

ИЗСЛЕДВАНИЯ ВЪРХУ СПЕЦИФИКАТА В РАЗПРЕДЕЛЕНИЕТО НА КОЕФИЦИЕНТА НА КОРЕЛАЦИЯ ПРИ СЪПОСТАВЯНЕ НА ГЕОФИЗИЧНИ ПОЛЕТА

Ради Радичев, Стефан Димовски

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София
radirad@mgu.bg, dimovski@mgu.bg

РЕЗЮМЕ. За количествена оценка на взаимоотношенията между изследвани геофизични полета се извършва площна корелация. Реализирани са голям обем изследвания върху синтетични модели за изясняване спецификата на някои елементи на разпределението на коефициента на корелация. Направените изводи напълно се потвърждават от резултатите върху тестове за реални карти. Влиянието на базовата площ на корелация се отразява върху диапазона, в който се разполага коефициента на корелация и върху броя на обособените площи със значим коефициент на корелация. Относително локалните аномалии спрямо прозореца на корелация при съпоставимо отнемане се извяват с отрицателен коефициент, като негативната корелационна аномалия се разполага в централната част спрямо отнемането, т.е. между епицентрите на аномалиите за двете карти, които се корелират. Това е напълно закономерно като се отчита, че между епицентрите на аномалиите разпределението на градиента е разнопосочно.

A STUDY OVER THE SPECIFICS IN THE DISTRIBUTION OF THE CORRELATION COEFFICIENT BETWEEN GEOPHYSICAL FIELDS

Radi Radichev, Stefan Dimovski

University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia
radirad@mgu.bg, dimovski@mgu.bg

ABSTRACT. The coefficient of surface correlation can be calculated in order to obtain quantitative assessment for the interrelation between studied geophysical fields. A big number of numerical tests over synthetic models were performed for determining the specifics in some elements of the correlation coefficient distribution. The obtained conclusions were verified by the results acquired from tests over real field geophysical data. The size of the window applied for the surface correlation has influence on the range of correlation coefficient values as well as on the number of zones characterized by high correlation coefficient values. If two relatively local in respect to the size of the applied window anomalies are slightly shifted towards each other then a well-distinguished zone with negative correlation coefficient values is present. This negative correlation anomaly is situated between the epicenters of the two studied geophysical field anomalies. This is due to the fact that in this region the gradient vectors of the analyzed geophysical fields have different directions.

Въведение

Разпределението на геофизичните полета съдържа информация за геолого-геофизичната специфика на изследваната територия. При това особеностите на геоложкия строеж се извяват косвено върху всяко поле в зависимост от неговата връзка с конкретен физичен параметър. Теоретичен и практически интерес представлява изследването на взаимовръзката между разпределението на геофизичните полета за всяка конкретна територия. Съпоставянето на геофизичните полета и тяхната комплексна оценка допринасят за цялостно и еднозначно извличане на полезната информация, която те съдържат за геоложкия строеж.

От гледна точка на математическата статистика и теорията на вероятностите основният количествен критерий за взаимовръзката между изследвани геофизични полета или други признаци е корелацията между тях. Обикновено в обхвата на изследвани площи съществува многообразие от геоложки елементи, които са

отразени в разпределението на изследваните признаци еднопосочно или разнопосочно, а също и в различна степен. Това определя целесъобразността от реализирането на площна корелация с избрано ниво на детайлизация (Димовски и др., 2006). Площната корелация се реализира за избрана базова площ $\Delta X \times \Delta Y$ km, което при дискретизация на планшета по мрежа $m \times n$ km, съответства на корелация по $\frac{\Delta X}{m} \times \frac{\Delta Y}{n}$ точки (стойности).

Преместването на базовата площ по планшета става с определена стъпка, кратна на дискретизацията, съответно k km по X и p km по Y .

Анализът на резултатите, получавани при корелацията, показва добро съответствие при оценката на тенденциите на изменение на градиентите на съпоставяните полета, като се наблюдават някои специфични особености. Тяхното отчитане е необходимо за правилното методично насочване на анализа и интерпретацията.

Изследвания върху разпределението на коефициента на площна корелация

Извършени са голям обем изследвания върху синтетични модели за изясняване спецификата на някои елементи на разпределението на коефициента на площна корелация. Направените изводи напълно се потвърждават от резултатите върху тестове за реални карти.

