

საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტრო
აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

ამირან უგულავა

ატმოსფერული ჰაერის სიმკვრივის
ცვალებადობის გავლენა
გრავიმეტრის ჩვენებაზე და მისი თავიდან
აცილების საშუალებები

სპეციალობა: 05.11.13 – გარემოს, ნივთიერების, მასალებისა და
ნაწარმის კონტროლის საშუალებები და მეთოდები

ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატის
სამეცნიერო ხარისხის მოსაპოვებლად
წარმოდგენილი დისერტაციის
ავტორეფერატი

ქუთაისი 2006

სამუშაოს ზოგადი დახასიათება

თემის აქტუალობა. დედამიწის გრავიტაციული ველის შესწავლა, რომელიც გრავიმეტრიის ძირითად ამოცანას წარმოადგენს, მდიდარ მასალას იძლევა მის შინაგან აგებულებაზე, კერძოდ კი, მასში სხვადასხვა სიმკვრივის ქანების, მინერალური წყლების, კარსტული მღვიმეების, სეისმო-ტექტონური ბზარებისა და სასარგებლო წიაღისეულ სიმდიდრეთა განლაგების შესახებ. გარდა ამისა, იძლევა ციური სხეულების, ხელოვნური თანამგზავრებისა და კოსმოსური ხომალდების მოძრაობის შესწავლის საშუალებას.

მეცნიერულ-ტექნიკური პროგრესი წარმოუდგენილია აღნიშნული დარგებისა თუ მიმართულებების განვითარების გარეშე, რაც, თავის მხრივ, დღის წესრიგში აყენებს გრავიმეტრულ გაზომვათა მეთოდების სისტემატური სრულყოფისა და დახვეწის აუცილებლობას.

დედამიწის წიაღში დიდ სიღრმეებზე განლაგებული მადანშემცველი სტრუქტურები, როგორც წესი, ძალიან მცირე გრავიტაციული ანომალიებით ხასიათდება, ამიტომ მათი აღმოჩენა და დაფიქსირება დაბალი სიზუსტის მქონე მზომი აპარატურებით, ცხადია, შეუძლებელია. გარდა ამისა, გრავიტაციულ გაზომვათა სიზუსტის, რომელიც დღეისათვის 1 მიკროგალს შეადგენს, ამაღლება და გაზომვის შედეგებზე გარემო ფაქტორების გავლენათა მაქსიმალური გამორიცხვა საშუალებას იძლევა დაფიქსირდეს უმცირესი გრავიტაციული ეფექტები, დასრულდეს დედამიწის გლობალური ტექტონიკური დარაიონება, გადაწყდეს სიმბიმის ძალის საუკუნეობრივი ვარიაციის საკითხი და მიწიერი გრავიმეტრის პარალელურად დაიწყოს მისი გამოყენება მთვარესა და მზის სისტემის სხვა პლანეტებზე.

კვლევის საგანი და პრობლემატიკა. კვლევის საგანს წარმოადგენს სიმბიმის ძალის აჩქარების საზომი ხელსაწყო – გრავიმეტრი და მისი მეშვეობით, დედამიწის მოცემულ წერტილში, სიმბიმის ძალის აჩქარების შესაძლო მაქსიმალური სიზუსტით გაზომვა მზომ ხელსაწყოზე ატმოსფერული ჰაერის სიმკვრივის ცვალებადობის

გავლენის გამორიცხვის მეთოდით. აღნიშნული მიმართულებით მთავარ პრობლემას წარმოადგენს გრავიკომპენსატორის ოპტიმალური კონსტრუქციის შექმნა, აგრეთვე, მზომი ხელსაწყოს მიმართ მისი ზუსტად დაყენება და შემდგომი რეგულირება ატმოსფერული ჰაერის სიმკვრივის ცვალებადობის მიხედვით.

კვლევის მიზანი და ამოცანები. სამუშაოს მიზანია სამძიმის ძალის აჩქარების გაზომვის ისეთი მეთოდის შემუშავება, რომელიც საშუალებას მოგვცემს გრავიმეტრის ჩვენებაში გამორიცხოს ატმოსფერული ჰაერის სიმკვრივის ცვალებადობით გამოწვეული ცდომილება, რაც ჰაერის მხრიდან გრავიმეტრის მგრძნობიარე ელემენტზე (სენსორზე) უშუალო გრავიტაციული მიზიდულობით არის გამოწვეული. აღნიშნული მიზნის მისაღწევად ჩამოყალიბებულ იქნა შემდეგი ამოცანები:

- ატმოსფერულ ჰაერში, სიმაღლის მიხედვით, სიმკვრივეთა განაწილების შესწავლა და მისი გათვალისწინებით გრავიმეტრის ზემოთ არსებული ჰაერის ბირთვის ოპტიმალური რადიუსის განსაზღვრა.
- ოპტიმალური რადიუსისა და არაერთგვაროვანი სიმკვრივის მქონე ჰაერის ბირთვის მასისა და სამძიმის ცენტრის მდებარეობის განსაზღვრა.
- ჰაერის ბირთვის საშუალო სიმკვრივის ყოველ $0,01 \text{ კგ/მ}^3$ – ით ცვლილებისას მისი მასის ცვლილების განსაზღვრა და აღნიშნული მასის გრავიმეტრის მგრძნობიარე ელემენტზე მოქმედების ეფექტის გამოთვლა.
- მიღებული ეფექტების გათვალისწინებით გრავიკომპენსატორის ტვირთის ოპტიმალური მასის, მასალის, რადიუსისა და ვერტიკალური მოძრაობის დიაპაზონის დადგენა.

კვლევის მეთოდები. დასმული ამოცანების გადაწყვეტის მიზნით გამოყენებულ იქნა გეომეტრიული კვთების მეთოდი, ექსტრაპოლაციის

მეთოდი, მათემატიკური მოდელირებისა და სიმძიმის ცენტრის განსაზღვრის ექსპერიმენტული მეთოდი.

ეფექტების ანგარიში ჩატარებულია წმინდა ფიზიკრი მეთოდებით. მიღებული შედეგები დამუშავებულ იქნა მათემატიკური სტატისტიკის მეთოდებით.

კვლევის ობიექტს წარმოადგენს გრავიმეტრის მოსათავსებელი მექანიკური მოწყობილობა – “გრავიკომპენსატორი”, რომელზეც საქართველოს საპატენტო დეპარტამენტის მიერ მიღებულია დადებითი გადაწყვეტილება სასარგებლო მოდელზე პატენტის გასაცემად.

ნაშრომის მეცნიერული სიახლე. ნაშრომში შემუშავებულია სიმძიმის ძალის აჩქარების გაზომვის ახალი მეთოდი, რომლის სიახლე დადასტურებულია საქართველოს პატენტით. წარმოდგენილი მეთოდი საშუალებას იძლევა გრავიმეტრის ჩვენებაში გამორიცხული იქნას ცდომილება, რომელიც განპირობებულია ატმოსფერული ჰაერის სიმკვრივის ცვალებადობით. კერძოდ, შედგენილია სპეციალური ცხრილები, რომელთა გამოყენებითაც შესაძლებელია ატმოსფერული ჰაერის სიმკვრივის სხვადასხვა მნიშვნელობისათვის სათანადო შესწორებები იქნას შეტანილი გრავიმეტრის ჩვენებაში. გარდა ამისა, შექმნილია გრავიკომპენსატორის კონსტრუქცია, რომლის გამოყენება შესაძლებლობას იძლევა, ატმოსფერული ჰაერის სიმკვრივის ცვალებადობის მიუხედავად, სათანადო ცდომილების გარეშე იქნას გაზომილი სიმძიმის ძალის აჩქარების სიდიდე.

სამუშაოს ძირითადი შედეგები და პრაქტიკული მნიშვნელობა. ნაშრომში წარმოდგენილი სიმძიმის ძალის აჩქარების განსაზღვრის ახალი მეთოდი საშუალებას იძლევა გამორიცხოს გრავიმეტრის ჩვენებაზე ატმოსფეროს მხრიდან უარყოფითი ზეგავლენა, რომლის ცვლილების დიაპაზონი 30 მიკროგალს აღწევს. ეს კი, თავის მხრივ, საშუალებას იძლევა გაცილებით უფრო ზუსტად განისაზღვროს, როგორც დედამიწის შინაგანი სტრუქტურა, ასევე მასში სასარგებლო

წიაღისეულ სიმდიდრეთა მდებარეობა, რაც თავიდან აგვაცილებს შეცდომებს რამდენიმე კილომეტრი სიღრმის ჭაბურღილების გათხრისას.

დაცვაზე გამოტანილი დებულებები.

- გრავიკომპენსატორის კონსტრუქცია; გრავიკომპენსატორის ტვირთის ოპტიმალური მასის, მასალის, რადიუსისა და ვერტიკალური მოძრაობის დიაპაზონის განსაზღვრის მეთოდი; სენსორ-კომპენსატორის ურთიერთქმედებაში თითოეული მიკროგალი ცვლილებისათვის კომპენსატორის ტვირთის შესაბამისი გადაადგილების განსაზღვრის მეთოდი.
- ატმოსფერული ჰაერის სიმკვრივის ცვალებადობის გრავიმეტრის ჩვენებაზე გავლენის განსაზღვრის მეთოდი; არაერთგვაროვანი სიმკვრივის მქონე ჰაერის ბირთვის სიმძიმის ცენტრის განსაზღვრის ექსპერიმენტული მეთოდი; ჰაერის ბირთვის ოპტიმალური რადიუსის შერჩევის, მისი საშუალო სიმკვრივისა და სენსორის მასაზე ჰაერის ბირთვის მოქმედების მაქსიმალური მნიშვნელობის დადგენის მეთოდი.
- ატმოსფერული ჰაერის სიმკვრივის ცვალებადობაზე უწყვეტი დაკვირვების მეთოდი.

