

ГЕОФИЗИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА НА НЯКОИ ВУЛКАНСКИ СТРУКТУРИ В ЦЕНТРАЛНАТА ЧАСТ НА МОМЧИЛГРАДСКОТО ПОНИЖЕНИЕ

А. Цветков

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", София 1700; atzvetkov@mgu.bg

РЕЗЮМЕ. В централната част на Момчилградската депресия по геофизични данни са отделени и изследвани няколко кръгови магмени структури, които се характеризират със силно променливо магнитно поле и множество локални гравитационни и магнитни аномалии. Крумовградската вулканска кръгова структура се бележи с гравитационен минимум и специфично магнитно поле. По гравитационни и магнитни данни са изследвани андезитови и трахиандезитови тела в центъра и източната част на структурата, концентрирани около реликти на вулкански центрове при върховете Калабак, Ирантепе, Ернертепе, Тепеджиярен, Кючюкхисартепе и др. Нановишката кръгова структура се характеризира с гравитационен минимум и характерни кръгови локални аномалии. Разпределението на гравитационното и магнитното поле показва, че тя има сложен строеж и в нея се отделя вътрешна, вероятно калдерна структура – Нановишка депресия. На основата на съставените 2D магнитни и плътностни модели са определени параметрите на базалтови и андезитобазалтови тела с обратно насочен вектор на естествената остатъчна намагнитеност.

GEOPHYSICAL CHARACTERISTICS OF SOME VOLCANIC STRUCTURES IN THE CENTRAL PART OF MONTCHILGRAD DEPRESSION

A. Tsvetkov

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

ABSTRACT. In the central part of Momtchilgrad depression, East Rhodopes, a few circular magmatic structures have been established by a strongly differentiated magnetic field and a great number of gravity and magnetic ring anomalies. The Kroumovgrad circular volcanic structure is related to a gravity minimum and a specific magnetic field. Several volcanic structures, composed of andesites and trachyandesites, are investigated according to geophysical data. They are concentrated around the central part and the eastern periphery near the heights Kalabak, Irantepe, Ernertepe, Tepedgijuren, Kjutchukhisartepe etc. The Nanovitza circular complex structure is characterized by a gravity minimum and typical isometric local anomalies. Gravity and magnetic data reveal the presence of an internal probably caldera structure - Nanovitza depression. The calculated 2D magnetic and gravity models show the parameters of a large isometric basaltic and andesite basaltic bodies with a remanent magnetization vector opposite to the normal induced magnetization.

Въведение

В централната част на Момчилградското понижение от Източните Родопи са отделени редица вулкански центрове, които изследователите свързват с прояви на палеогенски колизиялен магматизъм (Иванов, 1960; Янев, Бахнева, 1980; Narkovska et al., 1989). През периода 1993-2002 г. в Източните Родопи бе проведена нова геоложка картировка в М 1:25000 и геоморфоложка картировка в М 1:50000, съпроводени с анализ и интерпретация на наличната геофизична информация. Тези изследвания позволиха да се получат някои нови данни за вулканските структури в посочения район.

Геофизична изученост и методика на интерпретация

Районът е обхванат от сравнително голям обем регионални геофизични изследвания в М 1:50000 – гравиметрични, аеромагнитни и аерогамаспектрометрични, а в най-южната му част преминава дълбочинният сеизмичен профил 1в по линията Попско-Крумовград-Звездел-Ардино (Велев, 1996). В някои участъци са

проведени и детайлни геофизични изследвания – главно електрични и магнитни.

