

А. М. МИНИТАЕВА

Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана, Москва

## ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ИНТЕРВАЛЬНОГО ЗАДАНИЯ ПРЕДПОЧТЕНИЙ ЛИЦ, ПРИНИМАЮЩИХ РЕШЕНИЯ

*При решении задач принятия решений в условиях наличия неопределенностей необходимо установить уровень анализа и типы рассматриваемых неопределенностей. Выполняя исследования нелинейных нестационарных процессов различной природы, были выявлены наиболее распространенные причины возникновения пропусков во временных рядах данных. В статье представлена общая методика обработки информации при решении задач формирования информационной базы для их исследования, в том числе идентификацию и проработку неопределенностей различных типов при формировании временных рядов входных данных, определены методы и модели для прогнозирования нелинейных нестационарных процессов и пути их реализации в рамках соответствующей информационной базы.*

**Введение.** Во введении кратко излагаются: суть проблемы, существующие подходы к ее решению, направление, которому посвящена работа. При этом важно подчеркнуть то новое, что придает ей оригинальность. Введение должно быть согласовано с названием. Его рекомендуется заканчивать фразой, которая поясняет, чему, собственно, посвящен доклад, например: «Предлагаемый доклад посвящен...». Текст доклада должен быть четко структурирован и включать в себя название основной части, заключение, список цитируемых источников.

Необходимо отметить, что в реальных практических задачах принятия решений и системного анализа часто имеются различные виды неопределенностей, которые вместе составляют некоторый комплекс неопределенностей, так называемую системную неопределенность [6]. Например, в задачах прогнозного моделирования целевой переменной с априорно заданным соотношением результатов удаление записей в учебном наборе данных почти всегда приводит к изменению пропорции целевых результатов. Поэтому необходимо после выполнения данной операции повторно формировать обучающую выборку с заданными пропорциями результатов.

Следовательно, в таких задачах исследования развития социальных, экономических, экологических, общественных процессов сталкиваются со следующими неопределенностями [3]:

- информационная неопределенность, заключающаяся в отсутствии, неполноте и неточности информации об определенных характеристиках проектов, о рынках и сферах деятельности, на которые рассчитаны инвестиционные проекты и т. п.;
- неопределенность целей, что обусловлено неясностью определения рациональности способа распределения ресурсов, выбора целей при решении задачи и неопределенностью критериев выбора;
- ситуационная неопределенность: неопределенность природы, которая для задачи распределения инвестиционных ресурсов выражается в неполноте и неточности информации;
- стратегическая неопределенность, выражающаяся в неполноте и неточности информации о целях и намерениях партнеров и конкурентов и т. д.

Очевидно, все процессы, происходящие в социально-экономической, финансовой сфере, экологии, управлении протекают в условиях системной неопределенности, соединяющей все рассмотренные типы неопределенностей.

В настоящее время в теории принятия решений (ТПР) накоплены следующие методы учета неопределенностей при решении задач [9]:

- коррекционный метод;
- анализ чувствительности;
- вероятностный анализ;
- дерево решения;
- методы описания неопределенных и неточных понятий.

Необходимо отметить, что раскрытие неопределенностей является задачей системно согласованного раскрытия разнородных неопределенностей на основе единых принципов, приемов и критериев [2].

Как отмечено выше, большинство проанализированных методов раскрытия и учета неопределенностей в задачах принятия решений имеют существенные специфические недостатки, вследствие чего оценка их результатов ограничена. Необходимо отметить, что на практике в некоторых задачах пытаются пользоваться комбинированным применением нескольких методов, что позволяет получать дополнительные выводы относительно допустимых решений.

Для учета информационной, ситуационной неопределенности, ненадежности ожиданий и стратегической, комбинаторной неопределенности в процессах, протекающих в исследуемых системах, где влияние человеческого фактора достаточно существенно, необходима разработка современных информационных технологий, которые автоматизировали бы процесс формирования вариантов решений, с учетом предположений относительно ожидаемых значений. Выбор в пользу внедрения интеллектуального и вероятностно-статистического анализа данных в информационных системах поддержки принятия решений основывается на том, что такой подход к учету неопределенностей лишен недостатков свойственных другим методам и является пригодным для описания и учета системной неопределенности.

