

КОМПЮТЪРИЗИРАНА СИСТЕМА ЗА КОМПЛЕКСНА ОЦЕНКА НА ТЕХНИЧЕСКО РЕШЕНИЕ

Николай Янев, Кънчо Иванов

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София

РЕЗЮМЕ: Статията разглежда реализацията на информационна система с web интерфейс за многокритериална оценка и избор на вариант на техническо решение на базата на интегрален количествен показател. Системата е предназначена, както за ползвателите ѝ в минните предприятия, така и за студентите в МГУ, давайки им възможност за on-line решаване на този тип задачи. Разисква се и възможността за повишаване на "интелигентността" на описаната разработка.

COMPUTING SYSTEM FOR COMPLEX EVALUATION OF A TECHNICAL DECISION

Nikolay Janev, Kancho Ivanov

¹University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", Sofia 1700

ABSTRACT: The article deals with implementation of an information system with a web interface for a multi-criteria evaluation and choosing of a variant for a technical decision, based on an integral qualitative indicator. The system is aimed at usage both in the mining enterprises and by the students at the MGU in Sofia, providing them with the opportunity for on-line solving of such kind of problems. The possibility for increasing "the intelligence" of the described development is also being discussed.

Теоретична база

Изменението на минно-геоложките, миннотехнологичните и социално-икономическите условия налага да се усъвършенстват и да се търсят технически решения, които осигуряват конкурентна продукция. В настоящата статия се представя работеща система за подпомагане на експерти при формиране на технологична концепция в перспективно решение. Разработката е в процес на изпробване при подземното разработване на находищата на твърди полезни изкопаеми.

Анализ и оценка на известните обстоятелства в минния обект се налага както при ново строителство, така и при по-нататъшното му развитие или за съпоставка на различни проекти (варианти) на разглеждания обект.

Като теоретична основа за изграждане на информационната система послужи описаната от проф. Милчо Велев методология (1997). Авторът извършва оценка и избор на технико-технологични решения на база набор от множество количествени и качествени показатели. Решението на тази задача включва избор на подходящи показатели, метод за оценка, определяне на интегралния количествен показател (ИКОЛП) и интегрален качествен показател (ИКАЧП). За всеки от проектите варианти и намиране на най-малкия (по стойност) ИКОЛП и най-високия по-стойност ИКАЧП. За целта се извършва интегрална сравнителна оценка между n проектни

варианта ($j = \overline{1, n}$) по m количествени показатели $k_i = (\overline{i = 1, m})$.

ИКОЛП се определя по формулата,

$$K_{ij}^{КОЛ} = \sqrt{\sum_i \left(\frac{\delta_{ij}}{\varphi_i} \right)^2} \quad (1)$$

където δ_{ij} е безразмерна стойност на i -тият частен параметър за j -тия вариант,

$$\delta_{ij} = \frac{|k_{ij} - k_{ie}|}{k_i^{\max} + k_i^{\min}} \quad (2)$$

– $k_{ij}, k_i^{\max}, k_i^{\min}$ – съответно стойността на i -тия показател за j -тия вариант, максималната и минималната стойност на i -тия показател;

– φ_i – експертно зададена относителна тежест на i -тият частен количествен показател, в % или друг числов израз, пропорционален на тежестта;

– k_{ie} – най-благоприятната стойност (измежду сравняваните) на i -тия показател. Експертите посочват предварително дали k_{ie} е $\min_j(k_{ij})$ или $\max_j(k_{ij})$

Изборът на проектен вариант, се осъществява по минимална стойност на ИКОЛП.

Класирането на сравняваните помежду им обекти (проекти) по ИКАЧК най-често е според формулата:

$$K_{ii}^{\text{кач}} = \sum_{i=1}^m Q_{ij} \varphi_i \quad (3)$$

където Q_{ij} е експертна бална оценка по i -тия качествен показател за j -тия обект(проект).

– φ_i - относителната пропорционална тежест на i -тия показател, определена експертно.

Изборът на проектен вариант, се осъществява по максимална стойност на ИКачП.

