

**УДК 681.51**

## **ИТЕРАТИВНАЯ ПРОЦЕДУРА СИНТЕЗА АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ НА БАЗЕ ИНТЕГРАЛЬНОГО АЛГОРИТМА АДАПТАЦИИ**

**Суздаев О.Д.**

**Научный руководитель – доцент Герасимов Д.Н.**

### **Аннотация**

Рассматривается задача улучшения сходимости алгоритма адаптивного управления нелинейными каскадными системами с нарушением условий согласования. Предложенный подход отличается тем, что настройка параметров регулятора осуществляется с помощью интегрального алгоритма адаптации с ускоренной параметрической сходимостью, генерирующего как оценки параметров регулятора, так и их старшие производные, требуемые для расчета закона управления. Увеличение скорости настройки параметров и расчет старших производных обеспечивается за счет фильтрации регрессора. В целях исключения неограниченного роста элементов вектора состояния на конечном интервале времени (проблема, характерная для нелинейных систем) вводится демпфирующая “сильная” обратная связь. В целях проверки свойств замкнутой системы управления приводятся результаты моделирования.

### **Введение.**

Регуляторы, разработанные с использованием предложенного метода, можно найти в таких приложениях как управление надводным судном, электрогидравлическими системами с существенными нелинейностями, возмущениями и вариации параметров.

В основе существующих решений лежит градиентный алгоритм адаптации, обладающий ограниченной параметрической сходимостью. Скорость настройки этого алгоритма не может быть произвольно увеличена, а значит может быть произвольно плохой с практической точки зрения. Как следствие, возникает необходимость в увеличении скорости настройки. Это можно решить с помощью применения интегрального алгоритма адаптации (алгоритма Крейссельмейера), обладающего ускоренной сходимостью и, как может быть показано, позволяющего генерировать старшие производные настраиваемых параметров, требуемых для расчета в итеративной процедуре синтеза (бэкстепинге)

### **Основная часть.**

Решение задачи осуществляется в несколько этапов:

1. Итеративная процедура синтеза, в ходе которой синтезируются виртуальные и актуальный (искомый) законы управления, сводится к модели ошибок состояния, на базе которой могут быть построены алгоритмы адаптации. В предложенной процедуре для реализации законов управления требуются старшие производные от настраиваемых параметров.

2. Синтез обобщенного интегрального алгоритма адаптации (алгоритма Крейссельмейера) с ускоренной сходимостью. Показано, что алгоритм позволяет увеличить скорость настройки параметров регулятора и рассчитать старшие производные от настраиваемых параметров.

3. С помощью серии модельных экспериментов показано, что обеспечивается стремление ошибки управления к нулю. Показано, что в приведенном решении скорость настройки регулятора может быть существенно увеличена путем изменения параметров регулятора.

### **Заключение.**

Итеративная процедура синтеза управления сводится к модели ошибок, используемой для построения адаптивного алгоритма с быстрой параметрической сходимостью.

Улучшение сходимости достигается путем включения линейного фильтра в алгоритм адаптации.

В настоящее время ведутся исследования по следующим направлениям:

- анализ робастности предложенного алгоритма.
- применение в предложенном решении алгоритма адаптации с динамическим расширением регрессора.
- реализация гибридных схем с улучшенной параметрической сходимостью.

[1] I.Kanellakopoulos, P.V.Kokotovic' and A.S.Morse, Systematic Design of Adaptive Controllers for Feedback Linearizable Systems, IEEE Trans. Automatic Control, AC-36, pp. 1241-1253, 1991.

[2] M. Krstic', I. Kanellakopoulos and P.V. Kokotovic', Nonlinear and Adaptive Control Design. New York: Wiley, 1995.

Суздаев О.Д. (автор)

Подпись

Герасимов Д.Н. (научный руководитель)

Подпись