

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ
ГЕОФИЗИЧЕН ИНСТИТУТ

Отделен отпечатък

И. ПЕТКОВ и Г. ГЕОРГИЕВ

ПЪРВОРЕДНАТА ГРАВИМЕТРИЧНА МРЕЖА В БЪЛГАРИЯ

I. PETCOV UND G. GEORGIEV

DAS GRAVIMETRISCHE NETZ I. ORDNUNG IN BULGARIEN

ИЗВЕСТИЯ НА ГЕОФИЗИЧНИЯ ИНСТИТУТ, Т. I

СОФИЯ

ПЪРВОРЕДНАТА ГРАВИМЕТРИЧНА МРЕЖА В БЪЛГАРИЯ

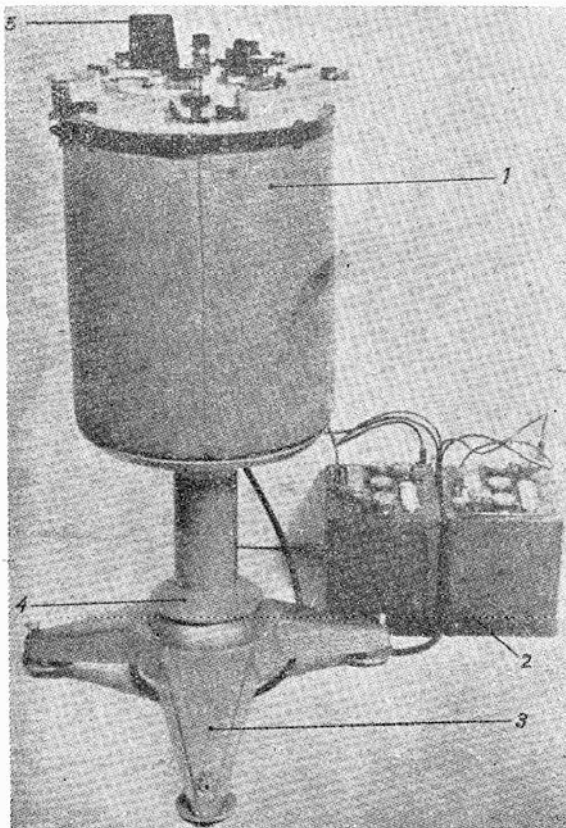
И. Петков, Г. Георгиев

В настоящото съобщение са изложени накратко методиката и резултатите от измерванията за полагането на първоредната гравиметрична мрежа в България.¹

Необходимостта от създаването на първоредна гравиметрична мрежа в нашата страна се наложи от редица стопански и научнотеоретически изисквания както във връзка с решаване на геофизични, така и на геодезични задачи.

