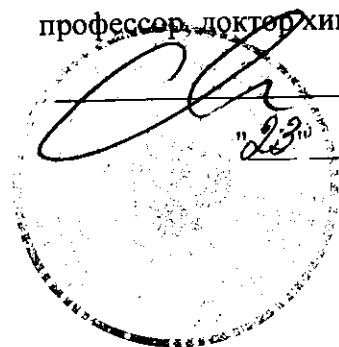


**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по научной работе  
Санкт-Петербургского государственного университета

профессор, доктор химических наук

С.П. Туник



11 2015 г.

**ОТЗЫВ**

ведущей организации на диссертационную работу

Лызловой Марии Владимировны

**«Адаптивное управление треугольными системами  
с переменными параметрами»,**

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по  
специальности 05.13.01 — «Системный анализ, управление и обработка информации  
(технические системы)»

**Актуальность для науки и практики**

Диссертационная работа Лызловой М. В. посвящена решению актуальных проблем адаптивного управления треугольными системами с переменными параметрами. В работе на самом современном научном уровне рассмотрен широкий круг вопросов. Представлены алгоритмы адаптивного управления с простой структурой для класса линейных параметрически неопределенных объектов с переменными параметрами, треугольной матрицей состояния и произвольной относительной степенью. Полученные теоретические результаты были применены для решения практических задач адаптивного управления крутящим моментом инжекторного двигателя внутреннего сгорания (ДВС) и задачи адаптивного трехканального управления температурой, влажностью воздуха и концентрацией  $\text{CO}_2$  в парниковой теплице.

Диссертация М. В. Лызловой состоит из введения, четырех глав, заключения и списка используемой литературы.

**Первая глава** диссертации посвящена обзор научных информационных источников, на основе которого автор производит сравнительный анализ методов адаптивного управления для систем с переменными параметрами и простыми алгоритмами управления.

**Во второй главе** проведены теоретические исследования задачи адаптивного управления по состоянию объектами с переменными параметрами и треугольной структурой. Показано, что предложенный закон управления обеспечивает в замкнутой системе ограниченность всех сигналов и асимптотическое стремление ошибки к окрестности нулевого положения равновесия. Закон адаптивного управления имеет простую структуру, которая заключается в относительно низком динамическом порядке регулятора, равным единице.

**Третья глава** посвящена решению задачи управления крутящим моментом инжекторного ДВС. Строится математическая модель крутящего момента инжекторного ДВС, неизвестные параметры и статические функции которой идентифицируются на основе алгоритма наименьших квадратов и данных, полученных в ходе тестирования автомобиля Chevrolet Tahoe. Регулятор был построен на основе подхода, разработанного в главе 2.

**В четвертой главе** представлено решение задачи адаптивного трехканального управления температурой, концентрацией  $\text{CO}_2$  и влажностью в теплице. В основе синтеза регулятора лежит параметрически неопределенная нелинейная модель микроклимата теплицы и приведенный в главе 2 метод адаптивного управления.

#### **Основные научные результаты:**

1. Разработан метод адаптивного управления нестационарными параметрически неопределенными линейными объектами с треугольной матрицей состояния и произвольной относительной степенью. Закон управления имеет простую структуру, которая заключается в относительно низком динамическом порядке регулятора, равным единице.

2. Построена математическая модель крутящего момента инжекторного ДВС, неизвестные параметры и статические функции которой идентифицируются на основе алгоритма наименьших квадратов и данных, полученных в ходе тестирования автомобиля Chevrolet Tahoe с 8-и цилиндровым V-образным двигателем.

3. На основе разработанного метода синтезирован алгоритм адаптивного управления крутящим моментом ДВС.

4. Построена математическая модель микроклимата парниковой теплицы, ориентированная на синтез трехканального управления температурой, влажностью воздуха, а также концентрацией  $\text{CO}_2$  в парниковой теплице.

5. На основе разработанного метода получен алгоритм адаптивного трехканального управления температурой и влажностью воздуха и концентрацией  $\text{CO}_2$  в парниковой теплице.

### **Практическая значимость полученных научных результатов**

Полученные алгоритмы управления могут быть применены в задачах управления по состоянию нестационарными параметрически неопределенными системами с треугольной структурой и произвольной относительной степенью. В частности, в диссертационной работе предлагается решение задачи слежения крутящего момента ДВС за эталонным значением и решение задачи многоканальной стабилизации температуры и влажности воздуха, а также концентрации  $\text{CO}_2$  в парниковой теплице.

Положительно оценивая работу в целом, следует, однако, сделать несколько замечаний:

1. В главе 2 рассматриваемая модель (1) относится к классу моделей объектов более узкому, нежели класс треугольных систем, т.к. в матрице  $A(t)$  в последних  $m$  столбцах под главной диагональю стоят нулевые элементы.

2. В работе представлены три алгоритма адаптации. В предложенных алгоритмах присутствуют положительные коэффициенты  $\gamma$ ,  $\sigma$ . Настраиваемый параметр  $\omega$  может быть увеличен произвольным образом путем увеличения коэффициента  $\gamma$  в алгоритмах адаптации. Однако не приведены рекомендации по выбору коэффициентов  $\gamma$ ,  $\sigma$ .

3. В работе в разных местах для разных величин используется одно и то же обозначение  $\xi$ , что часто мешает при детальном разборе формул.



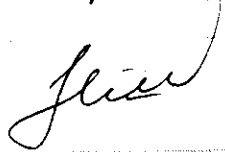
4. В работе показано, что полученные результаты применяются для решения задачи адаптивного трехканального управления температурой, влажностью воздуха и концентрацией углекислого газа в теплице, но не представлены результаты сравнения с экспериментальными. Были ли эти результаты применены где-нибудь на практике?

На основании изложенного считаем, что диссертационная работа М. В. Лызловой по своему содержанию, полученным в ходе исследований результатам и оформлению, удовле-

творяет всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 - системный анализ, управление и обработка информации (в технических системах), а ее автор М. В. Лызлова заслуживает присуждения ему искомой ученой степени.

Отзыв на диссертационную работу и автореферат составлен профессором кафедры системного программирования СПбГУ, доктором физ-мат наук, профессором О.Н. Граничиным.

Отзыв заслушан, обсужден и одобрен на заседании кафедры системного программирования СПбГУ, протокол № 26 от «17» ноября 2015 года.

Профессор кафедры системного программирования СПбГУ Доктор физ-мат наук, профессор			О.Н. Граничин
Заведующий кафедрой системного программирования СПбГУ Доктор физ-мат наук, профессор			А.Н. Терехов
Ученый секретарь кафедры системного программирования СПбГУ			М.Х. Немешев