

**ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ
ԵՎ ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ՆԱԽԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ
ԵՐԵՎԱՆԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ**

ՌԵԶԱ ԹՈՇՄԱԼԱՆԻ

**ԱՂԱՅԻՆ ԳՄԲԵԹՆԵՐԻ ՀԱՅՏՆԱԲԵՐՄԱՆ ԵՎ ՏԵՂԱՅՆԱՑՄԱՆ
ԵՌԱԶՍՓ ԽՆԴՐԻ ԼՈՒԾՈՒՄԸ ԸՍՏ ԳՐԱՎԻԶՄԱԿԱՆ
ԴԻՏԱՐԿՈՒՄՆԵՐԻ ՏՎՅԱԼՆԵՐԻ**

**ԻԴ-01.08- «Երկրաֆիզիկա, օգտակար հանածոների որոնման
երկրաֆիզիկական մեթոդներ» մասնագիտությամբ երկրաբանական
գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման
ատենախոսության**

ՍԵՂՄԱԳԻՐ

ԵՐԵՎԱՆ-2015

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
АРМЕНИЯ
ЕРЕВАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

РЕЗА ТУШМАЛАНИ

**РЕШЕНИЕ ТРЕХМЕРНОЙ ЗАДАЧИ ОБНАРУЖЕНИЯ И
ЛОКАЛИЗАЦИИ СОЛЯНЫХ КУПОЛОВ ПО ДАННЫМ
ГРАВИМЕТРИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ**

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание ученой степени кандидата геологических наук
по специальности 24.01.08-“Геофизика, геофизические методы поисков
полезных ископаемых”.**

ЕРЕВАН-2015

Ատենախոսության թեման հաստատվել է ՀՀ Գիտությունների Ազգային Ակադեմիայի Ա. Նազարովի անվան երկրաֆիզիկայի և ինժեներային սեյսմաբանության ինստիտուտում

Գիտական ղեկավար՝

ՀՀ ԳԱԱ թղթ. անդամ, ֆիզ.-մաթ. գիտ. դոկտոր, պրոֆեսոր

**Մեսրոպ Մկրտչի
Հովհաննիսյան**

Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝

Երկրաբանական գիտությունների դոկտոր

Լեոն Արտավազյի

Հախվերդյան

Երկրաբանական գիտությունների թեկնածու, դոցենտ

Արամայիս Մարդարի

Մարդարյան

Առաջատար հիմնարկ՝ **ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտ**

Պաշտպանությունը կայանալու է 2015թ. հուլիսի 3-ին ժամը 14:30-ին Երևանի Պետական Համալսարանում գործող «Երկրագիտության» 005 մասնագիտական խորհրդում:

Հասցեն՝ 0025, ք. Երևան, Ալեք Մանուկյան 1:

Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ԵՊՀ-ի գրադարանում:

Սեղմագիրն առաքված է՝ 2015թ. հունիսի 3-ին

Մասնագիտական խորհրդի գիտական քարտուղար,
երկրաբանա-հանքաբանական գիտությունների
թեկնածու, դոցենտ

Մ.Ա. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ

Тема диссертации утверждена в Институте геофизики и инженерной сейсмологии им. А. Назарова Национальной Академии Наук РА

Научный руководитель:

Член кор. НАН РА доктор физ.-мат. наук, профессор

**Севада Мкртчевич
Оганесян**

Официальные оппоненты:

Доктор геологических наук

**Леон Артаваздович
Ахвердян**

Кандидат геологических наук, доцент

**Арамаис Сардарович
Сардарян**

Ведущая организация: **Институт геологических наук НАН РА**

Защита состоится 3-го июля 2015 г. в 14:30 часов на заседании Специализированного совета 005 "Науки о Земле" при Ереванском Государственном Университете.

Адрес: 0025, Ереван, ул. Алека Манукяна 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ЕГУ.

Автореферат разослан 3-го июня 2015 г.

Ученый секретарь Специализированного совета,
кандидат геолого-минералогических наук, доцент

М.А. ГРИГОРЯН

ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ

Աշխատանքի արդիականությունը: Ածխաջրածնային պաշարներով հարուստ Իրանի Իսլամական հանրապետության տարածքի համար աղային գմբեթների հայտնաբերման և ուսումնասիրման համալիր երկրաբանա-երկրաֆիզիկական հետազոտությունները հանդիսանում են հույժ կարևոր խնդիրներից մեկը: Այդպիսի բնական օբյեկտների նկատմամբ առավել հետաքրքրությունը պայմանավորված է առաջին հերթին դրանց եզրային հատվածներում նավթի և բնական գազի մեծ պաշարների կուտակման հետ, և որպես աղի և ածխաթթու կալիի հանքանյութերի աղբյուրներ:

Վերջին տարիներին միջազգայնի պրակտիկայում աղային գմբեթները սկսեցին օգտագործվել որպես խորքային ջերմային հոսքը երկրակեղևի վերին շերտեր տեղափոխող ուղղահայաց բնական խողովակներ, ինչպես նաև հիդրոկարբոնատների և միջուկային թափոնների հուսալի պահեստարաններ: Այդպիսի բնական օբյեկտների հայտնաբերման համար կիրառվող երկրաբանա-երկրաֆիզիկական մեթոդների համալիրի մեջ կարևոր տեղ է զբաղեցնում գրավիտացիոն մեթոդը: Ապարների ֆիզիկական հատկությունների զգալի տարբերություններով տիրույթների տարանջատման գործընթացում առաձնապես դժվար հասանելի հետազոտվող շրջաններում, գրավիտացիոնական մեթոդները ի շնորհիվ բացահայտման բարձր հնարավորությունների և ցածր տնտեսական ծախսերի դառնում են որոշիչ: Ներկա ժամանակում գրավիչափական դիտարկումների բարձր ճշտությունը և մեծ ծավալները ներկայացնում են դրանց մեկնաբանման մեթոդներին, ավելի բարձր պահանջներ: Դրա հետ կապված գրավիտացիոն անոմալիաների աղբյուրների հայտնաբերման և տեղայնացման նպատակով գրավիչափական եռաչափ հակադարձ խնդիրների, ուղղված լուծման համար անհրաժեշտ դիտարկումների տվյալներից քանակական ինֆորմացիայի դուրս բերման հայտնի մեթոդների կատարելագործումը և նոր միջոցների ու տեխնալոգիաների մշակումը դառցել են արդիական:

Աշխատանքի նպատակը և լուծված խնդիրները: Ատենախոսության նպատակն է հանդիսանում մաթեմատիկական մոդելավորման կոնցեպցիայի շրջանակներում մշակել արդյունաբար և տնտեսող ալգորիթմներ՝ ուղղված գրավիտացիոն անոմալիաների աղբյուրների հայտնաբերման և տեղայնացման եռաչափ խնդիրների լուծմանը: Դրված նպատակներին հասնելու համար, ատենախոսական աշխատանքում ձևակերպված են հետևյալ խնդիրները.

- Տրված է միևնույն նշանի հաստատուն խտությամբ ներփակվող աղբյուրների դասում գրավիտացիոն անոմալիաների աղբյուրների հայտնաբերման և տեղայնացման եռաչափ խնդրի դրվածքը;

- Մշակված է գրավիտացիոն անոմալիաների աղբյուրների հայտնաբերման և տեղայնացման խնդրի երկչափ (2D=2,5D) լուծումից եռաչափ (3D) դրվածքի անցման գաղափարական հիմքերը և ալգորիթմները;
- Կատարելագործված է գրավիչափության եռաչափ գծային հակադարձ խնդրի լուծման կանոնավորված ալգորիթմների հաշվարկային սխեմաները;
- Կազմված է գրավիտացիոն անոմալիաների աղբյուրների հայտնաբերման և տեղայնացման խնդրի լուծման համար տեխնոլոգիական և խնայողական ծրագրեր;
- Ոսումնասիրված է հաշվողական սխեմաների աշխատունակությունը և արդյունավետությունը, ինչպես սինթետիկ մոդելներով այնպես էլ Իրանի տարածքում առկա աղային զմբեթների պրակտիկ պայմաններով;

Հետազոտությունների գիտական նորույթը:

Առաջին անգամ

- գրավիտացիոն անոմալիաների աղբյուրների հայտնաբերման և տեղայնացման եռաչափ խնդիրը լուծված է արտաքին դաշտի նկատմամբ համարժեք վերաբաշխված մասաների կառուցման օգնությամբ;
- կիրառված է Էյլերի դեկոնվուլացիայի մեթոդը, որը ապահովում է հակադարձ գրավիտացիոն խնդիրների հավասարումների լուծման թվային հաշվողական պրոցեսների կայունությունը;
- գրավիչափության հակադարձ գծային խնդիրների լուծման համար օգտագործված է Գաուս-Նյուտոնի մեթոդը;
- Էյլերի դեկոնվուլացիայի մեթոդի հիման վրա մշակված է գրավիտացիոն անոմալիաները ներփակող աղբյուրների զրո մակարդակից դեպի խորքը պոտենցիալ դաշտերի դիսկրետ արժեքներով վերահաշվարկված հաշվողական սխեմա և կառուցված է ըստ շերտային հ քայլով եռաչափ պոտենցիալ դաշտը;
- ներփակող անոմալիա ունեցող մարմնի համար մշակված է 2D-մոդելներից 3D-սինթետիկ մոդելների անցման ալգորիթմը;

Գործնական նշանակությունը:

