

Получена: 22.12.2017 г.

Приета: 28.05.2018 г.

## ДЕЙНОСТИ ПО ИЗГРАЖДАНЕ НА СОФИЙСКА ГРАВИМЕТРИЧНА КАЛИБРАЦИОННА ЛИНИЯ

Е. Пенева<sup>1</sup>, С. Господинов<sup>2</sup>, И. Радев<sup>3</sup>

*Ключови думи:* гравиметрични измервания, гравиметрична калибрационна линия, еталонен гравиметричен полигон

### РЕЗЮМЕ

Представят се извършените геодезически дейности за изграждане на Софийска гравиметрична калибрационна линия. Ползвани са точки от Софийския гравиметричен полигон, част от Националния еталонен гравиметричен полигон. При изграждането на калибрационната линия са включени и нови гравиметрични точки със съвременни абсолютни и релативни гравиметрични определения. Представени са дейностите по стабилизирани и сигнализиране на точките, геодезическото им обезпечаване и каталогизиране, както и гравиметричните измервания. Резултатите от гравиметричните измервания са съпоставени с предходните измервания по запазените идентични точки.

### 1. Въведение

В статията се прави кратък исторически преглед на геодезическите гравиметрични дейности в страната, свързани с изграждане и поддържане на гравиметричната основа за територията – Държавната гравиметрична мрежа. Неизменна и основна част от тези дейности са националните гравиметрични калибрационни линии, наричани още гравиметрични еталониращи бази. Въз основа на историческия обзор е предложено възста-

---

<sup>1</sup> Елена Пенева, проф. д-р, кат. „Висша геодезия“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: peneva\_el@yahoo.com

<sup>2</sup> Славейко Господинов, проф. д-р, кат. „Висша геодезия“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: sgospodinov@mail.bg

<sup>3</sup> Ивайло Радев, гл. ас. д-р инж., кат. „Висша геодезия“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: ivoradev\_bg@abv.bg

новяване на Софийската калибрационна линия, част от националния еталонен гравиметричен полигон. Предложена е и е съставена база данни за Софийската калибрационна линия, въз основа на извършени геодезически позиционни определения и гравиметрични измервания. Новоизградената калибрационна линия е съставена от част от ползваните в миналото калибрационни линии в района.

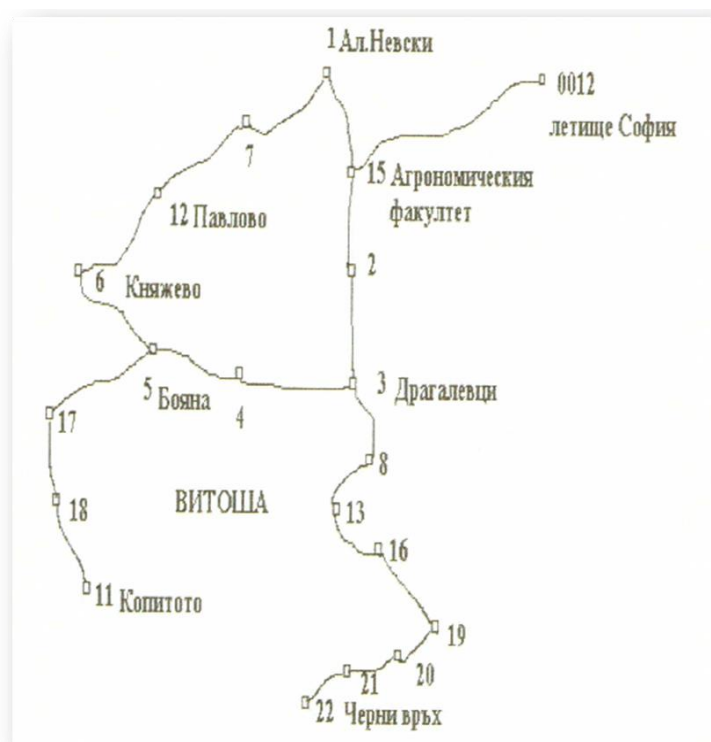
## 2. Еталонни гравиметрични измервания и бази в България

Историческият преглед е представен в табл. 1 по основни периоди на развитие на гравиметричните дейности, бази и полигони, които са реализирани, както и информация за измерванията по тях. Началото на геодезическите гравиметрични дейности в страната е 40-те години на 19-ти век. Последните дейности са през 2007 година. Основните продукти и измервания са представени в таблицата по-долу. На фиг. 1, фиг. 2 и фиг. 4 са представени схеми на бази и полигони в отделните етапи, а на фиг. 3 са представени изградените по проект „Унифициране на гравиметричните системи на страните от Централна и източна Европа” (UNIGRACE) абсолютни гравиметрични станции.

