

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ТЕХНОЛОГИИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА АВТОМАТИЗИРОВАННОМ РАБОЧЕМ МЕСТЕ ПЛАНОВИКА

Кравченко Т.К.

(Москва)

Излагаются основы создания диалоговой системы принятия решений, назначение которой — автоматизировать процесс подбора метода принятия решения, применимого в конкретной проблемной ситуации, и обеспечить на его основе практическое выполнение задачи на ПЭВМ.

Принципиальное изменение методологии планирования в настоящее время создало уникальную возможность одновременного формирования методики и технологии планирования с использованием современных подходов и инструментов: в случае включения в методику каких-либо экономико-математических моделей (ЭММ) параллельно могут разрабатываться и соответствующие фрагменты автоматизированной технологии планирования.

Анализ опыта использования ЭММ в практике плановых расчетов позволил выявить целый ряд требований к модели как технологическому инструменту планового работника [1–3].

Прежде всего, она обязана соответствовать конкретной плановой функции (или их совокупности) и функционально-структурному блоку (блокам), реализующим ее. В ЭММ должны быть соблюдены установленные методические основы исчисления плановых показателей, а результаты расчетов представлены в формах плана. Необходимо также обеспечить содержательную интерпретацию модельных расчетов, возможность получения сопровождающих аналитических материалов для обоснования вариантов.

Важнейшим является требование "технологичности". Самые современные модели не будут применяться, если они не приспособлены для встраивания в существующую технологию разработки плана. При этом их нужно ориентировать на реально функционирующие общесистемные обеспечивающие средства. Плановик-пользователь ЭММ, не являющийся специалистом в этой области, должен быть подготовлен для эксплуатации современных методов и средств. И, наконец, итеративность плановых расчетов требует такой технологии ЭММ, которая давала бы возможность многократного проведения расчетов на основе меняющейся информации.

Нужна также оперативность получения конечных результатов. Поскольку плановый работник обычно испытывает дефицит времени, он не может применять модели, на формирование базы данных которых необходимы специальные затраты труда и времени. Модели должны реализовываться в диалоговом режиме на терминальных устройствах или персональных ЭВМ, установленных на рабочем месте плановика и обеспечивающих неограниченный во времени доступ к ним. Другими словами, речь идет о необходимости автоматизированного рабочего места (АРМ) планового работника как совокупности методических, информационных, программных, технических и технологических средств для практической реализуемости расчетов по ЭММ.

Поскольку специалисты постоянно взаимодействуют в ходе разработки планов, целесообразно создание локальных вычислительных сетей, объединяющих отдельные АРМ и предоставляющих в их распоряжение общие ресурсы, в том числе информационные. Расчеты же по ЭММ сводного характера (например, по моделям межотраслевого баланса) должны проводиться на базе центрального вычислительного комплекса планового органа с дальнейшей передачей результатов в центральный информационный фонд, в который могут обратиться по соответствующим каналам связи отдельные пользователи. Очевидно, что реализация указанных выше требований не решит проблемы внедрения ЭММ, пока они не станут неотъемлемым инструментом технологии планирования, без применения которого специалисты не смогут выполнить возложенные на них функции.

На сегодняшний день в практике плановых расчетов широко используются балансовые (натурально-стоимостной межотраслевой баланс, динамическая стоимостная модель), оптимизационные (однопродуктовые и многопродуктовые модели развития и размещения производства), экономико-статистические (трендовые, регрессионные, факторные) модели. Существенно меньшее распространение получили методы имитационного моделирования. К сожалению, не нашли еще практического применения модели принятия решений. Между тем именно эти модели ориентированы непосредственно на проблему выбора, которая является основой процесса принятия решений.