Комплексна количествено-качествена сравнителна оценка е възможна според формулата

$$K_{kj}^{\cdot} = \frac{K_{ij}^{\text{кол}}}{K_{ij}^{\text{кач}}} \rightarrow \min \quad (4)$$

или

$$K_{kj}^{\cdot\cdot} = \frac{K_{ij}^{\text{кач}}}{K_{ij}^{\text{кол}}} \rightarrow \max \quad (5)$$

Относителната разлика между интегралните или комплексните критерии на оптималност Δ_j може да се определи по формулата:

$$\Delta_j = \frac{|K_j - K_{j0}|}{K_{j0}} \quad (6)$$

където K_j , K_{j0} е интегралната (комплексна) оценка за j -тия обект (проект).

Текущо положение

При множество варианти, подготвителната и изчислителната работа, по прилагане на процедурите за изчисление на ИКолП са рутинни, продължителни и обемни. За намаляване на рутинната работа и създаване на възможност за многократно прилагане на процедурата до настоящия момент е използвана електронна таблица "ОСЕНКАИР", реализирана с Microsoft Excel. Разработката, описана от доц. Дерменджиев (1996), решава задачата за избор на предпочитан вариант, но притежава и следните ограничения:

- работи само с един набор за φ_i ;
- използва фиксиран брой показатели-10 и варианти-6;
- не се извършва нито оценка по качествени показатели, нито комплексна оценка.

Поради естеството на използвания инструмент (Microsoft Excel) системата има няколко основни недостатъка:

- Microsoft Excel не притежава възможности да запаметява и в последствие да използва предходни изчисления;
- внасянето на промени в системата (брой варианти, например) е значително затруднено;
- системата е за локално ползване - не е възможно използването на електронната таблица в мрежова среда (Microsoft Excel не притежава мрежови възможности, като управление на многопотребителски достъп);

– поради локалния характер на системата е затруднено и разпространението на нови версии (подобрения) на системата;

– за изграждане на електронната таблица е използван софтуер изискващ лиценз – това оскъпява реализацията на системата;

– продуктът е платформено зависим – използването на OS WINDOWS е абсолютно наложително.

Поради горепосочените недостатъци, бе потърсена нова, по-мощна технология за реализиране на алгоритъма за намиране на най-добър ИП.

С оглед спецификата на минните предприятия използването на Internet е най-доброто решение за осигуряване достъп на произволни клиенти до база данни (БД) с информация за предприятието. В статията се третира характеристиките на web интерфейса и реализацията му в минното дело за многокритериална оценка и избор на вариант на техническо решение на базата на ИП.

Възможности на ИС

С развитието на технологиите, базирани на Internet достъп, използването на информационна система (ИС) с web интерфейс в минното дело би довело до важни предимства, като:

- достъп до ИС без оглед на географското положение на потребителя - минните предприятия са разположени на големи площи, поради което за предпочитане е използване на централизирана БД, която да бъде достъпна от всяка точка на предприятието и от специалисти по целия свят с използване на *интранет* или Internet;
- възползване от възможностите на архитектурата клиент-сървър: намалени разходи за поддръжка; намалява се мрежовото натоварване; подобрена интеграция на данните, благодарение на централизираното им съхранение; платформена независимост;

Целта на авторите бе да се реализира ИС за многокритериална оценка и избор на вариант на техническо решение на базата на ИП, в web среда. Разработването на такава система би улеснило, както ползвателите на системата в минни предприятия, така и студентите в МГУ, давайки им възможност за on-line решаване на минни задачи.

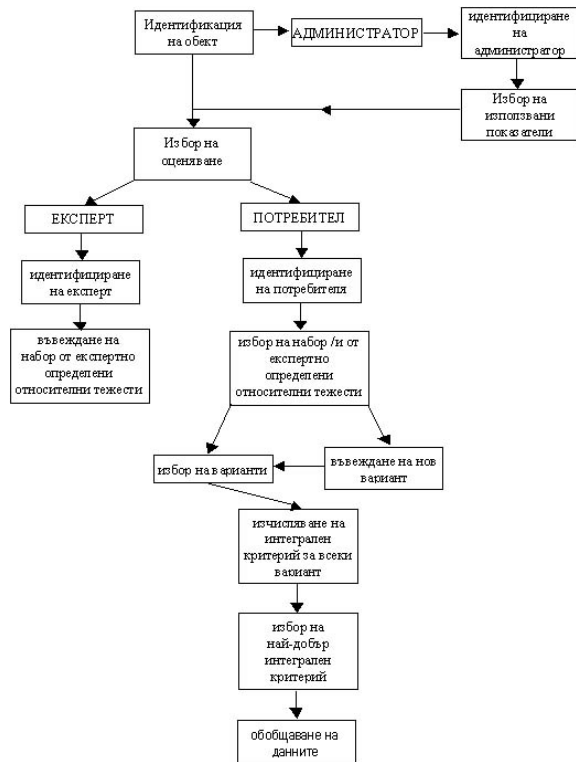
Следващ етап в развитието на системата е натрупаните данни да бъдат използвани за изграждане/обучение на интелигентен продукт (експертна система) за избор на вариант на техническо решение.