Таблица 1. Еталонни гравиметрични измервания и бази

Период	Бази и полигони	Измервания
40-те до 60-те години	<b>Първа гравиметрична база:</b> Селскостопанска академия „Георги Димитров“ (Агрономически факултет) – Драгалевски манастир	<ul style="list-style-type: none"> <li>• махален гравиметър;</li> <li>• специалисти от ЦНИИГАиК, Москва</li> </ul>
1961 – 1969	Изграждане на полигон и бази край град София във връзка с работите по Първокласната и Второкласната гравиметрична мрежа и за еталониране на гравиметри в района на София Отсечки (фиг. 1): <ul style="list-style-type: none"> <li>• София – Черни връх (част от МEGП);</li> <li>• София – начало Драгалевски лифт;</li> <li>• начало Драгалевски лифт – край на Драгалевски лифт,</li> <li>• край на Драгалевски лифт – хотел Щастливеца;</li> <li>• хотел Щастливеца – София, София – Копитото; Копитото – Тих кът;</li> <li>• Тих кът – София;</li> <li>• Княжево – Копитото;</li> <li>• храм Ал. Невски – Драгалевци – Черни връх</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• отдел „Геодезичен“ при ПО „Геопланпроект“ към ГУГК;</li> <li>• руски специалисти с пет махални гравиметри ОВМ;</li> <li>• Ср.кв.гр. от петте гравиметъра е 0,060 mgal;</li> <li>• руски специалисти с гравиметри ГАГ-1 и ГАГ-2</li> </ul>
1969 – 1973	Прецизни гравиметрични ходове (ПГХ) (Высокоточные гравиметрические ходы (ВГХ), рус.), Института по физика на земята към АН на бившия СССР; Предназначение: <i>за привеждане на гравиметричните мрежи на бившите социалистически страни към единен мащаб;</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• НЕГП, 1969 – експедиции на Чехия, Полша, Унгария и Русия, като част от МEGП;</li> <li>• ПГХ, 1969 – 1979 г. – руски експедиции;</li> <li>• Прибори НЕГП: ГАГ – 2, Шарп, Уорден и GS (9 на брой);</li> <li>• ПГХ: с 5 до 8 гравиметъра ГАГ – 1 и ГАГ – 2;</li> </ul>

