



**ЗРГИМ**

**X СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ СО  
МЕЃУНАРОДНО УЧЕСТВО**

**ПОДЕКС – ПОВЕКС '17**

**03 ÷ 05. 11. 2017 година  
Охрид**

**ТЕХНОЛОГИЈА НА ПОДЗЕМНА И ПОВРШИНСКА  
ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ**

**ЗБОРНИК НА ТРУДОВИ**

Зборник на трудови:

**ТЕХНОЛОГИЈА НА ПОДЗЕМНА И ПОВРШИНСКА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ**

Издавач:

**Здружение на рударски и геолошки инженери на Република Македонија**  
[www.zrgim.org.mk](http://www.zrgim.org.mk)

Главен и одговорен уредник:

**Проф. д-р Дејан Мираковски**

Уредник:

**Доц. д-р Стојанче Мијалковски**

За издавачот:

**м-р Горан Сарафимов, дипл.руд.инж.**

Техничка подготовка:

**Доц. д-р Стојанче Мијалковски**

Изработка на насловна страна:

**Асс. д-р Ванчо Аџиски**

Печатница:

**Дуна, Скопје**

Година:

**2017**

Тираж:

**150 примероци**

CIP - Каталогизација во публикација

Национална и универзитетска библиотека "Св. Климент Охридски", Скопје

622.22/23:622.3(062)

СТРУЧНО советување со меѓународно учество ПОДЕКС-ПОВЕКС'16 (8; 2016; Струмица)

Технологија на подземна и површинска експлоатација на минерални сировини: зборник на трудови / IX

стручно советување со меѓународно учество ПОДЕКС-ПОВЕКС'16 11-13.11.2016 година Струмица;

[главен и одговорен уредник Зоран Панов, Стојанче Мијалковски]. - Штип:

НУ Универзитетска библиотека "Гоце Делчев", 2016-258 стр.: илустр.; 30 см

Abstracts кон трудовите. - Библиографија кон трудовите

ISBN 978-608-242-019-6

а) Рударство – Експлоатација – Минерални сировини – Собири

COBISS.MK-ID 99826186

***Сите права и одговорности за одпечатените трудови ги задржуваат авторите. Не е дозволено ниту еден дел од оваа книга да биде репродуциран, снимен или фотографран без дозвола на авторите и издавачот.***



## ОРГАНИЗАТОР:

**ЗДРУЖЕНИЕ НА РУДАРСКИТЕ И ГЕОЛОШКИТЕ  
ИНЖЕНЕРИ НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА**

[www.zrgim.org.mk](http://www.zrgim.org.mk)



## КООРГАНИЗАТОР:

**УНИВЕРЗИТЕТ “ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ” - ШТИП  
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ  
ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО**

## НАУЧЕН ОДБОР:

Проф. д-р **Зоран Десподов**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Македонија;  
Проф. д-р **Зоран Панов**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Македонија;  
Проф. д-р **Дејан Мираковски**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Македонија;  
Проф. д-р **Тодор Делипетров**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Македонија;  
Проф. д-р **Благој Голомеов**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Македонија;  
Проф. д-р **Орце Спасовски**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Македонија;  
Доц. д-р **Стојанче Мијалковски**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Македонија;  
Проф. д-р **Слободан Вујиќ**, Рударски Институт, Белград, Р. Србија.  
Проф. д-р **Милорад Јовановски**, УКИМ, Градежен факултет, Скопје, Р. Македонија;  
Проф. д-р **Витомир Милиќ**, Технички факултет во Бор, Р. Србија;  
Проф. д-р **Радоје Пантовиќ**, Технички факултет во Бор, Р. Србија;  
Проф. д-р **Ивица Ристовиќ**, РГФ, Белград, Р. Србија;  
Проф. д-р **Раде Токалиќ**, РГФ, Белград, Р. Србија;  
Проф. д-р **Војин Чокорило**, РГФ, Белград, Р. Србија;  
Проф. д-р **Владимир Павловиќ**, РГФ, Белград, Р. Србија;  
Проф. д-р **Божо Колоња**, РГФ, Белград, Р. Србија;  
Проф. д-р **Јоже Кортник**, Факултет за природни науки и инженерство, Љубљана, Словенија;  
Проф. д-р **Јакоб Ликар**, Факултет за природни науки и инженерство, Љубљана, Словенија;  
Проф. д-р **Верослав Молнар**, БЕРГ Факултет, Технички Универзитет во Кошице, Р. Словачка;  
Проф. д-р **Петар Атанасов**, Мино-геолошки Универзитет, Софија, Р. Бугарија;  
Проф. д-р **Венцислав Иванов**, Мино-геолошки Универзитет, Софија, Р. Бугарија;  
Проф. д-р **Петар Даскалов**, Научно – технички сојуз за рударство, геологија и металургија, Софија, Р. Бугарија;  
д-р **Кремена Дедељанова**, Научно – технички сојуз за рударство, геологија и металургија, Софија, Р. Бугарија;  
м-р **Саша Митиќ**, Рударски Институт, Белград, Р. Србија.

## **ОРГАНИЗАЦИОНЕН ОДБОР:**

### **Претседател:**

Проф. д-р **Дејан Мираковски**, УГД, ФПТН, Штип.

### **Потпретседатели:**

Доц. д-р **Стојанче Мијалковски**, УГД, ФПТН, Штип;  
**Драган Димитровски**, ДИТИ, Скопје;  
**Митко Крмзов**, Еуромакс Ресурсис, Струмица.

### **Генерален секретар:**

м-р **Горан Сарафимов**, ЗРГИМ, Кавадарци.

