



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.9

КООРДИНАЦИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПЛАНА В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ ПЛАНИРОВАНИЯ

¹Балашов О.В., ²Букачев Д.С

¹Смоленский филиал АО «Радиозавод», Россия, (214027, г. Смоленск, улица Котовского, 2), e-mail: smradio@mail.ru

²ФГБОУ ВО Смоленский государственный университет, Смоленск, Россия (214000, г. Смоленск, ул. Пржевальского, 4), e-mail: dsbuka@yandex.ru

Рассмотрена проблема моделирования структуры предпочтения каждого ЛПР и проблема согласования этих структур несколькими ЛПР в иерархической системе принятия решений. Предложен подход, основанный на комбинации нескольких стратегий согласования решений, который позволяет осуществить поддержку согласования решений для случаев, когда критерии и шкалы оценок совпадают, когда критерии совпадают, а шкалы оценок не совпадают, и в некоторых достаточно редких случаях несовпадения критериев.

Ключевые слова: организационно-техническая система, план, ситуация, ситуационное управление, предпочтение, решающее правило, автоматизированное планирование.

COORDINATION OF PLAN ACTIVITIES IN AUTOMATED PLANNING SYSTEMS

¹Balashov O.V., ²Bukachev D.S.

¹Smolensk branch of joint-stock company "Radio factory", Russia, (214027, Smolensk, street Kotovskogo, 2), e-mail: smradio@mail.ru

²Federal State Educational Institution of Higher Education Smolensk State University, Smolensk, Russia (214000, Smolensk, street Przewalski, 4), e-mail: dsbuka@yandex.ru

The problem of modeling the preference structure of each decision maker and the problem of coordinating these structures by several decision makers in a hierarchical decision-making system are considered. An approach based on a combination of several decision matching strategies is proposed, which allows supporting decision matching for cases where the criteria and rating scales match, when the criteria match, but the rating scales do not match, and in some rather rare cases of criteria mismatch.

Keywords: organizational and technical system, plan, situation, situational management, preference, decision rule, automated planning.

Практические процедуры планирования и оперативного управления в сложных организационно-технических системах (ОТС) являются распределёнными в том смысле, что подзадачи решения общей сложной задачи (например, планирования предстоящих действий), компетенция, полномочия, информация и процедуры её переработки распределены, рассредоточены по многим исполнителям (рабочим местам). Каждая подзадача решается должностными лицами (начальниками подразделений) сравнительно автономно с

использованием эвристических приёмов, помогающих им содержательно аргументировать результаты. На каждом рабочем месте детально рассматривается лишь часть объектов, показателей, информации по общей задаче. Скоординированное решение задачи на проведение мероприятия в целом формируется в процессе итерационного взаимодействия исполнителей.

Мероприятия в свою очередь разбиваются на типовые подмероприятия формирования плановых и управленческих решений, для каждого из которых имеются отработанные процедуры их реализации и технологии обработки информации.

Распределённость системы (разбиение мероприятий (действий) на более простые подмероприятия и распределение подмероприятий по исполнителям, компетентным в их исполнении) следует из сложности мероприятий для сложной структуры самой ОТС. Например, в качестве ОТС может рассматриваться как предприятие в целом, так и любой её элемент: административное подразделение, цех, бригада.

Управление ОТС понимается как процесс, включающий принятие решений при планировании и координацию плановых решений (оперативное управление). Решение проблемы автоматизированного планирования и оперативного управления требует использования руководством автоматизированных информационных систем, обеспечивающих поддержку принимаемых решений (СППР). Анализ отечественных и зарубежных источников показывает, что имеются следующие режимы функционирования СППР [5]:

- 1) СППР, состоящая из одного узла, автоматически формирует мероприятие и реализует его;
- 2) СППР формирует и выдает ЛПР рекомендации на выполнение мероприятия;
- 3) решение на выполнение мероприятия объектом формируется в результате функционирования нескольких распределенных СППР.

Иерархическая структура сложной ОТС и наличие дефицита времени и информации при управлении предполагает второй и третий режимы функционирования СППР как основные для руководства в современных условиях. Результаты проведенных исследований показали, что для обеспечения функционирования СППР в рассматриваемых режимах требуется применение метода ситуационного управления. Практическая реализация метода ситуационного управления в СППР предполагает использование методов параллельной обработки данных [1, 4]. Подобное утверждение основывается на двух предположениях:

- 1) план предстоящих действий ОТС должен представлять собой совокупность аналогичных планов для множества объектов, входящих в её состав. План предстоящих действий для каждого объекта системы состоит из множества типовых ситуаций, структура которых определяется статусом объекта в системе и прогнозируемыми условиями обстановки. Таким образом, структуру плана предстоящих действий для рассматриваемой системы образует совокупность типовых ситуаций (для объектов системы), каждая из которых имеет собственную структуру и соответствующие ей значения ситуационных признаков. Организация параллельных процессов в СППР будет полностью отражать организационные и функциональные связи между объектами системы;
- 2) наличие у каждого ситуационного признака $u \in Y$ собственного логического механизма идентификации его текущего значения, а также определяемых физическим

смыслом признака условий активизации данного механизма предполагает параллельную обработку ситуационных признаков. В частности, речь идет об организации параллельных процессов, связанных с активизацией логических механизмов идентификации текущих значений ситуационных признаков.