	<p>Два високоточни гравиметрични полигона (фиг. 2):</p> <p>1) Национален еталонен гравиметричен полигон (НЕГП) Видин – Мелник: Видин – Белоградчик – Монтана – Петрохан – София – Дупница – Мелник (направление по меридиана, част от ПГХ)</p> <p>2) Полигон София – Варна: София – Кписура – Казанлък – Сливен – Бургас – Обзор – Варна (направление по паралела)</p> <p>Предназначение: <i>за изследването и еталонирането на гравиметри, както и за изследване влиянието на атмосферното налягане, температурата и др. фактори върху измерванията</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ср.кв.гр. на измерените стойности са до 60 микрогала, [1]</li> <li>• Отсечки и допълнителни връзки от НИИГиФ с гравиметри ГАК-7Т ГР/К2;</li> <li>• НЕГП е свързан с МЕГП на бившите социалистически страни чрез самолетен ход Видин – Будапеща, [1]</li> </ul>
<b>1970 – 1983</b>	Софийски гравиметричен полигон и базите към него	<ul style="list-style-type: none"> <li>• измерван всяка година с гравиметри от вида ГАК-4М, ГАК-7Т, ГР/К2 собственост на НИИГиФ от Б. Николов, Б. Прокопиев и Е. Михайлов</li> </ul>
<b>1983 – 1996</b>	Извеждане и контролиране на мащабните коефициенти на гравиметри от типа ГАК и ГР/К2 – изцяло по метода на наклона на установка от вида УЕГП-1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• НИИГиФ – Е. Михайлов</li> </ul>
<b>1998 – 2001</b>	<p>Проект „Унифициране на гравиметричните системи на страните от Централна и източна Европа” (UNIGRACE) в България</p> <p>1998 г. – три абсолютни гравиметрични станции (фиг. 3):</p> <p>1) София (Павлово);</p> <p>2) Варна (планетариум);</p> <p>3) София (Плана, Геодезическата обсерватория, БАН)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• апаратура и специалисти от Федералната служба по метеорология и измервания на Австрия (BEV)</li> <li>• австрийския абсолютен гравиметър JILA G-6 (Австрия) и релативни гравиметри LCR – D51 (Австрия) и LCR – 1095 (България, УАСГ, 1998)</li> </ul>
<b>1999</b>	<p>Еталонен гравиметричен полигон „София – Плана“ (фиг. 4):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• СОФИЯ (АГГК) – абсолютна точка</li> <li>• Симеоново – релативна точка</li> <li>• Железница – релативна точка</li> <li>• ПЛАНА (ГО-БАН) – абсолютна точка</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ЦЛВГ към БАН (НИГГГ-БАН)</li> <li>• австрийски и белгийски специалисти с високоточни гравиметри</li> <li>• LCR – D51 (Австрия) и LCR – 1095 (България, УАСГ, 1998)</li> <li>• Scintrex CG-3; Scintrex CG-5</li> </ul>
<b>1996, 2004, 2007</b>	<p>Измервания по (фиг. 4)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Софийски гравиметричен полигон</li> <li>• Еталонен гравиметричен полигон София – Плана</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1996 – Е. Михайлов ГАК-7Т № 524 (УАСГ)</li> <li>• 2004 – Scintrex CG-3 от белгийския специалист М. Еверхард</li> <li>• 2007 – Scintrex CG-5 от белгийския специалист М. Еверхард</li> <li>• Ср.кв.гр. – ГАК и ГР/К2 – до <math>\pm 0,090</math> mgal през различните периоди</li> <li>• Ср.кв.гр. Scintrex CG-3 и CG-5 достигат до <math>\pm 0,010</math> mgal</li> </ul>



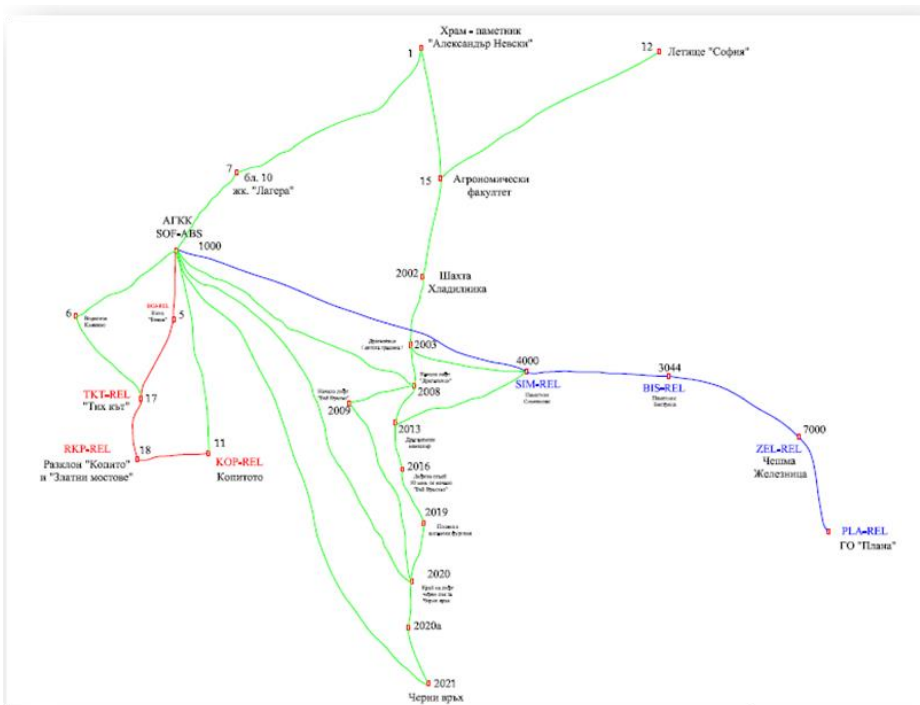
Фиг. 1. Софийски гравиметричен полигон и бази, 1960 – 1970 г., ГУГК



Фиг. 2. ПГХ и НЕГП Видин – Мелник: Полигон София – Варна, 1969 – 1973 г.



Фиг. 3. „Унифициране на гравиметричните системи на страните от Централна и Източна Европа“ (UNIGRACE) в България, 1998 г.