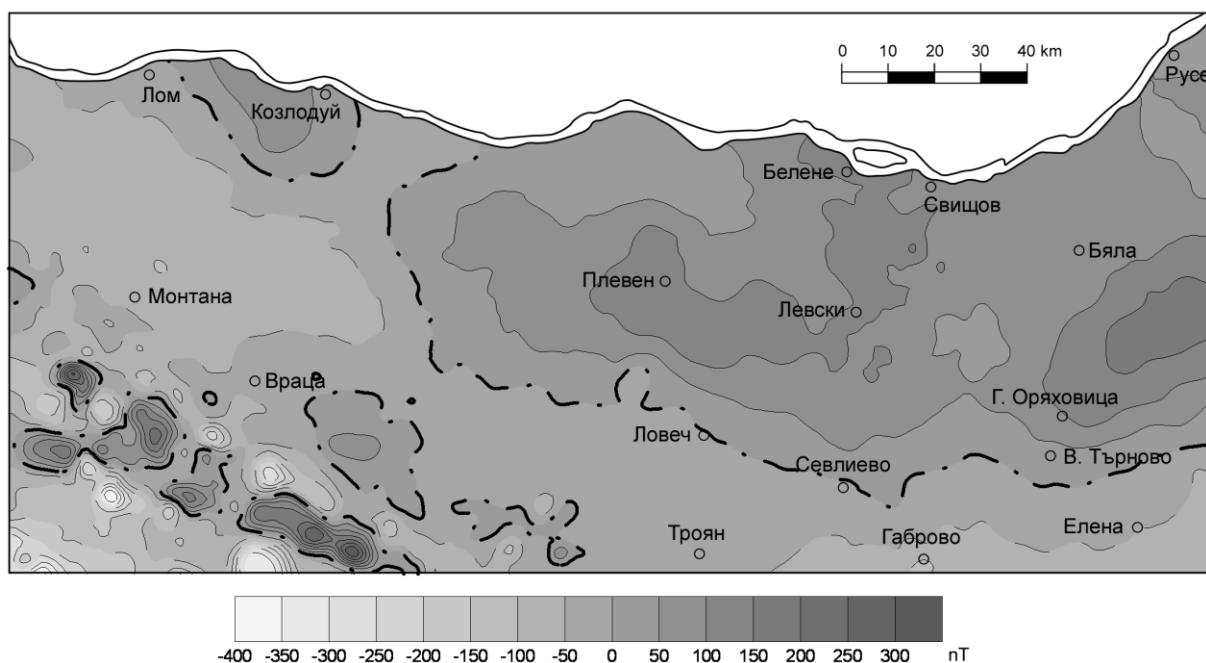
Основното внимание при изследванията е ориентирано към оценка на влиянието на:

- размерите на базовата площ;
- спецификата на разпределение на коефициента на корелация при възможно площно отместване на аномалии,

отразени в двете анализирани полета и еднозначно привързани към един и същ смутител; отместването винаги допринася за разнопосочно разпределение на градиента за съпоставените признаци в обхвата на относително детайлни участъци.

Някои от основните резултати могат да се илюстрират на базата на площното разпределение на коефициента на корелация при съпоставянето на карти на разпределение на геомагнитното поле в Северозападна България (фиг. 1).

Това поле се характеризира с добре изразени аномални проявления.



Фиг. 1. Схема на разпределение на геомагнитното поле за територията на Северозападна България

В централната част на изследваната територия се отделя много добре оформена позитивна аномалия, която има ориентация ИЮИ-ЗСЗ и интензитет около 130 nT. От източната част на тази аномалия на север с почти меридионална ориентация се отделя втора линейна аномалия.

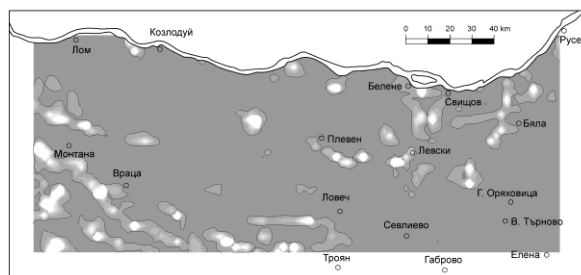
В най-източната част на територията се изяснява западния клон на Поповската магнитна аномалия. Западно от Козлодуй намира проявления южната част на магнитна аномалия, която има интензитет около 100 nT и остава отворена на север към територията на Румъния.

