

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Шестова Е.А.* Анализ количественных и качественных критериев тестовых заданий // Труды Международной научной конференции «Современные исследовательские и образовательные технологии». Ч. 1. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010. – С. 55-54.
2. *Звонников В.И., Чельщикова М.Б.* Современные средства оценивания результатов обучения: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – 2-е изд., стер. – М.: Изд. центр «Академия», 2008. – 224 с.
3. *Смирнов Б.Я., Дунин-Барковский И.В.* Краткий курс математической статистики для технических приложений. – М: Физматгиз, 1959.
4. *Финаев В.И.* Модели систем принятия решений: Учебное пособие. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2005. – 118 с.
5. *Финаев В.И., Шестова Е.А.* Статистические методы оценки результатов тестирования // Наука и образование на рубеже тысячелетий: Сб. научно-исследовательских работ. Ч.1. – М.: Училиствуз, 2009. Вып.2. – С. 126-134.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор В.П. Карелин.

Шестова Елена Александровна

Технологический институт федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге.

E-mail: shestovaelena@mail.ru.

347928, г. Таганрог, Некрасовский, 44.

Тел.: 8863437689.

Кафедра систем автоматического управления; ассистент.

Shestova Elena Alexandrovna

Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Autonomy Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”.

E-mail: shestovaelena@mail.ru.

44, Nekrasovsky, Taganrog, 347928, Russia.

Phone: +78634371689.

The Department of Automatic Control Systems; Assistant.

УДК 681.5: 681.3(075.8)

В.В. Шадрина, Е.Ю. Косенко

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Рассматриваются вопросы применения методов прогнозирования в технических системах. Уделено внимание применению нечеткой логики, нейронных сетей и генетических алгоритмов для повышения эффективности и достоверности краткосрочного прогноза для систем, в которых четкий прогноз затруднен по причинам, связанным с отсутствием статистической устойчивости входных параметров.

Прогнозирование; нечеткая логика; нейронные сети.

V.V. Shadrina, E.J. Kosenko

APPLICATION OF PREDICTION IN TECHNICAL SYSTEMS

The application of forecasting techniques in technical systems. Paying attention to the use of fuzzy logic, neural networks and genetic algorithms to improve efficiency and reliability of short-term forecast for the systems in which a clear prediction is difficult for reasons related to the lack of statistical stability of the input parameters.

Forecasting; fuzzy logic; neural networks.

Процесс прогнозирования достаточно актуален в настоящее время. Сфера применения методов прогнозирования охватывает области экономики и менеджмента, военных дисциплин и промышленности.

Прогнозирование, как процесс формирования вероятного суждения о будущем состоянии некоторого объекта на основе анализа тенденции его развития, позволяет избежать ошибочных, преждевременных или запоздалых решений. Как правило, прогнозы носят индикативный характер.

В промышленности методы прогнозирования играют первостепенную роль.

Все известные методы прогнозирования можно разбить на четыре группы:

1. Методы, которые базируются на фактографической информации, представленной обычно в виде временных рядов.

2. Методы, которые базируются на эвристической информации, полученной от высококвалифицированных специалистов.

3. Методы, которые основаны на принципе аналогии биологической, исторической или математической.

4. Комплексные методы, которые основаны на сочетании различных методов прогнозирования и средств реализации.

В настоящее время в технических системах используют преимущественно экстраполяционные методы прогнозирования, позволяющие делать предварительные выводы относительно разных процессов, явлений, реакций, операций. Однако применение комбинированных методов, позволяющих оперировать смешанной информационной основой и использовать в качестве первичной фактографическую и экспертную информацию, позволяет повысить достоверность краткосрочных и долгосрочных прогнозов.

Установление целей является одной из основных задач прогнозирования. Выбор целей является результатом анализа задач, для решения которых будут использоваться результаты прогнозирования. Выбору целей предшествует разработка альтернатив целей, построение дерева целей, ранжирование целей с помощью коэффициентов важности (рис. 1). Также в задаче прогнозирования можно выделить этапы, связанные с изысканием оптимальных путей и средств их достижения и определением ресурсов, необходимых для достижения поставленных целей. Использование данного подхода позволяет определять прогнозные оценки на заданный момент времени с учетом всех коэффициентов.



