

**Э.В. Лазарсон**

Пермский государственный технический университет

## **ОСНОВЫ МЕТОДОЛОГИИ РЕШЕНИЯ СЛОЖНЫХ НЕФОРМАЛИЗОВАННЫХ ЗАДАЧ ВЫБОРА**

Рассмотрены общие вопросы методологии решения неформализованных задач класса выбора и принятия решений. Приведены результаты исследований в области моделирования и решения задач технической подготовки производства. Сформулированы основные положения методики решения неформализованных задач.

Работу специалиста на производстве можно представить как последовательное решение разных задач, и эффективность его работы в основном определяется умением решать поставленные задачи. Во всех сферах деятельности накоплен огромный и постоянно пополняемый объем знаний, и необходимо использовать эти знания в практической работе рационально.

Повседневные решаемые задачи обычно многочисленны, различаются тематикой, сложностью, многими другими характеристиками, и предусмотреть заранее все подробности их решения не представляется возможным. В связи с этим при решении каждой отдельной задачи специалист в большинстве случаев не может воспользоваться готовым решением и подходит к задаче как к новой. Он анализирует ее условия, разрабатывает метод решения, опираясь преимущественно на свои знания и опыт. Преобладание субъективного подхода нередко приводит к принятию неоптимальных решений и, как следствие, излишним затратам труда и материальных ресурсов. Таким образом, актуальность совершенствования методики решения текущих задач очевидна.

До сравнительно недавнего времени опыт решения задач обобщался в основном для конкретных условий. Однако со временем становилось все более очевидным, что в решении многих на первый взгляд совершенно разных задач просматриваются некоторые общие элементы методики.

В 70-х гг. прошлого века началось формирование самостоятельного научного направления, названного проблемологией, объектом исследований которого являются задачи и процессы их решения. В настоящее время имеется обширная литература по отдельным вопросам проблемологии. Известны попытки отечественных и зарубежных исследователей компактно изложить основные положения объектно-независимой теории решения задач [1–4]. Однако создание данной теории ввиду ее сложности пока еще не завершено.

В совершенствовании методики решения задач можно выделить три основных направления:

- 1) обобщение практического опыта решения задач в каждой предметной области;
- 2) использование положений общей теории решения задач;
- 3) применение современных компьютерных технологий.

Первое направление реализуется на практике достаточно широко. На основе обобщения имеющегося опыта на многих предприятиях разрабатываются производственные инструкции и ТУ на изготовление конкретных изделий. На отраслевом уровне аналогичную работу выполняют работники специализированных проектных организаций и подразделений. В результате создаются отраслевые ТУ, ОСТы и другие руководящие документы, регламентирующие решение производственных вопросов с учетом передового опыта родственных предприятий. Наличие перечисленной документации облегчает работу специалистов, позволяет избежать существенных ошибок. В то же время большинство специалистов не имеют возможности пользоваться отраслевым опытом из-за его рассредоточенности по множеству малодоступных источников информации.

Наиболее высокую степень обобщения опыта осуществляют ученые, которые путем анализа выделяют типовые объекты и задачи производства и разрабатывают для них рациональные подходы, схемы и решения. Эта работа приводит к развитию теории, являющейся методологической основой решения задач. Однако в теории не может быть учтено все многообразие задач применительно к конкретным изделиям и условиям их изготовления.

Перспективным направлением совершенствования профессиональных умений специалистов является использование общей теории решения задач [2, 3]. Названная теория базируется на ряде положений некоторых фундаментальных наук (логика, психология, математика, лингвистика) и междисциплинарных наук методологического содержания (системный анализ, теория принятия решений, теория искусственного интеллекта, информатика и др.).

На рис. 1 показаны пять научных дисциплин (теорий), методы которых, по нашему мнению, оказывают непосредственное влияние на формирование общей методологии решения задач. Отдельные важные положения или идеи этих теорий обозначены надписями у линий, соединяющих блоки схемы. Сочетание знаний о предметной области, методах извлечения, формализации, моделирования и компьютерной обработки знаний, общих способах решения задач дает в руки специалистов современный инструментарий для успешной профессиональной деятельности.