За целите на настоящото изследване бяха събрани значителен брой образци за физичните свойства на скалите (Саров и др., 1995), които бяха анализирани и обобщени съвместно с информацията от Базата данни, съхранявана в Националния геофонд (Шумков, Марчев, 1996). Използваната методика на интерпретация на геофизичните данни се основава на комплексен анализ на наличната геофизична информация с широко използване на количествени изчисления по гравиметрични и магнитни данни. Съставените плътностни и магнитни модели се базират на геоложките данни и в съответствие с многозначността на обратните геофизични задачи представляват възможно най-близък вариант до съвременните представи за строежа на вулканогенно-седиментния комплекс, който удовлетворява разпределението на геофизичните полета и съответства в максимална степен на обобщените петрофизични данни. Изчисленията са извършени по метода на подбора с използване на програмните продукти SIMAG-21 (Ставрев и др., 1988) и SIGRAV-23 (Ставрев и др., 1991).

Физични параметри на вулканските скали

За целите на настоящото изследване бяха обобщени и анализирани наличните данни за плътността σ , магнитната възприемчивост k и естествената остатъчна намагнитеност J_n на вулканските скали в района, Приведените в табл. 1 данни показват, че вулканските скали се характеризират с променливи физични параметри. Киселите вулкани – риолити, риолитови лави и туфи са относително по-леки и слабо магнитни. Среднокиселите и базични вулкани се отличават с по-високи стойности на плътността, магнитната възприемчивост и естествената остатъчна намагнитеност, а при съответните им туфи, лави и лавобрекчи тези параметри са по-ниски, особено по отношение на магнитните свойства.

Таблица 1

№	Литоложка разновидност	Плътност		Магнитна възприемч.		Остатъчна намагнитеност	
		бр.	$\sigma_{\text{ср.}}$, g/cm ³	бр.	$K_{\text{ср.}}$, 10 ⁶ /4 π , SI	бр.	$J_{\text{н.ср.}}$, 10 ³ A/m
1	Риолити	38	2,31	38	167	35	921
2	Риолитови туфи	77	2,05	77	168	49	192
3	Андезити	148	2,54	148	2317	117	3902
4	Хидр.промен. андезити	61	2,51	60	786	48	1307
5	Андезитови лави и туфи	257	2,30	255	687	224	696
6	Трахиандезити	45	2,39	45	216	33	49
7	Андезитобазалти	119	2,60	119	2339	118	2928
8	Базалти	25	2,62	25	1339	25	4244

За изследване на магнитните параметри на някои вулкански скали, създаващи интензивни отрицателни магнитни аномалии, бяха събрани от терена ориентирани образци с цел определяне на посоката на вектора на остатъчната им намагнитеност. Резултатите от проведените измервания са показани в табл. № 2. Получените данни показват, че някои тела, изградени от андезитобазалти и базалти, се характеризират с изключително високи стойности и обратна на съвременното магнитно поле насоченост на вектора на естествената остатъчна намагнитеност J_n .

Таблица 2

№	Литоложка разновидност	бр.	Магн. възпр. 10 ⁶ /4 π , SI	Ост. намагн. 10 ³ A/m	Инкли-нация
1	Андезитобазалти източно от с. Н. Бозвелиево	4	1566	26920	-54°
2	Андезитобазалти при махала Гарванци	3	1388	8908	-15°
3	Базалти западно от с. Джанка	8	1220	6384	-34°
4	Латити при мах. Гарванци	4	476	1827	-41°

Обобщените сведения за физичните параметри на скалите в изследвания район показват, че наблюдаваното пъстро и силно диференцирано магнитно поле се обяснява основно с различията в стойностите на магнитната

възприемчивост и на интензивността и посоката на вектора на естествената остатъчна намагнитеност на различните видове вулкани. Силно магнитни свойства освен тях в района имат само серпентинизирани ултрабазити. Киселите вулкани са с относително по-леки и сравнително по-слабомагнитни и могат да се отделят с локални минимума на гравитационното поле.

