

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ
INFORMATION TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATIONS

УДК 519.711.3



DOI: 10.21822/2073-6185-2024-51-1-153-165

Оригинальная статья /Original article

**Анализ основных подходов к моделированию процессов управления
организационно-техническими системами специального назначения**

А.В. Мельников¹, А.А. Караваев², А.О. Железняков³

¹Центральный филиал Российского государственного университета правосудия,

¹394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 95, Россия,

²Воронежский институт МВД России,

²394065, г. Воронеж, пр. Патриотов, 53, Россия,

³Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия
имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»,

³394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54 а, Россия

Резюме. Цель. В настоящей работе рассмотрены и проанализированы основные подходы к моделированию процессов управления организационно-техническими системами специального назначения, проведен их детальный сравнительный анализ. Данное обстоятельство позволит в дальнейшем разработать методические рекомендации по повышению эффективности и обоснованности управленческих решений. **Метод.** В данной работе применены: формальные модели, структурные модели объектов, модели в условиях полной определенности, модели в условиях риска с использованием дерева решений, модели в условиях неопределенности, модели математического программирования, модели качества, модели эффективности. **Результат.** В ходе рассмотрения и анализа основных подходов к моделированию процессов управления организационно-техническими системами специального назначения были решены следующие задачи: проведена предварительная систематизация имеющихся данных об особенностях разработки моделей принятия управленческих решений; произведен сравнительный анализ данных моделей, в ходе которого установлено, что большинство из разработанных моделей могут быть применимы только в определенных предметных областях, что существенно ограничивает их универсальность; имеют трудоемкую процедуру обработки исходных данных; оказываются недостаточно адаптивными к быстро меняющимся условиям. **Вывод.** Рассмотренные подходы к моделированию процессов управления организационно-техническими системами специального назначения являются мощным инструментом для принятия обоснованных и эффективных решений в управлении, они позволяют учесть множество факторов, провести сценарный анализ и оптимизировать решения, а также использовать ЭВМ для более точных и сложных расчетов.

Ключевые слова: основные подходы, моделирование, принятие решений, управление, процесс, анализ

Для цитирования: А.В. Мельников, А.А. Караваев, А.О. Железняков. Анализ основных подходов к моделированию процессов управления организационно-техническими системами специального назначения. Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2024; 51(1): 153-165. DOI:10.21822/2073-6185-2024-51-1-153-165

**Analysis of the main approaches to modeling management processes
for special-purpose organizational and technical systems**

A.V. Melnikov¹, A.A. Karavaev², A.O. Zheleznyakov³

¹Central branch of the Russian State University of Justice,

¹95 20th Anniversary of October St., Voronezh 394006, Russia,

²Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia,

²53 Patriotov Ave., Voronezh 394065, Russia,

³Military Educational and Scientific Center of the Air Force «Air Force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin»,
³ 54 a Old Bolsheviks St., Voronezh 394064, Russia

Abstract. Objective. In this paper, the main approaches to modeling the management processes of organizational and technical systems for special purposes are reviewed and analyzed, and their detailed comparative analysis is carried out. This circumstance will allow us to further develop methodological recommendations to improve the efficiency and validity of management decisions. **Method.** This work uses: formal models, structural models of objects, models under conditions of complete certainty, models under conditions of risk using a decision tree, models under conditions of uncertainty, mathematical programming models, quality models, efficiency models. **Result.** In the course of reviewing and analyzing the main approaches to modeling management processes for special-purpose organizational and technical systems, the following tasks were solved: a preliminary systematization of the available data on the features of the development of management decision-making models was carried out; a comparative analysis of these models was carried out, during which it was established that most of the developed models can only be applicable in certain subject areas, which significantly limits their universality; have a labor-intensive procedure for processing source data; turn out to be insufficiently adaptive to rapidly changing conditions. **Conclusion.** The considered approaches to modeling management processes for special-purpose organizational and technical systems are a powerful tool for making informed and effective management decisions; they allow you to take into account many factors, conduct scenario analysis and optimize solutions, as well as use computers for more accurate and complex calculations.

Keywords: basic approaches, modeling, decision making, management, process, analysis.

For citation: A.V. Melnikov, A.A. Karavaev, A.O. Zheleznyakov. Analysis of the main approaches to modeling management processes for special-purpose organizational and technical systems. Herald of Daghestan State Technical University. Technical Sciences. 2024; 51(1): 153-165. DOI:10.21822/2073-6185-2024-51-1-153-165

Введение. Принятие решений является неотъемлемой частью нашей повседневной жизни. От выбора профессии до планирования отдыха или управления финансами - все эти решения определяют нашу жизнь и влияют на наше будущее. В личной жизни мы обычно полагаемся на наше логическое мышление и интуицию, чтобы сделать правильный выбор. Однако, когда дело касается принятия решений в рамках служебной деятельности, особенно для руководителей, подход должен быть более системным и основан на разработке новых научных моделей. Ошибки в управленческих решениях могут иметь серьезные последствия, поэтому важно применять научные подходы для повышения эффективности и обоснованности принимаемых управленческих решений.

Разработка и совершенствование процессов управления открывает огромные перспективы для создания более эффективных стратегий, улучшения процессов принятия управленческих решений и, следовательно, достижения устойчивого функционирования в условиях быстро развивающихся информационных технологий.

Постановка задачи. В настоящей работе будут рассмотрены и проанализированы основные подходы к моделированию процессов управления организационно-техническими системами специального назначения, проведен их детальный сравнительный анализ. Данное обстоятельство позволит в дальнейшем разработать методические рекомендации по повышению эффективности и обоснованности управленческих решений.