Идентификация текущего значения любого ситуационного признака $u \in Y$, входящего в состав рассматриваемой типовой ситуации, может вызвать необходимость идентификации отличной от нее типовой ситуации. Данная ситуация ставится в соответствие определенным объектам рассматриваемой системы или объектам других систем (объектам взаимодействующих и или конкурирующих систем) и имеет соответствующие ситуационные признаки. Необходимость рассмотрения подобных ситуаций связана с оценкой хода реализации некоторым объектом системы того или иного управляющего решения, а также более детальным анализом различных явлений, последствия которых могут повлиять на реализацию плана достижения цели, стоящей перед ОТС.

Необходимо отметить, что в ходе параллельной работы логических механизмов идентификации текущих значений ситуационных признаков могут формироваться параллельные процессы, связанные с идентификацией типовых ситуаций по другим объектам. Системы поддержки принятия решений, в которых рассматриваются эти ситуации, должны иметь соответствующие логические механизмы их идентификации или иметь возможность получения от объектов уже идентифицированные значения ситуаций. По каждой из таких ситуаций формируется множество задач, которые учитываются при оценке хода реализации плана предстоящих действий и его коррекции.

Таким образом, практическая реализация ситуационного управления требует разработки и введения в структуру СППР руководящего состава логического механизма, исполняющего роль диспетчера (администратора), основной функцией которого является согласование решений при организации и ведении параллельных процессов.

Оценивая варианты решений или различные объекты по многим критериям, лица, принимающие решения (ЛПР) преследует более чем одну цель, и/или эти цели могут иметь различную степень важности. Это значит, что ЛПР руководствуется более чем одним показателем качества, не имея возможности свести критерии естественным образом к одному содержательному показателю качества. Оценка вариантов по нескольким критериям предполагает, что варианты полностью характеризуются своими критериями. Наличие же каких-либо дополнительных соображений, не сводящихся к критериям и влияющих на оптимальность тех или иных вариантов, означает, что есть еще какие-то неучтенные критерии.

Задача тем более усложняется, когда необходимо согласовать решения нескольких ЛПР, каждый из которых имеет свои представления об оптимальности в решаемой задаче.

Таким образом, возникает проблема моделирования структуры предпочтения каждого ЛПР и проблема согласования этих структур несколькими ЛПР. Возможные ситуации при координации решений (выбора) можно представить в виде Таблицы 1.

Таблица 1 – Ситуации при координация решений

Характеристика шкал оценок	Критерии совпадают	Критерии не совпадают
Шкалы оценок по совпадающим критериям совпадают	Выбор одного из совпадающих решений	Выбор одного из совпадающих решений
	Согласование решений	
Шкалы оценок не совпадают	Согласование оценок шкал и согласование решений	Согласование критериев, оценок шкал и решений

Необходимо отметить, что совпадение оптимальных с точки зрения различных ЛПР решений совсем не обязательно означает совпадение параметров критериев или даже самих критериев. Из бытовых ситуаций и политической жизни хорошо известно, что люди с сильно расходящимися взглядами часто приходят к одному и тому же решению. Если оптимальные решения не совпадают, что бывает чаще всего, то для выбора совместного решения надо координировать параметры и критерии.

Согласование является одной из наиболее трудно формализуемых процедур принятия решений. Осложнения возникают не только из-за несовпадения взглядов ЛПР на объекты или процессы, по которым принимаются решения, но и из-за личных амбиций и боязни «потерять лицо». Поэтому формализованные методы, позволяющие во многих случаях заменить оценку конкретного решения согласованием шкал оценок или поиском близких решений, могут оказаться полезным средством использования распределенной системы поддержки принятия решений для координации решений.

Существует, по крайней мере, два подхода к оценке объектов или действий при многокритериальной оптимизации. Один из них основывается на выборе некоторого объекта или действия, в качестве базового и парного сравнения с ним всех остальных. Наиболее часто встречающийся базовый объект – деньги. Преимущество этого способа – отсутствие несогласованности оценок. Второй подход связан с парным сравнением объектов. При этом очень часто возникает несогласованность оценок, которую надо каким-то способом устранить.