Анализ и интерпретация на геофизичните полета

Анализът на геофизичните полета показва, че централната част на Момчилградското понижение се характеризира със силно диференцирано магнитно поле и наличие на добре изразени локални гравитационни и магнитни аномалии с кръгова форма. Подобни по форма елементи се открояват и на космическите и височинни аерофотоснимки. Това позволява по геофизични данни да се отделят няколко кръгови структури – Крумовградска, Звездел-Пчелоядска, (Йосифов, 1991) и Нановишка (Фиг. 1). Най-вероятно става дума за пространствено обособени центрове на повишена магмена, тектонска, хидротермална и металогенна активност. Както се вижда от приложената схема, в границите на Нановишката структура се отделят дълговидни разломи, по които са наредени вулкански центрове (И. Боянов, непубликувани данни). На аерогамаспектрометричните карти в М 1:50000 те се следят с повишени съдържания на радиоактивни елементи, като особено контрастни са аномалиите на уран, торий и калий по т.н. Светиилийски магмен център около вр. Св. Илия.

На фигура 2 са показани в по-детайлен план някои елементи от строежа на Крумовградската и Нановишката кръгови вулкански структури. Първата от тях се отделя с гравитационен минимум и специфично магнитно поле в участък между гр. Крумовград от юг и с. Сладкодум от север. Изградена е от среднокисели трахиандезити и андезити и техните лавобрекчи, туфи и туфобрекчи. При геоложката и геоморфоложката картировки в границите на структурата са отделени реликти от няколко вулкански центъра при върховете Калабак, Буйюкхисар, Тепеджирен, Ернертепе, Джельово, Ирантепе.

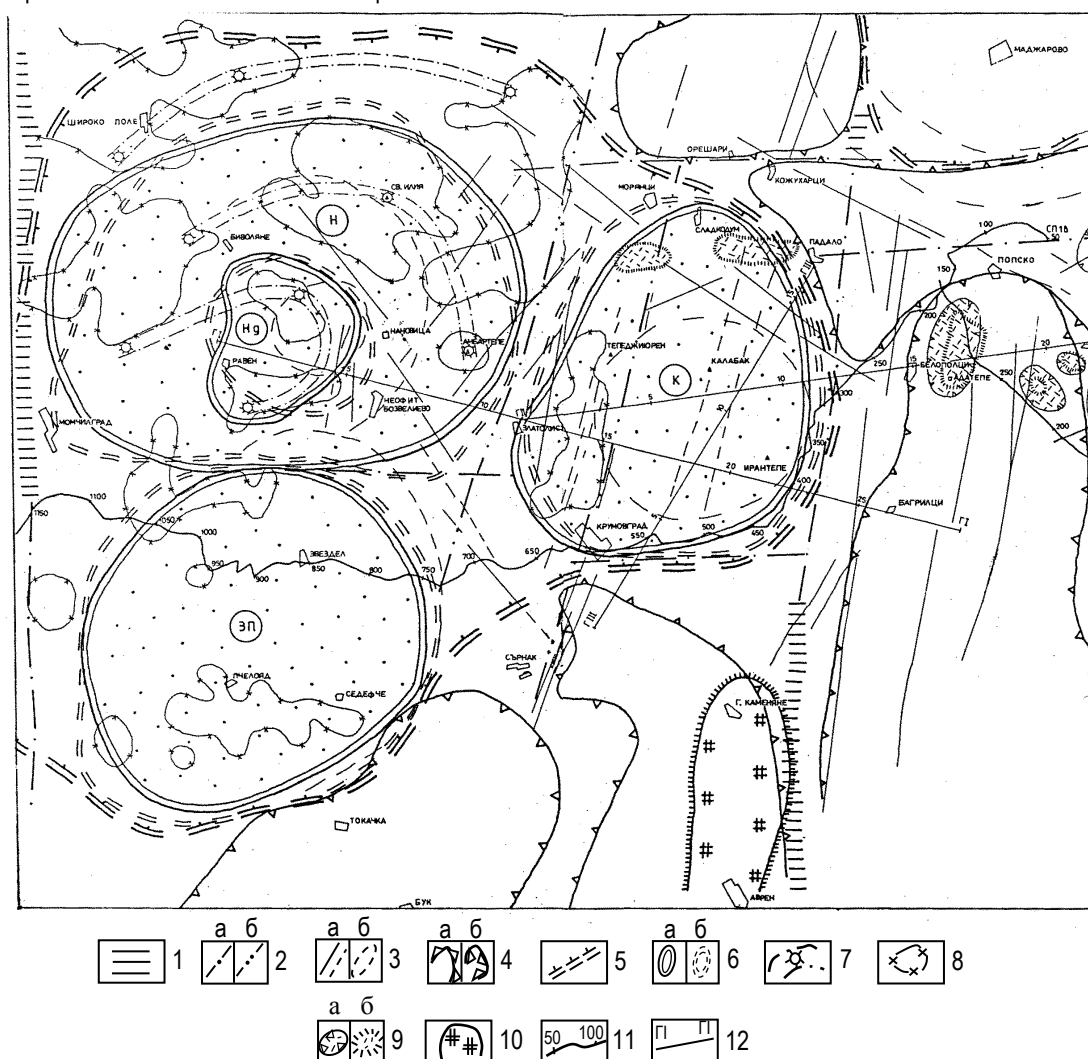
На фигура 3 са показани в детайлен план локалните гравитационни и магнитни аномалии, обусловени от тези структури. Интерпретацията на геофизичните данни показва, че те са изградени основно от андезитови и трахиандезитови тела. В съответствие с петрофизичните данни андезитите са силно магнитни скали. Тъй като векторът на естествената им остатъчна намагнитеност е насочен по посока на съвременното магнитно поле на земята, те се отделят с интензивни локални магнитни максимуми. Последните се съпровождат със сравително по-слабо изразени гравитационни минимума. Локалните аномалии на гравитационното поле са предизвикани вероятно от разуплътняване на скалите в границите на вулканските центрове. Пространствената привързаност на локалните минимума на Δg към вулканските структури се вижда ясно на приведената на фигура 3 схема, при съставянето на която е ползвана карта на локалното гравитационно поле, получена чрез усредняване с радиус 3 км (Саров и др., 1995).

