

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ИДЕНТИФИКАЦИИ СЛУЧАЙНЫХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ НА ОСНОВЕ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ НАСТРОЙКИ ПАРАМЕТРОВ

Жуманов И.И.¹, Холмонов С.М.² Email: Жуманов17101@scientifictext.ru

¹Жуманов Исраил Ибрагимович – доктор технических наук, профессор,

²Холмонов Сунатилло Махмудович – ассистент,
кафедра информационных технологий,
Самаркандский государственный университет,
г. Самарканд, Республика Узбекистан

Аннотация: в статье разработан модифицированный генетический алгоритм (ГА) на основе совмещения, обобщения возможностей и использования свойств генетических операторов эволюционного моделирования. Разработан модифицированный генетический алгоритм, формирующий информативное множество координатных точек в пространстве существования целевой функции идентификации случайных временных рядов (СВР), которые отражают эволюцию и движение точек в сторону оптимальных значений. Предложена методика оптимизации поиска глобального экстремума путем представления общего интервала существования значений переменного параметра в виде сегментов, которые позволяют извлекать нестационарные свойства СВР для выработки специальных правил обработки данных. Исследована эффективность программного комплекса идентификации СВР на основе механизмов настройки параметров по рекуррентным зависимостям, традиционным и модифицированным ГА.

Ключевые слова: нестационарный объект, генетический алгоритм, идентификация, настройка параметров, оператор, диапазон поиска, вероятность решения, число обращений, целевая функция, оптимизация.

INVESTIGATION OF EFFICIENCY OF THE SOFTWARE FOR IDENTIFICATION OF RANDOM TIME SERIES ON THE BASIS OF GENETIC SETTING OF PARAMETERS

Jumanov I.I.¹, Kholmonov S.M.²

¹Jumanov Isroil Ibragimovich – Doctor of Technical Sciences, Professor;

²Kholmonov Sunatillo Mahmudovich – assistant,
INFORMATION TECHNOLOGIES DEPARTMENT,
SAMARKAND STATE UNIVERSITY,
SAMARKAND, REPUBLIC OF UZBEKISTAN

Abstract: in the article the modified genetic algorithm (GA) is developed on the basis of combination, generalization of possibilities and use of properties of genetic operators from evolutionary modeling. The modified genetic algorithm is developed to form an informative set of coordinate points in existence space of objective function of identifying random time series (RTS), which reflect evolution and movement of points towards optimal values. The technique for optimizing search of global extremum is proposed by presenting the general interval of existence of variable parameter values in the form of segments that allow extraction of non-stationary properties of RTS for developing special data processing rules. The effectiveness of the software complex is studied for identification of RTSs on the basis of mechanisms for tuning parameters by recurrence relations, traditional and modified GA.

Keywords: non-stationary object, genetic algorithm, identification, parameter adjustment, operator, search range, decision probability, number of calls, objective function, optimization.

УДК 658.512.011

Актуальность темы. Существующие подходы к реализации оптимизационных задач в основном базируются на эвристические методы поиска глобального оптимума со случайным перебором, отжигом, запретом. Оптимизация поиска достигается применением наиболее распространенных численных методов таких, как градиентного и наименьших квадратов, а также используют методы стохастического моделирования [1].

Основные подходы и принципы оптимизации идентификации СВР. В качестве наиболее эффективного и перспективного подхода к решению задачи многоэкстремальной оптимизации предлагается использование генетических алгоритмов (ГА), реализующих концептуальные принципы эволюционного моделирования на основе искусственного отбора и селекции наилучшей особи из заданного поколения популяции. Возможности ГА при оптимизации идентификации СВР в системах

управления технологическими процессами существенно расширяются благодаря применению интеллектуальных технологий анализа данных, способных обобщать и использовать свойства нейронных сетей (НС) [2].

В работе традиционный ГА совершенствуется введением следующих вычислительных схем [3]:

- статистического задания особей в популяции (схема 1);
- сортировки и элиминирования неперспективных особей (схема 2);
- адаптации параметров μ , D , размера поколения популяции (схема 3).