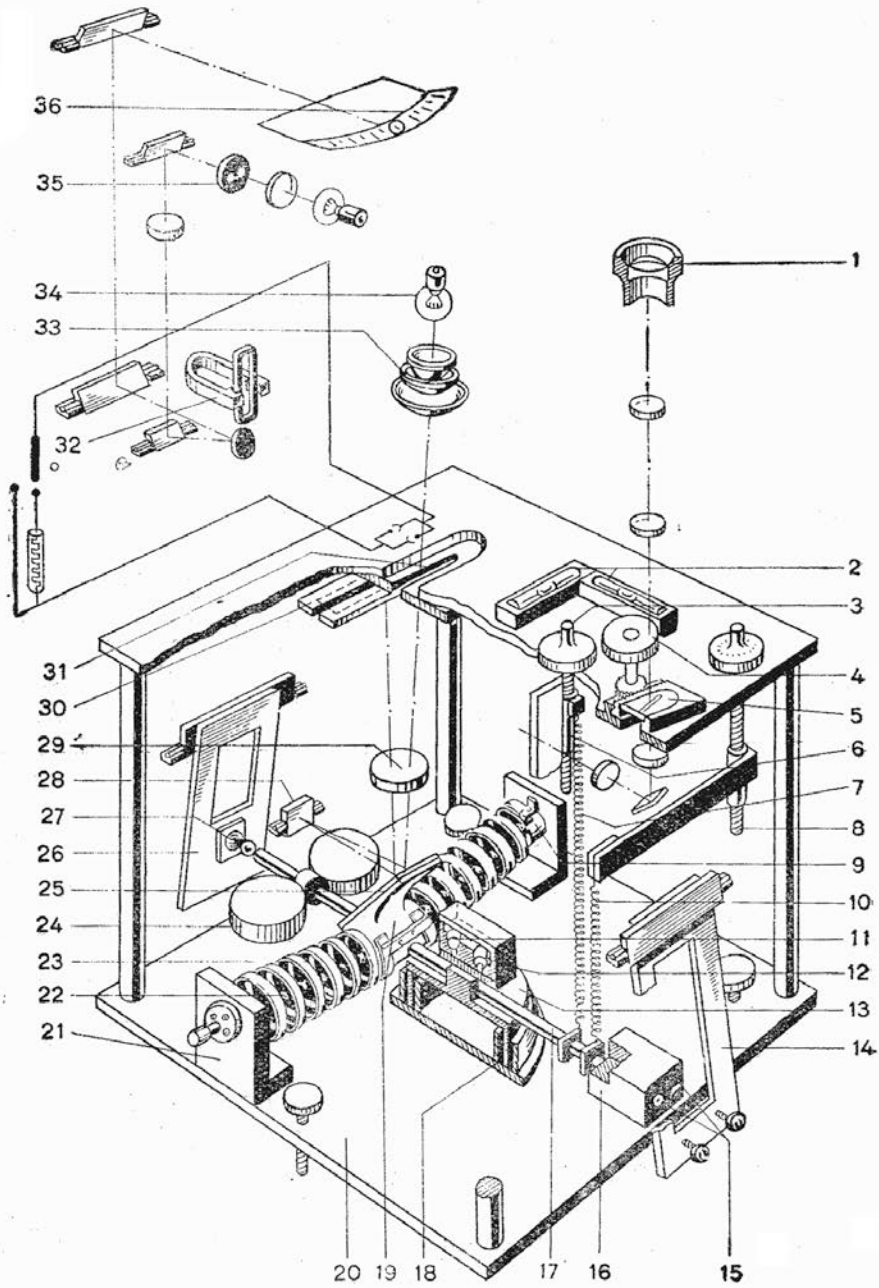
Гравиметричните измервания дават широка възможност за качествено анализиране на разпределението на масите в земната кора.

В този смисъл гравиметричните измервания у нас играят основна роля особено при решаването на тектоноструктурни задачи във връзка с търсенето на нефтоперспективните структури в Северна България. Създаването на първоредната гравиметрична мрежа е необходимо при увързването на отделните райони на страната, в които са извършвани гравиметрични измервания във връзка с разрешаването на казаните по-горе задачи. Тази мрежа ще се използва най-вече при изработването на гравиметричната карта в страната в



Фиг. 1

¹ Полагането на първоредната гравиметрична мрежа в България се извърши от гравиметричния отряд на тематичната геофизична група при геофизичния отдел на Управление за геоложки проучвания с оператор П. Петров. Провеждането на работата стана при най-дейното участие на ВВС при МНО и участието на Централната лаборатория по геодезия при БАН и ВТС при МНО.



Фиг. 2

мащаб 1 : 200 000, която ще подпомогне извънредно много тектоно-структурното райониране у нас, а също така ще допринесе и за разрешаването на задачите на физичната геодезия.

Включването на гравиметричната точка Букурещ в нашата първоредна гравиметрична мрежа ще даде възможност за стабилна връзка с румънските гравиметрични измервания, така необходима за решаване на редица практически задачи от двете страни на Дунав. Това ще допринесе и за отнасяне на нашата гравиметрична снимка към световната гравиметрична система.