## **ЧЛЕНОВИ НА ОРГАНИЗАЦИОНИОТ ОДБОР:**

**Митко Крмзов**, Еуромакс Ресурсис, Струмица;  
**Мице Тркалески**, Мермерен комбинат, Прилеп;  
**Зоран Костоски**, Мраморбјанко, Прилеп;  
**Шериф Алиу**, ЗРГИМ, Кавадарци;  
**Филип Петровски**, Минерал проект, М. Каменица;  
**Драган Димитровски**, ДИТИ, Скопје;  
м-р **Драги Пелтечки**, Еуромакс Ресурсис, Струмица  
м-р **Љупче Ефнушев**, Министерство за економија, Скопје;  
м-р **Горан Сарафимов**, ЗРГИМ, Кавадарци.  
м-р **Кирчо Минов**, Рудник за бакар “Бучим”, Радовиш;  
м-р **Зоран Богдановски**, АД ЕЛЕМ, РЕК Битола, ПЕ Рудници, Битола;  
м-р **Борче Гоцевски**, Рудник “САСА”, М. Каменица;  
м-р **Благоја Георгиевски**, АД ЕЛЕМ, РЕК Битола, ПЕ Рудници, Битола;  
м-р **Сашо Јовчевски**, ЗРГИМ, Кавадарци;  
м-р **Горан Стојкоски**, Рудник “Бела Пола”, Прилеп;  
м-р **Костадин Јованов**, ЗРГИМ, Кавадарци;  
м-р **Трајче Бошевски**, Рудпроект, Скопје;  
**Ненад Лазаровски**, ДУНА Скопје;  
**Чедо Ристовски**, Рудник “САСА”, М. Каменица;  
**Антонио Антевски**, “Булмак” - Рудник “Тораница”, К. Паланка;  
**Дарко Начковски**, “Булмак” - Рудник “Злетово”, Пробиштип;  
**Димитар Стефановски**, “Булмак” - Рудник “Злетово”, Пробиштип;  
**Драган Насевски**, ГИМ, Скопје;  
**Лазе Атанасов**, ДИТИ, Скопје;  
**Миле Стефанов**, Рудник “Бањани”, Скопје;  
**Живко Калевски**, Рудник “Осломеј”, Кичево;  
**Марија Петровска**, Стопанска Комора, Скопје;  
**Љупчо Трајковски**, ЗРГИМ, Кавадарци;  
**Емил Јорданов**, ГД “Гранит” АД, Скопје;  
**Пепа Мицев**, “Ве група”, Радовиш;  
**Орхан Рамадановски**, “Кнауф”, Дебар;

Проф. д-р **Зоран Десподов**, УГД, ФПТН, Штип;  
Проф. д-р **Зоран Панов**, УГД, ФПТН, Штип;  
Проф. д-р **Дејан Мираковски**, УГД, ФПТН, Штип;  
Проф. д-р **Борис Крстев**, УГД, ФПТН, Штип;  
Проф. д-р **Мирјана Голомеова**, УГД, ФПТН, Штип;  
Проф. д-р **Ристо Дамбов**, УГД, ФПТН, Штип;  
Проф. д-р **Николинка Донева**, УГД, ФПТН, Штип;  
Доц. д-р **Стојанче Мијалковски**, УГД, ФПТН, Штип;  
Доц. д-р **Ристо Поповски**, УГД, ФПТН, Штип;  
Доц. д-р **Марија Хаџи-Николова**, УГД, ФПТН, Штип;  
Доц. д-р **Афродита Зенделска**, УГД, ФПТН, Штип;  
Доц. д-р **Радмила Каранакова Стефановска**, УГД, ФПТН, Штип;  
Асс. д-р **Ванчо Аџиски**, УГД, ФПТН, Штип.

**X СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:  
“ТЕХНОЛОГИЈА НА ПОДЗЕМНА И ПОВРШИНСКА ЕКСПЛОАТАЦИЈА  
НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ”  
- со меѓународно учество –**

---

**03 Ноември 2017, Охрид**  
Република Македонија

**ОРГАНИЗАТОР:**

ЗДРУЖЕНИЕ НА РУДАРСКИТЕ И ГЕОЛОШКИТЕ ИНЖЕНЕРИ  
НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА  
[www.zrgim.org.mk](http://www.zrgim.org.mk)

**КООРГАНИЗАТОР:**

УНИВЕРЗИТЕТ “ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ” – ШТИП  
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ  
ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО  
[www.ugd.edu.mk](http://www.ugd.edu.mk)



**ЗРГИМ**

## **X СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:**

**“Технологија на подземна и површинска експлоатација на минерални сировини”**

# **ПОДЕКС – ПОВЕКС '17**

**Охрид  
03 ÷ 05. 11. 2017 год.**

## **ПРЕДГОВОР**

Меѓународното стручно советување за подземната експлоатација на минералните сировини (ПОДЕКС), за првпат се одржа на 06.12.2007 год. во Пробиштип во организација на Сојузот на Рударските и Геолошките Инженери на Македонија (СРГИМ).

Од 2012 година советувањето е проширено со трудови од површинската експлоатација на минерални сировини и е именувано како ПОДЕКС-ПОВЕКС.

Стручното советување, на тема: технологија на подземна и површинска експлоатација на минерални сировини, традиционално се одржува секоја година во месец ноември. На ова советување земаат учество голем број на стручни лица од: рударската индустрија, универзитетите, научно-истражувачките и проектантските организации, производителите на опрема и др.

На досегашните девет советувања (2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2014, 2015 и 2016 год.) учествуваа повеќе автори од 10 држави, кои презентираа 242 стручни трудови.

За ова десетто советување (ПОДЕКС - ПОВЕКС '17) пријавени се 33 труда, на автори од 2 држави.

Големиот број на трудови од домашните автори произлезе како резултат на научно-истражувачката работа реализирана на високообразовните институции во Р. Македонија. Меѓутоа, посебно не радува учеството на автори од непосредното рударско производство, кои што презентираат постигнати резултати во рударската пракса.

Се надеваме дека традицијата за собирање на сите специјалисти од областа на подземната и површинската експлоатација на минералните сировини, ќе продолжи и дека во идниот период ова советување ќе прерасне во меѓународен симпозиум.

Уредници



**AMGEM**

**X EXPERT CONFERENCE THEMED:**

**“Technology of underground and surface mining of mineral raw materials”**

**PODEKS - POVEKS '17**

**Ohrid  
03 ÷ 05. 11. 2017.**

## **FOREWORD**

The International expert conference on underground mining of mineral raw materials (PODEKS), organized by the Association of Mining and Geology Engineers of Macedonia (AMGEM), was first held on 06.12.2007 in Probishtip.

Since 2012, in this counseling, surface exploitation of mineral resources is included too, and it is called PODEKS-POVEKS.

This expert conference called: Technology of underground and surface mining of mineral raw materials, traditionally, has been organized annually during November. A number of experts from the mining industry, universities, research institutions, planning companies, and equipment manufacturing companies participate in this conference.

Many authors from 10 countries participated in the previous nine conferences (2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2014, 2015 and 2016) presenting 242 expert papers. Thirty-three authors from 2 countries have registered their expert papers for the X<sup>th</sup> conference (PODEKS - POVEKS '17).

The large number of expert papers from the domestic authors has emerged as a result of the research work carried out at the higher education institutions in the Republic of Macedonia. We are particularly delighted by the participation of the authors involved in the immediate mining production who will be presenting the achieved results in the mining practice.

We hope that the tradition of gathering of all specialists from the field of underground and surface mining of mineral raw materials will continue and that this conference will grow up to an international conference in the future.