Описание на реализираната ИС

Структура на системата

Входа в системата става след успешната идентификация на обект (минно предприятие, отдел, учебен курс, група и т.н.). Обектите са предварително зададени, като за всеки от тях е дефиниран набор от използвани, в оценъчната

действие, показатели (количествени и качествени). Единствено администратора на системата може да променя този набор.



Фиг. 1. Схема на web базираната информационна система

ИС дава възможност за три типа оценяване – количествено, качествено и комплексно.

Тип на оценяване:

качествено

количествено

Фиг. 2. Изборна тип оценяване

Оценката се извършва от три подсистеми – за количествено, качествено и комплексно оценяване. Всяка една от тях работи с два типа потребители: експерт и разработчик.



Фиг. 3. Вход в подсистемите на ИС

Подсистема за количествено оценяване

При успешен вход в подсистемата за количествено оценяване, въвеждането на данни става на два етапа. На първия етап експертът въвежда Φ_i ; за всеки показател. Системата няма да приеме тегла, чиито сбор е различен от 1. За улеснение на експерта е добавено контролно поле, в което, в процеса по въвеждане, се показва текущия

сбор. След успешно въвеждане на тегла за Φ се визуализират наличните в момента данни и датите на които са въвеждани.

В системата, която предлагаме в настоящата публикация, експертът може да добави нови показатели, задавайки Φ и начина за определяне на K_{ij} .

На следващ етап разработчикът избира 1 или няколко набора от тегла за Φ (въведени в системата от експерти) с които да бъде изчислен ИКолП.

| ID | Избран тегла, n | Очаквана самостоятелност, n | Средна достигане на максималност, год. | Средна отстъпване, год. | Лесота процент, % | Замисъл, n | Годешен добитък, млн.л | Средна цена, n | Продуктивност на група, l/ч. год. | Работна печалба, год. |
|-------------------------------------|-----------------|-----------------------------|--|-------------------------|-------------------|------------|------------------------|----------------|-----------------------------------|-----------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.4 | 0.01 | 0.1 | 0.01 | 0.1 | 0.25 | 0.1 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 0.2 | 0.15 | 0.15 | 0.01 | 0.01 | 0.13 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.3 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 0.1 | 0.08 | 0.07 | 0.15 | 0.11 | 0.05 | 0.1 | 0.1 | 0.12 | 0.12 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 0.09 | 0.08 | 0.07 | 0.15 | 0.11 | 0.05 | 0.1 | 0.1 | 0.13 | 0.12 |
| <input type="checkbox"/> | 0.1 | 0.08 | 0.07 | 0.15 | 0.1 | 0.05 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.15 |
| <input type="checkbox"/> | 0.01 | 0.1 | 0.04 | 0.05 | 0.6 | 0.04 | 0.07 | 0.02 | 0.01 | 0.06 |
| <input type="checkbox"/> | 0.01 | 0.01 | 0.2 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.1 | 0.31 | 0.31 |

Фиг. 4. Избор 1 или няколко набора от тегла за Φ при количествена оценка

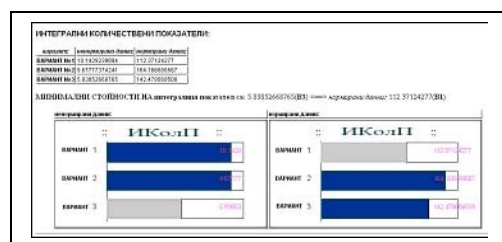
В следващата стъпка се прави избор на 1 или повече варианта от стойности за показателите. Предвидена е и възможност за въвеждане на нов вариант, задавайки стойност K_{ij} за всеки от показателите.