Нуждата от първоредна гравиметрична мрежа в нашата страна беше назряла отдавна, но това стана възможно след появяването на високоточните гравиметри, към класата на които се отнася неотдавна полученият у нас гравиметър GS-11 система „Граф-Аскания.“

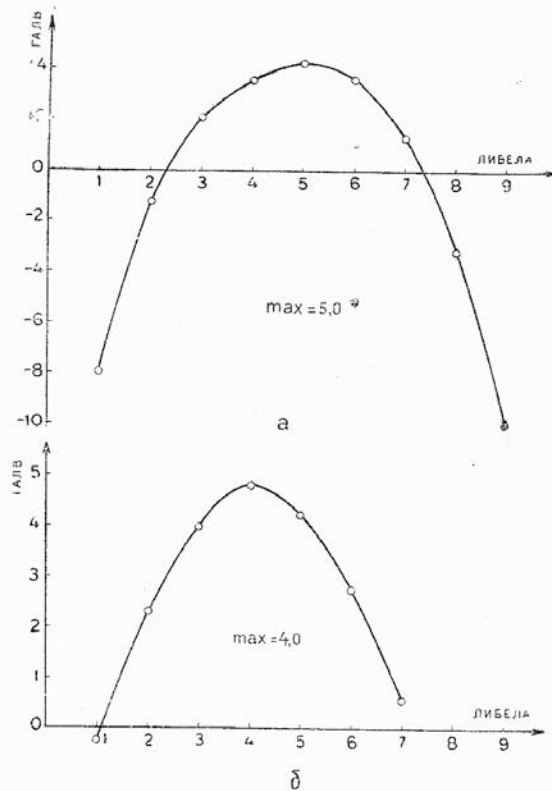
Доколкото този високоточен гравиметър се употреби у нас за пръв път, във връзка с третирания тук въпрос преди излагането на резултатите от измерванията ние ще се спрем накратко върху неговото описание и ще дадем резултатите от лабораторните изследвания, на които той беше подложен, във връзка с изпълнение на поставената задача.

Гравиметърът GS-11 представлява неастизиран статичен гравиметър [1] с конструктивна точност

до $\pm 0,01$ мгал (фиг. 1). Силата на тежестта се уравнива с еластичните сили, появили се при торзията на хоризонтална пружинна система (фиг. 2, т. 23).

Измененията на силата на тежестта се измерват с ъгловите премествания на хоризонтален лост, като измерванията се извършват на принципа на нулевия метод, при който на лоста се действа с вертикална спирална компенсиреща пружина. За нулев индикатор се използва чувствителен галванометър ($5 \cdot 10^{-11}$ А/мм/м), включен във фотоелектрично устройство, действащо линейно в целия директен диапазон на гравиметъра от 800 мгала. Чувствителността на галванометричната система по скалата ѝ достига до 10 деления на 1 мгал.

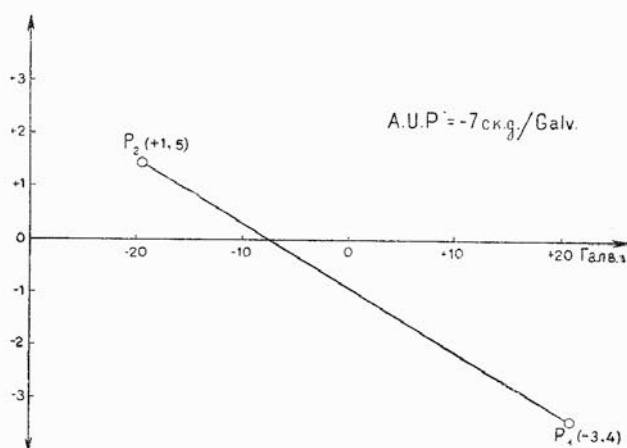
За да се осигури висока точност, чувствителната система се темперира посредством две термостатни устройства с температурни степени 25° , 35° , 40° и 45° с грешка на включване до $0,01^\circ\text{C}$.



Фиг. 3

Добрата температурна изолация на чувствителната система и малкото ѝ еластично последствие осигуряват минимални изменения на нулпункта на системата, както ще видим по-нататък.

Чувствителната система е изолирана от барометрични изменения. Индиректният диапазон на гравиметъра достига до 6000 мгала.