The Editors





**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Македонија

**X СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:**

**Технологија на подземна и површинска експлоатација  
на минерални сировини**

**ПОДЕКС – ПОВЕКС '17**

**Охрид  
03 ÷ 05. 11. 2017 год.**

## **СОДРЖИНА**

### **ЗАШТИТА НА ЖИВОТНА И РАБОТНА СРЕДИНА**

<b>МОНИТОРИНГ НА ПРАШИНА ВО РУДАРСКАТА ИНДУСТРИЈА, ЗОШТО И КАКО? * Дејан Мираковски, Николајчо Николов, Борче Гоцевски, Марија Хаџи-Николова, Иван Боев.....</b>	<b>1</b>
<b>СЛЕДЕЊЕ НА КВАЛИТЕТОТ НА ВОЗДУХОТ ВО ОКОЛИНАТА НА ПРЕДЛОЖЕНИОТ ПОВРШИНСКИ КОП „ИЛОВИЦА-ШТУКА“ * Драги Пелтечки, Вера Ѓоргиева, Теодора Стојанова, Љубица Панова, Никола Механџиски, Митко Крмзов.....</b>	<b>10</b>
<b>УНАПРЕДУВАЊЕ НА ЖИВОТНАТА СРЕДИНА ВО РУДНИК САСА * Марија Стојановска.....</b>	<b>25</b>
<b>МЕТОДИ ЗА ОТСТРАНУВАЊЕ НА ЦИЈАНИДИ ОД РУДНИЧКИ ВОДИ * Мирјана Голомеова, Афродита Зенделска, Благој Голомеов, Борис Крстев.....</b>	<b>32</b>
<b>ИНТЕНЗИТЕТ НА ВРНЕЖИТЕ И АНАЛИЗА НА ГОЛЕМИ ВОДОТЕЦИ ВО РУДНИКОТ „СУВОДОЛ“ – БИТОЛА * Костадин Јованов.....</b>	<b>42</b>
<b>НЕУТРАЛИЗАЦИЈА НА ПОВРШИНАТА НА ДЕПОНИЈАТА ЗА ЛУЖЕЊЕ ВО КОМПЛЕКСОТ ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА КАТОДЕН БАКАР „КАЗАНДОЛ“ – ВАЛАНДОВО * Трајче Бошевски.....</b>	<b>51</b>
<b>ПЛАН ЗА ВОНРЕДНИ СОСТОЈБИ – СУШТИНСКИ ДЕЛ ОД СИСТЕМОТ ЗА УПРАВУВАЊЕ СО БЕЗБЕДНОСТА ПРИ РАБОТА * Марија Хаџи-Николова, Дејан Мираковски, Николинка Донева, Борче Гоцевски, Станке Тасковски.....</b>	<b>56</b>
<b>БЕЗБЕДНА РАБОТА ВО ЗАТВОРЕНИ (ОГРАНИЧЕНИ) ПРОСТОРИ * Станке Тасковски, Борче Гоцевски, Марија Хаџи – Николова, Стојанче Мијалковски.....</b>	<b>64</b>
<b>СИСТЕМ ЗА ИНСТАЛИРАЊЕ И АПЛИКАЦИЈА НА “QR КОД” ВО РУДАРСКАТА ИНДУСТРИЈА * Ванчо Аџиски, Далибор Серафимовски, Зоран Десподов, Стојанче Мијалковски.....</b>	<b>72</b>
<b>МЕРКИ ЗА БЕЗБЕДНОСТ ПРИ РАБОТА ЗА РАКУВАЧИТЕ НА РУДАРСКИ МАШИНИ ВО ПОВРШИНСКА ЕКСПЛОАТАЦИЈА * Анкица Илијева Стошиќ.....</b>	<b>82</b>

## СОВРЕМЕНА РУДАРСКА ПРАКТИКА

<b>ИСЦРТУВАЊЕ НА ИЗОХИПСИ ЗА ПОТРЕБИ ВО РУДАРСТВОТО И ГЕОЛОГИЈАТА</b> * Стојанче Мијалковски, Зоран Десподов, Дејан Мираковски, Ванчо Аџиски, Николинка Донева.....	91
<b>ВЛИЈАНИЕ НА РЕЖИМОТ НА ДУПЧЕЊЕ НА ОШТЕТУВАЊАТА КАЈ КРУНИТЕ ЗА ДУПЧЕЊЕ</b> * Ристо Дамбов, Николинка Донева, Илија Дамбов.....	103
<b>PRODUCTIVITY ANALYSIS OF THE COMBINED TECHNOLOGY FOR QUARRYING UTILIZING CHAIN CUTTERS AND DIAMOND WIRE SAWS</b> * Ivaylo Kopriv, Dimitar Kaykov.....	112
<b>ПРАКТИЧНА ПРИМЕНА НА НЕЕКСПЛОЗИВНИ СМЕСИ ЗА ЦЕПЕЊЕ И ДОБИВАЊЕ НА КОМЕРЦИЈАЛНИ МЕРМЕРНИ БЛОКОВИ</b> * Ристо Дамбов, Никола Р'жаникоски, Игор Стојчески, Илија Дамбов.....	119
<b>УПОТРЕБА НА СОФТВЕРИ И МЕРНИ ИНСТРУМЕНТИ СО ЦЕЛ ЗА ПОЕФИКАСНИ И ПОБЕЗБЕДНИ МИНИРАЊА ВО ПОВРШИНСКАТА ЕКСПЛОАТАЦИЈА</b> * Орхан Рамадановски.....	126
<b>АНАЛИЗА НА РЕЗУЛТАТИТЕ ОД ИЗРАБОТКА НА ХОДНИК ВО ШКРИЛЕЦ СО ПРИМЕНА НА ДВЕ ТЕХНОЛОГИИ ВО РУДНИК „САСА“</b> * Николинка Донева, Зоран Десподов, Дејан Ивановски, Марија Хаџи-Николова, Стојанче Мијалковски.....	135
<b>ТЕНДЕНЦИЈА ЗА ПРИМЕНА НА СОВРЕМЕНА ТОВАРНО-ТРАНСПОРТНА МЕХАНИЗАЦИЈА ВО РУДНИКОТ “ЗЛЕТОВО”</b> * Дарко Начковски, Ванчо Гоцевски.....	141
<b>КЛАСИФИКАЦИЈА НА ПЕПЕЛТА ОД ТЕРМОЦЕНТРАЛАТА РЕК БИТОЛА ВО МАКЕДОНИЈА И МОЖНОСТИ ЗА НЕЈЗИНА УПОТРЕБА</b> * Тена Шијакова-Иванова, Весна Зајкова Панова, Виолета Стефанова, Виолета Стојанова.....	153
<b>ТЕХНО-ЕКОНОМСКИ И ЕКОЛОШКИ ПРЕДНОСТИ НА НЕКОНВЕНЦИОНАЛНИ МЕТОДИ ЗА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА ЈАГЛЕНИ</b> * Радмила Каранакова Стефановска, Зоран Панов, Ристо Дамбов, Ристо Поповски.....	161
<b>НЕКОИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА СЕИЗМИЧНОСТА НА ПОДРАЧЈЕТО РАДОВИШ-СТРУМИЦА-ВАЛАНДОВО (Р. МАКЕДОНИЈА)</b> * Ристо Поповски, Зоран Панов, Лазо Пекевски, Благица Донева, Радмила Каранакова Стефановска.....	168

