МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА

В.С. Стадник[1], Л.А. Горовенко[2]

1) студентка Армавирского механико-технологического института (филиала) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г.Армавир, Россия, stadnik.ler@mail.ru .
2) к.т.н., доцент Армавирского механико-технологического института (филиала) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия, lgorovenko@mail.ru

Аннотация: в данной статье рассматривается математическая теория принятия решений, способствующая рациональному вложению финансовых ресурсов в технологическую подготовку производства.
Ключевые слова: критерии, методы решения, альтернатива, система предпочтений, массивы данных.

THE CORRELATION METHOD FOR PROCESSES OF MULTI-PHASE FLOW CALCULATION IN OIL WELL

V.S. Stadnnik[1], L.A. Gorovenko[2]

1) the student of Armavir mechanics-technological Institute (branch) Kuban state technological University, city of Armavir, Russia, stadnik.ler@mail.ru.
2) Ph. D., associate Professor, Armavir mechanics-technological Institute (branch) Kuban state technological University, city of Armavir, Russia, lgorovenko@mail.ru.

Abstract: This article deals with a mathematical theory of taking decisions, facilitating rational contribution of financial resources into the technological preparation of manufacture.
Keywords: criteria, methods of decision, alternative, a system of preferences, data masses.

Проблемы, связанные с разработкой способов достижения поставленных целей при ограниченных возможностях (ресурсах), вставали при принятии управленческих решений всегда. В настоящее время краткосрочные интересы возобладают над долгосрочными. Предприятия предполагают осуществлять быстроокупаемые мероприятия, а не мероприятия, дающие более значительный, но отдаленный во времени эффект.

Это приводит к тому, что нововведения в процессе технологической подготовки приобретают форму скачкообразной поочередной технической реорганизации, технической реконструкции производства, модернизации продукции. Между тем эффективность инновационных процессов в значительной мере зависит от комплексного технического перевооружения, одновременно охватывающего все стороны производства.

В настоящей статье изложены некоторые существенные для практических приложений понятия и результаты математической теории принятия решений, способствующей рациональному вложению финансовых ресурсов в технологическую подготовку производства.

Под принятием решения понимается сознательный выбор одной наилучшей альтернативы или же нескольких лучших из множества всех исходных альтернатив, либо упорядочение выбранных лучших или же всех альтернатив по предпочтительности, и т.п. [1]. Этот акт осуществляет лицо, принимающее решение (ЛПР) - человек или группа людей, наделенные необходимыми полномочиями для принятия решения и несущие за него ответственность. Оно исходит из своих собственных предпочтений. В сложных и ответственных ситуациях ЛПР прибегает к помощи эксперта.

Для принятия сложных и ответственных решений требуется надлежащее информационно-аналитическое обеспечение, предполагающее сбор массивов необходимых данных и переработку собранной информации для представления ЛПР в удобном и понятном ему виде. Требуется и технологическое обеспечение, помогающее ЛПР опереться на опыт, накопленный при решении подобных проблем, а также использовать подходящие математические модели и методы анализа. Программные средства, позволяющие осуществить такую помощь, принято называть системами поддержки принятия решений (СППР) [4]. Процесс работы ЛПР с СППР протекает в диалоговом режиме с компьютером, который становится в определенном смысле самостоятельно действующим лицом, партнером человека в принятии решений.

Далее ограничимся задачами принятия индивидуальных решений (когда ЛПР - это один человек, индивидуум) в условиях определенности. Наиболее близкими к реальному процессу принятия управленческих решений являются многокритериальные задачи принятия решений. Введение критериев является самым распространенным способом описания альтернатив, и множественность критериев есть естественное отражение наличия различных аспектов, по которым альтернативы сопоставляются. Многокритериальность - типичная, характерная черта задач принятия комплексных и ответственных решений, в частности, задач организационно-управленческого и социально-экономического характера. Например, при выборе места расположения потенциально опасного или вредного промышленного объекта (скажем, аэродрома или химического комбината) необходимо учитывать не только особенности местности, развитость инфраструктуры, наличие рабочей силы и прочие “ресурсные” характеристики, но и воздействие функционирующего объекта на окружающую среду, социальные, а иногда и политические последствия принятого решения.

