

## ЕЛЕМЕНТИ НА ГЕОЛОЖКИЯ СТРОЕЖ НА БЕЛАСИШКО-ОГРАЖДЕНСКИЯ БЛОК ПО КОМПЛЕКСНИ ГЕОФИЗИЧНИ ДАННИ

Стефан Димовски, Сергей Севданов

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", София 1700, България, E-mail: dimovski@staff.mgu.bg; sergo@staff.mgu.bg

### РЕЗЮМЕ

На българска територия към Беласишко-Огражденския блок, като част от Сръбско-Македонския блок, се отнасят части от Беласица, Огражден и Малашевската планина. На изток блокът се ограничава от Огражденския разлом от Струмската разломна система, на север и североизток - от Кадийско-Брезнишката разломна зона, на юг - от Средноместенската разломна зона, контролираща южния борт на Беласишкия хорст в Гърция, а на запад той продължава в Македония, където граничи със Сасо-Тораничката разломна зона.

Регионалният гравитационен фон на Беласишко-Огражденския блок на територията на България се представя от отрицателно гравитационно поле. Върху картата блокът се ограничава от два много добре изявени гравитационни прехода. На изток той граничи със Струмския гравитационен преход, който трасира западния борт на Струмската рифтогенна структура. Преходът има посока около 145° и стабилен хоризонтален градиент от 8-10 mGal/km по цялата си дължина от около 30 км. На север блокът се ограничава от Брезнишкият гравитационен преход, който е напречен на Струмския.

Гравитационното поле за изследваната територия се характеризира с нарастване на силата на тежестта на юг от Брезнишкия гравитационен преход с около 30 mGal до две отворени към Гърция аномалии. Построената роза-диаграма на разпределението на полето (без обхвата на Струмския и Брезнишкия гравитационни преходи) показва три основни направления субекваториално, североизточно с посока 40-60° и югоизточно с посока 145°. Тези три посоки добре се съгласуват с представите за развитието по периферията на рифтогенните структури на надлъжни и напречни разломни деформации.

Локалните компоненти на гравитационното поле са изследвани чрез използването на трансформации - остатъчните полета от аналитичното продължение в горното полупространство на височина 10 км и на височина 3 км и вариационните аномалии с радиус на осредняване 5 км.

Наблюдаваното геомагнитно поле за изследваната територия се характеризира с отрицателен фон от -100 до -150 nT. Върху този фон се оформят две аномалии. В северната част се обособява добре оформена позитивна аномалия. В югозападната част се регистрира отрицателна аномалия с интензитет около -300 nT, която остава отворена на юг. Върху построената роза-диаграма доминира субекваториалната посока (90-110°) и с по-слабо проявление - югоизточната (около 135°) и североизточната (около 45°).

Съвкупното систематизиране и анализ на изследваните геофизични полета и други характеристики позволяват да се направят някои основни изводи. Еднозначно проявление върху всички регионални и локални гравитационни полета намира Струмския гравитационен преход. Характеристиката на прехода върху регионалните карти, които отразяват дълбочинния интервал под 3-10 км показва наклон на трасирания регионален разлом на запад. Върху схемите на локалните полета този градиентен преход маркира Огражденския разлом, като западно ограничение на Струмската разломна зона. В дълбочинния интервал от 3 до 10 км доминиращо проявление намира разломно-блоковата тектоника. Лебнишкият Южноогражденският, Подгорският, Коларовският и Петричкият гравитационни преходи оформят блоковото разчленяване на изследваната територия. Северноигралишката и Ключовската негативни аномалии картират относително дълбоко заложили плутони, изградени от гранитоиди. Основните характеристики на геофизичните полета в дълбочинния интервал до около 3 км картират приповърхностното разпределение на гранитни плутони, изявени от Северноигралишката, Игналишката, Никудинската и Ключовската негативни аномалии. Участъците с повишена дебелина на метаморфитите се отделят с позитивни аномалии. Струмешнишкият грабен и главно участъците с повишена дебелина на разуплътнените седиментни скали, които го запълват, се картират много добре с негативни аномалии. В разглеждания приповърхностен интервал градиентни преходи трасират разломи от две основни системи - Лебнишката и Струмешнишката. Беласишко-Огражденският блок на територията на България се развива под непосредственото въздействие на рифтогенните процеси в регионалната Струмска рифтова структура. Тези процеси и тяхното проявление се изразяват предимно в разломни деформации успоредно и главно напречно на рифта и се картират от добре изразени гравитационни преходи.

### УВОД

На българска територия към Беласишко-Огражденския блок, като част от Сръбско-Македонския блок, се отнасят части от Беласица, Огражден и Малашевската планина (Бояджиев, 1971; Загорчев 1970a; Загорчев 1970b; Загорчев и Динкова, 1991; Игнатовски, 1968; Игнатовски, 1969a; Игнатовски, 1969b; Zagorchev, 1992). На изток блокът се ограничава от Огражденския разлом от Струмската разломна система, на север и североизток - от Кадийско-Брезнишката разломна зона (Брезнишки или Градешнешки разлом), на юг - от от Средноместенската разломна зона, контролираща южния борт на Беласишкия хорст в Гърция, а на запад той продължава в Македония, където граничи със Сасо-Тораничката разломна зона.

В изграждането на Баласишко-Огражденския блок участва главно архайският структурен комплекс. Каледонохерцинският интрузивен комплекс е представен сравнително слабо. В горноалпийско време по образуваните Струмешнишки грабен и Струмски грабен, съответно в южния и източния фланг на блока, се налага неогенско-кватерният структурен подетаж.

Архайският структурен комплекс изгражда почти изцяло включените в територията на България части на Беласица, Огражден и Малашевската планина. Той се представя от архайския метаморфен комплекс, който се разделя на три свити, изградени главно от гнайси, гнайсошисти, шисти и амфиболити.

В докамбрийския структурен план се обособяват Огражденско-Малашевският антиклинорий и Беласишкият хорст.

Огражденско-Малашевският антиклинорий има моноклинален характер. Той е изграден от скали на архайския метаморфен комплекс, сред които са вложени Игралишкият плутон и редица по-малки гранитоидни апофизи.

Беласишкият хорст представлява също моноклинален блок, изграден от скали на архайския метаморфен комплекс. В него са вложени метаморфизирани гранитоиди. В северозападната част на хорста се наблюдава развитието на щоквидни апофизи от южнобългарски тип гранити, включително и малки тела от пирински гранитоиди.

Каледоно-херцинският (интрузивен) структурен комплекс е представен от южнобългарски гранити и сравнително по-младите пирински гранитоиди. Южнобългарските гранити изграждат Игралишкия плутон, както и редица по-малки апофизни тела по северния борт на Беласишкия хорст. Пиринските гранити изграждат няколко малки щоквидни тела по северния склон на Беласица.

Алпийският структурен комплекс е предствен от неоген-кватернерни отложения. Той изпълва изцяло Струмешнишкия и Струмския грабени и се представя от плиоценски седименти (с моласов характер), които в Струмския басейн имат дебелина над 1000 м, плиоценски вулканити (трахоандезити, жилообразни тела от андезити и дацити, туфи) и кватернерни елувиални, алувиални, пролувиални и смесени типове отложения.

Разломните структури в Беласишко-Огражденския блок са представени от Лебнишката разломна зона, която има преобладаваща посока  $330^\circ$  и от една напречна, сравнително по-малка система от разломи с посока  $90-100^\circ$ , чиито характерни представители са Петричкият и Струмешнишкият разломи.

Лебнишката разломна система е непосредствено продължение на южния клон на Тасо-Тараничката дълбочинна разломна зона. Към нея са привързани редица вулкански тела и силно хидротермално променени зони на североизточния фланг на Игралишкия плутон.

Между Огражденско-Малашевския антиклинорий и Беласишкия хорст се разполага наложеният през горноалпийско време и изграден от плиоцен-кватернерни седименти Струмешнишки грабен.

Проведените от нас изследвания са насочени към анализ на гравитационното поле и неговите трансформанти и на геомагнитното поле за определяне на плътностните и магнитните нееднородности в обхвата на изследваната територия.

Основните петрографски видове скали, които изграждат геоложкия разрез на Беласишко-Огражденския блок добре се диференцират по плътност (Добрев и др., 1989).

Разновидностите на гнайсите, които намират широко разпространение в изследваната територия имат повишена плътност. С относително най-ниска плътност се характеризират гранитизираните гнайси ( $2.62-2.65 \text{ g/cm}^3$ ), по-висока е плътността на биотитовите гнайси ( $2.66-2.68 \text{ g/cm}^3$ ) и най-висока - на амфиболовите гнайси ( $2.69-2.81 \text{ g/cm}^3$ ). Гранитоидите се характеризират със сравнително занижени стойности на плътността, която е в границите на  $2.58-2.66 \text{ g/cm}^3$ . Седиментните скали, които изграждат грабеновите структури имат понижена плътност -  $2.35-2.53 \text{ g/cm}^3$ .

От разкритите петрографски видове скали гнайсите, гранитоидите и седиментните скали са немагнитни. Плиоценските вулканити, представени от трахоандезити и жилообразни тела от андезити имат повишена магнитна възприемчивост, която достига до  $n.10^{-3} \text{ SI}$ .

#### ХАРАКТЕРИСТИКА НА ГРАВИТАЦИОННОТО ПОЛЕ И ВРЪЗКАТА МУ С ГЕОЛОЖКИЯ СТРОЕЖ

Наблюдаваното гравитационното поле за изследваната територия се характеризира с отрицателен фон (фиг.1). Изследваният Беласишко-Огражденски блок се ограничава от два много добре изявени гравитационни прехода.

На изток той граничи със Струмския А-А гравитационен преход, който трасира западния борд на Струмската рифтогенна структура. Преходът има посока около  $145^\circ$  и стабилен хоризонтален градиент от  $8-10 \text{ mGal/km}$  по цялата си дължина от около 30 км.

На север блокът се ограничава от Брезнишкия гравитационен преход В-В, който е напречен на Струмския. Наблюдаваното гравитационно поле нараства на юг от Брезнишкия гравитационен преход с около  $30 \text{ mGal}$  до две отворени към Гърция аномалии.

