

## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ НАДВОДНОГО СУДНА

Ф.Б. Карашаева (Университет ИТМО, Санкт-Петербург), О.И. Борисов (Университет ИТМО, Санкт-Петербург), В.С. Громов (Университет ИТМО, Санкт-Петербург)

Научный руководитель – А.А. Пыркин (Университет ИТМО, Санкт-Петербург)

Одним из фундаментальных направлений теории систем управления является разработкой алгоритмов адаптивного управления. Системы такого класса имеют способность динамически подстраиваться к неизвестным (возможно нестационарным) параметрам объекта управления, а также внешних возмущающих воздействий. Адаптивные системы управления подразделяются на две категории: системы с прямой адаптацией с непосредственной настройкой параметров регулятора и системы с косвенной адаптацией, построенных на базе идентификации параметров объекта или возмущения.

В данной работе рассматривается динамическая модель надводного судна с неизвестными параметрами. Целью является исследование различных методов идентификации, в числе которых метод наименьших квадратов (МНК), градиентный метод, метод динамического расширения регрессора (ДРР).

Перед применением каждого из вышеупомянутых методов идентификации первым этапом необходимо выполнить параметризацию математической модели с использованием линейной регрессии. Отметим, что важным условием достижения сходимости оценок параметров является выбор независимых компонентов вектора регрессора. Далее рассматривается три различных подхода параметрической идентификации.

Метод наименьших квадратов относится к статическим методам. При использовании данного метода необходимо ввести критерий качества идентификации – сумма квадратов ошибки оценивания. Оценка параметра формируется по набору конечного набора измерений.

Градиентный метод оценивания параметров, в отличие вышеописанного подхода, относится к динамическим методам, что позволяет настраивать оценку параметров онлайн при получении новых измерений. Для сходимости полученных оценок, необходимо, чтобы регрессор удовлетворял условию неисчезающего возбуждения, то есть скорость изменения параметра должна быть больше скорости изменения ошибки.

Метод динамического расширения регрессора так же относится к типу динамических. Для построения данного метода необходимо ввести линейные операторы, число которых на единицу меньше порядка линейной регрессии. Далее необходимо отфильтровать компоненты регрессионной модели через введенные операторы, после чего сформировать систему с расширенным регрессором, которая представляет собой объединение исходной линейной регрессии, а также ее фильтрованных сигналов. Для получения набора скалярных регрессионных моделей, общее количество которых равно порядку рассматриваемого объекта, необходимо матрицу фильтрованных регрессий умножить на ее присоединенную матрицу алгебраических дополнений, после чего применить алгоритм адаптации. Отметим ключевые особенности данного метода, отличающие его от аналогов. Во-первых, для метода ДРР наличие неисчезающего возмущения не является необходимым условием, наличие которого, с другой стороны, гарантирует экспоненциальную сходимость. Во-вторых, использование метода ДРР позволяет существенно повысить быстродействие процесса оценивания нескольких параметров в сравнении с аналогами. В-третьих, подход ДРР обеспечивает монотонность переходных процессов.

В работе с помощью численного моделирования произведена идентификация параметров динамической модели надводного судна. Произведен сравнительный анализ показателей качества переходных процессов при использовании трех методов параметрической идентификации.

Автор

Ф.Б. Карашаева

Научный руководитель

А.А. Пыркин