

Sunday, July 01, 2012
12:45 PM

მადნის მიწისქვეშა მოპოვების მათემატიკური მოდელის შემუშავება ფენობრივი ტიპის მადნეული საბადოების პირობებისათვის

საზღვარგარეთის სამთო კომპანიებში ჯერ კიდევ გასული საუკუნის 60-ან წლებში დაიწყო ე.წ. კორპორატიული მართვის სისტემების (Business Management Systems, BMS) გამოყენება [1], რომელიც ემყარება ეკონომიკურ-მათემატიკური მეთოდებს და იძლეოდა საწარმოს საქმიანობის ანალიზის საშუალებას.

კომპიუტერული ტექნიკის განვითარებასთან ერთად შეიქმნა სტანდარტული პროგრამები, რომლებიც განკუთვნილია სამთო საწარმოების მართვის ცალკეული ამოცანების გადასაწყვეტად. ბოლო ათწლეულში მნიშვნელოვნად გაფართოვდა ავტომატიზებული საინფორმაციო სისტემებისა და კომპიუტერული პროგრამების გამოყენება სამთო კომპანიების ეფექტიანობის ამაღლების მიზნით. კომპიუტერული უზრუნველყოფა მოიცავს სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვების პრაქტიკულად ყველა სფეროს. იგი ქმნის სამთო საწარმოს ერთიან საინფორმაციო სივრცეს, რომელიც მოიცავს გეოლოგიური და სამარეშეიდრო მონაცემების ბაზას, სამთო სამუშაოების ოპტიმალური დაგეგმვის პროგრამულ უზრუნველყოფას, საწარმოს ფინანსური მდგომარეობის მართვისა და მარკეტინგის კომპლექსურ სისტემას. იგი უზრუნველყოფს საწარმოს მართვის სტრატეგიული და ოპერატიული ამოცანების დასაბუთებულად გადაწყვეტას და ხელს უწყობს მიღებული გადაწყვეტილებების რეალიზაციას.

კომპიუტერული მოდელირება წარმოადგენს რთული სამთო პროცესების ანალიზისა და დაპროექტების მძლავრ საშუალებას. იგი იძლევა სამთო ობიექტის კვლევისა და ექსპერიმენტების საშუალებას იმ პირობებში, როცა რეალურ ობიექტში ეს შეუძლებელია ან არ არის მიზანშეწონილი.

სამთო საწარმოებისათვის განკუთვნილი პროგრამული კომპლექსების ანალიზისას სპეციალისტები მიუთითებენ, რომ სამთო პროგრამები იძლევიან ბაზური მოდელირების საშუალებას, მაგრამ რთულ პრობლემას წარმოადგენს მათი ადაპტირება სამთო საწარმოს ფუნქციონირების კონკრეტული პირობებისადმი. ხშირ შემთხვევაში საჭირო ხდება ბაზური პროგრამის მნიშვნელოვანი გარდაქმნა და სრულყოფა კონკრეტული საწარმოს პირობების მიხედვით. გარდა ამისა, არსებული

სამთო პროგრამები ვერ ასრულებენ მრავალ ფუნქციას, რომელსაც ახორციელებენ სხვა კლასის პროგრამები [2,3].

საქართველოში სამთო სამუშაოების დაპროექტებისას კომპიუტერული მოდელირების მეთოდების შემუშავების პირველი მცდელობა ჯერ კიდევ 1980-იან წლებში განხორციელდა გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტში პროფ. ი. ზურაბიშვილის ხელმძღვანელობით [9]. ამ სამუშაოებში გამოკვლეულია ფენობრივ მადნეულ საბადოთა გასნისა და მომზადების ოპტიმიზაციის ამოცანები მათემატიკური მოდელირების მეთოდების გამოყენებით. ბუნებრივი, ტექნოლოგიური და ეკონომიკური ფაქტორების ანალიზის საფუძველზე შემუშავებულია მათემატიკური მოდელი, რომელიც საშუალებას იძლევა განისაზღვროს დასამუშავებელი პანელების, ბლოკების და საწარმოო უბნების ოპტიმალური პარამეტრები.