Фиг. 4

Контролът на скалните деления на галванометричната скала и скалата на брояча на гравиметъра става със специално калибриращо устройство. Теглото на гравиметъра със статива е 28,8 кг. Едно измерване трае до 3 минути.

Лабораторните изпитания на гравиметъра се правеха с цел да се определят скалните константи и да се извърши въобще неговото изследване. В резултат от калибровката за скалната константа на гравиметъра се получи стойността 0,0628 мгал

скално деление, а за скалната константа на брояча се получи стойността 6,90 мгала/скално деление/.

Резултатите от изследванията на чувствителността към наклона са дадени на фиг. 3 (а — за първата и б — за втората либела). По абсцисната ос са нанесени деленията на либелите, отнасящи се до левия край на мехурчетата, а по ординатната ос показанията на галванометъра в скални деления. Получава се параболична зависимост с минимална чувствителност към наклона около върха на параболата. За първата либела положението на минималната чувствителност е делението 4, а за втората положението на минималната чувствителност е делението 5. Не е трудно да се види, че като се мине от скални деления за галванометъра в мгали, изменението на показанията вследствие изменението на наклона от $0,5^\circ$ в съседство на минималната чувствителност, е около 0,02 мгала.

На фиг. 4 са дадени графическите резултати от определянето на точката на нечувствителност спрямо напрежението на енергоизточниците (акумулаторите) — А. У. Р. Такава точка се оказва делението — 7 по галванометричната скала.

На фиг. 5 даваме дневния ход на гравиметъра, като полученият график е отнесен към координатната система, чиято абсцисна ос представлява скалата на моментите на наблюдения, а по вертикалната ос са нанесени наблюдаваните стойности в мгали. Получената крива изразява колебание с полупериод около 6 часа и с амплитуда около 0,1 мгала. Безспорно в тази крива са отразени лунното и слънчевото гравитационно влияние.



Фиг. 5

Измерване на гравиметричните разлики

Измерванията на разликите на силата на тежестта се извършиха по системата А-Б-Б-А с гравиметрични рейсове по 27 отсечки, включени в триъгълници. Страните на полигона, ограничаващ гравиметричната мрежа отвън, се измериха по системата А-Б-Б-А-А-Б с цел да се осигурят еднакви (симетрични) тежести в края на всяка отсечка. За да се сведе времето между две последователни измервания до минимум и за да се избягнат сътресения на гравиметъра, той беше транспортиран със самолет.

Поради това, че не можеше да се избягнат специалните изисквания за приземяването на самолета, гравиметричните точки не можаха да се разпределят съвсем равномерно из територията на НР България. Средната дължина на гравиметрична отсечка е около 100 км, като минималната е около 80, а максималната — около 180 км.

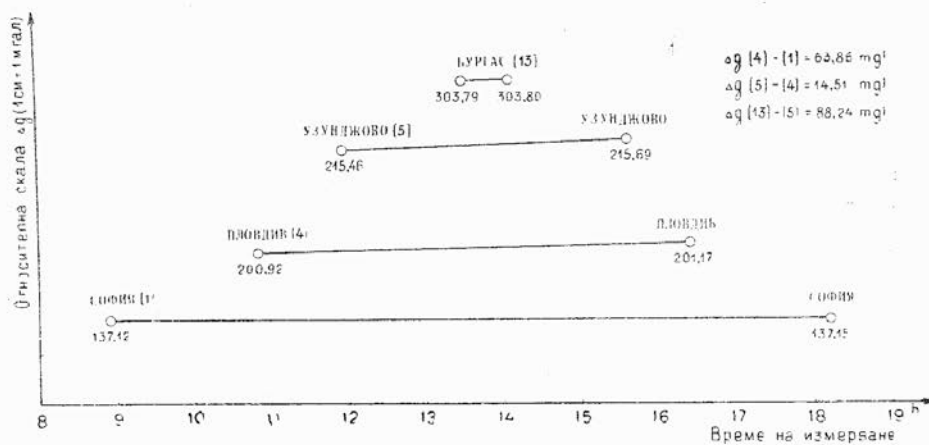
По изложените тук съображения засега остава непокрита част от Югозападна България. Като най-подходящи гравиметрични точки бяха избрани София, Михайловград, Плевен, Пловдив, Узунджово (Хасковско), Стара Загора, Горна Оряховица, Русе, Букурещ, Аксаково (Варненско), Коларовград, Сливен и Бургас.