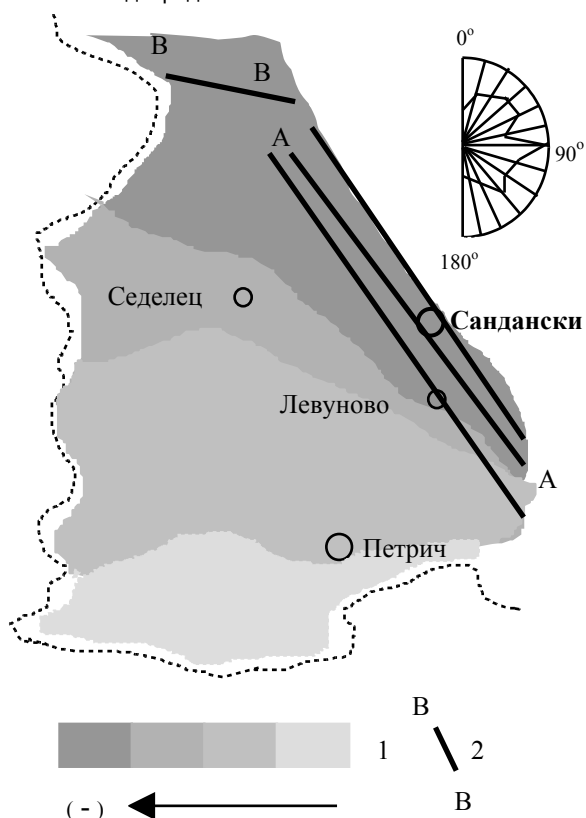
Построената роза-диаграма на разпределението на полето (без обхвата на Струмския и Брезнишкия гравитационни преходи) показва три основни направления субекваториално, североизточно с посока  $40-60^\circ$  и югоизточно с посока  $145^\circ$  (фиг.1). Тези три посоки добре се съгласуват с представите за развитието по периферията на рифтогенните структури на надлъжни и напречни разломни деформации.

Регионалната характеристика на гравитационното поле се анализира по аналитичните продължения в горното полупространство на височина  $H = 3 \text{ km}$  и  $H = 10 \text{ km}$  и аритметичното осредняване с радиус  $R = 15 \text{ km}$ .

Регионалните полета отразяват дълбочинния строеж под около 10 км (аналитично продължение в горното полупространство на височина 10 км), под около 7 км (аритметично усредняване с радиус 15 км) и под около 3 км (аналитично продължение в горното полупространство на височина 3 км).

Регионалният фон на Беласишко-Огражденския блок на територията на България се представя от отрицателно

гравитационно поле, което обхваща периферните участъци на гравитационните преходи, ограничаващи Рило-Западнородопския мегаблок.



Фигура 1. Обобщена схема на разпределението на наблюдаваното гравитационно поле с елементи на регионалните полета и роза-диаграма на ориентация на изолиниите за наблюдаваното поле

1 - зонирание разпределението на полето - стрелката сочи нарастване на отрицателния интензитет

2 - оси на регионални гравитационни преходи:

A-A - Струмски регионален гравитационен преход, картиран за дълбочинните интервали съответно от изток на запад: под около 10 км, под около 5 км и под около 3 км

B-B - Брежнишки регионален гравитационен преход

Върху обобщената регионална схема (фиг.1) блокът се ограничава на изток от Струмския гравитационен преход A-A, който трасира Струмската разломна зона. Този регионален гравитационен преход с дължина около 30 км се трасира много добре по всички регионални полета. По осредненото поле той се характеризира с хоризонтален градиент 2 mGal/км и ширина около 6 км. Анализът на проявлението на прехода върху регионалните карти, които отразяват дълбочинния интервал 3-10 км показва наклон на запад под ъгъл 70-80°.

На север Беласишко-Огражденският блок се ограничава от Брежнишкия гравитационен преход B-B, който е почти напречен на Струмския.

Регионалното гравитационно поле за изследваната територия се характеризира с нарастване на силата на тежестта на юг от Брежнишкия гравитационен преход. Това

е свързано с намаляване на дълбочината до регионалната плътностна граница, представена от повърхността на Мохо.

Локални деформации на полето извяват структурно-тектонските нееднородности на блока.

Локалните характеристики на полето се анализират въз основа на остатъчните полета на регионалните трансформанти и вариационните аномалии с радиус на осредняване  $R = 5$  км.

Остатъчните аномалии от аналитичното продължение в горното полупространство на височина 10 км (фиг.2) показват на отрицателен фон диференцираните по плътност среди до дълбочина около 10 км.

Струмският A-A и Брежнишкият B-B гравитационни преходи еднозначно картират дълбоко заложените разломни зони. Стойностно полето нараства на юг с около 22 mGal. На този фон се регистрират редица относително позитивни и негативни аномалии.

Позитивна аномалия 1 се разполага в централната част на площта. Тя е отворена на запад и картира маси с повишена плътност. В югоизточната част на изследваната територия се регистрира позитивната аномалия 2, която остава отворена на юг. Позитивните аномалии 1 и 2 се разполагат по ос, която е почти паралелна на Струмския гравитационен преход. На югозапад от тези аномалии се оформят две по-малки позитивни аномалии 3 и 4.

В най-югозападната част на площта се отделя Ключовската негативна аномалия 5, която остава отворена на запад и югозапад и вероятно е свързана с внедряването в гнайсите на гранити с относително понижена плътност.

Локални гравитационни преходи картират проявлението на разломната тектоника.

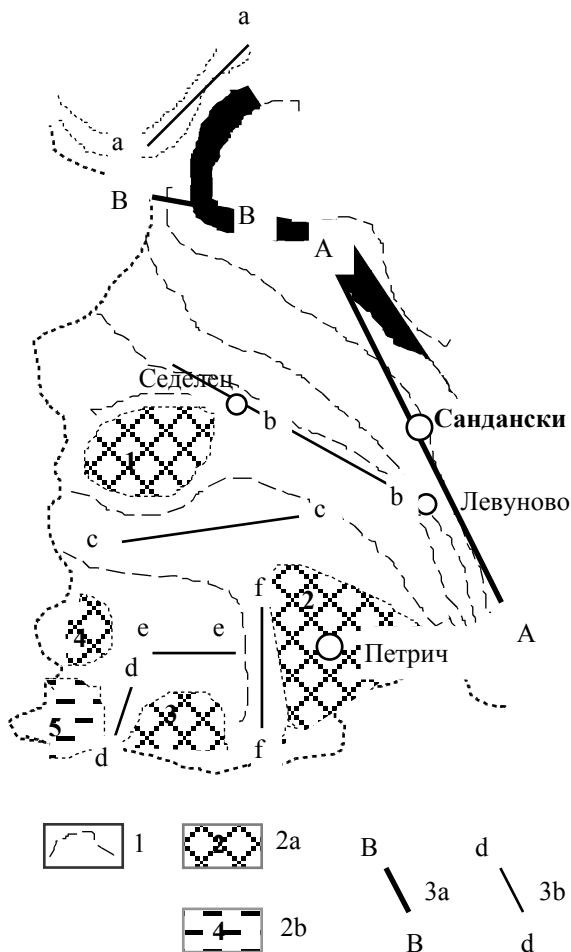
В северната част на площта гравитационният преход а-а трасира Брежанския разлом.

При Левуново, на северозапад от регионалния Струмски гравитационен преход A-A се оформя гравитационният преход от по-нисък порядък b-b. Той достига до Седелец и трасира Лебнишкия разлом.

Южноогражденският гравитационен преход с-с е с посока около 80° и разделя централната аномалия 1 от южните 2, 3 и 4. Този преход, който е от по-нисък порядък спрямо Струмския, картира разлом, почти напречен на рифта. Той разделя Беласишко-Огражденския блок на две части - северна и южна.

Петричкият гравитационен преход f-f трасира разлом, който разделя двете южни позитивни зони. Локалните гравитационни преходи d-d и e-e детайлизират вътрешното разломяване на югозападния блок на две части - позитивни аномалии 3 и 4.

Обобщеният анализ на разпределението на остатъчното поле от аналитичното продължение в горното полупространство на височина  $H = 10$  км дава основание да се смята, че в дълбочинния интервал до около 10 км разломите и блоковото разчленяване на Беласишко-Огражденския блок са свързани с процесите на Струмската рифтогенна структура. Напречните Лебнишки b-b и Южноогражденски с-с и диагоналният Петрички f-f разломи формират основното вътрешно-блоково разломяване на изследваната територия.



Фигура 2. Схема на разпределението на остатъчното гравитационно поле от аналитичното продължение в горното полупространство на височина  $H = 10$  км  
 1 - изолинии на полето (отрицателни)  
 2 - относителни аномалии на полето -  
 2a - позитивни  
 2b - негативни  
 3 - оси на гравитационни преходи -  
 3a - регионални  
 3b - локални

Схема на остатъчното поле от аналитичното продължение в горното полупространство на височина  $H = 3$  км е показана на фиг.3. То отразява разпределението на плътностните маси за дълбочина до около 3 км.

Струмският гравитационен преход се регистрира много добре и е отместен на 2-2,5 км на запад спрямо остатъчното поле от аналитичното продължение на 10 км.

Преходът върху тази карта трасира западната граница на Струмската разломна зона - Огражденският разлом (Zagorchev, 1992).

Брезнишкият гравитационен преход не намира ясно проявление, а само деформира разпределението на полето. Това показва, че на сравнително малки дълбочини разломът, трасиран от този преход, намира по-слабо проявление като плътностна нееднородност.

Върху схемата много добре се изявява Лебнишкият гравитационен преход b-b. Убедително се трасира и Южноогражденския гравитационен преход с-с, който отделя добре оформена негативна аномалия 6, която вероятно картира гранитно ядро.

В южния блок пространственото разпределение на плътностните маси за разглежданите дълбочини до 3 км е доста модифицирано. Оформя се обща позитивна зона с два локални максимума - 7 и 8. Тази зона на юг се ограничава от Струмешнишкия гравитационен преход e-e, който картира разлом с дълбочина на залягане около 3-4 км.

В най-югозападната част на изследваната територия, Ключовската негативна аномалия 5 има по-голям обхват за тези по-малки дълбочини.

Допълнителна информация за разпределението на плътностните маси в приповърхностния геоложки разрез се получава от картата на вариационните аномалии с радиус на осредняване  $R = 5$  км (фиг.4).

Тази трансформанта отразява доминиращото влияние на плътностно-геоложкия разрез на дълбочина до около  $(0.6 - 0.7)R$ , което съответства на дълбочина до около 3-4 км. Тя, обаче, ретушира регионалния фон в по-голяма степен спрямо остатъчните полета от аналитичното продължение в горното полупространство. Така се засилва влиянието на приповърхностното разпределение на средите с различна плътност.

Схемата на вариационните аномалии обособява добре оформени аномални зони.

