

ДВНАДЕСЕТ МЕТОДОЛОГИЧНИ ПРОБЛЕМА ПРИ АВТОМАТИЗИРАНЕ НА УПРАВЛЕНИЕТО НА МИННИТЕ РАБОТИ В ОТКРИТИТЕ РУДНИЦИ

Методи Маждраков

Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“, 1700 София

РЕЗЮМЕ. Представят се 12 от многобройните методологични проблеми, които се появяват при разработването на автоматизирани системи за управление на минните работи в откритите рудници; ако не се отчетат тези проблеми, работата на системата може да бъде компрометирана частично или изцяло. Накратко тези проблеми могат да бъдат формулирани така: 1. Рудникът не се разглежда като система 2. Управлява се моделът 3. Иерархия на цели и ограничения 4. Складът – решение или проблем 5. Внимание: буквално изпълнение 6. Във вероятностна среда – с вероятностни подходи 7. Интерактивен подход (човеко/машинни решения) 8. Изходът е функция на входа 9. Техническите средства: какви, къде и как 10. База от данни 11. Научни основи 12. Пазарът – в края, но не на последно място

TWELVE METHODOLOGICAL PROBLEMS WITH THE AUTOMATION OF MANAGEMENT OF WORKING IN OPEN MINES

Metodi Mazhdrakov

University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia

ABSTRACT. Twelve of the numerous methodological problems are represented. They appear in the development of the automated systems for control of the mine works at open mines; if these problems are not reported the work of the system can be compromised partially or totally. Shortly those problems could be formulated as follows: 1. The mine is not considered like a system; 2. A management of the model; 3. Hierarchy of proposes and limitations; 4. The depot – a solution or a problem; 5. Attention: literally performance; 6. In probable environment – using probable approaches; 7. Interactive approach (human/machine solutions); 8. The exit is a function of the entrance; 9. Technical devices: what kind, where and how; 10. Database; 11. Scientific bases; 12. The market in the end, but not at the last place.

В последните години на XX в., благодарение на развитието на техниката и технологията за събиране и обработване на информация, в крупните открити рудници бяха внедрени, изцяло или частично, системи за автоматизирано управление на отделни процеси или на цялата минна дейност. При създаването на тези системи бяха използвани различни подходи. Най-често бяха адаптирани известни решения за други производства и/или минни обекти или се съчетаваха готови със специализирани модули. По-рядко бяха създавани системи "по мярка" за конкретен обект. Някои системи бяха закупувани на основа на впечатленията от търговското представяне, без консултации с експерти.

Ето защо смятам, че е целесъобразно да се представят ПОНЕ 12 от многобройните методологични проблеми, които се появяват при разработването на автоматизирани системи за управление на минните работи в откритите рудници; ако не се отчетат тези проблеми, работата на системата може да бъде компрометирана частично или изцяло.

1. Рудникът като система

При управлението на съвременните рудници трябва да се отчетат особеностите на системата "Рудник", които я отличават съществено от повечето производствено-технически системи.

(а) Рудникът е добивна система, в която непрекъснато се променят местоположението, формата и размерите на работните места.

(б) Рудникът е стохастична система, работеща ВЪВ и взаимодействаща си СЪС природна среда, която се променя по неизвестни или само приблизително познати закономерности.

(в) Рудникът е динамична система, в която процесите протичат с относително висока скорост и непрекъснато променят обстановката в обекта. Наред с това, рудникът притежава и характеристики на инерционна система, тъй като допуснатите грешки се преодоляват трудно и показват тенденция към задълбочаване.

(г) Рудникът е кибернетична система от взаимосвързани елементи, осигурени с технологични и информационни връзки. В нея могат да се отделят управляващи и управлявани части и канали за права и обратна връзка.

(д) Според най-често срещаните определения, рудникът е сложна система, защото:

- той се описва с понятия от различни области на знанието, и

- промените в една част от системата водят до непредвидими или трудно прогнозируеми промени в другите части.