სამეცნიერო შედეგების საიმედოობა და დასაბუთება.

მიღებული შედეგების საიმედოობა და დასაბუთება უზრუნველყოფილია თანამედროვე კვლევის მეთოდების გამოყენებით, თეორიული შედეგების ექსპერიმენტული შემოწმებით, თეორიული და ექსპერიმენტული შედეგების იდენტურობით. სხვაობა თეორიულ და ექსპერიმენტულ შედეგებს შორის არ სცილდება დასაშვებ ცდომილების ფარგლებს. ექსპერიმენტით მიღებული ცდომილება ნაანგარიშებია 0,95 ალბათობით.

სამუშაოს შედეგების რეალიზაცია. ნაშრომში ჩამოყალიბებული სამეცნიერო დებულებებისა და შედეგების რეალიზაცია განხორციელებულია გრავიკომპენსატორზე, რომლის სიახლე დადასტურებულია საქართველოს პატენტით.

ნაშრომის აპრობაცია. სადისერტაციო ნაშრომის ძირითადი დებულებები მოხსენებულია და განხილულია ქუთაისის ნ. მუსხელიშვილის სახელობის სახელმწიფო უნივერსიტეტის “მეტროლოგიის, სტანდარტიზაციისა და სერტიფიკაციის” კათედრის სხდომაზე (2006წ). მიღებულია დადებითი გადაწყვეტილება სასარგებლო მოდელზე პატენტის გაცემაზე “გრავიმეტრი” (2006 წ).

პუბლიკაციები. დისერტაციის მასალები გამოქვეყნებულია 3 სამეცნიერო სატატიოში და მიღებულია დადებითი გადაწყვეტილება სასარგებლო მოდელზე საქართველოს პატენტის გაცემაზე.

ნაშრომის სტრუქტურა და მოცულობა. ნაშრომი შედგება შესავლისაგან, 4 თავისაგან, ძირითადი დასკვნებისაგან, გამოყენებული ლიტერატურის 116 დასახელებისაგან, სამუშაო წარმოდგენილია 125 გვერდზე, შეიცავს 18 ნახაზსა და 4 ცხრილს.

სამუშაოს შინაარსი

პირველ თავში მოცემულია გრავიმეტრულ გაზომვათა მეთოდებისა და აპარატების ზოგადი მიმოხილვა. ჩამოყალიბებულია გრავიმეტრიის ძირითადი ამოცანები (პირდაპირი და შებრუნებული), განხილულია გრავიმეტრიის განვითარების ეტაპები, გაზომვის მაღალი სიზუსტის მნიშვნელობა და მისი შემდგომი ამაღლების პერსპექტივები.

მეორე თავი ეძღვნება გრავიმეტრის ჩვენებაზე გარემო ფაქტორების უარყოფითი გავლენებისა და მათი გამორიცხვის მეთოდების განხილვას. კერძოდ, დეტალურადაა შესწავლილი გრავიმეტრის ჩვენებაში გარემოს ტემპერატურის, ატმოსფერული წნევის, ჰაერის სიმკვრივის, ტენიანობისა და დედამიწის მაგნიტური ველის ცვლილებებით გამოწვეული ცდომილებები. განხილულია დღეისათვის არსებული ყველა მეთოდი და საშუალება, რომლებიც უზრუნველყოფენ აღნიშნულ გავლენათა გამორიცხვას.

მესამე თავში გამოკვეთილი და საგანგებო ყურადღება აქვს დათმობილი გრავიმეტრის ჩვენებაზე ატმოსფერული ჰაერის სიმკვრივის ცვალებადობის გავლენის ფაქტს და დასაბუთებულია, რომ აღნიშნული ფაქტორი, გრავიმეტრის ჩვენებაში, ცდომილებას მის მგრძნობიარე ელემენტზე (სენსორზე), ჰაერის მხრიდან, არა მარტო არქიმედეს ძალით მოქმედების გამო იწვევს, რაც ხელსაწყოს ჰერმეტიზებით არის აღმოფხვრილი, არამედ ატმოსფერული ჰაერის სიმკვრივის ცვალებადობა გრავიმეტრის ზემოთ, გარკვეულ მოცულობაში, განაპირობებს ჰაერის სხვადასხვა მასის თავმოყრას, რაც, თავის მხრივ, გრავიმეტრის მგრძნობიარე ელემენტზე ცვალებადი სიდიდის გრავიტაციული მიზიდულობის ძალებს წარმოქმნის და იწვევს მნიშვნელოვანი დამატებითი ცდომილებების გაჩენას, რომელთა აღმოფხვრაც წარმოადგენს მოცემული სადისერტაციო ნაშრომის მთავარ მიზანსა და ამოცანას.

აღნიშნული ამოცანის გადასაწყვეტად გრავიმეტრი ГНУ-K1-ის თავზე, რომელიც სიმძიმის ძალის აჩქარებას ზომავს 1 მიკროგალი სიზუსტით, განხილულია ჰაერის ბირთვი, რომლისთვისაც შერჩეულია ოპტიმალური რადიუსი ($R=5,5$ კმ), (ნახ.1) და გამოთვლილია მისი მოცულობა:

$$V=4/3 \cdot \pi R^3$$

მასა კი ტოლია:

$$M = \bar{\rho} V = 4/3 \pi \bar{\rho} R^3 \cdot \bar{\rho}$$

სადაც $\bar{\rho}$ არის V მოცულობის ჰაერის ბირთვის საშ. სიმკვრივე.

მიზიდულობის ძალა, რომლითაც M -მასის მქონე ჰაერის ბირთვი იმოქმედებს m -მასის სენსორზე, ნაანგარიშებია მსოფლიო მიზიდულობის ფორმულით შემდეგნაირად:

$$F=GMm/r^2=6,67 \cdot 10^{-11} \cdot m 4\pi R^3 \bar{\rho}/3r^2=27,9 \cdot 10^{-11} \cdot mR^3 \bar{\rho}/r^2 \text{ ნ.} = \\ = 27,9 \cdot 10^{-6} \cdot mR^3 \bar{\rho}/r^2 \text{ დნ.}$$

სადაც r არის მანძილი სენსორსა და ჰაერის ბირთვის სიმძიმის ცენტრს შორის, რომლის მდებარეობა უცნობია. აჩქარება კი, რომელსაც F ძალა მიაწვდის სენსორს, ტოლია:

$$a = F/m \cdot \text{დნ./კგ} = F/10^3 \text{მ} \cdot \text{დნ./გ(გალი)} = 27,9 \cdot 10^{-9} \cdot R^3 \bar{\rho}/r^2 \text{გალი} = \\ = 27,9 \cdot 10^{-3} \cdot R^3 \bar{\rho}/r^2 \text{მკგლ.}$$

უკანასკნელ ტოლობაში $\bar{\rho}$ -ის ნაცვლად $\Delta \bar{\rho}$ -ის მნიშვნელობის შეტანით მიღებულია გამოსახულება, რომელიც გამოსახავს ჰაერის სიმკვრივის ცვლილებების დამოკიდებულებას გრავიმეტრის ჩვენების ცვლილებაზე:

$$\Delta a = 27,9 \cdot 10^{-3} \cdot R^3 \Delta \bar{\rho}/r^2 \text{მკგლ.} \quad (1)$$

მიღებულ ტოლობაში, როგორც ზემოთაც აღინიშნა, უცნობია ბირთვის სიმძიმის ცენტრის მდებარეობა. მის დასადგენად გამოყენებულია ექსპერიმენტული წესი, სადაც, თავის მხრივ, ნასარგებლებია გეომეტრიული კვეტებისა და მათემატიკური მოდელირების მეთოდებით. კერძოდ, ბირთვიდან ვერტიკალური დიამეტრალური კვეტის გავლებით ამოღებულია თხელი ფირფიტა, რომელიც მასშტაბის 1:100000 გათვალისწინებით დაყოფილია 11-ზოლად (ნახ.2). მიღებული ყოველი ზოლი გარდაქმნილია თავისსავე ტოლდიდ მართკუთხედად, რომელთა სისქე ერთნაირია და შეადგენს $\Delta y = 10^{-4}$ მ. შემდეგ კი გამოთვლილია თითოეული მათგანის მოცულობა, რისთვისაც თადაპირველად $\Delta OK_1 K_1^1$ -დან, $\Delta OK_2 K_2^1$ -დან, $\Delta OK_3 K_3^1$ -დან, $\Delta OK_4 K_4^1$ -დან და $\Delta OK_5 K_5^1$ -დან გამოთვლილია კათეტები:

$$K_2 K_2^1 = \sqrt{(OK_2^1)^2 - OK_2^2} = \sqrt{5,5^2 - 4^2} = \sqrt{14,25} = 3,77 \text{კმ}$$

$$K_3 K_3^1 = \sqrt{(OK_3^1)^2 - OK_3^2} = \sqrt{5,5^2 - 3^2} = \sqrt{21,25} = 4,61 \text{კმ}$$

$$K_4 K_4^1 = \sqrt{(OK_4^1)^2 - OK_4^2} = \sqrt{5,5^2 - 2^2} = \sqrt{26,25} = 5,12 \text{კმ}$$

$$K_5 K_5^1 = \sqrt{(OK_5^1)^2 - OK_5^2} = \sqrt{5,5^2 - 1^2} = \sqrt{29,25} = 5,41 \text{კმ}$$

