

$$Dv = \{idDv, TyDv, PbDv, MdDv, CmDv\}$$

де  $idDv$  — ідентифікатор пристрою,  $TyDv$  — тип пристрою,  $PbDv$  — блок параметрів,  $MdDv$  — модель пристрою,  $CmDv$  — коментар.

Тип пристрою належить до ієрархії типів пристроїв, яка зберігається у Словнику даних. Пристрої одного типу взаємозамінні. Модель пристрою  $MdDv$  відображає його функціонування.

Процес вибору має діалоговий характер. Система пропонує конкретні марки пристроїв, які за своїми параметрами відповідають параметрам прототипу. При цьому враховується сумісність та додаткові властивості наборів пристроїв.

Для повністю сформованої специфікації визначається сумарна вартість обладнання. Запропонована система специфікацій може бути покладена в основу інструментального засобу проектування розподіленої інформаційної системи.

1. Зиндер Е.З. *Новое системное проектирование: информационные технологии и бизнес-реинжиниринг: часть 2* //СУБД, 96, №1. 2. Ладыженский Г.М. *Архитектура корпоративных информационных систем.* //СУБД, 97, №5-6.

УДК 681.3

*О.М.Верес*

*НУ “Львівська політехніка”,*

*сектор опрацювання даних кадрового складу та зрізів знань студентів*

## **ПОБУДОВА МНОЖИНИ КРИТЕРІЇВ ОПТИМІЗАЦІЇ УКЛАДАННЯ РОЗКЛАДУ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ У ВЗО**

© *О.М.Верес, 2000*

**Such terms as “disition”, “purpose”, “criteria”, “indicators” are described in this article. Grounded set of criteria optimisation arangement of establishing the studing process scheduling.**

Підвищення якості рішень, які приймає керівник, — особа, що приймає рішення (ОПР), загалом є важливим резервом підвищення ефективності суспільного виробництва.

Поняття “рішення” в науковій літературі трактується по-різному. Воно розуміється і як процес, і як акт вибору, і як результат вибору [1]. Основна причина неоднозначності тлумачення поняття “рішення” полягає в тому, що кожний раз в це поняття вкладається зміст, який відповідає конкретному напрямку досліджень.

Рішення як процес характеризується тим, що він у часі проходить в декілька етапів. У зв'язку з тим можна говорити про етапи підготовки, прийняття і реалізації рішення. Етап прийняття рішення можна тлумачити як акт вибору, який здійснюється індивідуально або групою осіб, яка приймає рішення (ОПР) за допомогою визначених правил.

Рішення як результат вибору виступає у вигляді припису до дії (план роботи, варіант проекту і т.п.).

Рішення є одним з видів розумової діяльності і волевиявлення людини. Його характеризують такі ознаки:

- можливість вибору з множини альтернативних варіантів: якщо немає альтернатив, то немає вибору і, відповідно, немає рішення;
- присутність цілі: нецільовий вибір не розглядається як рішення;
- необхідність вольового акту ОПР при виборі рішення, оскільки ОПР формує рішення через боротьбу мотивів і думок.

Рішення класифікують, керуючись різноманітними класифікаційними ознаками.

За змістом рішення класифікують на політичні, соціальні, економічні, організаційні, технічні, технологічні тощо; за термінами дії та ступенем дії на майбутнє рішення — на оперативні, тактичні і стратегічні; за видом ОПР — на індивідуальні і колективні; за ступенем невизначеності (повноти інформації) — на рішення в умовах визначеності, в умовах ризику (ймовірність визначеності) і в умовах невизначеності.

Багато рішень приймається інтуїтивно. Часто ОПР не в стані проаналізувати і чітко осмислити прийняте рішення.

В основі логічної схеми прийняття рішення лежить комплексне використання нормативних і дескриптивних моделей.

Такий комплексний підхід має свої особливості:

1. Побудова комплексних методик обґрунтування рішень, які передбачають використання взаємодоповнювальних методів структуризації, характеристизації та оптимізації. Структуризація припускає визначення місця і ролі об'єкта дослідження у розв'язанні задач вищих рівнів (наприклад, задач об'єднання в задачах галузі), виділення його основних елементів і встановлення зв'язків між ними. Процедури структуризації дозволяють представити структуру поставленої задачі у вигляді, вигідному для наступного аналізу. Характеризація скерована на визначення системи характеристик, які кількісно описують структуру розв'язуваної задачі. Оптимізація передбачає вибір найкращого варіанта рішення. Застосування цих трьох груп методів дає можливість послідовно зменшувати невизначеність у процесі обґрунтування рішення, підвищує ефективність розумової діяльності ОПР і системних аналітиків.
2. Об'єднання формальних і неформальних методів обґрунтування рішення припускає широке використання експертних оцінок і людино-машинних процедур підготовки і прийняття рішення.
3. Включення керівника в процес підготовки, прийняття і реалізації рішення на всіх його основних етапах.

