

ОБҐРУНТУВАННЯ ЯКОСТІ РІШЕНЬ З РОЗПОДІЛУ РЕСУРСІВ

@ Катренко С.А., Чаплига В.М.

This paper considers the problems of resources location in IS. Some quality estimation aspects and quality criterions of the resources location are discussed and analyzed. The recommendation as to appliance of the criterions in the certain resources location tasks taking into consideration their advantages and disadvantages are proposed as well.

Розглянуто проблеми обґрунтування рішень в задачах розподілу ресурсів, запропоноване визначення критерію та показника, досліджені особливості цих понять, місце економіко-математичних методів у формуванні оптимальних рішень, запропонована послідовність обґрунтування якості рішень.

Одним з важливих етапів прийняття рішення є вибір керівником з певної кількості попередньо відібраних варіантів одного, на його думку найкращого, або схвалення запропонованого фахівцями єдиного варіанта. В плануванні і керуванні при опрацюванні рішень все ширше використовують методи системного аналізу, застосовують математичні моделі та комп'ютерну підтримку. Успіх в застосуванні методів системного аналізу для обґрунтування рішення багато в чому залежить від правильного розуміння всіма фахівцями і керівниками ролі цих методів і їх дійсних можливостей.

В економіці рішення стосуються заходів, що скеровані на виконання різноманітних господарських і технічних задач. Деякі важливі властивості альтернатив можуть бути якісними. Якщо існує обґрунтована система кількісних мір, елементи якої відповідають визначеним властивостям об'єктів чи варіантів рішень (альтернатив), то це дозволяє характеризувати такі властивості числами. Окрім того, властивості альтернатив з точки зору прийняття рішення залежно від множини різноманітних факторів будуть для особи, що приймає рішення (ОПР), такими, на які можна впливати або ж ні. Серед керованих характеристик наявні як такі, значення яких необхідно покращити (чи погіршити), так і інші, що в існуючій конкретній ситуації мають інформаційний характер.

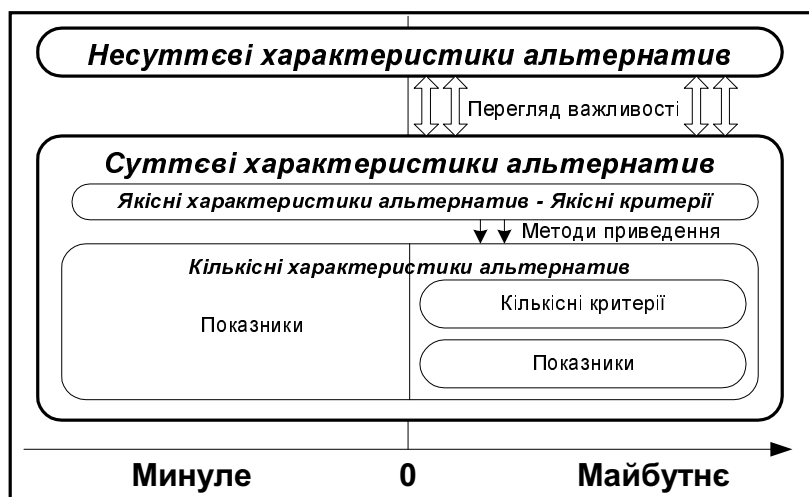
При обґрунтуванні рішень безглуздо намагатися врахувати усі без винятку властивості чи особливості альтернатив. Віднесення тієї чи іншої властивості до категорії істотних є значною мірою суб'єктивним. Звичайно множина прийнятих до уваги властивостей альтернатив при їхньому порівнянні, особливо у випадку стратегічних рішень, неодноразово уточнюється. В цьому випадку, як доводить практика, діє евристичне правило 20/80 (20% з всієї кількості можливих характеристик на 80% визначають якість альтернативи та її інформаційні характеристики).

Терміни «критерій» та «показник» стосовно альтернативи вживаються в літературі в багатьох випадках без надання чітких визначень цих понять, а тому виникає термінологічна плутанина, часом й утождення цих понять. Звичайно, межа між ними є до певної міри нечіткою, і пояснюється таке становище тим, що за певних умов одні й ті ж характеристики альтернатив можуть бути або критеріями, або показниками. З іншого боку, є певні критерії, що лише обмежено або ж взагалі не можуть розглядатися як показники. Тому необхідно дослідити, за яких умов характеристики альтернатив розглядаються як критерії чи показники.