Три изтеглени негативни аномалии се разполагат в Южномизийската предплатформена област и Предбалкана – от запад на изток това са аномалиите в района на Белослатинското и Дългоделското понижение, в района на Луковитското понижение и в района на Пашалненско-Стражанското понижение. В югозападната част на територията, в района на Западния Балкан, се наблюдава добре изразена мозаечна структура на геомагнитното поле.

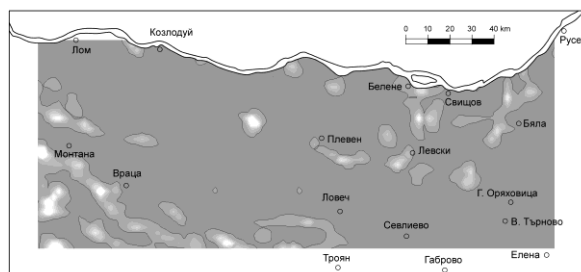
Влиянието на размерите на базовата площ добре се илюстрира от площната корелация между разпределението на аналитичните продължения на геомагнитното поле на различна височина в горното полупространство.

Аналитичните продължения в горното полупространство са реализирани със стъпка 1 km. Коефициентът на площна корелация, както и следва да се очаква, е най-висок за картите с разлика в нивата 1 km, при които степента на различие е относително малка. При увеличаване на диапазона между нивата на пренасяне коефициентът на площна корелация закономерно намалява.

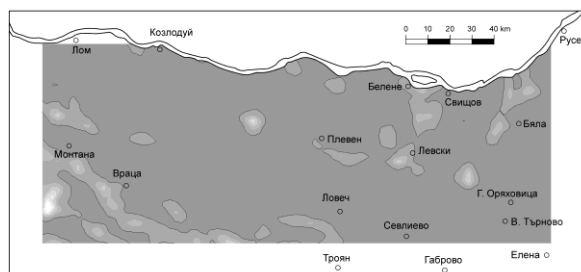
Практически интерес представлява количественият анализ на площното разпределение на коефициента на корелация в зависимост от прозореца на корелация (размера на базовата площ). Влиянието на този фактор добре се илюстрира от получените резултати при площната корелация между разпределението на аналитичните продължения на геомагнитното поле в горното полупространство на височина 4 km и 5 km (фиг. 2 и таблица 1).



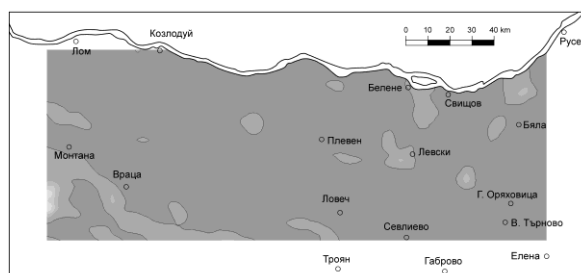
а



б



в



г

Фиг. 2. Схеми на разпределение на коефициента на площна корелация между аналитичните продължения на геомагнитното поле в Северозападна България в горното полупространство на височина 4 и 5 km при базова площ (прозорец на корелация) с размер съответно 3 x 3 km (а); 7 x 7 km (б); 11 x 11 km (в) и 15 x 15 km (г). Изчертана е изолинията за коефициент на корелация $r = +0,995$

Анализът на получените резултати показва, че коефициентът на корелация е положителен и диапазонът, в който се разполага намалява при увеличаване размера на базовата площ. Едновременно с коефициента намалява и броят на обособените аномални участъци - локализиран се само аномалии, съизмерими или по-големи от базовата площ (прозореца) на корелация. Тези закономерности много добре се илюстрират от данните, представени в таблица 1 и схемите, илюстрирани на фиг. 2.

Диапазонът, в който се разполага положителният коефициент на корелация последователно намалява при преминаване от прозорец с размер 3x3 km към прозорец с размер 15x15 km, броят на аномалиите, оконтурени с

изолиния $r = +0,995$ намалява, а площта на конкретните обособени аномалии нараства.

