

Динамика систем и процессы управления

Тезисы докладов Международной конференции,
посвященной 90-летию со дня рождения
академика Н.Н. Красовского



Abstracts of International Conference dedicated
to the 90th Anniversary of Academician N.N. Krasovskii

Systems Dynamics
and Control Processes

**Systems Dynamics
and Control Processes
SDCP'2014**

Abstracts of International Conference dedicated
to the 90th Anniversary of Academician N. N. Krasovskii

Ekaterinburg, Russia
September 15–20, 2014

Ekaterinburg
2014

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ И МЕХАНИКИ ИМ. Н. Н. КРАСОВСКОГО
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ПЕРВОГО ПРЕЗИДЕНТА РОССИИ В. Н. ЕЛЬЦИНА

Динамика систем и процессы управления

Тезисы докладов Международной конференции,
посвященной 90-летию со дня рождения
академика Н. Н. Красовского

Екатеринбург, Россия
15–20 сентября 2014 г.

Екатеринбург
ИММ УрО РАН · УРФУ
2014

УДК 517.9 + 519.63
ББК 22.161.6, 22.161.8, 22.19

Конференция проводится в рамках программы Президиума РАН «Динамические системы и теория управления», при финансовой поддержке УрФУ (программа повышения конкурентноспособности и программа развития), Российского фонда фундаментальных исследований (проект 14-01-20115 Г) и ФАНО

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

В. С. Пацко (отв. редактор)

М. И. Гусев, А. Г. Иванов, М. И. Логинов, Н. Ю. Лукоянов,
В. И. Максимов, Н. Н. Субботина, А. М. Тарасьев, В. Н. Ушаков,
А. Г. Ченцов, Г. С. Шелементьев

Динамика систем и процессы управления: Тез. докл. Междунар. конференции, посвященной 90-летию со дня рождения акад. Н.Н. Красовского. Екатеринбург, Россия, 15–20 сентября 2014 г. Екатеринбург: ИММ УрО РАН, УрФУ. 2014. 268 с.

В сборнике анонсируются результаты исследований по теории устойчивости, математической теории управления и оценивания, теории обобщенных решений уравнений Гамильтона–Якоби. Представлены следующие научные направления: устойчивость и стабилизация, управление и оценивание для динамических систем в условиях неопределенности, дифференциальные игры, управление распределенными системами и обратные задачи динамики, обобщенные решения уравнений Гамильтона–Якоби, численные методы теории управления и приложения.

УДК 517.9 + 519.63
ББК 22.161.6, 22.161.8, 22.19

ISBN 978-5-8295-0285-0

© ИММ УрО РАН, 2014
© УрФУ, 2014

Определение систематических ошибок радиолокаторов по их совместным измерениям

Д. А. Бедин¹, А. Г. Иванов^{1,2}, А. А. Федотов¹

e-mail: bedin@imm.uran.ru, iagsoft@imm.uran.ru

Рассматривается задача нахождения систематических ошибок нескольких радиолокаторов (РЛС) по их совместным измерениям положения воздушных судов (ВС). Предполагается, что известна информация от большого количества ВС в течение достаточно долгого (сутки) промежутка времени. Каждая РЛС независимо друг от друга со своим тактом по времени измеряет наклонную дальность до ВС и азимут. Измерения производятся с погрешностью: выделяют случайную и систематическую составляющую. Систематическая ошибка РЛС приводит к пространственному смещению наблюдаемого трека ВС.

Задача определения и последующей коррекции систематических ошибок для практических приложений стала актуальной достаточно давно. По данной теме существует большое количество зарубежных работ [1, 2]. Среди российских работ отметим [3]. Практически во всех работах в качестве методов определения систематических ошибок используются методы параметрического оценивания с некоторой заданной, достаточно простой моделью наблюдения, в которую включено влияние систематических ошибок.

Авторами разработаны три алгоритма определения систематических ошибок (их общее описание дано в [4]). Все эти алгоритмы используют избыточность информации, поступающей от разных РЛС при наблюдении за одним и тем же движением ВС, и работают в режиме апостериорной обработки, используя данные по многим ВС.

Первый алгоритм основан на потраекторной обработке: для каждой траектории определяются систематические ошибки на основе заданной модели, которая может быть достаточно сложной. Затем производится статистическая обработка результатов. Алгоритм корректно учитывает нелинейный характер наблюдений при помощи РЛС, а также технические и физические ограничения на пара-

¹Институт математики и механики им. Н.Н. Красовского УрО РАН, Екатеринбург

²Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург

метры задачи. Алгоритм базируется на процедуре многомерной конечномерной минимизации.

Второй алгоритм основан на идее локальной аппроксимации. Показано, что задача локальной аппроксимации значений векторного поля систематических ошибок является некорректной. Предложен способ регуляризации, выделяющий наиболее «плавно изменяющееся» в пространстве решение. Наиболее полно алгоритм описан в [5].

Третий алгоритм предназначен для использования в условиях сильного искажения времени, приписываемого измерению. Он основан на обработке треков от разных РЛС как геометрических фигур: выделяются одинаковые фигуры, относящиеся к наблюдению одного и того же ВС, и анализируется их пространственное смещение.

В настоящее время все алгоритмы имеют рабочую реализацию и опробованы на реальных данных траекторного наблюдения.

Работа выполнена при поддержке интеграционного проекта УрО и СО РАН, проект № 12-С-1-1017.

- [1] *Renes J.J., Kraan P. v.d., Eymann C.* Flightpath Reconstruction and Systematic Radar Error Estimation from Multi-Radar Range-Azimuth Measurements // 24th IEEE Conf. on Decision and Control, 1985. V. 24, part 1. P. 1282–1285.
- [2] *Garcia Herrero J., Portas J.A.B., Casar Corredera J.R.* On-line multi-sensor registration for data fusion on airport surface // IEEE Tr. on Aer. and Electr. Sys. 2007. V. 43, no. 1. P. 356–370.
- [3] *Кирсанов А.П.* Оценивание систематических ошибок измерений подвижной РЛС при одновременном определении координат воздушных объектов двумя РЛС // Радиотехника. 2011. № 8. С. 105–110.
- [4] *Бедин Д.А., Беляков А.В., Ганебный С.А., Иванов А.Г., Строков К.В., Федотов А.А.* Совместная обработка данных от нескольких РЛС для выявления систематических ошибок по азимуту и дальности // «Радиолокация, навигация, связь» (RLNC*2013): Сб. докл. XIX межд. науч.-тех. конф. Воронеж: «САКВОЕЕ», 2013. Т. 3. С. 1567–1578.
- [5] *Бедин Д.А.* Оценивание векторного поля систематических ошибок нескольких РЛС по результатам траекторных наблюдений // Вестн. ЮУрГУ. Сер. Матем. моделир. и прогр. 2014. Т. 7, № 1. С. 5–15.