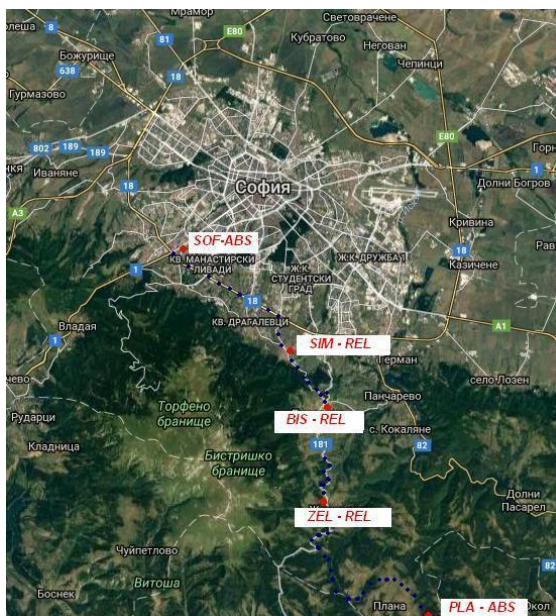
Фиг. 4. Обединена схема на 1960 – 2017 Софийски гравиметричен полигон и 1999 – 2017 Еталонен гравиметричен полигон София – Плана



Таблица 2. Точки от Софийската калибрационна линия 2017 г. – Секция 1

Означение 2017	Други номера и означения	Описание	B [deg]	L [deg]	H <sup>N</sup> [m]
SOF-ABS	1000 / OBG Sofia (UNIGRACE) / BHP107	Агенцията по геодезия, картография и кадастър, абсолютна гравиметрична точка	42.668247	23.268409	607.17
BOJ-REL	1005 / 5 / HP	читалище Бояна – на площадката пред входа	42.648474	23.267385	722.65
TKT-REL	1017 / 17 / ГТ17	Завой над Тихия кът с разширение на пътя	42.631940	23.225674	1109.73
RKP-REL	1018 / 18 / ГТ18	Разклон за Копитото и Златни мостове	42.632366	23.230141	1216.67
KPC-REL	5011	Чешма на Копитото до телевизионната кула	42.636391	23.243540	1346.40
KOP-REL	1011 / 11 / ГТ11	г.т. до г.т. на върха Копитото	42.637100	23.244000	1348.15

Секция 2 е между двете абсолютни гравиметрични станции, измерени по проект UNIGRACE – в сградата на АГКК, София и в сграда на Геодезическа обсерватория Плана на НИГГГ-БАН. Междинните точки са съответно в Симоново, Бистрица и Железница. Линията е измервана по проекта UNIGRACE с релативни гравиметри, както и след това с гравиметри модел Scintex CG-3 и CG-5 (табл. 1). Разположението на точките от Секция 2 и информация за тях са представени на фиг. 6 и в табл. 3.




Фиг. 6. Секция 2: София (АГКК) – Симоново – Бистрица – Железница – Плана (ГО)

Таблица 3. Точки от Софийския еталонен гравиметричен полигон 2017 г. – Секция 2

Означение 2017	Други номера и означения	Описание	B [deg]	L [deg]	H <sup>N</sup> [m]
SOF-ABS	1000 / OBG Sofia (UNIGRACE)	Агенцията по геодезия, картография и кадастър, абсолютна гравиметрична точка	42.668247	23.268409	607.17
SIM-REL	4000	На паметник в Симоново до черквата	42.611230	23.340741	814.25
BIS-REL	3044	На паметник в Бистрица в началото на селото	42.589292	23.364916	899.55
ZEL-REL	7000	Железница 7000 на подпорна стена до чешма	42.538800	23.366200	1059.81
PLA-ABS	OBG Plana (UNIGRACE)	Плана Геодезическа обсерватория	42.476400	23.425300	1233.26

За всяка от точките е съставен Гравиметричен карнет (фиг. 7) включващ описание на местоположението на точката, наименование, извадка от топографска карта М 1:5000 и цифров модел на АГКК в района на точката, снимка, репераж, координати, данни и резултати от гравиметрични измервания.