აღნიშნული მოცულობები კი ტოლია:

$$V_1 = A_0 A_1 \times 2 K_1 K_1^1 \times \Delta y = 10^3 \times 2 \times 2290 \times 10^{-4} = 458 \text{მ}^3$$

$$V_2=A_1A_2 \times 2K_2K_2^1 \times \Delta y=10^3 \times 2 \times 3770 \times 10^{-4}=754 \text{ მ}^3$$

$$V_3=A_2A_3 \times 2K_3K_3^1 \times \Delta y=10^3 \times 2 \times 4610 \times 10^{-4}=922 \text{ მ}^3$$

$$V_4=A_3A_4 \times 2K_4K_4^1 \times \Delta y=10^3 \times 2 \times 5120 \times 10^{-4}=1024 \text{ მ}^3.$$

$$V_5=A_4A_5 \times 2K_5K_5^1 \times \Delta y=10^3 \times 2 \times 5410 \times 10^{-4}=1082 \text{ მ}^3$$

$$V_6=A_5A_6 \times 2K_6K_6^1 \times \Delta y=10^3 \times 2 \times 5500 \times 10^{-4}=1100 \text{ მ}^3$$

დანარჩენი მოცულობებისათვის გვაქვს:

$$V_7= V_5=1082 \text{ მ}^3, V_8= V_4=1024 \text{ მ}^3, V_9= V_3=922 \text{ მ}^3,$$

$$V_{10}= V_2=754 \text{ მ}^3, V_{11}= V_1=458 \text{ მ}^3,$$

მახასიათებელ წერტილებში სმკვრივეთა საანგარიშოდ, მარტივი მსჯელობებით, მიღებულია ზოგადი ფორმულა, რომელსაც აქვს ასეთი სახე:

$$\rho_n=(\rho_0-|\Delta\rho|) / 11 \cdot n \quad (2)$$

სადაც $\rho_0=1,29 \text{ კგ/მ}^3$, $\Delta\rho= |\rho_{11}-\rho_0| = 0,9675 \text{ კგ/მ}^3$

$$n= 0; 1; 2; \dots\dots 11$$

(2) ფორმულის გამოყენებით ნაანგარიშებია ჰაერის სიმკვრივეები მახასიათებელ წერტილებში; სადაც გათვალისწინებულია, რომ

$$|\Delta\rho| / 11=0,9675/11=0,088\text{კგ/მ}^3$$

$$\rho_{A_1}=\rho_1=1,29-0,088 \times 1=1,202 \text{ კგ/მ}^3$$

$$\rho_{A_2}=\rho_2=1,29-0,088 \times 2=1,114 \text{ კგ/მ}^3$$

$$\rho_{A_3}=\rho_3=1,29-0,088 \times 3=1,026 \text{ კგ/მ}^3$$

$$\rho_{A_4}=\rho_4=1,29-0,088 \times 4=1,0,938 \text{ კგ/მ}^3$$

$$\rho_{A_5}=\rho_5=1,29-0,088 \times 5=1,850 \text{ კგ/მ}^3$$

$$\rho_{A_6}=\rho_6=1,29-0,088 \times 6=1,762 \text{ კგ/მ}^3$$

$$\rho_{A_7}=\rho_7=1,29-0,088 \times 7=1,674 \text{ კგ/მ}^3$$

$$\rho_{A_8}=\rho_8=1,29-0,088 \times 8=1,586 \text{ კგ/მ}^3$$

$$\rho_{A_9}=\rho_9=1,29-0,088 \times 9=1,498 \text{ კგ/მ}^3$$

$$\rho_{A_{10}}=\rho_{10}=1,29-0,088 \times 10=1,410 \text{ კგ/მ}^3$$

$$\rho_{A_{11}}=\rho_{11}=1,29-0,088 \times 11=1,322 \text{ კგ/მ}^3$$

თითოეული ზოლისათვის საშუალო სიმკვრივე გამოთვლილია შემდეგნაირად:

$$\bar{\rho}_{A_0A_1} = (\rho_0 + \rho_1) / 2 = (1,29 + 1,202) / 2 = 1,248 \text{ კგ/მ}^3$$

$$\bar{\rho}_{A_1A_2} = (\rho_1 + \rho_2) / 2 = (1,202 + 1,114) / 2 = 1,108 \text{ კგ/მ}^3$$

$$\bar{\rho}_{A_2A_3} = (\rho_2 + \rho_3) / 2 = (1,114 + 1,026) / 2 = 1,070 \text{ კგ/მ}^3$$

$$\bar{\rho}_{A_3A_4} = (\rho_3 + \rho_4) / 2 = (1,026 + 0,938) / 2 = 0,982 \text{ კგ/მ}^3$$

$$\bar{\rho}_{A_4A_5} = (\rho_4 + \rho_5) / 2 = (0,938 + 0,850) / 2 = 0,894 \text{ კგ/მ}^3$$

$$\bar{\rho}_{A_5A_6} = (\rho_5 + \rho_6) / 2 = (0,850 + 0,762) / 2 = 0,801 \text{ კგ/მ}^3$$

$$\bar{\rho}_{A_6A_7} = (\rho_6 + \rho_7) / 2 = (0,762 + 0,674) / 2 = 0,728 \text{ კგ/მ}^3$$

$$\bar{\rho}_{A_7A_8} = (\rho_7 + \rho_8) / 2 = (0,674 + 0,586) / 2 = 0,630 \text{ კგ/მ}^3$$

$$\bar{\rho}_{A_8A_9} = (\rho_8 + \rho_9) / 2 = (0,586 + 0,498) / 2 = 0,542 \text{ კგ/მ}^3$$

$$\bar{\rho}_{A_9A_{10}} = (\rho_9 + \rho_{10}) / 2 = (0,498 + 0,410) / 2 = 0,454 \text{ კგ/მ}^3$$

$$\bar{\rho}_{A_{10}A_{11}} = (\rho_{10} + \rho_{11}) / 2 = (0,410 + 0,322) / 2 = 0,366 \text{ კგ/მ}^3$$

ამის შემდეგ ნაანგარიშებია თითოეული ზოლის მასა, რომელიც გამოსახულია გრამებში.

$$M_1 = \bar{\rho}_{A_0A_1} \times V_1 = 1,248 \times 458 = 571,584 \text{ კგ} = 571584 \text{ გ}$$

$$M_2 = \bar{\rho}_{A_1A_2} \times V_2 = 1,108 \times 754 = 831,662 \text{ კგ} = 831662 \text{ გ}$$

$$M_3 = \bar{\rho}_{A_2A_3} \times V_3 = 1,070 \times 922 = 986,54 \text{ კგ} = 986540 \text{ გ}$$

$$M_4 = \bar{\rho}_{A_3A_4} \times V_4 = 0,982 \times 1024 = 1005,568 \text{ კგ} = 1005568 \text{ გ}$$

$$M_5 = \bar{\rho}_{A_4A_5} \times V_5 = 0,894 \times 1082 = 967,308 \text{ კგ} = 967308 \text{ გ}$$

$$M_6 = \bar{\rho}_{A_5A_6} \times V_6 = 0,801 \times 1100 = 881,1 \text{ კგ} = 881100 \text{ გ}$$

$$M_7 = \bar{\rho}_{A_6A_7} \times V_7 = 0,718 \times 1082 = 776,876 \text{ კგ} = 776876 \text{ გ}$$

$$M_8 = \bar{\rho}_{A_7A_8} \times V_8 = 0,630 \times 1024 = 645,12 \text{ კგ} = 645120 \text{ გ}$$

$$M_9 = \bar{\rho}_{A_8A_9} \times V_9 = 0,542 \times 922 = 579,44 \text{ კგ} = 479440 \text{ გ}$$

$$M_{10} = \bar{\rho}_{A_9A_{10}} \times V_{10} = 0,454 \times 754 = 342,316 \text{ კგ} = 342316 \text{ გ}$$

$$M_{11} = \bar{\rho}_{A_{10}A_{11}} \times V_{11} = 0,366 \times 458 = 167,628 \text{ კგ} = 167628 \text{ გ}$$

შემდეგ კი აღნიშნული მასშტაბის გათვალისწინებით, ფირფიტის შემადგენელი ზოლების მასებიდან მიღებულია საექსპერიმენტო ფირფიტის შემადგენელი ზოლების მასები, რომლებიც ტოლია:

$$m_1 \approx 5,70\text{გ.} \quad m_2 \approx 8,30\text{გ.} \quad m_3 \approx 9,80\text{გ.} \quad m_4 \approx 10,05\text{გ.} \quad m_5 \approx 9,70\text{გ.}$$

$$m_6 \approx 8,80\text{გ.} \quad m_7 \approx 7,80\text{გ.} \quad m_8 \approx 6,50\text{გ.} \quad m_9 \approx 4,80\text{გ.} \quad m_{10} \approx 3,40\text{გ.} \quad m_{11} \approx 1,70\text{გ.}$$

მასების მიღებული მნიშვნელობებით სანთლისგან აგებულია საექსპერიმენტო ფირფიტა და ცნობილი ექსპერიმენტული წესით განსაზღვრულია მისი სიმძიმის ცენტრის აპლიკატა Z (იხ. ნახ. 3). რის შემდეგ უშუალო გაზომვებით დადგენილია მისი დამოკიდებულება ბირთვის რადიუსთან:

$$(R+\Delta Z) / (R-\Delta Z) = 6,5 / 4,5 \text{ აქედან } \Delta Z = 0,18R$$

$$\text{მეორეს მხრივ } Z + \Delta Z = R$$

$$\text{ანუ } Z + 0,18R = R \text{ საიდანაც } Z = 0,82R = 4500 \text{ მ.}$$

ცხადია, რომ Z იმავდროულად ხელსაწყო სენსორსა და ჰაერის ბირთვის სიმძიმის ცენტრს შორის მანძილსაც გამოხატავს და ამიტომ ვწერთ:

$$r = 0,82R \tag{3}$$

(3) – ტოლობის შეტანით (1) ტილობაში მიღებულია სენსორის მასაზე ჰაერის ბირთვის მხრიდან მოქმედების სიდიდის განმსაზღვრელი გამოსახულება უმარტივესი ფორმით:

$$\Delta a = 41,64 \times 10^{-3} R \bar{\Delta \rho} \text{ მკვლ.} \tag{4}$$

$$\text{სადაც } \bar{\Delta \rho} = (\Delta \rho_0 + \Delta \rho_0^*) / 2$$

აქ კი $\Delta \rho_0$ და $\Delta \rho_0^*$ წარმოადგენენ ჰაერის ბირთვის სიმკვრივის ბუნებრივ ცვლილებებს ბირთვის უკიდურეს ქვედა და ზედა წერტილებში. სიმაღლის მიხედვით ჰაერის სიმკვრივეთა განაწილების ცნობილი წესის გათვალისწინებით დაშვებულია, რომ $\Delta \rho_0^* = \Delta \rho_0 / 4$ ამიტომ ვღებულობთ:

$$\Delta \rho = (\Delta \rho_0 + \Delta \rho_0^*) / 2 = 5/8 \Delta \rho_0 = 0,625 \Delta \rho_0$$

$$\Delta \rho = 0,625 \Delta \rho_0 \tag{5}$$

სადაც $\Delta\rho_0$ -ის მნიშვნელობას ვღებულობთ უშუალოდ გაზომვით, რის შედეგად კი ადვილად ვანგარიშობთ ჰაერის მთელი ბირთვის საშ. სიმკვრივის ცვლილების სიდიდეს.