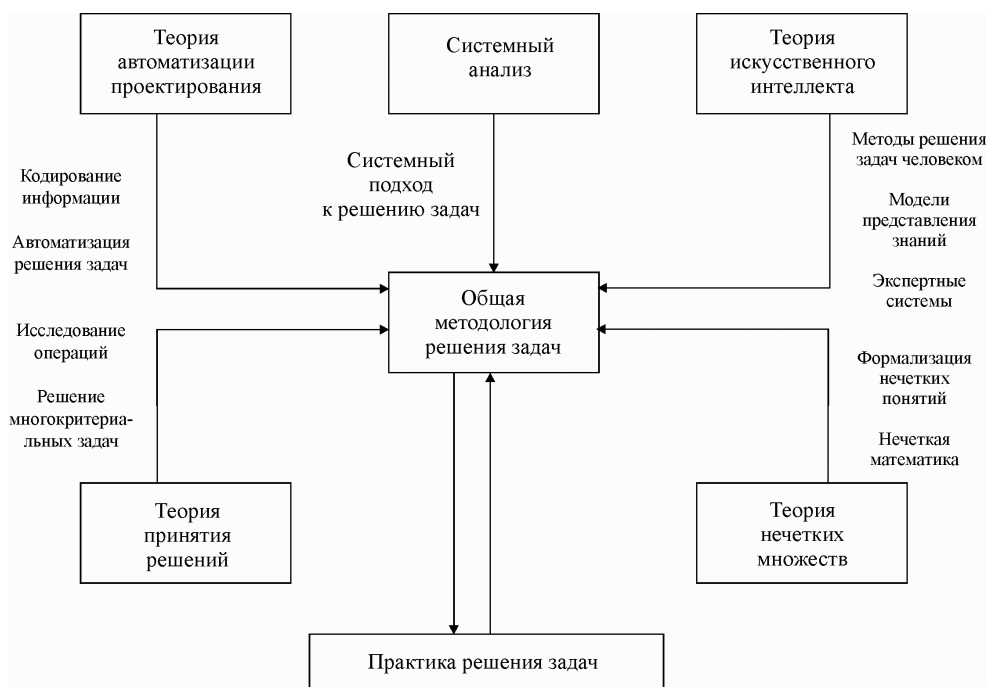


Рис. 1. Схема формирования общей методологии решения задач

На кафедре сварочного производства ПГТУ проведены комплексные исследования вопросов моделирования и решения типовых задач технической подготовки производства с использованием современных информационных технологий. В качестве исходных, базовых были приняты два положения:

1) значительное большинство производственных задач относится к категории неформализованных; они могут быть сформулированы как задачи выбора предпочтительного варианта из нескольких возможных;

2) задачи выбора можно формализовать с помощью табличных моделей, основанных на использовании имеющихся профессиональных знаний о соответствующих предметных областях.

Неформализованными называют задачи, исходные данные и результаты решения которых нельзя выразить в числовой форме. Точные алгоритмы решения таких задач изначально неизвестны, к ним неприменимы традиционные математические методы, и их решение трудно поддается автоматизации.

Экспериментальная часть исследований заключалась в построении и последующем анализе моделей типовых задач сварки класса выбора (выбор способов сварки, сварочных материалов, типов сварных соединений, оборудования и др). Всего было рассмотрено несколько сотен таких моделей. Моделирование проводилось на основе таблиц соответствий (ТС), предложенных Г.К. Горанским [5]. Общий вид и структура таблицы соответствий показаны на рис. 2.

Множество возможных решений $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_m\}$ (область прибытия)	Множество условий существования решений $X = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ (область отправления)
	Связи между условиями и решениями (матрица соответствий)

*a*

Возможные решения	Условие 1 $X_1$				Условие 2 $X_2$					...				Условие $n$ $X_n$			
	1	2	3	4	1	2	3	4	5	·	·	·	·	1	2	3	4
Решение 1 $y_1$		1	1					1						1	1	1	
Решение 2 $y_2$	1					1										1	1
·					Значения соответствий												
·																	
·																	
Решение $m$ $y_m$			1			1										1	1

*б*

Рис. 2. Общая структура таблицы соответствий  $T(X, Y)$ : *a* – области ТС; *б* – общий вид ТС, обозначения параметров и значений параметров

Как видно, в область прибытия ТС (левая часть таблицы) помещают варианты решений, из которых необходимо сделать выбор. В двух строках области отправления ТС (верхняя правая часть таблицы) записывают условия (факторы), влияющие на выбор, и их значения. В клетках матрицы соответствий с помощью единиц указывают наличие соответствий между значениями условий и альтернативными решениями. Все перечисленные понятия кодируют с помощью буквенно-цифровых кодов. Формальное решение задачи выбора по ТС сводится к нахождению строки, в которой для всех без исключения заданных значений факторов указано наличие соответствий.

Подробнее о методах построения ТС и алгоритмах поиска решений по ним можно прочитать в литературе [6, 7].

Представление моделей задач в форме таблиц соответствий обладает многими достоинствами. Алгоритм поиска решений по таблице является универсальным и не зависит от содержания задачи. При построении ТС из источников информации извлекается минимально необходимая для решения задачи информация, а вся сопутствующая информация отсеивается. Поэтому форма ТС как никакая другая приводит к сжатию исходной информации. Во многих случаях одна ТС способна концентрировать в себе информацию о сотнях и тысячах вариантов решения однотипных по постановке и целям задач.

Вместе с тем по таблице соответствий невозможно просмотреть все возможные варианты решений и, значит, оценить качество построенной мо-

дели, ее пригодность для практического применения. В связи с этим предложено в дополнение к таблицам соответствий строить на их базе специальные граф-схемы. Разработана методика синтеза граф-схем алгоритмов выбора решений [5, 7].