Комплексното разглеждане на гравитационните и магнитни аномалии показва, че вулканските структури са концентрирани на две места – около центъра на кръговата структура при вр. Калабак и по нейната периферия. С т.н. Ирантепенски стратовулкан може би са свързани разположените на югозапад и североизток от него локални магнитни максимуми (Фиг. 3). Трябва да се отбележи, че геофизичните данни не позволяват да се постави рязка граница между Калабашкия и Ирантепенския вулкански центрове.

Представа за формата на андезитовите тела дава съставеният магнитен модел за едно от тях, намиращо се непосредствено до гр. Крумовград (Фиг. 4). Тялото е почти хоризонтално с дебелина около 1 km, леко наклонено на север. Аномалията е усложнена от наличието в горната му част на тънка пластина от по-слабо магнитни андезитови лавобрекчи. Ефективната намагнитеност на двете тела и посоката на вектора са определени в съответствие с данните за физичните свойства на скалите в района. Като

се вземат предвид и съставените плътностни модели, може да се счита, че дебелината на андезитовите тела в границите на Крумовградската кръгова структура е от порядъка на 1-1,5 km.

Геофизичните данни дават основание да се твърди, че Крумовградската кръгова структура не е хомогенна. В западната ѝ част се отделя сегмент с по-слабо интензивно магнитно поле, свързано с по-кисел магматизъм. Тук и по петрофизични данни вулканитите са по-леки и слабо магнитни. Особено контрастна е разликата в разпределенията на съдържанията на радиоактивни елементи по аерогамаспектрометрични данни. Границата между двете части с различни геофизични параметри се бележи по разлом със север-североизточна посока, трасиран главно по особености в магнитното поле по линията Крумовград – Морянци (Фиг. 1). Със същата посока на запад от него се отделя ивица с високи съдържания на калий, торий и уран.