Գրավիչափական դիտարկումների տվյալներից քանակական ինֆորմացիայի դուրս բերման մշակված միջոցները, ընդարձակում են գրավիտացիոն մեթոդների պրակտիկ հնարավորությունները, էապես բարձրացնում են երկրաբանա-երկրաֆիզիկական տվյալների համալիր մեկնաբանման արդյունքների հավաստիությունը: Ստեղծված ալգորիթմը և նրա կիրառման հաշվողական սխեման Էյլերի դեկոնվուլացիայի մեթոդի հետ մեկտեղ թույլ է տալիս հստակ

որոշել անոմալիա կազմող աղային գմբեթների երկրաչափական պարամետրերը (դիրքը ըստ հատակագծի և խորության): Այն նաև կարող է կիրառվել լայն շրջանակով երկրաֆիզիկական խնդիրների լուծման նպատակով: Ալգորիթմն իրականացնող ծրագրային համալիրը ունի պարզ և հարմար օգտագործման հարմարավետություն, որը հնարավորություն է տալիս կիրառել դրան դաշտային պայմաններում կատարվող նավթի և գազի հանքավայրերի որոնման և հետախուզման աշխատանքներում:

Պաշտպանության ներկայացված դրույթները:

1. Մշակված է սկզբունքային նոր ալգորիթմ և դրա իրականացման համակարգչային տեխնոլոգիա, որը հնարավորություն է տալիս ապահովել խտությունների հստակ տարանջատում;
2. Առաջարկված է էլեկտրոնային լուծումների բազմության մեջ խտությունների որոնման նոր տարբերակ, որը հնարավորություն է տալիս որոշել աղային գմբեթների՝ որպես տեղայնացված անոմալիա գոյացնող օբյեկտների եռաչափ տարածական պարամետրերը;
3. Գրավիչափական դիտարկումների տվյալներով գծային հակադարձ խնդիրների էլեկտրոնային լուծումների հաշվարկման ալգորիթմի և հաշվողական սխեմայի կիրառման արդյունքում ստացված է Օրմազգազի(Իրանի) շրջանի նավթի և բնական գազի հանքավայրերում գտնվող աղային գմբեթների տարածական չափերի գնահատումները:

Փորձահավաստությունը և հրապարակումները: Ատենախոսության հիմնական դրույթները և ուսումնասիրության արդյունքները ներկայացվել և զեկուցվել են մի շարք միջազգային գիտական կոնֆերանսներում և սեմինարներում՝ «Գրավիտացիոն, մագնիսական և էլեկտրական դաշտերի երկրաբանական մեկնաբանման տեսությունը և պրակտիկան» (Սպահան, Իրան, 2011թ.), «Իրանի երկրաբանությանը նվիրված IV ազգային կոնֆերանսում» (Սպահան, Իրան, 2012թ.), «Երկրաֆիզիկական հաշվողական տեխնոլոգիաների միջազգային գիտական կոնֆերանս»(Դելլի, Հնդկաստան, 2012թ.), «Հանքային պաշարների զարգացման խնդիրներն ու լուծումները» ազգային գիտական կոնֆերանս(Բսլամ, Իրան 2012թ.), «Երկրաֆիզիկայի և ինժեներային սեյսմաբանության ժամանակակից հիմնախնդիրները» միջազգային մասնակցությամբ գիտական կոնֆերանս(Գյումրի, Հայաստան, 2011թ.): Ատենախոսության թեմայով տպագրվել է 9 գիտական աշխատանքներ տեղական և միջազգային ամսագրերում: Իրանի արդյունաբերության նախարարության նավթամշակման ընկերության, ինչպես նաև «Arat» գիտական ընկերությունների կողմից ստացված է 3 հավաստագրեր:

Ատենախոսության կառուցվածքը և ծավալը: Ատենախոսությունը բաղկացած է ներածությունից, 4 գլուխներից, եզրակացությունից, գրականության ցանկից՝ 75 անուն գրականությամբ և 3 հավելվածից: Ատենախոսությունը բաղկացած է 116 էջից, պարունակում է 41 գծանկար, 2 աղյուսակ:

Աշխատանքի կատարման վայրը և շնորհակալությունները: Հեղինակի կողմից ատենախոսությունը կատարվել է ՀՀ ԳԱԱ ակադեմիկոս Ա.Նազարովի անվան Երկրաֆիզիկայի և ինժեներային սեյսմաբանության գիտահետազոտական ինստիտուտում՝ ՀՀ ԳԱԱ թղթ. անդամ ֆիզ.-մաթ. գիտ. դոկտոր Ս.Մ.Հովհաննիսյանի ղեկավարությամբ: Հեղինակը հայտնում է իր խորին երախտագիտությունը գիտական ղեկավարին, ինչպես նաև ինստիտուտի սեյսմաբանության և երկրաշարժերի կանխագուշակման բաժնի վարիչ ֆիզ.-մաթ. գիտ. թեկնածու Է.Գ.Գյոդակյանին ցուցաբերած մշտական ուշադրության, արժեքավոր խորհուրդների և դիտողությունների համար: Հեղինակը իր պարտքն է համարում հայտնել շնորհակալություն Իրանի արդյունաբերության նախարարությանը, նավթամշակման ընկերությանը, ինչպես նաև «Arat» գիտական ընկերության ղեկավարություններին ցուցաբերած օգնության և սատարման համար: Հեղինակը առանձնահատուկ շնորհակալություն է հայտնում իր կնոջը, ամբողջ ասպիրանտական տարիներին և ատենախոսական աշխատանքի կատարման ընթացքում ցուցաբերած բացառիկ աջակցության համար:

ԳԼՈՒԽ I. ԻՐԱՆԻ ԵՎ ՉԱՐԱԿԻ ՏԱՐԱԾԱՇՐՋԱՆԻ ԵՐԿՐԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆԸ

Առաջին գլուխը մեկնաբանում է Իրանի և Չարակի տարածաշրջանի երկրաբանությունը: Ուսումնասիրությունը վերաբերում է Իրանի հարավարևելյան հատվածում տեղաբաշխված Ֆարս նստվածքային ավազանին: Այստեղ տեղայնացված աղային գմբեթների երկրաբանական կարևորությունն ու նշանակությունը նավթային երկրաբանության մեջ:

Աղային գմբեթների կառուցվածքի կարևորությունը երկրաբանության մեջ:

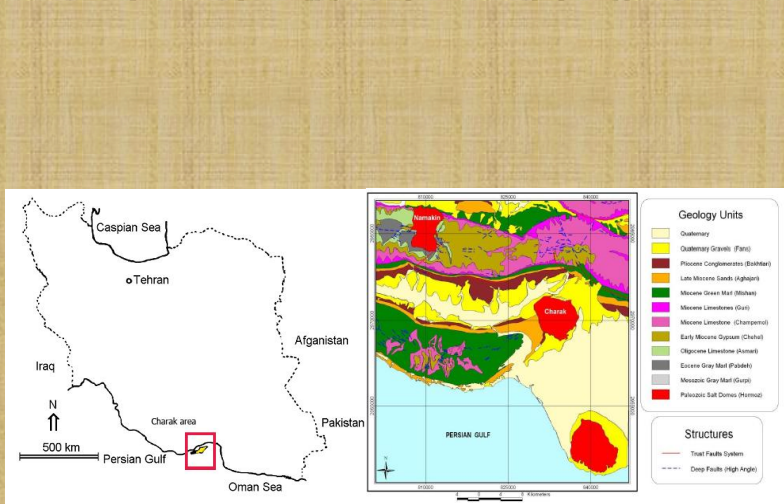
Նստվածքային ավազանները, որոնք առաջացել են երկրի ընդերքի խորը հատվածներում բարձր ճնշման պայմաններում տեղի ունեցած աղային միգրացիոն տեղաշարժման պրոցեսների հետևանքով հանդիսանում են աշխարհի ամենախոշոր բնական գազի և նավթի ռեսուրսակիրներ:

Աղային գմբեթների կառուցվածքի նշանակությունը նավթի երկրաբանության մեջ:

Նավթի իջվացքային շերտերի տեղաբաշխումը նստվածքային վերին շերտերում վերելքային շարժման արդյունք է, պայմանավորված ցածր գրավիտացիոն դաշտով: Նավթի իջվացքային շերտերի մեծամասնությունը առաջացել են աղի դեպի վերին շերտեր ներթափանցման հետևանքով: Այդ պրոցեսի ընթացքում կարող են դուրս գալ նաև կավե նյութեր: Աղի խտությունը կազմում է 2,03 գ/սմ³: Աղի հետ համեմատած կավն ու ավազը ավելի փոքր

խտություն ունեն, ընդ որում, դրանց խորությանը զուգընթաց կավի և ավազի սեղմամբ պայմանավորված միջհատիկային բեկորները նվազում են, որի հետևանքով խտությունը աճում է:

Հետազոտվող տարածքի նկարագրությունը և երկրաբանությունը: Չարակ (Դեհ Նաու (de Böckh et al. 1929, Diehl 1944) Դեհնաու (Ladame 1945) Դեհ-ի-Նաու (Walther 1960) (նկ.1.1) տարածաշրջան Իրան – Բանդար - Աբբաս Դեհնաու