Рис. 1. Порядок получения прогнозных оценок

Рассмотрим подход к построению моделей прогнозирования в технических системах на основе современных интеллектуальных технологий: теории нечетких множеств, нейронных сетей, методов нечеткой логики и генетических алгоритмов.

Сложность построения моделей прогнозирования в технических системах заключается в следующем:

- ◆ между факторами как внешними, так и внутренними, существуют трудно выявляемые связи;
- ◆ отсутствие статистической устойчивости входных и выходных параметров.

Таким образом, использование традиционных методов таких, как экстраполяция и регрессионный анализ является затруднительным, поскольку недостатком рассматриваемых моделей является необходимость большого количества статистической информации по большому числу параметров и временных периодов.

Нечеткие множества дают возможность формализовать величины, имеющие качественную основу, выявить причинно-следственные связи между регулируемыми параметрами и влияющими на них величинами и сформулировать прогноз в условиях неопределенности параметров прогнозирования.

На рис. 2 представлена блок-схема прогнозирования, основанная на использовании методов нечеткой логики.

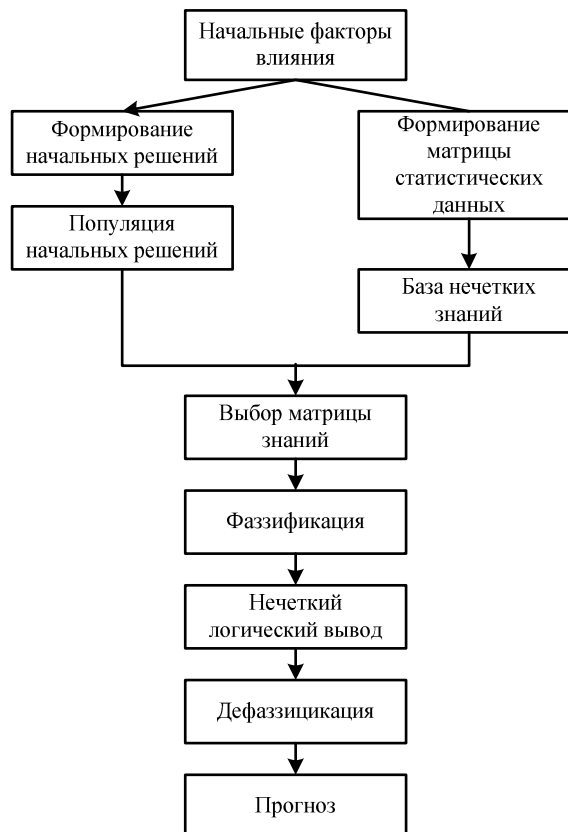


Рис. 2. Блок-схема процесса прогнозирования

Алгоритм построения математической модели системы прогнозирования состоит в следующем:

- ◆ определяются входные и выходные переменные процесса;
- ◆ на основании экспертной оценки формируются терм-множества и осуществляется выбор шкалы;
- ◆ формируются функции принадлежности переменных;
- ◆ на основании экспертных знаний формируется база знаний;
- ◆ осуществляется выбор алгоритма для получения решения.

При построении математической модели объект рассматривается в виде функции типа:

$$y=f(x_1, x_2, \dots, x_n),$$

где n – число входов с показателями $x_i, i=1 \dots n$, y – формируемое прогнозное решение.

На первоначальном этапе происходит формирование совокупности параметров, оказывающих влияние на прогнозируемую величину, и определение для каждого из параметров лингвистических переменных на основании экспертных оценок.

На следующем этапе строится граф, отображающий классификацию факторов $x_1 \dots x_n$, которые оказывают влияние на прогнозируемую величину. Прогнозный граф отражает суждение экспертов в отношении конечной цели, путей ее достижения и имеющихся ресурсов. Граф может насчитывать несколько тысяч событий и содержит множество путей достижения конечной цели. Данный метод позволяет оценить различные пути на графе и выбрать оптимальное решение. На этом же этапе осуществляется фаззификация параметров, т.е. представление четких входных параметров в виде нечетких термов лингвистических переменных.

Функции принадлежности лингвистических переменных задаются в параметрической форме:

$$\mu^T(x) = \frac{1}{1 + \left[\frac{x-b}{c}\right]^2},$$

где b и c – параметры настройки.