Приетите схеми за гравиметричното свързване на точките от мрежата гарантират извеждането на разликите Δg от графиците за хода на гравиметъра (вследствие изменението на нулпункта му) [2]. На таблица 1 е даден начинът, по който са изчислени относителните показания на гравиметъра в мгали за дългата гравиметрична верига София—Пловдив—Узунджово—Бургас, а на фиг. 6 са дадени графиците на хода на гравиметъра по същия маршрут, от който са изчислени разликите Δg . Както се вижда от хода на гравиметъра, средното изместване на нулпункта

за един час не превишава 0,07 мгала, а в голям брой от измерванията ходът е почти 0 мгала/час. Тази стабилност е характерна за гравиметъра GS-11 при внимателно транспортиране и избягване на механически сътресения.

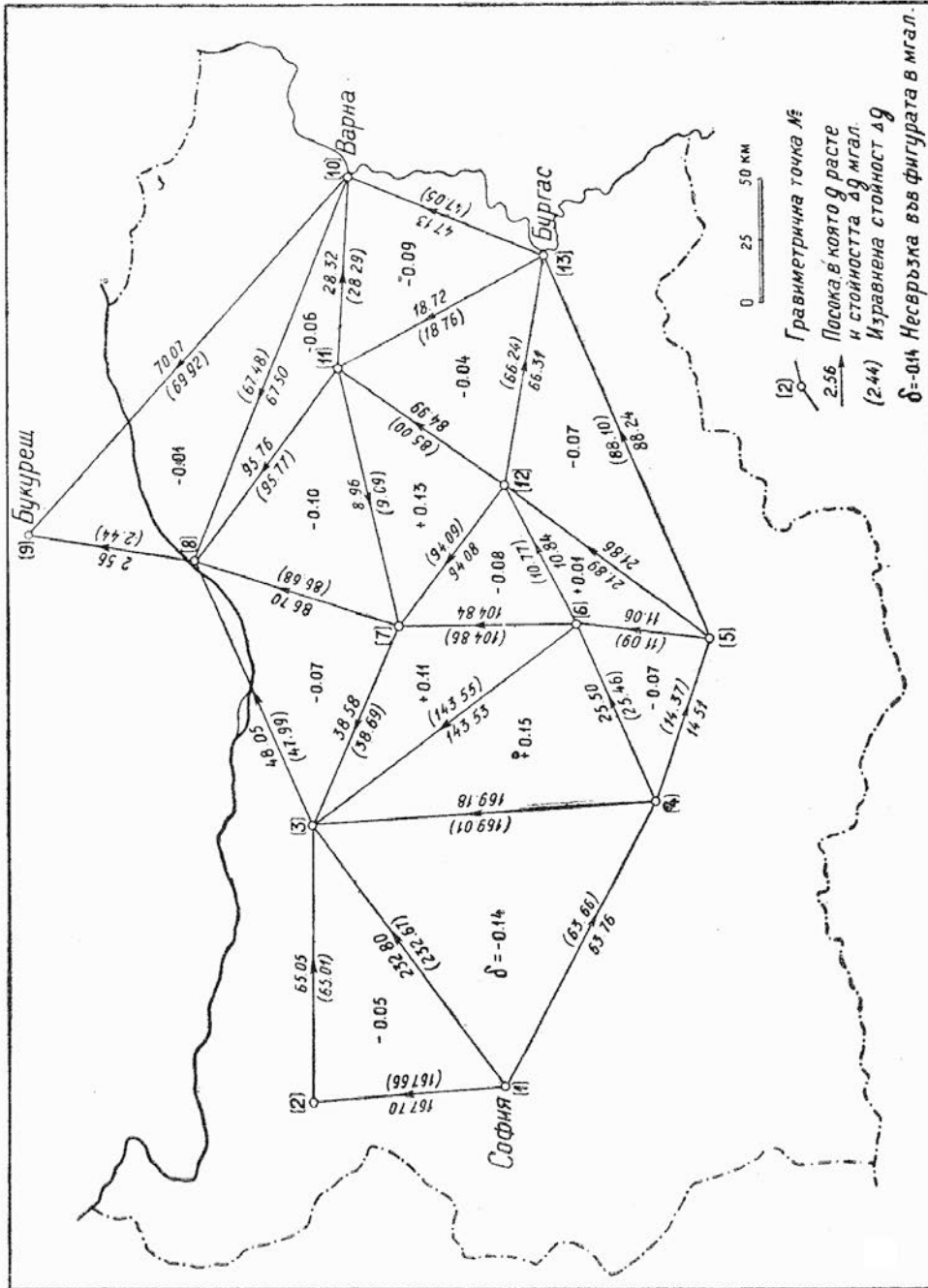
Таблица

Гравиметрична точка	Време на измерване		Отчет по брояча	Галванометър	Отчет за нулата на галванометъра	Радуиран отчет по галванометъра	Отчет по брояча в мгали	Отчет по галванометъра в мгали	Окончателна стойност в мгали	Средна окончателна стойност в мгали
	час	мин.								
София	8,57	19,956	-1,0	+8,0	-9,0	137,69	-0,56	137,13	137,12	