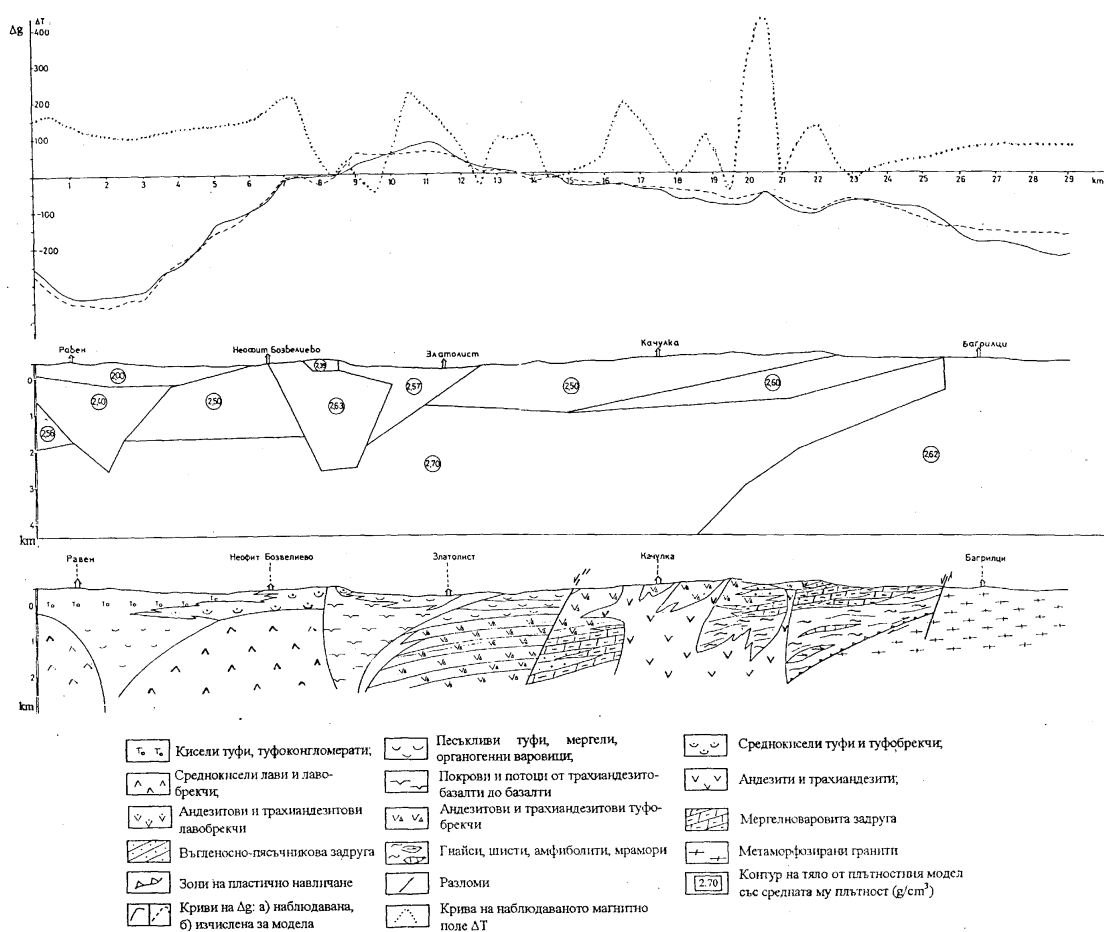
Фиг. 1. Регионална позиция на кръговите структури в централната част на Момчилградската депресия по геофизични данни:

1 - гравитационни градиенти, свързани с тектонски нарушения с по-регионален характер; 2 - тектонски нарушения по гравиметрични (а) и магнитни (б) данни; 3 - структури по данни от космодотоснимки: а) линейни; б) кръгови; 4 - регионални гравитационни аномалии, свързани с нееднородности в метаморфния комплекс: а) максимуми; б) минимуми; 5 - граница на магмена структура със специфична изява в геофизичните полета; 6 - граници на кръгови структури: а) по гравитационни данни; б) по магнитни данни; 7 - Вероятни кръгови разломи с кисел вулканизъм (по И. Боянов – непубликувани данни); 8 - участъци с повишени съдържания на U, Th и K по аерогамаспектрични данни, свързани с кисели вулканизи; 9 - гравитационни минимуми (а) и участъци с повишени съдържания на K (б), свързани с фелзитови риолити; 10 - интензивни магнитни максимуми, свързани с тела от серпентинизирани ултрабазити; 11 - регионален сеизмичен профил Ивайловград - Ардино (част 1в); 12 - профилна линия Г1 за моделиране на гравитационното поле