Представленный авторами перечень основных подходов к моделированию процессов управления организационно-техническими системами специального назначения не является исчерпывающим, именно поэтому лицу, принимающему решение необходимо выбрать наиболее подходящий. Большая часть из разработанных моделей принятия управленческих

решений может быть применима только в определенных предметных областях, что существенно ограничивает их универсальность.

Методы исследования. В научной литературе [1-4] разработано большое количество различных подходов к моделированию процессов управления организационно-техническими системами специального назначения. В данной работе будут проанализированы самые основные. Произведем их детальное рассмотрение.

1. Формальные модели процесса принятия управленческих решений. Использование данных моделей делает процесс принятия управленческих решений более прозрачным и объективным. В качестве примера рассмотрим формулы в общем виде, которые представлены следующим образом [1, 2]:

$$\langle S_o, T, Q | S, A, B, Y, f, K, Y_{opt} \rangle \quad (1)$$

для индивидуального ЛПР,

$$\langle S_o, T, Q | S, A, B, Y, F(f), L, Y_{opt} \rangle \quad (2)$$

для группового ЛПР, где: справа от вертикальной черты располагаются неизвестные элементы, а слева известные; Y_{opt} – оптимальное управленческое решение; L – принцип согласования индивидуальных предпочтений для формирования группового предпочтения; K – критерий выбора наилучшего управленческого решения; f – функция предпочтения ЛПР; $F(f)$ – функция группового предпочтения; $Y = (Y_1, \dots, Y_m)$ – множество альтернативных вариантов управленческого решения; $A = (A_1, \dots, A_k)$ – множество целей, преследуемых при принятии управленческого решения; $B = (B_1, \dots, B_L)$ – множество ограничений при принятии управленческого решения; S_o – проблемная ситуация; Q – имеющиеся для принятия управленческого решения ресурсы; T – время для принятия управленческого решения; $S = (S_1, \dots, S_n)$ – множество альтернативных ситуаций, уточняющих проблемную ситуацию S_o .

Тогда, сущность принятия управленческого решения будет сформулирована следующим образом: в условиях проблемной ситуации S_o с заданным временем T , а также доступными ресурсами Q требуется проанализировать проблемную ситуацию S_o с помощью гипотетических сценариев S , выделить множество целей A , установить ограничения B , рассмотреть альтернативные варианты решения Y ; далее необходимо оценить индивидуальные предпочтения f и определить оптимальное решение Y_{opt} , руководствуясь выбранным критерием K – для индивидуального руководителя, либо учитывая групповые предпочтения $F(f)$, основанные на принципе согласования L – для коллективного принятия решений.

При анализе проблемной управленческой ситуации необходимо учитывать ее содержательный аспект и, по возможности, представить ее количественные характеристики. В особенности, требуется указать суть проблемы, условия ее возникновения, а также причины и ход ее развития. Время, необходимое для принятия решения T , может различаться в зависимости от типа задачи. Срочные задачи требуют принятия решения в течение секунд или часов, в то время как долгосрочные задачи могут растягиваться на месяцы или годы. Доступное время T существенно влияет на возможность получить полную и достоверную информацию о проблематичной ситуации S_o и аргументировать последствия принятых решений. Для нахождения оптимального управленческого решения Y_{opt} могут быть использованы различные ресурсы Q (среди них знания и опыт руководителей, научно-технический

потенциал исследовательских организаций, автоматизированные системы управления, а также финансовые и материальные ресурсы).

Основные недостатки формальных моделей в принятии управленческих решений [1, 2]:

1. Такие модели часто оперируют упрощенными представлениями реальности, игнорируя сложные взаимодействия и нелинейные зависимости, что может искажать результаты анализа и прогнозирования.

2. Результаты формальных моделей могут сильно зависеть от точности и полноты исходных данных, что создает уязвимость в случае наличия ошибок или неполных данных.

2. Структурные модели объектов управления. Представляют собой абстракции реальных процессов, предназначенные для анализа и понимания их внутренней структуры и взаимосвязей.

Схема, представленная на рис. 1, иллюстрирует обобщенную структурную модель объекта управления [1, 5]:



Рис. 1. Обобщенная структурная модель объекта управления

Fig. 1. Generalized structural model of the control object

Количественно измеренные значения и характеристики, которыми могут управлять ЛПР (лица, принимающие решение), называются управляемыми переменными.

Факторы, которые лицо, принимающее управленческое решение не в состоянии изменить называют неуправляемыми переменными.

При помощи соотношений представленная выше модель связывает «Входы» (характеристики и параметры внешней среды) с «Выходами» (критериями). Если критерий обозначить через Z , а переменные решения через $\{y_1, \dots, y_n\}$, то взаимосвязь между критерием и управляемыми переменными можно представить, как функцию:

$$Z = f(y_1, \dots, y_n) \quad (3)$$

При формировании таких моделей обычно учитывают [1, 5]:

- 1) список всех компонентов, которые будут влиять эффективность;
- 2) влияние каждого компонента списка на функционирование при различных вариантах решений;
- 3) исключение из списка факторов, которые не влияют на выбор вариантов решений или имеют незначительное влияние при построении модели;
- 4) предварительную группировку некоторых взаимосвязанных компонентов для упрощения модели.

В условиях быстро развивающихся информационных технологий, где каждое принятое управленческое решение может иметь далеко идущие последствия, структурные модели становятся неотъемлемым инструментом управления.

