

КУРСЬКА МАГНІТНА АНОМАЛІЯ: АНАЛІЗ ТА ІНТЕРПРЕТАЦІЯ АНОМАЛЬНОГО МАГНІТНОГО ПОЛЯ ЗА ДАНИМИ НАЗЕМНИХ ТА СУПУТНИКОВИХ ЗЙОМОК

Узагальнено наземні картографічні матеріали щодо геомагнітного поля району Курської магнітної аномалії. Проаналізовано характер аномального магнітного поля $(\Delta T)_a$ на денній поверхні та висоті 5 км. Окремі аномалії КМА мають на поверхні інтенсивність від -6000 нТл до 15 000 нТл, на висоті 5 км аномалії змінюються в межах -1500÷7500 нТл.

Ключові слова: Курська магнітна аномалія, геомагнітне поле, магнітна модель.

Вступ

Курська магнітна аномалія (КМА) є однією з найінтенсивніших аномалій на планеті, яка зафіксована як на поверхні, так і на супутникових висотах. Природа КМА пов'язується з одним з найбільших у світі басейнів з покладами багатих залізних руд, розташованих в межах Белгородської, а також Курської і Орловської областей Росії.

Вперше на дивну поведінку магнітної стрілки поблизу Курська звернув увагу відомий учений-астроном академік П.Б. Іноходцев в 1773 р., вдруге з загадкою КМА зіткнувся приват-доцент Казанського університету І.М. Смирнов, коли проводив в 1874 р. першу геомагнітну зйомку Європейської частини Росії, а в 1883 р. приват-доцент Харківського університету М.Д. Пільчиков провів 71 серію спостережень в районі КМА, за результатами яких було виявлено нові райони аномалії, а також вказана їх природа – поклади залізної руди.

Картографічне забезпечення

Для території досліджень, у зв'язку з фундаментальним та прикладним значенням КМА було виконано спостереження магнітного поля різної детальності на різних висотах. На підставі цих зйомок були розроблені карти м-бу 1 : 100 000, 1 : 200 000, 1 : 1 000 000, 1 : 2 500 000, 1 : 5 000 000 на поверхні землі, 1 : 15 000 000 на висоті 5 км. [Карта, 1977; Серія..., 1966-1984; Луговенко, 1969; Purucker, 2007]. З використанням приведених карт шляхом осереднення та перерахунку поля на різні висоти було зроблено декілька спроб виділити регіональну складову геомагнітного поля [Борисов, Круглякова, 1967; Пашкевич и др., 1990; Орлюк, 1993, 2000].

Згідно з аналізом цих карт на денній поверхні спостерігається сильно диференційоване магнітне поле з наявністю інтенсивних, витягнутих в північно-західному напрямку, аномалій з поперечними розмірами в перші кілометри та інтенсивністю від -10000 нТл до 15000 нТл і більше, які для південно-західної частини області досліджень розташовуються на позитивному регіональному фоні, а для північно-східної – на від'ємному фоні (рис. 1, а).

Звичайно, що інтенсивні максимуми спостерігаються над залізородними пластами, з якими

спряжені від'ємні аномалії. Також “неозброєним оком” видно наявність у спостереженому полі мінімум двох складових – локальної та регіональної.

Для характеристики поля досліджуваного регіону нами була модифікована карта аномального магнітного поля Землі на висоті 5 км [Purucker, 2007]. Згідно з розробленою цифровою картою аномальне магнітне поле на висоті 5 км змінюється від -2000 нТл до 7500 нТл (рис. 1б).

Для аналізу особливостей поля регіонального та локального характеру нами виконано осереднення вихідного поля (представленого за мережею 5x5 км) комірною з розмірами 100x100км. Таке згладжене поле, в якому відображені тільки його регіональні особливості, приведено на рисунку 1в.

