

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР А. М. ШАЛАГИН

Институт автоматики и электрометрии СО РАН

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА: Ю. Н. ЗОЛОТУХИН,
В. К. МАЛИНОВСКИЙ

Институт автоматики и электрометрии СО РАН

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ В. П. БЕССМЕЛЬЦЕВ
Институт автоматики и электрометрии СО РАН

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

А. Л. АСЕЕВ	Сибирское отделение РАН
И. В. БЫЧКОВ	Институт динамики систем и теории управления СО РАН
С. Н. ВАСИЛЬЕВ	Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН
Ю. И. ЖУРАВЛЕВ	Вычислительный центр им. А. А. Дородницына РАН
В. С. КИРИЧУК	Институт автоматики и электрометрии СО РАН
Г. Н. КУЛИПАНОВ	Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН
Ю. Н. КУЛЬЧИН	Дальневосточное отделение РАН
Г. Г. МАТВИЕНКО	Институт оптики атмосферы им. В. Е. Зуева СО РАН
Е. С. НЕЖЕВЕНКО	Институт автоматики и электрометрии СО РАН
О. И. ПОТАТУРКИН	Институт автоматики и электрометрии СО РАН
В. А. СОЙФЕР	Институт систем обработки изображений РАН
А. А. СПЕКТОР	Новосибирский государственный технический университет
Ю. В. ЧУГУЙ	Конструкторско-технологический институт научного приборостроения СО РАН
В. Ф. ШАБАНОВ	Институт физики им. Л. В. Киренского СО РАН
Ю. И. ШОКИН	Институт вычислительных технологий СО РАН

УЧРЕДИТЕЛИ ЖУРНАЛА:

Сибирское отделение РАН,
Институт автоматики и электрометрии СО РАН

Заведующая редакцией Р. П. ШВЕЦ

Сдано в набор 6.08.2012. Подписано в печать 18.09.2012. Формат (60 × 84) 1/8. Офсетная печать.
Усл. печ. л. 13,95. Усл. кр.-отт. 11,2. Уч.-изд. л. 11,2. Тираж 157 экз. Свободная цена. Заказ № 351.
Журнал зарегистрирован в Министерстве РФ по делам печати, телерадиовещания
и средств массовых коммуникаций 31.05.2002.
Свидетельство ПИ № 77-12809

Адрес редакции: Институт автоматики и электрометрии СО РАН,
просп. Академика Коптюга, 1, Новосибирск 630090,
тел. 8 (383) 330-79-38, E-mail: automr@iae.nsk.su
<http://sibran.ru>
Издательство СО РАН, Морской просп., 2, Новосибирск 630090.
Отпечатано на полиграфическом участке Издательства СО РАН

© Сибирское отделение РАН,
Институт автоматики и
электрометрии СО РАН, 2012

А В Т О М Е Т Р И Я

ОСНОВАН В ЯНВАРЕ 1965 ГОДА

ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД

Том 48

2012

№ 5

СЕНТЯБРЬ — ОКТЯБРЬ

СОДЕРЖАНИЕ

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Рапопорт Э. Я., Плешивцева Ю. Э. Оптимальное управление нелинейными объектами технологической теплофизики	3
Французова Г. А. Свойства различных типов систем автоматического поиска экстремума, основанных на методе локализации	14
Юркевич В. Д. Расчёт и настройка регуляторов для нелинейных систем с разнотемповыми процессами	24
Белоконь С. А., Золотухин Ю. Н., Мальцев А. С., Нестеров А. А., Филиппов М. Н., Ян А. П. Управление параметрами полёта квадрокоптера при движении по заданной траектории	32
Асанов А. З., Демьянов Д. Н. Аналитический синтез физически реализуемых регуляторов для многосвязных объектов на основе технологии вложения	42
Шпилевая О. Я. Дискретные адаптивные регуляторы для систем с параметрическими возмущениями	50
Востриков А. С., Пономарев А. А. Метод настройки регулятора газовоздушного тракта на основе принципа локализации	58
Дударенко Н. А., Полякова М. В., Ушаков А. В. Контроль вырождения дискретных многоканальных систем с кратными интервалами дискретности	66
Шестаков А. Л., Ибряева О. Л., Иосифов Д. Ю. Решение обратной задачи динамики изменений с использованием вектора состояния первичного измерительного преобразователя	74