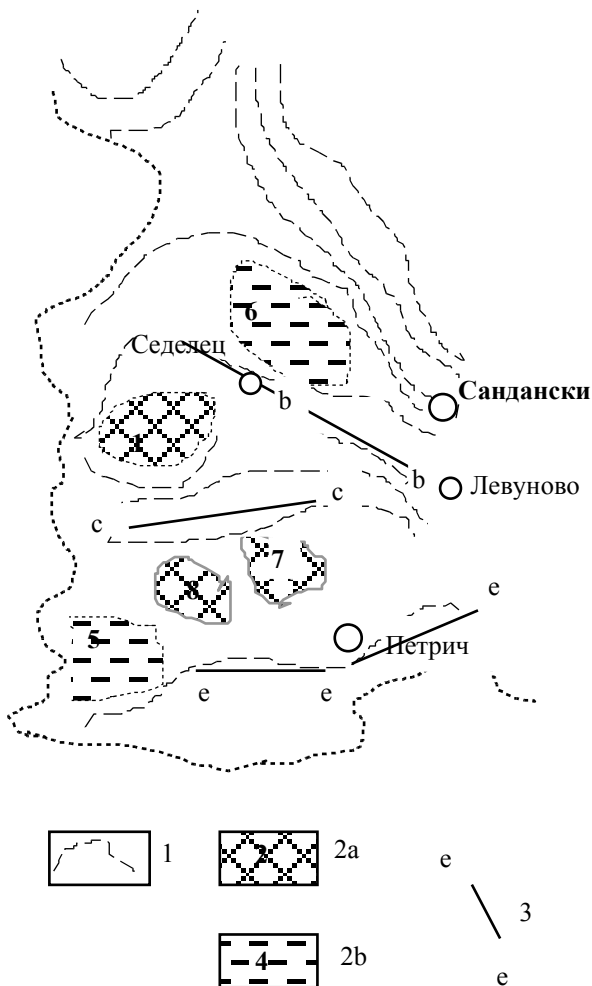
Нулева изолиния ограничава Беласишко-Огражденския блок от изток. Тази линия трасира Струмския (Огражденския) гравитационен преход.

Обширната Огражденско-Малашевска зона 17 е с отрицателни стойности на полето и остава отворена на запад. Тя картира приповърхностни образувания с понижена плътност.

Негативната почти изометрична локална аномалия 6 намира много добро проявление и на тази схема. На юг от нея се разполага Игралешката негативна аномалия 13, а на запад - Никудинската негативна аномалия 12. Те картират съответно Игралешкия и Никудинския плутони (Игнатовски, 1969а; Игнатовски, 1969б).

Върху отрицателен фон в източната част на площта се отделят положителните аномалии 9 и 16 - на изток, и 10 и 11 - на запад. Тези аномалии отразяват проявлението на метаморфити с по-голяма дебелина.

Обобщено може да се отбележи, че върху тази схема аномалиите в източната и централната част на изследваната територия оформят редуване на зони с повишена и понижена плътност и ориентация близка до тази на Струмския гравитационен преход.

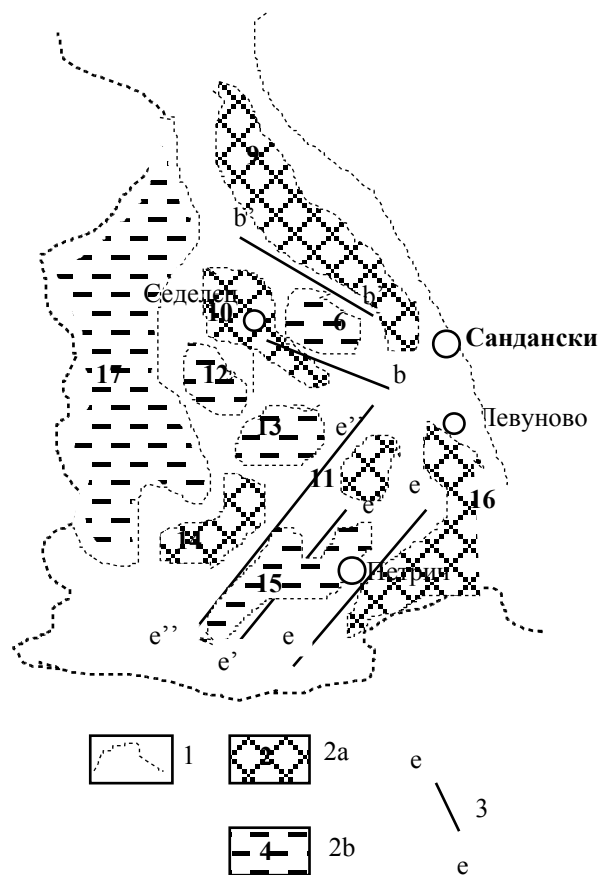


Фигура 3. Схема на разпределението на остатъчното гравитационно поле от аналитичното продължение в горното полупространство на височина  $H = 3$  км  
 1 - изолинии на полето (отрицателни)  
 2 - относителни аномалии на полето –  
 2a - позитивни  
 2b - негативни  
 3 - оси на локални гравитационни преходи

В южната част на площта се оформя много добре изразено Струмешнишката отрицателна аномалия 15. В нея се обособяват два локални минимума - западен и източен. Тази аномалия картира Струмешнишкия грабен.

В югозападния участък на изследваната територия се очертава положителната аномалия 14, която има югозапад-североизточна посока и се свързва с повишена дебелина на гнайсите.

Върху анализиранията схема се регистрират и няколко локални градиентни прехода. В северната част най-добро проявление намира Лебнишкият b-b и Цапаревският b'-b' гравитационни преходи с посока около  $135^\circ$ . Те трасират разломи от Лебнишката система. На юг градиентните зони e-e, e'-e' и e''-e'' отразяват проявлението на разломи от Струмешнишката система.



Фигура 4. Схема на разпределението на вариационните аномалии на гравитационното поле при радиус на осредняване  $R = 5$  км  
 1 - изолинии на полето, които оконтурват вариационните аномалии  
 2 - аномалии на полето –  
 2a - позитивни  
 2b - негативни  
 3 - оси на локални гравитационни преходи

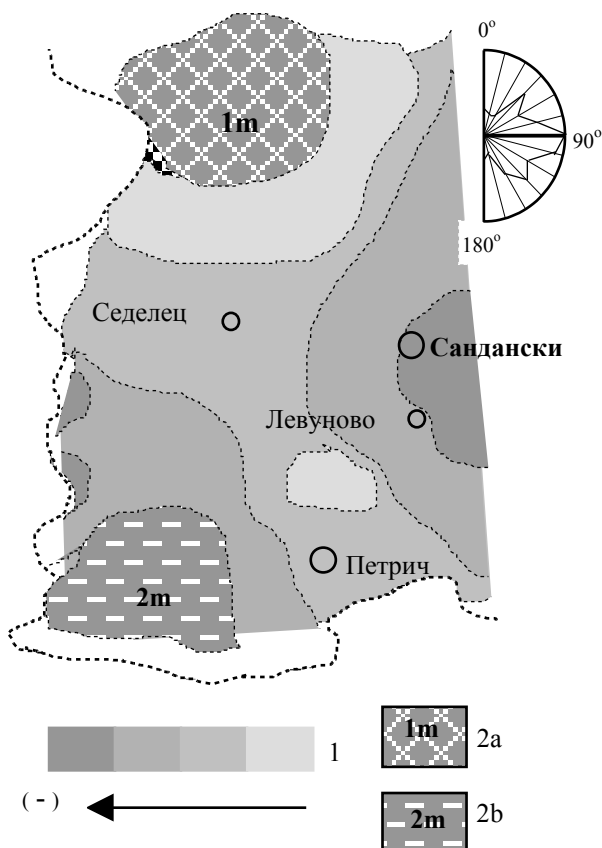
Обобщеният анализ на регионалните гравитационни полета (фиг.1) и локалните трансформанти (фиг.2, фиг.3 и фиг.4) показва, че те много добре диференцират дълбочинния и приповърхностния геоложки разрез на Беласишко-Огражденския блок.

#### ХАРАКТЕРИСТИКА НА ГЕОМАГНИТНОТО ПОЛЕ

Наблюдаваното геомагнитно поле за изследваната територия се характеризира с отрицателен фон от -100 до -150 nT (фиг.5). Върху този фон се оформят две аномалии.

В северната част на изследваната територия се обособява добре оформена позитивна аномалия 1m. По местоположение тя добре се корелира с Брезнишката разломна зона В-В (фиг.1). Вероятно по тази зона са се внедрили скали с повишена магнитна възприемчивост.

В югозападната част на схемата се оформя отрицателна аномалия 2m с интензитет над -300 nT. Тя остава отворена на юг. Тази аномалия добре се съгласува с Ключовската негативна аномалия 5 на локалните гравитационни трансформанти (фиг.2 и фиг.3). Тя картира внедрени гранити с относително ниска магнитна възприемчивост в сравнение с неогенските вулкани на Струмешнишкия грабен.



Фигура 5. Обобщена схема на разпределението на наблюдаваното магнитно поле с елементи на регионалните полета и роза-диаграма на ориентация на изолините

- 1 - зонирание разпределението на полето - стрелката сочи нарастване на отрицателния интензитет
- 2 - аномалии на полето –
  - 2a - положителна
  - 2b - отрицателна

Върху построената роза-диаграма на разпределението на изолините на магнитното поле доминира субекваториалната посока (90-110°) и по-слабо се проявяват югоизточната (около 135°) и североизточната (около 45°).

#### ОСНОВНИ ЕЛЕМЕНТИ НА ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧНИЯ СТРОЕЖ НА БЕЛАСИШКО-ОГРАЖДЕНСКИЯ БЛОК

Съвкупното систематизиране на основните характеристики на изследваните геофизични полета показва сложна взаимовръзка между дълбочинната разломно-блокова тектоника на Беласишко-Огражденския блок и приповърхностното разпределение на плътностните разновидности. Това обуславя целесъобразността от представянето на две обобщени схеми на геолого-геофизичния строеж на изследваната територия.

Схемата, отразяваща основните елементи на разломно-блоковата тектоника с доминиращо проявление в дълбочинния интервал 3-10 км е представена на фиг.6, а схемата, отразяваща основните елементи на приповърхностния геолого-геофизичен разрез до дълбочина около 3 км - на фиг.7.

Анализът на геофизичните полета на изследваната част от Сръбско-Македонския масив показва в общи линии добро покритие на установените аномалии и преходи с основните геоложки структури, описани в района.