Рассмотрим технологические особенности реального процесса принятия плановых решений, который включает ряд вычислительных процедур, в том числе и на базе ЭММ, чередующихся периодами осмысления ситуации, изучения новой информации, согласования предварительных вариантов решения. В этом процессе повышается информированность специалиста, улучшаются полнота и достоверность сведений. При этом в силу своих знаний и опыта плановик оценивает значимость и возможность учета неформализованных факторов. Таким образом, именно в процессе выполнения задачи формируются и уточняются различные варианты решения, признаки сравнения, оценки по ним, множество критериев, положенных в основу выбора, т.е. осуществляется структуризация задачи принятия решения. Вслед за этим встает главный вопрос: каким способом определить оптимальный вариант. Традиционно решение выбиралось волевым путем на базе опыта, знаний и интуиции специалиста. Необходимость повышения качества планирования требует автоматизации этой процедуры, путем использования моделей принятия решений. Автоматизация подразумевает: во-первых, помощь специалисту в нахождении именно того метода принятия решения, который применим в конкретной проблемной ситуации, и, во-вторых, обеспечение на его основе практического выполнения задачи.

Указанный подход реализован в рамках диалоговой системы принятия решений на АРМ планового работника, оснащенном персональной ЭВМ. В ее создании заложены следующие принципы.

1. *Формирование набора признаков, определяющих выбор метода принятия решения*, используемых для классификации как методов, так и задач принятия решений. Ведущую роль в их выделении играют элементы задачи принятия решений. Дадим ее формулировку для отдельного лица, принимающего решение (ЛПР), и для группы из d -членов: $\langle S, G, C, R, f, K; R^* \rangle$ – в условиях проблемной ситуации S , поставленных целей G и ограничений C из множества вариантов решения R на основе сформированных предпочтений f и критериев K выбрать оптимальное решение R^* ; $\langle S, G, C, R, f, F(f), P, R^* \rangle$ – в тех же условиях S, G и C из множества R с помощью функций индивидуальных предпочтений $f = (f_1, f_2, \dots, f_d)$ группы и построения функции группового предпочтения $F(f)$, руководствуясь принципом группового согласования P , выбрать решение R^* [4, 5]. Признаки классификации методов принятия решения, заложенные в систему, представлены в табл. 1.

Порядок рассмотрения признаков (вопросов) фиксируется их номерами: более общие расположены выше, с учетом соподчинения признаков. Эта соподчиненность проявляется, в частности, в том, что следующий вопрос задается или нет, в зависи-

Признаки классификации методов принятия решений

№№ пп	Признаки (вопросы)	Но- мер от- вета	Возможные реализации значений признаков (варианты ответов)
1	Информированность об условиях принятия решения	1	Одна проблемная ситуация
		2	Несколько проблемных ситуаций с неизвестными вероятностями их появления
		3	Несколько проблемных ситуаций с заданными вероятностями их появления
		4	Несколько ненаблюдаемых проблемных ситуаций с заданными вероятностями их появления и взаимосвязи с наблюдаемыми событиями, им присущими
		5	Несколько проблемных ситуаций, упорядоченных по степени достоверности их появления
2	Принцип согласования вариантов поведения ЛПР в различных проблемных ситуациях с заданными вероятностями их появления	1	Принцип большинства
		2	Байеса
3	С неизвестными вероятностями их появления	1	Парето
		2	пессимизма
		3	оптимизма
		4	Гурвица
		5	антагонистического игрока
		6	Сэвиджа
		7	Лапласа
4	Информированность о последствиях принимаемого решения	1	Полная определенность на одном этапе
		2	Полная определенность на конечном множестве этапов
		3	Частичная неопределенность на конечном множестве этапов
		4	Частичная неопределенность на бесконечном множестве этапов
5	Индивидуальное или групповое решение	1	Индивидуальное
6	Принцип согласования мнений членов группы	2	Групповое
		1	Принцип большинства
7	Количество критериев (признаков) оценки вариантов решения	2	Парето
		1	Один критерий
8	Степень сравнимости критериев оценки вариантов решения	2	Несколько критериев
		1	Критерии сравнимы
9	Принцип согласования отдельных критериев	2	Несравнимы
		1	Принцип большинства
		3	Последовательного рассмотрения критериев
10	Соотношение важности критериев оценки вариантов решения	1	Заданы веса критериев
		2	Критерии упорядочены по важности
11	Вид множества альтернатив	1	Множество альтернатив конечно
		2	Континуально
		3	Счетно
12	Способ задания предпочтения на множестве альтернатив	1	Заданы количественные оценки вариантов решения по каждому критерию
		2	Заданы порядковые оценки вариантов решения по каждому критерию
13	Необходимость вмешательства ЛПР в процессе решения задачи	1	Нет
		2	Есть