Նկ.1.1 Չարակի տարածքի երկրաբանական քարտեզը

տարածաշրջանը պարփակված է $\varphi=27^{\circ}10' \div 27^{\circ}14'N$ հյուսիսային լայնության և $\lambda=53^{\circ}35' \div 53^{\circ}59'E$ արևելյան երկարության աշխարհագրական կոորդինատներով:: Ուսումնասիրվող տարածաշրջանը սահմանակցում է Աշքենան, Ահալ, Բուչիր, Համիրան, Հաշնիզ և Քեմեշկ քաղաքներին: Թաբանակ գագային կառույցը տեղակայված է այս մարզի արևմտյան հատվածում: Տարածաշրջան կարելի է մտնել Ազալուի միջով(Բանդար Լենգեհ, Լամարդ և Աշքենան-Գավաբնդի ճանապարհներ): Տարածաշրջանն ունի լեռների և հովիտների շատ խիստ տեղագրություն: Ամռանը կլիման շատ շոգ և խոնավ է, իսկ ձմռանը առկա են միջին կլիմայական պայմաններ: Երկրաբանական տեսանկյունից Դեհնաուի(Չարակ) տարածաշրջանը Իրանի հարավ-արևելքում տեղաբաշխված Ֆարս նստվածքային ավազանի մասն է: Ադալային ելուստների ապացույցներ կարելի է նկատել Դեհնաուի անտիկլինալի երկու կետերից: Տարածքի

երկրաբանական մանրակրկիթ ուսումնասիրությունները ապացուցեցել են 2 շարք ուղղահայաց խզվածքների առկայությունը:

ԳԼՈՒԽ II. ԳՐԱՎԻՏԱՑԻՈՆ ԴԱՇՏԻ ՎԵՐԱՀԱՇՎԱՐԿԸ ԱՏՈՐԻՆ

ԿԻՍՍԱՐԱԾՈՒՅՈՒՆՆԵՐՈՒՄ ԷՅԼԵՐԻ ԴԵԿՈՆՎՈՒԼԱՑԻԱՑԻ ՄԵԹՈՂԻՈՎ

Վերջավոր չափանի տարածություններում մեծ խտությամբ օժտված ծավալների հայտնաբերման և տեղայնացման երկրաֆիզիկական պրակտիկ խնդիրների լուծման նպատակով վերջին ժամանակներում լայնորեն կիրառություն է ստացել Էյլերի դեկոնվոլացիայի մեթոդը (EULDPH):

Այս մեթոդը վերագրվում է մեծ ծավալի գրավիչափական և մագնիսաչափական տվյալների մշակմանը և մեկնաբանմանը, դասվում է այսպես կոչված «էքսպրես» մեթոդների շարքին, տարբերվում է նմանատիպ առկա հասանելի տեխնալոգիաներից՝ հիմնարար երկրաբանական մոդելի առկայությամբ:

Ատենախոսության այս գլխում սահմանվում է EULDPH-ի տեսական հիմքերը, ներկայացվում են կիրառված արդիական հավասարումների մանրամասնությունները, իրականացման ալգորիթմերը և հաշվարկային սխեմաները: Մեթոդի էությունը կայանում է նրանում, որ ճաստեղ պատուհանով չափագրած գրավիտացիոն անոմալիաների դաշտը (Δg) մոտարկվում է որոշակի տարրական աղբյուրների դաշտով, որից առաջացած անոմալիան հանդիսանում է համասեռ ըստ Էյլերի ֆունկցիայի (Thompson, 1982, Reid et. at. 1990):

Հայտնի է (Korn, Korn, 1978), որ

$$f(tx, ty, tz) = t^{\bar{n}} f(x, y, z) \quad (2.1)$$

համարվում է \bar{n} կարգի միատարր (համասեռ) ֆունկցիա:

Եթե մենք (2.1) հավասարումը դիֆերենցենք ըստ ժամանակային t -փոփոխականի, ապա կստանանք հետևյալ հավասարումը.

$$x \frac{\partial f}{\partial (tx)} + y \frac{\partial f}{\partial (ty)} + z \frac{\partial f}{\partial (tz)} = \bar{n} \cdot t^{\bar{n}-1} f \quad (2.2)$$

Այնուհետ (2.2) հավասարումից անցնելով սահմանի, t -փոփոխականը ձգտեցնելով մեկի ($t=1$), կստանանք Էյլերի հավասարումը (Korn, Korn, 1978. p.112)

$$x \frac{\partial f}{\partial x} + y \frac{\partial f}{\partial y} + z \frac{\partial f}{\partial z} = \bar{n} \cdot f \quad (2.3)$$

Այստեղ (x, y, z) դեկարտյան կոորդինատներն են, որտեղ Oz -առանցքը ուղղված է դեպի երկրի կենտրոնը, Ox -առանցքը ուղղված է դեպի հյուսիս (աշխարհագրական լայնություն), Oy -առանցքը ուղղված է դեպի արևելք (աշխարհագրական երկարություն): Էյլերի հավասարումը գրավիտացիոն

տարրական աղբյուրի (x_0, y_0, z_0) կետի վրա կարելի է ներկայացնել հետևյալ տեսքով:

$$(x - x_0) \frac{\partial \Delta g(x_i, y_i, z_i)}{\partial x} + (y - y_0) \frac{\partial \Delta g(x_i, y_i, z_i)}{\partial y} + (z - z_0) \frac{\partial \Delta g(x_i, y_i, z_i)}{\partial z} = -n \Delta g(x_i, y_i, z_i) \quad (2.4)$$

որտեղ (x_i, y_i, z_i) -ն դիտարկվող կետերի կոորդինատներն են, որում տրված է Δg դաշտի արժեքները և հաշվարկված են նրա ածանցյալները, Δg -ի չափումները պետք է բավարարեն n աստիճանի էյլերի հավասարմանը, $\bar{n} = -n$, որտեղ \bar{n} -պարամետրը կոչվում է կառուցվածքային ինդեքս(SI) և բնորոշում է փոփոխության մակարդակի չափը ըստ դաշտի հեռավորության:

$$\begin{aligned} (x - x_0) \frac{\Delta g(x_{i+1}, y_i, z_i) - \Delta g(x_{i-1}, y_i, z_i)}{2h} &+ (y - y_0) \frac{\Delta g(x_i, y_{i+1}, z_i) - \Delta g(x_i, y_{i-1}, z_i)}{2h} \\ &+ (z - z) \frac{\Delta g(x_i, y_i, z_{i+1}) - \Delta g(x_i, y_i, z_i)}{h} \\ &= -n \Delta g(x_i, y_i, z_i) \end{aligned} \quad (2.5)$$

Էյլերի դեկոնվուլացիայի մեթոդը (2.5) կայանում է նրանում, որ վեց կետեր պարունակող «սահող պատուհանում» գծային հավասարումների համակարգի լուծման օգնությամբ Z_{i+1} կետում որոշվում է նրա անհայտ Δg պարամետրը:

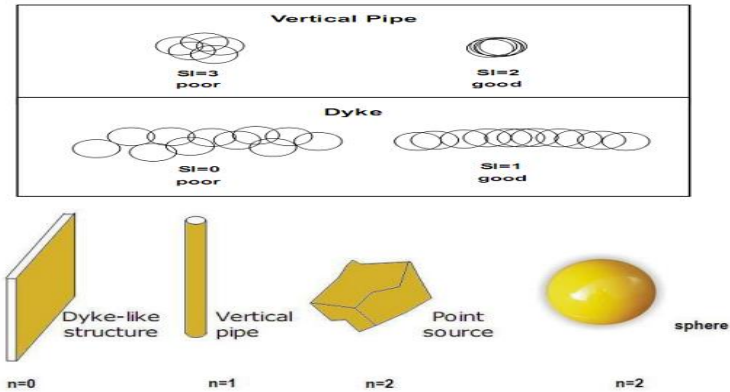
Այսպիսով յուրաքանչյուր «պատուհանին» համապատասխանում է մեկ էյլերյան լուծում (էյլերյան կետ) և նրա Δg -ի արժեքը: Ներփակող անումալագոյացնող մարմիններում էյլերյան կետերը դասավորվում են նրանց պարագծով: L-ը տալիս է նրանց դիրքավորման խորության գնահատականը:

Կառուցվածքային ինդեքսի և սահող պատուհանի արժեքների ճշգրտությունը կարևոր է, որովհետև սխալ արժեքի կիրառումը հանգեցնում է սխալ խորությունների և անումալիայի աղբյուրների ոչ ճիշտ ձևերի հաշվարկմանը: Եթե օգտագործված ինդեքսը չափազանց ցածր է, խորության գնահատականը շատ մակերեսային կլինի: Եթե օգտագործված ինդեքսը չափազանց բարձր է, խորության գնահատականը կլինի բավականին խորը: Եթե նույնիսկ ցուցիչը ճիշտ է, խորության գնահատականները ավելի ճշգրիտ են լինում բարձր ինդեքս ունեցող աղբյուրների համար, քան ցածր ինդեքս ունեցողների համար(նկ. 2.1):

Պատուհանի չափը պետք է ընտրվի ի նիկատի ունենալով հետևյալ չափորոշիչները.