Як можна бачити з рисунку регіональна компонента поля сформована кількома окремими максимумами з інтенсивністю до 6000 нТл, які з'єднуються в смугу північно-західного простягання, яка має специфічну форму типу “шахового коня”. Зв'язані з нею мінімуми магнітного поля мають інтенсивність -1500 нТл. Більша інтенсивність мінімумів на північному сході свідчить про намагніченість регіональних джерел за сучасним магнітним полем. Можна також прогнозувати регіональне зміщення голови “шахового коня” на північний схід від його тулуба (а можливо що вона за рахунок цього зсуву і утворилась?). Такий же зсув, можна прогнозувати і на південному сході (див.рис.1, в).

Локальні аномалії магнітного поля з максимальною інтенсивністю до 3500 нТл, просторово співпадають з областями регіональних аномалій, що без сумніву свідчить про їх генетичний зв'язок (рис. 1, г). Простягання локальних аномалій також в основному північно-західне та північно-східне. Останнє характерне в основному для прогнозованих за регіональним полем зсувів на північному заході та південному сході досліджуваної території. Велику зацікавленість викликає кільцеподібна форма локальної компоненти геомагнітного поля в області найбільш інтенсивного максимуму регіональної аномалії на південному сході регіону. Ця кільцеподібна аномалія немовби ооконтурує глибинне регіональне джерело.

