

## ХАРАКТЕРИСТИКА НА ГРАВИТАЦИОННОТО ПОЛЕ НА ПАНАГЮРСКИЯ РУДЕН РАЙОН И ЗАКОНОМЕРНОСТИ В РАЗПРЕДЕЛЕНИЕТО НА РУДНИТЕ НАХОДИЩА

*Ради Радичев, Стефан Димовски*

*Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София; [radirad@mgu.bg](mailto:radirad@mgu.bg), [dimovski@mgu.bg](mailto:dimovski@mgu.bg)*

**РЕЗЮМЕ.** Основните елементи на гравитационното поле за територията на Панагюрски руден район се свързват с определени закономерности в разпределението на рудните находища. Рудните находища и рудопроявления, както и интензивната разломна тектоника, се разполагат по градиентния югозападен преход на гравитационен минимум, картиран върху регионалната компонента на полето. Анализът на остатъчните полета и на вариационните аномалии дава основание да се обособят два дълбочинни интервала спрямо проявлението на орудяванията – за дълбочинния интервал до около 8 km и за дълбочинния интервал до около 3 km. За първия дълбочинен интервал зони на позитивни аномалии се привързват към масивно-сулфидните находища (Челопеч, Красен и Елшица), а зони на негативни – към медно-порфирни находища (Елаците, Медет, Асарел и Цар Асен). Върху схемите на локалните полета, които отразяват дълбочинния интервал до около 3 km всички рудни находища се привързват към позитивни локални аномалии.

### CHARACTERISTICS OF THE GRAVITATIONAL FIELD IN THE PANAGYURISHTE ORE REGION AND REGULARITIES IN THE DISTRIBUTION OF ORE DEPOSITS

*Radı Radıchev, Stefan Dimovski*

*University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia; [radirad@mgu.bg](mailto:radirad@mgu.bg), [dimovski@mgu.bg](mailto:dimovski@mgu.bg)*

**ABSTRACT.** The main elements of the gravitational field on the territory of Panagyurishte Ore Region are connected to specific regularities in the ore deposits spreading. The ore deposits and ore shows, as well as the intensive fault tectonics are situated along the southwestern transition of the gravity minimum mapped on the scheme of the regional component of the gravitational field. The analysis of the residual fields and the variation anomalies gives reasons to distinguish two depth intervals in the mineralization distribution – one depth interval down to about 8 km and one depth interval down to about 3 km. For the first depth interval zones of positive anomalies are connected to massive sulphide deposits (Chelopech, Krassen and Elshitsa) and zones of negative anomalies are linked to porphyry copper deposits (Elatsite, Medet, Assarel and Tsar Assen). On the schemes of the local fields reflecting the depth interval down to about 3 km all ore deposits are associated to positive local anomalies.