1-Այն պետք է այնքան մեծ լինի, որպեսզի կարողանա ներառել դաշտի էական տատանումներն ու թեքումները(գրադիենտները):

2-Այն պետք է այնքան փոքր լինի, որպեսզի չընդգրկի հարևան բազմաթիվ աղբյուրների կարևոր փոփոխությունները:



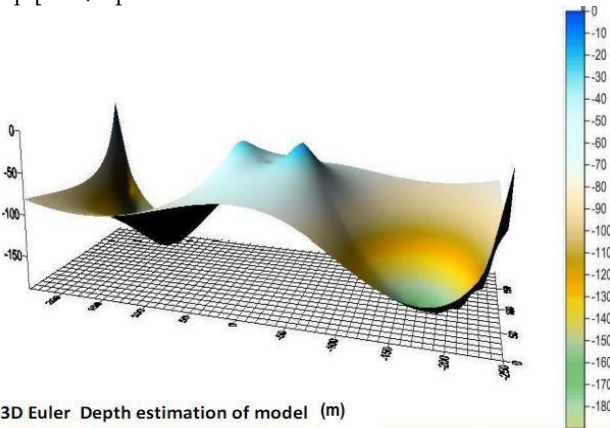
Նկ. 2.1 n-կառուցվածքային ինդեքսի կապը անոմալիա գոյացնող մարմնի երկրաչափական ձևից

Էյլերի դեկոնվոլյուցիայի մեթոդի մեջ, որը օգտագործվում է անոմալիայի խորության և ձևի գնահատման համար, գրավիտացիոն աղբյուրները, կառուցվածքային ինդեքսի երկու գործոնների արժեքը(SI) և սահող պատուհանի չափը(W size) մեկնաբանման համար պարզ չէ, և նա որոշ դեպքերում կարող է օգտագործվել, որպես երկրաբանության առաջնային ինֆորմացիա, փորձառական կանոններ կամ իր սեփական փորձը այս արժեքները սահմանելու համար: Ներածությունում նշված է, որ ներկայումս կատարվող Mat lab լեզվով գրված ծրագրերում ներառված են 2 օղակներ:

Առաջին օղակում ընդգրկված են կառուցվածքային ինդեքսի 0-3 արժեքների խմբի արժեքները 0,5 աճող փոփոխությամբ, իսկ երկրորդ օղակում՝ սահող պատուհանի չափի 3-19 կենտ պարունակող արժեքները՝ 2 աճող փոփոխությամբ: Բոլոր հնարավոր խորությունները վերհանվել են: Բոլոր Z արժեքների գրաֆիկների կառուցման դեպքում, մենք կտեսնենք, որ ստացված արժեքները կունենան մոդելի խորության տեսակետից ամենամեծ համապատասխանությունը: Արդյունքը 2D մոդելների համար էլ ճիշտ է, և մենք կարող ենք փաստել, որ խորությունը գնահատում է 10%-ից ավելի քիչ անճշտությամբ:

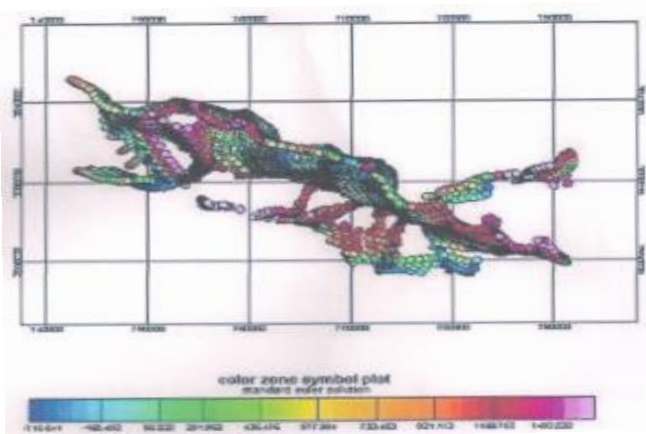
3D մոդել

Իջվածքային գոտիներում ներփակվող, պրիզմայաձև, անոմալ մարմնի գրավիտացիոն դաշտի եռաչափ մոդելը հաշվարկվում է GRAPRISM ծրագրով, որի օրինակը բերված է նկ.2.



Նկ. 2.2 Գրավիտացիոն դաշտի եռաչափ մոդելը հաշվարկված GRAPRISM ծրագրով

Այդ ծրագիրն ունի գործնական նշանակություն, տալով հնարավորություն միաժամանակյա որոշել և հաշվարկել մեր կողմից հետազոտվող Չարակ տարածքի համար անոմալիա գոյացնող մարմնի տեղադրման դիրքը և խտությունը, որոնց արդյունքները բերված են նկ. 2.3:



Նկ.2.3 Չարակի տարածքի անոմալիա գոյացնող մարմինների տարածական բաշխվածությունը

Ինչպես վերը նշվել է կառուցվածքային ինդեքսի ընտրությունը մնում է խնդրահարույց, քանզի նրա սխալ ընտրությունը բերում է կառուցվածքների և խորությունների աղավաղված պատկերներին: Յուրաքանչյուր իրական երկրաբանական միջավայրում հնարավոր է գոյություն ունենան մեկից ավել կառուցվածքային ինդեքսներով տրված ֆունկցիաներ: Նման դեպքերում կառուցվածքների և խորությունների աղավաղված պատկերի ճշգրտման կարելի է հասնել, ինչպես կառուցվածքային ինդեքսների տարբերությամբ, այնպես էլ վիճակագրական մեթոդների կիրառմամբ:

Ուստի n ինդեքսի բացահայտումը և ճշգրտումը կատարվում է գրավիչափության գծային հակադարձ խնդիրների լուծման օգնությամբ (ինվերսիայի մեթոդ):

ԳԼՈՒԽ III. ԳԾԱՅԻՆ ՀԱԿԱՂԱՐՁ ԽՆԴԻՐԻ ԼՈՒԾՄԱՆ ՄԻՋՈՑՈՎ ՏՐՎԱԾ ԾԱԿԱԼՈՒՄ ԱՆՈՄԱԼ ԽՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՈՐՈՇՈՒՄ

Տարածական խտությունների մոդելի կառուցման նպատակով երրորդ գլխում մշակված է գրավիտացիոն եռաչափ հակադարձ խնդիրների լուծմանն ուղղված անհրաժեշտ, տեխնալոգիապես արդյունարար և խնայողական ալգորիթմ: Գրավիչափության հակադարձ խնդիրները դիտարկված են մաթեմատիկական մոդելավորման կոնցեպցիայի շրջանակում: Միջավայրի և դաշտի նկարագրման համար օգտագործվել են ֆունկցիոնալ անալիտիք մոդելներ: Աշխատանքում դուրս գալով գրավիչափության հակադարձ խնդիրների էքստրեմումի պայմաններից դիտարկվել է Գաուս-Լյուտոնի մոդիֆիկացված մեթոդը(ԳԼՄՄ): Կանոնակարգող ալգորիթմների կառուցումը հիմնված է Տիխոնովի պարամետրական ֆունկցիոնալի վրա(SՊՖ):

$$T(\rho, x) = \|A\rho - g_{obs}\|_{L_2(Q)}^2 + \alpha \|\rho - \rho_0\|_{L_2(V)} \quad (3.1)$$

Եթե Տիխոնովի ֆունկցիոնալի մեջ g_0 փոփոխականը փոխարինենք ρ_n -ով, ապա կստանանք ԳԼՄՄ-ը, որտեղ և $\{\rho_n\}$ -ի բազմությունը կառուցվում է ռեկուրենդ հարաբերակցության եղանակով:

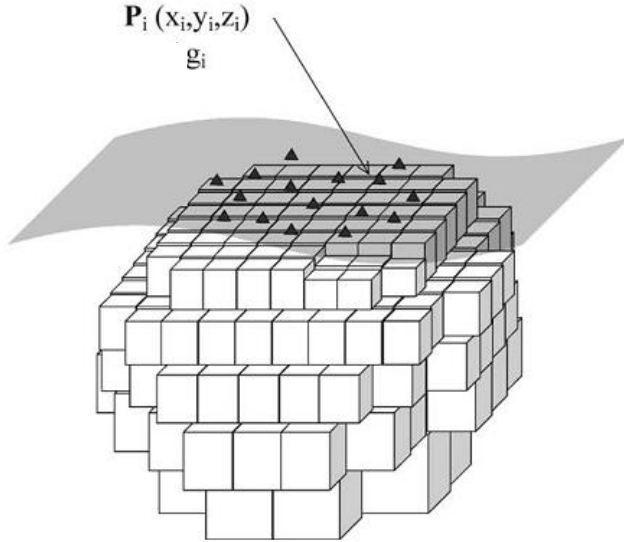
$$\rho_{n+1} = \rho_n - [A^T \cdot A(\rho_n) + a_n E]^{-1} \cdot A^T [A\rho - g_{obs}] \quad (3.2)$$

Երկչափ տարածությունում(L_2) գրավիչափության եռաչափ գծային հակադարձ խնդրի լուծման համար խտության բաշխվածության A -օպերատորը ունի հետևյալ տեսքը.

$$A(\rho) = G \iiint \frac{\xi - z}{[(z-x)^2 + (\eta-y)^2 + (\xi-z)^2]^{\frac{3}{2}}} \rho(\zeta, \eta, \xi) d\zeta d\eta d\xi; (x, y, z) \in Q$$

(3.3)

G-գրավիտացիոն հաստատունն է, V-այն ծավալն է, որտեղ և փնտրվում է խտության բաշխվածությունը $\rho \in L_2(V)$, Q-տրված $g_z \in L_2(Q)$ դաշտի տիրույթն է: Ուսումնասիրվող դաշտի տիրույթը երկրաբանորեն մոդելացվել է, որպես սահմանափակ քանակությամբ ուղղանկյուն պրիզմաների տեսքով: Այս պարամետրիզացիան թույլ է տալիս մեզ առանձին հաշվել յուրաքանչյուր պրիզմայից առաջացած ձգողականության ուժը, իսկ այդ առանձին պրիզմաներից առաջացած ձգողության ուժերի գումարը ստեղծում է դիտարկվող գրավիտացիոն դաշտը(նկ. 3.1):