Комплексний підхід дає можливість сконцентрувати неформальне мислення ОПР на критичних аспектах проблемної ситуації, в якій приймається рішення, і запропонованих альтернативах розв'язання проблеми.

Згідно з методологією системного аналізу [2,3] мета системи розбивається на підцілі, які відображають різноманітні її аспекти, з подальшою конкретизацією підцілей до множини критеріїв, які служать для відбору тих чи інших засобів досягнення цілі та оцінки ступеня її досягнення.

Слід зауважити, що в літературі не існує єдиної думки щодо визначення понять “ціль”, “критерій”, “показник”. Так, в [4, с.17] наводиться таке визначення цілей: “є бажаний стан системи або результати її діяльності, які досягаються в межах деякого інтервалу часу”, тобто поняття цілі та остаточного стану системи по суті утотожуються. Часто розглядаються багатоцільові системи, хоча, з нашого погляду, більш послідовним є розгляд мети системи (або “генеральної цілі” [5]) як такої, що має різні аспекти, співвідношення між якими змінюються залежно від конкретної реалізації системи та умов її функціонування.

Різні також визначення поняття “критерію” : “Критерій — це правило, або норма, за якими відбираються ті чи інші засоби досягнення цілей [2,с.39]; “Критерій — це деяка функція від прийнятого рішення, яка дозволяє кількісно оцінити його доцільність” [3,с.26]; “Критерій використовується для оцінки альтернатив з урахуванням всіх їх вагомих ознак та особливостей, тобто всебічно, на відміну від показника, який характеризує альтернативи тільки з одного боку ... . Насправді існує не проблема багатокритеріальності, а проблема порівняння альтернатив за багатьма показниками” [6,с.21]. У статті поняття “критерій” використовується в значенні другого з вищенаведених означень.

Мета задачі формування оптимального розкладу та розподілу ресурсів (ОРР) реалізується через виконання функцій планування, обліку і контролю, регулювання перебігу навчального процесу. Досягнення цілі ОРР достатньо повно відображають такі аспекти: виконання завантаження в запланований період; ефективність завантаження основних ресурсів.

Для планування навчального процесу у великому багатопрофільному ВЗО важливе значення мають такі аспекти, як рівень невиконаних замовлень на проведення занять, оптимальне завантаження аудиторного фонду. Тому найбільш важливим аспектом цілі ОРР є виконання запланованого завантаження в заданий період, що дозволяє зменшити час укладання навчальних розкладів та мінімізувати ручне доведення. Дещо менше значення має аспект ефективності завантаження основних ресурсів, але він відіграє переважно оптимізаційну роль.

За відсутності апріорної інформації про структуру переваг ОПР та при непорівняльних критеріях розв'язком задачі оптимізації є Парето-множина. Якщо відома апріорна інформація, то існують об'єктивні підстави для обмеження множини недомінуючих рішень. Крайнім випадком є введення повного порядку на множині рішень, що можна досягнути лексографічним впорядкуванням критеріїв за важливістю або ж

згортанням критеріїв. Проте запровадження повного порядку на множині рішень здебільшого не відображає реальної системи переваг ОПР і проводиться переважно з метою спрощення пошуку рішення, що істотно збіднює зміст початкової багатокритеріальної задачі.

Основними вимогами до множини критеріїв, що відображають різні аспекти цілі, є такі: множина критеріїв повинна бути повною, тобто відображати всі існуючі аспекти цілі; ненадлишковою — критерії не повинні дублюватися; мінімальною — кількість критеріїв повинна бути невеликою, оскільки її зростання значно ускладнює розв'язання задачі й інтерпретацію отриманих результатів; кожен з критеріїв повинен бути представницьким, тобто відображати відповідний аспект цілі, і критичним — чутливим до зміни змінних [2,3,6-8].

Дослідження властивостей критеріїв, системи вимог і основних аспектів цілі ОПР дозволило провести декомпозицію цілі до рівня окремих критеріїв (рис.1). Формальний запис критеріїв на рівні замовлень на проведення навчальних занять подано в табл. 1. Часовий аспект відображають критерії  $Q_1$ ,  $Q_2$ ,  $Q_3$ , а ефективність завантаження основних ресурсів —  $Q_4$ ,  $Q_5$ ,  $Q_6$ . У табл. 1 використано такі умовні позначення:  $I$  — множина індексів замовлень, що розглядаються,  $J$  — множина індексів видів ресурсів,  $Z = \{z_i \mid i \in I\}$  — множина замовлень, що розглядаються,  $T_i^3$  — час, коли необхідно виконати  $i$ -те замовлення,  $T_i$  — дійсний час виконання  $i$ -го замовлення,  $T^H$  — термін закінчення планового періоду,  $W_j$  — об'єм виділених ресурсів  $j$ -го виду,  $V_j$  — об'єм завантажених ресурсів  $j$ -го виду.