Для примера, рассматривается двухуровневая система управления, в которой принимаются решения с одним центром принятия решения (ПР) на верхнем уровне и с i -ми ($i \in N$) подразделениями, принимающими локальные решения на нижнем уровне. Задача ПР на нижнем уровне представляет собой многокритериальную задачу определения предпочтений (S^i) и может быть записана [2, 3]:

$$S^i = \langle D^i, k^i, o^i, h^i, r^i \rangle, \quad (1)$$

- где D^i – множество решений;
 k^i – множество критериев;
 o^i – множество оценок критериев;
 h^i – система предпочтений ЛПР;
 r^i – решающее правило.

Каждое решение $x^i \in D^i$ является вектором в n -мерном пространстве. Система предпочтений h^i представляет собой вектор приоритетов, характеризующий степень

превосходства k^j над k^{j+1} -ми критериями ($j \in N$). Множество D^i характеризуются бесконечным набором векторов x^i и является замкнутой областью в n -мерном пространстве.

Решающее правило r^i – это аналитическое выражение, связывающее множество критериев, вектор приоритетов, и позволяющее упорядочить решения $x^i \in D^i$ так, что предпочтительному решению соответствуют минимальные отклонения от значений оценок o^j ; ($j \in N$) по всем критериям, которые удовлетворяют ЛПП.

Скоординированным решением комплекса элементов будем называть такое решение, которое принадлежит множеству допустимых решений D^o , все критерии которого имеют удовлетворительные с точки зрения ЛПП оценки.

Поскольку при выборе предпочтительного решения из множества допустимых D^o , элемент принятия решения (ПР) руководствуется собственным множеством критериев и решающим правилом, то решения x^i могут и не принадлежать D^o . Для получения согласованного решения координацию осуществляет элемент ПР верхнего уровня. Исходя из (1), предполагается, что модификации могут подвергаться D^i , o^i , h^i . Отсюда следует, что подразделение ПР верхнего уровня может применять три стратегии для достижения скоординированного решения:

- а) изменить множество допустимых решений D^i ;
- б) указать наиболее предпочтительную оценку критериев, которой должно руководствоваться подразделение ПР нижнего уровня o^i ;
- в) изменить вектор приоритетов критериев для i -го подразделения ПР (ППР _{i}) нижнего уровня h^i .

Для того, чтобы определить какое из указанных действий приведет к наиболее желаемому результату, требуется информация о последствиях применения трех указанных стратегий. Кроме того, условия взаимодействия между ППР _{i} во-первых, позволяет получить согласованные решения раздельной модификации каждого из двух взаимодействующих ППР _{i} или обоих одновременно, во-вторых, требует ряд приоритета A , который представляет собой упорядоченное множество пар ППР _{i} и характеризует порядок осуществления согласования решений каждой пары ППР _{i} . Поэтому задачей элемента ПР верхнего уровня при заданном A является определение возможных воздействий на подчиненные ППР _{i} , которые приводят к согласованному решению.

При синтезе возможных воздействий подразделение ПР верхнего уровня исходит из решений, принятых ППР нижнего уровня, а точнее из величины рассогласования между взаимодействующими ППР, которая вычисляется следующим образом:

$$b^i = a^i x^i - a^{i+1} x^{i+1},$$

где a^i – приоритет x^i , b^i – в общем случае представляет собой вектор в N -мерном пространстве.

Решение, к которому должен стремиться при выборе предпочтительного решения ППР _{i} , если условия согласования необходимо достигнуть за счет ППР _{i} , будет следующим:

$$a^{i*} x^{i*} = a^i x^i - \delta^i b^i.$$

Если условие координации необходимо достигнуть за счет ППР _{$i+1$} , то решение, к которому он должен стремиться будет следующим:

$$a^{i+1*} x^{i+1*} = a^{i+1} x^{i+1} - \delta^{i+1} b^i.$$

Коэффициенты δ и δ^{+1} определяют, какую долю величины рассогласования необходимо скомпенсировать за счет ППР_i и ППР_{i+1}. Сумма значений коэффициентов должна равняться единице ($\delta + \delta^{+1} = 1$).