(5) გამოსახულების შეტანით (4)-ში მიღებულია საბოლოო ფორმულა, რომლის გამოყენებითაც უშუალოდ გამოვთვლით მიწისპირა ჰაერის სიმკვრივის ყოველ $0,01\text{კგ/მ}^3$ ცვლილების შემთხვევაში გრავიმეტრის ცდომილების სიდიდეს. მას აქვს სახე:

$$\Delta a = 41,64 \times 10^{-3} \times 5500 \times 0,625 \Delta\rho_0 = 1430 \Delta\rho_0$$

ე.ი. გვაქვს: $\Delta a = 1430 \Delta\rho_0$ (6)

(6) – გამოსახულების გამოყენებით შედგენილია მიწისპირა ჰაერის სიმკვრივის სხვადასხვა მნიშვნელობებისთვის გრავიმეტრის ჩვენებათა შემასწორებელი ცხრილი, სადაც თეორიულთან ერთად ექსპერიმენტული მნიშვნელობებიცაა მოცემული და ნაანგარიშებია აბსოლუტური და ფარდობითი ცდომილებები. (იხ. ცხრ. 1)

ცხრილი I

Таблица I

გრავიმეტრის ჩვენებათა შემასწორებელი მნიშვნელობები

Поправочные значения на показаниях гравиметра

გაზომვის ნომერი, Номер измерения,	ჰაერის სიმკვრივის ცვლილება, Изменение плотности воздуха, $\Delta\rho$ კგ/მ ³ , Кг/м ³	შესწორება (თეორიული) Поправка теоретическая Δa , მკგლ мкГл	შესწორება ექსპერიმენტული Поправка экспериментальная, Δa^1 , მკგლ мкГл	აბსოლუტური ცდომილება Абсолютная погрешность	ფარდობითი ცდომილება Относительная погрешность
1	0,01	1,44	1,5	0,06	4,4%
2	0,02	2,88	3,0	0,12	4,6%
3	0,03	4,32	4,5	0,18	4,3%
4	0,04	5,76	6,0	0,24	4,5 %
5	0,05	7,20	7,0	0,20	3,8%
6	0,06	8,64	9,0	0,36	4,4%
7	0,07	10,08	10,5	0,42	4,6%
8	0,08	11,52	11,0	0,52	4,7%

9	0,09	13,96	13,5	0,46	4,1 %
10	0,10	14,40	15,0	1,60	4,9%
11	0,11	15,84	17,0	1,16	6,8%

აქვე გვინდა შევნიშნოთ, რომ აღნიშნული ცხრილით სარგებლობა ხელსაყრელია მხოლოდ ვიზუალური დაკვირვების გრავიმეტრებისათვის. რაც შეეხება თვითმწერი მექანიზის მქონე გრავიმეტრებს, მათთვის მიზანშეწონილია გამოვიყენოთ ე.წ. გრავიკომპენსატორი, რომლის მოწყობილობა სქემატურად გამოსახულია ნახ. 4-ზე.

იმ შემთხვევისთვის, როცა ჰაერის სიმკვრივე მეტია ნორმალურ მნიშვნელობაზე, ე.ი. $\rho > 1,29$ კგ/მ³, გრავიმეტრი თავსდება გრავიკომპენსატორის ქვედა მაგიდაზე (როგორც მე-4 ნახაზზეა ნაჩვენები), ხოლო როცა $\rho < 1,29$ კგ/მ³, მაშინ გრავიმეტრი უნდა მოთავსდეს გრავიკომპენსატორის ზედა მაგიდაზე მიმმართველის გასწვრივ. რაც შეეხება ტვირთის მდებარეობას, ანუ მანძილს ტვირთსა და სენსორს შორის, იგი განისაზღვრება ჰაერის სიმკვრივის მნიშვნელობათა მიხედვით. (იხ. ცხრილი-2)

ცხრილი 2

Таблица 2

სენსორსა და კომპენსატორს შორის მანძილის მნიშვნელობები

Значения расстояний между сенсором и компенсатором

ჰაერის სიმკვრივის ცვლილება Изменение плотности воздуха, $\Delta\rho$ კგ/მ ³ , кг/м ³	მანძილი (თეორიული) Расстояние теоретическое Z (მ), (м)	მანძილი (ექსპერიმენტული) Расстояние экспериментальное Z (მ), (м)	აბსოლუტური ცდომილება Абсолютная погрешность	ფარდობითი ცდომილება Относительная погрешность
0,01	0,85	0,88	0,03	3,5%
0,02	0,68	0,70	0,02	2,9%
0,03	0,48	0,50	0,02	4,2%
0,04	0,43	0,41	0,02	4,6%
0,05	0,38	0,40	0,02	5,3%
0,06	0,36	0,35	0,01	3,0%
0,07	0,35	0,36	0,01	2,9%
0,08	0,33	0,36	0,02	5,8%
0,09	0,32	0,33	0,01	3,1%
0,10	0,29	0,31	0,02	6,8%
0,11	0,27	0,28	0,01	3,7%

მეოთხე თავში განხილულია სტატისტიკური ცდომილებები .

გაზომვის შედეგი ჩაიწერება შემდეგნაირად:

$$\bar{X} \pm \Delta$$

სადაც: X- გაზომვის შედეგია,

Δ- გაზომვის სარწმუნო ცდომილება

X –ის პოვნის მეთოდი დამოკიდებულია გაზომვის ძირითად მეთოდზე, ხოლო Δ-ს პოულობენ შემდეგი გამოსახულებიდან:

$$\Delta = (t_g)_\varepsilon \cdot S_\varepsilon$$

სადაც $(t_g)_\varepsilon$ არის კოეფიციენტი, რომელიც შეესაბამება შემთხვევით განაწილების კომპოზიციის q-პროცენტთან წერტილს. S_ε - შემთხვევითი ცდომილებებისა და სისტემური ცდომილების გამოურიცხავი ნარჩენების კომპოზიციას. საშუალო კვადრატული გადახრის კომპოზიციება:

$$S_\varepsilon = \sqrt{S_y^2 - S_x^2}$$

ბოლო გამოსახულებაში S_x საშუალო არითმეტიკულის საშუალო კვადრატული გადახრის შეფასება (ან გაზომვის დისპერსიის შეფასება)

$$S_x = S / \sqrt{n}$$

S_y არის სისტემატური ცდომილების გამოურცხავი ნარჩენების ჯამის საშუალო კვადრატული გადახრის (სკგ) შეფასება.

სისტემატიურ (Q) და შემთხვევით (S_x) ცდომილებებს შორის დადგენილა თანაფარდობა, რომელიც საშუალებას იძლევა გავითვალისწინოთ ან უგულვებელყოთ ერთ-ერთი, როცა

$$Q/S_x < 0,8$$

ამ შემთხვევაში უგულვებელყოფენ სისტემატიურ ცდომილებებს და ჯამურ ცდომილებას ანგარიშობენ შემდეგი ფორმულით:

$$\Delta = (tg)_x \cdot S_x$$

ხოლო იმ შემთხვევაში, როცა $Q/S_x > 0,8$ უგულვებელყოფენ შემთხვევით ცდომილებას და ჯამურს ანგარიშობენ შემდეგი ფორმულით: $\Delta = Q$, რაც იმას ნიშნავს, რომ ყველა ცდომილება განპირობებულია სისტემატიური ცდომილებით.

ჩვენს მიერ მოყვანილი ფორმულები შეადგენენ ცდომილების ანგარიშის მეთოდს. უფრო დაწვრილებითი ცნობები ცდომილებების ანგარიშის შესახებ საჭიროდ აღარ მივიჩნიეთ, როგორცაა, მაგალითად ცდომილებათა განაწილების კანონის ექსპერიმენტალური პოვნა, შედეგის ჩაწერის მეთოდი, გაზომვის მეთოდების სახეები და ცხვა.

საერთო სარწმუნო ცდომილებას გაზომვის შედეგთან ერთად ჩაწერენ შემდეგნაირად:

$$\overline{A} = \pm \Delta, a$$

სადაც a არის სარწმუნო ალბათობა და ჩაიწერება ათობითი წილადით.