სამუშაოს მიზანია ფენობრივი ტიპის მადნეული საბადოს დამუშავების საწარმოო პროცესების ეკონომიკურ-მათემატიკური მოდელის შემუშავება, რომელიც შესაძლებელია გამოყენებული იყოს კაპიტალური და საწარმოო დანახარჯების მინიმიზაციისათვის და სამთო სამუშაოების დასაბუთებლად დაგეგმვისათვის.

თანამედროვე სამთო საწარმო წარმოადგენს რამდენიმე ერთმანეთზე დამოკიდებულ ქვესისტემას, რომელთა შორის კავშირი შეიძლება წარმოვადგინოთ 3-დონიანი იერარქიული სტრუქტურით. პირველ დონეს წარმოადგენს საწმენდ და მოსამზადებელ გვირაბებში მიმდინარე საწარმოო პროცესები და მათი მართვის ლოკალური მეთოდები. იერარქიის მეორე დონე გულისხმობს მადაროს ველის (ბლოკის, პანელის) დამუშავების ტექნოლოგიური პროცესების ერთობლიობას და ცალკეულ საწარმოო უბნებზე სამთო სამუშაოების დაგეგმვას. მესამე, უმაღლესი დონე არის მადაროს (ან მადაროების) ორგანიზაციული და ოპერატიული დაგეგმვა და მთლიანი საწარმოს მართვა [4,5,6].

სამთო საწარმოს კომპიუტერული მოდელირება ეყრდნობა სისტემურ ანალიზს, რაც გულისხმობს ტექნოლოგიური პროცესების დაგეგმვისა და მართვის სხვადასხვა დონის ამოცანების გადაწყვეტას ერთიანი სტრატეგიით. ამ სტრატეგიის

მიზანია წარმოების მაღალეფექტიანობის მიღწევა [7,8].

კომპიუტერული მოდელირების პროცესი მოიცავს შემდეგ ეტაპებს:

1. ობიექტის განსაზღვრა – საზღვრებისა და შეზღუდვების დადგენა, ობიექტის ფუნქციონირების ეფექტიანობის მაჩვენებლის განსაზღვრა;
2. ობიექტის ფორმალიზაცია – რეალური ობიექტიდან გადასვლა ლოგიკურ სქემამდე (მოდელის შექმნა);
3. მოდელში შემავალი მონაცემების შერჩევა და მათი წარმოდგენა ანალიზური ფორმით;
4. სამოდულო ალგორითმისა და კომპიუტერული პროგრამის შემუშავება;
5. მოდელისა და რეალური ობიექტის ადეკვატურობის შეფასება – მოდელირების შედეგების კორექტურობის წინასწარი განსაზღვრა;
6. სამოდულო ექსპერიმენტების დაგეგმვა, რიცხობრივი მოდელირება და შედეგების ანალიზი;
7. რეალიზაცია – მოდელისა და მოდელირების შედეგების პრაქტიკული გამოყენება.

ფენობრივი ტიპის მადნეულ საბადოთა მიწისქვეშა დამუშავებისას ძირითადად გამოყენებულია დამუშავების სვეტური სისტემა. სვეტების გამომუშავება ხდება ლავებით ან მოკლე საწმენდი სანგრევებით - სპირაჯოებით.

საწმენდ სანგრევებში მადნის მოპოვების ეფექტიანობა განისაზღვრება დაყვანილი საოპერაციო ხარჯებით 1 ტონა მოპოვებულ მადანზე ციკლში:

$$C = \sum_{i=1}^m \frac{C_i}{Q_i}$$

სადაც

m არის მადნის მოპოვების სხვადასხვა ოპერაციული ხარჯების სახეობათა რაოდენობა;

C_i – საოპერაციო ხარჯები ციკლში, დოლარი/ციკლი;

Q_i – საწმენდი სანგრევის ციკლური მწარმოებლობა, ტონა/ციკლი;