(е) Важна черта на системата рудник е нейната цялостност, породена от:

- последователността и обвързаността във времето и пространството на основните технологични процеси;

- взаимните връзки и силното влияние на отделните работни места едно спрямо друго и за развитието на обекта;
- неравномерното разпределение на полезните и вредните компоненти, което налага съгласувано третиране на цялата маса на подземното богатство, дори и на цялата минна маса.

2. Управлява се моделът

Традиционният ръководител взема решения въз основа на собствената си представа за обекта и/или процеса. Ако означим тази представа с научното понятие "модел" следва, че успехът на ръководителя зависи от адекватността на приетия от него модел.

Автоматизираното управление се основава на компютърно базирани информационни модели. При това:

- рудникът се представя с множество от модели, които отразяват съществено различни характеристики на обекта;
- използваните модели трябва да осигурят информационната цялостност на обекта, т.е. да са съвместими един с друг;
- моделите трябва да съответстват на динамиката на изменението на обекта и на вероятностния характер на въздействията на природната среда и на останалите подобни фактори;
- моделите трябва да отговарят и на определени изисквания свързани с използваната техника и технология за събиране и обработване на информация.

В отделните етапи от развитието на рудника и при решаване на различни задачи, използваните информационни модели имат различно място и значение. Все пак, трябва да отделим трите най-важни модела:

- (а) Модел на минните изработки. Моделът координира в пряк и преносен смисъл данните от останалите модели на рудника.
- (б) Модел на природните условия. Моделът осигурява достатъчно надеждни стойности на природните показатели в "произволна" точка.
- (в) Модел на основните технологични процеси. Моделират се процесите в конкретните условия на работните места в рудника и в даден моменти или период от време.

3. Йерархия на цели и ограничения

В зората на автоматизацията, бяха предложени системи, които планираха ежедневиия обем на минните работи за срок от 1 година. Това беше много просто, но за жалост, неприложимо решение. За да бъде ефективна, системата трябва да отчете йерархията на целите и ограниченията през отделните периоди на съществуване на рудника.

Ще приведем едно възможно решение за отделните периоди за проектиране (планиране) на развитието на минните работи..

(а) Период 1, 2, ..., N години ("стратегия"). Основната цел е да се осигури развитието на рудника като инженерно съоръжение, т.е.:

- бордовете да бъдат устойчиви, и
- обемът на откритката да е относително постоянен и да не се влияе от локални екстремуми.
- (б) Период 1, 2, ..., 12 (или 15) месеца ("тактика"). Основната цел е да се осигури достатъчен обем подготвени/готови за изземване запаси. Това се постига

със спазване на последователността сондиране - взривяване - натоварване - транспортиране - складиране, респ. насипване. Отчитат се положението и възможностите на механизацията и особеностите на режима на минните работи (напр. в рудниците за добив на въглища през топлия период се напредва с откритката, необходимо е време за основни ремонти и т.н.).

(в) Период от 1, 2, ..., 7 (или 10) дни ("оперативно"). В този период основно е планирането на качеството. Съставя се зависимостта "обем/качествени показатели", която обвързва напредъкът на добивните багери с очакваните стойности на показателите и дава възможност за реално планиране.

(г) Период от 1, 2, ..., 8 (или 12) часа ("реално време"). В този период се решава задачата за съгласуване на работата на добивните багери така, че да се добие подземно богатство със зададени количествени и качествени показатели. Често пъти този процес се нарича "Осредняване". Това понятие обаче не е съвсем точно, защото ВСЯКО произволно смесване води до осредняване на показателите на отделните съставки. Може би по-правилно е процесът да се нарича управлявано или насочено осредняване.

Системата трябва да позволява и обратен ход, т.е. при настъпване на определени събития да се препроектират етапите (в), (б) и (а). Такива събития за по-късите периоди са аварии, непотвърждаване на запасите и т.н., а за по-дългите – промени в макроикономическата обстановка и др.п.