Таблица 1

Диапазон на изменение на коефициента на площна корелация между аналитичните продължения на геомагнитното поле в горното полупространство на височина 4 и 5 km в зависимост от размерите на базовата площ

Размери на базовата площ [km x km]	3 x 3	5 x 5	7 x 7	9 x 9	11 x 11	13 x 13	15 x 15
Диапазон на коефициента на площна корелация	$0,1 \div 1$	$0,48 \div 1$	$0,73 \div 1$	$0,83 \div 1$	$0,875 \div 1$	$0,91 \div 1$	$0,935 \div 1$

Основните изводи могат да се илюстрират с резултатите, получени при извършената площна корелация между аналитичното продължение на геомагнитното поле на височина 5 km и същото поле, отместено от изток на запад на разстояние 6 km (фиг. 3).

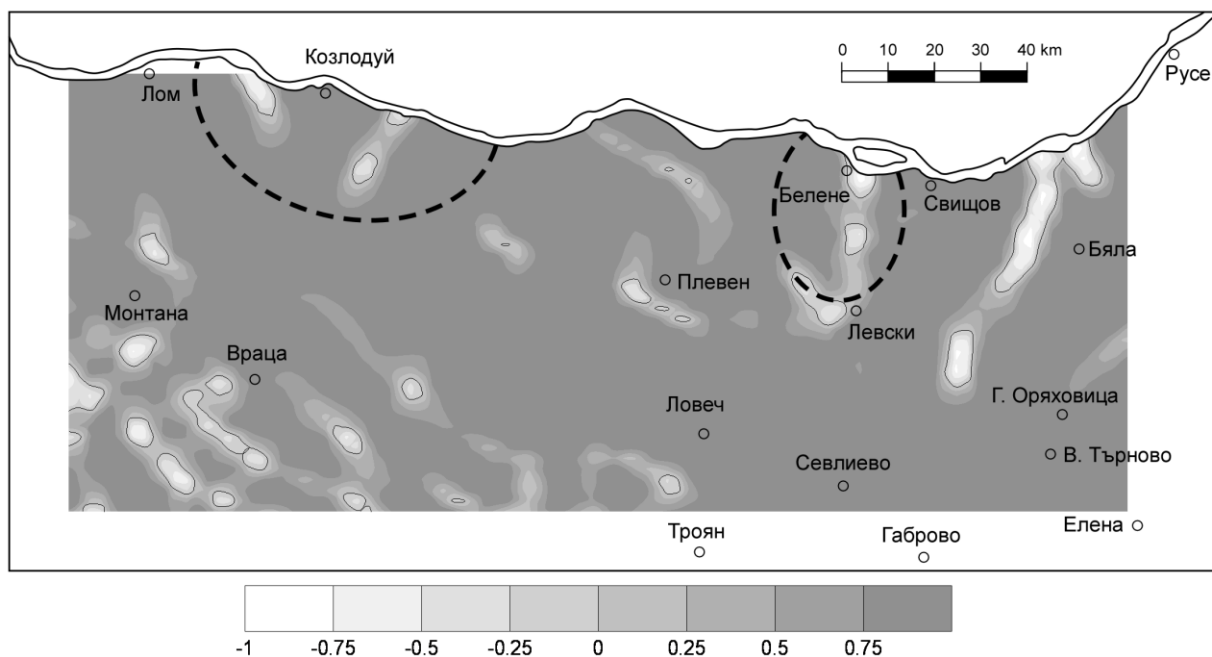
Детайлно е изследвано влиянието на възможно площно отместване на аномалии, отразени в двете анализирани полета и еднозначно привързани към един и същ смутител.

Използвана е базова площ за корелация 7x7 km (броят на точките за изчисляване на коефициента на корелация е съответно 49). Забелязват се следните особености:

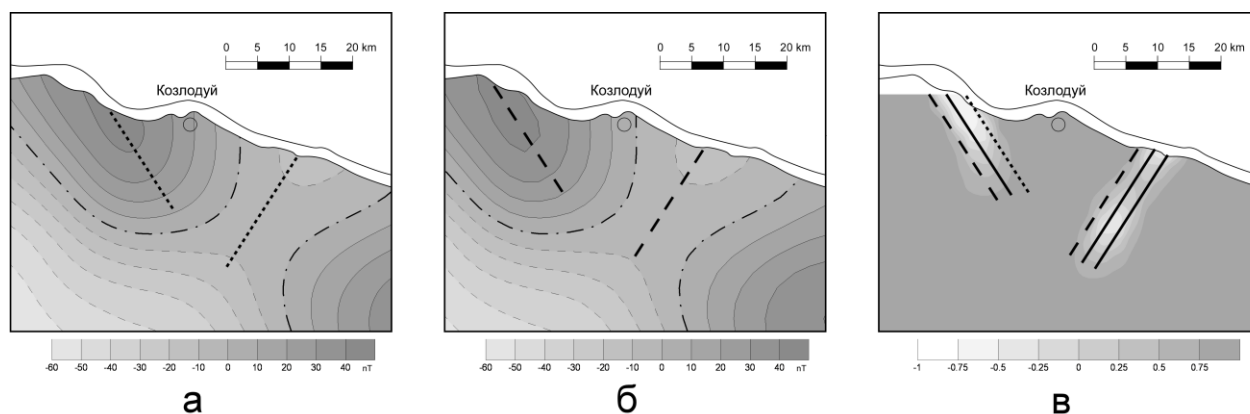
- Основната част от територията се характеризира с коефициент на площна корелация $r = +1$.
- Относително локалните аномалии спрямо прозореца на корелация при съпоставимо отместване се изявяват с отрицателен коефициент в централния участък на основната позитивна аномалия. Отрицателната корелационна зона се разполага в централната част спрямо отместването, т.е. между епицентрите на аномалиите за двете карти, които се съпоставят. Тази особеност е напълно закономерна като се отчита, че между епицентрите на аномалиите разпределението на градиента е разнопосочно. Тя еднозначно се откроява за всички аномалии и добре се илюстрира от аномалиите, наблюдавани в района на Козлодуй (фиг. 4) и в района на Белене (фиг. 5).

Резултатите от методичните изследвания и установените закономерности са основна предпоставка при определяне на подхода към:

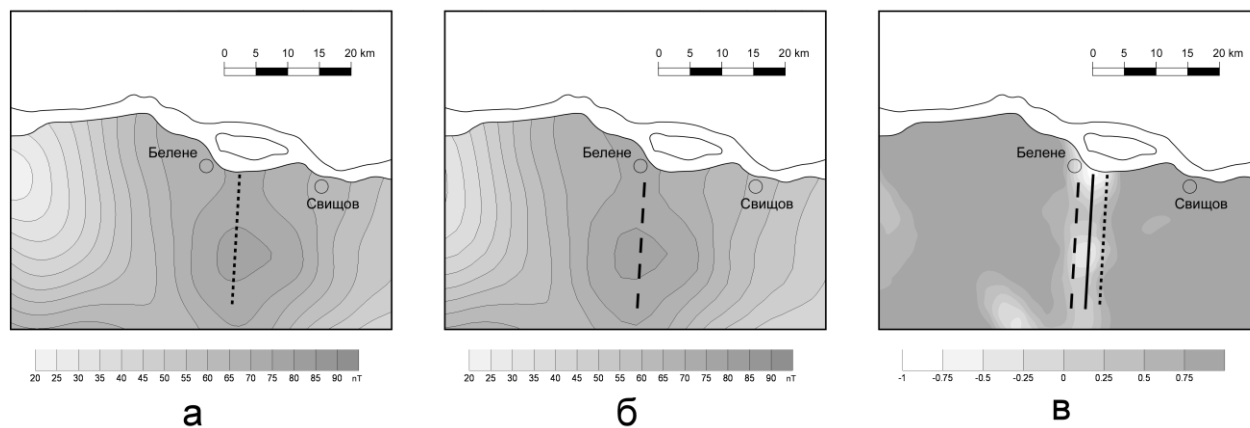
- избор на оптимален прозорец за изчислителните операции;
- интерпретация на получените карти на разпределение на коефициента на площна корелация.



Фиг. 3. Разпределение на коефициента на площна корелация между аналитичното продължение на геомагнитното поле на височина 5 km и същото поле отместено от изток на запад на 6 km. Посочени са аномалиите в районите на Козлодуй и Белене, анализирани на фиг. 4 и фиг. 5.