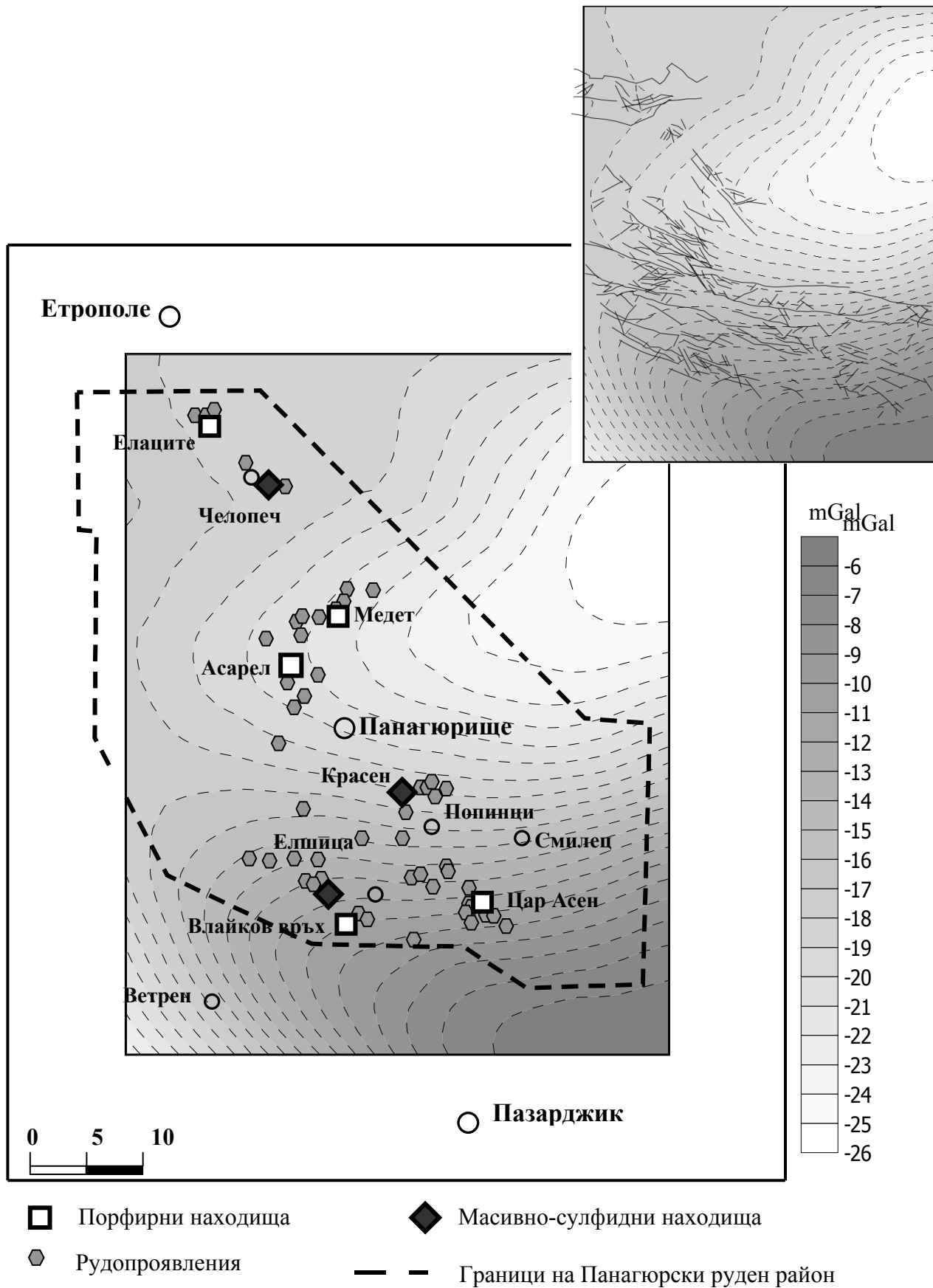
### Въведение

Панагюрският руден район е разположен в Централна Средна гора около град Панагюрище, като обхваща и южни покрайнини на Стара планина. Той представлява елемент от горнокредния Апусени-Банат-Тимок-Средногорски магматичен и металогенен пояс (Попов и др., 2003). Отнася се към Средногорската структурно-металогенна зона с късна младоалпийска възраст. Зоната се определя като линияментно-геосинклинална структура, разположена върху хетерогенна основа. На север районът достига до град Етрополе на Балканската зона. В него са съсредоточени големи промишлени находища от медно-пиритната и меднопорфирната формация на горнокредния магматизъм. Разположението на находищата се контролира от обща магмо и рудоконтролираща структура със субмеридионална посока. Пространствено меднопиритните находища се привързват към андезит-

дацитовите вулкански скали, а меднопорфирните – с хипоабисалните интрузиви и центрове на вулканоплутонична дейност.

Разпределението на гравитационното и геомагнитното поле отразява спецификата на геоложкия строеж на Панагюрския руден район. Специален интерес представляват рудоносните проявления върху основни елементи на регионалните и локалните компоненти на гравитационното поле. За относителното отделяне на тези компоненти са извършени проблемно насочени преобразувания.

Основен интерес представляват аналитичните продължения на полето в горното полупространство на избрани височини (изчисляване на регионалната и остатъчната съставлящи) и вариационните аномалии, изчислени с определени радиуси (локална компонента).



Фиг. 1. Схема на аналитичното продължение на гравитационното поле в горното полупространство на височина  $H=10$  km и разположението на основните рудни находища и рудопроявления; във врезка са показани разломите в района (Попов и др., 2003)

## **Закономерности в разпределението на орудяванията върху регионалната компонента на гравитационното поле**

Разпределение на регионалното гравитационно поле от аналитичното продължение в горното полупространство на височина 10 km се представя на фиг. 1. Схемата отразява основните елементи на всички регионални полета.