## ГЕОТЕХНИКА И ГЕОЛОГИЈА

<b>СОВРЕМЕНИ МЕТОДИ ЗА ГЕОТЕХНИЧКИ МОНИТОРИНГ И МОДЕЛИРАЊЕ КАЈ ПОВРШИНСКА И ПОДЗЕМНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА</b> * Игор Пешевски, Јован Бр. Папик, Милорад Јовановски.....	179
<b>ОДРЕДУВАЊЕ НА КВАЛИТЕТОТ НА ГРАДЕЖНО-ТЕХНИЧКИ КАМЕН</b> * Љупче Ефнушев, Ѓорѓи Димов, Благица Донева.....	191

<b>ГЕОМЕХАНИЧКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ВАРОВНИКОТ ОД НАОЃАЛИШТЕТО “РАШАНЕЦ” И НИВНА КОРЕЛАЦИЈА СО БРЗИНАТА НА ЕЛАСТИЧНИТЕ БРАНОВИ</b> * Ѓорѓи Димов, Војо Мирчовски, Виолета Стефанова, Гоше Петров, Благица Донева.....	199
<b>ГЕОМЕТАЛУРГИЈА</b> * Марјан Делипетрев, Гоце Златков, Благица Донева, Зоран Панов, Радмила Каранакова Стефановска, Ристо Поповски, Крсто Блажев.....	207
<b>НАОЃАЛИШТЕ ЗА ЈАГЛЕН „ЛАВЦИ,, - РЕСЕН</b> * Александар Стоилков, Ласте Ивановски, Маја Јованова, Пеце Муртановски.....	215
<b>МЕНАЏМЕНТ, ИСТРАЖУВАЊЕ НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ И РУДНИЧКА ГЕОЛОГИЈА</b> * Орце Спасовски.....	225
<b>ГЕОЛОШКО-ЕКОНОМСКА ОЦЕНКА НА РУДНАТА ЖИЦА БР. 4 ОД РУДНИЦИТЕ ЗА ОЛОВО И ЦИНК “ЗЛЕТОВО”</b> * Никола Богатиновски.....	235
<b>ПОТЕНЦИЈАЛ НА ПРИЛЕПСКО ПОЛЕ ВО ОДНОС НА ЈАГЛЕНОСНОСТА</b> * Александар Стоилков, Пеце Муртановски, Маја Јованова, Сашо Цветковски...	244
<b>ХЕМИСКИ СОСТАВ НА АЛУВИЈАЛНО ЗЛАТО ОД НЕКОИ ЛОКАЛИТЕТИ ВО Р. МАКЕДОНИЈА</b> * Виолета Стефанова, Тена Шијакова-Иванова, Војо Мирчовски.....	250
<b>ГРАВИМЕТРИСКИ ИСТРАЖУВАЊА НА НАОЃАЛИШТА НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ</b> * Благица Донева, Тодор Делипетров, Марјан Делипетрев, Крсто Блажев, Ѓорѓи Димов.....	258
<b>СЕКУНДАРНИ СИЛИЦИСКИ СУРОВИНИ ВО КВАРТЕРНИ КОНТИНЕНТАЛНИ ФОРМАЦИИ</b> * Крсто Блажев, Благица Донева, Ѓорѓи Димов, Марјан Делипетрев.....	267
<b>ЛИТОСТРАТИГРАФСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА КРЕДНИТЕ СЕДИМЕНТИ ВО ВАРДАРСКАТА ЗОНА</b> * Гоше Петров, Виолета Стојанова, Војо Мирчовски.....	272
<b>ЛИТОСТРАТИГРАФИЈА НА ЕОЦЕНСКИТЕ СЕДИМЕНТИ ВО СРПСКО-МАКЕДОНСКИОТ МАСИВ, РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈ</b> * Виолета Стојанова, Гоше Петров, Тена Шијакова-Иванова.....	280



**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Р. Македонија

**X<sup>TO</sup> СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:**  
Технологија на подземна и површинска експлоатација на  
минерални сировини

**ПОДЕКС – ПОВЕКС '17**

Охрид  
03 – 05. 11. 2017 год.

## **ГРАВИМЕТРИСКИ ИСТРАЖУВАЊА НА НАОЃАЛИШТА НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ**

**Благица Донева<sup>1</sup>, Тодор Делипетров<sup>1</sup>, Марјан Делипетрев<sup>1</sup>,  
Крсто Блажев<sup>1</sup>, Ѓорги Димов<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Универзитет “Гоце Делчев”, Факултет за природни и технички науки,  
Штип, Македонија

**Апстракт:** Гравиметриските истражувања имаат голем придонес во правецот на проучување на регионалните проблеми, посебно при детерминирање на тектонската градба на истражуваниот простор, во процесот на барање на сите типови минерални сировини, вклучувајќи го самиот процес на разработка на рудното наоѓалиште.

Основа на гравиметриската метода е изучувањето на гравитационото поле предизвикано од карпестите маси. Различната густина на карпестите маси доведува до појава на локални суфицити и дефицити на маса, кои имаат соодветно влијание во гравитационото поле во форма на локални мах. и мин. Имајќи во предвид дека средната густина на земјината кора е  $2.67 \text{ g/cm}^3$ , при обработката на податоците сите густини на карпите над оваа вредност создаваат позитивни аномалии и сите карпи со помали густини, соодветно, создаваат негативни аномалии.

Во овој труд се опишани гравиметриските истражувања на наоѓалишта на металични минерални сировини.

**Клучни зборови:** гравиметрија, истражувања, минерални сировини.

## **GRAVITOMETRY EXPLORATIONS OF DEPOSITS OF MINERAL RAW MATERIAL**

**Blagica Doneva<sup>1</sup>, Todor Delipetrov<sup>1</sup>, Marjan Delipetrev<sup>1</sup>,  
Krsto Blazev<sup>1</sup>, Gorgi Dimov<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>University of Goce Delchev, Faculty of natural and technical sciences, Stip, Macedonia

**Abstract:** Gravimetric researches have great contribution in the direction of studying regional problems, especially in determining the tectonic construction of the investigated space, in the process of searching for all types of mineral resources, including the process of development of the ore deposit.

