в североизточната) и разположените на юг покриващи неогенски отложения на Калиманската свита. Скалите разположени в северната част на площта са с по-слаби магнитни свойства, а на юг съответно с по-високи.

На фона на ясно изразените тенденции за отрицателност и положителност на полето в северната и южната части на площта се забелязва диференциация и в рамките всяка една от обособените площи.

На север на фона на ниските стойности на полето в централно-източната част от картата се наблюдава ясно изразена положителна аномалия (A-1) с максимум $\Delta T_{A1\max} = 169.9$ nT, продължаваща на север извън проучваната площ. Аномалията A-1 е леко изтеглена в северна посока и съвпада с разкритието на битумолитите на земната повърхност.

В южната положителна част на полето се открояват три аномалии с положителен интензитет, които съответно са означени с А-2, А-3 и А-4. Аномалия А-2 се наблюдава южно, непосредствено над преходната зона в най-източната централната част от проучваната площ и вероятно е свързана с увеличаване мощността на неогенските наслаги. Има почти изометрична форма, слабо изтеглена в на изток и се характеризира с малък максимум $\Delta T_{2\max} = 18.3 \text{ nT}$.

Западно от А-2, отново по границата на преходната зона, но на много по-голяма площ се локализира положителна магнитна аномалия А-3, изтеглена в южна посока. Тя се характеризира със сложна форма на аномалното магнитно поле подчертана от няколко локални максимума, дължащи се вероятно на сложния релеф на подложката. Централният максимум на аномалията достига стойности от $\Delta T_{3\max} = 20.7 \text{ nT}$. Именно централната част на аномалията, изтеглена в посока север – югоизток е използвана при последвалата количествена интерпретация за оценка дълбочината до подложката.

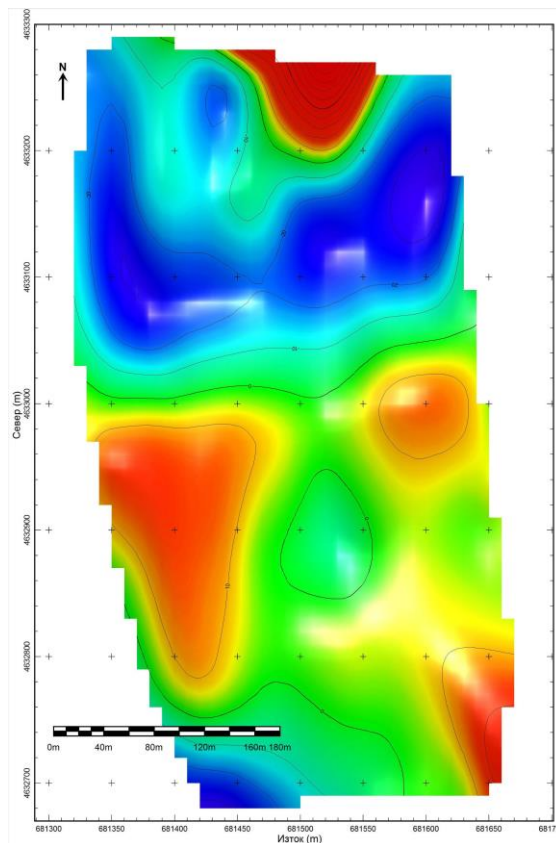
Аномалия А-4 се наблюдава в югоизточния край на проучваната площ и съдейки по големия градиент на полето тя може да бъде привързана към търсената разломна структура. Максималната стойност на аномалията е около 34 nT , но вероятно достига и по-високи стойности извън границите на изследваната площ. Поради това, че аномалия А-4 продължава и извън площта, представлява трудност да бъде извършена по-нататъшна количествена интерпретация по данните за аномалията.

За целите на анализа на аномалното магнитно поле и интерпретацията на аномалното магнитно поле ΔT са извършени следните преобразувания на полето: аналитично продължение на полето нагоре на височини 20 и 100 m (фиг. 6 и 8); изчисляване на остатъчни аномалии, като разликови между наблюдаваното и аналитично продълженото нагоре поле (фиг. 7 и 9).