В результате получен модифицированный ГА, выполняющий следующие процедуры:

- статистическая селекция популяции поисковых точек и исключение “неудачных” потомков;
- регулярный поиск локальных экстремумов по модели типа деформируемого многогранника;
- смена поколений особи на основе элиминирования и замены неперспективных особей.

Особенностью модифицированного генетического алгоритма (МГА) является формирование информативного множества координатных точек в пространстве существования целевой функции идентификации СВР, которые отражают эволюцию и движение точек в сторону оптимальных значений. Каждая переменная особи (координата) поколения популяции СВР, 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 $x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{li}$.

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 [3].

Реализация модели идентификации СВР на основе МГА. Реализация МГА осуществлена в среде ППП Mathcad и включает следующие модули:

- пользовательская установка начальных условий;
- статистическое задание особей в популяции;
- сортировка и элиминирование неперспективных особей;
- вероятностная селекция группы особей для поиска локальных экстремумов;
- адаптация размера используемого набора обучающих данных;
- адаптация числа особей популяции μ в широком диапазоне поиска D и нахождение глобального экстремума;
- определение числа обращений к целевой функции, регулирование параметров поиска, оптимизация вычисления значений целевой функции;
- расчет влияния значений числа особей в популяции поколений μ ; диапазона определения глобального экстремума D ; вероятности ρ обращений к целевой функции S с получением рационального значения параметров оптимизации.

Исследование проведено по статистическим выборкам, размер которых составляет 10^4 измерений СВР. При тестировании МГА использованы встроенные функции Mathcad **interp** и **regress**.

На рис. 1 а) проиллюстрированы графики функции $\rho(\mu)$ при поиске глобального экстремума в зависимости от переменной μ . Результаты анализируются при трех введенных для модификации традиционного ГА вычислительных схемах. Сплошные линии означают результаты по схемам 1, 2, 3, а штрих-пунктирные линии – значимость функции $\rho(\mu)$. Значение критерия оценивается с гарантийной вероятностью 0,97.

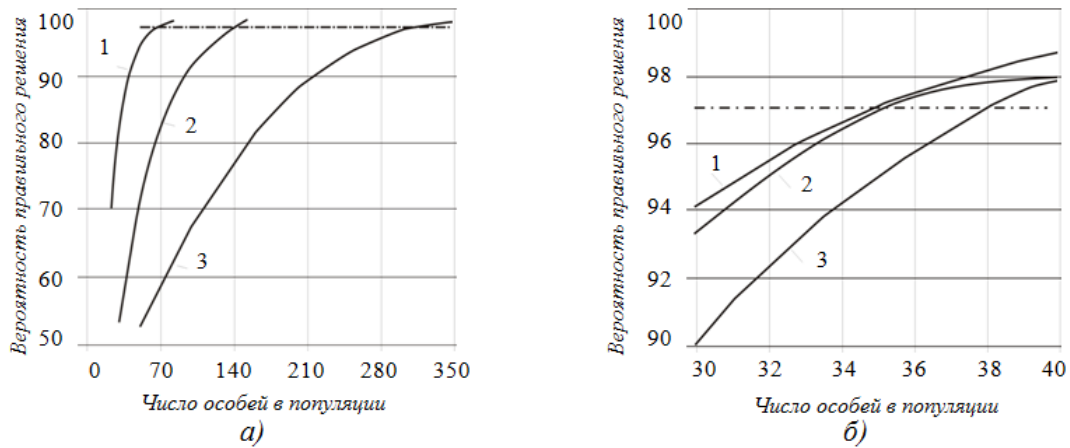


Рис. 1. Иллюстрация эффективности МГА

На рис. 1. б) проиллюстрированы графики функции $\rho(\mu)$, полученные с помощью МГА (линия синего цвета), традиционной ГА (линия красного цвета) и алгоритм обучения НС (линия черного цвета).

Эффект от применения МГА по графикам функции $\rho(\mu)$ оценивается в виде разностей площади на плоскости координат, который повышается с 1.6 до 5.2 раза.

Для получения штрафов при оптимизации целевой функции анализируются графики $\lambda(\mu)$ интенсивности воздействия внутренних отрицательных факторов, где в качестве генотипов в поколении популяции выступают переменные μ .