мости от ответа на предыдущий. Так, вопрос о принципе согласования мнений целесообразно ставить, если решение принимает группа. В целом соподчинены: 1 и 2; 1 и 3; 5 и 6; 7, 8, 9 и 10.

2. *Формирование различных реализаций признаков (ответов) и их комбинаций*, каждая комбинация которых характеризует запрос системы на подходящий метод принятия решения.

Верхняя оценка числа всевозможных комбинаций значений признаков (графа 4 таблицы) составляет 2^{38} . Однако не все комбинации имеют смысл, прежде всего в связи с соподчиненностью признаков. Поэтому реальное их число существенно ниже указанной величины.

3. *Разработка машинных программ (возможно, предварительно и специальных алгоритмов), реализующих отдельные методы*, которые составляют ядро диалоговой системы принятия решений.

К ним относятся методы: принятия решений по нескольким критериям с учетом использования принципов большинства и Парето для согласования поведения ЛПР в различных ситуациях и выявления единого мнения группы при сопоставлении всех вводимых оценок в различных шкалах; основанные на моделях Байеса без эксперимента и с единичным неидеальным экспериментом; векторной (многоцелевой) оптимизации, различающиеся способами сопоставления оценок по различным критериям; принятия решений в условиях полной неопределенности, в частности, с использованием модели матричной стратегической игры с итерационным методом Брауна; принятия решений в динамической постановке и др.

Рассмотрение различных комбинаций значений признаков классификации требует включения в систему огромного числа методов принятия решения и соответствующих им математических программ. В настоящее время эта область является наименее разработанной и затрудняет построение системы. Трудности вызваны: необходимостью в новых методах, сложностью формирования единой терминологии и создания программного обеспечения теоретически существующих методов. В ядре системы представлены подходы, отражающие современный уровень проработки проблемы.

4. *Формирование "автономного" и "системного" имен каждого метода*, заложенного в систему принятия решения. Первое ЛПР использует при работе в автономном режиме, если заранее знает, какой метод ему необходим. Второе формируется диалоговой системой для принятия решения для поиска нужного метода.

5. *Учет возможностей ЭВМ (операционной системы, "языковых" средств)*, на базе которой создается система, для формирования автономного и системного имен программ. Рассматриваемая система реализована на ПЭВМ типа *IBM PC* с использованием языка *GW Basic*. В нем имя программы может иметь максимально восемь символов. Поэтому возможно возникновение ряда ограничений в зависимости от того принципа, который заложен в основу построения такого имени.

6. *Создание системного имени программы на основе номеров ответов* (номеров реализаций учитываемых признаков) на строго зафиксированный порядок вопросов (перечень признаков).

Рассмотрим процедуру составления системного имени метода принятия решения индивидуальным ЛПР по набору несравнимых критериев, оценки по которым согласуются с принципом большинства. Автономное имя метода – "PUR1". На вопросы (признаки) выбраны следующие номера ответов: 1001102211122 (см. табл. 1).

Названная процедура включает в себя следующие шаги:

1) разбиение на пары слева направо полученного набора цифр: 10, 01, 10, 22, 11, 12, 2;

2) прибавление цифры 4 к первой цифре каждой пары, умножение суммы на 10 (нечетная цифра каждой пары заменяется соответствующим двузначным числом): $1 \rightarrow 50$, $0 \rightarrow 40$, $1 \rightarrow 50$, $2 \rightarrow 60$, $1 \rightarrow 50$, $1 \rightarrow 50$, $2 \rightarrow 60$;

3) увеличение полученных чисел на вторую цифру каждой пары: 50 (50 + 0), 41 (40 + 1), 50 (50 + 0), 62 (60 + 2), 51 (50 + 1), 52 (50 + 2), 60;

4) нахождение соответствующего символа в таблице ASCII-кодов.