Разпределението на регионалната компонента на гравитационното поле картира западната част на обширна негативна аномалия. Мащабите и вида на аномалията за изследвания дълбочинен интервал (под 8-10 km) показват, че тя се обуславя от монолитна хомогенна плътностна среда, която се идентифицира с батолит с дълбоки корени, изграден от гранитоиди с относително понижена плътност. Панагюрски руден район заема западната периферия на обширната негативна аномалия.

Рудните находища и рудопроявления, както и интензивната разломна тектоника, се разполагат по градиентния югозападен преход на гравитационния минимум. Интерполирано местата на орудяванията и интензивното проявление на разломната тектоника, оформят зона, оста на която е дъга, разположена по фрагмент от регионалния гравитационен преход. Това дава основание да се смята, че внедряването на горнокредния магматизъм се развива по контакта на монолитния гранитоиден батолит, където съществуват благоприятни условия за формиране на магнезопроводящи канали.

Описано с трапец, местоположението на рудопроявленията и интензивната разломна тектоника е зона с ориентация близка до меридионалната (под ъгъл около 160°), която се коментира от Цветков, Йосифов и Обретенов (Цветков и др., 1978).

## **Закономерности в разпределението на орудяванията върху локалната компонента на гравитационното поле**

Разпределението на плътностните нееднородности в геоложки разрез с акцентирание върху различни дълбочини до около 10 km е изследвано въз основа на: остатъчните полета от аналитично продължение в горното полупространство на височина от 1 до 10 km със стъпка 1 km и аритметично усредняване с радиус 3, 5, 10 и 15 km, както и вариационните аномалии, изчислени с радиус 1, 3, 5 и 10 km. За всички карти изолините имат сложна мозаечна конфигурация. Закономерно при преминаване към по малки дълбочини детайлизацията нараства.

Анализът на остатъчните полета и на вариационните аномалии дава основание да се обособят два дълбочинни интервала спрямо проявлението на орудяванията – за дълбочинния интервал до около 8 km и за дълбочинния интервал до около 3 km.

Основните елементи на всички полета, които отразяват влиянието на плътностните нееднородности до около 8 km са еднакви. Роза-диаграмите на разпределението на изолините отразяват доминираща посока ЮИ-СЗ.

Съвместният анализ на схемите, при отчитане на разкритията на основните скални комплекси, както и физико-петрографската диференциация на геоложкия разрез показват, че в дълбочинния интервал до около 8 km основно отражение намира сложното взаимодействие между разпределението на метаморфния комплекс с повишена плътност и палеозойските гранитоиди и скалите от горнокредния вулканско-интрузивен комплекс с относително понижена плътност (Radichev, Dimovski, 2004).

Обобщено с позитивен фон се отделя ефектът от гнайсите, а с отрицателен фон – влиянието на палеозойските гранитоиди.

При преминаване към по-детайлен анализ се констатира добро зонироване спрямо местоположението на основните масивно-сулфидни и медно-порфирни орудявания (фиг. 2).

Зони на позитивни аномалии се привързват към масивно-сулфидните находища (Челопеч, Красен, Елшица), а зони на негативни - към медно-порфирни находища (Елаците, Медет, Асарел, Цар Асен). Напълно приемливо е при геолого-геофизичната интерпретация да се изхожда от следните предпоставки:

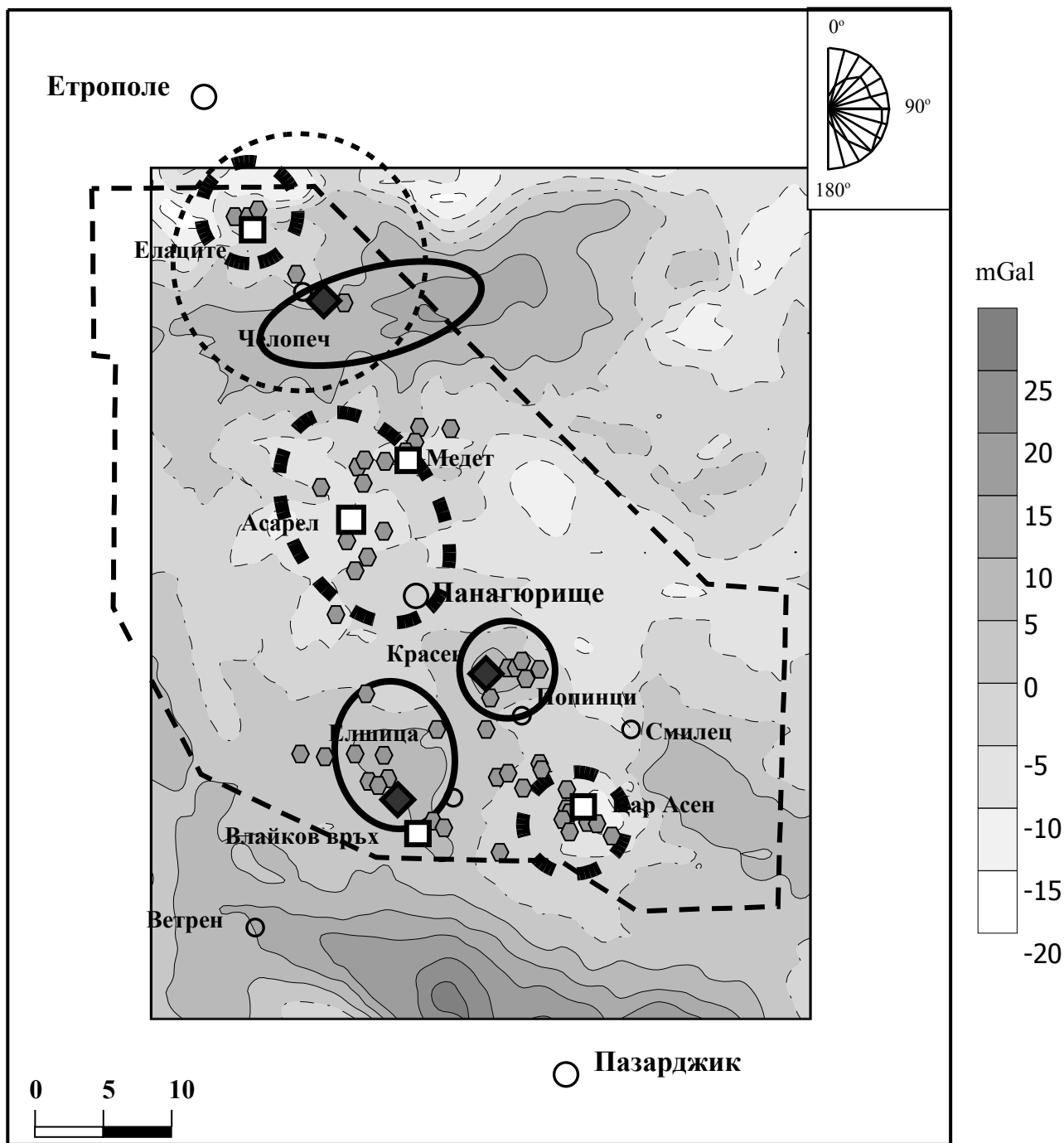
- при диференциацията на магмата, от която се отделят хидротермални разтвори, за условията на масивно-сулфидните орудявания преобладават деривати с по-базичен състав (горнокредните вулкани се отнасят към базалт-андезитовата формация);
- при меднопорфирните орудявания доминират деривати с по-кисел състав (ларамийските неинтрузии се отнасят към монцонит-гранитовата формация).

Това обстоятелство благоприятства за проявлението на двата типа орудявания с различен вид аномалии в разглеждания мащаб и дълбочинен интервал. Върху схемата не намират еднозначни проявление масивно-сулфидното рудно находище Радка и порфирното находище Влайков връх.

При формирането на аномалиите за всяко конкретно рудно поле съществена е ролята на разломната тектоника и обхвата на вторичните процеси, съпровождащи рудообразуването. Така например, Челопешката позитивна аномалия много добре се корелира със Задбалканската разломна зона.

Следва да се отбележи, че пространственото обединение в обособени територии на двойките позитивна-негативна аномалия за находищата Челопеч - Елаците е в съгласие с изказваните становища за магмено огнище от което се развива двойка масивно-сулфидно и медно-порфирно орудяване (Hedenquist, Lowenstern, 1994).

Нееднозначното проявление на масивно-сулфидното рудно находище Радка и порфирното находище Влайков връх за разглежданите дълбочини също вероятно е свързано със значителния фон ефект от относително близко разположените находища от съответната двойка, но с обратно плътностно въздействие.