The basis of the gravimetric method is the study of the gravitational field caused by the rock masses. The different density of rock masses leads to the appearance of local surpluses and deficits on the mass, which have an appropriate influence in the gravitational field in the form of local max. and min. Bearing in mind that the mean crust density is  $2.67 \text{ g/cm}^3$ , when data is processed, all rock densities above this value create positive anomalies, and all rocks with smaller densities, respectively, produce negative anomalies.

This paper describes gravimetric investigations of deposits of metallic mineral raw materials.

**Key words:** gravimetry, investigations, mineral raw materials.

## 1. ВОВЕД

Современите испитувања со помош на гравиметри со кои мерењата може да се изведуваат и во дупчотините, покрај тоа што се користат за одредување на формата и внатрешната градба на Земјата, може да се применат за истражување на наоѓалишта на минерални суровини, како и за одредување на порозноста на колекторот на јагленоводородите.

Треба да се има предвид дека секоја аномалија на силата на тежата е сума на гравитационите влијанија на сите суфицити и дефицити на маса, кои со своето присуство го менуваат нормалното гравитационо поле на Земјата на местото на мерење. Споменатиот факт, имплицира дека на гравиметриската карта се манифестираат сите присутни влијанија.

Во процесот на обработка, присутните влијанија мора да се раздвојат на соодветните компоненти и тогаш се пристапува кон нивна интерпретација. Успешната примена на гравиметриските методи зависи од следните битни фактори:

- разликата во волуменската маса (густина) на геолошкиот објект кој се проучува;
- длабочина на која се наоѓа проучуваниот објект и интензитетот на максималниот ефект кој може при тие услови да се предизвика;
- големината на површината на која аномалијата, што е предизвикана од истражуваниот објект, е 3 до 5 пати поголема од редот на точноста на мерниот инструмент;
- осетливоста на гравиметарот што се користи;
- присуството на сите типови можни пречки кои може да бидат присутни на целокупниот простор на испитување, вклучувајќи го влијанието на масите на релјефот и деформациите предизвикани од антропогеното делување.

## 2. ИСТРАЖУВАЊЕ НАОЃАЛИШТА НА ХРОМИТИ

Наоѓалиштата на хромити се генетски поврзани со ултрабазичните карпи: дунити, перидотити, пироксенити и норити. Поради авто и/или хидротермална метаморфоза матичните карпи вообичаено се многу изменети, посебно серпентинизирани. Рудните тела имаат форма на леќи, гнезда и жици.

Димензиите на рудните тела, по правило, не се големи, иако има рудни тела кои зафаќаат простор од повеќе илјади кубни метри. Положбата на рудните тела во однос на ултрабазичните и околните карпи, кои може да бидат кисели, метаморфни или седиментни карпи и нивните тектонски односи се од суштинско значење за ефикасноста на применетата геофизичка метода во процесот на барање на рудни наоѓалишта на хромити.

При барањето на хромити применувани се гравиметриски, магнетски и геоелектрични методи на испитување. Примената на гравиметриските методи лежи во суштина на изразито големите разлики на густината помеѓу хромитите и околните карпи, односно големиот суфицит на маса на хромитите во однос на околината, што доведува до појава на локални позитивни аномални вредности над наоѓалиштата на хромити. Некои податоци се дадени во табелата 1.

При примената на гравиметриската метода целта на испитувањето е да се оконтуре масивот на базичните карпи и да се даде индикации на можно присуство на наоѓалиште. Поради оконтуривање и одредување на положбата на базичните карпи, примената на гравиметриските методи е многу ефикасна,

имајќи предвид дека густината на базичните карпи е доста поголема од густината на киселите и седиментните карпи.

**Табела 1.** Густина на некои базични карпи и хромити (според Миронов 1980 г.)

Карпи	Густина [ $\text{gcm}^{-3}$ ]		
	максимална	минимална	средна
серпентинити	2, 78	2, 40	2, 50
серпентинизирани дунити и перидотити	2, 87	2, 25	2, 55
пироксенити	3, 15	2, 90	3, 00
норити	3, 10	2, 85	2, 95
габро	3, 10	2, 82	2, 95
хромити	4, 40	3, 95	4, 00

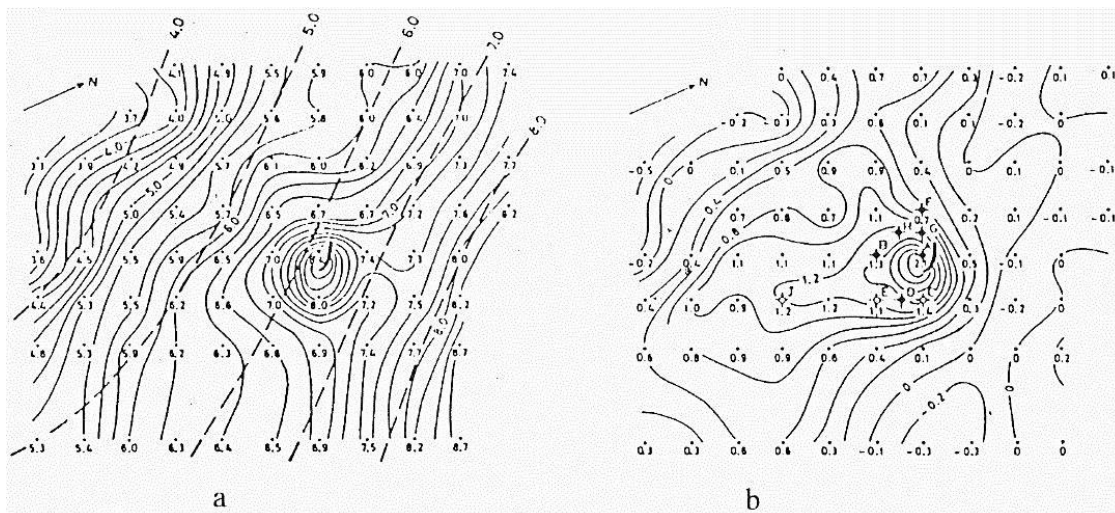
Кога серпентинизацијата е многу голема, а распространетоста на серпентинитите значајна, тогаш поради широкиот дијапазон на промена на густината на серпентинитите (Табела 1), интерпретацијата на аномалиите на силата на тежата е доста отежната. Бидејќи базичните карпи се многу помагнетични во однос на киселите карпи, тогаш комплементарната примена на магнетската метода е многу корисна и ефикасна и придонесува да дојде до еднозначност на интерпретацијата.