Принципиальная сложность многокритериальных задач состоит в том, что не существует альтернативы, которая была бы наилучшей по всем критериям сразу: если по одному из критериев альтернатива близка к наилучшей, то по какому-то другому, как правило, она будет совсем не лучшей. Так, если цель предприятия состоит в получении максимальной прибыли, то задача обеспечения высокого уровня качества требует значительных финансовых затрат. В указанном смысле критерии противоречивы, или конфликтны. И поэтому выбор наилучшей альтернативы связан с необходимостью разрешения центральной в теории принятия решений при многих критериях проблемы замещений. Решение этой трудной проблемы возможно различными способами, учитывающими, в частности, характер конкретной задачи принятия решения, полноту информационного обеспечения, личностные особенности ЛПР, и целый ряд других факторов. Поэтому математические методы анализа многокритериальных решений отличаются большим разнообразием.

Применение подходящих математических методов для сопоставления альтернатив по предпочтительности и последующего выбора наилучшей из них или же их ранжирования предполагает построение математической модели проблемной ситуации. Базовыми элементами математической модели принятия решений при многих критериях являются множество альтернатив S и набор характеризующих их критериев $K_1, K_2,\dots, K_m$. Критерии K_i число которых $m \geq 2$, называются частными; они составляют векторный критерий $K = (K_1, K_2,\dots, K_m)$. В зависимости от содержательного смысла частного критерия K_i, более предпочтительными являются либо большие, либо, напротив, меньшие его значения. Первый случай реализуется, например, когда критерий отражает положительный эффект (прибыль), и тогда говорят, что критерий желательно максимизировать, а второй - когда он характеризует отрицательный эффект (затраты), и тогда критерий желательно минимизировать. Формально минимизируемый критерий легко трансформируется в максимизируемый (заменой знака), поэтому для упрощения изложения будем полагать, что у всех частных критериев большие значения предпочтительнее меньших.

Большинство известных методов решения многокритериальных задач предусматривает использование в той или иной форме информации об относительной важности (значимости, весомости) критериев. Одним из наиболее известных методов такого рода является метод обобщенного критерия, согласно которому все частные критерии агрегируются ("свертываются") в один критерий $Ф$, называемый *обобщенным*, при этом относительная важность критериев K_i, учитывается с помощью специальных положительных чисел λ_i, называемых *коэффициентами важности*; обычно полагается также, что эти числа в сумме равны 1. Наиболее распространенными являются следующие обобщенные критерии:

линейная (аддитивная) свертка $Ф_L = \lambda_1 K_1 + \lambda_2 K_2 + ... + \lambda_m K_m = \sum \lambda_i K_i$,

мультипликативная свертка $Ф_П = K_1^{\lambda 1} * K_2^{\lambda 2} * ... * K_m^{\lambda m} = П\, K_i^{\lambda i}$,

свертка Чебышева - Гермейера $Ф = min\, \{K_1 / \lambda_1 , K_2 / \lambda_2 , ..., K_m / \lambda_m\}$,

квадратичная свертка $Ф_Q = \lambda_1 K_1^2 + \lambda_2 K_2^2 + ... + \lambda_m K_m^2 = \sum \lambda_i K_i^2$.

После построения обобщенного критерия $Ф$ проблема сопоставления альтернатив по предпочтительности решается очень просто: поскольку возрастанию предпочтений отвечает увеличение значений обобщенного критерия, то из двух альтернатив предпочтительнее та, для которой значение $Ф$ больше. Поэтому наилучшая (оптимальная) альтернатива - та, которая доставляет наибольшее значение обобщенному критерию, и ее отыскание сводится к решению "обычной" (однокритериальной) задачи максимизации $Ф$ на S. Ясная структура, а также хорошие аналитические свойства свертки $Ф_L$ сделали ее самой распространенной.