Вот лишь некоторые недостатки данных моделей [1, 5]:

1. Структурные модели упрощают реальные управленческие процессы, что затрудняет адекватное принятие управленческих решений в динамичной среде.

2. Управленческие решения, основанные на данных моделях, игнорируют любую неопределенность.

В теории принятия управленческих решений ряд авторов [2, 3, 4] рассматривают классификацию, представленную на рис. 2.

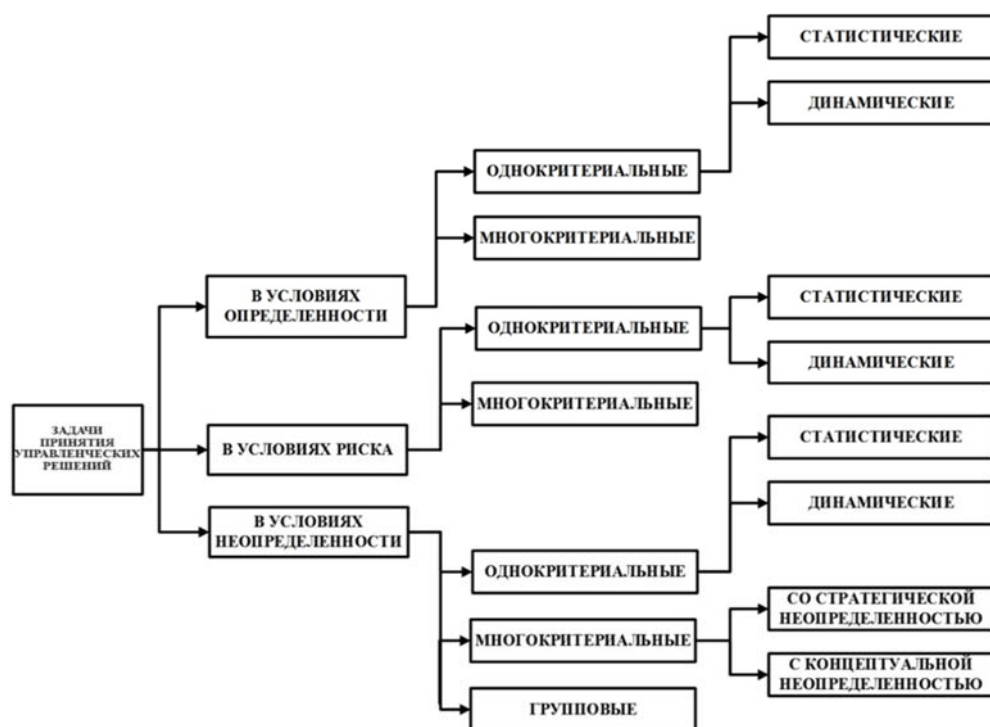


Рис. 2. Классификация задач принятия управленческих решений

Fig. 2. Classification of management decision making problems

Каждый тип задачи принятия управленческих решений (рис. 2) определяет выбор модели (метода) и технологии разработки решений.

Далее перейдем к рассмотрению моделей принятия управленческих решений в условиях определенности, неопределенности и риска.

3. Модели принятия управленческих решений в условиях полной определенности. Принятие оптимального управленческого решения – это важный процесс, который может быть основан на анализе оценок альтернатив и весов критериев. Когда решается задача на максимизацию, мы стремимся выбрать наиболее предпочтительную альтернативу, то есть ту, которая имеет самую высокую оценку. Однако, чтобы принять идеальное управленческое решение, нам необходимо вычислить функции полезности для каждой альтернативы по следующей формуле [6, 7]:

$$G_i = \sum_{j=1}^k X_{ij}W_j, i = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

Как правило, имеется n альтернатив и k критериев, где: G_i – функция полезности для каждой альтернативы; X_{ij} – оценка i альтернативы по j критерию; W_j – весовой коэффициент (степень важности) j критерия.

Функция полезности является инструментом, который позволяет оценить степень удовлетворения или пользы, которую принесет каждая альтернатива. Для вычисления функций полезности, как правило используют различные численные методы, такие как метод анализа иерархий, метод взвешенных экспертных оценок или метод предпочтений.

Каждый из приведенных выше численных методов предлагает свой подход к определению важности критериев и оценке альтернатив.

Применение метода анализа иерархий позволяет разбить сложную задачу на более простые подзадачи, определить важность каждого критерия и сравнить альтернативы по каждому критерию. Метод взвешенных экспертных оценок основан на сборе мнений экспертов и их последующей взвешенной оценке. Метод предпочтений позволяет ранжировать альтернативы на основе предпочтений, выраженных лицом, принимающим решение.

Кроме того, существуют и другие подходы к вычислению функций полезности, такие как методы математического программирования, программного анализа и теории игр. Каж-

дый из них предлагает свои преимущества и недостатки, и выбор метода зависит от конкретной управленческой задачи и доступных сил, и средств.

Важно отметить, что вычисление функций полезности является лишь одной из стадий принятия управленческого решения. После этого необходимо проанализировать полученные результаты, учесть возможные ограничения и риски. Таким образом, применение функций полезности является важным инструментом в процессе принятия оптимального управленческого решения. Они позволяют учесть различные критерии и веса, а также оценить привлекательность каждой альтернативы. Выбор метода для вычисления таких функций зависит от конкретной задачи и доступности сил и средств, а результаты анализа помогут принять наиболее обоснованное и эффективное управленческое решение.

При использовании данной модели необходимо учитывать следующие недостатки [6, 7]: ограниченность в обработке новой информации; реализация приводит к игнорированию важных переменных.