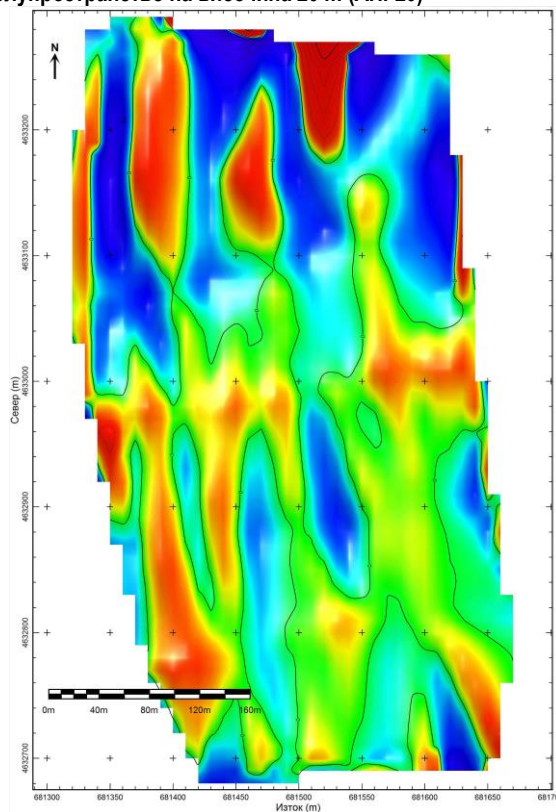
3.2. Количествена интерпретация на аномалното геомагнитно поле

За количествена оценка на дълбочината до подложката е приложен методът на регуляризацията (Димитров, Ставрев, 1986; Foss, 2003; Pratt, McKenzie, 2009). Съставените модели са оптимизирани, като в процеса на оптимизация е въведена наличната геолого-геофизична информация, включваща сондажни данни, геоложка информация, релеф и др. В резултат от оптимизацията с различни геолого-геофизични модели е избран вариант магнитен модел (фиг. 10-11).

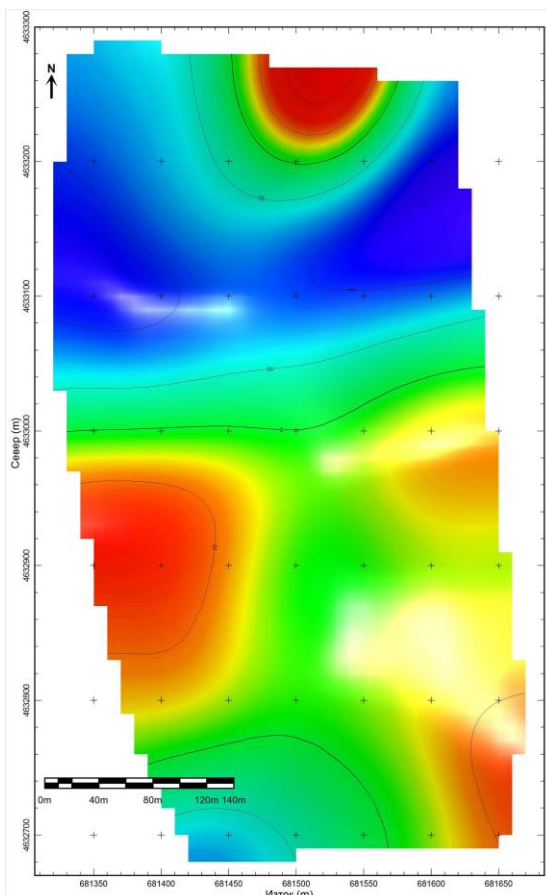
Въз основа на наблюдаваното относително магнитно поле (фиг. 5), извършените преобразувания (фиг. 6-9) и количествената интерпретация на отделни аномалии (фиг. 10-11) може да се констатира следното:



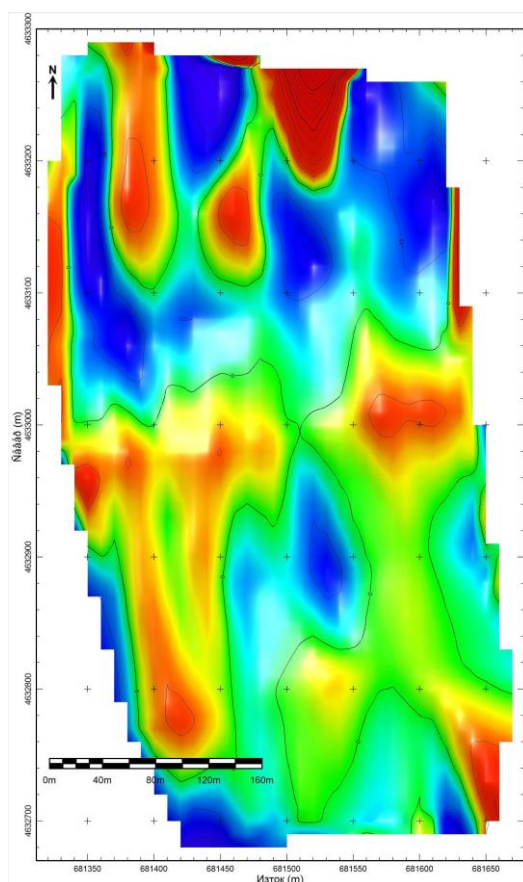
Фиг. 6. Карта на аналитично продълженото поле ΔT в горното полупространство на височина 20 m (АПГ20)



Фиг. 7. Карта на разликите поле между измерените относителни стойности ΔT и аналитично продълженото поле на височина 20 m ($\Delta T - \text{АПГ20}$)



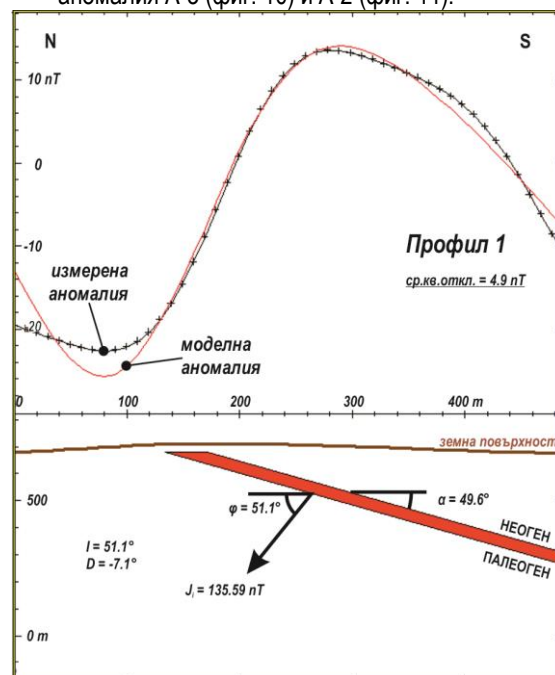
Фиг. 8. Карта на аналитично продълженото поле ΔT в горното полупространство на височина 100 m (АПГ 100)