Местоположение на точката: АГЕНЦИЯ ПО ГЕОДЕЗИЯ, КАРТОГРАФИЯ И КАДАСТЪР Стая със сфериде кв. Павлова		Пръзка с равнинна мрежа: Наименование лентас № _____ Наименован полигон № _____		Наименование на гравиметрична точка: <b>SOF - ABS</b>	
[Топографска карта М 1:5000]		[Фрагмент от цифров модел на АГКК]			
		Мачет на стабилизатор: Височина фундаменти ВФР 127 Контрол: г-н Божидар Билт			
Координатна система 2005, UTM 34	Координатна система 1970 година	Кадастрови координатна система 2005	Големинка на сивата на лентас: g = 980743.365 (град)		
B = 42° 47' 02.330"	X = 480212.541	X = 472849.198	B <sup>N</sup> = _____ м		
L = 23° 17' 30.030"	Y = 4886475.088	Y = 371882.154	Височина на стабилизатора		
H <sup>N</sup> = _____ м	H = _____ м	H = _____ м	C <sub>g</sub> = _____ м		
Извършил измерване:	проф. Елена Пинева Пинева - Загреб		Дата: 13.04.2017		
Извършено от:	Геодезически център ГГГБ - АГБ		Дата: 1999		
Забелешка:	Извършено на междинен пункт Софийския калибрационен лентас АГКК - Кило „Солна“ - „Тих мъл“ - Радослав - Копито				

Фиг. 7. Гравиметричен карнет на точка от Софийска калибрационна линия

#### 4. Гравиметрични измервания по Софийския гравиметричен полигон

Измерванията на Софийската калибрационна линия са направени на 12.04.2018 г. по Секция 2 (София – Плана) и на 13.04.2018 г. по Секция 1 (София – Копитото). Релативните гравиметрични измервания са извършени с гравиметри LCR G-1095, ГАК-7Т 524 и GR-K2 1319. Техническите характеристики на ползваните инструменти са представени в табл. 4. На всяка станция са отчитани атмосферно налягане и температура по време на измерване.

Таблица 4. Модели гравиметри, ползвани при гравиметричните измервания

Модел Технически характеристики	ГАК, ГНУ-КС, GR/K2 (КВГ)	LaCoste&Romberg Model G	CG-5 AUTOGRAV
Обхват	80-100-120 mGal	7000 mGal	8000 mGal
Разделителна способност	0.007 mGal	0.005 mGal	0.001 mGal
Точност на единично измерване	0.03 – 0.06 mGal	0.04 mGal	0.005 mGal
Дрейф	1.0 mGal/ден	0.5 mGal/мес	под 0.02 mGal/ден
Тегло	5 kg	3.2 kg	8 kg

Измерванията са обработени по гравиметрични рейсове, като за всяка станция са нанесени корекции за привеждане на отчета в милигали, приливна корекция, атмосферна корекция и корекция за дрейф на нулата. Получените разлики в големините на силата на тежестта между всеки две последователни станции за всеки гравиметър с оценка на точността са дадени в табл. 5 за Секция 2 и табл. 6 за Секция 1.

Таблица 5. Резултати Софийска калибрационна линия 2017 г. – Секция 2

Гравиметрични отсечки от Софийска линия	Стойност на гравиметричната разлика 12 април 2017 г.		
	LCR G-1095, mGal	ГАК-7Т №524, mGal	GR/K2 №1319, mGal
SOF-ABS - SIM-REL	-50.338	-50.025	-49.879
SIM-REL - BIS-REL	-14.210	-14.966	-14.995
BIS-REL - ZEL-REL	-45.004	-45.130	-45.401
ZEL-REL - PLA-ABS	-56.781	-56.664	-56.606
SOF-ABS - PLA-ABS	-166.333 LCR G-1095	-166.785 GAK-7T №524	-166.881 GR/K2 №1319
Ср.кв.гр. ед. изм.	±0.040 LCR G-1095	±0.210 GAK-7T №524	±0.407 GR/K2 №1319
Ср.кв.гр. ед. изм.	±0.058 LCR G-1095	±0.210 GAK-7T №524	±0.407 GR/K2 №1319

Таблица 6. Резултати Софийска калибрационна линия 2017 г. – Секция 1

Гравиметрични отсечки от Софийска линия	Стойност на гравиметричната разлика – 13 април 2017 г.		
	LCR G-1095, mGal	GAK-7T №524, mGal	GR/K2 №1319, mGal
SOF-ABS - BOJ-REL	-21.578	-21.471	-20.926
BOJ-REL - TKT-REL	-67.023	-66.944	-67.596
TKT-REL - RKP-REL	-21.967	-22.279	-21.557
RKP-REL - KPC-REL	-35.366	-35.414	-36.081
KPC-REL - KOP-REL	-3.250	-3.2741	-3.0070
Ср.кв.гр. ед. изм.	±0.058 LCR G-1095	±0.210 GAK-7T №524	±0.407 GR/K2 №1319