4. Модели принятия управленческих решений в условиях риска с использованием дерева решений. Данный вид модели является эффективным инструментом для ЛПР, которому необходимо принять важные управленческие решения, основываясь на вероятностях различных сценариев развития ситуации.

Дерево решений представляет собой графическую схему, где каждая дуга соответствует возможному варианту развития ситуации, а вершины обозначают «Развилки» – моменты выбора между разными сценариями [8, 9]. Дерево решений позволяет визуализировать все возможные сценарии развития событий и помогает ЛПР проследить последствия для каждого варианта. Это в свою очередь позволяет принять более обоснованные управленческие решения, основанные на объективных вероятностях. Однако, для эффективного использования данной модели, необходимо иметь достаточно точные данные о вероятностях развития событий. Также важно учитывать, что данная модель лишь предоставляет инструмент для анализа и оценки вероятностей различных сценариев.

Таким образом, использование данной модели поможет структурировать информацию, учитывать вероятности и принимать наиболее обоснованные управленческие решения. Недостатки моделей данного вида [8, 9]:

1. Малейшие изменения в данных могут привести к большим изменениям в структуре и результатах дерева решений.

2. Данные модели обладают низкой устойчивостью в условиях риска.

3. Деревья решений не всегда эффективно справляются с неопределенностью; предполагается, что будущие события могут быть точно спрогнозированы на основе имеющихся данных.

4. Итоговая модель, как правило, становится чрезмерно сложной и адаптированной к конкретным данным.

5. Недостаточный учет взаимосвязей между переменными. В условиях риска, где факторы могут взаимодействовать и влиять друг на друга, отсутствие учета взаимосвязей может привести к неверным выводам и решениям.

6. Неспособность управления многокритериальностью. В реальных сценариях риска часто существует множество критериев, которые необходимо учесть при принятии управленческих решений. Деревья решений, как правило, ориентированы на оптимизацию одного критерия, что может быть недостаточным для адекватного управления многокритериальностью в условиях риска.

5. Модели принятия управленческих решений в условиях неопределенности.

Как правило, на практике любое принятие управленческого решения является многокритериальным, а подавляющее большинство подобных определяются, как выделение наиболее предпочтительной альтернативы. Обоснованность выбора альтернативы как наилучшей определяется тем, насколько точно модель многокритериального выбора отвеча-

ет характеру решаемой задачи. В общем виде многокритериальная модель в условиях неопределенности записывается следующим образом.

Пусть $k = (k_1, k_2, k_3, k_m)$ - вектор наименований свойств, которые характеризуют качество альтернатив из X и учитываются при их анализе и выборе предпочтительных из них. Иными словами, пусть именно в смысле требований к указанным свойствам определяется ЛПР и формулируется принцип оптимальности решений.

Будем рассматривать случай, когда $m \geq 1$ и все $k_i, i = 1, 2, 3, \dots, m$ являются критериями, то есть могут быть выражены количественно. Количественное выражение свойств конкурирующих альтернатив реализуется отображениями (целевыми функциями) $f_i : X \cdot S \cdot E_1, i = 1, \dots, m$.

Значение $f_i(x | s)$ называют оценкой (последствием реализации) альтернативы $x \in X$ по i -ому критерию при условии $s \in S$ ее реализации.

Через $f_i(x | s)$ будем обозначать в общем случае (при $|s| > 1$) многозначную оценку альтернативы $x \in X$ по i -ому критерию, которая (оценка) описывает все возможные последствия (в смысле свойства $k_i, i = 1, 2, 3, \dots, m$) реализации альтернативы.

Вектор $f_i(x | s) = (f_1(x | s), f_2(x | s), \dots, f_m(x | s)) \in E_m$ называют оценкой альтернативы $x \in X$ по векторному критерию условиях $s \in S$ ее реализации или многокритериальной оценкой (последствием).

Через $f_i(x | s) = (f_1(x | s), f_2(x | s), \dots, f_m(x | s)) \in E_m$ обозначим в общем случае многозначную оценку альтернативы $x \in X$ по векторному критерию.

Таким образом, введено предположение существования и известности отображения $f_i : X \cdot S \cdot F_x \in E_m$. Пространство E_m называют критериальным, а F_x - образом множества X в критериальном пространстве (пространстве последствий). При сформулированных предположениях относительно компонент модели $\{X, S, R\}$ требование выделения из X альтернатив, предпочтительных смысле априори неизвестной ЛПР, определяет задачу многокритериального выбора в условиях неопределенности.

Общая характеристика проблем принятия управленческих решений в условиях неопределенности [10, 11]:

- 1) получение оценок альтернатив осуществляется на основе субъективных предпочтений ЛПР или группы экспертов;
- 2) эксперты, участвующие в оценке альтернатив осуществляют аналитическую работу по уменьшению неопределенности информации;
- 3) на момент решения проблемы неопределенность обусловлена нехваткой информации.

6. Модели принятия управленческих решений на основе математического программирования. Задача о назначениях является типичным примером данной модели.