Покрај тоа, процесите на серпентинизација секогаш условуваат алтерација на биотит во магнетит, што доведува до пораст на магнетската суцептибилност кај серпентинитите. На тој начин, комплексната примена на гравиметриската и магнетската метода придонесува за полесно оконтуривање на распространетоста на базичните карпи, да се дефинира можно присуство на раседи, да се дефинираат просторите на кои доминира присуството на серпентинити, и ефикасноста за барање на хромити да се зголеми.

На Слика 1а е прикажана карта на Бугеови аномалии над наоѓалиште на хромити. На картата доминира регионалното влијание кое е графички апроксимирано со серија изолинии, кои имаат генерален правец на протегање североисток-југозапад. Јасно се гледа дека регионалното влијание е најмало на западната страна, каде изнесува  $400 [\mu\text{ms}^{-2}]$ , а расте кон исток. На Слика 1а е видлива локална аномалија, предизвикана од наоѓалиште на хромити. По отстранувањето на регионалното влијание на картата (Слика 1b) јасно се гледа локалното влијание поврзано со наоѓалиштето на хромити.

Во опишаните случаи се прикажани примери на мали рудни тела, кои се наоѓаат на длабочина од неколку метри или десетина метри под површината на Земјата.

Иако разликите во густините се значајни и рудните тела се на мали длабочини, поради малиот суфицит на маса (малите димензии на телата), аномалиите на силата на тежата се обично ред големина на единица [ $\mu \text{ms}^{-2}$ ], а во ретки случаи повеќе [ $\mu \text{ms}^{-2}$ ].



**Слика 1.** Карта на аномалии на сила на тежата над хромитско рудно тело

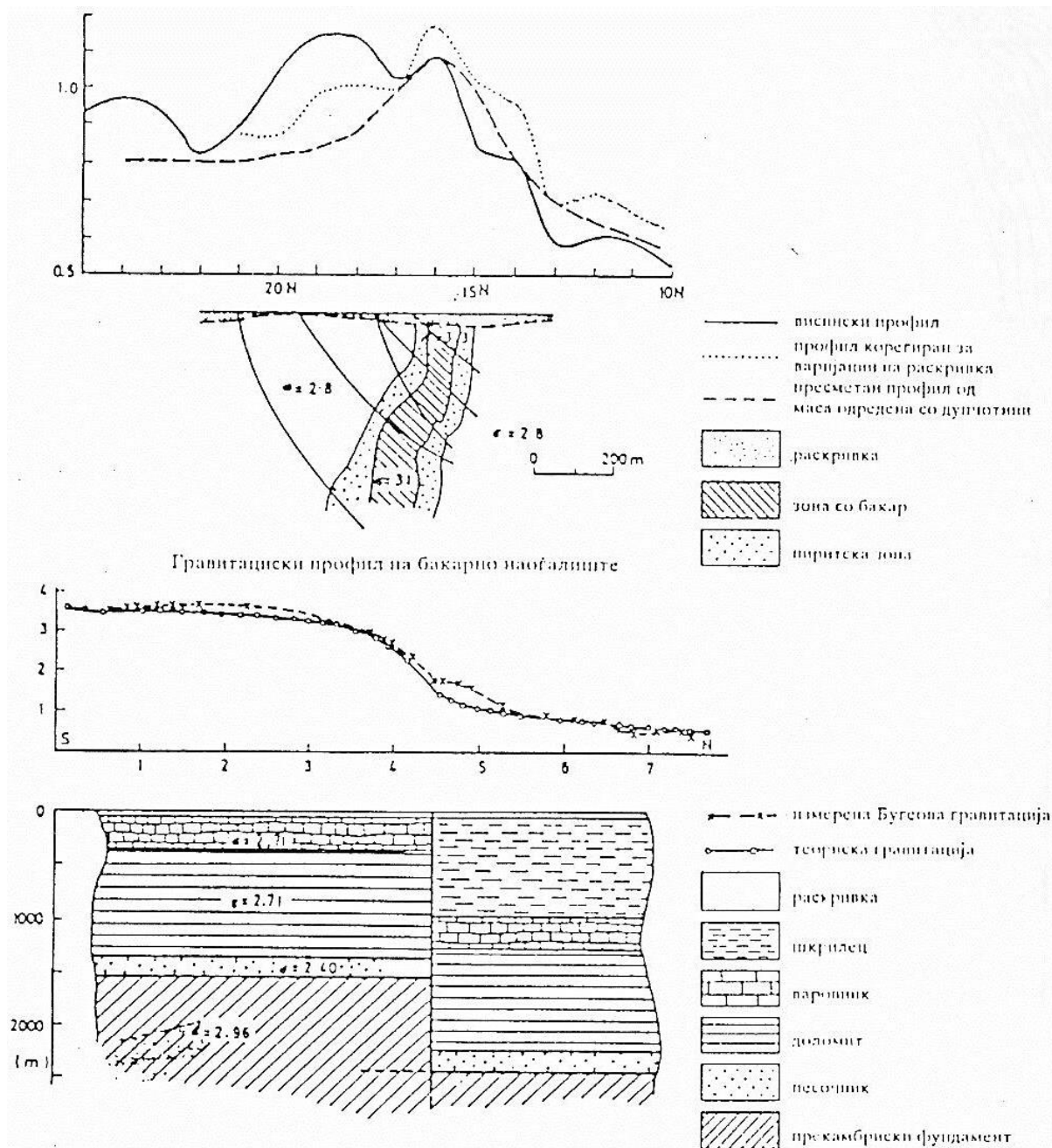
Бидејќи, обично, тектонските и структурните односи се доста сложени, многу често се јавува и значително регионално влијание. Ова влијание обично добро се издвојува и лесно се отстранува по аналитички или графички пат.

### 3. ИСТРАЖУВАЊЕ НАОЃАЛИШТА НА БАКАР

На Слика 2 е прикажан пример на примена на гравиметриските истражувања во процесот на барање на наоѓалишта на бакар во Квебек (Канада). Гравиметриските истражувања се издвоени непосредно по истражното дупчење, извршено на местото на аномалија констатирана со примена на електромагнетна метода. Овој пример е интересен затоа што добро го прикажува значењето на влијанието на повлатните карпи врз интензитетот на аномалијата и неговиот ефект на прекривање, кој успешно може да се пресмета, а со тоа и да се отстрани.

Основниот гравиметриски профил укажал на постоење аномалија со интензитет околу  $[1.5 \mu\text{ms}^{-2}]$ , која се наоѓа непосредно на местото каде е констатирана значајна аномалија предизвикана од добар проводник, но профилот укажал на постоење на многу поголема аномалија која се наоѓала околу 70 m кон север.