Критерієм якості альтернативи вважатимемо таку її характеристику, зміну значення якої активно прагне ОПР, і яка є повністю або хоча б обмежено керованою з боку ОПР (тобто існують засоби впливу, за допомогою яких можна активно змінювати значення цієї характеристики). Отже критерій належить до істотних характеристик альтернативи і з точки зору часу стосується теперішнього та майбутнього.

Натомість показник надає ОПР корисну інформацію кількісного характеру щодо тих аспектів проблеми, які не є істотними для нього в конкретній ситуації, або на які ОПР не має впливу. Кожен показник кількісно характеризує одну з властивостей альтернативи, ґрунтуючись на чому, можна оцінити ступінь її відповідності певній вимозі чи потребі.

При перегляді важливості характеристик альтернатив деякі з показників з підмножини тих, на значення яких може впливати ОПР, переходитимуть до класу критеріїв якості, а деякі з критеріїв, значення яких є чисельними – до підмножини показників (див. рисунок).



В минулому часі всі кількісні характеристики – показники, а в майбутньому – частина з тих важливих, на значення яких може вплинути ОПР, є кількісними критеріями.

Рішення в плануванні й управлінні здебільшого пов'язані з розподілом ресурсів. Для характеристики варіантів розподілу ресурсів у загальному випадку доцільно використовувати три групи показників, що відображають: очікувані результати (ефективність); передбачувані витрати; час, необхідний для досягнення результатів.

У більшості випадків вплив факторів зовнішнього середовища істотний й умови при реалізації рішення можуть скластися по-різному, а тому рішення виробляється з урахуванням невизначеності та слабкої структурованості проблеми (наприклад, врахування погодних умов при плануванні виробництва сільськогосподарської продукції).

Для вимірювання значень кожного критерію чи показника, що характеризує визначену властивість альтернатив, використовується своя шкала чи міра. На практиці звичайно застосовують шкали чотирьох типів: номінативні (найменувань), порядкові, інтервалів і відношень. При порівнянні альтернатив іноді виникають труднощі, обумовлені тим, що критерії та показники, які їх характеризують, мають різну розмірність. Порівнювати варіанти легше, якщо показники відображають ступінь наближення кожної характеристики до необхідного чи ідеального значення.

Розглянемо послідовність дій при обґрунтуванні рішення для задачі розподілу обмежених ресурсів, виділених для розвитку системи. Потрібно знайти найкращий варіант використання ресурсів для досягнення певної сукупності підцілей, що відображають основні

аспекти генеральної мети системи. При цьому керівник, що відповідає за розвиток системи, зустрічається з множиною можливих цілей, на реалізацію яких потрібно більше ресурсів, ніж наявно, і зі значною кількістю конкуруючих способів і засобів, що можуть бути використані для досягнення кожної окремої підцілі.

Розподіл ресурсів здійснюється так. Спочатку визначається генеральна мета та складається перелік можливих цілей як аспектів генеральної мети. Потім потрібно визначити, хоча б орієнтовно, затрати на кожну мету. Для цього насамперед необхідно встановити зміст задач, розв'язання яких забезпечить досягнення мети шляхом побудови дерева цілей та задач. Дерево будується послідовною декомпозицією до рівня задаче-елементів. У цьому випадку виконання усіх без винятку задач деякого рівня гарантує реалізацію задачі (цілі) наступного вищого рівня. Об'єм ресурсів, необхідних для досягнення якої-небудь мети, визначається шляхом послідовного підсумовування ресурсів, що вимагаються для виконання задач, починаючи від окремих і закінчуючи загальною метою.

Після того як витрати на досягнення кожної окремої підцілі визначені, користуючись переліком цілей і даними про передбачувані витрати на кожну з них, можна сформулювати різні сполучення цілей, досягнення яких забезпечено наявними ресурсами, і серед них обрати остаточні.