| ВАРИАНТ | Очаквана самостоятелност, n | Очаквана достигане на максималност, год. | Средна достигане на максималност, год. | Средна отстъпване, год. | Лесота процент, % | Продуктивност на група, l/ч. год. | Годешен добитък, млн.л | Средна цена, n | Продуктивност на група, l/ч. год. | Работна печалба, год. |
|-------------------------------------|-----------------------------|--|--|-------------------------|-------------------|-----------------------------------|------------------------|----------------|-----------------------------------|-----------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | 500 | 4000 | 5 | 10 | 52 | 10 | 450 | 5000 | 10 | 12.2 |
| <input type="checkbox"/> | 445 | 3950 | 5.1 | 9.5 | 51 | 11 | 475 | 4900 | 9.5 | 13.6 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 430 | 3900 | 5.5 | 9.5 | 51 | 11.4 | 500 | 4750 | 9.5 | 13.5 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 550 | 4000 | 4.5 | 11 | 55 | 9.8 | 400 | 4850 | 10.2 | 10.7 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 495 | 4040 | 5.5 | 9 | 50 | 10.5 | 525 | 5000 | 11 | 11 |
| <input type="checkbox"/> | 500 | 4000 | 5 | 10 | 52 | 12 | 500 | 4900 | 9 | 14 |
| <input type="checkbox"/> | 430 | 4000 | 4.5 | 9 | 50 | 9.8 | 430 | 4750 | 9 | 10.7 |
| <input type="checkbox"/> | 475 | 4000 | 4.9 | 10.5 | 51 | 10 | 500 | 4800 | 10 | 11 |

Фиг. 5. Избор на 1 или повече варианта или въвеждане на нов вариант за количествена оценка

ИКолП се изчислява за всеки от избраните варианти. В резултат от тези изчисления се предоставят данни за:

- избраните варианти;
- *min* и *max* стойности за всеки един от показателите;
- стойности на ИКолП за всеки от избраните варианти - изчисляват се за всеки от избраните набори от тегла за Φ ;
- графични данни с маркиране на минималния по стойност за ИКолП вариант;
- всичките горепосочени операции си извършват и с нормирани данни, като резултатите се съпоставят;
- обобщени (цифрови и графични) данни за получените ИКолП при наборите от тегла за Φ .



Фиг. 6. Графични и цифрови данни за изчислените ИКолП

ИКОЛП се изчислява за всеки от избраните набори от тегла за Φ , като получените данни се визуализират, както е показано на фиг.6.

Подсистема за качествено оценяване

При избор на качествено оценяване се активира подсистема за изчисляване на интегрален качествен показател (ИКАЧП).

И тук, както в подсистемата за количествено оценяване, въвеждането на данни става на два етапа. Идентична е и процедурата по въвеждане на данни. На първия етап експертът въвежда тегло за всеки показател. Системата няма да приеме тегла, чиито сбор е различен от 1. След успешно въвеждане на теглата се визуализират наличните в момента данни и датите на които са въвеждани.

В системата, която предлагаме в настоящата публикация, експертът може да добави нови показатели, задавайки му тегло.

На следващ етап разработчикът избира 1 или няколко набора от тегла (въведени в системата от експерти) с които да бъде изчислен ИКАЧП.

| Избор | Степен на безопасност | Степен на хигиена на труда | Степен на екологичност |
|--------------------------|-----------------------|----------------------------|------------------------|
| <input type="checkbox"/> | 0,5 | 0,2 | 0,3 |
| <input type="checkbox"/> | 0,5 | 0,3 | 0,2 |
| <input type="checkbox"/> | 0,45 | 0,25 | 0,3 |
| <input type="checkbox"/> | 0,43 | 0,3 | 0,27 |
| <input type="checkbox"/> | 0,4 | 0,3 | 0,3 |

Избор

Фиг. 7. Избор 1 или няколко набора от тегла за Φ при качествена оценка

В следващата стъпка се прави избор на 1 или повече варианта от стойности за показателите. Предвидена е и възможност за въвеждане на нов вариант.

| Избор | Степен на безопасност | Степен на хигиена на труда | Степен на екологичност |
|--------------------------|-----------------------|----------------------------|------------------------|
| <input type="checkbox"/> | 4,5 | 5,1 | 4 |
| <input type="checkbox"/> | 5 | 5 | 4 |
| <input type="checkbox"/> | 4,5 | 5 | 4,1 |
| <input type="checkbox"/> | 4,3 | 5,3 | 4,2 |
| <input type="checkbox"/> | 5 | 4,9 | 3,9 |

Избор

| Качествени показатели | Стойност |
|----------------------------|----------|
| Степен на безопасност | |
| Степен на хигиена на труда | |
| Степен на екологичност | |

Въведи

Фиг. 8. Избор на 1 или повече варианта или въвеждане на нов вариант за качествена оценка

Задавайки стойност за всеки от показателите. ИКАЧП се изчислява за всеки от избраните варианти.