Истражувачите не биле задоволни со присуството на аномалијата со така мал интензитет. Кога е констатирано дека непосредно на делот каде се наоѓа оруднувањето дебелината на повлатниот слој на јаловина значајно се зголемува, се пристапило кон пресметување на гравитационото влијание од масата на повлатните карпи, чија дебелина била позната. Разликата во густината помеѓу повлатната серија јаловина (нанос) и матичните карпи изнесувала  $0.8 [\text{g cm}^{-3}]$ , (тоа предизвикува влијание од околу  $0.3 [\mu \text{ms}^{-2}/\text{m}]$  од дебелината на повлатната серија нанос). Кога се внесени соодветните корекции за влијанието на површинскиот покривач, на коригираниот профил на Бугеови аномалии е констатирано дека се изгубила видливата аномалија која се наоѓала на северната страна, но затоа аномалијата предизвикана од оруднувањето достигнала релативен максимум од  $3 [\mu \text{ms}^{-2}]$ . На прикажаниот профил даден е и геолошкиот профил со потребните податоци. Се гледа дека се работи за значајно наоѓалиште на бакар со просторна зона на пирити.



Слика 2. Истражување на наоѓалишта на бакар

#### 4. ИСТРАЖУВАЊЕ НА НАОЃАЛИШТА НА ЖЕЛЕЗО

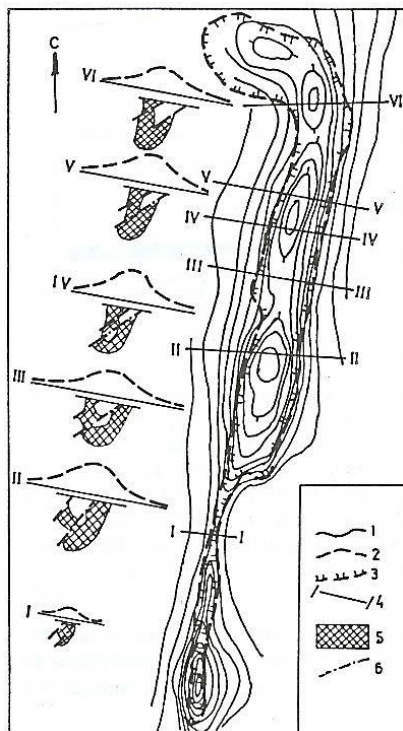
Наоѓалиштата на железо од типот на Курската магнетна аномалија и Криви Рог се одамна изучувани со геофизички методи, меѓу кои и со гравиметриската метода (Слика 3 и 4).

Наоѓалиштата на железо од Курската Магнетна аномалија и Криви Рог се сврзани со кварцити од прекамбриска старост. Железоносниот комплекс е составен од разновидни шкрилци (глини, серицити), гранитогнајсеви, песочници, варовници и железни кварцити. Тектониката на рудоносните слоеви е многу сложена, метаморфозираниите карпи се силно тектонизирани и пробиени со палеозојски интрузии. Прекамбрискиот комплекс е длабоко

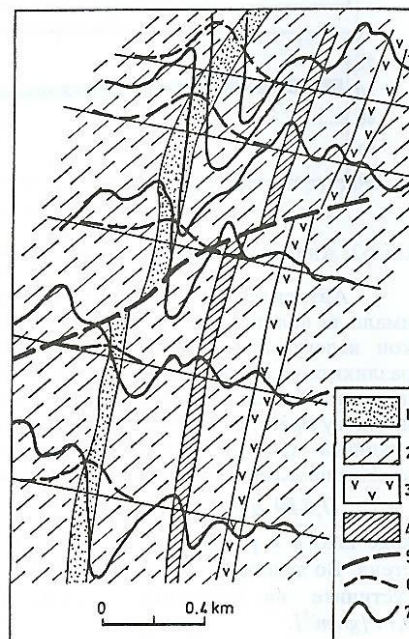


еродиран и е претставен со серии кои стрмно паѓаат. Кристалестите прекамбриски карпи обично се покриени со помлади карпести маси, со различна дебелина за различни региони.

Процентот на железото во железните кварцити е од 25 – 45 %, а како основен руден минерал се јавува магнетитот. Богатите руди кои имаат од 50 – 65 % Fe се создадени како резултат од хидротермален метаморфизам. Основни рудни минерали на богатите партии руда се хематит, сидерит а во ретки случаи магнетит. Наоѓалиштата на богати руди претставуваат оруднети зони (железни шешири) на железни кварцити или штокови и посебни леќи од железни кварцити.



**Слика 3.** Наоѓалиште на железо во Курската магнетна аномалија  
1 - аномалија  $\Delta g$ ; 2 - пресметана крива  $\Delta g$ ; 3 - контура на магнетната аномалија; 4 - интерпретиран профил; 5 - железни кварцити; 6 – раседи



**Слика 4.** Наоѓалиште на железо Криви Рог - 1 - железни кварцити; 2 - шкрилци; 3 - метабазалти; 4 - гнајсеви; 5 - расед; 6 -  $\Delta z$ ; 7 -  $Uxz$

Густината на карпите на железно - рудните формации е доволно добро проучена. Густината на железните кварцити, богатите железни руди и различни шкрилци звисат од содржината на железо. Железните кварцити имаат интервал на густина од  $2,84 \text{ [g/cm}^3\text{]}$  до  $3,50 \text{ [g/cm}^3\text{]}$ . Мешаните кварцити со шкрилци доведуваат до намалување на густината. Густината на карпите, главно, е поврзана со процесот на оруднување. За богати руди густината се движи во интервал од  $3,25 - 5,00 \text{ [g/cm}^3\text{]}$ . Амфиболитите и амфиболитските шкрилци имаат густина од  $2,88 - 3,00 \text{ [g/cm}^3\text{]}$ . Најмала густина имаат разни шкрилци (со исклучок на амфиболитските), гнајсеви, гранити:  $2,54 - 2,82 \text{ [g/cm}^3\text{]}$ . Наведените резултати покажуваат, дека најголема густина имаат железните кварцити и богатите железни руди. Во зависност од тоа со кои слоеви контактираат железните кварцити, нивната поголема (аномална) густина

варира од 0,1 - 1,0 [g/cm<sup>3</sup>]. Средна аномална густина на кварцитите е од 0,3 - 0,6 [g/cm<sup>3</sup>].

Доволно јасната диференцијација на метаморфниот комплекс во однос на густината, овозможува издвојување на шкрилците и хоризонти со руда на железо со гравиметриска метода. Уште повеќе, дава можност да се дефинираат внатрешните зони во шкрилците оруднети со железо и магнетни шкрилци.