## 5. Сравнение на резултатите от измерванията

Сравнение на получените резултати от гравиметрични измервания е направено с три източника:

- **Източник 1:** Статия по проект UNIGRACE за България със заглавие „National Gravity System for Bulgaria“ и автори Milev, G., Stoinov, V., Vassileva, K., Stoyanov, L., Valev, G., Belyashki, T., Tashkov, Peneva, E., Mihailov, E., публикувана в сборник с доклади от симпозиум на IAG Gravity and Geoid 2002, 3rd Meeting of the International Gravity and Geoid Commission, Thessaloniki, Greece, August 26-30. Резултатите, ползвани за сравнение от този източник, са представени в табл. 7.

Таблица 7. Данни за сравнение Източник 1: абсолютни гравиметрични измервания

Абсолютни гравиметрични измервания UNIGRACE България				Разлика
Точка	Code UNIGRACE	g, 10 <sup>-8</sup> [ms <sup>-2</sup> ]	m <sub>g</sub> , 10 <sup>-8</sup> [ms <sup>-2</sup> ]	Δg <sub>SOF-PLA</sub> , 10 <sup>-8</sup> [ms <sup>-2</sup> ]
PLA-ABS	0BG Plana	980074440.0 (1)	3.0	-166.1444 (1)
		980074339.5 (2)	1.0	-166.2449 (2)
SOF-ABS	0BG Sofia	980240584.4	5.6	

- **Източник 2:** Статия със заглавие „Сравнителен анализ на резултати от измервания на Софийския еталонен полигон с различен вид гравиметри през различни години“ с автор инж. Емил Михайлов, публикувана в списание Геодезия, картография, земеустройство, № 1-2/2008. Резултатите, ползвани за сравнение от този източник, са представени в табл. 8.

**Таблица 8. Данни за сравнение Източник 2: Релативни гравиметрични измервания по Софийския еталонен гравиметричен полигон през годините 1983 – 2004**

Гравиметрични връзки от Софийска калибр. линия	Гравиметрични връзки от Софийски еталонен полигон (предишни означения)	Стойност на гравиметричната разлика		
		1983 г./ GAK-7T, GR/K2, [mGal]	1996 г./ GAK-7T, GR/K2, [mGal]	2004 г./ CG-3, GAK-7T, [mGal]
SOF-ABS - BOJ-REL	1000 (OBG Sofia) – 1005	-21.80	-21.77	-21.693
BOJ-REL - TKT-REL	1005 – 1017 (GT17)	-66.72	-66.60	-66.783
TKT-REL - RKP-REL	1017 (GT17) – 1018 (GT18)	-22.10	-22.05	-21.897
RKP-REL - KOP-REL	1018 (GT18) – 1011 (GT11)	-38.92	-38.83	-38.685

- **Източник 3:** Резултати от релативни гравиметрични измервания с CG-3 и CG-5 през 2004 г. и 2007 г., предоставени лично от инж. Емил Михайлов, извършвани по геодинамични изследвания в района, които не са публикувани (табл. 9).

**Таблица 9. Данни за сравнение Източник 3: Релативни гравиметрични измервания с CG-3 и CG-5 през 2004 г. и 2007 г.**

Гравиметрични отсечки от Софийски еталонен полигон	Гравиметрични връзки от Софийски еталонен полигон (предишни означения)	Стойност на гравиметричната разлика	
		2004, 2007 г./ CG-3, CG-5, [mGal]	Източник 2: 2004 г./ CG-3, GAK-7T, [mGal]
SOF-ABS - BOJ-REL	1000 (OBG Sofia) – 1005	-21.692	-21.693
BOJ-REL - TKT-REL	1005 – 1017 (GT17)	-66.783	-66.783
TKT-REL - RKP-REL	1017 (GT17) – 1018 (GT18)	-21.898	-21.897
RKP-REL - KPC-REL	1018 (GT18) – 1011a	-35.327	-38.685
SOF-ABS - SIM-REL	1000 (OBG Sofia) – 4000	-50.352	-
SIM-REL - BIS-REL	4000 – Ц4	-14.218	-
BIS-REL - ZEL-REL	Ц4 – 6000	-45.058	-
ZEL-REL - PLA-ABS	6000 – OBG Plana	-56.728	-

## 5.1. Сравнение на резултати за Секция 1 и Секция 2

Получените резултати от сравнението за Секция 1 по гравиметрични отсечки спрямо трите източника за трите ползвани гравиметъра с оценка на точността са представени в табл. 10.