Розрахунки з обґрунтування задач і ресурсів, що доцільно виділити на розвиток об'єкта, не повинні бути орієнтовані на доведення необхідності виділення максимально можливого обсягу ресурсів. Вони переслідують іншу ціль – забезпечити ОПР необхідною інформацією. Отже, такі розрахунки повинні показати, яким може бути внесок того чи іншого елемента системи в досягнення загальних цілей при різному обсязі ресурсів. При наявності цієї інформації в керівників, що приймають рішення на рівні системи, з'явиться можливість зіставити переваги, що можуть бути отримані при збільшенні обсягу ресурсів, які виділяються на розвиток даного об'єкта, із втратами, що викликані скороченням витрат на інші об'єкти. Такий загалом зміст однієї з основних процедур розподілу ресурсів, у ході якої намічаються напрямки розвитку системи і її елементів. Після того як сформульовані цілі розвитку системи і задачі її елементів, потрібно знайти найкращі способи виконання кожної з них.

Існує багато способів порівняння альтернатив, що характеризуються декількома критеріями, найпоширенішими серед яких є такі:

- формування глобального критерію (згортка критеріїв);
- переведення критеріїв в обмеження;
- впорядкування критеріїв;
- за ступенем досягнення глобальної мети (ідеальної точки).

Розглядаючи питання про можливість практичного застосування тієї чи іншої пропозиції про формування критерію оцінки альтернатив у випадку розподілу ресурсів, потрібно розрізняти дві категорії практичних задач:

- задачі порівняння деякого набору попередньо сформованих альтернатив. Ці альтернативи відповідають усім обмеженням, що мають місце в кожній конкретній задачі. При їхній розробці звичайно враховуються вимоги про дотримання пропорцій при зміні значень показників, тому вони не виходять за межі припустимих;

- задачі, пов'язані з розподілом ресурсів, що виділяються на певні цілі. Альтернативи формуються в ході розв'язання, і критерії оцінки істотно впливають на розподіл ресурсів.

Одним з найрозповсюдженіших способів є зведення (чи згортання) сукупності значень критеріїв, що характеризують кожну альтернативу, до глобального критерію $Q = f(Q_1, \dots, Q_m)$ і як частковий випадок лінійна згортка критеріїв

$$Q = \sum_{i=1}^m \alpha_i Q_i, \text{ при } \alpha_i \geq 0 \text{ і } \sum_i \alpha_i = 1, \alpha_i \text{ — коефіцієнт відносної важливості (вага)}$$

критерію Q_i . Звичайно кожен критерій прагнуть представити у вигляді безрозмірної величини.

Глобальний критерій у вигляді лінійної згортки зовсім не придатний для обґрунтування рішень з розподілу ресурсів. При розв'язанні задач з розподілу ресурсів, очевидно, неправомірно говорити про відносні важливості того чи іншого критерію, оскільки при одному наборі значень часткових критеріїв доцільно збільшувати значення, припустимо, Q_i за рахунок решти, а при іншому наборі — його зменшувати. Використання згортки критеріїв для порівняння варіантів розподілу ресурсів найчастіше орієнтує на досягнення максимального значення найважливішого критерію при мінімально припустимих значеннях інших. Щоб оцінка альтернатив за допомогою такого критерію була об'єктивною, у принципі необхідно формувати значення коефіцієнтів α_i у вигляді функцій від значень усіх часткових критеріїв. При застосуванні як згортки функції корисності небезпека помилкової оцінки альтернатив зменшується, що обумовлено насамперед її нелінійністю, і, окрім того, в порівняно із глобальним критерієм відсутня необхідність попередньо робити всі часткові критерії безрозмірними.

Пропозиція використовувати для оцінки альтернатив один з критеріїв зводиться до вибору з усього їх числа одного — головного, а на значення всіх інших накладаються обмеження. Задача оптимізації формулюється у такий спосіб: знайти альтернативу $a \in A$, що забезпечує $\text{Max}_{a \in A} Q_k$ при $Q_i \geq Q_i^{sp}, i = \overline{1, m} \wedge i \neq k$.

Можливість використовувати один критерій для оцінки альтернатив з'являється в задачах, пов'язаних з керуванням деякими процесами. Наприклад, для будівництва нового підприємства при розгляді варіантів доставки устаткування як критерій в багатьох випадках використовують головний у цієї ситуації показник — час доставки вантажу. Скорочення цієї величини до мінімуму в подібній ситуації може виправдати значні витрати на доставку вантажу, якщо вони перебиваються вирашем від своєчасного введення підприємства в лад.