Фиг. 4. Разпределение на аналитичното продължение на геомагнитното поле на височина 5 km за позитивна аномалия западно от Козлодуй и негативна – източно от Козлодуй (а), разпределение на аномалиите при отместване на полето от изток на запад на 6 km (б) и разпределение на коефициента на корелация между двете полета (в)



Фиг. 5. Разпределение на аналитичното продължение на геомагнитното поле на височина 5 km за позитивна аномалия около Белене (а), разпределение на аномалиите при отместване на полето от изток на запад на 6 km (б) и разпределение на коефициента на корелация между двете полета (в)

Илюстрация на получените методични резултати от площната корелация на геомагнитното и топлинното поле в Северозападна България

Получените резултати от изследванията на разпределението на коефициента на площна корелация за избрани модели намират еднозначно проявление при комплексната оценка на геофизичните полета и други признаци. Това може да се илюстрира от площната корелация между геомагнитното поле и разпределението на температурата на дълбочина 500 m в района на Козлодуй (биг.6).

Върху разпределението на геомагнитното поле в района на Козлодуй се разполага много добре изявена позитивна аномалия (Фиг.6а). Тази аномалия с интензитет около 100 nT и ориентация ЮЮИ–ССЗ е отворена на север към територията на Румъния. Максималният градиент на геомагнитното поле, който обособява аномалията е около 7–8 nT/km.

Разпределението на температурата в района на Козлодуй на дълбочина 500 m при усредняване с прозорец 400 m² е представено на фиг. 6б (Dobrev et al., 2004). В района на Козлодуй се разполага аномалия с интензитет около 10–12 °C. Тя е слабо изтеглена с почти меридионална ориентация и се обособява с максимален градиент на изменение на температурата около 0,3 °C/km.

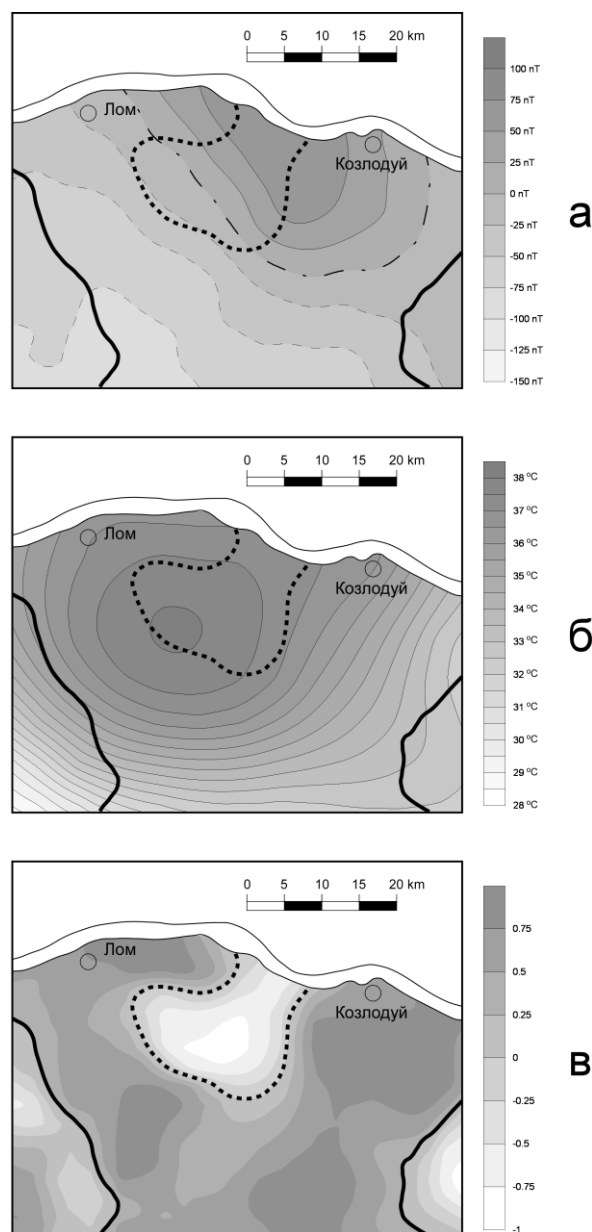
Разпределението на коефициента на площна корелация между двете полета с прозорец 11 x 11 km се представя на фиг. 6в. С обширна добре оформена позитивна аномалия се отделя едновременното присъствие в изследваната територия на положителни аномалии за двете съпоставяни полета. В центъра на тази позитивна аномалия се разполага зона с отрицателен коефициент на корелация, оста на която е в средата между осите на аномалиите за двете карти, които се съпоставят. Площното разположение на тази зона ограничава участъка, в който разпределението на градиента в обхвата на пространствено отместените аномалии е разнопосочно – за геомагнитното поле градиентът нараства от запад на изток (фиг. 6а), а за разпределението на температурата градиентът намалява в същата посока - от запад на изток (фиг. 6б). Получените резултати са в пълно съответствие с изводите от методичните изследвания.