Критерій  $Q_1$  орієнтує на прийняття до виконання замовлень, невиконання яких у даному часовому інтервалі призведе до збільшення множини відмов, тобто  $T_1 = 0$ .

На відміну від  $Q_1$  критерій  $Q_2$  орієнтує на виконання замовлень з категоричними вимогами щодо часу виконання.

Критерій  $Q_3$  спонукає до виконання замовлень, час виконання яких може виходити за межі планового періоду.

Хоча критерії  $Q_1$ ,  $Q_2$ ,  $Q_3$  відображають часовий аспект, застосування як критерію оптимізації одного з них приведе до небажаних наслідків. Найбільш важливим є критерій  $Q_1$ , але він не критичний на множині замовлень з категоричними вимогами, хоча ці замовлення бажано виконати в першу чергу. Використання тільки критерію  $Q_2$  приведе до того, що збільшиться множина загальних замовлень, які неможливо виконати. До таких самих наслідків може привести використання тільки критерію  $Q_3$ .

Критерії  $Q_4$ ,  $Q_5$ ,  $Q_6$ , які відображають аспект завантаження наявних ресурсів, домінують над критеріями  $Q_1$ ,  $Q_2$ ,  $Q_3$ , з огляду на дещо менше значення завантаження основних ресурсів порівняно з часовим аспектом.

Для дослідження критичності наведених критеріїв розглянемо розбиття множини замовлень  $Z$  на неперетинні підмножини  $Z_1$ ,  $Z_2$  (табл.2), де  $T_i^H$  — час виконання замовлення при умові прийняття його до виконання в даному часовому інтервалі,  $T_i^H$  — те саме при умові неприйняття,  $T_i^3$  — час виконання замовлення з категоричними вимогами при умові прийняття його до виконання в даному часовому інтервалі.

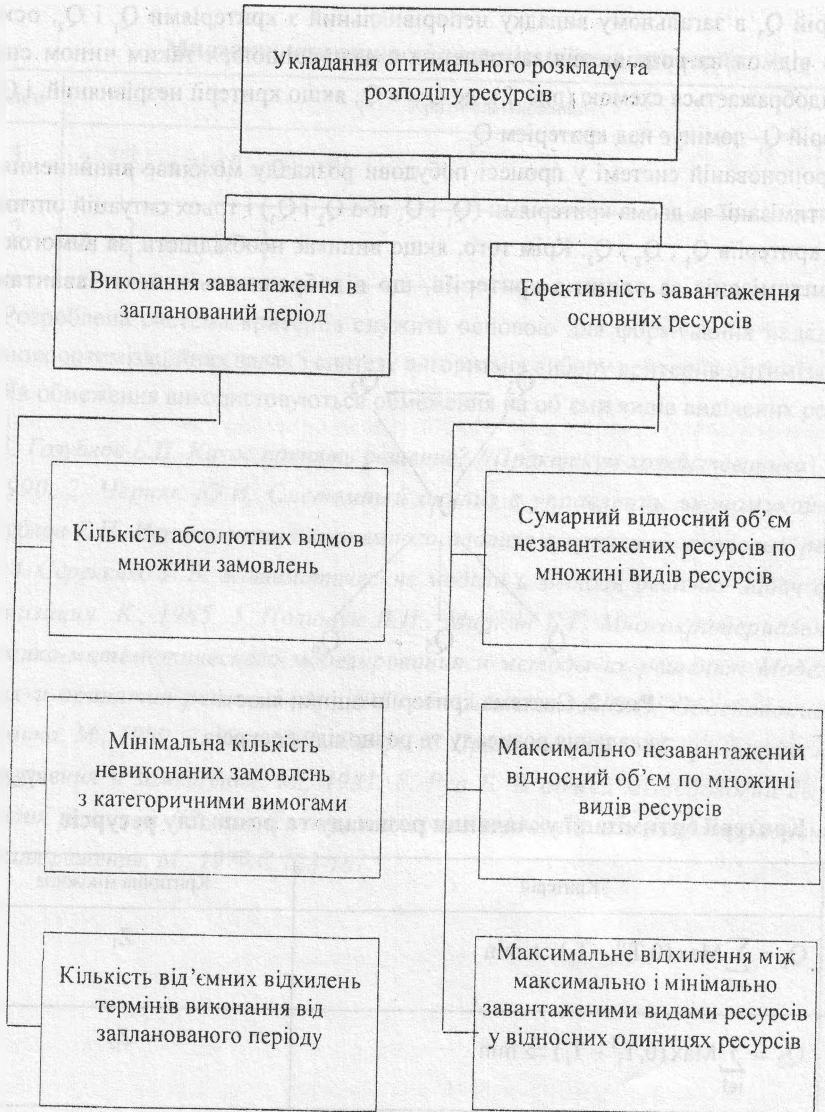


Рис. 1. Декомпозиція цілі автоматизованого укладання розкладу та розподілу ресурсів

У загальному випадку  $Q_1$  є критичним на множині  $Z_1$ ,  $Q_2$  — на множині  $Z_2$ ,  $Q_3$  — на множині  $Z$ .

