

Теория управления и теория
обобщенных решений
уравнений
Гамильтона–Якоби

Тезисы докладов II Международного семинара,
посвященного 70-летию со дня рождения
академика А. И. Субботина



Abstracts of II International Seminar dedicated
to the 70th Anniversary of Academician A. I. Subbotin

Control Theory
and Theory of Generalized
Solutions
of Hamilton–Jacobi Equations

УДК 517.9 + 519.63
ББК 22.161.6, 22.161.8, 22.19

*Конференция проводится при финансовой поддержке УрФУ и
Российского фонда фундаментальных исследований
(проект 15-01-20107-Г)*

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Н. Н. Субботина, В. Н. Ушаков (отв. редакторы)
А. Г. Иванов, Н. Ю. Лукоянов, В. С. Пацко, А. М. Тарасьев,
Т. Б. Токманцев, Л. Г. Шагалова
Дизайн обложки: Е. А. Крупеников

**Теория управления и теория обобщенных решений
уравнений Гамильтона–Якоби:** Тез. докл. II Междунар.
семинара, посвященного 70-летию со дня рождения
акад. А. И. Субботина. Екатеринбург, Россия, 1–3 апреля 2015 г.
Екатеринбург: ИММ УрО РАН, УрФУ. 2015. 171 с.

В сборнике анонсируются результаты исследований по теории устойчивости, математической теории управления и оценивания, теории обобщенных решений уравнений Гамильтона–Якоби. Представлены следующие научные направления: обобщенные решения уравнений Гамильтона–Якоби, управление динамическими системами в условиях конфликта и неопределенности, задачи оценивания и идентификации в динамических системах, обратные задачи и управляемые распределенные системы, численные алгоритмы решения задач оптимального управления и краевых задач для уравнений Гамильтона–Якоби.

УДК 517.9 + 519.63
ББК 22.161.6, 22.161.8, 22.19

ISBN 978-5-8295-0339-0

© ИММ УрО РАН, 2015
© УрФУ, 2015

Оценка количества первичных РЛС, необходимого для однозначного определения их систематических ошибок

А. Г. Иванов

Екатеринбург, Институт математики и механики
им. Н.Н. Красовского УрО РАН
e-mail: iagsoft@imm.uran.ru

Первичные РЛС в гражданской авиации — это РЛС, измеряющие азимут до воздушного судна (ВС) и наклонную дальность до ВС. При этом они не поставляют информацию о высоте ВС. Для корректного учета показаний РЛС требуется определять систематические ошибки РЛС по азимуту и дальности. Общая проблематика определения систематических ошибок РЛС изложена в [1]. Из трех алгоритмов, описанных в [1], только алгоритм 1 способен обрабатывать показания первичных РЛС. Алгоритм основан на потраекторной обработке РЛС-треков с последующим статистическим анализом результатов, полученных от большого числа ВС.

Рассмотрим случай, когда наблюдения ведутся только первичными РЛС. Зададимся вопросом — всегда ли возможно однозначное определение систематических ошибок РЛС по показаниям этих РЛС? Для простоты не будем учитывать случайные ошибки. Пусть N_e — общее количество уравнений в системе, описывающей наблюдения, N_u — количество неизвестных в этой системе. Для однозначного определения систематических ошибок необходимо выполнение условия $N_e \geq N_u$. Другими словами, если «коэффициент неизвестности» $k = \frac{N_u}{N_e}$ больше единицы, то систематические ошибки не могут быть определены однозначно.

Основными параметрами, от которых зависит k , кроме содержательной модели ошибок, являются: N_r — число наблюдающих первичных РЛС (предполагаем, что замеры поступают из зоны общей видимости всех РЛС); N_l — число областей (мест), из которых поступают замеры. Последний параметр подразумевает, что расстояние между областями достаточно велико и взаимное расположение их должно быть «удачным», чтобы уравнения в системе, описывающей наблюдения, были независимыми. При этом условие $k \leq 1$ окажется не только необходимым для однозначного определения ошибок, но и достаточным.

Рассмотрим несколько вариантов модели ошибок.

1. Систематическая ошибка по азимуту не зависит от местоположения ВС, систематическая ошибка по дальности отсутствует.

В этом случае $N_u = 3N_l + N_r$, $N_e = 2N_lN_r \Rightarrow k = \frac{3}{2N_r} + \frac{1}{2N_l}$. При $N_l = 1$ для однозначного определения систематических ошибок достаточно трех РЛС, при большем числе областей замеров (т.е. при $N_l \geq 2$) достаточно двух РЛС.

2. Систематические ошибки по азимуту и дальности не зависят от местоположения ВС.

Здесь имеем $N_u = 3N_l + 2N_r$, $N_e = 2N_lN_r \Rightarrow k = \frac{3}{2N_r} + \frac{1}{N_l}$. При наличии только одной области замеров и любом числе локаторов не выполняются условия однозначного определения ошибок. Для двух РЛС необходимые условия требуют не меньше четырех областей замеров. Для трех РЛС достаточно двух областей замеров.

3. Систематические ошибки по азимуту и дальности зависят от местоположения ВС.

Имеем $N_u = 3N_l + 2N_lN_r$, $N_e = 2N_lN_r \Rightarrow k = \frac{3}{2N_r} + 1$. Здесь $k > 1 \forall N_r > 0$, т.е. однозначное определение систематических ошибок по дальности и азимуту, зависящих от местоположения ВС, по показаниям первичных РЛС невозможно.

В последнем случае применимы различные подходы: использование более тонкой модели систематических ошибок (например, ограничение константы Липшица, см. алгоритм 2 из [1]); совместная обработка показаний первичных и вторичных РЛС; использование дополнительной информации (например, показаний бортового навигационного комплекса). Все эти подходы имеют свои плюсы и минусы.

В работе рассмотрены также другие варианты моделей систематических ошибок и соответствующие необходимые условия их определения.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 15-01-07909.

- [1] 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 // Сб. докл. XIX международной научно-технической конференции “Радиолокация, навигация, связь” (RLNC*2013). Воронеж: “САКВОЕЕ”, 2013. Т. 3. С. 1567–1578.