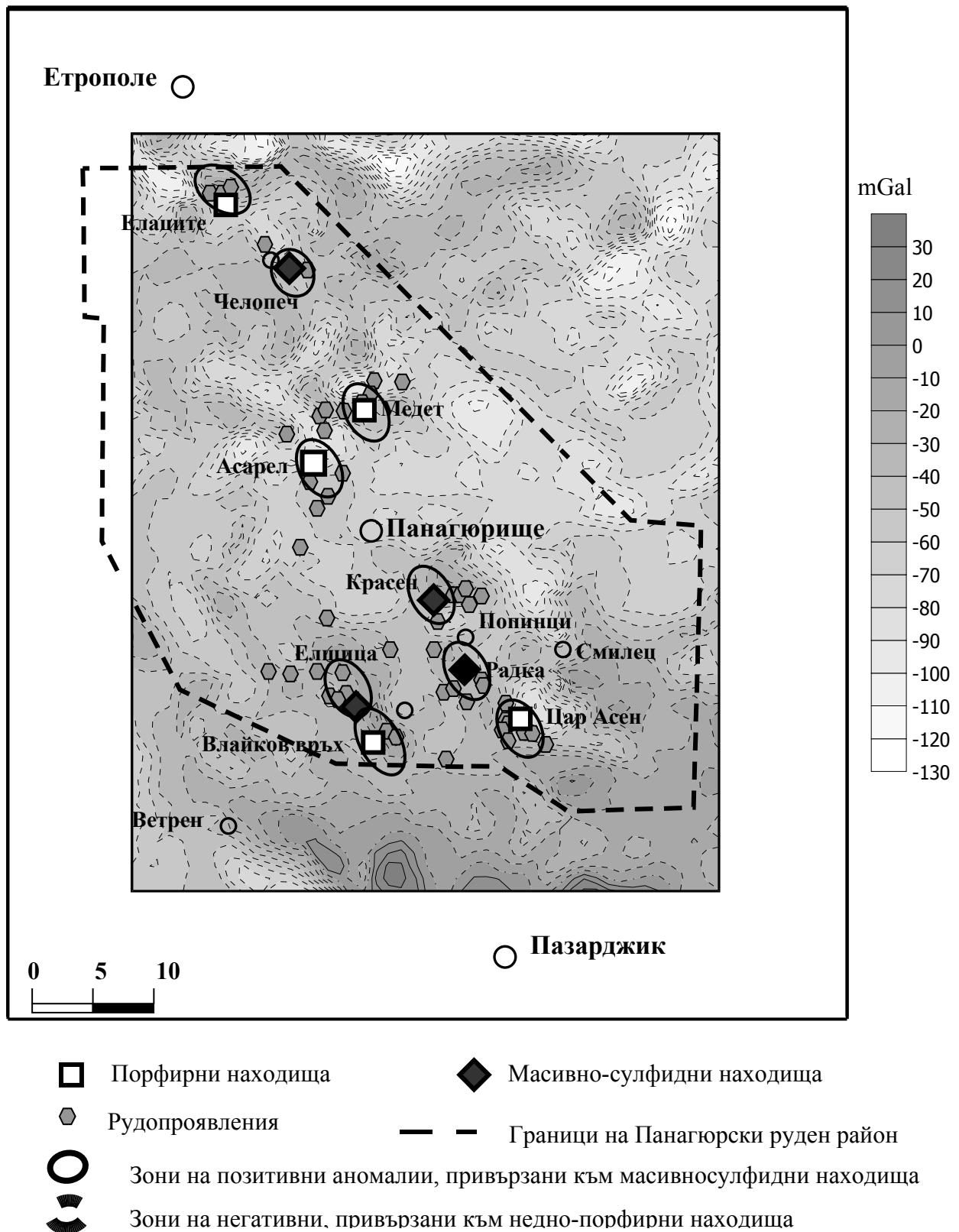


- Порфирни находища
- ◆ Масивно-сулфидни находища
- ⬡ Рудопроявления
- Граници на Панагюриски руден район
- Зони на позитивни аномалии, привързани към масивно-сулфидни находища
- ⊖ Зони на негативни, привързани към медно-порфирни находища

Фиг 2. Схема на вариационните аномалии с радиус на осредняване  $R=10$  km и зонирание на разположението на основните рудни находища и рудопроявления; във врезка е показана роза-диаграмата на пространствената ориентация на изолините

Върху схемите на локалните полета, които отразяват дълбочинния интервал до около 3 km доминиращо влияние оказва диференциацията по плътност на среди с относително по-малки малки обеми и следователно се

засилва влиянието както на концентрацията на по-тежки рудни минерали в обхвата на отделните находища, така също и влиянието на вторините хипергенни и хидротермално-метасоматични процеси.