Изучувањето на наоѓалиштата на железни кварцити може да биде поделено на три етапи:

1. Дефинирање на распространети карпи со железно - рудни формации, изучување на структурите на железно - рудниот басен.
2. Определување на границите на зоните на наоѓалиштата на железна руда, што се сведува на геолошко картирање на корисната суровина.
3. Истражување на богати руди.

Улогата на гравиметријата во општиот комплекс на геофизички методи во различните етапи е различна.

Задачата на првата етапа се состои во откривање на зони со железно - рудни формации на покриените терени, да се определи протегањето на тие зони и приближно да се дефинира нивната дебелина. Овие истражувања вообичаено се определуваат со магнетни методи. Кај железните кварцити се јавуваат доволно јасни гравиметриски аномалии, ако железно - рудните формации се доволно моќни и се наоѓаат во еднородна, по густина, средина. Во повеќе случаи, моќноста на железно кварцните појави (неколку десетина до стотина метри) и нивниот гравитационен ефект е мал [од  $n \cdot 10^{-6}$  до  $n \cdot 10^{-5} \text{ m/s}^2$ ].

Затоа гравиметриски истражувања за непосредни појави на железни кварцити не се применува. Во првата етапа на истражувањата, гравиметријата се користи за изучување на основните структури кои се дефинирани со магнетни методи. Ако е доволно сложена градбата на железните формации не секогаш е доволно јасна корелацијата помеѓу магнетните и гравиметриските аномалии.

Во решавањето на оваа задача гравиметриските истражувања имаат првостепено значење, дозволуваат да се определи не само површинскиот распоред на структурните елементи на железно - рудните формации, туку да се дефинира и распределбата, простирањето, во длабочина.

Во втората етапа на истражување се спроведува детално картирање на површината на распределба на железни - кварцити, се изучуваат структурните особини и залегнувања, моќноста, тектониката и.т.н. При решавањето на овие проблеми основно значење има гравитацијата. Како главна метода се јавува градиентометриската метода, со размер и деталност за дефинирање на длабочината на железно - рудната формација. Вообичаено, размерот е 1: 5 000 до 1: 25 000, просторот помеѓу профилите се интерполира. Растојанието помеѓу профилите е околу вредноста на средната длабочина на залегнување на железно - рудната формација, а чекорот по профилите е два - три пати помал од моќноста на слојот. Ако структурната градба на теренот е сложена, се спроведуваат подетални истражувања.

Реоните со железно-рудни формации се карактеризираат со сложена структурна градба и со многу аномални појави. Многу е важно да се дефинираат и проучат раседите, многу често со нив е поврзана појавата на рудната минерализација. Зоната на раседот може да биде проследена со вариометриска метода.

Гравиметриските истражувања на Курската магнетна аномалија и Криви Рог дале можност не само на квалитативна туку и квантитативна интерпретација. Слоевитата форма на железните кварцити со огромно простирање (практично бескрајно) овозможува да се решава проблемот во две димензии: избор на слојот и сумирање на теоретските криви  $Uxz$ .

Барањето железни руди (трета етапа), претставува најсложена задача, геофизичките методи дефинираат одделни параметри кои даваат придонес кон истражувањето на богатите рудни тела.

1. Општо зголемување на аномалната густина на железните кварцити, откриена е врз база на интерпретацијата на гравиметриските аномалии. Зголемената аномална густина суштествено зависи од содржината на железо, односно присуството во слоевите на железни кварцити на богати прослојки со руда ја повишуваат средната вредност на густината.

2. Намалени вредности на магнетното поле при константа (зачувана) вредност на гравитационата аномалија: таквите односи на гравиметриското и магнетното поле укажуваат на зони со развиени процеси на мартитизација, т.е. на можно присуство на богати руди.

Неопходни услови за примена на наведените критериуми е барањето податоци за длабочината на залегнувањето и формата, топографијата на рудоносниот слој.

Железните рудни наоѓалишта од контактно метасоматски тип се јавуваат како објект на гравиметриските истражувања. Железните руди во такви наоѓалишта се застапени со магнетит, рудни скарнови и се одликуваат со аномална (зголемена) густина и магнетичност (разлика во густината во однос на околината достигнува и до  $1 \text{ [g/cm}^3\text{]}$ ). Благодарение на овие карактеристики се јавуваат јасни гравитациони и магнетни аномалии.

## 5. ЗАКЛУЧОК

Современите испитувања со помош на гравиметри со кои мерењата може да се изведуваат и во дупчотините, покрај тоа што се користат за одредување на формата и внатрешната градба на Земјата, може да се применат за истражување на наоѓалишта на минерални суровини.

Наоѓалиштата на хромити се генетски поврзани со ултрабазичните карпи: дунити, перидотити, пироксенити и норити. Примената на гравиметриските методи при нивно истражување лежи во суштина на изразито големите разлики на густината помеѓу хромитите и околните карпи, односно големиот суфицит на маса на хромитите во однос на околината, што доведува до појава на локални позитивни аномални вредности над наоѓалиштата на хромити.

Гравиметриските истражувања, во процесот на барање на наоѓалишта на бакар во Квебек (Канада), се извршени непосредно по истражното дупчење, на местото на аномалија констатирана со примена на електромагнетна метода. Овој пример е интересен затоа што добро го прикажува значењето на влијанието на повлатните карпи врз интензитетот на аномалијата и неговиот ефект на прекривање, кој успешно може да се пресмета, а со тоа и да се отстрани.

При истражување на наоѓалишта на железо, гравиметриските истражувања се поделени во три етапи. Во првата етапа на истражувањата, гравиметријата се користи за изучување на основните структури кои се дефинирани со магнетни методи. Во втората етапа на истражување се спроведува детално картирање

на површината на распределба на железни - кварцити, се изучуваат структурните особини и залегнувања, моќноста, тектониката итн. Третата етапа или барањето железни руди претставува најсложена задача, при која гравиметриските методи дефинираат одделни параметри кои даваат придонес кон истражувањето на богатите рудни тела.

#### **КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА**

- [1] Делипетров, Т.: *Основи на геофизика*. Рударско – геолошки факултет Штип, 2003;
- [2] Делипетров, Т.: *Гравиметриско поле на Република Македонија*. Монографија Рударско-Геолошки факултет-Штип, 2000;
- [3] Јанчиќ, Т.: *Геофизичка испитивања рудних лежишта звожца у Југославији*. Саветовање о примењеној геофизици. 1961
- [4] Фондовска литература за гравиметриски истражувања во Република Македонија.