კვლევის პროცესში ჩატარებული თეორიული თუ პრაქტიკული შედეგები გვიჩვენებენ, რომ ზოგიერთი ექსპერიმენტი შეიძლება აიწეროს $Y=A+Bx$ ტიპის განტოლებით. ასეთებია, მაგალითად: სიმძლავრის, ჰაერის ხარჯის, ტემპერატურის, დაბერილი აირის ტენიანობის, სიხშირის, იმპულსის ხანგრძლივობის ფუნქციონალური დამოკიდებულება ოზონის კონცენტრაციასთან. ასეთ განტოლებაში A და B კოეფიციენტების ექსპერიმენტალურად განსაზღვრის ცდომილებაში იანგარიშება უმცირესი კვადრატების მეთოდით:

$$A = \frac{\sum_{i=1}^n Y_E \cdot \sum_{i=1}^n X^2 - \sum_{i=1}^n X \cdot \sum_{i=1}^n (Y_E \cdot X)}{n \sum_{i=1}^n X^2 - \left(\sum_{i=1}^n X\right)^2}$$

$$B = n \cdot \sum_{i=1}^n (X \cdot Y_E) - \sum_{i=1}^n X \cdot \sum_{i=1}^n Y_E$$

და დისპერსიების შეფასებას პოულობენ შემდეგი გამოსახულებიდან:

$$S_A^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\Delta y)^2}{n-2} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n X^2}{n \sum_{i=1}^n X^2 - \left(\sum_{i=1}^n X\right)^2}$$

$$S_A^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\Delta y)^2}{n-2} \cdot \frac{n}{n \sum_{i=1}^n X^2 - \left(\sum_{i=1}^n X\right)^2}$$

სადაც Y_E არის Y -ის ექსპერიმენტული მნიშვნელობა, ხოლო Y იანგარიშება $Y=A+B_x$ განტოლებიდან.

ძირითადი დასკვნები

1. დასაბუთებულია, რომ ატმოსფერული ჰაერის სიმკვრივის ცვალებადობა გრავიმეტრის ჩვენებაში განანპირობებს მნიშვნელოვან ცდომილებათა წარმოქმნას არა მხოლოდ ხელსაწყოს მგრძნობიარე ელემენტზე (სენსორზე), ჰაერის მხრიდან არქიმედეს ძალით მოქმედების გამო, არამედ გრავიმეტრის თავზე, გარკვეულ მოცულობაში, წარმოქმნილ ჰაერის ცვალებადი მასების მხრიდან ხელსაწყოს სენსორზე ასევე ცვალებადი გრავიტაციული მიზიდულობის ძალთა მოქმედებითაც.
2. გამოთვლილი და დასაბუთებულია, რომ გრავიმეტრის სენსორზე გრავიტაციული მიზიდულობის ძალით მოქმედი ჰაერის ბირთვისათვის არსებობს ოპტიმალური რადიუსი და ის ტოლია 5,5 კმ-ის.

3. ოპტიმალური რადიუსისა და არაერთგვაროვანი სიმკვრივის მქონე ჰაერის ბირთვისათვის გეომეტრიული კვეთების, მათემატიკური მოდელირებისა და ექსპერიმენტული მეთოდების გამოყენებით დადგენილია მისი სიმძიმის ცენტრის აპლიკატის დამოკიდებულება მისსავე რადიუსთან, რომელსაც აქვს სახე: $Z=0,82R$, სადაც R – ჰაერის ბირთვის რადიუსია.
4. თეორიულად გამოთვლილია და ექსპერიმენტულად დასაბუთებული, რომ ატმოსფერული ჰაერის საშუალო სიმკვრივის ცვალებადობა ყოველი $0,01$ კგ/მ³-ით, გრავიმეტრის ჩვენებაში იწვევს $2,3$ მკგლ. ცდომილების გაჩენას.
5. ვიზუალური დაკვირვების გრავიმეტრებისათვის შედგენილია სპეციალური ცხრილი, რომელიც საშუალებას იძლევა, ატმოსფერული ჰაერის სიმკვრივის $0,01$ კგ/მ³-ით ცვლილებისას, სათანადო შესწორებები იქნას შეტანილი მათ ჩვენებაში, რითაც გასწორებული იქნება ის ცდომილებები, რომელთა წარმოქმნასაც ჰაერის სიმკვრივის ცვალებადობა განაპირობებს.
6. უწყვეტი დაკვირვების გრავიმეტრებისათვის შექმნილია გრავიკომპენსატორის კონსტრუქცია და გამოთვლილია ჰაერის სიმკვრივის ყოველი $0,01$ კგ/მ³ –ით ცვლილებისას, მისი მოძრავი მასის ხელსაწყო სენსორის მიმართ მოთავსების მანძილები, რაც უზრუნველყოფს ზემოთ აღნიშნულ ცდომილებათა აღმოფხვრას.

დისერტაციის ძირითადი დებულებები ასახულია შემდეგ

შრომებში:

1. უგულავა ა. ატმოსფერული ჰაერის სიმკვრივის ცვალებადობის გავლენა გრავიმეტრის ჩვენებაზე. ჟურნალი “ინტელექტი”, №1(24), თბილისი, 2006, გვ.100-101

2. უგულავა ა. ჰაერის სიმკვრივის ცვალებადობაზე უწყვეტი დაკვირვების ჰიდრომექანიკური მეთოდი. ჟურნალი “ინტელექტი”, №1 (24), თბილისი, 2006, გვ.118-122
3. უგულავა ა., მგალობლიშვილი კ., ცქიფურიშვილი თ. არაერთგვაროვანი სიმკვრივის მქონე ჰაერის ბირთვის სიმძიმის ცენტრის მდებარეობის ექსპერიმენტული განსაზღვრა მოდელირების მეთოდით. ჟურნალი “გამოყენებითი მექანიკის პრობლემები”, №1(22), თბილისი, 2006, გვ.90-94
4. უგულავა ა., უგულავა ავ. გრავიკომპენსატორი. განაცხადი № AU 2006 009268 . საქპატენტის დადებითი გადაწყვეტილება, ფორმა 17 ს, 2006-05-22

Министерство образования и науки Грузии

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ АКАКИ ЦЕРЕТЕЛИ**

На правах рукописи

УГУЛАВА АМИРАН ГЕОРГИЕВИЧ

**ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПЛОТНОСТИ АТМОСФЕРНОГО
ВОЗДУХА НА ПОКАЗАНИЕ ГРАВИМЕТРА И
СПОСОБЫ ЕГО ИСКЛЮЧЕНИЯ**

Специальность 05.11.13. – Приборы и методы контроля природной среды,
веществ, материалов и изделий

Автореферат

диссертации на соискание

ученой степени

кандидата технических наук

Кутаиси 2006

Диссертационная работа выполнена в **Кутаисском государственном техническом университете им. Н. И. Мухелишвили (КГТУ)** на кафедре «Метрология, стандартизация и сертификация».

Научный руководитель:

МГАЛОБЛИШВИЛИ КАРЛО ДАВИДОВИЧ

доктор технических наук, профессор.

Официальные опоненты:

АДЕИШВИЛИ ТЕМУР ГЕОРГИЕВИЧ

доктор физико-математических наук, профессор.

Защита диссертации состоится _____ 2006 года в 13⁰⁰ часов на заседании Диссертационного совета Т 05.02 №8.

Адрес: КГТУ, корпус 1, аудитория 101, 98 Ахалгазрдобис гамзири.
4614, Кутаиси, ГРУЗИЯ.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке КГТУ.

Автореферат разослан _____ 2006 года

Учёный секретарь Диссертационного совета,

кандидат технических наук, доцент **ОЦХЕЛИ ВАЛЕРИЙ НИКОЛАЕВИЧ**

Общая характеристика работы

Актуальность темы. Изучение гравитационного поля земли, которое является основной задачей гравиметрии, даёт богатый материал о её внутренней структуре. В частности, о расположении в ней минеральных вод сейсмо – тектонических трещин, пещер, полезных ископаемых, разных руд и др. Кроме того, даёт возможность изучения движения разных небесных тел, искусственных спутников и космических кораблей.

Научно–технический прогресс немислим без развития указанных направлений, которые, в свою очередь, включают в повестку дня необходимость систематического развития и усовершенствования гравиметрических измерений.

Рудные структуры, расположенные в глубинах земли, как правило, характеризуются малыми гравиметрическими аномалиями, поэтому их обнаружение и фиксирование аппаратами малой точности - невозможно. Кроме того, повышение точности гравиметрических измерений, которое в данный момент составляет 1мкГл, даёт возможность фиксировать малейшие гравиметрические эффекты и параллельно наземной гравиметрии начать его использование на луне и на других планетах солнечной системы.

Проблематика и предмет исследования. Предметом исследования данной работы является измерительное средство для измерения силы тяжести– гравиметр, и с его помощью измерение значения силы тяжести с возможной максимальной точностью, методом исключения влияния изменений плотности атмосферного воздуха на чувствительный элемент измерительного средства. На данном направлении главной проблемой является создание оптимальной конструкции гравикомпенсатора, а также его точное постановление в отношении измерительного средства и дальнейшее

регулирование найденного расстояния по изменениям плотности атмосферного воздуха.

Цель и задачи работы. Целью исследования данной работы является разработка такого метода измерения силы тяжести ускорения, которая даст возможность исключить ту погрешность в показании гравиметра, которая вызвана изменением плотности атмосферного воздуха.

Для достижения этой цели поставлены следующие задачи:

- Изучение распределения плотностей в атмосферном воздухе по высоте и определение оптимального радиуса воздушного ядра, находящегося над гравиметром.
- Определение нахождения центра тяжести указанного воздушного ядра.
- Определение изменения массы данного воздушного ядра, вызванное изменением его средней плотности на каждый $0,01\text{кг/м}^3$, и вычисление эффекта действия этой массы на сенсор гравиметра.
- Определение оптимальной массы, материала, радиуса и диапазона вертикального перемещения груза компенсатора, с учетом значений полученного эффекта.

Методы исследования. С целью решения поставленных задач были использованы: метод геометрических сечений, метод экстраполяции, метод математического моделирования и экспериментальный метод определения аппликата центра тяжести тела, имеющий неоднородную плотность. Вычисления эффектов были проведены чистыми физическими методами. Экспериментальные результаты получены на основе методов математической статистики.