В най-северната част на Крумовградската кръгова структура при с. Сладкодум с интензивна магнитна аномалия се отделя сравнително голямо по размери андезитово тяло. Липсата на гравитационна аномалия не позволява то да се свързва с вулкански център. На запад от него при с. Морянци също в северната периферия на кръговата структура с локални отрицателни гравитационни аномалии и повишени съдържания на калий 40 се маркират риолитови тела. По геоморфоложки данни тук са набелязани центрове на кисел вулканизъм. Изтеглеността на геофизичните аномалии потвърждава изтеглянето на структурите в запад-северозападна посока.

Втората разглеждана кръгова вулканска структура – Нановишката е разположена непосредствено на запад от Крумовградската. Тя се отличава със сложен вътрешен

строеж. В центъра ѝ се откроява обособена като самостоятелна вътрешна кръгова структура, която наричаме Нановишка депресия (калдера). Тя се бележи с локален минимум на Δg и слабо интензивно недиференцирано магнитно поле, съвпадащи отчасти с кръгова морфоструктура, отделена на космofотоснимки (Йовчев и др., 1988). Изградена е от кисели пирокластични материали с много ниска плътност (средно 2.00 g/cm^3) и слаби магнитни свойства. Тези скали са пресечени от сондажи с дължина от порядъка на 100 m, които не достигат до долната им граница. Съставения плътностен модел показва, че вероятната дебелина на пирокластичните материали е около 400 m. Те покриват слой от седименти и среднокисели вулкани, чиято долна граница е на около 2-2,5 km от земната повърхност. Плътностният модел показва, че Нановишката депресия е вероятно калдерна структура.



Фиг. 5. Геолого-геофизичен разрез по профил Г1 по линията Равен – Златолист – Багрилци (геоложки разрез по Саров и др., 1995)

Други елементи, обуславящи сложния вътрешен строеж на Нановишката кръгова структура, са отделените в източната ѝ половина два сегмента с неправилна форма и различен състав на изграждащите ги вулкански скали. По-западният е с преобладаващо среднокисел състав – трахиандезитобазалти, андезитобазалти и други от т. н. Звезделски комплекс (Саров и др., 1995), сред които са отделени и по-кисели вулкани (например на изток от с. Нановица). В гравитационното поле се характеризира с максимум. В източният сегмент, който също е с неправилна форма, изграждащите го скали от т.н. Светиилийски комплекс – риолити, кисели туфи и други

обуславят гравитационен минимум и участват с повишени надфоновы съдържания на калий 40. В границите на този участък при върховете Куткая и Амбартепе са отделени два вулкански центъра с кисел риолитов състав, които се фиксират с гравитационни минимуми и радиогеохимични аномалии.

Характерна особеност в геофизичната характеристика на разглеждания район в централната част на Момчилградското понижение е наличието на интензивни отрицателни магнитни аномалии. Те попадат в участъци с разкрития на по-базични вулкански скали – андезито-