Струмският А-А гравитационен преход трасира дълбоко заложената Струмска разломна зона. Той ограничава Беласишко-Огражденския блок на изток.

На относително по-малки дълбочини Струмският гравитационен преход маркира Огражденския разлом (Zagorchev, 1992), като западно ограничение на Струмската разломна зона. Преходът е ориентиран ССЗ-ЮЮИ под ъгъл около 150°.

По данните от интерпретацията е показано, че за по-големите дълбочини той се измества на запад, което потвърждава схващането за ротация на разломите от Струмската разломна зона през Понт-Плиоцен (Zagorchev, 1992).

Брезнишкият гравитационен преход В-В трасира дълбоко заложен разлом и ограничава Беласишко-Огражденския блок от север. По разлома вероятно са се внедрили скали с повишена магнитна възприемчивост, които се картират с много добре изразена позитивна магнитна аномалия.

Левнишкият гравитационен преход b-b има посока СЗ-ЮИ (около 300°) и много добре се следи от с.Седелец до пресичането със Струмския гравитационен преход в района на с. Левуново. Той маркира Левнишката разломна зона (Бояджиев, 1971) - продължение на втория южен клон на Сасо-Тораничката разломна зона (с посока около 330°).

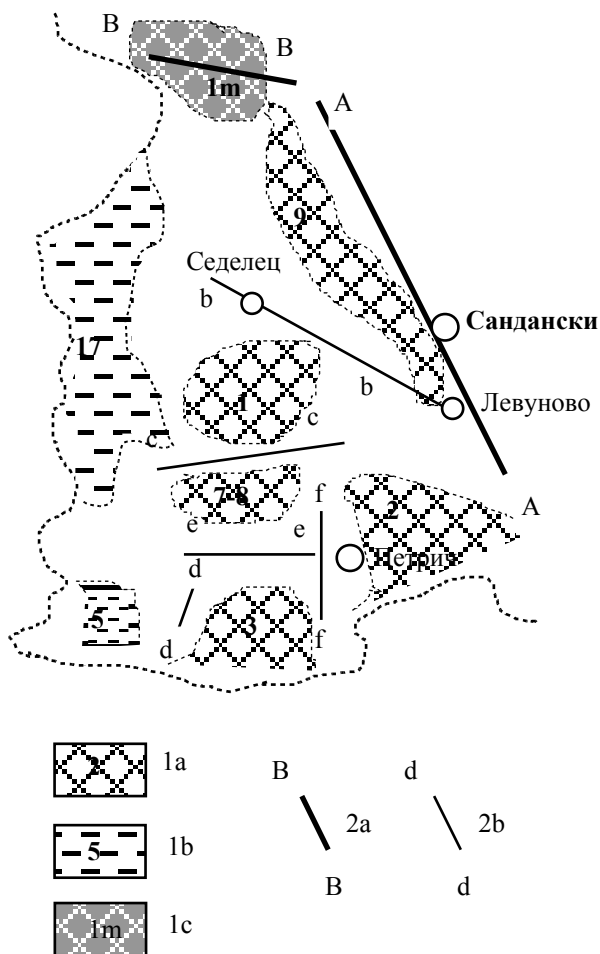
Напречно на Струмската разломна зона, Южноогражденският гравитационен преход с-с трасира разлом, който отделя централния блок 1 от южните.

В най-южната част на територията Коларовският d-d и Петричкият f-f гравитационни преходи картират едноименни разломи (Игнатовски, 1968) и отделят блокова структура, представена от две позитивни аномалии - 2 и 3.

Северноигралишката и Ключовската негативни аномалии 5 и 6 картират гранитни плутони, внедрени в метаморфитите.

Подгорският гравитационен преход е-е трасира Подгорския разлом (Игнатовски, 1968; Zagorchev, 1992) и отделя блокова структура с две локални амплитуди - 7 и 8.

Върху схемата, отразяваща основните елементи на приповърхностния геолого-геофизичен разрез до дълбочина около 3 км, се наблюдава силно изразено диференциране по плътност (фиг.7).

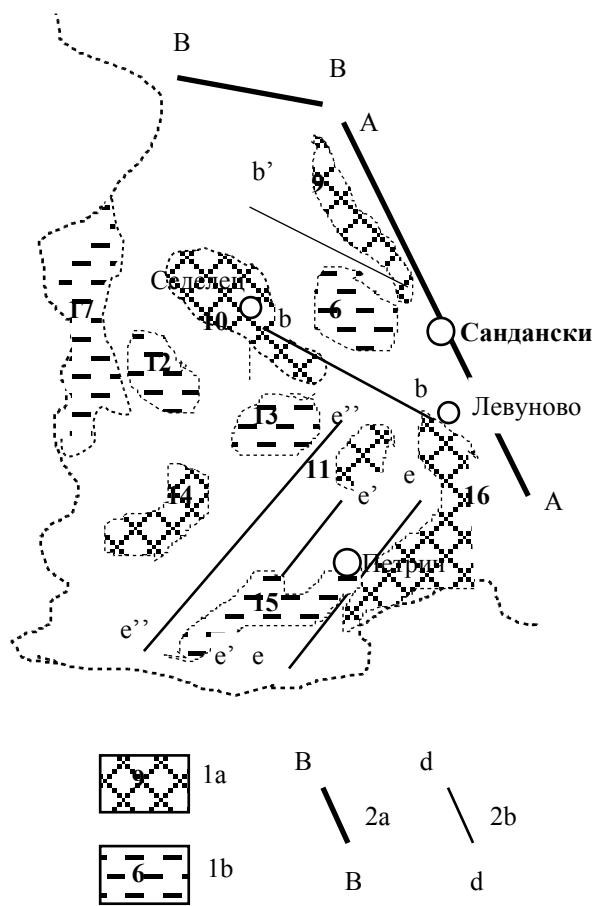


Фигура 6. Обобщена схема на основните елементи на разломно-блоковата тектоника на Беласишко-Огражденския блок, отразяваща доминиращото проявление на дълбочинния интервал 3 – 10 км  
1 - структури, картирани с геофизични аномалии:  
1a - позитивни гравитационни аномалии;  
1b - негативни гравитационни аномалии;  
1c - положителна магнитна аномалия;  
2 - гравитационни преходи, които картират разломни структури:  
2a - регионални гравитационни преходи с проявление до 15 км и повече;  
2b - гравитационни преходи с проявление в дълбочинния интервал 3-10 км

Позитивните зони 9, 10, 11, 14 и 16 отделят участъците с доминиращо влияние на гнайсите с голяма дебелина и относително повишена плътност.

Игралишката негативна аномалия 13, Никудинската 12 и заложената на по-голяма дълбочина негативна аномалия 6 картират плутони, изградени от гранитоиди с относителни ниска плътност.

Струмешнишката отрицателна аномалия 15 картира най-големите дебелини на седиментните разуплътнени скали, които запълват Струмешнишкия грабен.



Фигура 7. Схема на основните елементи на приповърхностния геолого-геофизичен строеж на Беласишко-Огражденския блок по комплексни геофизични данни, отразяващи доминиращото проявление на дълбочинния интервал до около 3 км  
1 - структури, картирани с геофизични аномалии:  
1a - позитивни гравитационни аномалии;  
1b - негативни гравитационни аномалии;  
2 - гравитационни преходи, които картират разломни структури:  
2a - регионални гравитационни преходи с проявление до 15 км и повече;  
2b - гравитационни преходи с проявление в дълбочинния интервал 3-10 км

Градиентните преходи трасират разломи от две основни системи - Лебнишката в северната част на площта с азимут около 135° и Струмешнишката в южната част с азимут около 45°.

Съвместният анализ на двете обобщени схеми показва, че за дълбочинния интервал под 3-5 км (фиг.6) доминиращо е проявлението на разломно-блоковата тектоника, докато за дълбочинния интервал до около 3 км намират по-детайлно отражение приповърхностните разпределения на скалите с различни петрографски и съответно плътностни характеристики.

## ИЗВОДИ

Резултатите от анализа и интерпретацията на геофизичните полета на Беласишко-Огражденския блок потвърждават и разширяват познанията за геолого-геофизичния строеж на тази територия. Съвместният анализ на гравитационните полета (фиг.1, фиг.2, фиг.3 и фиг.4), магнитното поле (фиг.5) и съставните две обобщени схеми (фиг.6 и фиг.7) позволява да се направят някои основни изводи.

- Еднозначно проявление върху всички регионални и локални гравитационни полета намира Струмският гравитационен преход. Характеристиката на прехода върху регионалните карти, които отразяват дълбочинния интервал под 3-10 км показва наклон на трасирания регионален разлом на запад под ъгъл 65-80°. Върху схемите на локалните полета този градиентен преход маркира Огражденския разлом, като западно ограничение на Струмската разломна зона (Zagorchev, I., 1992). По данните от интерпретацията разломът е ориентиран в посока ССЗ-ЮЮИ под ъгъл около 145° и има наклон на запад под ъгъл 70-80°.
- В дълбочинния интервал 3-10 км доминиращо проявление намира разломно-блоковата тектоника. Лебнишкият, Южноогражденският, Подгорският, Коларовският и Петричкият гравитационни преходи оформят блоковото разчленяване на изследваната територия. Северноигралишката и Ключовската негативни аномалии картират относително дълбоко заложили плутони, изградени от гранитоиди.
- Основните характеристики на геофизичните полета в дълбочинния интервал до около 3 км картират приповърхностното разпределение на гранитни плутони, изявиени от Северноигралишката, Игралишката, Никудинската и Ключовската негативни аномалии. Участъците с повишена дебелина на метаморфитите се отделят с позитивни аномалии. Струмешнишкият грабен и главно участъците с повишена дебелина на разуплътнените седиментни скали, които го запълват, се картират много

добре с негативни аномалии. В разглеждания приповърхностен интервал градиентни преходи трасират разломи от две основни системи - Лебнишката и Струмешнишката.

- От анализа на елементите на геолого-геофизичния строеж на Беласишко-Огражденския блок следва, че този блок се обработва под непосредственото въздействие на рифтогенните процеси в регионалната Струмска рифтова структура. Тези процеси и тяхното проявление се изразяват главно в разломни деформации напречно и диагонално на Струмската рифтова система.