"	9,15	19,957	-1,3	+8,0	-9,3	137,70	-0,58	137,12		
Пловдив	10,50	29,201	-1,2	+8,0	-9,2	201,49	-0,58	200,91	200,92	
"	10,53	29,201	-1,1	+8,0	-9,1	201,49	-0,57	200,92		
Узунджово	11,55	31,308	-1,0	+8,0	-9,0	216,02	-0,56	215,46	215,46	
"	12,00	31,307	-1,0	+8,0	-9,0	216,02	-0,56	215,46		
Бургас	13,27	44,111	-1,0	+8,0	-9,0	304,36	-0,56	303,80	303,79	
"	13,31	44,108	-1,0	+8,0	-9,0	304,34	-0,56	303,78		
"	13,58	44,113	-1,0	+8,0	-9,0	304,38	-0,56	303,81	303,80	
"	14,02	44,112	-1,1	+8,0	-9,1	304,37	-0,57	303,80		
Узунджово	15,33	31,342	-1,0	+8,2	-9,2	216,26	-0,58	215,68	215,69	
"	15,36	31,348	-1,4	+8,2	-9,6	216,30	-0,60	215,70		
Пловдив	16,20	29,241	-1,1	+8,3	-9,4	201,76	-0,59	201,17	201,17	
"	16,25	29,240	-1,0	+8,3	-9,3	201,76	-0,58	201,17		
София	18,03	19,960	-1,0	+8,2	-9,2	137,72	-0,58	137,14	137,15	
"	18,14	19,961	-1,0	+8,2	-9,2	137,73	-0,58	137,15		



Фиг. 6

Таблица 1 не е характерна обаче за начина на наблюдение на първокласната гравиметрична мрежа. При първокласната гравиметрична мрежа са наблюдавани гравиметричните разлики между две точки, така както е показано на фиг. 7.