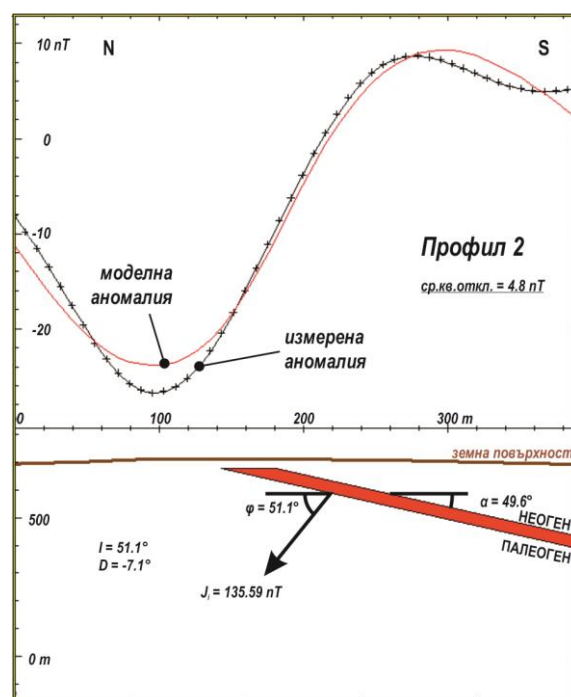
Фиг. 9. Карта на разликовото поле между измерените относителни стойности ΔT и аналитично продълженото поле на височина 100 m (ΔT – АПГ 100)

а) Ясно изразеният градиент на аномалното магнитно поле картира контакта, между слабомагнитните скали в северната част на площта и лежащите върху тях относително по-магнитни скали на неогена, характеризира се с повишени магнитни свойства вероятно вследствие на хидротермални изменения. Този резултат се потвърждава и от извършените регионални преобразувания и от решението на обратната задача:

- аналитично продължено поле на 20 m (фиг. 6);
- аналитично продължено поле на 100 m (фиг. 8);
- решаване на обратната задача за модела на наклонен неограничен в дълбочина пласт по аномалия А-3 (фиг. 10) и А-2 (фиг. 11).



Фиг. 10. Модел на контакта между палеогена и неогена чрез наклонен неограничен в дълбочина пласт по аномалия А-3



Фиг. 11. Модел на контакта между палеогена и неогена чрез наклонен неограничен в дълбочина пласт по аномалия А-2

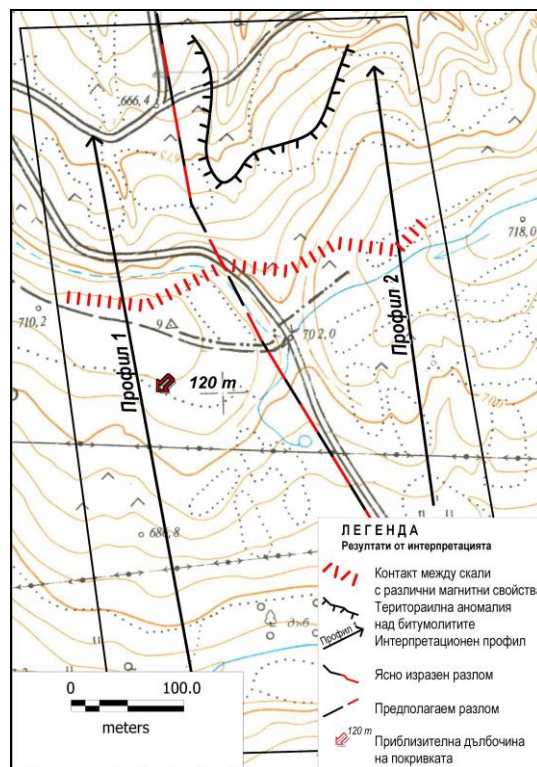
б) Наблюдава се териториално разположение на положителната магнитна аномалия А-1 в район с битумолити локализирани при геоложките проучвания, характеризиращи се с ниски магнитни свойства. Това дава основание за предположението, че всред практически немагнитните битумолити има внедрени прослойки или отделни феромагнитни минерали. Необходими са допълнителни изследвания за потвърждаване на това предположение.