## ЛИТЕРАТУРА

- Бояджиев, Ст., 1971. Беласишко-Огражденски блок. - *Тектонски строеж на България*. - *Техника*, София, 52-62.
- Добрев, Т., Иванова, В., Пищалов, Ст., 1978. Методика за разделяне и анализ на гравитационните полета и тяхната връзка с регионалните структури на Родопския масив. - *Годишник на ВМГИ, том 24, свитък 2*, 400-411.
- Добрев, Т., Иванова, В., Пищалов, Ст., Горанова, Р., 1978. Възможности използвания регионалните геофизически данни при тектоническом и металлогеническом изучении Родопского массива. - *23-ти международен геофизически симпозиум, том 1*, 167-174.
- Добрев, Т., Иванова, В., Радков, Ст., 1989. Комплексиране при геофизичните проучвания. - *Техника*, София, 319 с.
- Загорчев, И., 1970а. Към анализа на основните докамбрийски направления в линейността на ЮЗ България. - *Списание на Българското геоложко дружество, брой 31,2*, 147-159.
- Загорчев, И., 1970б. Върху тектонските движения в част от ЮЗ България. - *Извлечение на геоложкия институт, Серия геотектоника, брой 19*, 141-
- Загорчев, И., Динкова, Й., 1991. Обяснителна записка към геоложката карта на България М 1:100 000. Картен лист Петрич с част от Струма и Сидирикон. - *София*, 38 с.
- Игнатовски, П., 1968. Некоторые данные о тектонике болгарской части Беласица планины и Струменицкой долины. - *Извлечение на геоложкия институт, Серия геотектоника, стратиграфия и литология, брой 17*, 169-175.
- Игнатовски, П., 1969а. Структурна рамка на Игралишкия плутон. - *Списание на Българското геоложко дружество, брой 30, 3*, 307-321.
- Игнатовски, П., 1969б. Структурни особености на Игралишкия плутон. - *Извлечение на геоложкия институт, Серия геотектоника, брой 18*, 99-108.
- Zagorchev, I., 1992. Neotectonic development of the Strouma (Kraistid) lineament, Southwestern Bulgaria and Northern Greece. - *Geological Magazine, vol. 129,2*, 197-222.



## ELEMENTS OF THE GEOLOGIC STRUCTURE OF THE BELASITSA-OGRAZH DEN BLOCK ACCORDING TO GEOPHYSICAL DATA

Stefan Dimovski, Sergei Sevdanov

University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", Sofia 1700, Bulgaria, E-mail: dimovski@staff.mgu.bg; sergo@staff.mgu.bg

### SUMMARY

In the territory of Bulgaria, to the Belasitsa-Ograzhdan block as a part of the Serbian-Macedonian block, are related parts of the Belasitsa Mountains, the Ograzhdan Mountains and the Malashevka Planina Mountains. The block is limited to the east by the Strouma fault system, to the north and northeast - by the Kadiytsa-Breznitsa fault zone, to the south - by the Middle-Mesta fault zone which controls the south edge of the Belasitsa horst in Greece. To the west the block continues in Macedonia, where it is bounded by the Sasa-Toranitsa fault zone.

A negative background characterizes the observed gravitational field of the territory under study. The Belasitsa-Ograzhdan block is bounded by two very well pronounced gravity transitions. It is limited to the east by the Strouma gravity transition, tracing the western edge of the Strouma rift structure. This transition is striking S35°E and has a stable horizontal gradient of 8-10 mGal/km along its entire length of about 30 km. The block northern border is the Breznitsa gravity transition B-B, that is almost perpendicular to the Strouma one.

The studied area gravitational field is characterised by a regional trend positive to the south, starting from the Breznitsa gravity transition towards the two opened to Greece anomalies. The presented field distribution rose-diagram (excluding the areas of the Strouma and the Breznitsa gravity transitions) shows three dominant directions: a subequatorial one, one striking N(45°-60°)E and one striking S35°E. These three directions correlate well with the concept of development of longitudinal and transverse fault deformations along the rift structures periphery.

The local field characteristics are analyzed according to the residual fields derived from the regional transforms and according to the variation anomalies compiled from the center-point and ring method of Griffin using a circle of radius R = 5 km.

The observed geomagnetic field of the studied territory is characterised by negative background values within the limits of -100 and -150 nT. On this background two anomalies can be separated. A pronounced positive anomaly is very obvious in the northern part. A negative anomaly is present in the southwestern part of the map. It has an intensity of about -300 nT, and remains opened to the south. The subequatorial direction (90-110°) is predominating on the presented rose-diagram. The two other directions observed are one striking roughly S45°E and one striking roughly N45°E.

The compound analysis and systematization of the studied geophysical fields and other characteristics is the reason for some basic conclusions. The Strouma gravity transition is pronounced without ambiguity in all regional and local gravitational fields. The transition characteristics in the regional maps, which are reflecting the depth interval 3-10 km, are showing that it dips west. In the local fields maps, this gradient zone is tracing the Ograzhdan fault limiting the Strouma fault zone to the west. The fault-block tectonics have predominant influence in the depth interval 3-10 km. The Lebnitsa, the Southern-Ograzhdan, the Podgoritsa, the Kolarovo and the Petrich gravity transitions are forming the block division of the studied territory. The Northern-Igralishte and the Klyuch negative anomalies are mapping relatively deep granitoid plutons. The geophysical fields main characteristics in the depth interval down to about 3 km are mapping the near-surface disposition of plutons, reflected by the Northern-Igralishte, the Igralishte, the Nikoudin and the Klyuch negative anomalies. The areas having increased thickness of the metamorphites are separated by positive anomalies. The Stroumeshnitsa graben and especially the areas having increased thickness of the decompressed sedimentary rocks that are filling it are mapped very well by negative anomalies. In the studied near-surface interval, gradient transitions are tracing faults of two main systems - the Lebnitsa system and the Stroumeshnitsa one. The analysis of the main elements of the geologic-geophysical structure in the Belasitsa-Ograzhdan block is showing that the studied block has been developing under the direct influence of the rift processes in the regional Strouma rift structure. These processes and their performance are reflected mainly in fault deformations transverse and oblique to the Strouma rift system. In the Bulgarian territory the Belasitsa-Ograzhdan block has been developing under the direct influence of the rift processes in the regional Strouma rift structure. These processes and their performance are reflected mainly in fault deformations transverse and oblique to the Strouma rift system, which are successfully mapped by well-pronounced gravity transitions.

### INTRODUCTION

In the territory of Bulgaria, to the Belasitsa-Ograzhdan block as a part of the Serbian-Macedonian block, are related parts of the Belasitsa Mountains, the Ograzhdan Mountains and the Malashevka Planina Mountains (Boyadzhiev, 1971; Ignatovski, 1968; Ignatovski, 1969a; Ignatovski, 1969b; Zagorchev, 1970a; Zagorchev, 1970b; Zagorchev and Dinkova, 1991; Zagorchev, 1992).

The block is limited to the east by the Strouma fault system, to the north and northeast - by the Kadiytsa-Breznitsa fault zone (the Breznitsa fault or the Gradeshnitsa fault), to the south - by the Middle-Mesta fault zone which controls the south edge of the Belasitsa horst in Greece. To the west the block continues in Macedonia, where it is bounded by the Sasa-Toranitsa fault zone.

The Belasitsa-Ograzhdan block is composed mainly by the Archaic structural complex. The Caledonian-Hercynian

intrusive complex has a relatively small participation. During the Upper-Alpine stage, in the Stroumeshnitsa graben and the Strouma graben, respectively in the southern and eastern block flanks, the Neogene-Quaternary substage is superimposed.

The Archaic structural complex builds almost entirely the situated in the Bulgarian territory parts of the Belasitsa Mountains, the Ograzhdan Mountains and the Malashevka Planina Mountains. It is presented by the Archaic metamorphic complex, that is divided into three suites composed mainly by gneisses, granite-gneisses, shales and amphibolites.

The Ograzhdan-Malashevski anticlinorium and the Belasitsa horst are well pronounced in the Precambrian structural plan.

The Ograzhdan-Malashevski anticlinorium has a monoclinial character. It consists of rocks of the Archaic metamorphic complex, among which are intruded the Igralishte pluton and many other smaller granitoid apophyses.

The Belasitsa horst is also a monoclinical block, built by rocks of the Archaic metamorphic complex. Among them are intruded metamorphosed granitoids. The development of stock-wise apophyses of granites of the Southern-Bulgarian type, as well as the presence of small bodies of granitoids of the Pirin type are observed in the northwestern portion of the horst.

The Caledonian-Hercynian intrusive complex is composed by the Southern-Bulgarian granites and the relatively younger Pirin granitoids. The Southern-Bulgarian granites are building the Igralishte pluton and many smaller apophysic bodies situated along the northern border of the Belasitsa horst. The Pirin granites are building some small stock-wise bodies in the northern slope of the Belasitsa Mountains.

Neogene-Quaternary sediments are presenting the Alpine structural stage and fill entirely the Stroumeshnitsa graben and the Strouma graben. They consist of Pliocene deposits (of molasse character) which have a thickness of over 1000 m in the Strouma basin, of Pliocene volcanics (trachyandesites, andesite and dacite vein-bodies, tuffs), and of Quaternary eluvial, alluvial, proluvial and hybrid sediments.

The fault structures in the Belasitsa-Ogralden block are presented by the Lebnitsa fault zone, which has a predominant direction of 330° and by one relatively smaller cross-fault zone having direction of 90-100°, which has the Petrich fault and the Stroumeshnitsa fault as typical members.

The Lebnitsa fault zone is a direct continuation of the southern branch of the Sasso-Toranitsa deep-seated fault zone. Many volcanic bodies and zones of big hydrothermal changes, situated along the northeast flank of the Igralishte pluton, are connected to it.

Between the Ograzhden-Malashevski anticlinorium and the Belasitsa horst is situated the Stroumeshnitsa graben, which is formed during the Upper-Alpine stage and consists of Pliocene-Quaternary sediments.

The performed studies, presented in this report, include a detailed analysis of the gravitational field and its transforms and of the magnetic field, aimed mainly towards determination of the density and magnetic inequalities distribution in the surveyed territory.

The basic rock types building the geological section of the Belasitsa-Ograzhden block are well differentiated with respect to their density (Dobrev, *et al.*, 1989).

The different types of gneisses, which are widely spread in the studied region, have increased density. By the relatively lowest density are characterized the granitized gneisses (2,62-2,65 g/cm<sup>3</sup>), the density of the biotite-gneisses is higher (2,66-2,68 g/cm<sup>3</sup>), and the highest density have the amphibolite-gneisses (2,69-2,81 g/cm<sup>3</sup>). The granitoids are characterized by relatively low density having values within the limits of 2,58-2,66 g/cm<sup>3</sup>. The density of the sedimentary rocks building the graben structures is decreased - 2,35-2,53 g/cm<sup>3</sup>.