Фиг. 7

Таблица 2

Гравиметрична отсечка	Δg в мгл	Δg в мгл средно	Δg в мгл изравнено
Михайловград [2] — София [1]	+167,70	+167,70	+167,66
Плевен [3] — София [1]	+232,80	+232,80	+232,67
Пловдив [4] — София [1]	+ 63,72		
	+ 63,73	+ 63,76	+ 63,66
	+ 63,86		
Плевен [3] — Михайловград [2]	+ 65,05	+ 65,05	+ 65,01
Плевен [3] — Пловдив [4]	+169,18	+169,18	+169,01
Узунджово [5] — Пловдив [4]	+ 14,51	+ 14,51	+ 14,37
Ст. Загора [6] — Пловдив [4]	+ 25,50	+ 25,50	+ 25,46
Ст. Загора [6] — Узунджово [5]	+ 11,06	+ 11,06	+ 11,09
Плевен [3] — Ст. Загора [6]	+143,53	+143,53	+143,55
Плевен [3] — Г. Оряховица [7]	+ 38,62		
	+ 38,53	+ 38,58	+ 38,69
Г. Оряховица [7] — Ст. Загора [6]	+104,93		
	+104,74	+104,84	+104,86
Русе [8] — Плевен [3]	+ 48,05	+ 48,05	+ 47,99
Русе [8] — Г. Оряховица — [7]	+ 86,73		
	+ 86,68	+ 86,70	+ 86,68
Букурещ [9] — Русе [8]	+ 2,68		
	+ 2,44	+ 2,56	+ 2,44
Букурещ [9] — Варна/Аксаково [10]	+ 70,32		
	+ 69,82	+ 70,07	+ 69,92
Русе [8] — Варна/Аксаково [10]	+ 67,61		
	+ 67,48		
	+ 67,48	+ 67,50	+ 67,48
	+ 67,40		
Русе [8] — Коларовград [11]	+ 95,93	+ 95,76	+ 95,77
	+ 95,60		
Варна/Аксаково [10] — Коларовград [11]	+ 28,34	+ 28,32	+ 28,29
	+ 28,30		
Г. Оряховица [7] — Коларовград [11]	+ 8,96	+ 8,96	+ 9,09
Коларовград [11] — Сливен [12]	+ 84,99	+ 84,99	+ 85,00
Г. Оряховица [7] — Сливен [12]	+ 94,08	+ 94,08	+ 94,09
Сливен [12] — Ст. Загора [6]	+ 10,84	+ 10,84	+ 10,77
Бургас [13] — Сливен [12]	+ 66,27	+ 66,31	+ 66,24
	+ 66,35		
Бургас [13] — Узунджово [5]	+ 88,24	+ 88,24	+ 88,10
Коларовград [11] — Бургас [13]	+ 18,72	+ 18,72	+ 18,76
Варна/Аксаково [10] — Бургас [13]	+ 47,22		
	+ 47,20	+ 47,13	+ 47,05
	+ 46,97		
Сливен [12] — Узунджово [5]	+ 21,89	+ 21,89	+ 21,86

На табл. 2 са дадени гравиметричните отсечки (с тяхната номерация в краищата им) и измерените стойности на Δg за отделните рейсове.

Изравняването на гравиметричната мрежа се извърши по метода на най-малките квадрати [3] по посредствени наблюдения, като са взети стойностите g на София и Букурещ за база.

На табл. 2 (последната графа) и на фиг. 7 (в малки скоби) са дадени изравнените стойности на Δg .

Броят на наблюдаваните разлики Δg е 27, а броят на точките, за които са изведени стойностите на g^* е 11 (без твърдите точки София и Букурещ). За средна грешка на едно измерване се получи

$$\epsilon = \pm \sqrt{\frac{[pvv]}{n-m}} = \pm \sqrt{\frac{0,1928}{27-11}} = \pm 0,11 \text{ мгала}$$

На фиг. 7 са дадени разликите Δg за отделните отсечки и несвързките δ за отделните фигури. Както се вижда, те варират от $-0,10$ до $+0,15$ мгала. Както тези стойности, така и стойността на средната грешка на едно измерване показват, че измерванията са извършени със значителна точност във връзка с практическите задачи, които има да се разрешават с построяването на настоящата първоредна гравиметрична мрежа.

След попълването на гравиметричната мрежа и в Югозападна България, което следва да стане със специално летателно средство, и включване на мрежата в гравиметричния полигон, свързващ страните с народна демокрация, измерен от съветската аерогравиметрична експедиция под ръководството на проф. Ю. Д. Буланже, и след изчисляването на гравиметричната разлика между София и световната гравиметрична точка в Потсдам, която измерихме неотдавна с четиримахален апарат и окончателното изравняване на международния гравиметричен полигон, ще можем да дадем гравиметричната мрежа в абсолютни стойности.

