

Проект № 16-41-730784, конкурс: p_a,

Название: Параллельные гибридные алгоритмы параметрической идентификации математических моделей сложных технических систем.

Руководитель: Цыганов А.В., **исполнители:** Цыганова Ю.В, Голубков А.В.

Сроки выполнения: 2016–2018.

Научно-популярная аннотация проекта

Для описания, исследования и моделирования природных и техногенных объектов, процессов и явлений ученые используют их математические модели. Эти модели помогают оценивать и предсказывать поведение исследуемого объекта или явления на основе имеющихся экспериментальных данных. При построении математической модели сначала выбирают ее структуру (решают задачу *структурной идентификации*), а затем определенным образом подбирают параметры математической модели (решают задачу *параметрической идентификации*). Например, если модель описывает движение объекта по сложной траектории, то в качестве параметров модели можно рассматривать характеристики движения (координаты, скорость, ускорение), если модель описывает распространение загрязняющего вещества, то таким параметрами могут быть характеристики среды (коэффициент диффузии или скорость конвекции).

При моделировании реальных объектов, процессов и явлений структура математической модели может оставаться неизменной, однако параметры модели могут меняться в процессе функционирования объекта. Поэтому необходимо вовремя обнаруживать изменение параметров и находить их новые значения. Нахождение значений неизвестных параметров модели называют *параметрической идентификацией*. Задача параметрической идентификации является одной из важнейших и актуальных задач, возникающих в различных областях науки и техники, таких как: навигация, биология и медицина, экология, метеорология и др. Она решается с помощью специально разработанных для выбранного класса моделей алгоритмов, которые называют *алгоритмы параметрической идентификации*. Эти алгоритмы опираются на *измерения* – данные о наблюдаемом объекте или процессе, поступающие от измерительных приборов – *сенсоров*. По данным измерений требуется как можно точнее определить параметры математической модели, чтобы она была адекватна реальному объекту.

На практике задача параметрической идентификации осложняется тем, что измерения обычно являются неточными, что объясняется несовершенством измерительных приборов. Такие измерения называют *зашумленными*. Кроме того, параметрическую

идентификацию часто требуется выполнять в режиме реального времени. Таким образом, в алгоритмах параметрической идентификации особое внимание уделяют точности и скорости решения. Еще одним важным требованием к таким алгоритмам является устойчивость к ошибкам машинного округления, неизбежно возникающим в ходе расчетов на ЭВМ. Проект направлен на разработку новых методов параметрической идентификации математических моделей сложных технических систем, которые удовлетворяли бы перечисленным требованиям.

Одним из популярных подходов к решению задачи параметрической идентификации является минимизация по параметрам выбранного для определенного класса моделей *функционала качества*, который строится на основе доступных измерений. Численная минимизация функционала качества классическими методами требует хорошего начального решения, в противном случае процесс поиска решений может оказаться очень медленным или вообще может не дать удовлетворительного результата. Для быстрого нахождения хорошего начального решения в проекте предлагается использовать параллельные реализации метаэвристических алгоритмов оптимизации. *Метаэвристики* – это общие эвристики, то есть не обоснованные строго правила, позволяющие находить близкие к оптимальным решения различных задач оптимизации за приемлемое время. Часто эти алгоритмы имитируют некоторые биологические или физические процессы. Примеры метаэвристик: генетический алгоритм, метод имитации отжига. Параллелизм в таких алгоритмах может использоваться как для ускорения вычислений, так и для повышения качества получаемого решения. Дальнейшее улучшение найденного решения предлагается выполнять классическими методами численной оптимизации, например, методами ньютоновского типа. Такая комбинация эвристических и точных методов в проекте называется *гибридным алгоритмом*. Для повышения устойчивости разрабатываемых алгоритмов к ошибкам машинного округления в проекте используются специальные *ортогонализированные алгоритмы*, основанные на численно устойчивых ортогональных преобразованиях массивов данных.

В Ульяновской области существуют несколько крупных предприятий (НПО «Марс», ЗАО «Авиастар-СП», АО «Ульяновский механический завод», ОАО «Утес»), чья научно-производственная деятельность связана с разработкой наукоемкой продукции. Результаты предлагаемого исследования могут быть использованы на предприятиях Ульяновской области при решении прикладных задач управления сложными техническими системами, в частности, задач контроля движения подвижных объектов при маневрировании по сложной траектории, а также при разработке систем навигации, ориентации и наведения.