Сформулируем ее в общем виде. Пусть для принятия некоторого управленческого решения необходимы ограничения, тогда исходными параметрами модели задачи о назначениях будут: n – количество сотрудников; m – количество маршрутов; $a_i = 1$ – один сотрудник $A_i (i = 1, 2, \dots, n)$; $b_j = 1$ – один маршрут $B_j (j = 1, 2, \dots, m)$; c_{ij} – характеристика качества работы сотрудником на соответствующем маршруте. В качестве исходных данных введем переменную x_{ij} – факт выхода или не выхода сотрудника A_i на маршрут B_j , которая будет определяться по следующему правилу [12, 13]:

$$x_{ij} = \begin{cases} 0, & \text{факт не выхода сотрудника на маршрут;} \\ 1, & \text{факт выхода сотрудника на маршрут.} \end{cases} \quad (5)$$

Имеется целевая функция L_x равная общей (суммарной) характеристики качества, такая, что зависит от некоторых параметров c_{ij} , которые образуют матрицу, представленную в табл. 1.

Таблица 1. Матрица эффективности (затрат)
Table 1. Efficiency (cost) matrix

A_i	B_j			Количество сотрудников Quantity employees
	B_1	B_2	B_m	
A_1	c_{11}	c_{12}	c_{1m}	1
A_2	c_{21}	c_{22}	c_{2m}	1
A_n	c_{n1}	c_{n2}	c_{nm}	1
Количество маршрутов Quantity routes	1	1	1	$\sum_{i=1}^n a_i = \sum_{j=1}^m b_j$

При максимизации целевой функции данная матрица называется матрицей эффективности, а при минимизации матрицей затрат. Общий вид математической модели задачи о назначениях имеет следующий вид [12, 13]:

$$\begin{cases} L(x) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} x_{ij} \rightarrow \max (\min); \\ \sum_{j=1}^m x_{ij} = 1, (i = 1, 2, \dots, n); \\ \sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, (j = 1, 2, \dots, m); \\ 0 \leq x_{ij} \leq 1. \end{cases} \quad (6)$$

Данная модель является частным случаем общего класса задач оптимизации, именно поэтому существует большое разнообразие методов ее решения.

Для данных моделей характерны следующие недостатки [12, 13]:

1. Формирование данных моделей может быть сложным процессом, особенно в случае больших и сложных систем. Данное обстоятельство может потребовать значительных временных затрат.

2. Многие модели математического программирования предполагают статичность и не учитывают динамические изменения во времени. Данное обстоятельство может быть недостаточным для эффективного управления в условиях быстро меняющейся среды.

3. Ограниченность учета неопределенности. Многие управленческие решения подвержены неопределенности, которую математическим моделям достаточно трудно учесть.

4. Для построения и интерпретации математических моделей требуется определенное экспертное понимание предметной области, что может ограничивать их применимость в некоторых ситуациях.

Далее, перейдем к рассмотрению моделей качества и эффективности принятия управленческих решений.

7. Модели качества принятия управленческого решения. Данные модели позволяют оценивать и анализировать качество принимаемых управленческих решений; помогают выявить сильные и слабые стороны принятых управленческих решений для реализации возможных мер по их улучшению.

Коэффициент качества принятия управленческого решения может быть рассчитан по следующей формуле [14, 15]:

$$K_k = \frac{R_v - R_n}{R_p} \times 100\% \quad (7)$$

где: R_p – количество выполненных некачественных управленческих решений; K_k – коэффициент качества управленческого решения; R_n – количество принятых управленческих решений; R_v – количество выполненных управленческих решений.

В случаях получения нескольких результатов в ходе принятия управленческого решения, иногда требуется вычислить математическое ожидание [15, 16]:

$$M_o = \sum_{i=1}^n p_i \times r_i \quad (8)$$

где: r_i – i возможный результат принятого управленческого решения; p_i – вероятность i результата; n – число возможных результатов принятого управленческого решения.

Некоторые недостатки моделей качества [14, 15]:

1. Многие из существующих моделей не в полной мере учитывают сложные взаимосвязи между различными параметрами, что приводит к упрощению реальности.

2. Данные модели являются менее приспособленными к быстро меняющейся среде.

3. Модели качества управленческого решения недостаточно учитывают риски, что может привести к неудачным решениям в условиях неопределенности.

4. Многие модели качества управленческого решения включают субъективные оценки, которые могут быть подвержены влиянию личных предпочтений.

5. Некоторые из данных моделей могут быть применимы только в определенных предметных областях, что существенно ограничивает их универсальность.

8. **Модели эффективности принятия управленческого решения.** В последнее время основными параметрами при оценке эффективности управленческих решений являются силы и средства (временные, ресурсные, финансовые и т.д.), в таком случае величину оценки эффективности управленческого решения можно определить [16, 17]:

$$F_r = \frac{C_i}{P_i} \times 100\% \quad (9)$$

где: P_i – реальное использование сил и средств (i) для реализации управленческого решения; F_r – величина оценки эффективности управленческого решения; C_i – стандарт на использование сил и средств (i) для реализации управленческого решения.

Для данной модели целесообразно осуществить расчет оценки эффективности по нескольким показателям (p) и затем по приоритетности показателей H_i найти их среднее значение [16, 17]:

$$F_r = \frac{\sum_{i=1}^p F_r \times i \times H_i}{p} \quad (10)$$

Для получения высоких показателей эффективности за счет принимаемых и реализуемых управленческих решений важно задействовать как можно больше параметров повышения эффективности. Общие недостатки данных моделей, следующие [16, 17]:

1. Модели эффективности управленческих решений часто ограничиваются количественными показателями.

2. Многие модели эффективности сталкиваются с проблемами в обработке больших данных (сложность анализа и интерпретации массивных объемов информации может привести к искаженным выводам).

3. Существующие модели эффективности управленческих решений оказываются недостаточно адаптивными к быстро меняющимся условиям.