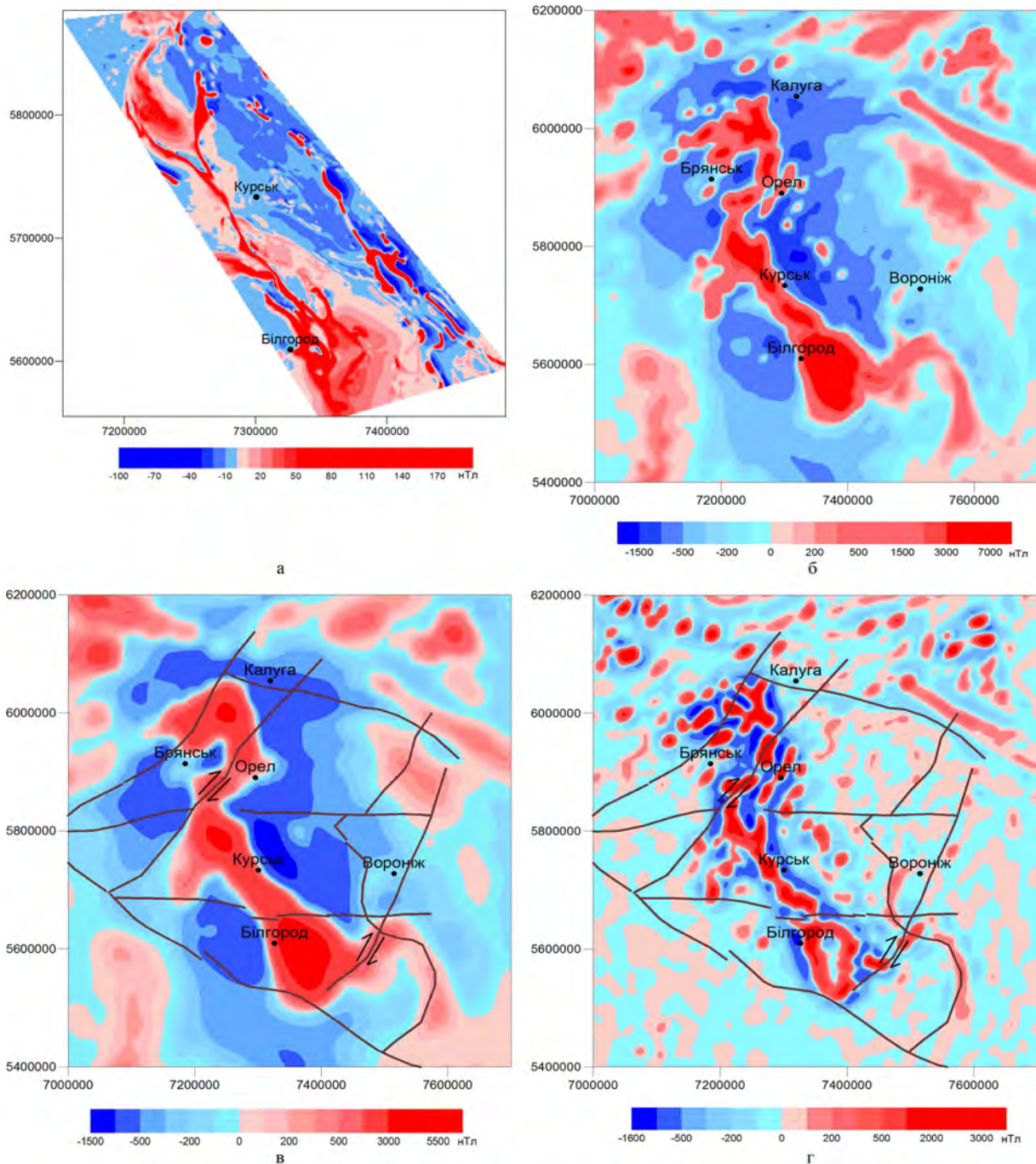


Рис. 1. Аномальне магнітне поле району КМА:

а) на висоті 100 м. [Серія, 1966-1984] (ізолінії поля в 10^2 нТл.); б) на висоті 5 км [Орлюк, Марченко, 2011]; в) регіональна компонента; г) локальна компонента. Лініями позначені головні розломи [Старостенко та ін., 2013]

Аналіз магнітного поля

Перша спроба виділити регіональну складову аномального магнітного поля району досліджень була зроблена в роботі [Борисов, Круглякова, 1967]. В ній на підставі перерахунку поля було розраховано аномалії на висотах 20 і 40 км, з яких витікало, що КМА на цих висотах практично не відчувається.

Трансформація поля у верхній півпростір або оцінка його загасання виконується згідно оператора e^{-wh} , де $w = 2\pi/\lambda$, λ – довжина хвилі. Так, для джерела з довжиною хвилі на поверхні 70 км на

денній поверхні та інтенсивності поля 600 нТл, перераховане на висоту згідно оператору, поле повинно бути 245 нТл на висоті 10 км і 40 нТл на висоті 40 км, у той час як розраховане від моделі має величини 320 км і 145 нТл відповідно. Якщо перерахувати поле з висоти 10 на 30 км, то в цьому випадку розбіжність буде суттєво меншою - 122 нТл в порівнянні з 145 нТл. Все це свідчить про те, що навіть для перерахунку поля на висоту від ізольованого джерела необхідно враховувати зміну довжини хвилі з висотою перерахунку.

У зв'язку з цим прорахована найпростіша модель, а саме: залізісті кварцити верхньої частини кори апроксимовані джерелом товщиною в 4.5 км, протяжністю 450 км, верхньою кромкою на глибині 0,5 км, нижньою на глибині М 10 км і намагніченістю 100 А/м. Розраховане від такої моделі поле (40000 нТл на поверхні, 1200 нТл на 20 км.), а також поля від більш складних моделей з намагніченістю джерел 3-10 А/м [Пашкевич и др., 1990; Орлюк, 1993, 2000; Орлюк, Марченко; 2011]. добре відповідають полю $(\Delta T)_a$, отриманому в результаті магнітної зйомки.

Висновки

1. Узагальнено всі наявні картографічні матеріали щодо геомагнітного поля району Курської магнітної аномалії.
2. Розроблено цифрову версію карти аномального магнітного поля ΔT на висоті 5 км.
3. Проаналізовано характер аномального магнітного поля ΔT на поверхні Землі та на висоті 5 км.
4. Виділено регіональну та локальну складові аномального магнітного поля ΔT , які свідчать про їх велику інформативність щодо подальшого вивчення структури та складу земної кори, а також геодинамічних реконструкцій.

Література

Борисов А.А., Круглякова Г.И. Региональные и зональные аномалии геомагнитного поля Европейской части СССР // Сов. геология. – 1967. – № 1. – С. 127-130.