Влиянието на използвания прозорец за площна корелация се илюстрира от представените на фиг. 7 схеми на разпределение на коефициента на площна корелация за района на Козлодуй при използване на базова площ 4 km² (фиг. 7а), 36 km² (фиг. 7б), 100 km² (фиг. 7в) и 196 km² (фиг. 7г).

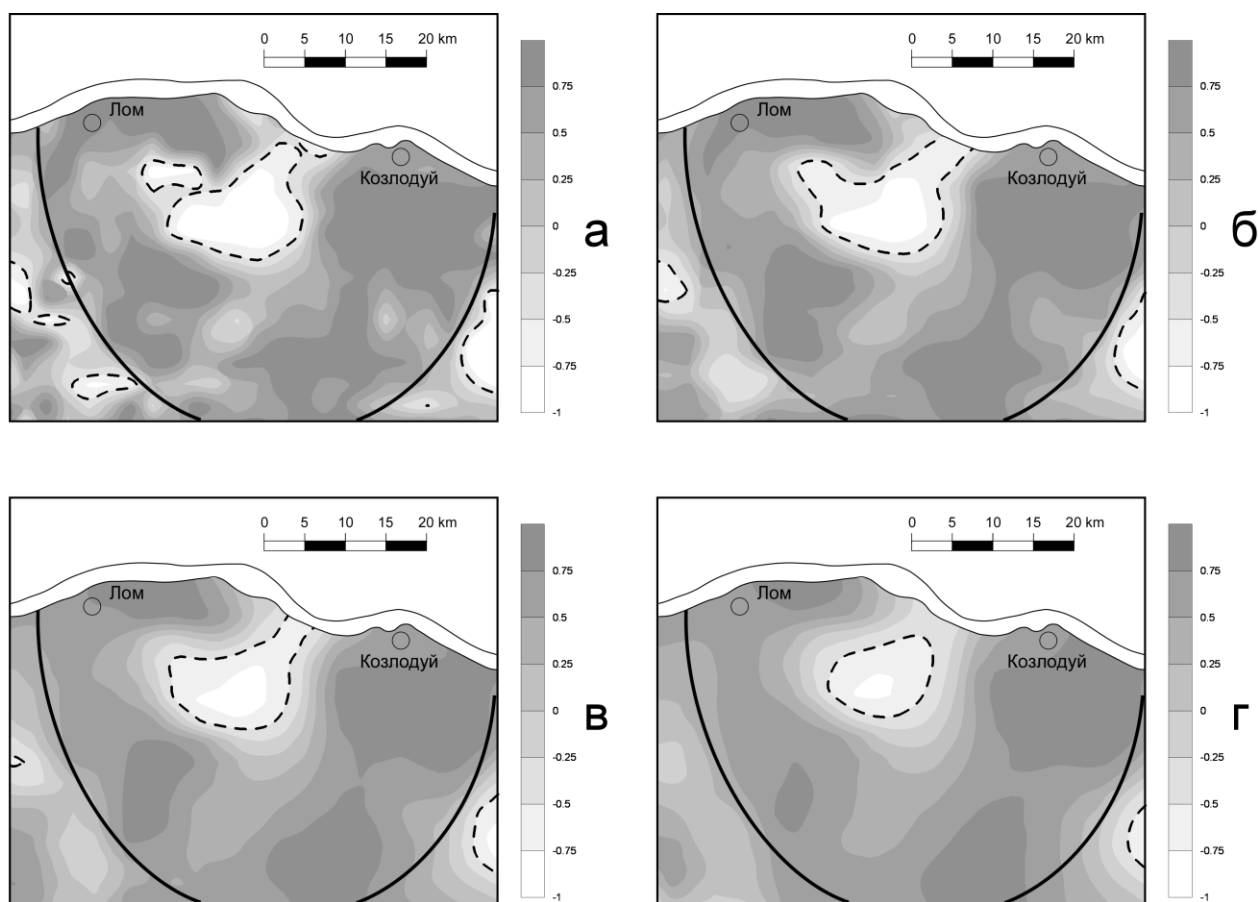
Анализът на представените схеми потвърждава и конкретизира резултатите от методичните изследвания. Върху схемата с най-малък прозорец – 4 km² (фиг. 7а) доминира висок положителен коефициент на корелация, който определя съответствието между аномалия, отразена върху геомагнитното поле и разпределението на температурата на дълбочина 500 m. На този фон в