Цель статьи – провести анализ проблемы принятия решений в условиях интервального задания предпочтений лиц, принимающих эти решения.

**Изложение основного материала.** Выполняя исследования нелинейных нестационарных процессов различной природы, были выявлены наиболее распространенные причины возникновения пропусков во временных рядах данных. В проведенных многочисленных экспериментах заполнение пропусков выполнялось во временных рядах социально-экономических и эколого-экономических данных [5]. Временные ряды имели разную длину и разное количество пропусков. В результате была предложена методика, позволяющая прорабатывать временные ряды, пропуски в которых имеют разные механизмы формирования и разное количество пропущенных значений (рисунок).



Рисунок. Методика обработки входной информации на этапе предварительного анализа данных и заполнения пробелов

Как показали выполненные многочисленные эксперименты, при выборе метода заполнения пробелов, нужно определить соответствует ли выбранный метод конкретной аналитической модели изучаемого процесса. Кроме того, заполнение пропусков случайными или детерминированными значениями на основе использования, например аналитической модели или средним по выборке, является искусственным подходом, не позволяющим выявить наличие шума в данных и искажающим представление о характере изучаемого процесса. Поэтому для заполнения пробелов во временных рядах предложено использовать методику на основе аналитической модели, построение и реализация которой осуществляется в два (при необходимости – в три) этапа. На первом этапе выполняется анализ наличия пропусков в исследуемых временных рядах, на втором – анализ характера возникновения, количества пропусков в данных и выпол-

няется анализ на наличие шаблонов, на третьем – выявление вспомогательных переменных с помощью корреляционного анализа данных и экспертных оценок в области исследования (данный этап выполняется при необходимости). Для определения эффективных методов заполнения пропусков данных выполнен сравнительный анализ существующих методов заполнения пропущенных значений в длинных временных рядах данных и экспериментально проверена эффективность применения различных алгоритмов при разном количестве пропусков.

Для таких бизнес-задач как анализ оттока клиентов, повышение продаж, построение скоринговой карты при кредитовании, разрешаемые методами прогнозного моделирования, наилучшие результаты показали методы заполнения пропусков с использованием прогнозных моделей. Так, при построении скоринговых моделей, сопоставление данных об отклоненных заявках клиентов, на этапе верификации информации и одобрении заявки, с использованием методов нечеткой логики и логистической регрессии для прогнозирования (восстановления) значений отзывов, часто приводит к улучшению качества финальной скоринговой модели. Однако, при обработке эконометрических временных рядов для выявления тренда и сезонности исследуемый временной ряд должен быть достаточно длинным [4].

Восстановление данных позволяет удлинить ряд ретроспективных данных, однако, как показывает практика не для всех методов заполнения пробелов, удлинение ретроспективной выборки приводит к улучшению прогнозных показателей модели. Чаще всего важно наличие большего количества наиболее «свежих» данных.

Для практических задач оценки предпочтений ЛПР задаются в виде интервалов. Приведем классификацию задач принятия решений в зависимости от информации о предпочтениях внутри интервалов [1].

Ситуация 1. К этому классу отнесем задачи принятия решений, когда весовые коэффициенты важности частных критериев заданы количественно, но не точно, а в виде интервалов возможных значений, причем предпочтения внутри интервала неизвестны.

Ситуация 2. Весовые коэффициенты заданы в виде интервала возможных значений, при этом предполагается, что коэффициенты привлекательности являются случайными величинами и внутри интервала распределены по некоторому закону.

Ситуация 3. Весовые коэффициенты заданы в виде лингвистических переменных типа « $a_i$  и находятся приблизительно в интервале от  $b$  до  $c$  или  $a_i$  приблизительно равно  $d$ ».