Обсуждение результатов. Безусловно, рассмотренный авторами перечень основных подходов к моделированию процессов управления организационно-техническими системами специального назначения не является исчерпывающим, именно поэтому лицу, принима-

ющему решение необходимо выбрать наиболее подходящий. При выборе оптимальной модели необходимо учесть следующие факторы:

1. Необходимо определить цель управленческого решения (некоторые из рассмотренных моделей могут быть более подходящими для определенных целей, чем другие). Так, например, одна может быть более эффективна для решения сложных проблем, в то время как другая будет более подходящей для простых ситуаций.

2. Несмотря на существование большого количества моделей принятия управленческих решений, некоторые из них не применимы на практике. Выбор хотя бы одной не дает гарантии, что принятое управленческое решение будет обоснованным и эффективным.

3. Возможность использования нескольких моделей одновременно, так, например, одна из рассмотренных может использоваться для предварительного управленческого решения с последующим применением более строгой модели.

Рассмотрим характеристики представленных выше основных подходов к моделированию процессов управления организационно-техническими системами специального назначения в табл. 2.

Таблица 2. Характеристика основных подходов к моделированию процессов управления организационно-техническими системами специального назначения
Table 2. Characteristics of the main approaches to modeling management processes for special-purpose organizational and technical systems

№	Наименование Name	Особенности Features	Недостатки Disadvantages
1	Формальные модели Formal models	1. Процесс принятия управленческих решений более прозрачный и объективный/ The management decision-making process is more transparent and objective.	1. Упрощенное представление реальности, игнорируя сложные взаимодействия и нелинейные зависимости, что может искажать результаты анализа и прогнозирования. 2. Результаты могут сильно зависеть от точности и полноты исходных данных, что создает уязвимость в случае наличия ошибок или неполных данных/ The results depend on the accuracy and completeness of the source data
2	Структурные модели объектов Structural models	1. Абстракции реальных процессов, предназначенные для анализа и понимания внутренней структуры и взаимосвязей/ Abstractions	1. Упрощение реальных управленческих процессов затрудняет адекватное принятие решений в динамичной среде. 2. Игнорирование любой неопределенности/ Ignoring uncertainty
3	Модели в условиях полной определенности Models under conditions of complete certainty	1. Выбор альтернативы, которая имеет самую высокую оценку на основе вычисления функции полезности для каждой альтернативы/ Selecting an Alternative 2. Возможность получения однозначного решения/ unambiguous solution.	1. Ограниченность в обработке новой информации/ Limitation in processing new information. 2. Реализация приводит к игнорированию важных переменных/ The implementation results in important variables being ignored.
4	Модели в условиях риска с использованием дерева решений Models under risk using decision trees	1. Основаны на вероятностях различных сценариев развития ситуации/ Probabilistic scenarios for the development of the situation. 2. Структура иерархична/ The structure is hierarchical	1. Малейшие изменения в данных могут привести к большим изменениям в структуре и результатах дерева решений. 2. Низкая устойчивость в условиях риска. 3. Итоговая модель чрезмерно сложная и адаптирована к конкретным данным. 4. Отсутствие учета взаимосвязей, которое может привести к неверным выводам. 5. Неспособность управления многокритериальностью/ Inability to manage multi-criteria.
5	Модели в условиях неопределенности Models under Uncertainty	1. Неопределенность обусловлена нехваткой информации/ Not enough information 2. Эксперты, участвующие в оценке альтернатив осуществляют аналитическую работу по уменьшению неопределенности информации/ Uncertainty reduction	1. Получение оценок альтернатив осуществляется на основе субъективных предпочтений ЛПР или группы экспертов/ Evaluations of alternatives are obtained based on subjective preferences 2. Отсутствие четкой структуры/ Lack of clear structure

6	Модели математического программирования Mathematical programming models	1. Основной целью является нахождение оптимального решения с учетом заданных ограничений и целевых функций/ Finding the optimal solution taking into account given constraints and objective functions. 2. Позволяют решать задачи оптимизации в различных предметных областях/ Optimization	1. В случае больших и сложных систем сформировать модель достаточно сложно. 2. Большая вычислительная сложность/. High computational complexity. 3. Отсутствие учета динамических изменений во времени. 4. Ограниченность учета неопределенности. 5. Требуется экспертное понимание предметной области, что может ограничивать применимость в некоторых ситуациях.
7	Модели качества Quality Models	1. Оценка и анализ качества принимаемых решений/ Assessment and analysis of the quality of solutions. 2. Выявление сильных и слабых сторон для реализации мер по улучшению/ Identifying strengths and weaknesses	1. Отсутствие учета сложных взаимосвязей между различными параметрами, что приводит к упрощению реальности. 2. Недостаточный учет рисков/ Insufficient risk consideration. 3. Субъективные оценки, которые могут быть подвержены влиянию личных предпочтений.
8	Модели эффективности Performance Models	1. Возможность учета нескольких критериев/ Several criteria. 2. Учет качественных показателей/ Accounting for quality indicators.	1. Получение исключительно количественных показателей. 2. Сложность анализа и интерпретации массивных объемов информации. 3. Отсутствие адаптации к быстро меняющимся условиям/ Lack of adaptation to rapidly changing conditions.

Для оценки их обоснованности и эффективности необходимо проводить многочисленные вычислительные эксперименты. В ходе рассмотрения и анализа основных подходов к моделированию процессов управления организационно-техническими системами специального назначения были решены следующие задачи:

1. Проведена предварительная систематизация имеющихся данных об особенностях разработки моделей принятия управленческих решений.