Таблицы соответствий, как универсальная и компактная форма представления связей между входными и выходными параметрами моделей, нашли широкое применение в практике создания различных автоматизированных систем. Однако для моделирования многопараметрических задач выбора ТС оказались малоэффективными из-за неоднозначности решений, генерируемых табличными моделями. Наш опыт моделирования большого количества задач показал, что в большинстве построенных ТС некоторым кортежам значений входных параметров (т.е. конкретным условиям задач) соответствует не одно, а несколько возможных решений. В большинстве случаев неоднозначность решений не устраивает пользователя.

Эта проблема оказалась настолько серьезной, что потребовала проведения специальных исследований. В результате были разработаны методы и приемы, позволяющие ликвидировать или свести к минимуму количество неоднозначных решений. К ним можно отнести следующие [6]:

- а) тестирование табличной модели;
- б) включение в табличную модель дополнительных параметров-разделителей;
- в) декомпозиция табличной модели;
- г) декомпозиция свойств альтернатив и их оценка по главному критерию;
- д) привлечение эксперта;
- е) численная оценка эффективности решений в таблице соответствий;
- ж) использование экспертных или гибридных компьютерных систем.

Кроме того, автором статьи предложен [8] новый тип табличной модели – таблицы соответствий со степенями принадлежности, введенными в теории нечетных множеств. По сравнению с обычными ТС, такие таблицы обладают большей информативностью, точностью и адекватностью и практически решают проблему неоднозначности решений.

Разработана компьютерная программа для моделирования и решения задач выбора непосредственно на экране дисплея [6]. Работа с ней легко осваивается пользователями без специальной компьютерной подготовки.

Результаты проведенной работы позволили сформулировать **основные положения современной методики решения неформализованных задач** класса выбора, которые сводятся к следующему:

1. Неформализованная задача может быть сформулирована как задача выбора предпочтительного в определенном отношении варианта из несколь-

ких конкурирующих. Правилom предпочтения является соответствие решения заданным условиям задачи.

2. Для решения поставленной задачи всегда необходимо проводить сбор и анализ дополнительной информации, отсутствующей в условии задачи.

3. Если альтернатив не менее 4–5, выбор не очевиден и требует учета нескольких факторов, постановка задачи формализуется в виде таблицы соответствий.

4. Результаты решения задачи получают путем обработки данных таблицы соответствий по определенному известному алгоритму.

5. При большом количестве альтернатив и вариантов условий задачи ее табличную модель трудно анализировать визуально. Для многих вариантов условий модель не приводит к определенному решению, а только уменьшает количество альтернатив. В этих случаях проводится анализ модели с помощью граф-схем алгоритмов выбора решений или специальных программных средств.

6. На основе анализа построенной модели задачи выбирают метод ее корректировки, приводя к виду, приемлемому для пользователя.

7. Во многих случаях в целях упрощения решения целесообразно разделять сложную задачу на несколько более простых и решать их как систему взаимосвязанных подзадач.

8. Для задач выбора из двух-трех альтернатив таблицы соответствий не строят. В этом случае альтернативы сравнивают по частному критерию, выбранному из числа влияющих факторов, или по комплексному критерию, учитывающему значимость нескольких факторов.

9. Успешное решение многих неформализованных задач может быть достигнуто при совместном использовании процедур выбора, расчета и численных оценок.

10. Автоматизация решения наиболее эффективна применительно к сложным многопараметрическим задачам. Рекомендуется использовать разработанное программное средство для построения и анализа табличных моделей типа ТС.

В заключение скажем, что большинство производственных задач относится к категории многофакторных нерасчетных. Они трудны для решения из-за своей неформализованности и использования преимущественно неточных знаний. Нами разработана методология решения неформализованных задач выбора, несложная в освоении, позволяющая повысить эффективность труда специалистов и уровень его компьютеризации.

## Список литературы

1. Человек и вычислительная техника / под ред. В.М. Глушкова. – Киев: Наукова думка, 1971. – 295 с.
2. Власов В.В. Общая теория решения задач (Рациология). – М.: Изд-во ВЗПИ, 1990. – 125 с.
3. Фридман Л.М. Основы проблемологии. – М.: СИНТЕГ, 2001. – 228 с.
4. Пойя Дж. Как решать задачу? / пер. с англ. – М.: Учпедгиз, 1961. – 207 с.
5. Автоматизированные системы технологической подготовки производства в машиностроении / под ред. Г.К. Горанского. – М.: Машиностроение, 1976. – 240 с.
6. Лазарсон Э.В. Теория и методы решения многовариантных неформализованных задач выбора (с примерами из области сварки). – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2008. – 270 с.
7. Горанский Г.К., Бендерова Э.И. Технологическое проектирование в комплексных автоматизированных системах подготовки производства. – М.: Машиностроение, 1981. – 456 с.
8. Лазарсон Э.В. Использование нечетных множеств при моделировании задач выбора решений // Информационные управляющие системы: сб. науч. тр. / Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 1999. – С. 99–102.

Получено 10.06.2010