Նկ.3.1. Դիտարկվող տիրույթի մոդելավորումն ըստ ուղանկյուն պրիզմաների(Green W. 1975)

Պրիզմայաձև համասեռ մարմնի ուղղահայաց գրավիտացիոն ուժը կարելի է ներկայացնել հետևյալ կերպ.

$$g_z(x, y, z) = G \int_{a_1}^{a_2} \int_{b_1}^{b_2} \int_{c_1}^{c_2} \frac{\rho c \, da \, db \, dc}{(a^2 + b^2 + c^2)^{\frac{3}{2}}} \quad (3.4)$$

(3.4)

Որտեղ՝ (3.4) հավասարման մեջ $g_z(x, y, z)$ -համասեռ մարմնից առաջացած ուղղահայաց գրավիտացիոն ուժն է (x, y, z) կոորդինատներով կետում, G-գրավիտացիոն հաստատունն է, իսկ ρ -ն էլեմենտար մարմնի մեջ մասսայի

խտությունն է: Ընդունված է, որ փնտրվող զանգվածը տեղաբաշխված է (u, v, w) կոորդինատներով: Հաշվի առնելով այն հանգամանքը, որ անոմալիա գոյացնող մարմինը կազմված է բազմաթիվ ուղղանկյուն պրիզմաների հանրագումարից, ուստի (3.4) հավասարման աջ մասում կատարելով ինտեգրալի սահմանների համար փոփոխականների փոխարինում դուրս գալով $u_1 = a_1 - x_i, u_2 = a_2 - x_i, v_1 = b_1 - y_i, v_2 = b_2 - y_i, w_1 = c_1 - z_i, w_2 = c_2 - z_i$

նշանակումներից, կարող ենք գնահատել (u, v, w) կոորդինատներով տեղաբաշխված զանգվածի՝ համասեռ մարմնից առաջացած ուղղահայաց գրավիտացիոն ուժը $g_z(x, y, z)$ և A_{ij} հաստատունի արժեքները, որոնք բերված են հետևյալ տարրական ձևի:

$$\Delta g_z = -G\rho \left[u \cdot \ln(v + R) + v \cdot \ln(u + R) + w \cdot \arctg \frac{u \cdot v}{R \cdot w} \right] \quad (3.5)$$

Որտեղ՝ $R^2 = a^2 + b^2 + c^2$ պրիզմայի մեջ դիտարկման կետից դեպի էլեմենտար զանգված եղած հեռավորությունն է: Քանի որ A_{ij} -որոշվում է պրիզմայի երկրաչափությամբ և դրա դիտարկման կետի հետ հարաբերակցությամբ, ուստի (3.5) հավասարումը կարելի է բերել հետևյալ ընդհանուր տեսքի.

$$g_i = \sum_{j=1}^m A_{ij} \cdot \rho_j \quad (3.6)$$

Հավասարում (3.6)-ից դիտարկված գրավիտացիոն g_i և տեսական հաշվարկված արժեքների միջև եղած տարբերությամբ յուրաքանչյուր դիտարկման կետում կարելի է հաշվել g_i սօբս: Այդ գործընթացի իրականացման ժամանակ անհրաժեշտ է հաշվի առնել հետևյալը.

- 1) Սկզբնական խտության կառուցվածքների համար ρ_j կետերում հաշվարկված գրավիտացիոն արժեքները հետևյալներն են;

$$g_i^0 = \sum_{j=1}^m A_{ij} \cdot \rho_j^0 \quad (3.7)$$

2) Երկրորդ քայլում կարելի է ձեռք բերել ավելի լավ մոդել ρ_j^0 սկզբնական արժեքներին ավելացնելով լրացուցիչ խտության $\Delta\rho_j$ արժեքները (այն կարող է ունենալ ինչպես դրական $\Delta\rho^+$, այնպես էլ բացասական $\Delta\rho^-$ արժեքներ);

3) Հավասարում (3.7) կարելի է գրել հետևյալ մաթրիցային տեսքով $\mathbf{g} = \mathbf{A} \cdot \rho$ որտեղ՝ \mathbf{A} : $n \times m$ երկրաչափական գործակիցների մատրիցն է, \mathbf{g} : n -երկարության գրավիտացիոն վեկտորն է, իսկ ρ : m -երկարության անհայտ խտությունների վեկտորն է:

Փոքրագույն քառակուսիների օպտիմիզացիայի գործընթացը տրվում է հետևյալ իտերացիոն բանաձևի միջոցով.

$$\begin{aligned} \Delta\rho_{i+1} &= (\mathbf{A}^T \cdot \mathbf{A} + \alpha\mathbf{I})^{-1} \cdot \mathbf{A}^T \cdot (\mathbf{A}\rho_i - \mathbf{g}_{obs}) \\ &= (\mathbf{A}^T \cdot \mathbf{A} + \alpha\mathbf{I})^{-1} \cdot \mathbf{A}^T \cdot \Delta\mathbf{d} \end{aligned} \quad (3.8)$$

Որտեղ, $\Delta\rho$ -ն պարամետրի ուղղման վեկտորն է, $\Delta\mathbf{d}$ -ն տվյալների տարբերակիչ վեկտորը, \mathbf{I} -ն տարբերակիչ մատրիցն է, իսկ α -հանդիսանում է մարման գործոն, $\|\mathbf{A}\rho_i - \mathbf{g}_{obs}\| < \varepsilon^2$ -մինիմիզացման ճշտությունն է, եթե չի բավարարում պայմանը գնում ենք 2 կետին, եթե բավարարված է, ապա ավարտում ենք ընթացակարգը(Լեվենբերգ, 1944; Մարքուարթ, 1963; Հովհաննիսյան 1976, 1986):

Այս մեթոդի կիրառման նպատակով մեր կողմից մշակվել է ալգորիթմ, հաշվարկային սխեմա և Matlab-ի կոդով գրված համակարգչային ծրագիր:

Որպես մուտքային տվյալներ ծրագիրը պահանջում է. (a) Բուգեի գրավիտացիոն տվյալները, (b) դաշտի տիրույթում օգտագործված պրիզմայի կոնֆիգուրացիան, (c) սկզբնական մարման(ճնշման) արժեքը, և (d) ինվերսիան վերջացնելու համար շեմային մնացորդային rms սխալի արժեքը: Հաշվարկային սխեմայով նախատեսվում է հաջորդաբար իրականացնել հետևյալ քայլերը.

Քայլ 1a) Նախնական խտության մոդելը, ներառյալ յուրաքանչյուր հայտնի ֆիզիկական սահմանափակումները, որոնք կարող է հանդես գալ որպես մուտքագրում (Էյլերի դեկոնվոլուցիան)

Քայլ 1 b) Նախնական արժեքավորումից հետո, \mathbf{A} -ն հաշվարկվում է տվյալների շարքի և պրիզմայի կոնֆիգուրացիայի համար

Քայլ 2) \mathbf{A} -ն բազմապատկվում է սկզբնական խտության մոդելով տեսական գրավիտացիան որոշելու համար

Քայլ 3) $\Delta\rho$ (+,-) ավելացնել սկզբնական խտության մոդելի արժեքներին:

Քայլ 4) հեռացնել տարածքային գծային ուղղությունը գրավիտացիոն տվյալներից

Քայլ 5) դիֆերենցիալ գրավիտացիան և գրավիտացիոն գործակցի մատրիցները փոխակերպվում են դիֆերենցիալ խտության ձեռքբերման համար

Քայլ 6) խտության մոդելի թարմացում

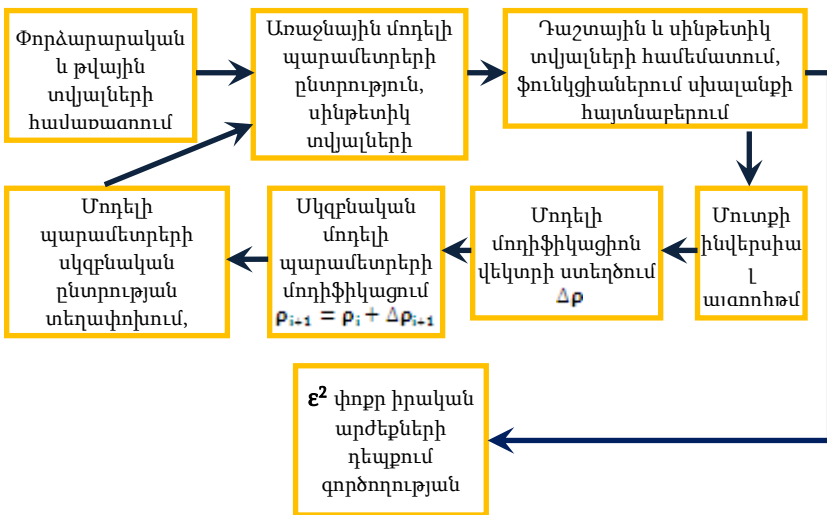
Քայլ 7) ճշգրտված մարման արժեքը

Այս գործընթացը շարունակվում է մինչև շեմային սխալի արժեքին հասնելը կամ մինչև լրացվում են պարբերաբար ճշգրտված թիվը: Վերջնական լուծումը ապահովում է յուրաքանչյուր բլոկի դիֆերենցիալ խտության լուծումը, կովարիացիոն արժեքները, այդ թվում նաև մնացորդային գրավիտացիայի սխալը: Ունենալով որևէ պրիզմայի փաստացի խտությունը՝ մենք կարող ենք հաշվել բոլոր պրիզմաների փաստացի խտությունը՝ ավելացնելով յուրաքանչյուր պրիզմայի համար որոշված դիֆերենցիալ խտությունը:

Քայլ 8) Հիմնել 3D խտության բաշխումը որոշակի կրկնություններից հետո

Քայլ 9) Ստեղծել հորիզոնական 2D խաչաձև հատվածով պարզ խտության քարտեզ տարբեր խորություններում:

Քայլ 10) փոխակերպել բոլոր 2D խաչաձև հատվածները 3D մոդելի



Նկ. 3.2 Matlab-ի կոդով գրված համակարգչային ծրագրի հաշվարկային սխեման

Գոյություն ունեցող ուղիղ և հակադարձ մեթոդների նկատմամբ վերը նշված մեթոդն ունի մի շարք առավելություն.