Получение результатов моделирования заключается в преобразовании нечеткого множества в четкое число на этапе выполнения дефаззификации. При этом прогнозируемая величина y рассчитывается по формуле

$$y = \frac{\sum_{i=1}^n (y_{min} + (i-1)y_{max} - y_{min})\mu_i}{\sum_{i=1}^n \mu_i},$$

где n – число термов переменной y ; y_{min}, y_{max} – область определения лингвистической переменной; μ_i – значение функции принадлежности.

Настройка нечеткой модели осуществляется путем расширения объема базы знаний и настройки функций принадлежности.

Структура модели логического вывода представлена на рис. 3.

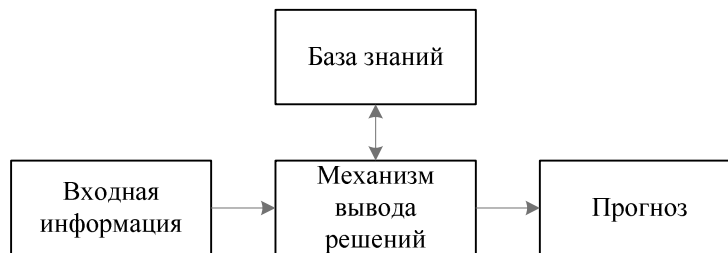


Рис. 3. Структура модели логического вывода

База нечетких знаний является носителем экспертной информации о причинно-следственной связи между входными и выходными данными. Экспертная информация представляется в виде системы условных нечетких высказываний

$$L: \begin{cases} \widetilde{L}_1; < \text{если } \widetilde{A}_1, \text{ то } \widetilde{B}_1 >, \\ \widetilde{L}_2; < \text{если } \widetilde{A}_2, \text{ то } \widetilde{B}_2 >, \\ \dots \\ \widetilde{L}_n; < \text{если } \widetilde{A}_n, \text{ то } \widetilde{B}_n >. \end{cases}$$

Получение матрицы знаний на базе статистических данных базируется на использовании методики генетических алгоритмов. В результате выполнения некоторого числа итераций генетического алгоритма выбирается хромосома с наибольшим показателем качества в соответствии с одним из заранее выбранных критериев. Для упрощения разработки модели прогнозирования и управления исходную информацию необходимо рассматривать как статистическую величину.

Каждая итерация генетического алгоритма включает ряд последовательных операций:

- ◆ формирование вероятностного набора хромосом-носителей;
- ◆ создание новых хромосом-наследников путем скрещивания хромосом-носителей и мутации генов вновь образованных хромосом;
- ◆ расчет показателей качества вновь сформированных хромосом.

Выводы. Четкий прогноз в технических системах зачастую затруднен по причинам сложности выявления связей между внешними и внутренними параметрами, а также ввиду отсутствия статистической устойчивости входных и выходных параметров. Таким образом, целесообразно использовать комбинированные методы прогнозирования, позволяющие применять методы нечеткой логики и генетические алгоритмы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Коберси И.С., Шадрина В.В.* Применение нейронных сетей для управления энергопотреблением // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2008. – № 7 (84). – С. 190-195.
2. *Ярушкина Н.Г.* Основы теории нечетких и гибридных систем: Учеб. пособие. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 320 с.
3. *Ивахненко А.Г.* Долгосрочное прогнозирование и управление сложными системами. – Киев: Техніка, 1975. – 312 с.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор Я.Е. Ромм.

Шадрина Валентина Вячеславовна

Технологический институт федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге.

E-mail: valentine_@mail.ru.

347928, г. Таганрог, Некрасовский, 44.

Тел.: 88634371689.

Кафедра систем автоматического управления; доцент.

Косенко Евгений Юрьевич

E-mail: kosenko@tsure.ru

Кафедра систем автоматического управления; доцент.

Shadrina Valentina Viacheslavovna

Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Autonomy Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”.

E-mail: valentine_@mail.ru

44, Nekrasovsky, Taganrog, 347928, Russia.

Phone: +78634371689.

Department of Automatic Control Systems; Associate Professor.

Kosenko Evgenie Jurevich

E-mail: kosenko@tsure.ru

Department of Automatic Control Systems; Associate Professor.