Таблица 10. Сравнение на резултати за Секция 1

Гравиметрични отсечки		Разлики 2017 с Източник 3: CG-3, CG-5, 2004 и 2007			Разлики 2017 с Източник 2: 1983, ГАК-7Т, GR/K2			Разлики 2017 с Източник 2: 2004, CG-3, ГАК-7Т		
		LCR, mGal	ГАК-7Т, mGal	ГР/К2, mGal	LCR, mGal	ГАК-7Т, mGal	ГР/К2, mGal	LCR, mGal	ГАК-7Т, mGal	ГР/К2, mGal
SOF-ABS	BOJ-REL	-0.114	0.221	0.766	-0.222	-0.329	-0.874	-0.115	-0.222	-0.767
BOJ-REL	TKT-REL	0.240	-0.161	-0.813	0.303	0.224	0.876	0.240	0.161	0.813
TKT-REL	RKP-REL	0.069	-0.381	0.341	-0.133	0.179	-0.543	0.070	0.382	-0.340
RKP-REL	KPC-REL	0.039	-0.087	-0.754	-			-		
ср.кв. стойност:		<b>0.139</b>	<b>0.238</b>	<b>0.695</b>	<b>0.230</b>	<b>0.252</b>	<b>0.780</b>	<b>0.159</b>	<b>0.271</b>	<b>0.675</b>

Получените резултати от сравнението за Секция 2 по гравиметрични отсечки спрямо трите източника за трите ползвани гравиметъра с оценка на точността са представени в табл. 11.

Таблица 11. Сравнение на резултати за Секция 2

Гравиметрични отсечки		Разлики 2017 с Източник 3: CG-3 и CG-5, 2004 и 2007		
		LCR, mGal	ГАК-7Т, mGal	ГР/К2, mGal
SOF-ABS	SIM-REL	-0.014	0.327	0.473
SIM-REL	BIS-REL	-0.008	-0.748	-0.777
BIS-REL	ZEL-REL	-0.054	-0.072	-0.343
ZEL-REL	PLA-ABS	0.053	0.064	0.122
Ср. квадратична стойност отклоненият:		<b>0.234</b>	<b>0.408</b>	<b>0.460</b>

Получените резултати от сравнението за Секция 2 като гравиметрична разлика между абсолютните гравиметрични точки София и Плана спрямо Източник 1 са представени в табл. 12.

Таблица 12. Сравнение на резултати за Секция 2 между абсолютни точки

Секция 2: абсолютни точки		Δg абс. точки 2017			Δg абс. точки Източник 1
		LCR, mGal	ГАК-7Т, mGal	ГР/К2, mGal	mGal
SOF-ABS	PLA-ABS	-166.333	-166.785	-166.881	-166.2449
Разлика		<b>-0.088</b>	<b>-0.5401</b>	<b>-0.6361</b>	

## 6. Изводи и заключение

Анализът на резултатите от сравнението спрямо трите източника за трите ползвани гравиметъра при съвременните измервания по възстановяване на Софийската калибрационна линия, представени в табл. 10, 11 и 12 показват добра съгласуваност на резултати, получени от измервания с гравиметър LCR G-1095, собственост на УАСГ. Получените разлики са два пъти по-малки в сравнение с тези, получени с измервания с гравиметри ГАК-7Т и ГР/К2 (табл. 10 и 11), което е напълно обяснимо, като се има предвид, че тези гравиметри са едно поколение преди моделите гравиметри LCR и две поколения преди моделите гравиметри Scintex CG-3,5,6. Моделите от типа ГАК-7Т и ГР/К2 са морално остарели и поддръжката им не е възможна в наши дни. Резултатите, получени от измерванията по Секция 2 между двете абсолютни станции София и Плана с гравиметър LCR G-1095 показват разлики от порядъка на инструменталната точността на единично измерване на инструмента (табл. 11 и 12).

Получените резултати показват, че гравиметър LCR G-1095 може да се ползва за изграждане и поддръжане на еталонна калибрационна линия и прецизни гравиметрични измервания, докато моделите от типа ГАК и ГР/К2 не е препоръчително да се ползват.