Власне кажучи, оптимізація розподілу ресурсів при встановлених пріоритетах для окремих критеріїв (лексикографічне впорядкування критеріїв в порядку спадання важливості) перетворюється в послідовне розв'язання задачі на знаходження найкращого значення одного з критеріїв при наявності деяких обмежень. З множини Парето-оптимальних альтернатив обирають найкращу за найважливішим критерієм (який стоїть першим у пріоритетному ряду). Цей показник стає критерієм вибору. Якщо відібраних альтернатив декілька, то їх порівнюють за критерієм, що стоїть другим у пріоритетному ряду, і т.д., доки не буде виділена найкраща. Розглядаючи питання про правомірність порівняння альтернатив з використанням пріоритетного ряду критеріїв, необхідно насамперед визначити, чи можна говорити про пріоритет (важливості) того чи іншого критерію взагалі, безвідносно до конкретних його значень і значень інших. Щоб вирішити, яка з порівнюваних альтернатив краща, потрібно оцінити їх усебічно, тобто одночасно розглянути всі істотні ознаки альтернатив. Може виявитися, що альтернатива, яка поступається іншій за критерієм, що стоїть першим у пріоритетному ряду, перевершує її за іншими і при оцінці за всіма критеріями повинна бути визнана кращою.

Задача вибору найкращої альтернативи за ступенем досягнення заданих (необхідних чи ідеальних) значень звичайно формулюється так. Знайти альтернативу $a \in A$, що

забезпечує максимум $Q = \text{Min} \left[\frac{Q_1}{Q_1^*}, \frac{Q_2}{Q_2^*}, \dots, \frac{Q_m}{Q_m^*} \right]$ де Q_i — значення i -го критерію, що

характеризує визначену альтернативу, $i = \overline{1, m}$; Q_i^* — найбажаніше (ідеальне) значення i -го критерію. Таким чином, обирається варіант, у якому мінімальна з величин, що стоїть у квадратних дужках, буде найбільшою.

Перевага цього критерію перед розглянутими вище в тому, що при розподілі ресурсів він забезпечує пропорційну зміну значень усіх складових, однак проблемою є визначення координат ідеальної точки. Очевидно, що на значення Q_i / Q_i^* впливає величина Q_i^* — чим вона більша, тим менше Q_i / Q_i^* і тим нижчу оцінку за критерієм Q одержують деякі варіанти.

Дуже часто рішення, прийняті при розподілі ресурсів, являють собою компроміс. Однак важливо, щоб при цьому кожне рішення максимально відповідало загальним цілям. Відомі способи визначення компромісного варіанта в загальному випадку цього не забезпечують. Пропозиції, спрямовані на одержання компромісного варіанта за всіма критеріями, мають, мабуть, найбільше поширення. Суть цих пропозицій зводиться до того, щоб із всієї області можливих варіантів спочатку виділити область компромісів (безліч раціональних варіантів), а потім на основі визначеного принципу компромісу в межах цієї області знайти один чи більше варіантів, що визнаються найкращими. При оптимізації за декількома показниками можна застосувати теорію ігор декількох осіб (число учасників гри приймається таким, що дорівнює числу критеріїв, по яких порівнюються альтернативи). Найкращий компромісний варіант пропонується знаходити з використанням теорії рівноваги і коаліцій. Дійсно, для більшості практичних задач найкращим буває рішення, згідно з яким передбачається порівняно невелике поліпшення декількох показників, а не рішення, що передбачає значний ріст за якимось одним показником.

Розуміння недоліків критеріїв різного типу привело до використання вирішуючих правил для порівняння альтернатив. У загальному випадку таке правило є описом послідовності дій, що необхідно виконати над критеріями для виявлення найкращої альтернативи. Сформулювати універсальне правило порівняння альтернатив очевидно не можна, оскільки кожній конкретній ситуації притаманні свої особливості. Крім того, в одній і тій же ситуації у різних людей уявлення про перевагу тих самих альтернатив може бути неоднаковим. Для формування цих правил потрібно дотримуватися такого:

- оцінка альтернатив повинна реалізуватися за ступенем їх відповідності загальним цілям системи, елементом якої є об'єкт, що розглядається;
- необхідно враховувати значення усіх суттєвих критеріїв, що характеризують альтернативи, тобто розбивати у кожній конкретній ситуації характеристики на підмножини критеріїв та показників.