Послідовна оптимізація за критеріями  $Q_1$ ,  $Q_2$ ,  $Q_3$  дозволяє виключити недоліки оптимізації в часовому аспекті тільки за одним критерієм, тому що насамперед до виконання будуть прийматися замовлення, які можуть збільшити множини відмов, потім — замовлення з категоричними вимогами, і в останню чергу — замовлення, час виконання яких може перевищувати плановий період.

Розгляд взаємозв'язків між критеріями, які відображають різноманітні аспекти цілі ОРР, дозволяє побудувати систему критеріїв, які характеризують якість планування в ОРР.

Критерій  $Q_3$  в загальному випадку непорівняльний з критеріями  $Q_1$  і  $Q_2$ , оскільки мінімізація відмов на розміщення замовлення є важливішою, і таким чином система критеріїв відображається схемою (рис. 2), де  $Q_1 \leftrightarrow Q_2$ , якщо критерії незрівняний, і  $Q_1 \rightarrow Q_2$ , якщо критерій  $Q_1$  домінує над критерієм  $Q_2$ .

У запропонованій системі у процесі побудови розкладу можливе виникнення двох ситуацій оптимізації за двома критеріями ( $Q_1$  і  $Q_3$  або  $Q_2$  і  $Q_3$ ) і трьох ситуацій оптимізації за одним з критеріїв  $Q_1$ ,  $Q_2$ ,  $Q_3$ . Крім того, якщо виникає необхідність, за вимогою ОПР можлива оптимізація за одним з критеріїв, що відображають аспект завантаження ресурсів.

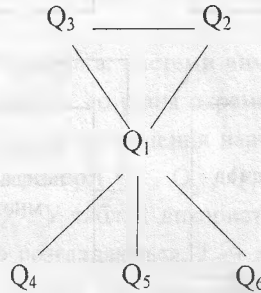


Рис. 2. Система критеріїв оцінки якості укладання розкладу та розподілу ресурсів

Таблиця 1

Критерії оптимізації укладання розкладу та розподілу ресурсів

№п/п	Критерій	Критична множина
1	$Q_1 = \sum_{i \in I} \text{Max}(0, T_i^n - T_i) \Rightarrow \min$	$Z_1$
2	$Q_2 = \sum_{i \in I} \text{Max}(0, T_i^3 - T_i) \Rightarrow \min$	$Z_2$
3	$Q_3 = \text{Min}_{i \in I}(T_i - T_i^n) \Rightarrow \max$	$Z$
4	$Q_4 = \sum_{j \in J} \frac{W_j - V_j}{W_j} \Rightarrow \min$	$Z$
5	$Q_5 = \text{Max}_{j \in J} \left( \frac{W_j - V_j}{W_j} \right) \Rightarrow \min$	$Z$
6	$Q_6 = \text{Max}_{j \in J} \left( \frac{W_j - V_j}{W_j} \right) - \text{Min}_{j \in J} \left( \frac{W_j - V_j}{W_j} \right) \Rightarrow \min$	$Z$

Множини критичності оптимізаційних критеріїв

№п/п	Критична множина
1	$Z_1 = \{z_i \in Z \mid T_i^p > 0 \geq T_i^H\}$
2	$Z_1 = \{z_i \in Z \mid T_i^p > \}$

Розроблена система критеріїв служить основою для формування надалі множини основних оптимізаційних задач і синтезу алгоритмів вибору критеріїв оптимізації.

Як обмеження використовуються обмеження на об'єми видів виділених ресурсів.

1. Голубков Е.П. Какое принять решение? //Практикум хозяйственника. Экономика. М., 1990. 2. Черняк Ю.И. Системный анализ в управлении экономикой. М., 1975. 3. Голубков Е.П. Использование системного анализа в принятии плановых решений. М., 1982. 4. Сергиенко И.В. Математические модели и методы решения задач дискретной оптимизации. К., 1985. 5. Полищук Л.И., Миркин Б.Г. Многокритериальные задачи экономико-математического моделирования и методы их решения. Модели анализа данных и принятия решений. М., 1980. 6. Солнышков Ю.С. Обоснование решений. Экономика. М., 1980. 7. Кини Р.Л., Райфа Х. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения. М., 1981. 8. Руа Б. К общей методологии выработки и принятия решений //В кн.: Статистические модели и многокритериальные задачи принятия решения. М., 1979, С.123-167.