Таблица 2

Информация, выведенная на экран ПЭВМ при ответе на вопрос 8 системы

№	ПП.	Вопрос/Ответ	PUR1	PUR4	USTUP	OTNUST	ABSUST	PRT1	PRT4
№ 1		1	1	1	1	1	1	1	1
№ 2		4	1	1	1	1	1	1	1
№ 3		5	1	1	1	1	1	1	1
№ 4		7	2	2	2	2	2	2	2
№ 5		8	2	1	2	2	1	1	1

1 Критерии сравнимы
2 Критерии несравнимы

Вопрос 8

Степень сравнимости критериев оценки вариантов решения

Меню работы	Выбор	Помощь	Предыдущий вопрос	Вверх	Вниз	Вправо	Влево

Для данного примера системное имя имеет вид: 2) 2 > 3 4 <.

Если среди номеров вариантов ответа встречается 0, это означает, что соответствующий вопрос ввиду соподчиненности с предыдущим, опускается. Например, если на вопрос "Индивидуальный или групповой ЛПР?" получен ответ "Индивидуальный ЛПР", то на следующий вопрос "Принцип согласования вариантов поведения группового ЛПР" будет ответ 0, т.е. этот вопрос пропускается.

Для построения системного имени программы использован оператор упаковки CHR\$, позволяющий перевести любую пару цифр в один символ. Он допускает введение в систему 16 вопросов об условиях применимости того или иного метода принятия решения и до 10 возможных вариантов ответа на каждый.

Операция "сдвига", производимая на шагах 1–3 процедуры, обеспечивает выведение имени программы на дисплей. Без "сдвига" номеров ответов может получиться такая комбинация цифр, которая в соответствии с таблицей ASCII-кодов не имеет адекватного отображения на экране.

7. *Необходимость разработки управляющей головной программы диалоговой системы принятия решений*, осуществляющей формирование системного имени программы в соответствии с ответами пользователя, поиск требуемой программы в ядре системы и при положительном результате — ее загрузку для последующего исполнения.

Несущей конструкцией головной программы системы является модель — таблица решений (ТР) [1, 5]. ТР состоит из четырех разделов: входов условий (I), условий (II), действий (III), входов действий (IV).

Раздел II формируют признаки классификации методов принятия решений, I — различные значения признаков. Таким образом, рассматривается ТР с расширенным входом условий, т.е. каждая реализация дополняет и расшифровывает признак, указанный в II. От нее всегда можно перейти к таблице с ограниченным входом условий, использующей элементы "да" (1), "нет" (0) или знаки безразличия "—". При этом каждое условие конкретной расшифровкой повторяется столько раз, сколько имеется различных значений признаков (расширенных входов), что приводит к увеличению размерности ТР. Каждая колонка входов условий определенных значений признаков формирует конкретные требования к выбору метода принятия решения. Модель ТР позволяет подсчитать число требуемых методов (см. п. 2).

В раздел III включаются отдельные методы принятия решений (реализующие их программы), образующие ядро системы. И, наконец, в IV указывается, какой метод следует использовать в каждом конкретном случае.

Правило решения при такой трактовке ТР показывает, какой метод из перечисленных в III должен выполняться при тех или иных ответах (I раздел) на задаваемые вопросы (II раздел).

Работа пользователя диалоговой системы принятия решений регламентируется порядком использования ТР. После загрузки системы ЛПР отвечает на вопросы путем выделения соответствующей реализации признака. Затем, согласно рассмотренной выше процедуре, автоматически формируется системное имя нужной программы, которое сравнивается с именами, заложенными в ядро системы разработчиками. Если имя программы найдено, пользователь получает возможность работать с конкретным методом принятия решений. В противном случае система сообщит, что нужный метод не содержится.

