

# ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ В СИСТЕМАХ МОНИТОРИНГА ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ НА ОСНОВЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ

Жуманов И.И.<sup>1</sup>, Кодиров Б.<sup>2</sup> Email: Jumanov17101@scientifictext.ru

<sup>1</sup>Жуманов Исраил Ибрагимович – доктор технических наук, профессор;

<sup>2</sup>Кодиров Бекмурод – магистрант,  
кафедра информационных технологий,  
Самаркандский государственный университет,  
г. Самарканд, Республика Узбекистан

**Аннотация:** в статье сформулирована проблема повышения качества идентификации случайных временных рядов (СВР) на основе эффективного поиска глобального и локальных экстремумов целевой функции оптимизации. Предложен новый подход к оптимизации поиска путем использования статистических и динамических характеристик СВР в качестве особой популяции, а также отражения множества координатных точек в пространстве эволюции в сторону оптимальных значений. Определены условия для решения задач регуляции параметров на основе генетических алгоритмов с целью оптимизации идентификации СВР и обработки данных. Реализована интеллектуальная технология идентификации, анализа и обработки данных на основе многослойной нейронной сети с адаптивными алгоритмами обучения.

**Ключевые слова:** нестационарный объект, эволюционное моделирование, генетический алгоритм, идентификация, настройка параметров, целевая функция, глобальный и локальный экстремумы.

## IDENTIFICATION OF PARAMETERS IN SYSTEMS TO MONITORING MANUFACTURING-TECHNOLOGICAL COMPLEXES ON THE BASIS OF GENETIC MECHANISMS OF REGULATION

Jumanov I.I.<sup>1</sup>, Kodirov B.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jumanov Isroil Ibragimovich – Doctor of Technical Sciences, Professor;

<sup>2</sup>Kodirov Bekmurod – Undergraduate,  
INFORMATION TECHNOLOGIES DEPARTMENT,  
SAMARKAND STATE UNIVERSITY,  
SAMARKAND, REPUBLIC OF UZBEKISTAN

**Abstract:** in the article the problem of improving the quality of identification of random time series (RTS) is formulated on the basis of effective search for global and local extremums of objective optimization function. A new approach is proposed to search optimization using the statistical and dynamic characteristics of RTS as individual from population of generation, and to reflection a set of coordinate points in evolution space directly to optimal value. The conditions are determined for solving the problems of regulation of parameters based on genetic algorithms in order to optimize the identification of RTS and data processing. The intellectual technology is implemented for identification, analysis and data processing based on multilayer neural network with adaptive learning algorithms.

**Keywords:** non-stationary object, evolutionary modeling, genetic algorithm, identification, parameter adjustment, objective function, global and local extremes.

УДК 658.512.011

**Актуальность темы.** Проблема оптимизации обработки данных нестационарных объектов, представляемых в виде случайных временных рядов (СВР) требует разработки и реализации эффективных инструментов поиска глобального и локальных экстремумов при идентификации, анализе и прогнозировании нестационарных процессов. Исследования такого рода особенно востребованы при повышении качества функционирования систем мониторинга экономических, социальных, технологических показателей.

**Основные подходы и принципы оптимизации поиска глобального экстремума.** Существующие подходы реализации оптимизационных задач в основном базируются на многозатратные эвристические методы поиска глобального оптимума со случайным перебором, отжигом, запретом, а также используют стохастическое моделирование [1].

В настоящей работе предложен подход к идентификации параметров объектов, основанных на гибридной модели идентификации случайных временных рядов (СВР) и механизмы регуляции параметров модели с помощью генетических алгоритмов (ГА), позволяющих значительно сокращать

вычислительные затраты и устранять отрицательно влияющие на эффективность обработки данных переменные [2].

Для оптимизации поиска глобального экстремума важным моментом является представление общего интервала существования значений переменного параметра в виде сегментов, которые позволяют извлекать нестационарные свойства СВР для выработки специальных правил обработки данных.

Целевая функция оптимизации поиска в случаях идентификации СВР задается в виде

$$F(I_{i,y}, I_{i,\lambda}, I_{i,u}, t) = I_{i,y} + \left[ 1 + a \cdot |I_{i,\lambda} - I_{i,u}| \right] \rightarrow \max, \quad (1)$$

где  $I_{i,y} = \int_0^t |y(t)| dt$ ,  $I_{i,\lambda} = \int_0^t |\lambda(t)| dt$ ,  $I_{i,u} = \int_{x_1}^{x_2} |u(x)| dx$  - соответственно интегралы по

модулю;

$y(t)$  – выходная величина по функции  $F(\cdot)$ ;

$\lambda(t)$  - интенсивность воздействия отрицательных внутренних факторов;

$u(x)$  - функция входного воздействия со значениями переменной  $x$ ;

$t$  – интервал времени поиска и оптимизации;

$a$  – масштабирующий коэффициент.

Возможности ГА при оптимизации параметров моделей идентификации СВР в системах управления технологическими процессами существенно расширяются благодаря применению интеллектуальных технологий анализа данных, способных обобщать и использовать свойства нечетких множеств, нечеткой логики и нейронных сетей (НС) [2].