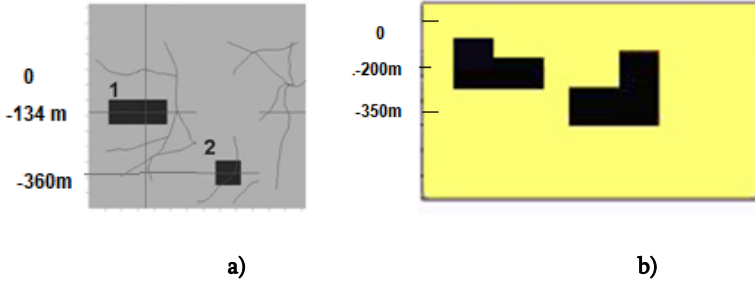
- Առաջնայինն այն է, որ մեր մեթոդը չի պահանջում տվյալների փոխակերպում դեպի ավիքային թվերի ասպարեզ, ուստի խույս ենք տալիս Ֆուրյեի փոխակերպման հետ կապված դժվարություններից;

- Այս մեթոդը չի պահանջում տվյալների վանդակավորում: Պատահականորեն բաշխված դիտարկումները հանգեցնում են կայուն լուծումների;
- Աղբյուրի ծավալի չափսերը, ներառյալ առավելագույն և նվազագույն խորությունները, կարող են որոշվել ըստ երկրաբանական և ֆիզիկական սահմանափակումների (ինչպես Էյլերի դեկոմփոզիան);
- Ճշգրտման կիրառումը թույլ է տալիս նոր մեթոդին հասնել կայուն լուծման սկսնակ խտության մոդելի նկատմամբ, առանց ներփակող կողմնակալության;
- Այս մեթոդը կարող է փոխակերպել տվյալների շարքի մի քանի հազար դիտարկումներով և մինչև հազար անհայտ պրիզմաների խտություն ավելի քիչ քան 1 ժամում;
- Այս մեթոդի գլխավոր առավելությունն այն է, որ այն կարող է ներգրավել բացասական և դրական խտության տարբերությունը մոդելի մեջ, միաժամանակ որոշել գծային տարածքային ֆոնային արժեքը և կարող է հայտնաբերել կամայական կառուցվածքներ՝ սկսած երկրաբանական տեղեկատվության հնարավոր բացակայությունից մինչև գլխավոր մոդելը;
- Դիտարկվող մոդելների վերին հատվածների համար ապահովում է շատ լավ երկրաչափություն;
- Տրված տվյալների շարքի համար, մեթոդը կարողացել է վերհանել նույն լուծումը 3 տարբեր սկսնակ մոդելներից՝ համատարր (համասեռ խտության մոդել, պատահական խտության մոդել և խտության մոդել, որը սերտորեն կապված է ակնկալվող լուծման հետ: Գերակշռող դեպքերում ինվերսիայի մեթոդը շատ լավ վերականգնում է մոդելի խտության բաշխումը: (մոդելի խտության սխալները կազմում են ավելի քիչ, քան 5%);
- Վերջապես մենք կարող ենք ստանալ անոմալիա գոյացնող աղբյուրի 3d մոդելը՝ հիմնվելով խտության բաշխման վրա:

ԳԼՈՒԽ IV. ՄՇԱԿՎԱԾ ՄԵԹՈԴՆԵՐԻ ԿԻՐԱՌՈՒՄԸ ՀԱՇՎԱՐԿԱՑՅՈՒՆ ԵՎ ՊՐԱԿՏԻԿ ԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ԼՈՒԾՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ

Քննարկված է հակադարձ(ինվերսիոն) խնդրի համադրումը մոդելի և ուղիղ խնդրի միջոցով հաշվարկված համապատասխան դաշտի միջև: Որպես սինթետիկ մոդելներ ընտրվել են երկուական մարմիններից բաղկացած անոմալիա առաջացնող կառուցվածքները.

Առաջին մոդելի դեպքում անոմալիա գոյացնող մարմինները բնութագրվում են $m_1=264 \cdot 10^{11}$ կգ, $m_2=360 \cdot 10^{11}$ կգ անոմալ զանգվածներով և $Z_1=-134$ մ, $Z_2=-360$ մ զանգվածային կենտրոններով՝ ընդ որում այդ մարմինները ներփակող միջավայրից տարանջատված են 400 կգ/մ³ խտության արժեքների տարբերությամբ (նկ.4.1ա);

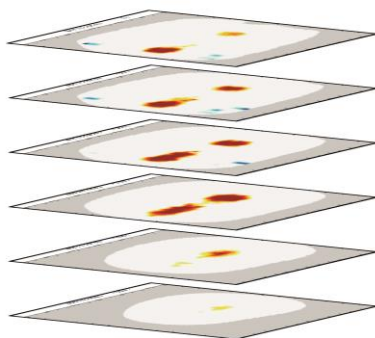


Նկ. 4.1 Անոմալիա առաջացնող սինթետիկ մոդելները

Երկրորդ մոդելի դեպքում անոմալիա գոյացնող մարմինները բնութագրվում են $Z_1=-200$ մ, $Z_2=-300$ մ զանգվածային կենտրոններով՝ ընդ որում այդ մարմինները ներփակող միջավայրից տարանջատված են համապատասխանաբար 400 կգ/մ³ և -600 կգ/մ³ խտության արժեքների տարբերություններով (նկ.4.1b);

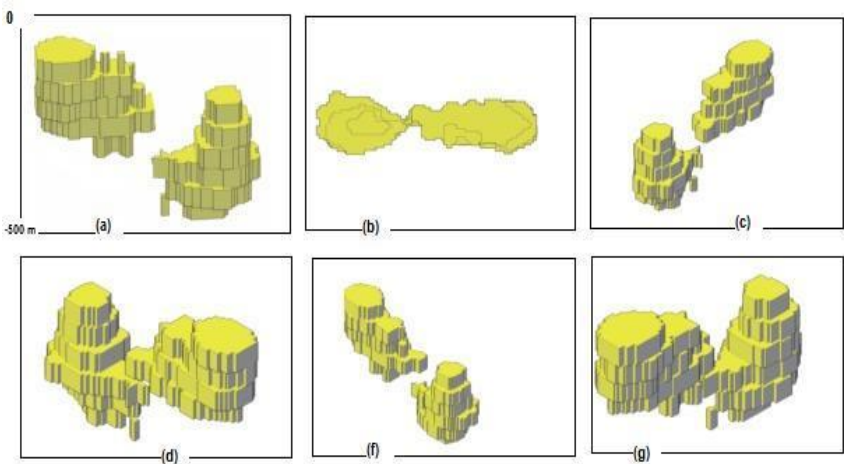
Երկրաչափական տեսք ունեցող մարմինների եռաչափ դեկոնվուլացիայի մեթոդի կիրառումը բացահայտել է, որ Էյլերյան լուծումների դաշտի կետերը մոդելային մարմնի խտությունների մերձակայքերում ունեն մաքսիմումներ, ավելին նրանք ֆիքսում են անոմալիա գոյացնող մարմնի վերին և ներքին սահմանները՝ $0\div 500$ մ:

Բերենք ալգորիթմի կիրառումը առաջին մոդելի համար, ըստ որի Matlab ծրագրավորման լեզվով Լեվենբերգ-Մարքուարդի և Հովհաննիսյանի օպտիմիզացիայի կիրառման օգնությամբ ստացված հաշվողական ծրագրի միջոցով պատկերված է անոմալիա գոյացնող մարմնի տեսքն ու դիրքավորությունը ըստ խորության (նկ.4.2):



Նկ.4.2 Անոմալիա գոյացնող մարմնի տեսքն ու դիրքավորությունը խորության $0\div 500$ մ տիրույթում, ըստ Էյլերի դեկոնվուլացիայի վերահաշվարկմամբ

Դուրս գալով վերը նշված մեթոդից, ստացված Էյլերյան լուծումների որոշակի հետափոխությունների միջև կառուցում ենք մոդելային տարածություններ և քայլ առ քայլ որոնումներ կատարում այդ սահմաններում՝ ընտրելով պահանջվող քանակությամբ ($N=10000$) և երկրաչափական պարամետրերով (երկարություն $X=25$, լայնություն $Y=25$, բարձրություն $Z=20$) նվազագույն խորանարդներ: Այնուհետև մշակված հաշվողական սխեմայի և հակադարձ խնդրի ալգորիթմների միջև օգտագործելով Matlab ծրագրավորման լեզուն կատարված է գրավիտացիոն դաշտի վերահաշվարկ և արդյունքում ստացված է անոմալիա առաջացնող մարմնի խտությունների 3D մոդելը (նկ.4.3):