в) Извършената количествена интерпретация на аномалии А-2 и А-3 най-напред с помощта на опростени модели и специализиран софтуер показва, че представените като хоризонтален кръгов цилиндър (Никитский, Глебовский, 1980; Ставрев, Радичев, 1984) аномалообразуващите магнитни маси се концентрират непосредствено под максимума на аномалия А-3 в интервала от земната повърхност до дълбочина от 110-130 m. Комбинираната оптимизация (в план и по два, пресичащи разглежданите аномалии профила; фиг. 10-11) с модел на наклонен неограничен в дълбочина пласт (Foss, 2003; 2006) дава добре минимизирана представа (средно квадратично отклонение > 5 nT) за разположените по контакта между Дермиришката свита и отгорележащата Калиманска свита хидротермално внесени магнитни маси. За модела на неограничения пласт са определени следните параметри: азимут – 78° ; наклон – 47° ; мощност – 37 m; вектор на намагнитеността – $J_i = 135.59$ nT. Отсъстват данни за налична обратна намагнитеност в скалите, което дава основание в количествените моделни изследвания да се залага на нормална намагнитеност на посоката на вектора на магнитното поле Т.

г) Анализът на аналитичните продължения в горното пространство и картите на остатъчната намагнитеност потвърждава наличието на разломна структура с разпространение СЗ-ЮИ, пресичаща изследваната площ.

Заклучение

В резултат от извършените магнитопрочувателни дейности в Участък-2 на перспективна площ "Ракитна", община Симитли, област Благоевград може да се каже следното: магнитният метод еднозначно и категорично картира (с ясно изразен преход с направление изток-запад в средата на изучаваната площ) контакта между слабо магнитните метаморфни скали на Въчанската пъстра свита и седиментите на горния олигоцен на север и относително по-високомагнитните неогенски отложения на Калиманската свита в южната част на изследваната площ; въпреки малкия диапазон на измереното магнитно поле в площта се наблюдават добре оформени положителни и отрицателни магнитни аномалии, макар и с не големи амплитуди, което се дължи на сравнително ниските стойности на магнитните свойства на скалите, чиято площна засебеност не е голяма, но показва съществуването на магнитоактивни минерали, т.е. на контраст в магнитните свойства в определени части от площта и тяхното отсъствие в други; количествено, контактът между неогенските отложения на юг и палеогенските наслаги на север затъва на юг с ъгъл от 47° . Мощността на неогена варира от 10 m непосредствено при разкритието на контакта до 400 m в най-южната част на изследваната площ. Съставена е карта на резултатите от магнитните изследвания и извършените количествени интерпретации (фиг. 12).



Фиг. 12. Карта на резултатите от магнитните изследвания и извършените количествени интерпретации в площта проучена с магнитна снимка с мащаб 1:1000

Литература

- Димитров, Л., П. Ставрев. 1986. *Магнитни методи в геофизиката*. С., Техника, 434 с.
- Загорчев, И., Р. Маринова. 1990. *Обяснителна записка към геоложката карта на България в М 1:100000. Картен лист Разлог*. С.
- Ковачки, И. и др. Доклад за резултатите от проведените геолого-проучвателни работи на твърди горива в перспективна площ "Ракитна" с размер 6577 km², община Симитли, област Благоевград (комплексни геолого-геофизични изследвания в М1:1000 и М1:5000). Личен архив, 159 с.
- Никитский, В., Ю. Глебовский. 1980. *Магниторазведка*. М., Недра, 368 с.
- Радичев, Р., Х. Цанков, Н. Кирилов. 2009. Доклад за магнитни проучвания в перспективна площ "Ракитна", община Симитли, област Благоевград. Личен архив, 21 с.
- Ставрев, П., Р. Радичев. 1984. *Методическо ръководство за упражнения по магнитни методи в геофизиката*. С., Печ. база МНП, 137 с.
- Foss, C. 2003. Depth to basement determination by inversion of magnetic field anomalies. – *ASEG 16th Geophysical Conference and Exhibition, February 2003, Adelaide*.
- Foss, C. 2006. Visualising geology with user-guided inversion of potential field data. – *AESC 2006, Melbourne, Australia*.
- Pratt, D., K. B. McKenzie. 2009. Maximising geological information recovery from different magnetic instruments through the application of joint inversion. – *ASEG Extended Abstracts*, 1.

Препоръчана за публикуване от
Катедра "Приложна геофизика", ГПФ