დაყვანილი საოპერაციო ხარჯები ლავში 1 ტონა მოპოვებულ მადანზე ციკლში წარმოდგენილია შემდეგი სახით:

$$C = \frac{C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_6 + C_7 + C_8}{Q_c}, \quad \text{დოლარი/ტონა}$$

სადაც C₁ – დანახარჯი ფეთქებად მასალაზე, დოლარი/ციკლი; C₂ – დანახარჯი დეტონატორებზე, დოლარი/ციკლი; C₃ – დანახარჯი ცეცხლგამტარ ზონარზე, დოლარი/ციკლი; C₄ – დანახარჯი ელექტროენერგიაზე, დოლარი/ციკლი; C₅ – სამაგრი ხე-ტყის დანახარჯი, დოლარი/ციკლი; C₆ – გაუთვალისწინებელი მასალების დანახარჯი,

დოლარი; C₇ – ხელფასის დანახარჯები, დოლარი/ციკლი; C₈ – მუდმივი დანახარჯები, რომლებიც არ არის დამოკიდებული ლავის მწარმოებლობაზე (ჩიხების შენახვა, სარემონტო სამუშაოები და სხვა).

დაყვანილი საოპერაციო ხარჯები სპირაჯოში 1 ტონა მოპოვებულ მადანზე ციკლში წარმოდგენილია შემდეგი სახით:

$$C' = \frac{C_{1s} + C_{2s} + C_{3s} + C_{4s} + C_{5s} + C_{6s} + C_{7s}}{Q_{cs}}, \quad \text{დოლარი/ტონა}$$

სადაც C_{1s} – დანახარჯი ფეთქებად მასალაზე, დოლარი/ციკლი; C_{2s} – დანახარჯი დეტონატორებზე, დოლარი/ციკლი; C_{3s} – დანახარჯი ცეცხლგამტარ ზონარზე, დოლარი/ციკლი; C_{4s} – დანახარჯი ელექტროენერგიაზე, დოლარი/ციკლი; C_{5s} – სამაგრი ხე-ტყის დანახარჯი, დოლარი/ციკლი; C_{6s} – გაუთვალისწინებელი მასალების დანახარჯი

სპირაჯოში, დოლარი; C_{7s} – ხელფასის დანახარჯი, დოლარი/ციკლი;

პანელის (ბლოკის) დამუშავების პროცესების მოდელირებას საფუძვლად დაედო 1 ტონა მადნის მოპოვებისათვის საჭირო დაყვანილი საოპერაციო და კაპიტალური დანახარჯების ჯამი მოპოვების სხვადასხვა ტექნოლოგიების გამოყენებისას:

$$C = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m \frac{C_{ij} + K R_{ij}}{Q}$$

სადაც, m არის პანელის (ბლოკის) დამუშავების სხვადასხვა ხარჯების სახეობათა რაოდენობა;

C_{ij} – პანელის (ბლოკის) დამუშავების საოპერაციო ხარჯები j ტექნოლოგიის დროს, დოლარი;

Q – პანელის (ბლოკის) სამრეწველო მარაგი, ტონა;

K – კაპიტალური დაბანდების დისკონტირების კოეფიციენტი;

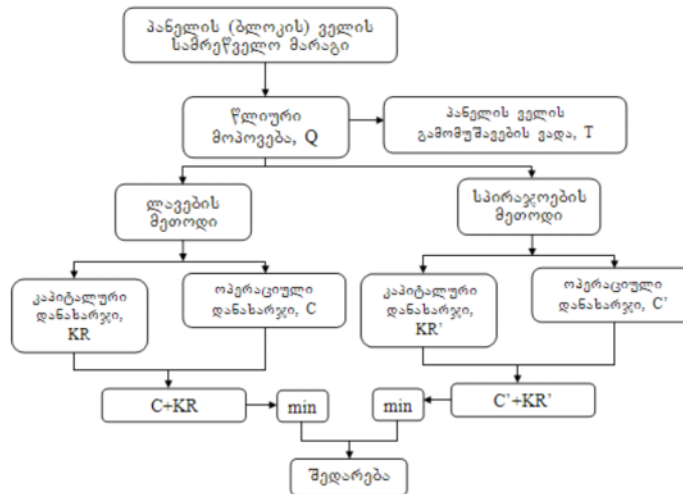
R_{ij} – პანელის (ბლოკის) დამუშავების კაპიტალური ხარჯები j ტექნოლოგიის დროს, დოლარი.