централната част на площта се отделя участък с отрицателен коефициент на корелация, който отразява отместването на епицентрите на съпоставяните аномалии. Освен този основен участък върху схемата се обособяват и няколко локални проявления с коефициент на корелация $r < +0.5$, като минималният им обхват закономерно съответствува на използвания прозорец.

При увеличаване на размера на базовата площ за която се реализират изчислителните операции, последователно се постига по-хомогенна изява на разпределението на високия положителен коефициент на корелация и обособяване на зоната с отрицателен коефициент, която индицира пространственото отместване на двете съпоставяни аномалии.



Фиг. 6. Разпределение на: геомагнитното поле (а); температурата на дълбочина 500 m при осредняване с прозорец 400 m² (б) и коефициента на площна корелация между двете полета (в) Изчертани са: положителната аномалия на коефициента на корелация (плътна линия) и обхвата на отрицателния коефициент на корелация (точков пунктир)



Фиг. 7. Схеми на разпределение на коефициента на площна корелация за района на Козлодуй между геомагнитното поле и разпределението на температурата на дълбочина 500 m при използване на базова площ 4 km² (а), 36 km² (б), 100 km² (в) и 196 km² (г). Изчертани са обхвата на позитивната аномалия (плътна линия) и изолинията с коефициент на корелация $\gamma = -0,5$ (пунктирна линия)

Заклучение

Извършени са голям обем изследвания върху синтетични модели за изясняване спецификата на разпределението на коефициента на площна корелация. Направените изводи напълно се потвърждават от резултатите върху тестове за реални карти.

1. При увеличаване размера на базовата площ (прозореца на корелация): намалява диапазонът, в който се разполага коефициентът на корелация; намалява броят на обособените площи.

2. Относително локалните аномалии спрямо прозореца на корелация при площно отместване се изясняват с отрицателен коефициент, като негативната корелационна аномалия се разполага в централната част спрямо отместването, т.е. между епицентрите на аномалиите за двете карти, които се корелират. Това е напълно закономерно като се отчита, че между епицентрите на аномалиите разпределението на градиента е разнопосочно. Констатираната закономерност налага всяка локална отрицателна аномалия да бъде анализирана съвместно с изходните данни и използваните параметри на площната корелация.

Препоръчана за публикуване от
Катедра "Приложна геофизика", ГПФ

Литература

- Добрев, Т., В. Иванова, Р. Радков. 1989. *Комплексиране при геофизичните проучвания*. С., Техника, 219 с.
- Комплексиране методов разведочной геофизики. 1984. *Справочник геофизика*. М., Недра, 385 с.
- Димовски, С., Р. Радичев, Г. Зашев. 2006. Площна корелация между разломната тектоника и данните от аерогамаспектрометрията за района на Асарел – Централно Средногорие. – *Сборник "Национална конференция с международно участие ГЕОНАУКИ 2006"*, 414-417.
- Dobrev, T., S. Dimovski, S. Kostianev. 2004. Level of study the geothermal field in Bulgaria and methodical approach towards investigating its depth distribution. – *Annual of the University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski"*, 47, part I, *Geology and Geophysics*, 251-258
- Radichev, R., S. Dimovski. 2006. Characteristics of the geological and geophysical structure of the Panagyurishte Ore Region according to gravitational data. – *Annual of the University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski"*, 49, part I, *Geology and Geophysics*, 203-208.
- Telford W., L. Geldart, R. Sheriff, D. Keys. 1990. *Applied Geophysics*. Cambridge University Press, Cambridge, 843 p.