Литература

1. Медведев Г. А. *Стохастические процессы финансовой математики.* Мн.: БГУ, 2005.
2. Автушко Т. С., Лазакович Н. В., Русецкий А. Ю. *Задача Коши для линейных неоднородных дифференциальных уравнений второго порядка с обобщёнными коэффициентами в алгебре мнемофункций* // Весці. Нац. Акад. Навук Беларусі. Сер. фіз.-мат. навук. 2013. №3. С. 83–92.
3. Автушко Т. С., Лазакович Н. В., Русецкий А. Ю. *Линейные однородные дифференциальные уравнения второго порядка с обобщёнными коэффициентами в алгебре мнемофункций* // Вестн. БГУ. Сер. 1. Физика. Математика. Информатика. 2013. №2. С. 74–79.

ЗАДАЧА КЛАССИФИКАЦИИ ВОЗДУШНЫХ ОБЪЕКТОВ ПО ТРАЕКТОРНЫМ ПРИЗНАКАМ

Н.В. Лазакович[1], **С.А. Спасков**[1,2]

[1] Белгосуниверситет, механико-математический факультет, Минск, Беларусь
[2] ОАО «АГАТ — системы управления», Минск, Беларусь;
sergey.spaskov@gmail.com

Задача классификации воздушных объектов является важной задачей в области наблюдения за воздушной обстановкой. Корректное ее решение дает основы гарантии безопасности и своевременного предотвращения угроз, позволяет следить и адекватно управлять движением разного рода воздушных объектов. В силу ее стратегической значимости и глубокого физического смысла подходы к ее решению изменяются и имеют несколько направлений. Так классификация может выполняться:

— по сигнальным признакам (которые обусловлены размером, формой, материалом отражающей поверхности воздушного объекта и особенностями его излучения в том или ином физическом поле);

— по траекторным признакам (высота, скорость, ускорение объекта и т. д.)

Мы будем обсуждать задачу классификации по траекторным признакам, в которой будем считать, что в ходе наблюдения за объектом нам известна его траектория (возможно с ошибками измерения) и больше ничего. Для этой задачи характерны следующие этапы:

1) выбор и определение четких границ возможных классов;

2) определение характерных признаков каждого класса;

3) построение модели определения класса, наиболее полно охватывающей установленные признаки и связи между ними.

Особый интерес вызывает классификация воздушных объектов в так называемых «зонах неопределенности». В них объект не может однозначно быть отнесен к одному из классов, но можно попытаться установить вероятность принадлежности его к каждому из классов. Такая задача может быть решена например следующим образом.

По траекторным данным установим значение следующих параметров:

а) высота;

б) горизонтальная скорость;

в) вертикальное ускорение;

По каждому из них можно оценить функцию распределения вероятности для каждого из классов. Объединив тем или иным способом установленные значения вероятностей по этим трем признакам получим вероятность принадлежности объекта к каждому из классов. При этом, в основе подхода к определению функций распределения вероятностей лежит исследование решений соответствующих стохастических дифференциальных систем.

Обратимся теперь к физическому смыслу задачи. Движение тела в околоземном пространстве моделируется следующим стохастическим дифференциальным уравнением [1, 2]:

$$m(t)\dot{V}(t) = m(t)g + P(t) + Q(t) + \dot{B}(t, \omega). \tag{1}$$

где m — масса тела, она зависит от времени t; g — ускорение свободного падения; V — скорость тела; P — сила тяги двигателя; Q — сила сопротивления воздуха, B — процесс броуновского движения.

При исследовании задачи Коши для уравнения (1) задействована методика из статьи [3]. В докладе предполагается обсудить этот подход.

Литература

1. Завалищин С. Т., Сесекин А. Н. *Импульсные процессы. Модели и приложения.* М.: Наука, 1991.
2. Розанов Ю. А. *Случайные процессы.* М.: Наука, 1975.
3. Лазакович Н. В., Сташуленок С. П., Стемковская Т. В. *Ассоциированные решения уравнений в дифференциалах в прямом произведении алгебр обобщенных случайных процессов* // ТВП. 1998. Т. 43. № 2. С. 272—293.

МЕТОД ФУНКЦИЙ ЛЯПУНОВА ДЛЯ СТОХАСТИЧЕСКИХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ

А.А. Леваков

Белгосуниверситет, факультет прикладной математики и информатики, Минск, Беларусь
levakov@tut.by

Пусть заданы ограниченные полунепрерывные сверху многозначные отображения $F : R^d \to \mathrm{cl}\,(R^d)$, $G : R^d \to \mathrm{cl}\,(R^{d\times d})$, $0 \in F(0)$, $0 \in G(0)$. Рассмотрим стохастическое дифференциальное включение

$$dx(t) \in F(x(t))\,dt + G(x(t))\,dW(t). \tag{1}$$

Построим многозначное отображение $x \to A(x) = \{bb^\top \mid b \in G(x)\}$ и введем определение слабого решения включения (1) на промежутке $]-\infty, +\infty[$ (на промежутке $]-\infty, 0]$).

Определение 1. Если непрерывный на промежутке $t \in]-\infty, +\infty[$ (на промежутке $t \in$ $\in]-\infty, 0]$) процесс $X(t)$, заданный на некотором вероятностном пространстве $(\Omega, \mathcal{F}, P)$, удовлетворяет условиям:

1) для каждого $t_0 \in]-\infty, 0]$ существуют расширение $(\tilde{\Omega}, \tilde{\mathcal{F}}, \tilde{P})$ пространства $(\Omega, \mathcal{F}, P)$ и поток $(\tilde{\mathcal{F}}_t)$, $t \in [t_0, +\infty[$, на этом расширении такие, что на $(\tilde{\Omega}, \tilde{\mathcal{F}}, \tilde{P})$ с $(\tilde{\mathcal{F}}_t)$ и на промежутке $[t_0, +\infty[$ ($[t_0, 0]$) можно определить $(\tilde{\mathcal{F}}_t)$-броуновское движение $W_{t_0}(t)$ с $W(t_0) = 0$ п. н.;

2) существуют процессы $v \in L_1^{\mathrm{loc}}$ и $u \in L_2^{\mathrm{loc}}$, которые для $(\mu \times \tilde{P})$-почти всех $(t, \omega) \in$ $\in]-\infty, +\infty[\times\tilde{\Omega}$ $((t, \omega) \in]-\infty, 0] \times \tilde{\Omega})$ удовлетворяют включениям

$$v(t, \omega) \in F(x(t, \omega)), \quad u(t, \omega)u^\top(t, \omega) \in A(x(t, \omega)),$$

где L_i^{loc} — множество всех измеримых $(\tilde{\mathcal{F}}_t)$-согласованных процессов $\psi(t)$, $t \in]-\infty, +\infty[$, таких, что для каждого $t_2 > t_1$ (для каждого t_2, $t_1 < t_2 \leqslant 0$) $\int_{t_1}^{t_2} \|\psi(s, \omega)\|^i\,ds < \infty$ п. н., $i \in \{1, 2\}$;

3) с вероятностью 1 для всех $t \in [t_0, +\infty[$ $(t \in [t_0, 0])$ имеет место равенство

$$x(t) = x(0) + \int\limits_{t_0}^{t} v(s)\,ds + \int\limits_{t_0}^{t} u(s)\,dW_{t_0}(s),$$