Тогда для реализации первой задачи руководству необходимо решать три подзадачи, соответствующие трем стратегиям согласования решений: выбор модифицированных D^{im} , o^{im} , h^{im} . При этом, модификация должна способствовать выбору решения ЭПР_i, минимально отличающемуся от $a^{i*} x^{i*}$. Следовательно, каждая подзадача имеет свое множество допустимых решений, но одно правило выбора, и они могут быть записаны следующим образом:

$$\begin{aligned} D^{o1} &= \{ x^i \in \langle D^{im}, k^i, o^i, h^i, r^i \rangle, i \in N \}, \\ D^{o2} &= \{ x^i \in \langle D^i, k^i, o^{im}, h^i, r^i \rangle, i \in N \}, \\ D^{o3} &= \{ x^i \in \langle D^i, k^i, o^i, h^{im}, r^i \rangle, i \in N \}, \\ r^o &= \min |a^{i*} x^{i*} - a^i x^i|, \end{aligned}$$

где D^{o1} , D^{o2} , D^{o3} – соответствующие подзадачи множества допустимых решений;

r^o – решающее правило, общее для всех подмероприятий.

Решение этих зависимостей укажет, какое значение того или иного параметра ППР_i приведет к согласованному решению. При этом, полученные значения x^i ($i \in N$) будут удовлетворять правилу взаимодействия элементов ПР, но иметь различные оценки по критериям k^i ($i \in N$). Для получения решения комплекса ППР_i, удовлетворяющего правилу взаимодействия подразделений ПР и имеющего наиболее предпочтительное сочетание оценок по критериям, требуется построение второй модели принятия решений. В ней предпочтения ЛПР могут быть описаны бинарным отношением предпочтения безразличия. Это означает, что предпочтения ЛПР могут быть представлены функцией полезности $U(k)$ [6]. Тогда вторая задача руководства будет сформулирована следующим образом:

$$\begin{aligned} D \subset D^o &= \{ x^i \in S^i : a^i x^i = a^{i+1} x^{i+1}, i \in N \}; \\ k &= \{ k^i(x^i), i \in N \}; \\ r &= \max U(k). \end{aligned}$$

Специфика этой задачи состоит в том, что множество допустимых решений является дискретным, конечным, полученным в результате реализации руководством первой задачи.

Таким образом, особенностями иерархической системы принятия решений являются:

- многокритериальность при принятии решений подчинёнными, что требует согласования решений;
- необходимость учета предпочтений ЛПР при согласовании решений;
- наличие правил взаимодействия, позволяющих осуществлять согласование решений подчиненных, как каждого отдельного, так и одновременно двух взаимодействующих;
- существование нескольких средств согласования требует построения нескольких моделей принятия решений для руководства.

Предложенные методы позволяют осуществить поддержку согласования решений для случаев, когда критерии и шкалы оценок совпадают, когда критерии совпадают, а шкалы оценок не совпадают, и в некоторых достаточно редких случаях несовпадения критериев.

Список литературы

1. Балашов О.В., Букачев Д.С. Подход к разработке технологии автоматизированного планирования и оперативного управления организационно-техническими системами // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. – 2020. – Т. 5 № 4(18), С. 21-32.
2. Ларичев О. И., Мошкович Е. М. Качественные методы принятия решений. М.: Физматлит, 1996. 218 с.
3. Обработка нечеткой информации в системах принятия решений /А.Н. Борисов, Г.В. Меркурьева и др. М.: Радио и связь, 1989.
4. Поспелов Д. А. Ситуационное управление: Теория и практика. М.: Наука, 1986.
5. Трахтенгерц Э.А. Компьютерные методы реализации экономических и информационных управленческих решений. В 2-х томах. Том 1. Методы и средства.- М.: СИНТЕГ, 2009, 172 с.
6. Фишберн П. Теория полезности для принятия решений. М.: Наука, 1978.

References

1. Balashov O.V., Bukachev D.S. Podhod k razrabotke tekhnologii avtomatizirovannogo planirovaniya i operativnogo upravleniya organizacionno-tekhnicheskimi sistemami // Mezhdunarodnyj zhurnal informacionnyh tekhnologij i energoeffektivnosti. – 2020. – Т. 5 № 4(18), pp 21-32.
 2. Larichev O. I., Moshkovich E. M. Kachestvennye metody prinyatiya reshenij. M.: Fiz-matlit, 1996. 218 P.
 3. Obrabotka nechetkoj informacii v sistemah prinyatiya reshenij /A.N. Borisov, G.V. Merkur'eva i dr. M.: Radio i svyaz', 1989.
 4. Pospelov D. A. Situacionnoe upravlenie: Teoriya i praktika. M.: Nauka, 1986.
 5. Trahtengerc E.A. Komp'yuternye metody realizacii ekonomicheskikh i informaci-on-nyh upravlencheskih reshenij. V 2-h tomah. Tom 1. Metody i sredstva.- M.: SINTEG, 2009, 172 s.
 6. Fishbern P. Teoriya poleznosti dlya prinyatiya reshenij. M.: Nauka, 1978.
-