

АНАЛИЗ И МЕТОДЫ ИНТЕРАКТИВНОЙ СИСТЕМЫ

Теплов Александр Владимирович

магистрант 2 курса, факультет «Политехнический институт»

Девятина Джамиля Шаяровна

магистрант 1 курса, факультет «Политехнический институт»

Лобынцева Ольга Алексеевна

магистрант 1 курса, факультет «Политехнический институт»

научный руководитель: **Бодров Андрей Сергеевич**

кандидат технических наук, доцент

Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, г. Орел

Аннотация. В данной статье представлены методы, которые входят в интерактивную систему идентификации математических моделей, которая может применяться в различных областях знаний.

Ключевые слова: математическая модель, методы, система идентификации.

Современный технологический процесс представляет собой сложную систему, которая может описываться множеством нелинейных функций [1- 2]. Классический подход к оптимизации технологических процессов основан на построении модели процесса. Для этого исследуемую производственную систему разбивают на подсистемы, для которых строят математические модели [1-3]. Таким образом, для каждого объекта получается набор моделей, которые характеризуются различными возможностями, свойствами и затратами на разработку. Для системного моделирования необходимо выбрать и построить один из возможных типов модели каждого объекта системы для последующего их объединения в единую систему моделей.

Существующее программное обеспечение (ПО), позволяющее выполнять параметрическую идентификацию таких моделей, обладает рядом недостатков, среди которых наиболее существенными является высокая цена и длительное время обучения пользователя для работы с ним. ПО отечественной разработки по данной тематике на рынке программных продуктов практически отсутствует. Таким образом, разработка доступного отечественного программного обеспечения для параметрической идентификации математических моделей является актуальной задачей.

Для её решения разработана «Интерактивная система идентификации математических моделей (ИСИММ)», включающая в себя наиболее эффективные численные методы,

обладающая простым интерфейсом и не требующая длительного обучения. Она реализована в среде Microsoft Visual Studio и состоит из двух частей:

- 1) Программы-оболочки для создания проекта и его компиляции, где осуществляется редактирование исходных данных, начальных приближений, штрафных функций и целевой функции;
- 2) Реализация вычислительных методов осуществлена во второй части программы рис. 1, которая не доступна для редактирования пользователем. Здесь хранятся библиотеки, включающие наиболее эффективные вычислительные методы. В настоящий момент реализованы следующие алгоритмы: метод Гаусса – для реализации линейных моделей, алгоритмы нейронной RBF-сети – для моделей типа «черный ящик», генетический метод и алгоритм Хука-Дживса.

В основу генетического алгоритма взяли и модифицировали классический метод Дж. Холланда. Его модификация заключается в следующем [1]. В популяции случайным образом генерируются не сами искомые параметры, а их приращения. При отсутствии изменений целевой функции за 300 поколений, шаг генерации уменьшается на порядок и приращения суммируются с параметрами модели. Далее цикл повторяется до заданной точности. Для исключения потерь эффективных приращений в скрещивании участвуют все особи. Затем из популяции удаляется 85% худших, по значениям целевой функции, особей, а оставшиеся переходят в следующее поколение. Процент мутации при скрещивании генерируемых особей равен 10-15 %.

RBF-сеть представляет собой системный алгоритм, который может классифицировать данные или делать прогнозы. Основное отличие сети RBF от классических нейронных сетей заключается в использовании в качестве функции активации радиально базисных зависимостей. Выходом сети служит линейная комбинация параметров нейрона и радиальных базисных функций входов. При использовании сети RBF для классифицирования и прогнозирования, задача состоит в том, чтобы найти ряд значений для центроидов, ширин, весов и тенденций так, чтобы вычисленные значения лучше всего соответствовали экспериментальным. Это называется обучением сети РБФ. Программа состоит из двух основных классов, класса непосредственно реализующего алгоритм RBF сети и класса производящего ее обучение. Для обучения были выбраны методы конфигураций Хука-Дживса (МКХД) и роя частиц (МРЧ).

Для параметрической идентификации нелинейных моделей вначале осуществляется настройка параметров алгоритмов (выбор начальных значений, шага изменения, размера популяции и т.п.), а затем производятся расчёты по идентификации математических моделей. При необходимости исходные данные для расчёта могут подгружаться из структурированного

текстового файла.

После задания структуры математической модели с помощью арифметических операций, объявления требуемых переменных и массивов, а также задания диапазона ограничений на искомые параметры модели, пользователь компилирует проект в исполняемый файл на платформе .Net Framework 4.0 и выше. Затем выбирается необходимый алгоритм решения и задаются начальные приближения параметров модели, после чего задача запускается на выполнение. Средняя относительная погрешность RBF сети при обучении методом конфигурации Хука-Дживса составила $\pm 2,7\%$, а методом роя частиц $\pm 3,4\%$.

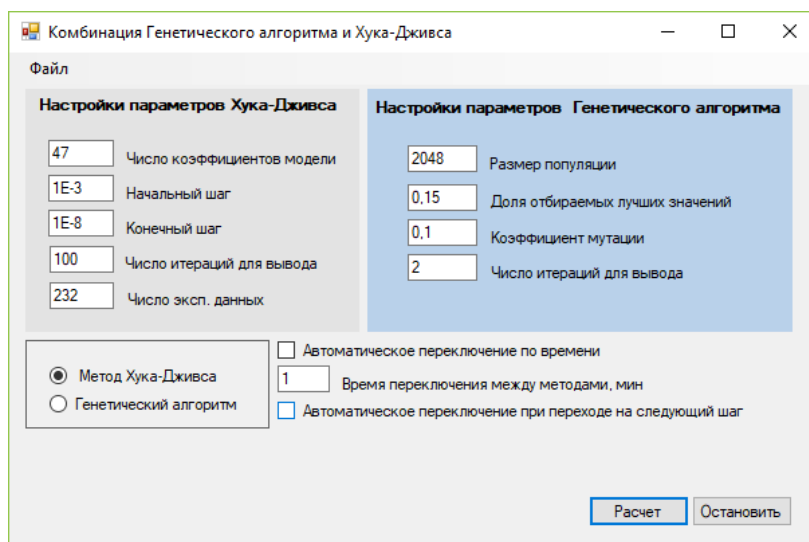


Рис.1. Окно настроек программы интерактивной системы идентификации математических моделей

Таким образом, разработана и опробована на производственных данных интерактивная система идентификации математических моделей. Она может быть использована для моделирования и оптимизации технологических процессов в химической, пищевой и других отраслях промышленности.

Список литературы:

1. Битюков В.К., Тихомиров С.Г., Арапов Д.В., Саввин С.С. Моделирование процесса пиролиза прямогонного бензина с использованием генетического алгоритма // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2015. № 3 (65). С. 79-84.
2. Петров С.М., Арапов Д.В., Курицын В.А. Уравнения для расчета на ЭВМ физико-химических свойств водных растворов сахарозы // Сахар. 2014. № 4. С. 44-53.
3. Арапов Д.В., Курицын В.А., Петров С.М., Горильченко Р.Л. Оптимальный режим водоблока ТЭЦ сахарного завода // Сахар. 2009. № 6. С. 50-56.