The outcropped gneisses, granitoids and sedimentary rocks are non-magnetic. The magnetic susceptibility of the Pliocene

volcanics, presented mainly by trachyandesites and vein-bodies composed of andesite, is increased and has values up to  $n \cdot 10^{-3}$  SI.

#### CHARACTERISTICS OF THE GRAVITATIONAL FIELD AND ITS RELATIONSHIP TO THE GEOLOGIC STRUCTURE

A negative background (Fig.1) characterizes the observed gravitational field of the territory under study.

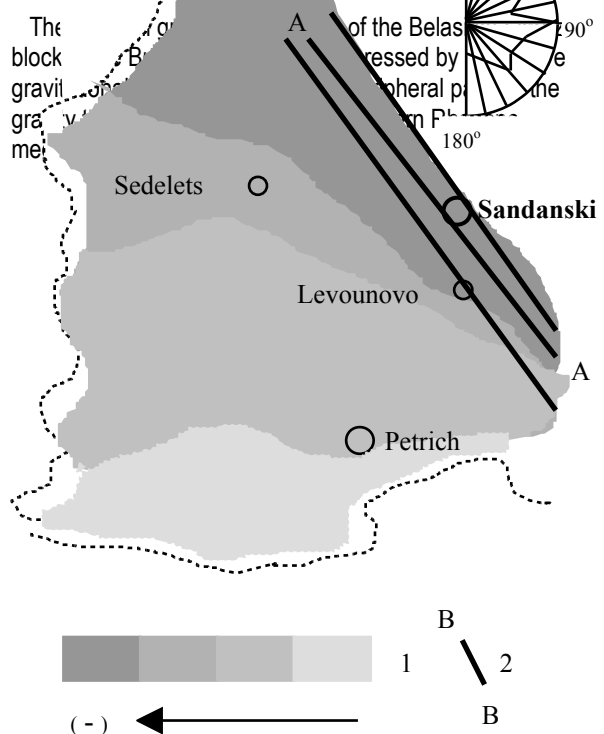
The studied Belasitsa-Ograzhden block is bounded by two very well pronounced gravity transitions.

It is limited to the east by the Strouma gravity transition A-A, tracing the western edge of the Strouma rift structure. This transition is striking S35°E and has a stable horizontal gradient of 8-10 mGal/km along its entire length of about 30 km. The northern border of the Belasitsa-Ograzhden block is the Breznitsa gravity transition B-B, that is almost perpendicular to the Strouma one.

The studied area gravitational field is characterised by a regional trend positive to the south, starting from the Breznitsa gravity transition towards the two opened to Greece anomalies. The presented field distribution rose-diagram (excluding the areas of the Strouma and the Breznitsa gravity transitions) shows three dominant directions: a subequatorial one, one striking N(45°-60°)E and one striking S35°E (Fig.1). These three directions correlate well with the concept of development of longitudinal and transverse fault deformations along the rift structures periphery.

The gravitational field regional characteristics are analyzed according to the upward continuations at height  $H = 3$  km and  $H = 10$  km, and according to the average values for circle radius  $R = 15$  km.

The regional fields are reflecting the predominant influence of the depth interval under about 10 km (the upward continuation at height  $H=10$  km), under about 7 km (the average values for circle radius  $R = 15$  km), under about 3 km (the upward conti



The Strouma A-A, and the Breznitsa B-B gravity transitions are mapping without ambiguity the deep-seated fault zones. The field values are increasing to the south with about 22 mGal. Many relative anomalies can be isolated on this background.

The positive anomaly 1 is situated in the central part of the area. It is opened to the west and is mapping rocks having increased density. In the southeastern portion of the studied territory is separated the positive anomaly 2 that remains opened to the south. The positive anomalies 1 and 2 are situated along an axis that is almost parallel to the Strouma gravity transition. Southwest of these anomaly zones, two smaller positive anomalies 3 and 4 are formed.

In the most western part of the area, the Klyuch negative anomaly 5 is located. It remains opened to the west and to the southwest, and most probably is related to the intrusion of granites having relatively lowered density among the gneisses.

Local gravity transitions are mapping the fault tectonics characteristics.

In the northern part of the area, the gravity transition a-a is tracing the Brezhani fault. Next to Levounovo, northwest of the Strouma regional gravity transition A-A, is formed a gravity transition of a lower order b-b. It reaches Sedelets, and is tracing the Lebnitsa fault.

The Southern-Ograzhden gravity transition c-c is striking N80°E and is separating the central anomaly 1 from the southern ones 2, 3 and 4. This transition, compared to the Strouma one, is of a lower order, and is mapping a fault almost transverse to the rift. It divides the Belasitsa-Ograzhden block into two parts – a northern and a southern one.

The Petrich gravity transition f-f is tracing a fault separating the two southern anomalies zones. Gravity transitions of the lowest order – d-d and e-e – are detailing the southwestern block into two parts.

The regional field distribution derived from the regional transform at height  $H = 10$  km indicates that in the depth interval of about 10 km, the faults of the separation of the Belasitsa-Ograzhden block are connected to the processes in the Strouma structure. The transverse faults of Lebnitsa b-b, Southern-Ograzhden c-c, and the oblique Petrich f-f, tracing the main internal block boundaries.

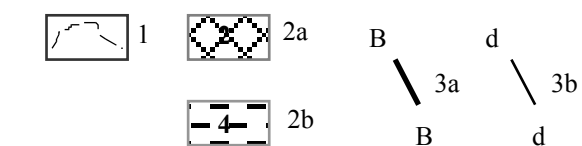
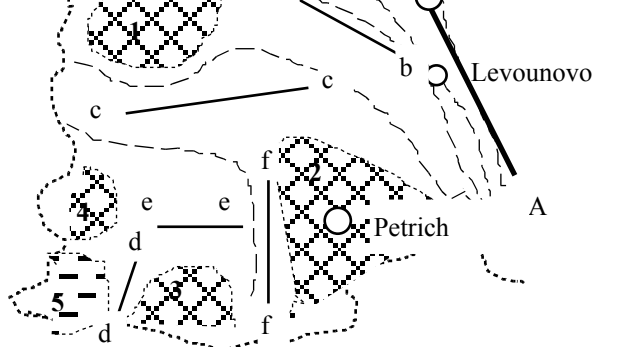


Figure 1. Compound scheme of the observed gravitational field distribution with included elements of the regional fields and a rose-diagram of the field isolines orientation.

1 – field distribution zoning – the arrow shows the direction of increase in the negative intensity;

2 – axes of regional gravity transitions:

A-A - Strouma regional gravity transition mapped at the following depths starting from east to west respectively:  
 under about 10 km,  
 under about 5 km  
 under about 3 km;

B-B – Breznitsa regional gravity transition

The compound regional scheme for the studied block is illustrated in Fig.1. The eastern border is the Strouma gravity transition A-A, that is tracing the Strouma fault zone. This regional gravity transition has a length of about 30 km and stands out boldly on all regional field maps. According to the field of average values for circle radius  $R = 15$  km, it is characterized by a horizontal gradient of 2 mGal/km and a width of about 6 km. The analysis of the transition behavior in regional maps, reflecting depth interval 3-10 km, shows that it dips west about 70-80°.

The northern border of the Belasitsa-Ograzhden block is the Breznitsa gravity transition B-B, that is almost perpendicular to the Strouma one.

The studied area regional gravitational field is characterised by an increase in the gravitational force to the south of the Breznitsa gravity transition. This is a reflection of the depth decrease towards the regional density boundary – the Moho discontinuity.

The local field distortions are due to the structural-tectonic non-uniformity of the studied block.

The local field characteristics are analyzed according to the residual fields derived from the regional transforms and according to the variation anomalies compiled from the center-point and ring method of Griffin using a circle of radius  $R = 5$  km.

The residual anomalies derived from the upward continuation at height  $H = 10$  km (Fig.2) show, on a negative background, the distribution of the differentiated with respect to their density media to a depth of about 10 km.

Figure 2. Scheme of the residual gravitational field distribution, derived from the upward continuation at height  $H = 10$  km

- 1 – field isolines (negative);
- 2 – relative field anomalies:
  - 2a - positive;
  - 2b - negative;
- 3 – axes of gravity transitions:
  - 3a - regional;
  - 3b - local

The residual field derived from the upward continuation at height  $H = 3$  km is illustrated in Fig.3. It reflects the density distribution in the depth interval down to about 3 km.

The Strouma gravity transition A-A is mapped very well, and is moved about 10-2.5 km to the west, in comparison with the residual derived from the upward continuation at height  $H = 10$  km. In this map, the transition is tracing the western border of the Strouma fault – the Ograzhden fault (Zagorchev, 1992).

The Sedelets gravity transition 5 has no distinct presence, but only a small positive anomaly. This fact shows that at small depths this transition has a weaker performance. The well-known Sedelets anomaly on b-b is very obvious in c-c is also negative anomaly maps a granite complex.

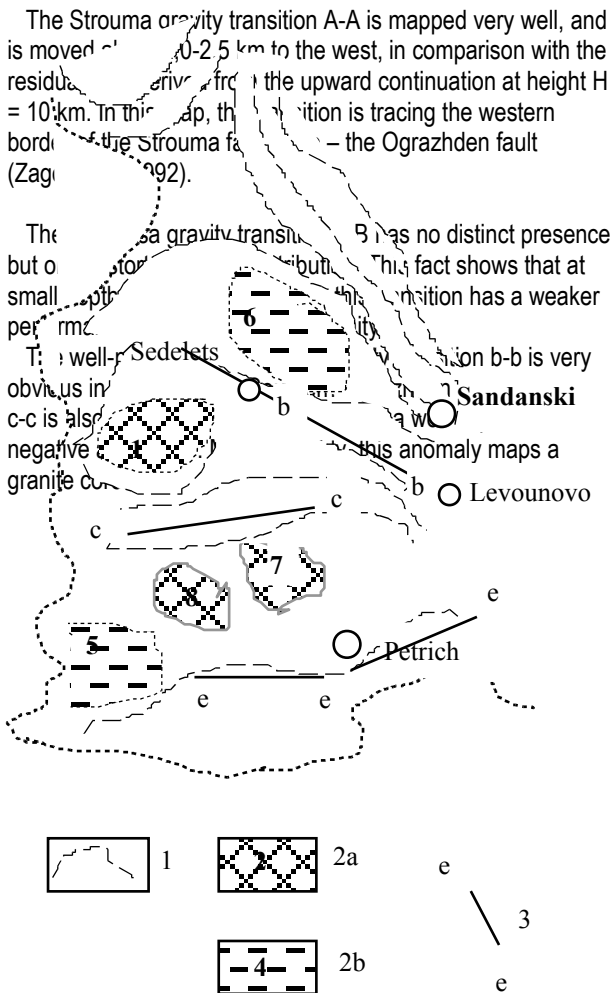


Figure 3. Scheme of the residual gravitational field distribution, derived from the upward continuation at height  $H = 3$  km

- 1 – field isolines (negative);
- 2 – relative field anomalies:
  - 2a - positive;
  - 2b - negative;
- 3 – axes of local gravity transitions

In the southern block, the density distribution at the studied depths down to about 3 km is quite modified. A common positive zone, which has two maximums – 7 and 8, is formed. To the south it is limited by the Stroumeshnitsa gravity transition e-e. This transition is mapping well a fault situated at a depth of about 3-4 km.