Подсистема за комплексно оценяване

При избор на количествено-качествено оценяване се изчисляват ИКОЛП и ИКАЧП, след което по формули (4) или

(5) се изчислява и комплексна количествено-качествена сравнителна оценка.

Използваните, на горепосочените фигури, данни са експериментални.

Предимства на ИС пред "OCENKAIP"

Третираната реализация е осъществена на базата на свободно разпространяван софтуер: MySQL като сървър за база данни и PHP като език за връзка с базата данни (използването на Microsoft Excel изисква платен лиценз). Други нейни предимства са: – мащабируемост, преносимост, използване на потребителски заявки и т.н., присъщи на web-SQL базирания интерфейс. Чрез съвместната работа на PHP и MySQL се осъществява и клиент/сървър обработката на информацията.

Системата е достъпна on-line – така отпада изискването за работа в точно определена операционна система (разработката на Microsoft Excel работи само под OS WINDOWS).

С използването на БД се дава възможност за запазване на резултатите от предходни изчисления и използването им в бъдещи изследвания.

Използвания сървър за БД – MySQL, е SQL базиран, което дава възможност за безпроблемното прехвърляне на данни към други системи работещи с релационни БД или данни в XML формат.

Добавени са и подсистеми за качествено и комплексно оценяване.

Възможностите на системата са разширени и в частта за избор на варианти – най-малко 1, най-много – всички налични в БД (в системата реализирана чрез Microsoft Excel броят варианти е фиксиран на 6).

Изчисленията се осъществяват по един или няколко набора от тегла за Φ (в системата реализирана с Microsoft Excel броят набори е фиксиран на 1).

В случая на избор на няколко варианта за тегла на Φ се дават и обобщени данни.

Възможно е добавяне на нови и изключване на вече съществуващ количествен показател. Така става възможно изчисляването на ИП с различен брой количествени показатели;

Съхраняват се персонални данни за ползвателите на системата. Изградени са и модули за идентификация на администратор, експерт и потребител;

Подобрено е форматирането на представяната информацията.

Извършват се изчисления, както с ненормирани, така и с линейно нормирани стойности за показателите – с привиждането на данните в един мащаб [0-1] се постига "равнопоставеност" между тях.

Перспективи

В областта на информационните технологии през последните години се забелязва тенденция за изместване на интереса от увеличаване на мощността на изчислителните средства към повишаване на тяхната интелигентност, т.е. към създаване на нови подходи основани върху знания – системи с използване на знания (СИЗ).

Минната индустрия в България изостава от световните тенденции за приложение на СИЗ за решаване на сложни задачи, изискващи експертно мнение. Амбициите на авторите на разработката са свързани с разширяване на възможностите ѝ, чрез преход от ИС към СИЗ. Така ще се осигури по-широка функционалност на прилаганите информационни технологии и компютърните системи ще играят по-категорично ролята на ефективни помощници на експертите в минното дело.

Авторите предлагат свободен достъп да системата от URL: <http://inf.mgu.bg/users/niki/system>. Ще сме благодарни на всички, които ни информират за недостатъци на разработката и/или отправят препоръки за нейното развитие.

*Препоръчана за публикуване от
Катедра "Информатика", МЕМФ*

Литература

- Велев М., Методичен практикум за миннотехнологични решения. МГУ, С., 1997
- Дерменджиев К., Е. Ножарова, Електронна таблица за многокритериална оценка и избор на вариант на техническо решение на базата на интегрален количествен критерии ОЦЕНКАIP инструкция за ползване. МГУ, С., 1996
- Янев Н., К. Иванов, В. Карагюзов, Щърбанова, Анастасова, Възможности за приложение на Web интерфейс при работа с база данни за минното производство. *Годишник на МГУ "Св. Иван Рилски"*, том 46, свитък III - Механизация, електрификация и автоматизация на мините, с. 225-231; 2003
- Янев Н., И. Щърбанова, К. Иванов, Приложение на експертни системи в минни предприятия. *списание "Минно дело и геология"* бр. 2/2005
- Янев Н., К. Иванов, Система за избор на техническо решение базирана на съвременни информационни технологии. *списание "Минно дело и геология"* - одобрена за печат.