Сложной является проблема выбора конкретного вида свертки. Фактически конкретный вид функции $Ф$ решает проблему замещений, количественно определяя возможности компенсации ухудшения значений одних частных критериев улучшением значений других. Например, при равенстве всех коэффициентов важности ($\lambda_1 = \lambda_2 = ... = \lambda_m$) линейная свертка $Ф_L$ устанавливает прямое замещение - компенсацию уменьшения значений одних частных критериев равным в сумме увеличением любых других. Поэтому для выделяемой этой сверткой наилучшей альтернативы значения одних частных критериев могут оказаться довольно большими, а для других - весьма малыми. Квадратичная свертка допускает еще большие разбросы подобного рода. А вот $Ф$ не допускает компенсации уменьшения наименьшего из значений критериев даже сколь угодно большим повышением других критериев, и поэтому реализует "принцип равномерности", как бы подтягивая в процессе оптимизации самый "отстающий" частный критерий до уровня всех остальных. Мультипликативная свертка занимает промежуточное положение между Φ_L и Φ.

Рассмотрим случай, когда не все частные критерии являются количественными. Так, для задач организационно-управленческого и социально-экономического характера типичен случай, когда частные критерии, оценивающие, например, социальные или политические последствия принимаемых решений, являются качественными (порядковыми): они изначально имеют шкалы с вербальными оценками, которые лишь упорядочены по предпочтительности. Например, критерий "Загрязнение окружающей среды" может оказаться удобным рассматривать как качественный с градациями типа "очень сильное", "сильное" и т.п. На практике качественные критерии "переводят" в количественные. При таком подходе, ни о какой корректности метода обобщенного критерия говорить не приходится.

Возможности корректного применения метода обобщенного критерия весьма ограничены. Однако он широко используется на практике, и даже позволяет получать приемлемые результаты. Чем же это можно объяснить? Во-первых, тем, что применение любого систематического подхода требует определенного осмысления, структуризации решаемой проблемы, и уже одно это приносит определенную пользу. Во-вторых, даже грубое, не совсем аккуратное моделирование предпочтений может стать полезным.

Существует возможность корректного определения понятия важности критериев, непосредственно связанного с системой предпочтений ЛПР и не требующей введения каких-либо искусственных конструкций типа обобщенных критериев. Она реализована в аксиоматической теории важности критериев [2, 3]. Приведем некоторые ее основные понятия и результаты применительно к случаю, когда все критерии однородны, т.е. имеют общую порядковую шкалу с h градациями. Эти градации для упрощения записи оцифрованы в порядке возрастания их предпочтительности, так что 1 - наименее предпочтительная оценка, а h - наиболее предпочтительная. Числовые оценки, полученные в результате такой оцифровки, далее используются только как упорядоченные по величине метки градаций порядковой шкалы: с этими числами никаких арифметических операций не производится.

Каждая альтернатива s из множества всех альтернатив S характеризуется (представляется) значениями m критериев $K_i(s)$, которые образуют векторную оценку этой альтернативы $x(s)=(K_1(s), K_2(s),\ldots,K_m(s))$. Поэтому сравнение альтернатив по предпочтительности сводится к сопоставлению их векторных оценок. Далее под векторной оценкой понимается вектор $x = (x_1, x_2,..., x_m)$, каждая компонента x_i, которого является градацией общей шкалы критериев, т.е. одним из чисел 1, 2, ..., h. Если векторная оценка x не является характеристикой $x(s)$ какой-либо альтернативы s из множества альтернатив S то говорят, что она представляет некоторую гипотетическую альтернативу.

Система предпочтений ЛПР на множестве векторных оценок моделируется тремя отношениями - нестрогого предпочтения R, строгого предпочтения P и безразличия I. Точный смысл понятий равенства и превосходства в важности дается двумя нижеследующими определениями. В этих определениях под x^{rt} понимается векторная оценка, полученная из $x = (x_1, x_2,..., x_m)$ перестановкой компонент x_r и x_t;

Критерии K_r и K_t равноважны (имеют одинаковую важность), когда любые две векторные оценки x и x^{rt} одинаковы по предпочтительности: $x\ I\ x^{rt}$.