Научная новизна. В работе разработан новый метод определения ускорения силы тяжести, новизна которой подтверждена патентом Грузии. Предложенный метод даёт возможность исключить ту погрешность в показании гравиметра, которая обусловлена изменением плотности атмосферного воздуха. В частности, составлены специальные таблицы, с помощью которых можно внести соответственные поправки в показаниях гравиметра. Кроме того, создана конструкция гравикомпенсатора, которая даёт возможность, несмотря на изменения плотности воздуха, без погрешности измерить ускорение силы тяжести.

Практическая значимость работы. В работе представлен новый метод измерения ускорения силы тяжести, который даёт возможность исключить в показании гравиметра отрицательное действие со стороны воздуха, диапазон которой составляет 30 мкГл. А это, в свою очередь, обуславливает более точное определение, как внутреннюю конструкцию земли, так и местонахождение в ней разных подземных ценностей.

Положения, выносимые на защиту.

- Конструкция гравикомпенсатора; метод определения оптимальной массы, радиуса, материала и диапазон вертикального перемещения груза компенсатора.
- Метод определения влияния изменения плотности атмосферного воздуха на показание гравиметра; экспериментальный метод определения аппликата центра тяжести тела, имеющий неоднородную плотность.
- Метод непрерывного наблюдения на изменение плотности воздуха.

Достоверность научных результатов. Полученные результаты доказаны с помощью современных методов

исследования, экспериментальной проверкой теоретических результатов, идентичностью экспериментальных и теоретических результатов. Разница между экспериментальным и теоретическим итогами не выходит за рамки погрешностей. Экспериментально полученная погрешность вычислена вероятностью 0,95.

Реализация результатов работы. Реализация сформулированных в работе научных задач и результатов осуществляется на гравикомпенсаторе, новизна которой подтверждена патентом республики.

Объектом исследования является механическое устройство установки для постановок гравиметра – «гравикомпенсатор», на которое патентным департаментом Грузии получено положительное решение на выдачу патента на полезную модель.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы рассмотрены на заседании кафедры: «Метрология, стандартизация и сертификация» КГТУ (2006). Принято положительное решение выдачи патента Грузии на полезную модель «Гравикомпенсатор».

Публикации. По теме диссертации опубликованы 3 статьи и получено положительное решение о выдаче патента Грузии на полезную модель.

Объем и структура работы. Работа напечатана и сверстана на компьютере. Содержит 125 страниц, 4 таблиц, и 18 рисунков. Она состоит из следующих частей: введение, 4 главы и основные выводы, список литературы содержит 116 наименований.

Содержание работы

В первой главе изложена общая характеристика методов гравиметрических измерений и измерительных аппаратов. Сформулированы основные задачи гравиметрии, рассмотрены этапы развития гравиметрии, а также значение высокой точности измерения и перспективы её дальнейшего повышения.

Вторая глава посвящается внешним факторам, отрицательно влияющих на показание гравиметра методам их исключения.

В третьей главе основное внимание уделено факту о влиянии изменения плотности атмосферного воздуха на показание гравиметра. Утверждено, что изменение плотности воздуха вызывает погрешности в показании гравиметра не только действием на его сенсор силой Архимеда со стороны воздуха, а, дополнительно ещё и действием силой гравитационного притяжения, которое вызвано доплнительно еще и действием силой гравитационного притяжения, которое вызвано появлением над гравиметром, в определенном объеме, переменным воздушным массам обусловленным изменением плотности оатмосферного воздуха. Как раз и исключение этих погрешностей является главной задачей нашей диссертационной работы.

С целью решения отмеченной задачи определен объем воздушного ядра находящегося над гравиметром (рис.1)

$$V=4/3\pi R^3$$

здесь установлено, что $R=5,5\text{км}$, тогда его масса равна:

$$M=\bar{\rho}V=4/3\pi R^3 \cdot \bar{\rho}$$

Где $\bar{\rho}$ является средней плотностью воздуха объёмом V . Величина силы гравитационного притяжения определена выражением:

$$F=G \cdot Mm/r^2=6,67 \cdot 10^{-11} \cdot m4\pi R^2 \bar{\rho} / 3r^2=27,9 \cdot 10^{-11} \cdot m4\pi R^3 \bar{\rho} / 3r^2 \text{ н.} =$$

$$= 27,9 \cdot 10^{-6} \cdot m 4\pi R^3 \bar{\rho} / 3r^2 \text{ (Дн)},$$

где r - расстояние от сенсора гравиметра до центра тяжести воздушного ядра, нахождение которого не известно, а ускорение сенсора равно:

$$a = F/m \cdot \text{Дн./кг} = F/10^3 \text{ м} \cdot \text{Дн./г(Гали)} = 27,9 \cdot 10^{-9} \cdot R^3 \bar{\rho} / r^2 \text{ (Гали)} = 27,9 \cdot 10^{-3} \cdot R^3 \bar{\rho} / r^2 \text{ мкГл.}$$

В последнем равенстве в место $\bar{\rho}$ внесём $\Delta \bar{\rho}$ и получим

$$\Delta a = 27,9 \cdot 10^{-3} \cdot R^3 \Delta \bar{\rho} / r^2 \text{ мкГл.} \quad (1)$$

В этом равенстве для определения величины r , из воздушного ядра условно вырезана тонкая пластинка вертикально диаметрального сечения, она разделена на 11 полос (рис.2), толщины которых одинаковы и равны $\Delta y = 10^{-4}$ м. С целью определения объемов каждой полосы сначала из треугольников: $\Delta OK_1 K_1^1$, $\Delta OK_2 K_2^1$, $\Delta OK_3 K_3^1$, $\Delta OK_4 K_4^1$ и $\Delta OK_5 K_5^1$ определены катеты:

$$K_2 K_2^1 = \sqrt{(OK_2^1)^2 - OK_2^2} = \sqrt{5,5^2 - 4^2} = \sqrt{14,25} = 3,77 \text{ км}$$

$$K_3 K_3^1 = \sqrt{(OK_3^1)^2 - OK_3^2} = \sqrt{5,5^2 - 3^2} = \sqrt{21,25} = 4,61 \text{ км}$$

$$K_4 K_4^1 = \sqrt{(OK_4^1)^2 - OK_4^2} = \sqrt{5,5^2 - 2^2} = \sqrt{26,25} = 5,12 \text{ км}$$

$$K_5 K_5^1 = \sqrt{(OK_5^1)^2 - OK_5^2} = \sqrt{5,5^2 - 1^2} = \sqrt{29,25} = 5,41 \text{ км}$$

А объёмы равны:

$$V_1 = A_0 A_1 \times 2 K_1 K_1^1 \times \Delta y = 10^3 \times 2 \times 2290 \times 10^{-4} = 458 \text{ м}^3$$

$$V_2 = A_1 A_2 \times 2 K_2 K_2^1 \times \Delta y = 10^3 \times 2 \times 3770 \times 10^{-4} = 754 \text{ м}^3$$

$$V_3 = A_2 A_3 \times 2 K_3 K_3^1 \times \Delta y = 10^3 \times 2 \times 4610 \times 10^{-4} = 922 \text{ м}^3$$

$$V_4 = A_3 A_4 \times 2 K_4 K_4^1 \times \Delta y = 10^3 \times 2 \times 5120 \times 10^{-4} = 1024 \text{ м}^3$$

$$V_5 = A_4 A_5 \times 2 K_5 K_5^1 \times \Delta y = 10^3 \times 2 \times 5410 \times 10^{-4} = 1082 \text{ м}^3$$

$$V_6 = A_5 A_6 \times 2 K_6 K_6^1 \times \Delta y = 10^3 \times 2 \times 5500 \times 10^{-4} = 1100 \text{ м}^3$$

Для остальных объёмов имеем:

$$V_7 = V_5 = 1082 \text{ м}^3, V_8 = V_4 = 1024 \text{ м}^3, V_9 = V_3 = 922 \text{ м}^3,$$

$$V_{10} = V_2 = 754 \text{ м}^3, V_{11} = V_1 = 458 \text{ м}^3,$$

Для вычисления плотностей в характерных точках выведена формула:

$$\rho_n = (\rho_0 - |\Delta\rho|) / 11 \quad n \quad (2)$$

где :

$$\rho_0 = 1,29 \text{ кг/м}^3$$

$$\Delta\rho = |\rho_{11} - \rho_0| = 0,9675 \text{ кг/м}^3$$

$$n = 0; 1; 2; \dots\dots\dots 11$$

С помощью (2) формулы определены плотности воздуха в характерных точках:

$$\rho_{A_1} = \rho_1 = 1,29 - 0,088 \times 1 = 1,202 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{A_2} = \rho_2 = 1,29 - 0,088 \times 2 = 1,114 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{A_3} = \rho_3 = 1,29 - 0,088 \times 3 = 1,026 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{A_4} = \rho_4 = 1,29 - 0,088 \times 4 = 0,938 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{A_5} = \rho_5 = 1,29 - 0,088 \times 5 = 0,850 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{A_6} = \rho_6 = 1,29 - 0,088 \times 6 = 0,762 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{A_7} = \rho_7 = 1,29 - 0,088 \times 7 = 0,674 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{A_8} = \rho_8 = 1,29 - 0,088 \times 8 = 0,586 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{A_9} = \rho_9 = 1,29 - 0,088 \times 9 = 0,498 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{A_{10}} = \rho_{10} = 1,29 - 0,088 \times 10 = 0,410 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{A_{11}} = \rho_{11} = 1,29 - 0,088 \times 11 = 0,322 \text{ кг/м}^3$$