4. Складът – решение или проблем

Складът с добитото подземно богатство, независимо къде се намира – в рудника и/или при потребителя, има две основни функции:

- съхраняване на резерв, който осигурява дейността на преработвателните мощности при спиране или намаляване на добива, и
- управляване на качеството (т.нар. "осреднителни" складове).

Обикновено втората функция на склада се надценява. Нейното изпълнение зависи от начина на постъпване на добитото подземно богатство в склада. Възможни са различни случаи:

(а) В склада постъпва подземно богатство с показатели, които съответстват на природната изменчивост на показателите (неуправляван добив). За управление на качеството, складът трябва да се третира като рудник: опробване по съответен начин, съставяне на модели, решаване на задачите (в) и (г) от т. 3.

(б) В склада постъпва подземно богатство с достатъчно точно определени показатели (качеството на добива се контролира). В този случай е необходимо да се състави модел на склада и с подходящи технологични решения да се управлява изгребването. Моделирането се облекчава, ако отделните качества се разделят физически. Разбира се, задачата няма решение, ако в склада преобладаващо постъпва подземно богатство с лошо качество, или по-общо казано, складът не позволява екстраполиране.

(в) В склада постъпва само подземно богатство, което отговаря на изискванията на потребителя (качеството се

управлява). Тогава моделът трябва да отразява количеството на складираната маса.

Управлението на качеството чрез осреднителен склад е по-прегледно, отколкото управлението на добива в рудника, но неговите възможности са ограничени, особено ако не се поддържа и използва модел на складираната маса.

5. Вниманиe: буквално изпълнение

Не винаги е правилно на автоматизираната система да се възлагат цели, които са свойствени на "човешкото" управление. Автоматизираната система изпълнява изискванията буквално, без да въвежда смислови корекции. Ето няколко примера.

- цел: Максимална ефективност на автотранспорта. Системата ще предпочете дългите курсове, при които коефициентът на използване на транспорта е по-голям.
- цел: Максимална производителност на добивните багери. Системата ще включи в добива неоправдано голям обем запаси с ниско съдържание. Като се отчете изменчивостта на показателите и неизбежните грешки при определяне на запасите, вероятността да се добие некондиционна минна маса е неоправдано висока. Същото ще се получи и при целева функция добив на подземно богатство с минимални, респ. максимални, допустими стойности на показателите.
- цел: Добив със зададен(и) показател(и). При достатъчен брой багери (обикновено 3 и повече), задачата не е еднозначна и има десетки решения. Затова следва да се въведе и друг критерий, напр. минимална междузайонна дисперсия.

6. Във вероятностна среда – с вероятностни подходи

Има противоречие между вероятностния характер на средата и процесите в рудника и детерминираността на заданията. Не можем да наредим на багериста да натовари 1000 m³ с отклонение 10%, тъй като той ще натовари 900. Заданието трябва да е детерминирано, но системата следва да оцени риска за неговото неизпълнение; при недопустим риск, заданието следва да се коригира (но не от багериста).

По наше мнение, най-добри резултати при планиране (проектиране) на минните работи, особено за къси периоди, се получават със стохастично моделиране (популярно като метод "Монте Карло"). Този подход има две важни предимства:

- първо, вместо единичен резултат се получава разпределение на решенията, т.е. и тяхната вероятност, и
- второ, отчитат се и т.нар. "малко вероятни събития", които се пренебрегват от "класическата" статистика.

7. Интерактивен подход (човеко/машинни решения)

Системата трябва да предвиди намесата на специалистите (програмиран диалог). Подходящи са случаите когато:

- изискванията са противоречиви;
- липсва приемливо решение при конкретните входни данни;
- трябва да се вземат важни решения;

- решението се взема по неясни правила, където помагат интуицията и опитът на специалиста.

Най-широко трябва да е застъпен диалогът в управлението в реално време – реакция на настъпилите неблагоприятни решения, генериране на справки и т.н.

Системата трябва максимално да подпомага специалиста с ясно редактирани съобщения и запитвания, предлагане на алтернативи и особено – с подходящи графики. Въобще графиките имат голяма роля в автоматизираните системи за управление и в това отношение те са близки до ГИС.