АНАЛИЗ И СИНТЕЗ СИГНАЛОВ И ИЗОБРАЖЕНИЙ

Киричук В. С., Косых В. П. Построение многоканального фильтра для обнаружения точечных объектов в изображении, формируемом матричным фотоприёмником	82
Резник А. Л., Ефимов В. М., Соловьев А. А., Торгов А. В. О безошибочном считывании случайных дискретно-точечных полей	93
Борзов С. М., Потатуркин О. И. Обнаружение антропогенных зон на основе поиска пространственных аномалий в крупномасштабных спутниковых изображениях	104
Соколова Д. О., Спектор А. А. Классификация движущихся объектов по спектральным признакам сейсмических сигналов	112
Райфельд М. А. Увеличение мощности непараметрических критериев масштаба на основе группировки данных с использованием порядковых статистик	120

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ

УДК 62-40

ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ НЕЛИНЕЙНЫМИ ОБЪЕКТАМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ТЕПЛОФИЗИКИ*

Э. Я. Рапопорт, Ю. Э. Плешивцева

*Самарский государственный технический университет,
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: rapoport@samgtu.ru*

Устанавливается кусочно-постоянный (релейный) характер сосредоточенных управляющих воздействий в задачах оптимального управления по базовым критериям быстродействия и энергопотребления широким кругом нелинейных объектов технологической теплофизики с распределёнными параметрами. На этом основании искомые программные управления в целом ряде практически встречающихся ситуаций могут быть найдены предложенным авторами алгоритмически точным (альтернативным) методом. В качестве примера, представляющего самостоятельный интерес, рассматривается задача оптимального управления нелинейными моделями процесса индукционного нагрева металлических полуфабрикатов перед последующей обработкой давлением.

Ключевые слова: оптимальное управление, технологическая теплофизика, система с распределёнными параметрами, оптимизация по быстродействию, минимизация энергопотребления, релейные управляющие воздействия, индукционный нагрев.

Введение. В работах [1–4] предложен конструктивный, алгоритмически точный (альтернативный) метод решения краевых задач оптимального управления (ЗОУ) системами с распределёнными параметрами (СРП) в условиях заданной точности равномерного приближения к требуемому конечному состоянию объекта, базирующийся на специальной предварительной процедуре последовательной параметризации искомых управляющих воздействий (УВ).

Такая процедура становится выполнимой при заведомо известной структуре оптимальных программных управлений в пространственно-временной области их определения с заданным характером непрерывного изменения УВ на всех участках, из которых составляется в итоге оптимальная программа. В свою очередь, структура программных УВ в ЗОУ СРП может быть найдена в целом ряде модельных ситуаций с помощью аналитических условий оптимальности в совокупности с дополнительной информацией о свойствах оптимизируемых процессов в конкретной предметной области [1–6]. Однако этот путь, связанный с использованием стандартного аппарата классических методов оптимизации, например в форме принципа максимума Понтрягина, приводит к достаточно простым и эффективным результатам в основном применительно к ЗОУ СРП с линейными моделями объекта управления [1–6].

Краевая задача принципа максимума в ЗОУ с нелинейными моделями СРП становится чрезмерно сложной, прежде всего, за счёт аналитически неразрешимой нелинейной системы дифференциальных уравнений для сопряжённых переменных, и установить однозначным образом на основе решений данной задачи искомую структуру управляющих воздействий, как правило, не удаётся.

* Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 12-08-00277).