Таким чином результати розгляду різних способів формування критерію оцінки альтернатив в задачах розподілу ресурсів дозволяють зробити висновки про особливості окремих критеріїв і доцільність їхнього застосування для розв'язання практичних задач (див. таблицю).

Особливості критеріїв якості розподілу ресурсів

Вид критерію	Особливості критерію і рекомендації щодо його застосування
Лінійна згортка $Q = \sum_i \alpha_i Q_i$	Може бути використаний для порівняльної оцінки варіантів лише у вузькому діапазоні зміни значень критеріїв (у тому діапазоні, для якого попередньо на основі об'єктивних даних визначені значення α_i). Застосування критерію при постійних α_i у широкому діапазоні зміни значень Q_i приводить до помилкової оцінки варіантів

Відносної корисності $u(a) = \sum_i u(Q_i)$	Корисність значень окремих критеріїв $u(Q_i)$ у загальному випадку нелінійно залежить від величини Q_i . При використанні цього критерію небезпека помилкової оцінки варіантів порівняно з лінійною згортокою менша, але проблемою є обґрунтування та побудова достатньо складних за формою функції корисності
Один із критеріїв (при встановленні обмежень на значення інших)	Можна використовувати для добору раціональних варіантів. У деяких випадках при обґрунтованому встановленні обмежень на величини інших критеріїв дозволяє вибрати найкращий варіант
Лексикографічне впорядкування критеріїв	Придатний для розв'язання деяких задач, пов'язаних з керуванням різними процесами. Для порівняння варіантів у процесі планування непридатний, тому що завжди орієнтує на збільшення значення критерію, що знаходиться першим у пріоритетному ряді
Максимін $Q = \text{Min} \left[\frac{Q_1}{Q_1^*}; \frac{Q_2}{Q_2^*}; \dots; \frac{Q_m}{Q_m^*} \right]$	Корисний при розв'язанні задач розподілу ресурсів. Забезпечує вибір варіанта з однаковим рівнем задоволення всіх потреб чи вимог. При застосуванні для порівняння заздалегідь підготовлених варіантів може привести до вибору нераціонального варіанта.
Різні варіанти критерію для отримання компромісного варіанту	Результат визначається принципом компромісу, що попередньо формулює фахівець. У більшості випадків такий критерій не забезпечує виділення найкращого варіанта

Основне призначення економіко-математичних методів при обґрунтуванні рішення не в тому, щоб забезпечити знаходження оптимального варіанта, а в тому, щоб виділити сукупність раціональних варіантів (в ідеалі підмножини множини Парето-оптимальних), з числа яких керівник повинен обрати найліпший. Математичні моделі і методи, що використовуються при обґрунтуванні рішення, — це тільки засоби, що допомагають, з'ясувати проблему, розкрити характер невизначеності і отримати якісні характеристики раціональних варіантів.

Остаточне обґрунтування рішення краще вести у формі діалогу між керівником і фахівцями, що здійснюють розрахунки. У процесі діалогу керівнику кілька разів представляють набір раціональних альтернатив, з якого він виділяє найкращі. Поступово область, у якій варіюють значення окремих показників, звужується. Діалог припиняється, коли керівник вибирає єдину альтернативу, що видається йому найкращою. Багато питань саме так і вирішуються на практиці. Однак при такій процедурі підготовки й ухвалення рішення для знаходження найкращого варіанта може просто не вистачити часу.

1. Ларичев О. Н. *Наука и искусство принятия решений*. М., 1979. 2. Кини Р. Л., Райфа Х. *Принятие решений при многих критериях: Замещения и предпочтения*. М., 1981. 3. Трахтенгерц Э.А. 2. *Компьютерная поддержка принятия решений*. М., 1998. 4. Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н. *Анализ, синтез, планирование решений в экономике*. М., 2000.