8. Изходът е функция на входа

Сложните автоматизирани системи като правило са особено чувствителни към неточности във входа. Въпросът има най-малко два аспекта:

- първо, разработване на процедури за отстраняване на фактически и логически грешки (напр. коефициентът на разбухване е винаги над 1), и
- второ, определяне на достатъчно надеждни стойности на множество технологични показатели, като загуби, обедняване/замърсяване, коефициент(и) на разбухване, фракционен състав, коефициенти за използване на механизацията и т.н.

Намирането на тези стойности изисква определен обем изследователски работи, тъй като те са свързани с конкретните условия на обекта. Такива изследвания у нас бяха извършени през 1970-1980 г. Може би е време те да бъдат установени отново.

Впрочем, достатъчно интелигентната система трябва итеративно да изчислява някои показатели и ефективно да използва инструментът "обратна връзка".

9. Техническите средства: какви, къде и как

Съвременното електронно приборостроене осигурява широк спектър от технически средства за събиране на информация: тотални геодезически станции, GPS-приемници, експрес-анализатори, датчици за производителност и натоварване, комуникационни системи и средства и т.н.

Сами по себе си, тези средства не решават проблемите. За да бъдат ефективни, трябва да бъдат спазени редица условия.

(а) Техническите средства да бъдат на подходящо място в цялостната система. Примери. GPS-приемниците трябва приоритетно да се разполагат на добивните багери, а не на автосамосвалите, особено при работа в затворен цикъл и по познати маршрути. Експресните анализатори поставени на забоя служат за управление на товаропотока, а в края на потока – за контролиране на получените резултати.

(б) Резултатите от различните технически средства да се съгласуват във времето и пространството; напр. GPS-приемниците в много случаи работят в "друго" пространство, а не в координатната система, която е приета в рудника. ата

(в) Да се отчита надеждността на получените данни, която в общия случай зависи от използваните физически, респ.

геометрически, принципи, влиянието на средата, конструктивните особености на прибора и т.н.

(г) Да се предпочитат on-line обработките.

Не е трудно със съвременните технически средства да се получава маркшайдерски модел на изработките в реално време. Важно е получената информация да се използва пълноценно.

10. База от данни

Огромното количество от данни с различно съдържание, характер и източници на получаване изисква и съответната организация на информационните масиви. Такава организация осигуряват известните СУБД; разбира се, възможни са и други решения. При съвременните компютри не бива да се притесняваме за скоростта на обработка и за съхраняването на големи масиви. Това не означава, че трябва да се пренебрегват известните правила, като:

- разработване на подходящи входни панели и изходни документи;
- съвместимост на данните чрез обща номенклатура, координатна система, мерни единици и т.н.
- създаване на правила за внасяне/корекции на данните в базата;
- защита срещу неправомерно ползване, вкл. и срещу компютърни пирати;
- осигуряване на приемственост.

Важен е въпросът за съхраняването на първичните данни. Значителен източник на такива данни са автоматичните датчици за измерване и регистриране на стойностите на различни величини. Например, за 1 година се получават (приблизително):

- от 1 автосамосвал при 50 курса на ден – 100 хил. данни;
- от датчика за пепел на ГТЛ (през 15 мин.) – 35 хил. данни;
- от ежемесечните маркшайдерски снимки – 200 хил. данни.

Едва ли е възможно да се препоръча общ подход и трябва да се комбинират няколко решения-

- обработка на първичните данни и съхраняване на синтетични показатели;
- архивиране и съхраняване извън основната БД;
- запазване само на актуалната стойност.

11. Научни основи (Няма нищо по-практично от добрата теория. А. Айнщайн)

Както всички съвременни технологични достижения, автоматизираните системи се основават на успехите на науката. При имплантирането на научните решения в системата са възможни различни случаи.