2. Произведен сравнительный анализ данных моделей, в ходе которого установлено, что большинство из разработанных моделей:

1) могут быть применимы только в определенных предметных областях, что существенно ограничивает их универсальность;

2) имеют трудоемкую процедуру обработки исходных данных;

3) оказываются недостаточно адаптивными к быстро меняющимся условиям.

Все вышеперечисленные обстоятельства позволят в дальнейшем разработать методические рекомендации по повышению эффективности и обоснованности управленческих решений.

Вывод. Моделирование играет важную роль в современном управлении, позволяя оценить различные варианты управленческих решений с учетом прогнозных значений и ресурсных затрат. Однако, помимо этих преимуществ, существуют и другие аспекты, которые делают разрабатываемые модели незаменимыми инструментами в анализе информации и принятии управленческих решений.

Во-первых, моделирование позволяет учесть сложные взаимосвязи и зависимости между различными факторами. Например, при анализе экономической ситуации, модель может учесть взаимодействие множества факторов, и тем самым предоставить более точные результаты и прогнозы.

Во-вторых, модели позволяют проводить сценарный анализ и оптимизировать решения. С помощью моделирования можно оценить различные варианты решений и выбрать наилучший с учетом заданных критериев эффективности. Это позволяет экономить время и ресурсы, принять обоснованные управленческие решения, основанные на количественных данных. Кроме того, использование ЭВМ при моделировании значительно облегчает процесс анализа и позволяет проводить более сложные и детальные расчеты. Современные программы и алгоритмы позволяют эффективно решать задачи оптимизации, симуляции и прогнозирования. Это дает возможность исследовать различные модели более подробно и точно, а также проводить анализ для оценки влияния изменений входных данных на результаты

модели. Таким образом, рассмотренные подходы к моделированию процессов управления организационно-техническими системами специального назначения являются мощным инструментом для принятия обоснованных и эффективных решений в управлении, они позволяют учесть множество факторов, провести сценарный анализ и оптимизировать решения, а также использовать ЭВМ для более точных и сложных расчетов.

Библиографический список:

1. Бурков, В. Н. Модели, методы и механизмы управления и принятия решений в организационных системах : учебное пособие / В. Н. Бурков, Н. А. Коргин. – Москва : Академия ИБС, 2009. – 222 с.
2. Орлов, А.И. Теория принятия решений / А.И. Орлов. – М.: Экзамен, 2005. – 656 с.
3. Васильев, Д.К. Типовые решения в управлении проектами / Д.К. Васильев, А.Ю. Заложнев, Д.А. Новиков, А.В. Цветков. – Москва : ИПУ РАН, 2003. – 75 с.
4. Ногин, В. Д. Принятие решений в многокритериальной среде: количественный подход / В. Д. Ногин. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 176 с.
5. Жилин, Р.А. Моделирование оценки эффективности функционирования систем безопасности объектов органов внутренних дел / Р. А. Жилин, А. В. Мельников, С. Б. Ахлюстин, В. В. Горлов. – Воронеж : Воронежский институт Министерства внутренних дел Российской Федерации, 2023. – 104 с.
6. Данилова, О.Ю. Моделирование процессов принятия решения в правоохранительной деятельности / О. Ю. Данилова, А. В. Меньших, В. В. Меньших [и др.]. – Воронеж : Воронежский институт Министерства внутренних дел Российской Федерации, 2021. – 103 с.
7. Жилин, Р. А. Численный метод предварительной экспертизы альтернатив нарушителей охраны объектов общекриминальной направленности / Р. А. Жилин, А. В. Мельников, И. В. Щербакова // Вестник Воронежского института МВД России. – 2019. – № 3. – С. 46-54.
8. Баркалов, С. А. Моделирование процесса принятия решений на основе марковских случайных процессов / С. А. Баркалов, В. П. Морозов, С. И. Моисеев // Математические методы и информационные технологии в моделировании систем : Материалы V Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Воронеж, 29 апреля 2021 года. – Воронеж: Издательство «Научная книга», 2021. – С. 52 - 59.
9. Новиков, Д.А. Теория управления организационными системами / Д.А. Новиков. – М.: Физматлит, 2007. – 584 с.
10. Ананьев, А. В. Методика принятия решений в условиях неопределенности с использованием теории латентных переменных / А. В. Ананьев, К. С. Иванников, С. И. Моисеев // Системы управления и информационные технологии. – 2022. – № 2(88). – С. 31-36.
11. Мельников, А. В. Метод формирования коалиций экспертов в рамках решения задачи экспертизы альтернатив со слабоформализуемыми критериями / А. В. Мельников, И. В. Щербакова, Р. А. Жилин // Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики : сборник трудов Международной научной конференции, Воронеж, 11–13 ноября 2019 года / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет». – Воронеж: Научно-исследовательские публикации, 2020. – С. 968-975.
12. Баркалов, С. А. Динамическая модель процесса принятия решений / С. А. Баркалов, С. И. Моисеев, Н. Ю. Калинина // Междисциплинарные исследования экономических систем : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Тверь, 27 мая 2021 года / Под редакцией А.Н. Бородулина. – Тверь: Тверской государственный технический университет, 2022. – С. 21-29.
13. Жилин, Р. А. Численный метод кластеризации однородных альтернатив, характеризующих качество антитеррористической защищенности объектов органов внутренних дел, на основе суммы различий взвешенных признаков / Р. А. Жилин, А. В. Мельников, Г. В. Перминов // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2020. – Т. 8, № 4(31).
14. Ларичев, О. И. Качественные методы принятия решений. Вербальный анализ решений / О. И. Ларичев, Е. М. Мошкович – Москва : Наука. Физматлит, 1996. – 208 с.
15. Меньших, В. В. Оценки качества действий в процессе принятия управленческих решений / В. В. Меньших, Е. А. Пастушкова // Математические методы и информационно-технические средства : Труды VII Всероссийской научно-практической конференции, Краснодар, 24 июня 2011 года / Министерство внутренних дел Российской Федерации, Краснодарский университет; редакционная коллегия: Н.Н. Фролов, Е.В. Михайленко, И.Н. Старостенко. – Краснодар: Федеральное государственное казенное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Краснодарский университет Министерства внутренних дел Российской Федерации», 2012. – С. 76-79.
16. Воронин, А.А. Математические модели организаций / А.А. Воронин, М.В. Губко, С.П. Мишин, Д.А. Новиков. – М.: Ленанд, 2008. – 360 с.
17. Бурков, В. Н. Цифровые технологии в принятии управленческих решений / В. Н. Бурков, И. В. Буркова, С. А. Баркалов // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. – 2018. – Т. 15. – № 4. – С. 5-10.