Критерий K_r важнее критерия K_t, когда всякая векторная оценка x, в которой $x_r > x_t$, предпочтительнее, чем x^{rt}: $x\ P\ x^{rt}$.

Информация о важности критериев $\Omega = \{\omega_1, \omega_2,..., \omega_q\}$ включает в себя все сообщения ω, о соотношениях критериев по важности, в том числе утверждениями которые следуют из накопленных по транзитивности, т.е. если в Ω имеется одна из пар сообщений:

"K_r *важнее* K_t" и "K_t *важнее* K_q",

"K_r *важнее* K_t" и "K_t *и* K_q *равноважны*",

"K_r *и* K_t *равноважны*" и "K_t *важнее* K_q" ,то в Ω включается утверждение "K_r *важнее* K_q".

Если же в Ω имеется пара сообщений "K_r *и* K_t *равноважны*" и "K_t *и* K_q *равноважны*", то в Ω включается утверждение "K_r *и* K_q *равноважны*".

Порождаемое информацией Ω отношение нестрогого предпочтения $R(\Omega)$ предполагается транзитивным и определяется следующим образом. Пусть для векторных оценок x и y существует соединяющая их цепочка вида:

$$xR^1z^1,\ z^1R^2z^2,\ z^2R^3z^3,\ ...,\ z^kR^{k+1}y, \quad (1)$$

в которой каждое звено есть пара векторных оценок, связанных отношением предпочтения P или безразличия I в соответствии с одним из определений 1 или 2 или же отношением покомпонентного доминирования по Парето. Тогда x не менее предпочтительна, чем y: $x\ R(\Omega)\ y$. Если в каждом из звеньев цепочки (1) векторные оценки одинаковы по предпочтению, то и векторные оценки x и y одинаковы по предпочтению: $x\ I(\Omega)\ y$. Если же хотя бы в одном звене цепочки (1) первая векторная оценка предпочтительнее второй, то и x предпочтительнее, чем y: $x\ P(\Omega)\ y$.

Для построения отношений $R(\Omega)$, $P(\Omega)$, $I(\Omega)$, т.е. для выяснения существования цепочек вида (1) и их конструирования, разработаны специальные алгоритмы.

Использование только сведений об относительной важности отдельных критериев не позволяет выделить одну наилучшую альтернативу. Для выбора такой альтернативы среди множества всех недоминируемых необходимо привлечь дополнительную информацию о предпочтениях (например, сведения об относительной важности групп критериев, о сравнении "разностей" предпочтений между отдельными градациями общей шкалы критериев, и т.д.).

Практическое применение методов теории важности предполагает использование компьютерных СППР [4,5]. Так, их использование в процессе принятия решений по вопросам технологической подготовки на ремонтных заводах позволяет в 6...9 раз ускорить принятие решения. Применение же аксиоматической теории важности критериев позволяет решать проблему замещений в наиболее наглядном и удобном виде для руководителя любого уровня.

Список использованных источников:

1. Вилкас Э.Й., Майминас Е.З. Решения: теория, информация, моделирование. - М.: Радио и связь, 1981.
2. Подиновская О. В., Подиновский В. В. Анализ иерархических многокритериальных задач принятия решений методами теории важности критериев // Проблемы управления. 2014. № 6. С. 2-8.
3. Подиновский В. В. Согласительные решения многокритериальных задач выбора”, Проблемы управления, 2017, № 2, 17–26.
4. Трахтенгерц Э.А. Компьютерная поддержка принятия решений. Серия “Информатизация России на пороге XXI века”. - М.: СИНТЕГ, 1998.
5. Горовенко Л.А., Павленко М.В. Применение метода анализа иерархий в современных системах поддержки принятия решений // Сборник докладов, отмеченных наградами XXI научной конференции студентов и аспирантов АМТИ, посвященной 70-летию Победы в Великой Отечественной войне. Армавир: ООО «Редакция газеты «Армавирский собеседник», подразделение Армавирская типография», 2015. – С. 92 – 95.