Для каждой полосы средние плотности вычислены следующим образом:

$$\overline{\rho_{A_0 A_1}} = (\rho_0 + \rho_1) / 2 = (1,29 + 1,202) / 2 = 1,248 \text{ кг/м}^3$$

$$\overline{\rho_{A_1 A_2}} = (\rho_1 + \rho_2) / 2 = (1,202 + 1,114) / 2 = 1,108 \text{ кг/м}^3$$

$$\overline{\rho_{A_2 A_3}} = (\rho_2 + \rho_3) / 2 = (1,114 + 1,026) / 2 = 1,070 \text{ кг/м}^3$$

$$\overline{\rho_{A_3 A_4}} = (\rho_3 + \rho_4) / 2 = (1,026 + 0,938) / 2 = 0,982 \text{ кг/м}^3$$

$$\overline{\rho_{A_4 A_5}} = (\rho_4 + \rho_5) / 2 = (0,938 + 0,850) / 2 = 0,894 \text{ кг/м}^3$$

$$\begin{aligned} \bar{\rho}_{\Lambda_5\Lambda_6} &= (\rho_5 + \rho_6) / 2 = (0,850 + 0,762) / 2 = 0,801 \text{ кг/м}^3 \\ \bar{\rho}_{\Lambda_6\Lambda_7} &= (\rho_6 + \rho_7) / 2 = (0,762 + 0,674) / 2 = 0,728 \text{ кг/м}^3 \\ \bar{\rho}_{\Lambda_7\Lambda_8} &= (\rho_7 + \rho_8) / 2 = (0,674 + 0,586) / 2 = 0,630 \text{ кг/м}^3 \\ \bar{\rho}_{\Lambda_8\Lambda_9} &= (\rho_8 + \rho_9) / 2 = (0,586 + 0,498) / 2 = 0,542 \text{ кг/м}^3 \\ \bar{\rho}_{\Lambda_9\Lambda_{10}} &= (\rho_9 + \rho_{10}) / 2 = (0,498 + 0,410) / 2 = 0,454 \text{ кг/м}^3 \\ \bar{\rho}_{\Lambda_{10}\Lambda_{11}} &= (\rho_{10} + \rho_{11}) / 2 = (0,410 + 0,322) / 2 = 0,366 \text{ кг/м}^3 \end{aligned}$$

После этого определены массы каждой полосы, которые выражены в граммах:

$$\begin{aligned} M_1 &= \bar{\rho}_{\Lambda_0\Lambda_1} \times V_1 = 1,248 \times 458 = 571,584 \text{ кг} = 571584\text{г} \\ M_2 &= \bar{\rho}_{\Lambda_1\Lambda_2} \times V_2 = 1,103 \times 754 = 831,662 \text{ кг} = 831662\text{г} \\ M_3 &= \bar{\rho}_{\Lambda_2\Lambda_3} \times V_3 = 1,070 \times 922 = 986,54 \text{ кг} = 986540\text{г} \\ M_4 &= \bar{\rho}_{\Lambda_3\Lambda_4} \times V_4 = 0,982 \times 1024 = 1005,568 \text{ кг} = 1005568\text{г} \\ M_5 &= \bar{\rho}_{\Lambda_4\Lambda_5} \times V_5 = 0,894 \times 1082 = 967,308 \text{ кг} = 967308\text{г} \\ M_6 &= \bar{\rho}_{\Lambda_5\Lambda_6} \times V_6 = 0,801 \times 1100 = 881,1 \text{ кг} = 881100\text{г} \\ M_7 &= \bar{\rho}_{\Lambda_6\Lambda_7} \times V_7 = 0,718 \times 1082 = 776,876 \text{ кг} = 776876\text{г} \\ M_8 &= \bar{\rho}_{\Lambda_7\Lambda_8} \times V_8 = 0,630 \times 1024 = 645,12 \text{ кг} = 645120\text{г} \\ M_9 &= \bar{\rho}_{\Lambda_8\Lambda_9} \times V_9 = 0,542 \times 922 = 579,44 \text{ кг} = 479440\text{г} \\ M_{10} &= \bar{\rho}_{\Lambda_9\Lambda_{10}} \times V_{10} = 0,454 \times 754 = 342,316 \text{ кг} = 342316\text{г} \\ M_{11} &= \bar{\rho}_{\Lambda_{10}\Lambda_{11}} \times V_{11} = 0,366 \times 458 = 167,628 \text{ кг} = 167628\text{г} \end{aligned}$$

Затем, с помощью масштаба, приняты массы полос экспериментальной пластинки, которые равны:

$$\begin{aligned} m_1 &\approx 5,7\text{г}. \quad m_2 \approx 8,3\text{г}. \quad m_3 \approx 9,8\text{г}. \quad m_4 \approx 10,05\text{г}. \quad m_5 \approx 9,7\text{г}. \quad m_6 \approx 8,8\text{г}. \\ m_7 &\approx 7,8\text{г}. \quad m_8 \approx 6,5\text{г}. \quad m_9 \approx 4,8\text{г}. \quad m_{10} \approx 3,4\text{г}. \quad m_{11} \approx 1,7\text{г}. \end{aligned}$$

Принимая во внимание значения этих масс, из пластилина сделана экспериментальная пластинка и экспериментальным методом установлено расположение его центра тяжести (рис.3)

$$(R + \Delta Z) / (R - \Delta Z) = 6,5 / 4,5$$

$$\Delta Z = 0,18R$$

$$Z + \Delta Z = R$$

$$Z + 0,18R = R$$

$$Z = 0,82R = 4500 \text{ м.}$$

Очевидно, что $Z = r = 0,82R$,

тогда $\Delta a = 41,64 \times 10^{-3} R \Delta \bar{\rho}$ мкГл,

где $\Delta \bar{\rho} = 0,625 \Delta \rho_0$

И наконец

$$\Delta a = 41,64 \times 10^{-3} \times 5500 \times 0,625 \Delta \rho_0 = 1430 \Delta \rho_0$$

$$\Delta a = 1430 \Delta \rho_0$$

С помощью последнего выражения получена специальная таблица, которая даёт возможность внести соответствующие поправки в показания гравиметра. См. Табл. 1.

Здесь-же хотим отметить, что использовать таблицу № 1 уместно для гравиметров визуального наблюдения, а что касается гравиметров, которые имеют самозаписывающие механизмы, целесообразно использовать специальный гравикомпенсатор, оборудование которого схематично выражено на рис. 4.

В таких случаях, когда плотность воздуха превышает своё нормальное значение, т.е. $\rho > 1,29 \text{ кг/м}^3$, гравиметр помещается на нижний стол гравикомпенсатора, как это показано на рис. 4.

Когда $\rho > 1,29 \text{ кг/м}^3$, тогда гравиметр следует переставить на верхний стол. Что касается расстояния между сенсором гравиметра и грузом компенсатора, оно меняется по изменению значения плотности воздуха, определению которых служит таблица № 2.

В четвёртой главе рассмотрены статистические погрешности. Результаты можно записать в виде:

$$\bar{X} \pm \Delta,$$

где \bar{X} - результат измерения,

Δ - достоверная погрешность результата измерения.

Метод поиска в основном зависит от метода измерения, результат Δ находят в выражении:

$$\Delta = (tg)_\varepsilon \cdot S_\varepsilon,$$

где $(tg)_\varepsilon$ коэффициент, который соответствует q –процентной точке композиции случайного распределения, S_ε –композиции среднеквадратичного отклонения, не исключённых остатков систематических и случайных погрешностей.

$$S_\varepsilon = \sqrt{S_y^2 - S_x^2}$$

В данном выражении S_x оценка среднеквадратичного отклонения, среднего арифметического (или оценка дисперсии результата измерений)

$$S_x = S / \sqrt{n},$$

S_y - оценка среднеквадратичного отклонения суммы неисчисляемых остатков систематических погрешностей.

Между систематическим (Q) и случайными погрешностями (S_x) установлено соотношение, при котором учитывают или пренебрегают одним из них.

Когда $Q/S_x < 0,8$, пренебрегают систематической погрешностью, то вычисляют суммарную погрешность следующей формулой:

$$\Delta = (tg)_\varepsilon \cdot S_\varepsilon$$

В том случае, если:

$$Q/S_x > 0,8$$

пренебрегают случайной погрешностью, то вычисляют суммарную формулой:

$$\Delta = Q$$

В этих случаях все погрешности обусловлены систематическими погрешностями.

Приведенные нами формулы соответствуют методу вычисления погрешностей.

Более подробные вычисления погрешностей таких, например, как экспериментальный поиск распределения погрешностей, метод записи результата, виды методов измерения и др., авторы не считают необходимым.

В общем, достоверная погрешность вместе с результатом измерения записываются следующим образом:

$$\bar{A} = \pm \Delta, \alpha,$$

где α является достоверной вероятностью и записывается десятичной дробью.

Проведённые в процессе исследования теоретические и практические результаты показывают, что некоторые эксперименты можно записать неравенством типа $y = A + Bx$. Таковой является функциональная зависимость мощности затрат воздуха, температуры, влажности надутого газа, частоты, долготы импульса от концентраций озона. В таком равенстве, А и В коэффициенты вычисляются методом экспериментально определённых наименьших квадратов.

$$A = \frac{\sum_{i=1}^n C_c \cdot \sum_{i=1}^n (X)^2 - \sum_{i=1}^n x \cdot \sum_{i=1}^n (y_E \cdot X)}{n \sum_{i=1}^n (x)^2 - (\sum_{i=1}^n x)^2}$$

$$B = \frac{n \sum_{i=1}^n (Y_E \cdot X) - \sum_{i=1}^n x \cdot \sum_{i=1}^n Y_E}{n \sum_{i=1}^n (X)^2 - (\sum_{i=1}^n x)^2}$$

и оценку дисперсии находят в следующем выражении:

$$S_A^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\Delta Y)^2}{n-2} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n (X)^2}{n \sum_{i=1}^n (X)^2 - (\sum_{i=1}^n x)^2}$$

$$S_A^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\Delta y)^2}{n-2} \cdot \frac{n}{n \sum_{i=1}^n (X)^2 - (\sum_{i=1}^n x)^2}$$

где Y_E является экспериментальным значением, а Y вычисляется равенством $Y=A+B_x$.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Доказано, что изменения плотности атмосферного воздуха вызывают погрешности в показании гравиметра не только действием со стороны воздуха, силой Архимеда на сенсор аппарата, а действием силы гравитационного притяжения со стороны переменных масс воздуха, набранных над гравиметром в определённом объёме.
2. Доказано, что для воздушного ядра существует оптимальный радиус $R=5,5$ км.
3. Для воздушного ядра, имеющего оптимальный радиус и неоднородную плотность, экспериментальным методом установлено отношение между его радиусом и аппикатой центра тяжести, которое имеет вид:

$$Z=0,82R.$$

4. Теоретически определено и экспериментально подтверждено, что изменения плотности атмосферного воздуха на каждый $0,01 \text{ кг/м}^3$ вызывают изменения в показании на $2,3$ мкгЛ.
5. Для гравиметров визуального наблюдения составлена специальная таблица, которая даёт возможность внести соответственные поправки в показании гравиметра при изменении плотности воздуха на каждый $0,01 \text{ кг/м}^3$.