При этом качество выполнения генетических операторов оценивается значениями функции приспособленности (ФП) особи эволюционного процесса, а конечный результат – по значениям функции (1). Чем выше приспособленность особи, тем сильнее выражены ФП потомков, полученных в результате популяции.

Для этого формируются информативные множества координатных точек в пространстве существования функции  $F(\cdot)$ , которые отражают эволюцию и движение точек в сторону оптимальных значений целевой функции. Каждая переменная особи поколения популяции, участвующая в поиске оптимального значения этой функции обозначается в виде набора хромосом, в частности переменная  $x_i$  в координатном пространстве представляется в виде последовательности точек  $x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{li}$ .

Задачи регуляции параметров на основе ГА с целью оптимизации идентификации СВР и обработки данных решаются при следующих принятых условиях [3]:

- генетические операторы кроссоверинга, мутации, генерации для образования нового поколения популяции особи не опираются на знания о локальном рельефе поверхности отклика целевой функции;
- при формировании поколения популяции особи не гарантируется нахождение лучших решений, чем родительских;
- диапазоны поиска числа особей для формирования популяции лучших поколений задаются с большим запасом и оптимальное решение задачи отыскивается внутри заданного диапазона значений переменных;
- чем больше число «неудачных» особей в процессе эволюции поколений, тем выше число обращений к целевой функции и время поиска глобального экстремума.

Спроектирован модифицированный ГА (МГА) с вычислительными схемами генетических операторов, элиминирования особей, регулярного поиска глобального экстремума с требованием, чтобы значение целевой функции при отобранном числе особей было наибольшим, а число обращений к целевой функции – наименьшим.

Дальнейшее развитие модели интеллектуального анализа данных основано на совмещении возможностей динамических моделей идентификации СВР, перетрансляция их свойств на НС, использования МГА при регулировании значений переменных целевой функции оптимизации. При данном подходе НС выполняет функции идентификатора и аппроксиматора СВР, которые представляют эффективные инструменты регуляции параметров структурных компонентов: активационной функции, весов нейронов, числа слоев и нейронов в слоях, архитектуры сети, которые адаптируются в условиях недостаточности априорных сведений и неопределенности параметров.

**Гибридная идентификация СВР на основе НС и МГА.** Интеллектуальная технология идентификации, анализа и обработки данных реализована на основе многослойной НС с адаптивными алгоритмами обучения. В этих условиях целевая функция оптимизации поиска задается с помощью следующих интегралов:

$$I_i(P, \lambda, t) = \int_0^t |\lambda(t) - y(P, \lambda, t)| dt \rightarrow \max; \quad (2)$$

$$I_i(P, u, t) = \int_0^t |u(t) - y(P, u, t)| dt \rightarrow \max, \quad (3)$$

где  $P$  - вектор параметров;

Входной вектор  $X$  задается по параметрам  $\lambda$  и  $u$  в виде

$$X = \begin{bmatrix} \lambda & u \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

Если требуется оценка интеграла целевой функции поиска глобального экстремума, то задается суммарное значение всех интегралов

$$I_{i,\Sigma}(P, X, t) = b \cdot \int_0^t |y(P, \lambda, t)| dt + \int_0^t |1 - y(P, u, t)| dt \rightarrow \min(\max), \quad (4)$$

где  $b$  - масштабирующий коэффициент.

Исследован случай, когда в качестве критерия эффективности технологии ИАД вводится функция штрафа в виде

$$F(P, X, t) = I_{i,\Sigma}(P, X, t) + b \cdot \lambda(t) \rightarrow \max. \quad (5)$$

ГА применяется для оптимизации целевой функции (5) на основе регулирования значений аргументов  $P, \lambda, u, t$ .

В качестве хромосомы для генотипов эволюционного процесса выступают следующие переменные:  $\mu$  - число особей в популяции поколений;  $t$  - время на оптимизацию процесса эволюции;  $D$  - интервал значений переменных, определяемых для поиска глобального экстремума;  $\rho(t)$  - вероятность правильного обращения к целевой функции, при которых  $F(\cdot)$  имеет максимальное значение;  $S$  - число обращений к целевой функции в реальном режиме времени;  $\lambda$  и  $u$  зависимые от времени  $t$ , задаваемые значениями  $x_1$  и  $x_2$  в аргументе  $X$ .

**Заключение.** Разработаны методические основы многоэкстремальной оптимизации при гибридной модели идентификации нестационарных объектов на основе динамических моделей и многослойной НС, включающих механизмы регулирования параметров с помощью МГА. Доказана эффективность применения МГА в качестве инструмента настройки параметров для оптимизации идентификации, обработки и прогнозирования СВР в системах мониторинга производственно-технических комплексов управления.

#### Список литературы / References

1. Генетические алгоритмы, искусственные нейронные сети и проблемы виртуальной реальности / Г.К. Вороновский, К.В. Махотило, С.Н. Петрашев, С.А. Сергеев. Харьков. Основа, 1997. С. 45-67.
2. Финн В.К. Об интеллектуальном анализе данных // Новости Искусственного интеллекта, 2004. № 3. С. 3-18.
3. Djumanov O.I. Adaptive designing for neuronetworking system of processing the data with non-stationary nature // "ATI - Applied Technologies & Innovations". Issue 1. Prague, 2011. Volume 4. Pp. 48-57.