References

1. Burkov V. N. Models, methods and mechanisms of management and decision-making in organizational systems : a textbook. Moscow : Academy of IBS, 2009. (In Russ)
2. Orlov A.I. Theory of decision-making M.: Exam, 2005. (In Russ)
3. Vasiliev D.K. Typical solutions in project management. Moscow : IPU RAS, 2003. (In Russ)
4. Nogin V. D. Decision-making in a multicriteria environment: a quantitative approach. Moscow: FIZMATLIT, 2005. (In Russ)
5. Zhilin R.A. Modeling of the assessment of the effectiveness of the functioning of security systems of objects of internal affairs bodies. Voronezh : Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation, 2023. (In Russ)
6. Danilova O.Y., Menshikh A.V., Menshikh V. V. [et al.] Modeling of decision-making processes in law enforcement. Voronezh : Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation, 2021. (In Russ)
7. Zhilin R. A., Melnikov A.V., Shcherbakova I. V. Numerical method of preliminary examination of alternatives for violators of the protection of objects of general criminal orientation. Bulletin of the Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia, (2019); (3): 46-54. (In Russ)
8. Barkalov S. A., Morozov V. P., Moiseev S. I. Modeling of the decision-making process based on Markov random processes. Mathematical methods and information technologies in system modeling. Voronezh: Publishing house "Scientific Book", 2021. (In Russ)
9. Novikov D.A. Theory of management of organizational systems. M.: Fizmatlit, 2007. (In Russ)
10. Ananyev A.V., Ivannikov K. S., Moiseev S. I. Methodology of decision-making in conditions of uncertainty using the theory of latent variables. Management systems and information technologies, 2022; (2(88)): 31-36. (In Russ)
11. Melnikov A.V., Shcherbakova I. V., Zhilin R. A. The method of forming expert coalitions within the framework of solving the problem of examining alternatives with weakly formalized criteria. Actual problems of applied Mathematics, Computer Science and Mechanics. Voronezh: Scientific Research Publications, 2020. (In Russ)
12. Barkalov S. A., Moiseev S. I., Kalinina N. Y. Dynamic model of the decision-making process/ S. A. Barkalov. *Interdisciplinary Studies of economic systems*. Tver State Technical University, 2022. (In Russ)
13. Zhilin R. A., Melnikov A.V., Perminov G. V. Numerical method of clustering homogeneous alternatives characterizing the quality of anti-terrorist protection of objects of internal affairs bodies, based on the sum of differences in weighted signs. Modeling, optimization and information technologies, (2020); (4(31)). (In Russ)
14. Larichev, O. I., Moshkovich E. M. Qualitative methods of decision-making. *Verbal analysis of solutions*. Moscow : Nauka. Fizmatlit, 1996. (In Russ)
15. Menshikh V. V., Pastushkova Assessment of the quality of actions in the process of making managerial decisions. *Mathematical methods and information technology tools*. Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation, Krasnodar University, 2012. (In Russ)
16. Voronin A.A., Gubko M.V., Mishin S.P., Novikov D.A. Mathematical models of organizations. M.: Lenand, 2008. (In Russ)
17. Burkov V. N., Burkova I. V., Barkalov S. A. Digital technologies in managerial decision-making. FES: Finance. Economy. Strategy, 2018; 15 (4): 5-10. (In Russ)

Сведения об авторах:

Мельников Александр Владимирович, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой правовой информатики, информационного права и естественнонаучных дисциплин; meln78@mail.ru

Караваев Александр Александрович, кандидат юридических наук, доцент кафедры административной деятельности органов внутренних дел; ferrari49@yandex.ru

Железняков Артем Олегович, преподаватель кафедры военного учебно-научного центра; artem.artemov48@mail.ru

Information about authors:

Alexander V. Melnikov, Dr. Sci. (Eng.), Head of the Department of Legal Informatics, Information Law and Natural Sciences; meln78@mail.ru

Alexander A. Karavaev, Cand. Sci. (Law), Assoc. Prof., Department of Administrative Activities of Internal Affairs Bodies; ferrari49@yandex.ru

Artem O. Zheleznyakov, Lecturer, Department of Military Training and Research Center; artem.artemov48@mail.ru

Конфликт интересов/Conflict of interest.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов/The authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию/Received 10.01.2024.

Одобрена после рецензирования/ Revised 30.01.2024.

Принята в печать/Accepted for publication 30.01.2024.