На рис. 2 показаны графики вероятностной функции $\lambda(\mu)$. Оценки значения целевой функции при поиске глобального экстремума измеряются на оси ординат, значения которой отражают моду кривой распределения, а точки в виде эксцессы кривой распределения показывают число обращений S .

Графики иллюстрируют также состояния решений задачи оптимизации, когда все точки стянулись в одну точку глобального экстремума. Здесь же можно судить о временных потерях из-за неправильной оптимизации.

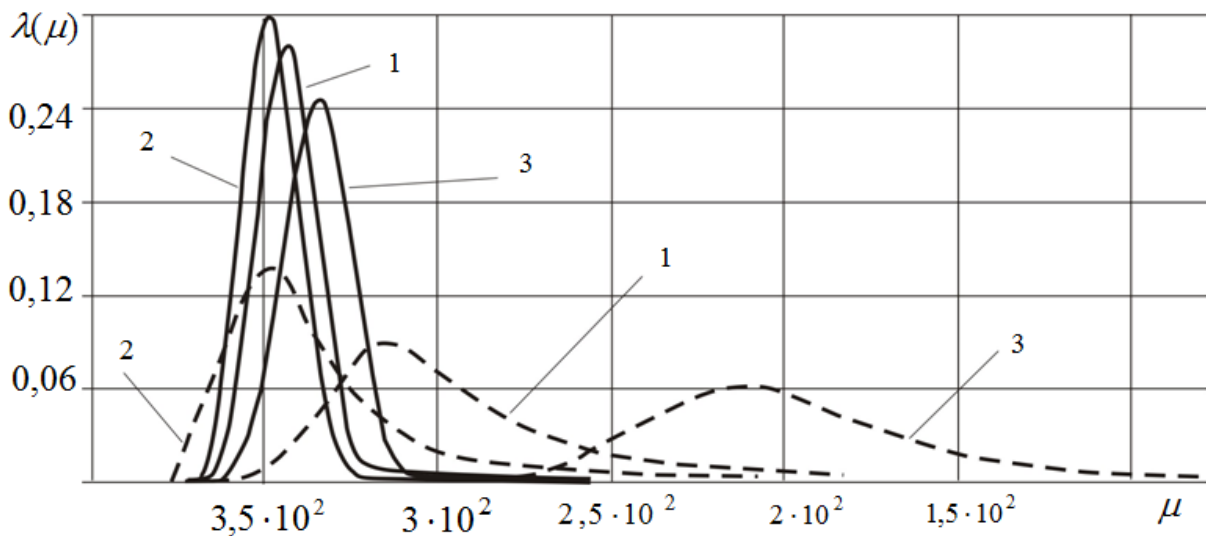


Рис. 2. Иллюстрация потери целевой функции

Линия черного цвета отражает вероятности потери от применения МГА, синего цвета традиционного ГА, линии красного цвета рекуррентных зависимостей для настройки параметров гибридных моделей идентификации СВР.

Нетрудно заметить, что МГА способствует уменьшению числа особей, участвующих при формировании нового эффективного поколения популяции и значении функции $\lambda(\mu)$.

Заключение. Таким образом, в результате исследования установлены оптимальные значения переменных μ – числа особей в популяции СВР; ρ – вероятности правильного обращения к целевой функции; s – числа обращений; D - диапазона поиска; $\lambda(t)$ – интенсивности неправильных обращений к целевой функции; x_j - функции входного воздействия $u(t)$. Наблюдаются положительные результаты при поиске глобального экстремума даже за пределами диапазона значений переменной D .

Список литературы / References

1. Генетические алгоритмы, искусственные нейронные сети и проблемы виртуальной реальности / Г.К. Вороновский и др. Харьков/ Основа, 1997. С. 45-67.
2. Джуманов О.И. Система интеллектуального анализа и обработки данных на основе генетических алгоритмов контроля достоверности изображений непрерывных объектов // X Международная Азиатская школа «Проблемы оптимизации сложных систем»/ Иссык-Кульская область. С. Булан-Соготу, 2014. С. 249-254.
3. Djumanov O.I., Kholmonov S.M. The modified model of training of neural networks in computer industrial systems with modules for nonstationary objects images processing // Control and Management. South Korea, Seoul – Uzbekistan. Tashkent, 2016. № 5. P. 54-58.