8. *Наличие "сужающейся подсказки"*, которая обусловлена тем, что набор методов принятия решения, заложенных в систему, не является исчерпывающим и пользователь может получать сообщение: "Метод не найден".

Чтобы ЛПР использовал все существующие возможности, в систему включена подсказка в виде перечня методов, которые могут быть выбраны при различных ответах на текущий вопрос, если фиксированы ответы на предыдущие. В качестве примера в табл. 2 представлены ответы на предыдущие вопросы (1, 4, 5, 7), варианты ответов на текущий вопрос (8) и методы, удовлетворяющие их различным комбинациям*.

* В связи с тем, что на вопрос 1 получен ответ 1 и на 5-й — 1, вопросы 2, 3, 6 опускаются.

При вызове вопроса 1 на дисплее можно просмотреть весь перечень методов, заложенных в систему. После выбора ответа на экране появится вопрос 2 и перечень приемлемых методов принятия решения сократится. В общем случае, переход к каждому следующему вопросу сопровождается его суждением. Наличие подсказки при ограниченном наборе методов ориентирует ЛПР на определенные ответы, позволяет существенно ускорить поиск и не проходить весь перечень возможных вопросов для идентификации метода. В последнем случае недостающие ответы выстраиваются автоматически в соответствии с системным именем найденного метода.

9. Включение в систему элементов "самообучения пользователя", если на дисплее при фиксации текущего вопроса будет выводиться перечень возможных методов. В этом случае ЛПР, несомненно, захочет познакомиться с их характеристиками. Например, помощь к методу "PUR1" предстанет на экране в виде двух последовательных сообщений следующего вида:

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МОДЕЛИ PUR1

1. Рассматривается единственная проблемная ситуация.
4. Решение принимается в условиях полной определенности относительно последствий сравниваемых вариантов решения на одном этапе.
5. Решение принимает индивидуальный ЛПР.
7. Оценка оптимальности решения производится по нескольким критериям.
8. Критерии несравнимы.
9. Согласование критериев производится по принципу большинства.
10. Каждому критерию можно присвоить коэффициент веса, отражающий его относительную значимость.
11. Область существования вариантов решения задана конечным множеством.
12. Предпочтения вариантов решения по каждому критерию заданы в порядковой шкале.
13. В процессе решения задачи вмешательство ЛПР не требуется.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МЕТОДЕ РЕШЕНИЯ PUR1

1. Формирование матрицы парных сравнений с элементами Y_{ikl} , в которых сопоставляется качество отдельных вариантов решения по каждому признаку l , где $i, k = 1, \dots, I, l = 1, \dots, L$.

2. Рассчитывается обобщенная матрица B

$$B_{ik} = \sum_{l=1}^L Z_l Y_{ikl},$$

где Z_l — коэффициент значимости признака l .

3. По принципу большинства строится медианная матрица

$$Y_{ik}^* = 1 \text{ при } B_{ik} \geq 0,5 \text{ и } Y_{ik}^* = 0 \text{ при } B_{ik} < 0,5.$$

4. Варианты решения упорядочиваются в соответствии с величиной коэффициента d_i : $d_i =$

$$= \sum_{k=1}^I Y_{ik}^* / \sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^I Y_{ik}^*.$$

Помощь может потребоваться пользователю и при выборе ответов. Поэтому в системе целесообразно предусмотреть возможность уточнения содержания того или иного признака классификации методов принятия решения (вопроса) и его различных реализаций (ответов). В качестве примера можно привести следующие подсказки к вопросу 8 и двум возможным ответам на него.

СТЕПЕНЬ СРАВНИМОСТИ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ ВАРИАНТОВ РЕШЕНИЙ

Каждый критерий отражает определенный аспект оценивания полезности варианта решения. Критерии не сравнимы, если они отражают различные по содержанию аспекты полезности вариантов решения. На основе несравнимых критериев нельзя непосредственно, без специальных приемов получить единую интегральную оценку качества варианта решения.