კაპიტალური ხარჯები დროის მიმდინარე მომენტისათვის დაიყვანება დისკონტირების კოეფიციენტის K -ს საშუალებით [10, 11, 12].

$$K = \frac{1}{1 + \left(\frac{E}{100}\right)^t}$$

სადაც t - არის კაპიტალური ხარჯების დაგეგმვის ინტერვალი, წელი; E - დისკონტის ნორმა, %.

პანელი (ბლოკის) დამუშავების მოდელირების ეტაპები ნაჩვენებია სქემაზე (ნახ. 1).



ნახ. 1. პანელი (ბლოკის) დამუშავების მოდელირების ეტაპები

მოდელში კაპიტალური დანახარჯები პანელის (ბლოკის) ლაგებით დამუშავებისას განისაზღვრება შემდეგი მონაცემების მიხედვით:

- პანელის (ბლოკის) სამრეწველო მარაგი Q , ტონა;
- პანელის (ბლოკის) საპროექტო წლიური მწარმოებლობა Q_p , ტონა/წელიწადი;
- ლაგის წლიური მწარმოებლობა $Q_i = cpiL$, ტონა/წელიწადი
სადაც c – ამოღების კოეფიციენტი;
 p – ფენის ნაყოფიერება, ტ/მ²;

i – ლაგის სანგრევის წინსვლის სიჩქარე, მ/წელიწადი

L – ლაგის სიგრძე, მ
ერთდროულად მომუშავე ლაგების რაოდენობა

$$n = \frac{Q_p}{Q_i}$$

მოდელში პანელის (ბლოკის) დამუშავებისათვის საჭირო ლაგების რაოდენობის დაანგარიშების შემდეგ იანგარიშება R კაპიტალური ხარჯები ლაგში:

$$R = K_1 + K_2 + K_3 + K_4 + K_5 + K_6 + K_7$$

სადაც K_1 – მექანიზებული სამაგრების ღირებულება; K_2 – საბურღი მანქანების ღირებულება; K_3 – სასკრეპერო დანადგარების ღირებულება; K_4 – მექანიზებული სამაგრის სატუმბო სადგურების ღირებულება; K_5 – მალაროს ელმავლების ღირებულება; K_6 – ვაგონეტების ღირებულება; K_7 – სხვა კაპიტალური დანახარჯები.

მოდელში კაპიტალური დანახარჯები პანელის (ბლოკის) სპირალებით დამუშავებისას იანგარიშება საწყისი მონაცემების შეტანით, რომელშიც იგულისხმება:

- პანელის (ბლოკის) სამრეწველო მარაგი Q , ტონა;

- პანელის (ბლოკის) საპროექტო წლიური მწარმოებლობა Q_p , ტონა/წელიწადი;

- სპირალის წლიური მწარმოებლობა

- $Q_s = cpiB$, ტონა/წელიწადი

სადაც c – ამოღების კოეფიციენტი; p – ფენის ნაყოფიერება, ტ/მ²; i – სპირალის სანგრევის წინსვლის სიჩქარე, მ/წელიწადი; B – სპირალის სიგანე, მ.

ერთდროულად მომუშავე სპირალების რაოდენობა

$$n' = \frac{Q_p}{Q_s}$$

მოდელში პანელის (ბლოკის) დამუშავებისათვის საჭირო ლავების რაოდენობის დაანგარი-

$$R' = K_{1s} + K_{2s} + K_{3s} + K_{4s} + K_{5s}$$

სადაც K_{1s} – საბურღი მანქანის ღირებულება; K_{2s} – დამტვირთავი მანქანის ღირებულება; K_{3s} – ელმავლების ღირებულება; K_{4s} – ვაგონების ღირებულება; K_{5s} – სხვა კაპიტალური დანახარჯები.