In the most southwestern part of the territory, the Klyuch negative anomaly 5 is broader and larger at these shallower depths.

Some extra information about the density distribution in the near-surface geologic section can be obtained from the map of the vertical anomalies computed from the center-point and ring method using a circle of radius  $R = 5$  km (Fig.4).

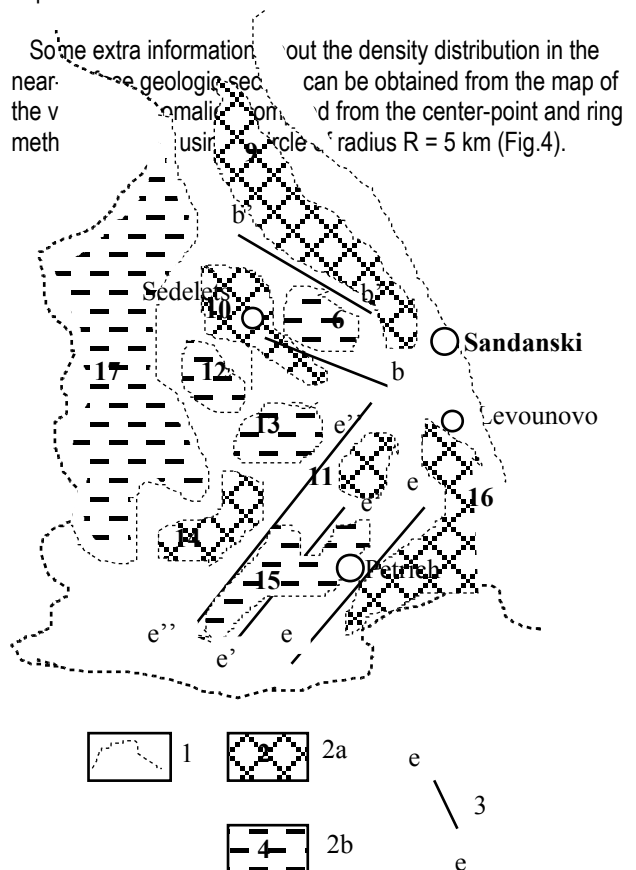


Figure 4. Scheme of the gravitational field variation anomalies distribution, compiled from the center-point and ring method of Griffin using a circle of radius  $R = 5$  km

- 1 – field isolines mapping the variation anomalies;
- 2 – field anomalies:
  - 2a - positive;
  - 2b - negative;
- 3 – axes of local gravity transitions

This transform is reflecting the predominant influence of the density-geologic section at a depth of about  $(0,6-0,7) \cdot R$ , i.e. down to 3-4 km. But it is suppressing in a higher degree the regional background in comparison with the upward continuations residual field. Like this, the influence of the near-surface density distribution is increased.

Well-pronounced anomalies are present on the variation anomaly scheme.

The zero-line on the map is limiting the Belasitsa-Ograzhden block to the west. This line is tracing the Strouma (Ograzhden) gravity transition.

The vast Ograzhden-Malashevskia Planina zone 17 has negative field values and remains opened to the west. It is mapping near-surface formations having lowered density.

The negative, almost isometric, local anomaly 6 is well pronounced in this map as well. South of it is situated the Igralishte negative anomaly 13, and to the west – the Nikoudin negative anomaly 12. They are mapping the Igralishte and the Nikoudin plutons respectively (Ignatovski, 1969a; Ignatovski, 1969b).

In the eastern portion of the area, on a negative background, can be separated the positive anomalies 9 and 16 – to the east, and 10 and 11 – to the west. These anomalies are reflecting the presence of metamorphites having a bigger thickness.

It can be summarized, that in this map, the anomalies in the eastern and central part of the studied territory are creating an alternation of zones having increased and decreased density, and orientation close to the one of the Strouma gravity transition.

The pronounced Stroumeshnitsa negative anomaly 15 is very obvious in the southern part of the area. It has two local minimums – a western and an eastern one. This anomaly is mapping very well the Stroumeshnitsa graben.

A positive anomaly 14, which is striking SE-NW, is located in the southeastern part of the studied territory and is connected with the gneisses increased thickness.

Several local gradient transitions can be isolated in the analyzed map. In the northern part, the Lebnitsa b-b and the Tsaparevo b'-b' gravity transitions are most pronounced. They are striking S45°E and are tracing faults of the Lebnitsa system. To the south, the gradient zones e-e, e'-e' and e''-e'' are reflecting faults of the Stroumeshnitsa system.

The compound analysis of the regional gravitational fields (Fig.1) and the local transforms (Fig.2, Fig.3 and Fig.4) shows that they are differentiating very well the geologic section of the Belasitsa-Ograzhden block with respect to its density characteristics.

### CHARACTERISTICS OF THE GEOMAGNETIC FIELD

The observed geomagnetic field of the studied territory (Fig.5) is characterised by negative background values within the limits of -100 and -150 nT. On this background two anomalies can be separated.

A pronounced positive anomaly 1m is very obvious in the northern part. Its position is correlating well to the Breznitsa fault zone B-B (Fig.1). Most probably along this zone are intruded rocks having increased magnetic susceptibility.

A negative anomaly 2m is present in the southwestern part of the map. It has an intensity of about -300 nT, and remains opened to the south. This anomaly correlates well to the Klyuch negative anomaly 5, pronounced in the local gravity transforms schemes (Fig.2 and Fig.3). It is mapping intruded granites having relatively lower magnetic susceptibility in comparison with the Neogene volcanics of the Stroumeshnitski graben.

The subequatorial direction (90-110°) is predominant on the presented rose diagram. The directions observed are roughly

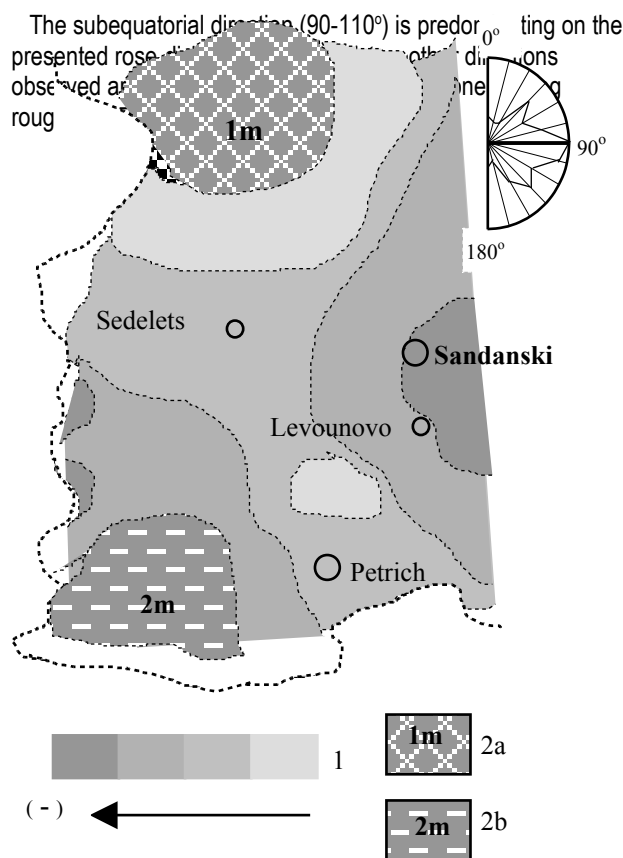


Figure 5. Compound scheme of the observed magnetic field distribution with included elements of the regional fields and a rose-diagram of the field isolines orientation.

- 1 – field distribution zoning – the arrow shows the direction of increase in the negative intensity;
- 2 – field anomalies:
  - 2a - positive;
  - 2b - negative

## Main elements of the geologic-geophysical structure of the Belasitsa-Ograzhden block

The compound systematization of the studied geophysical fields basic characteristics shows a complex interrelation between the deep fault-block tectonics of the Belasitsa-Ograzhden block and the near-surface distribution of rocks having different density. This fact is justifying the development of two compound schemes of the geologic-geophysical structure of the studied territory.

In Fig.6 is illustrated the scheme reflecting the main elements of the fault-block tectonics, dominating in the depth interval 3-10 km, and in Fig.7 - the scheme reflecting the main elements of the near-surface geophysical section, predicted with a thickness of about 3 km.

The correlation of the geophysical fields in the studied part of the Strouma tectonic zone shows generally a good correlation between the established anomalies and transitions and the geologic structures described in the region.

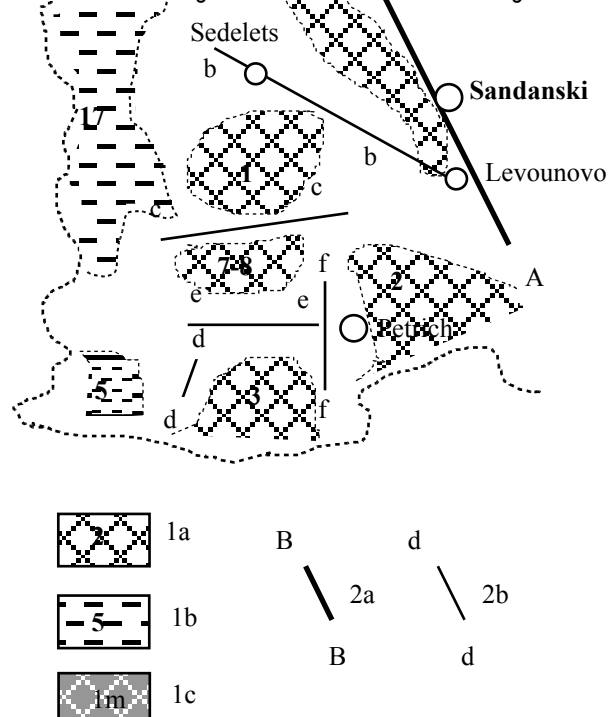


Figure 6. Compound scheme reflecting the main elements of the Belasitsa-Ograzhden fault-block tectonics, dominating in the depth interval 3-10 km

- 1 – structures mapped by geophysical anomalies:
  - 1a – positive gravity anomalies;
  - 1b - negative gravity anomalies;
  - 1c - positive gravity anomaly;
- 2 – gravity transitions tracing fault structures:
  - 2a – regional gravity transitions expressed down to 15 km and more;
  - 2b – gravity transitions expressed in the depth interval 3-10 km

The Strouma gravity transition A-A is tracing the deep-seated Strouma fault zone. It is limiting the Belasitsa-Ograzhden block to the east.