Критерии сравнимы, если между ними существует такая тесная связь, что они могут быть рассмотрены как аддитивные величины для построения единого критерия оптимальности без применения специальных приемов.

ОТВЕТ (КРИТЕРИИ СРАВНИМЫ)

Критерии сравнимы, если между ними существует такая тесная связь, что они могут быть рассмотрены как аддитивные величины для построения единого критерия оптимальности без применения специальных приемов.

ОТВЕТ (КРИТЕРИИ НЕ СРАВНИМЫ)

Критерии не сравнимы, если они отражают различные по содержанию аспекты полезности вариантов решения.

На основе не сравнимых критериев непосредственно, без специальных приемов нельзя получить единую интегральную оценку качества варианта решения.

10. *Диалоговый режим работы пользователя* с головной программой системы и с программами, реализующими конкретные методы принятия решения.

11. *Унификация работы с отдельными методами*, выражающаяся в использовании типового для всех программ "меню".

ТИПОВОЕ МЕНЮ

Пояснения к методу
Ввод исходных данных
Вывод исходных данных
Корректировка данных
Контрольный пример
Запись данных на диск
Считывание данных с диска
Расчет и вывод результатов
Выход на головную программу
Выход из системы в MS DOS

Движение по пунктам меню – клавиша ПРОБЕЛ, исполнение – клавиша ENTER

12. *Исследовательский характер системы*, обеспечивающий формулирование соответствующих требований к разработчикам системы в случаях, когда нужный метод принятия решения не найден.

13. *Модульность разработки программного обеспечения*, в соответствии с которым введение новых вопросов, ответов или методов требует дополнительного включения или модификации отдельных программных модулей, а не системы в целом.

14. *Открытость системы для расширения*.

Процедура формирования системного имени программы, как было указано ранее, допускает до 16 вопросов к ЛПП при 10 вариантах ответа на каждый. Эта возможность в настоящее время далеко не исчерпана.

Самая актуальная задача – расширение ядра методов принятия решения в рамках существующей концепции системы.

Естественно, что эффективность ее работы зависит не только от ее характеристик, но и от взаимодействия с другими системами, обеспечивающими интегрированную обработку данных на АРМ плановика. К их числу относятся системы: управления базами данных, обработки таблиц, текстов, графической информации, информационно-поисковые, расчетов с помощью ЭММ и др. Можно отметить следующие особенности технологии принятия решений в условиях функционирования информационно-вычислительной сети планового органа, обусловленные сервисными средствами:

диалоговой системы принятия решений – обеспечение однократного ввода данных, их корректировки и хранения; принятие решения различными методами, заложенными в систему в зависимости от изменения исходных условий задачи; печать любых входных, промежуточных и выходных данных для анализа полученных результатов;

АРМ – возможность работы с другими диалоговыми системами, обеспечивающими подготовку информации для принятия решения; последующее оформление оптималь-

ного решения, включая его содержательную интерпретацию и представление в установленном заранее виде; формирование аналитических материалов, сопровождающих принятое решение;

информационно-вычислительной сети — возможность получения информации, необходимой для принятия решения не только из персонального информационного фонда, созданного на АРМ плановика, но и из других фондов, входящих в состав распределенной сети информационных фондов планового органа, включая центральный информационный фонд.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методы и модели АСПР: итоги и перспективы. М.: Экономика, 1989.
2. *Вилкас Э.И., Майминас Е.З.* Решения: теория, информация, моделирование. М.: Радио и связь, 1981.
3. *Волчков Б.А., Лейбкинд Ю.Р.* Моделирование и технология планирования // Экономика и мат. методы. 1987. Т. XXIII. Вып. 3.
4. *Евланов Л.Г.* Теория и практика принятия решения. М.: Экономика, 1984.
5. *Кравченко Т.К.* Процесс принятия плановых решений. М.: Экономика, 1974.

Поступила в редакцию
19 XII 1989