მოდელის რეალიზაცია განხორციელდა Visual C#-ის საშუალებით. შემუშავებული კომპიუტერული პროგრამა საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ:

მექანიზებული სამაგრიტ აღჭურვილ ლავში მადნის მოპოვების დაყვანილი საოპერაციო დანახარჯების დამოკიდებულება ლავის სიგრძეზე და სანგრების წინსვლის სიჩქარეზე. სპირაჯოებში მადნის მოპოვების დაყვანილი საწარმოო დანახარჯების დამოკიდებულება სპირაჯოს სიგანეზე და სანგრების წინსვლის სიჩქარეზე;

შეზღუდული იანგარიშება R' კაპიტალური ხარჯები ლავში:

პანელში (ბლოკში) 1 ტონა მადნის მოპოვებისათვის საჭირო დაყვანილი საოპერაციო და კაპიტალური დანახარჯების ჯამი მოპოვების სხვადასხვა ტექნოლოგიების გამოყენებისას;

პანელში (ბლოკში) ლავებით და სპირაჯოებით მადნის მოპოვებისას 1 ტონა მოპოვებულ მადანზე დაყვანილი საოპერაციო დანახარჯები, ხოლო პანელის ველის გამომუშავებისას 1 ტონა მოპოვებულ მადანზე დაყვანილი კაპიტალური და საოპერაციო ხარჯები დროის ფაქტორის გათვალისწინებით;

მადაროების ახალი ველების ათვისების ტექნოლოგიების მრავალფეროვანი ანალიზი და მის საფუძველზე რაციონალური ტექნოლოგიური სქემების შერჩევა.

NIKA BOCHORISHVILI

DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL MODEL OF UNDERGROUND GETTING OF ORE FOR CONDITIONS OF LAYERED ORE DEPOSITS

Summary

The goal of the work is development of economic-mathematical model of production processes of development of layered ore deposit, which may be used for minimization of capital and production expenditures necessary for getting ore.

A computer program for analysis of technological schemes was developed, which was based on the analysis of operational expenditures needed for getting 1 tone of ore. For economic analysis of development of panel (block) the program is created according to operational and capital expenditures. By using the program it is possible to carry out multivariate analysis of technologies of adoption of new fields of manes and on its basis rational technological schemes should be chosen.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. Business Management Systems <http://www.bmsi.com/>
2. Шек В.М., Конкин Е.А. Открытые программные системы с применением геоинформационных технологий в горной промышленности, <http://www.swsys.ru/index.php?page=article&id=409>
3. Астахов А.С. Экономическая оценка запасов полезных ископаемых. М.Недра, 1981
4. Астахов А.С. Критерий и система показателей Экономической эффективности производственных решений. М.1987.
5. Галаев Н.З., Крапивин В.Н. Определение оптимальных параметров систем разработки рудных месторождений. Ленинград, 1979.
6. Иванов Н.И. Оптимальное планирование производства на рудниках. Киев, 1973
7. Рогов Е.И. Оптимизационное моделирование в горном деле. Алма-Ата, 1987.
8. Квон С.С. Адамов К.Н. Методы анализа и оптимизации технологических схем угольных шахт. М. Недра, 1974.
9. Зурабишвили И.И., Микадзе Л.Б. Оптимизация вскрытия и подготовки пологих рудных месторождений. М. Недра, 1983.
10. Manual for the preparation of Industrial Feasibility Studies. UNIDO, Vienna 1986
11. Manual for Evaluation of Industrial Projects UNIDO, Vienna 1986
12. ე. მატარაძე სამთო საწარმოთა რეაბილიტაციისა და განვითარების საინვესტიციო პროგრამების ეფექტიანობის შეფასების მეთოდები. სამთო ჟურნალი, №2 1998.