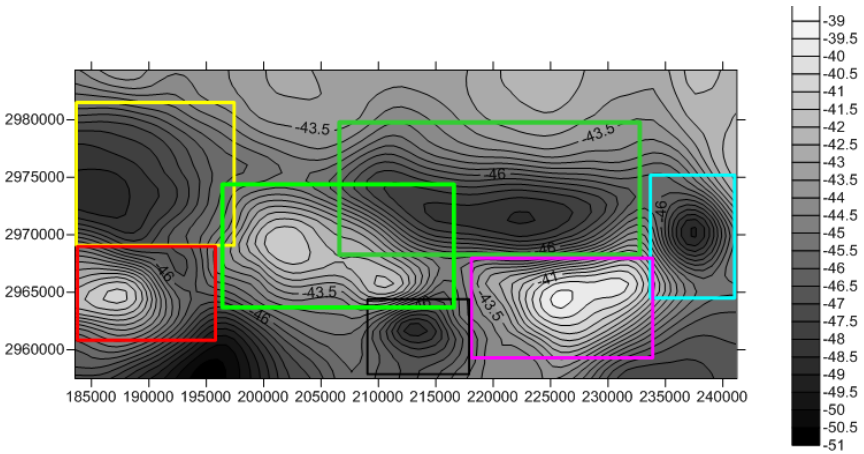


Նկ.4.3 Հակադարձ խնդրի լուծման փուլերը

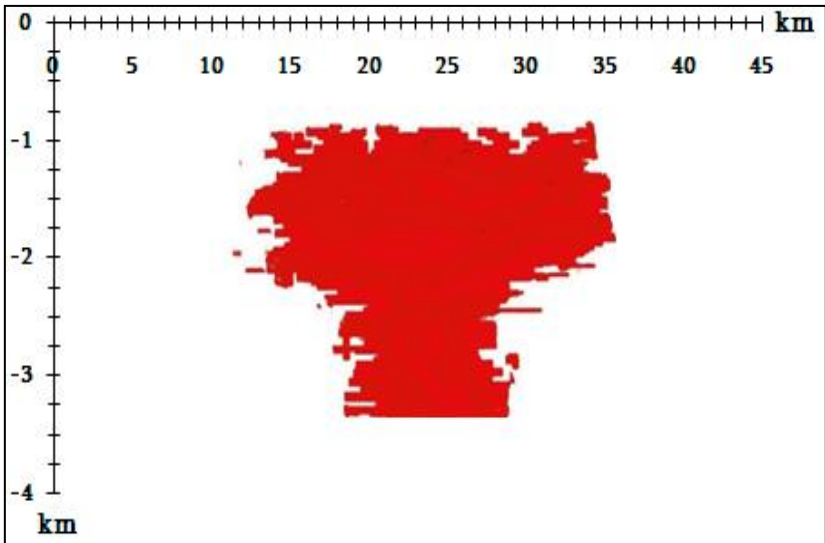
Նմանատիպ հաջորդական գործողությունների շարք իրականացվել է նաև երկրորդ մոդելի համար:

Որպես պրակտիկ խնդիր դիտարկված է Օրմազազի(Իրանի) տարածքը, որտեղ գրավիտացիոն դաշտի 875 կետերի չափումների արժեքները ձեռք են բերվել Իրանի նավթամշակման ազգային ծառայությունների տվյալների բանկից (նկ.4.4):

Համաձայն այդ դիտարկումների տվյալների գծային հակադարձ խնդիրների Էյլերյան լուծումների հաշվարկման ալգորիթմի և հաշվողական սխեմայի կիրառման արդյունքում ստացված է հետազոտվող տարածքի շրջանի նավթի և բնական գազի հանքավայրերում գտնվող աղային գմբեթների տարածական գնահատումները (նկ.4.5):



Նկ.4.4 Օրմագագի(Իրանի) տարածի տեղայնացված գրավիտացիոն դաշտի քարտեզը



Նկ.4.5 Հատված տեղայնացված գրավիտացիոն դաշտում անոմալիա առաջացնող խտությունների բաշխումից

Ստացված արդյունքները լրիվությամբ համադրելի են առկա երկրաբանական տվյալների հետ և տալիս են նոր, լրացուցիչ, տեղեկություններ տարածքի երկրաբանա-երկրաֆիզիկական կառուցվածքի վերաբերյալ, և

բավականին բարձր ճշտությամբ(<10%) ուրվագծում է աղային գմբեթների եռաչափ մոդել:

Հետազոտությունների հիմնական արդյունքներն ու եզրակացությունները.

- Տրված է միևնույն նշանի հաստատուն խտությամբ ներփակվող աղբյուրների դասում գրավիտացիոն անոմալիաների աղբյուրների հայտնաբերման և տեղայնացման եռաչափ խնդրի դրվածքը;
- Մշակված է գրավիտացիոն անոմալիաների աղբյուրների հայտնաբերման և տեղայնացման խնդրի երկչափ (2D=2,5D) լուծումից եռաչափ (3D) դրվածքի անցման գաղափարական հիմքերը և ալգորիթմները;
- Կատարելագործված է գրավիչափության եռաչափ գծային հակադարձ խնդրի լուծման կանոնավորված ալգորիթմների հաշվարկային սխեմաները;
- Ստեղծված է գրավիտացիոն անոմալիաների աղբյուրների հայտնաբերման և տեղայնացման խնդրի լուծման համար սեխնտրոգիական և արդյունավետ ծրագրեր;
- Հետազոտված և մշակված են հաշվողական սխեմաների աշխատունակությունը և արդյունավետությունը, ինչպես սինթետիկ մոդելներով այնպես էլ Իրանի տարածքում առկա աղային գմբեթների պրակտիկ պայմաններով;
- Առաջարկված է Էյլերյան լուծումների բազմության մեջ խտությունների որոնման նոր տարբերակ, որը հնարավորություն է տալիս որոշել աղային գմբեթների՝ որպես տեղայնացված անոմալիա գոյացնող օբյեկտների եռաչափ տարածական պարամետրերը: Իրական երկրաբանական պայմաններում տեղաբաշխված աղային գմբեթների մի շարք սինթետիկ մոդելների հիման վրա ուսումնասիրված է առաջարկվող եղանակների արդյունավետությունը, ինչպես նաև ելակետային տվյալների մեջ գոյություն ունեցող աղավաղումների նկատմամբ կայունությունը:
- Գրավիչափական դիտարկումների տվյալներով գծային հակադարձ խնդիրների Էյլերյան լուծումների հաշվարկման ալգորիթմի և հաշվողական սխեմայի կիրառման արդյունքում ստացված է Օրամգազի(Իրանի) շրջանի նավթի և բնական գազի հանքավայրերում գտնվող աղային գմբեթների տարածական գնահատումները, որոնք լրիվ համընկնելով առկա երկրաբանական տվյալների հետ, տալիս են նոր, լրացուցիչ, տեղեկություններ տարածքի կառուցվածքի վերաբերյալ;
- Իրանի արդյունաբերության նախարարության նավթամշակման «Arat» գիտական ընկերությունների կողմից ստացված

հավաստագրերը հաստատում են գրավիչափական մեթոդով պրակտիկ երկրաբանական խնդիրների լուծման արդյունավետությունը մշակված ծրագրային փաթեթների կիրառմամբ:

Ատենախոսության հիմնական արդյունքները տպագրված են հետևյալ գիտական հոդվածներում.

1. Touthmalani Reza, New Approach for Determining the Structural Index and Moving Window with Genetic Algorithm in Euler Deconvolution (2D Synthetic Gravity Data), 2010, Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 4 (10), p. 5121-5125
2. Touthmalani Reza, Hovhannisyan S. M. Euler deconvolution of 3D gravity data interpretation: Charak area of Iran, Science Series Data Report (ISI journal) Vol. 4, No. 2; Canada, Feb 2012, p. 58-69
3. Touthmalani Reza, Hovhannisyan S. M. Application of tilt angle and analytical signal for gravity anomalies (case study: Bandar Charak. Hormozgan.Iran), Science Series Data Report (ISI journal) Vol. 4, No. 2; Canada, Feb 2012, p. 29-36
4. Touthmalani Reza, Application of gravity method in fault path detection, Actual problems of geophysics and engineering seismology, Armenia, 2011, p. 181
5. Touthmalani Reza, Inversion of gravity data in base salt (case study: left part of Bandar Charak, Hormozgan, Iran), Archives Des Sciences Vol. 65, No. 8; Aug 2012, p. 387-404
6. Touthmalani Reza, Inversion of gravity data in base salt (case study: Right part of Bandar Charak, Hormozgan, Iran), Archives Des Sciences Vol. 65, No. 8; Aug 2012, p. 147-157
7. Touthmalani Reza, Geophysical TRIZ in shape of salt dome, Archives Des Sciences Vol 65, No. 8; Aug 2012, p. 158-163
8. Touthmalani Reza, Comparison result of inversion of gravity data of a fault by particle swarm optimization and Levenberg-Marquardt methods, Germany, Springer Plus 2013, 2, p. 462
9. Touthmalani Reza, Gravity inversion of a fault by Particle swarm optimization (PSO), Springer Plus 2 (1), p. 1-7.