(а) Научните решения “не работят” в условията на минното производство. Например, известната от линейното програмиране “Задача за шихтата” не е подходяща за управление на добива от няколко забои, защото връзките между величините в целевата функция и ограничителните условия не са линейни.

(б) Научните изследвания изискват допълнителни изследвания и експерименти. Подобно е определянето на закономерностите на пространствено разпределение на полезните/вредните компоненти на подземното богатство и др.п. показатели.

(в) Съществуват по-строги и обосновани методи, които могат да заменят традиционните приблизителни и частни решения, голяма част от които са били наложени от ограничените възможности на класическите изчислителни средства. В такъв смисъл трябва да се предпочете методът на крайните елементи пред кръгово-цилиндричната повърхнина на плъзгане и т.н.

(г) Системата съчетава решения от различни области на науката. Това поставя високи изисквания пред разработчиците и неизбежно проникване в съседни области.

12. Пазарът - в края, но не на последно място

Колкото и непривично да звучи, за пазара няма принципна разлика между кварталното магазинче и големия открит рудник. И двете институции работят ЗА и съществуват благодарение НА клиента. Всичко в рудника, което представлява потребителски интерес трябва да се разглежда като стока, независимо от записаното в геоложките доклади и други документи.

Изискванията на клиента се отнасят за качеството в широкия смисъл на думата. Това включва най-малко:

- определени стойности на различни показатели (съдържание на полезни/вредни компоненти, сортов състав, физикомеханични свойства, фракционен състав и т.н.);
- обем (количество) и ритъм на доставките;
- цена за 1-ца количество при дадено качество.

Желаните от клиента показатели могат да бъдат зададени по различен начин - единична стойност (средна аритметична и стандартно отклонение), вид, интервал, максимална или минимална стойност, функция от други параметри и т.н. Особени трудности при управлението на качеството се срещат при твърди стойности на показателя, при наличие на неблагоприятни корелационни връзки и др.п.

*

Изложеното далече не изчерпва многобройните проблеми, които възникват при разработването и внедряването на автоматизирани системи за управление на минните работи в откритите рудници. То е опит за един по-общ поглед, който е особено необходим в началните етапи на проектиране на системата. От друга страна, изложеното може би ще помогне на минните специалисти да се ориентират за действителните качества и възможности на системите, които се предлагат на пазара.

Литература

- Астафиев, Ю. П., А. С. Давидович и др. *Автоматизация планирования горных работ на железорудных карьерах*. М., Недра, 1982.
- Баранов, Ю., А. Сборовский, А. Хлебников. Перспективы применения геоинформационных систем и технологий для ведения горно-транспортных работ на карьерах – 6-та конф. по открит добив, сб. докл.; Несебър, 2001.
- Ершов, В. В. *Геолого-маркшайдерское обеспечение управления качеством руд*. М., Недра, 1986.

Маждраков, М. *Автоматизация на маркшейдерските изчисления и графични построения*. С., ВМГИ, 1987.

Маждраков, М. Проблемы создания и внедрения автоматизированной системы маркшейдерского обеспечения (АСМО) в НРБ. – *VII Межд. конгрес по маркш. делу*, сб. докл., т. V, Ленинград, 1988.

Маждраков, М. (редактор). *Информационно осигуряване на управлението на минното производство*. С., ВМГИ, 1991.

Маждраков, М. и др. Автоматизированная система маркшейдерского обеспечения открытых горных работ.

– *V Межд. симп. по маркш. делу*, сб. докл., т. 5, Варна, 1982.

Маждраков, М., С. Иринков, И. Христов, Н. Николов. По някои въпроси от управлението на количеството и качеството на добива в р-к “Кремиковци”. *Годишник на ВМГИ*, т. XXXV, св. IV, София, 1988-89.

Станков, С. Оптимално управление на рудничен транспорт и шихтоване чрез мониторинг с GPS NavStar. – *6-та Конференция по открит добив*, сб. докл., Несебър, 2001.

Препоръчана за публикуване от
Катедра “Маркшейдерство и геодезия”, МТФ