At relatively shallower depths the Strouma gravity transition is mapping the Ograzhden fault (Zagorchev, 1992), as a western border of the Strouma fault zone. The transition is striking S30°E. The interpretation data are showing that at bigger depths it displaces to the west. This fact confirms the concept of rotation in the Strouma zone faults during the Pont-Pliocene (Zagorchev, 1992).

The Breznitsa gravity transition B-B is tracing a deep-seated fault and is bounding the Belasitsa-Ograzhden block to the north. Most probably along the fault were intruded rocks having increased magnetic susceptibility. They are mapped by a very well pronounced positive magnetic anomaly.

The Lebnitsa gravity transition b-b is striking approximately N60°W and is traced very well from the village of Sedelets to its intersection with the Strouma gravity transition near the village of Levounovo. It is mapping the Lebnitsa fault zone (Boyadzhiev, 1971) – a continuation of the Sasa-Toranitsa fault zone second southern branch (striking approximately N30°W).

The Southern-Ograzhden gravity transition c-c is transverse to the Strouma fault zone and is tracing a fault that separates the central block 1 from the southern ones.

In the most southern part of the territory are situated the Kolarovo d-d and the Petrich f-f gravity transitions. They are tracing the Kolarovo and the Petrich faults respectively (Ignatovski, 1968) and are dividing the Belasitsa block structure reflected by two positive anomalies - 2 and 3.

The Northern-Igralishte and the Klyuch negative anomalies 5 and 6 are mapping granite plutons, intruded among metamorphites.

The Podgoritsa gravity transition e-e is mapping the Podgoritsa fault (Ignatovski, 1968; Zagorchev, 1992) and is separating a block structure having two local highs 7 and 8.

In the scheme, reflecting the main elements of the near-surface geologic-geophysical section predominating down to a depth of about 3 km (Fig.7), the studied territory is differentiated very well with respect to the density.

The positive zones 9, 10, 11, 14 and 16 are separating the areas where are dominating gneisses having bigger thickness and relatively higher density.

The Igralishte negative anomaly 13, the Nikoudin one 12 and the negative anomaly 6, caused by a deeper structure, are mapping granitoid plutons having relatively low density.

The Stroumeshnitsa negative anomaly 15 is tracing the biggest thicknesses of the decompressed sedimentary rocks that fill the Stroumeshnitsa graben.

The gradient transitions are mapping faults of two main systems – the Lebnitsa system, situated in the northern part of the area and striking S45°E, and the Stroumeshnitsa one, situated in the southern part and striking N45°E.

Analyzing together the two compound schemes one can see that in the depth interval 3-10 km are predominating the fault-block tectonics main elements, while the near-surface distribution of rocks having different petrography and respectively density characteristics is predominating in the depth interval down to about 3 km.

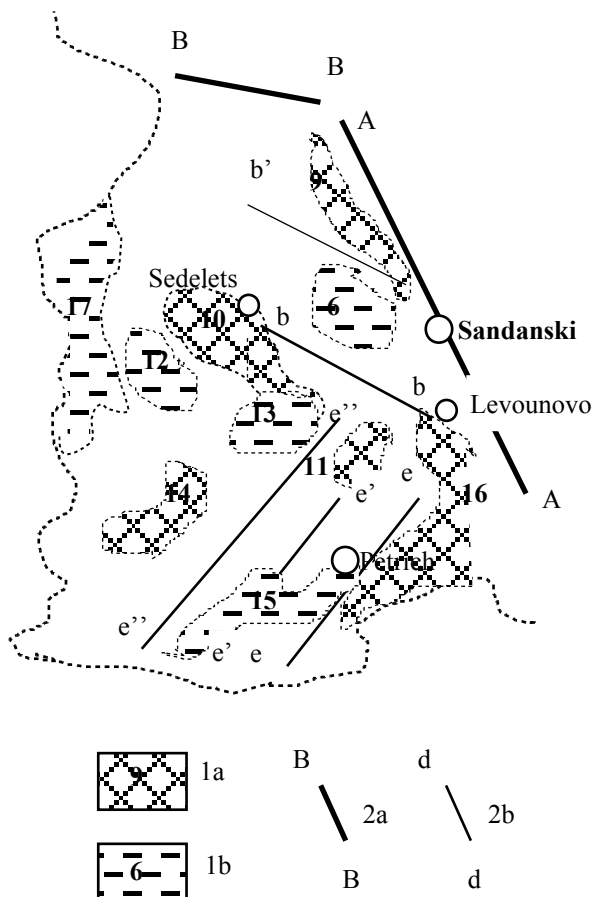


Figure 7. Compound scheme reflecting the main elements of the Belasitsa-Ograzhden near-surface geologic-geophysical section predominating down to a depth of about 3 km

1 – structures mapped by geophysical anomalies:

1a – positive gravity anomalies;

1b – negative gravity anomalies;

2 – gravity transitions tracing fault structures:

2a – regional gravity transitions expressed down to 15 km and more;

2b – gravity transitions expressed in the depth interval 3-10 km

## CONCLUSIONS

The data of the Belasitsa-Ograzhden block geophysical fields analysis and interpretation are confirming and enriching the knowledge of the geologic-geophysical structure in this territory. The compound analysis of the gravitational fields (Fig.1, Fig.2, Fig.3 and Fig.4), the magnetic field (Fig.5) and the developed two compound schemes (Fig.6 and Fig.7) is the reason for the following conclusions:

\*0 The Strouma gravity transition is pronounced without ambiguity in all regional and local gravitational fields. The transition characteristics in the regional maps, which are reflecting the depth interval 3-10 km, are showing that it dips west about 65-80°. In the local fields maps, this gradient zone is tracing the Ograzhden fault limiting the Strouma fault zone to the west (Zagorchev, 1992). It strikes N35°W and dips west about 70-80°.

\*1 The fault-block tectonics have predominant influence in the depth interval 3-10 km. The Lebnitsa, the Southern-Ograzhden, the Podgoritsa, the Kolarovo and the Petrich gravity transitions are forming the block division of the studied territory. The Northern-Igralishte and the Klyuch negative anomalies are mapping relatively deep granitoid plutons.

\*2 The geophysical fields main characteristics in the depth interval down to about 3 km are mapping the near-surface disposition of plutons, reflected by the Northern-Igralishte, the Igralishte, the Nikoudin and the Klyuch negative anomalies. The areas having increased thickness of the metamorphites are separated by positive anomalies. The Stroumeshnitsa graben and especially the areas having increased thickness of the decompressed sedimentary rocks that are filling it are mapped very well by negative anomalies. In the studied near-surface interval, gradient transitions are tracing faults of two main systems - the Lebnitsa system and the Stroumeshnitsa one.

\*3 The analysis of the main elements of the geologic-geophysical structure in the Belasitsa-Ograzhden block is showing that the studied block has been developing under the direct influence of the rift processes in the regional Strouma rift structure. These processes and their performance are reflected mainly in fault deformations transverse and oblique to the Strouma rift system.

## REFERENCES

- Boyadzhiev, St., 1971. The Belasitsa-Ograzhden block. – *Tectonic structure of Bulgaria*. - *Tehnika*, Sofia, 52-62. (in Bulgarian)
- Dobrev, T., Ivanova, V., Pishtalov, St., 1978. Methods for isolation and analysis of gravitational fields and their connection to the regional structures in the Rhodope massif. – *Annual of the Higher Institute of Mining and Geology*, vol. 24, part 2, 400-411. (in Bulgarian)
- Dobrev, T., Ivanova, V., Pishtalov, St., Goranova, R., 1978. Possibilities for application of regional geophysical data in the tectonic and metallogenic surveying of the Rhodope massif. – *23-rd International Geophysical Symposium, Varna*, vol. 1, 167-174. (in Russian)
- Dobrev, T., Ivanova, V., Radkov, R., 1989. Complex geophysical explorations. - *Tehnika*, Sofia, 319 p. (in Bulgarian)
- Ignatovski, P., 1968. Some data of the tectonics in the Bulgarian part of the Belasitsa Mountains and the Stouma valley. - *Annual of the Geological Institute, Series in geotectonics, stratigraphy and lithology*, vol. 17, 169-175. (in Russian)
- Ignatovski, P., 1969a. Structural scheme of the Igralishte pluton. - *Journal of the Bulgarian Geological Society*, vol. 30,3, 307-321. (in Bulgarian)
- Ignatovski, P., 1969b. Structural characteristics of the Igralishte pluton. - *Annual of the Geological Institute, Series in geotectonics*, vol. 18, 99-108. (in Bulgarian)
- Zagorchev, I., 1970a. Analysis of the main Precambrian directions of linearity in Southwestern Bulgaria. - *Journal of the Bulgarian Geological Society*, vol. 31,2, 147-159. (in Bulgarian)
- Zagorchev, I., 1970b. About the tectonic movements in a part of Southwestern Bulgaria. – *Annual of the Geological Institute, Series in geotectonics*, vol. 19, 141-152. (in Bulgarian)
- Zagorchev, I., Dinkova, Y., 1991. Explanatory notes to the geologic map of Bulgaria, Scale 1:100 000. The map of Petrich and parts of Strouma and Sidirikon. - *Sofia*, 38 p. (in Bulgarian)
- Zagorchev, I., 1992. Neotectonic development of the Strouma (Kraistid) lineament, Southwestern Bulgaria and Northern Greece. - *Geological Magazine*, vol. 129,2, 197-222.

*Recommended for publication by Department of Applied Geophysics, Faculty of Geology*