6. Для гравиметров непрерывного наблюдения создана конструкция гравикомпенсатора, с помощью которого можно вести гравиметрические измерения без упомянутых погрешностей.

**Основные положения диссертации рассмотрены в
следующих работах**

1. Угулава А. Влияние изменения плотности атмосферного воздуха на показание гравиметра. Журнал "Интеллект", №1(24) – Тбилиси, 2006. – с. 100-101.
2. Угулава А. Гидромеханический метод непрерывного наблюдения на изменение плотности Атмосферного воздуха. Журнал "Интеллект" №1(24).– Тбилиси, 2006. – с.102-103
3. Угулава А., Мгалоблишвили К., Цкипуришвили Т. Экспериментальное определение расположения центра тяжести неоднородного воздушного ядра методом моделирования. Журнал "Проблемы прикладной механики", № 1(22). – Тбилиси, 2006. – с.90-94
4. Угулава А., Угулава Ав. «Гравиметр», заявление № АИ 2006009268. Положительное решение патентного ведомства Грузии, выдачи патента, форма 17с. 2006-05-22.

Ministry of Education and Sciences of Georgia

**KUTAISI AKAKI TSERETELI
STATE UNIVERSITY**

On rights of manuscript

UGULAVA AMIRAN G.

**Influence of change of a density of atmospheric air on the observation
of a gravimeter and methods of its exception**

05.11.13. – Instrumens and Mechods for Environmnt Control,
Substances, Materials and Products

ABSTRACT

of the Dissertation for Gaining
the Scientific Degree of
Candidate of Technical Sciences

Kutaisi 2006

The Dissertation is fulfilled in the Ak.Tsereteli State University on the Chair
“Metrology, Standardization and Certification”

Scientific leader:

MGALOBlishvili KARLO –Doctor of Technical sciences, Professor.

Official Opponents:

ADEISHVILI TEMURI- Doctor of Physic-mathematics Sciences, Professor.

Public defense of the Dissertation will take place on _____2006 at _____ at the
sitting of the T05.02№13 Dissertation Board of the Ak.Tsereteli Kutaisi State
University.

Adress: KSTU, Building 1, room 101, 98 Akhlagazrdobis Gamziri.
Kutaisi. 4614, GEORGIA.

Acquaintance with the Dissertation is possible at the Librarian of the KSTU.

Abstract sent on _____2006

Academy Secretary of the Dissertation Board,

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor OTSKHELI VALERI

Total characteristic of operation

Urgency of a theme. The study gravitation a field of the ground which is the basic problem of a gravimetre, gives a rich material about its internal structure. In particular, about an arrangement in it of mineral waters, seismo - tectonic flaws, caves, minerals, different ores, etc. Except for that it enables us to study different heavenly bodies, artificial satellites and spacecrafts.

Scientific - Engineering advance is impossible without a development of spheres and directions mentioned above which, in turn, interposes in the agenda necessity of a regular development and improvement gravimetric measurement.

Ore structures the grounds located in depths, as a rule, are characterized by small gravimetric anomalies, therefore their detection and fixation with devices of a small exactitude is impossible. Besides the heightening of an exactitude gravimetric measurement which at present makes 1 микроГал, enables to fix the slightest gravimetric effects and in parallels with ground gravimetric began its use on the moon and on other planets of solar system.

Problematics and object of research. An object of research of the given operation is measuring means for measurement by a gravity - the Gravimeter, and with the help of it measurement a value a gravity the maximal possible exactitude, by process of elimination influence change of a density of Atmospheric air on a countermeasure feeler of measuring means on given a direction a principal problem is creation of an optimum construction gravicompensator, and also its exact disposition in a ratio of measuring means and the further regulation found distance after change of a density of Atmospheric air.

The purpose and problems of operation. The purpose research of the given operation is development such methods of

measurement acceleration by a gravity which will enable to eliminate that error in the observation of a gravimeter which is caused with change of a density of Atmospheric air.

For reaching this purpose the following problems delivered:

- Study of distribution of densities in Atmospheric air on height and definition of optimum radius of an air nucleus were above a gravimeter.
- Definition of a determination of a barycentre of the specified air nucleus.
- Definition change of a mass of the given air nucleus caused by change of its average density on everyone $0,01\text{kg}/\text{M}^3$, an evaluation effect of this mass on a sensor of a gravimeter.
- Accepting in an aspect of a value of obtained effect, definition of an optimum mass, a material, radius and a range of vertical migration of a weight of the equaliser.

Methods of research. With the purpose of the decision tasks in view have been used: a method geometrical section, a method of extrapolation, a method of mathematical simulation and an experimental method of definition a z-coordinate of a barycentre of a body having an inhomogeneous density. Evaluations of effects have been lead by pure physical methods. Experimental results are obtained on the basis of methods of a mathematical statistician.

Plant of research. In plant research of the given operation is the mechanical equipment for statements of a gravimeter –gravicompensator. On which the patent department of Georgia gives the positive decision on output the patent.

Scientific novelty. In operation the new method of definition acceleration by a gravity which novelty it is authorized by the State patent of Georgia is developed. The offered method enables to eliminate that error in the observation of a gravimeter which is stipulated with change of

a density of Atmospheric air. In particular, special tables with which the help of respective corrections in observations of a gravimeter are made is possible to make. Except for that the construction gravicompensator which enables, in spite of changes of a density of air is created, without an error will measure acceleration of a gravity.

Practical significance of operation. In operation an introduced new method of measurement acceleration of a gravity, enables in the observation of a gravimeter a negative operation on the part of air which range makes 30 mkG_l. And it, in turn, stipulates more exact definition, both an internal construction of the ground, and an occurrence in it of different underground values.

Positions carried out on a guard.

- Construction gravicompensator; a method of definition of an optimum mass, radius, a material and a range of vertical migration of a weight of the equaliser.
- Method of definition influence change of a density of Atmospheric air on the observation of a gravimeter; an experimental method of definition a z-coordinate of a barycentre a body having an inhomogeneous density.
- Method of continuous observation on change of a density of air.

Reliability of scientific results. Obtained results are proved with the help of modern methods of research, experimental inspection of theoretical results, identity of experimental and theoretical results. The variance between experimental and theoretical totals is not beyond errors. Experimentally the obtained error makes probability 0,95.

Realization of results of operation. Realization of the scientific problems formulated in operation and results is carried out on graviacompensator. The novelty is confirmed with the patent of republic.

Approbation of operation. The basic position of dissertational operation are considered on faculty meeting: «Metrology, Standartization and Certification» of the KSTU (2006). The positive decision of output of the patent of Georgia on useful model " gravicompensator " is accepted.

Publications. The materials of disertation have been published in 3 scientific articles and positive decision is made for issuing Patent of Georgia a usefull model.

The volume and structure of the work. Disertation consists of 125 pages, 4 tables, 18 drawings. It's composed of the preface, 4 chapters and general conclusions. The bibliography list consists of 116 items.

GENERAL CONCLUSIONS

1. It is proved, that changes of a density of Atmospheric air call errors in the observation of a gravimeter not only an operation, on the part of air, force of Archimedes on a sensor of the device, and an operation force of a gravitation attraction on the part of variable masses of air typed above a gravimeter in the defined volume.
2. It is proved, that for an air nucleus there is optimum radius $R=5,5\text{km}$.
3. For an air nucleus having optimum radius and an inhomogeneous density the experimental method establishes a ratio between its radius and a z-coordinate of a barycentre which looks like: $Z=0,82R$.
4. Theoretical it is defined and experimentally it is confirmed, that changes of a density of Atmospheric air on every $0,01\text{kg}/\text{m}^3$ call change in the observation on $2,3 \text{ mkGl}$.
5. For gravimeters of visual observation exists the special table which enables to make respective corrections in the observation of a gravimeter at change of a density of air on everyone $0,01 \text{ kg}/\text{m}^3$ is made.
6. Gravicompensator is constructed for gravimeters of continuous observation and locations of variable masses foward the sensor of a gravimeter during the change of a density of Atmospheric air on every $0,01 \text{ kg}/\text{m}^3$ are calculated. This eradicates any mistakes mentioned above.

The principal points of the dissertation are represented in the following works:

1. Ugulava Amiran G. Influence of change of a density of atmospheric air on the observation of a gravimeter. (Journal "Intelect" №1 (24)) , Tbilisi, 2006, pages 100-101.
2. Ugulava Amiran G. The hidromechanical method of a density of air. (Journal "Intelect", №1 (24)). Tbilisi, 2006, pages 102-103.
3. Ugulava A., Mgaloblishvili K., Tskipurishvili T. The experimental determination of the location of air kernel centre of the many kinds density of air through the modern method. (Journal «The Problems of applied mechanics» №1 (22)). Tbilisi, 2006, pages 90-94.
4. Ugulava Amiran, Ugulava Av. Gravicomposter. Statement №AU 2006 009268 .The positive decision of “Sakpatent” Form 17c, 2006-05-22