Карта аномального магнитного поля $(\Delta T)_a$ СССР (континентальная часть и некоторые прилегающие акватории). – 1:2 500 000 / Под ред. З. А. Макаровой. – М.: ГУГК, 1977. – 16 л.

Луговенко В.Н. О разделении геомагнитного поля на аномальную и нормальную составляющие. – М.: Наука, 1969. – 104 с.

Орлюк М.И. Строение литосферы вдоль геотраверса Ш. Магнитная модель // Литосфера Центральной и Восточной Европы. Геотраверсы Ш, УП IX. – Киев: Наук. думка, 1993. – С. 30-35.

Орлюк М.И. Пространственные и пространственно-временные магнитные модели разноранговых структур литосферы континентального типа // Геофизич. журн. – 2000. – Т. 22, – № 6. – С. 148-165.

Орлюк М.И., Марченко А.В. Розробка регіональної 3D магнітної моделі земної кори південно-західного краю Східно-Європейської платформи (з врахуванням сферичності Землі) // Вісник Київського Національного Університету. – Геологія. – 2011. – Т. 54. – С. 41-43.

Пашкевич И.К., Марковский В.С., Орлюк М.И., Елисеева С.В., Мозгова А.П., Таращан С.А. Магнитная модель литосферы Европы. – Киев: Наук. думка, 1990. – 168 с.

Серия карт аномального магнитного поля ΔT_a СССР. М 1:200000. Листы: N-36-XXIX (XXX, XXXV, XXXVI), N-37-XXV (XXXI), M-36-V(VI), M-37-I (II, VII, VIII, IX, X, XIII, XIV, XV, XVI, XVII). Курская магнитная аномалия. ВСЕГЕИ. 1966-1984гг.

Старостенко В.И., Куприенко П.Я., Макаренко И.Б., Легостаева О.В., Савченко А.С., Надежка Л.И., Золототрубова Э.И., Ипполитов О.М. Основные типы земной коры Украинского щита и Воронежского массива по результатам трехмерного гравитационного моделирования // Вопросы теории и практики геологической интерпретации гравитационных, магнитных и электрических полей. Материалы 40-й сессии семинара им Д.Г.Успенского, Москва, 28 января – 1 февраля 2013г. М, ИФЗ, РАН. – 2013. – С. 238-242.

Purucker M.E. Magnetic Anomaly Map of the World // Eos, – Vol. 88, – № 25, 19 June 2007. – P. 263.

КУРСКАЯ МАГНИТНАЯ АНОМАЛИЯ: АНАЛИЗ И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ АНОМАЛЬНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ ПО ДАННЫМ НАЗЕМНЫХ И СПУТНИКОВЫХ СЪЕМОК

М.И. Орлюк, А.В. Марченко, М.И. Бакаржиева

Обобщены все наличные картографические материалы по геомагнитному полю Курской магнитной аномалии. Выполнен анализ аномального магнитного поля $(\Delta T)_a$ на дневной поверхности и на высоте 5 км. Отдельные аномалии КМА имеют на поверхности интенсивность от -6000 нТл до 15 000 нТл, на высоте 5 км изменяются в пределах -1500÷7500 нТл.

Ключевые слова: Курская магнитная аномалия, геомагнитное поле, магнитная модель

KURSK MAGNETIC ANOMALY: ANALYSIS AND INTERPRETATION OF THE ANOMALOUS MAGNETIC FIELD BASED ON THE GROUND AND SATELLITE SURVEY DATA

M.I. Orlyuk, A.V. Marchenko, M.I. Bakarjieva

All the available cartographic materials on the geomagnetic field of the Kursk Magnetic Anomaly are summarized. Analysis of the anomalous magnetic field $(\Delta T)_a$ at the surface and at height of 5 km was carried out. Some anomalies have intensity from -6000 nT to 15,000 nT on the surface and from -1500 ÷ 7500 nT at 5 km.

Key words: Kursk magnetic anomaly, geomagnetic field, magnetic model.