базалти (при с. Неофит Бозвелиево, югоизточно от с. Кос, при Иракли тепе в западната периферия на Крумовградската структура) и базалти (по течението на р. Крумовица на запад от с. Джанка). Получените данни от ориентирани образци показваха (табл. 2), че те се характеризират с много високи стойности на магнитната възприемчивост и особено на вектора на естествената остатъчна намагнитеност ($26920 \cdot 10^{-3}$ A/m за тялото от андезитобазалти на запад от с. Неофит Бозвелиево и $6384 \cdot 10^{-3}$ A/m за базалтите западно от с. Джанка). При това векторът J_n е насочен обратно на съвременното магнитно поле на земята, което най-вероятно се дължи на инверсия на магнитните полюси през средния и долен олигоцен, когато според геоложките данни те са образувани (Саров и др., 1995). За изучаване на андезитобазалтовото тяло на изток от с. Неофит Бозвелиево са съставени двумерни модели – плътностен и магнитен. Интерпретацията на гравитационното поле е извършена по профил ГІ, прокаран през селата Равен, Н. Бозвелиево, Златолист, Качулка и Багрилци. На плътностния модел (Фиг. 5) аномалният обект представлява сравнително голямо по размери тяло с плътност средно $2,63 \text{ g/cm}^3$ и максимална дълбочина около 2 km. Според количествената интерпретация на магнитното поле (Саров и др., 1995), това е изометрично, разкриващо се на повърхността тяло с диаметър около 1,7 km и дълбочина 1,2-1,5 km на долната му граница.

Приведените данни показват, че вулканските структури в централната част на Момчилградското понижение се характеризират със специфична и контрастна изява в геофизичните полета, което позволява да се получат редица нови данни за вътрешния им строеж. Проведената интерпретация показва, че това са сложно построени нехомогенни структури. Съставените плътностни и магнитни модели, съобразени и със сеизмичните данни, дават представа за морфологията, а в някои случаи и за времето на образуване на отделените вулкански тела. Проведените построения са съобразени с новите геоложки данни за района и допълват и разширяват познанията ни за този участък от Източните Родопи.

Препоръчана за публикуване от
Катедра "Приложна геофизика", ГПФ

Литература

- Велев, А. 1996. Дълбочинно сеизмично профилиране на земната кора по регионален профил Ивайловград – Ардино. – *Бълг. геофиз. спис.*, 22, 2, 91-109.
- Иванов, Р. 1960. Магматизъм в Източнородопското палеогенско понижение. Част I. Геология. – *Тр. геол. на България, Сер. геохим. и пол. изкоп.*, 1, 312-387.
- Йовчев, С. и др. 1988. Доклад върху резултатите от проведените едромашабни дистанционни изследвания в Панагюрския руден район и Попско-Белополското рудно поле. Геофонд на МОСВ, VIII-683.
- Йосифов, Д. 1991. Очаговые структуры Восточных Родоп – геофизическая характеристика и металлогеническое значение. – *Geologica Balc.*, 21, 6, 91-106.
- Саров, С. и др. 1995. Доклад за резултатите от изпълнението на геоложка задача: "Геолошко картиране в М 1:25000 и геоморфолошко картиране в М 1:50000 с комплексна прогнозна оценка на минералните ресурси на части от Авренската синклинала и Кесибирското подуване, в района на с.с. Подкова, Токачка, Голямо Камеяне, Букова махала и др. на площ от 425 кв. км". Геофонд на МОСВ, IV-426.
- Ставрев, П., В. Недев, И. Христова. 1988. Программная система интерпретации двумерных магнитных аномалий. – В: 33-й Международ. геофиз. симпозиум. Прага, Труды В (II), 300-309.
- Ставрев, П., В. Недев, Р. Радичев. 1991. Программная система интерпретации гравитационных аномалий. – В: 36-й Международ. геофиз. симп., Киев. Доклады, т. II, 93-99.
- Шумков, А., Н. Марчев. 1996. База данни физични свойства на скалите. – *Бълг. геофиз. спис.*, 22, 2, 91-109.
- Янев, Й., Д. Бахнева. 1980. Алпийският магматизъм на Карпато-Балканската област в моделите на тектониката на плочите. – В: *Геодинамика на Балканите*. С., Техника, 63-75.
- Harkovska, A., Y. Yanev, P. Marchev. 1989. General features of the Paleogene orogenic magmatism in Bulgaria. – *Geologica Balc.*, 19, 1, 37-72.