РЕШЕНИЕ ТРЕХМЕРНОЙ ЗАДАЧИ ОБНАРУЖЕНИЯ И ЛОКАЛИЗАЦИИ
СОЛЯНЫХ КУПОЛОВ ПО ДАННЫМ ГРАВИМЕТРИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

РЕЗЮМЕ

Актуальность работы. Для богатой углеводородными ресурсами территории Исламской Республики Иран, выявление и изучение соляных куполов является одной из важных направлений комплексных геолого-геофизических исследований. Повышенный интерес к таким природным объектам обусловлен в первую очередь, с накоплением на фланговых участках больших запасов нефти и природного газа и уже в последующем, как источников минерального сырья соли и углекислого калия.

Благодаря высокой разрешающей способности выделения областей со значительными отличиями физических свойств пород и экономичности применения, гравиразведочные методы становятся определяющими, особенно в труднодоступных районах, где сейсморазведочные методы отображения имеют достаточно слабое разрешающие способности. Большой объем и высокая точность проводимых в настоящее время к гравиметрическим наблюдениям предъявляют повышенные требования в частности к методам их интерпретации.

В связи с этим, усовершенствование известных и разработка новых средств и технологий извлечения количественной информации из данных гравиметрических наблюдений, особенно в трехмерном становятся актуальными, для решения трехмерных обратных задач гравиметрии, направленных на обнаружение и локализацию источников гравитационной аномалии.

Цель диссертационной работы является, разработка эффективных и экономичных алгоритмов решения трехмерных задач обнаружения и локализация источников гравитационных аномалий в рамках концепции математического моделирования.

Для достижения поставленной цели в диссертационной работе сформулированы и решены следующие задачи:

- Дать постановку трехмерной задачи обнаружения и локализации источников гравитационных аномалий в классе изолированных источников с постоянными плотностями одного знака.
- Разработать идейные основы и алгоритмы перехода от решению задачи ОЛНГА в двухмерной (2D/2.5D) к трехмерной (3D) постановке.
- Разработать вычислительные схемы регуляризирующих алгоритмов решения трехмерной линейной обратной задачи гравиметрии.
- Составить технологичные и экономичные программы решения задачи обнаружения и локализации источников гравитационных аномалий.
- Исследовать работоспособность и эффективность разработанных вычислительных схем и программ как на синтетических моделях, так и в практических условиях соляных куполов территории Ирана.

Научная новизна проведенных исследований состоит в следующем:

- применен метод деконволюции Эйлера, обеспечивающий стабильность числовых вычислительных процессов пересчета гравитационного поля;
- модифицирован метод Гаусса – Ньютона или алгоритма Левенберга-Маркварта для решения линейных обратных задач гравиметрии;
- на основе метода деконволюции Эйлера, разработана вычислительная схема пересчета дискретных значений потенциальных полей с нулевого уровня вглубь изолированного источника гравитационной аномалии с шагом h и построения послойных двумерных моделей (2D/2.5D);

- разработан алгоритм, компьютерная технология перехода от 2D моделей к созданию 3D синтетической модели изолированного аномального тела.

Практическое значение. Разработанные средства извлечения количественной информации из данных гравиметрических наблюдений расширяют практические возможности гравиразведочных методов, существенно повышают достоверность результатов комплексной интерпретации геолого-геофизических данных.

Созданный алгоритм и вычислительная схема его применения в совокупности с методом деконволюции Эйлера позволяет уверенно определять геометрические параметры (положение в плане и по глубине) соляных куполов, как аномалообразующих объектов. Он может быть применен также для решения широкого круга геофизических задач.

Программный комплекс, реализующий алгоритм, имеет удобный и простой пользовательский интерфейс, позволяющий инженерно-техническому персоналу использовать его в полевых условиях поиска и разведки месторождений нефти и газа.

Основные результаты и выводы:

- Дана постановка трехмерной задачи обнаружения и локализации источников гравитационных аномалий в классе изолированных источников с постоянными плотностями одного знака.
- Разработаны идейные основы и алгоритмы перехода от решения задачи ОЛНГА в двухмерной (2D/2.5D) к трехмерной (3D) постановке.
- Усовершенствованы вычислительные схемы регуляризирующих алгоритмов решения трехмерной линейной обратной задачи гравиметрии.
- Созданы технологичные и экономичные программы решения задачи обнаружения и локализации источников гравитационных аномалий.
- Исследованы работоспособность и эффективность разработанных вычислительных схем и программ как на синтетических моделях, так и в практических условиях соляных куполов территории Ирана.
- Предложен новый способ поиска сгущений во множестве Эйлеровых решений, позволяющий определять трехмерные пространственные параметры соляных куполов, как локализованных аномалообразующих объектов. Исследованы эффективность, разрешающая способность и устойчивость к шуму к исходным данным предлагаемого способа на целом ряде синтетических моделей и реальных геологических условиях расположения соляных куполов.
- В результате применения алгоритм и вычислительных схем с Эйлеровым решением, рассчитанным по данным гравиметрических наблюдений обратной задачи, получены пространственные оценки соляных куполов в районе месторождения нефти и газа Ормагазе(Иран), полностью согласующиеся с имеющимися геологическими данными и доставляющими новую информацию о строении этой территории.

По теме диссертации опубликованы 9 научных статей и получены 3 сертификаты от Нефтяной компании «Arat» Министерства промышленности Исламской Республики Иран.

REZA TOUSHMALANI

THE SOLUTION OF 3D TASKS OF REVEALING AND LOCALIZATION OF SALT DOMES BY GRAVIMETRIC OBSERVATIONS

SUMMARY

For resource-rich territory of the Islamic Republic of Iran, revealing and the study of salt domes is one of the important areas of complex geological-geophysical research. The increased interest in such natural objects arises sufficiently due to the accumulation of oil and natural gas on large flank areas and as a result a source of minerals and salts of potassium carbonate.

Significant differences in physical properties of rock domain's separation process is particularly difficult in studied areas, where the seismic prospecting methods have low ability of reflection gravity-prospecting methods due to high detection potential and low cost become crucial. Currently the gravimetric observations of high accuracy and volume represent their interpretation methods that are of higher requirements. Therefore, to improve the known and development of new means and techniques of extracting the quantitative information from the gravimetric data survey are relevant for solving three-dimensional inverse problems of gravimetry, designed to detect and localize sources of gravitational anomaly. The aim of the thesis is the concept of mathematical simulations to develop effective and efficient algorithms aimed at the three-dimensional gravitational anomalies source detection and localization problems. The aim of dissertation work is the development of effective and efficient algorithms for solution of three-dimensional problems of detection and localization of gravitational anomaly sources within the concept of mathematical modelling.

To set the objectives of the thesis work the following problems are formulated and solved.

1. To give the formulation of the three-dimensional problem of detection and localization of sources gravity anomalies in the class of isolated sources with constant densities of the same sign.
2. To develop the ideological foundations and algorithms for solving the problem of the transition from two-dimensional (2D / 2,5D) to three-dimensional (3D) formulation.
3. To improve gravimetric three-dimensional linear inverse problem solution by regular algorithm calculation schemes;
4. Technological and economical program for solving the problem of detection and localization of gravitational anomalies sources is compiled.
5. To observe the efficiency and effectiveness of the developed computational schemes and programs both on synthetic models, and in practical conditions of salt domes in Iran.

For the first time

- The three-dimensional gravitation anomaly source detection and localization problem is solved by constructing equivalent to external field of the mass redistribution;
- Euler deconvolution method is applied, which provides the digital stability of the computational processes when solving gravitational reverse task equations;
- Gauss - Newton method for solving linear inverse problems of gravimetry is modified;

- On the basis of Euler deconvolution, a computational recalculation scheme of discrete values of potential fields with zero depth isolated source of the gravity anomaly with step h and the construction of layered three-dimensional models are developed;
- The algorithm, for transition from 2D models to create 3D synthetic model is developed.

The observed means of withdrawal of quantitative information from observed gravimetric data expand the practical possibilities of gravimetric methods, significantly improves the reliability of the interpretation of complex geological-geophysical data. Created algorithm and its applied computational scheme along with Euler deconvolution method allows to determine accuracy of anomaly creating salt dome geometric parameters (position according to layout and depth).

It can also be applied to a wide range of geophysical task solutions. The complex software program for algorithms has a simple and convenient implementation, which allows it to be usable for technical staff in the field of oil and natural gas exploitation and exploration activities.

The main results and conclusions of the thesis work are.

- The formulation of the three-dimensional problem of detection and localization of sources gravity anomalies in the class of isolated sources with constant densities of the same sign is given.
- The ideological foundations and algorithms for transition of gravitation anomaly source detection and localization from two-dimensional (2D / 2,5D) solution to a three-dimensional (3D) formulation are developed.
- The gravimetric three-dimensional linear inverse problem solution by regular algorithm calculation schemes was improved;
- Technological and economical program for solving the problem of detection and localization of gravitational anomalies sources was created.
- The efficiency and effectiveness of the developed computational schemes and programs both on synthetic models, and in practical conditions of salt domes in Iran are observed.
- On the base of a number of synthetic models of salt domes distributed in Iran , the effectiveness of the proposed methods are observed, as well as, existing initial data error stability.
- As a result of application of algorithms and computational scheme with Euler solution, calculated according the data of gravimetric observation of reverse task, derived by spatial estimates of salt domes in the region of oil and gas deposits in Hormozgan (Iran), fully coincide with the available geological data and provide new information about the structure of the area;

The theme of dissertation was published in 9 scientific articles in local and international journals and has 3 certificates from Oil Exploration Operation Co , GEOLOGICAL Survey of IRAN -south branch and Arad Company and attached as appendix three.