За съветите при извършването на работата по създаване на първоредната гравиметрична мрежа в България и нейното изравнение, изказваме нашата благодарност на академик В. К. Христов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Askania-Werke A. G.; Berlin. Friedenau Prüfzeugnis für Gravimeter Nr. 121
- [2]. Сорокин Л. В. Гравиметрия и гравиметрическая разведка — 1951, Москва — Ленинград.
- [3]. В. Христов. Теория на вероятностите, грешките и изравненията. Изд. „Наука и изкуство“ 1957 г.

ГРАВИМЕТРИЧЕСКАЯ СЕТЬ ПЕРВОГО ПОРЯДКА В БОЛГАРИИ

И. Петков и Г. Георгиев

(Резюме)

В этой работе изложены вкратце методика и результаты измерений по составлению гравиметрической сети первого порядка в Болгарии.

Измерения были произведены при помощи статического гравиметра высокой точности системы „Граф-Аскания“. Проведено лабораторное исследование гравиметра в связи с решаемой задачей. Определена была

* Стойностите на g тук не даваме.

чувствительность к наклону, чувствительность в отношении напряжения источников энергии и был исследован ход гравиметра (рис. 2, 3, 4), а также были определены константы аппарата при помощи специального калибрующего устройства.

Гравиметрическая сеть первого порядка состоит из 13 связанных по воздушной линии в треугольники точек, одной из которых является Бухарест (рис. 7), взятый с целью связать гравиметрически обе страны.

Гравиметрические разности Δg были определены посредством независимых измерений, причем строились графики гравиметрических ходов, как показано в табл. 1 и на рис. 6. В табл. 2 и на рис. 7 даны измеренные и выравненные гравиметрические разности Δg по методу наименьших квадратов.

Невязки отдельных фигур и полученная средняя квадратическая ошибка $\Sigma = \pm 0,11$ мгала показывают, что измерения были произведены с достаточной точностью, с учетом их цели.

На основе созданной гравиметрической сети может быть решен ряд геофизических и геодезических задач.

DAS GRAVIMETRISCHE NETZ I. ORDNUNG IN BULGARIEN

I. Petkov und G. Georgiev

(Zusammenfassung)

In der vorliegenden Arbeit werden die Arbeitsmethode und die Meßergebnisse der Anlegung des gravimetrischen Netzes in Bulgarien kurz dargelegt.

Die Messungen erfolgten mit einem hochempfindlichen statischen Graf-Askania-Gravimeter, Modell G_s-11, mit Genauigkeit 0,01 mGal. Es wurde die Neigungsempfindlichkeit sowie die Spannungsempfindlichkeit der Energiequellen bestimmt, der Tagesgang des Gravimeters untersucht (Abb. 2, 3 u. 4) und die Konstanten des Apparates mit Hilfe einer speziellen Kalibriervorrichtung ermittelt.

Das gravimetrische Netz I. Ordnung besteht aus 13 in Dreiecken miteinander verbundenen Punkten (Abb. 7). Der Transport des Gravimeters von einem Punkt zum andern erfolgte mit Flugzeug. Als ein Punkt wurde Bukarest gewählt, um beide Länder (Bulgarien und Rumänien) gravimetrisch zu verbinden.

Die Bestimmung der gravimetrischen Differenzen Δg erfolgte nach den Diagrammen der gravimetrischen Gänge, wobei die Messungen unabhängig voneinander vorgenommen wurden (Taf. 1 und Abb. 6). Tafel 2 und Abbildung 7 enthalten die ausgemessenen und nach der Methode der kleinsten Quadrate ausgeglichenen gravimetrischen Differenzen Δg .

Die Abschlußfehler (δ) der einzelnen Dreiecke und der mittlere quadratische Fehler $\Sigma = 0,11$ mGal zeigen, daß die Genauigkeit der Messungen für den Zweck vollauf genügt.

Auf der Grundlage dieses gravimetrischen Netzes können zahlreiche geophysikalische und geodätische Aufgaben gelöst werden.