Без съмнение възстановяването на Софийската калибрационна линия е от голяма важност и значение за гравиметричните дейности в страната. С извършените измервания и обработки се поставя началото на съвременното ползване на Софийския полигон. Бъдещите насоки са свързани с измервания с гравиметри от типа Scintex по Софийската калибрационна линия. Софийската калибрационна линия може да бъде част от бъдещия нов национален еталонен гравиметричен полигон.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Беляшки, Т., Е. Михайлов, Д. Димитров, Сл. Господинов, И. Георгиев, Е. Пенева.* Геодезически гравиметрични работи в Република България. БАН, Висша геодезия, 21, стр. 53-63, София, 2008.

2. *Господинов, Сл., Е. Пенева, Т. Беляшки, Д. Димитров, Г. Михайлов.* Гравиметрични дейности за целите на Геодезията в Република България. // Годишник на УАСГ, том XLIII, св. VI, София, стр. 151-156, 2008 – 2009.

3. *Господинов, Сл., Е. Пенева-Златкова, А. Андреев, Г. Михайлов.* Анализ на държавната гравиметрична мрежа на Република България. Доклад на работна група по задача 3.3 към Съвета по геодезия картография и кадастър. Създаване на Програма за обновяване и усъвършенстване на Държавните геодезически мрежи (Държавна гравиметрична мрежа), София, 2014.

4. *Милев, Г., Д. Руес, К. Василева, К. Улрих, Н. Димитров.* Абсолютни измервания и гравиметрична система на България. Международен симпозиум „Съвременните технологии, образованието и професионалната практика в геодезията и свързаните с нея области”, 3-4 ноември, София, 2005.

5. *Михайлов, Е.* Анализ на еталонната гравиметрична мрежа на Република България. // Годишник на УАСГ, том XXXIX, св. III, Геодезия и земеустройство, София, 1998.

6. *Радичев, Р., Е. Михайлов, Хр. Цанков, А. Кисьов.* Гравиметрични системи използвани в Република България и оценка точността на системи IGSN-71 И UNIGRACE при точки от гравиметричните мрежи. // Годишник Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“, том 58, св. I, Геология и геофизика, 2015.

7. Стойнов, Вл., Е. Пенева. Физическа геодезия. УАСГ, София, 2002.
8. *International Association of Geodesy*. Resolution No. 2 for the establishment of a global absolute gravity reference system. 2015.
9. Milev, G., V. Stoinov, K. Vassileva, L. Stoyanov, G. Valev, T. Belyashki, Tashkov, E. Peneva, E. Mihailov. National Gravity System for Bulgaria. Gravity and Geoid 2002, 3rd Meeting of the International Gravity and Geoid Commission. Thessaloniki, Greece, August 26-30, p. 90-93, 2002.
10. Milev, G., K. Vassileva. GNSS and Gravity Projects in Europe and Bulgarian Participation. FIG Working Week, Paris, France, April 13-17, 2003.
11. Milev, G., L. Stoyanov, K. Vassileva. Gravimetric base of Bulgaria, *Geodesy*, No 16, pp. 93-100, 2003.

## RECENT ACTIVITIES FOR THE ESTABLISHMENT OF SOFIA GRAVIMETRIC CALIBRATION LINE

E. Peneva<sup>1</sup>, S. Gospodinov<sup>2</sup>, I. Radev<sup>3</sup>

**Keywords:** *gravimetric measurements, gravimetric calibration line, calibration gravimetric polygon*

### ABSTRACT

The geodetic activities performed for the establishment of the Sofia gravimetric calibration line are presented. Points are used from the Sofia gravimetric polygon, part of the National Standard gravimetric polygon. The construction of the calibration line includes new gravimetric points with modern absolute and relative gravimetric measurements. The activities of stabilization and signalling of the points, their geodetic data and cataloguing, as well as the gravimetric measurements, are presented. The results of the gravimetric measurements are compared with the previous measurements on the existing identical points.

---

<sup>1</sup> Elena Peneva, Prof. Dr. Eng., Dept. "Geodesy", UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: peneva\_el@yahoo.com

<sup>2</sup> Slaveyko Gospodinov, Prof. Dr. Eng., Dept. "Geodesy", UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: sgospodinov@mail.bg

<sup>3</sup> Ivaylo Radev, Chief Assist. Prof. Dr. Eng., Dept. "Geodesy", UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: ivoradev\_bg@abv.bg