Рассмотренные ситуации описывают варианты задач принятия решений в условиях интервальной неопределенности, которые характеризуются различной степенью информированности ЛПР, относительно предпочтений внутри интервала.

Общая конечная цель решения задач принятия решений в условиях неопределенности заключается в выборе из множества допустимых значений единственной альтернативы [7]. Это связано, в конечном счете, со снятием исходной неопределенности информации. Решение этой задачи возможно различными способами, но все они связаны с привлечением неформализованных знаний ЛПР и выработкой на этой основе эвристических или формальных правил выбора решения.

**Заключение.** В статье представлена общая методика обработки информации при решении задач формирования информационной базы для их исследования, в том числе идентификацию и проработку неопределенностей различных типов при формировании временных рядов входных данных, определены методы и модели для прогнозирования нелинейных нестационарных процессов и пути их реализации в рамках соответствующей информационной базы. Предложена классификация ситуаций принятия решений при интервальном задании значений коэффициентов относительной важности частных критериев в зависимости от информации о предпочтительности значений внутри интервалов. Для случая, когда предпочтения внутри интервалов возможных значений весовых коэффициентов неизвестны, синтезированы модели выбора единственного решения по интервальной информации, основанные на последовательном использовании аддитивной и минимаксной схем компромисса и на идеях теории проверки статистических гипотез.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Axak N., Rosinskiy M.D.** MapReduce Hadoop Models for Distributed Neural Network Processing of Big Data Using Cloud Services. Conference on Computer Science and Information Technologies. 2019. P. 387–400.
2. **Bidiuk P.I., Prosiankina-Zharova T.I., Terentieev O.M., Lakhno V.A., Zhmud O.V.** Intellectual technologies and decision support systems for the control of the economic and financial processes. Journal of Theoretical and Applied Information Technology. 2019. Vol. 96. No. 1. P. 71–87. (Scopus Q3).
3. **Ding F., Chenb T.** Identification of Hammerstein nonlinear ARMAX systems. Automatica. 2005. №41. P. 1479–1489. URL: <http://www.paper.edu.cn/scholar/showpdf/NUT2EN2IMTD0ExeQh>.
4. Hastie and Tibshirani Generalized Additive Models. *New York: Chapman and Hall*, 1990. 175 p.
5. **Korbicz J., Bidyuk P., Kuznietsova N., Terentieev O., Prosiankina-Zharova T.** Multivariate distribution model for financial risks management. The 9th International Conference "Information Control Systems & Technologies" (ICST2020) (Odessa, Sept. 24–26, 2020). CEUR Workshop Proceedings, 2020. P. 416–429.
6. **Quinlan J.R.** C4.5: programs for machine learning. San Francisco: Morgan Kaufmann, 1993. 302 p.
7. **Rykov A.C.** System analysis methods: multi-criteria and fuzzy optimization, modeling and expert estimates. Moscow: Economics, 1999. 1587 p.
8. **Zar J.H.** Biostatistical Analysis. Third Edition. New York: Prentice-Hall, Inc., 1996. 662 p.
9. **Бард Й.** Нелинейное оценивание параметров / пер. с англ. Москва: Статистика, 1979. 349 с.

A.M.Minitaeva (Bauman Moscow State Technical University, Moscow)

**Decision-making in conditions of interval setting of preferences of decision-makers**

When solving decision-making problems in the presence of uncertainties, it is necessary to establish the level of analysis and the types of uncertainties under consideration. Performing studies of nonlinear non-stationary processes of various nature, the most common causes of omissions in the time series of data were identified. The article presents a general method of information processing in solving the problems of forming an information base for their research, including the identification and elaboration of various types of uncertainties in the formation of time series of input data, methods and models for predicting nonlinear non-stationary processes and ways of their implementation within the relevant information base.

Автор готов представить текст на английском языке для сборника материалов мультиконференции, который будет подан для индексирования в Scopus