Фиг. 3. Схема на аналитичното продължение на гравитационното поле в долното полупространство на дълбочина  $H=3$  km и разположението на основните рудни находища и рудопроявления

Картата на аналитичното продължение на гравитационното поле в долното полупространство на дълбочина 3 km се илюстрира на фиг. 3. Аномалиите са значимо локализиращи.

При детайлен анализ се констатира привързване на всички рудни находища към позитивни локални аномалии. В този дълбочинен интервал диференцирано се проявяват сравнително добре и находищата Радка и Влайков връх.

## Заклучение

Анализът и интерпретацията на гравитационното поле за Панагюрски руден район дава основание да се направят следните основни изводи.

- Наблюдаваното гравитационно поле за територията на Панагюрски руден район има сложна конфигурация, която отразява силно изразената хетерогенност на геоложкия строеж по плътност. За относително разделяне на съставните компоненти на полето спрямо разположението на смутителите в пространството е приложена методика на изчисляване на полетата на различни нива спрямо земната повърхност.
- Регионалната компонента на гравитационното поле за дълбочини под 8-10 km еднозначно картира западната част на много добре оформена обширна негативна аномалия. Мащабите и вида на аномалията за изследвания дълбочинен интервал показват, че тя се обуславя от монолитна хомогенна плътностна среда, която се идентифицира с гранитоиден батолит с дълбоки корени. Панагюрски руден район заема западната периферия на тази обширна негативна аномалия.
- Рудните находища и рудопроявления, както и интензивната разломна тектоника се привързват към градиентните преходи на гравитационния минимум. Това дава основание да се смята, че по контакта на плътните гранитоиди с вместиращите скали се оформя зона със сравнително по-голяма проницаемост и по канали в тази зона се извършва проникването на магма, с последвала реализация на хидротермални рудообразователни процеси на по-високи нива.
- В дълбочинния интервал до 5-8 km на фона на позитивния ефект от метаморфния комплекс с относително повишена плътност и негативния фон от палеозойските гранитоиди с относително понижена

плътност се констатира добре изразена закономерност в проявлението на рудните полета, към които се привързват рудни находища от определен тип. Зони на позитивни аномалии картират масивно-сулфидните, а зони на негативни аномалии – медно-порфирните. Това дава основание да се направи извода за добро обособяване на плътностни смутители в дълбочинния интервал 5-7 km: при диференциацията на магмата за условията на масивно-сулфидните орудявания преобладават деривати с по-базичен състав (базалти, трахобазалти до андезити; при медно-порфирните орудявания доминират деривати с по-кисел състав и кварц-диорити до гранити.

- Върху схемата на аналитичното продължение на гравитационното поле в долното полупространство, което отразява плътностните нееднородности до около 3 km аномалиите са значително локализиращи. Това отразява сложния псевдоплътностен строеж, върху който съществено влияние оказват вторичните процеси и приповърхностната разломна мрежа. Независимо от сложната картина, детайлният анализ показва, че рудните находища се разполагат в обхвата на позитивни аномалии или на градиентни преходи.

## Литература

- Димовски, С., Р. Радичев. 2004. Плътностна характеристика на основните видове скали от участък "Цар Асен" – Панагюрски руден район. – *Геология и минерални ресурси*, 7-8, 10-16.
- Попов, П., С. Страшимиров, К. Попов, Р. Петрунов, М. Каназирски, Д. Цонев. 2003. Главни особености в геологията и металогенията на Панагюрския руден район. – *Год. МГУ, 46, Св. I, Геология и геофизика*, 155-161.
- Цветков, К, Д. Йосифов, Н. Обретенов. 1978. Белези на основната рудоконтролираща структура в Централно Средногорие. – *Сп. БГД*, 39, 1, 41-49.
- Hedenquist J. W., J. B. Lowenstern. 1994. The role of magmas in the formation of hydrothermal ore deposits. – *Nature*, 370, 519-527.
- Radichev, R., S. Dimovski. 2006. Characteristics of the geological and geophysical structure of the Panagyurishte Ore Region according to gravitational data. – *Ann. University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski"*, 49, Part I, *Geology and Geophysics*, 203-208.

Препоръчана за публикуване от  
Катедра "Приложна геофизика", ГПФ