

Управление по неполным данным для систем с импульсными и быстрыми управлениями

А. Н. Дарьин

факультет ВМК МГУ имени М. В. Ломоносова

daryin@cs.msu.su

В докладе рассматривается задача *синтеза импульсных управлений* по результатам доступных наблюдений, подверженных помехам. Схема решения строится на основе методов динамического программирования, в форме аналогов уравнений гамильтонова формализма и решение представляет собой последовательность дельта-функций. В качестве информационного состояния системы рассмотрены множества фазовых векторов, совместимые с априорными данными и текущими измерениями. Модели наблюдения рассмотрены либо как непрерывные, с «неопределёнными» помехами, для которых статистическое описание отсутствует, либо как стохастические, дискретные, поступающие через коммуникационный канал связи в виде пуассоновского потока, с помехами, равномерно распределёнными на заданном множестве. Все результаты получены в рамках операций в конечномерном пространстве. Обсуждаются вычислительные схемы. Приведены примеры численного моделирования.

Задача синтеза управления по доступным измерениям при наличии шумов — одна из центральных в теории управления. Её изучение восходит к основополагающим статьям Н. Н. Красовского [1, 2], где были предложены как стохастические, так и детерминированные постановки. В данной работе, следующей схеме [3], рассмотрен подход, опирающийся на понятие информационного состояния, элементом которого является «информационное множество» фазовых векторов, совместимых с уравнениями движения, полученными измерениями и ограничениями на неопределённые помехи [4]. В общем случае такой подход предполагает рассмотрение задачи в метрическом пространстве компактных множеств, что требует преодоления определённых аналитических и вычислительных трудностей [5]. В связи со сказанным, в настоящей статье приводится задача управления по неполным данным для линейной системы, на примере которой предложено решение, доведённое до вычислительного алгоритма и просчитанных примеров для систем высокого порядка. В приведённой постановке имеется две особенности. Первая из них состоит в том, что при описании информационного состояния в виде множества рассмотрены два вида помех: «неопределённые» — неизвестные, но ограниченные, при заданном ограничении и отсутствии статистического описания, и «стохастические», когда при том же заданном ограничении дополнительно известно, что помеха случайна, с известной плотностью распределения (или с известным ограничением на эту плотность). Отмечено, что при помехах первого вида информационное множество стягивается в точку лишь в случае, когда реализуется «наилучшая» помеха, тогда как во втором случае, для каждого неизвестного начального условия системы существует свой конечный промежуток, за который многозначная оценка фазового вектора стягивается в малую окрестность точного состояния с заданной вероятностью. Указаны вычислительные схемы, основанные на

эллипсоидальных аппроксимациях для неопределённой помехи и полиэдральных для стохастических. Вторая особенность рассматриваемой постановки состоит в том, что задача синтеза управления здесь рассматривается в классе импульсных воздействий. Приводятся условия, когда решение совокупной задачи управления достигается при помощи конечного числа импульсов. Полученные результаты допускают обобщение на более сложные модели наблюдений.

Доклад основан на статьях [6, 7].

Список литературы

- [1] *Красовский Н. Н.* К теории управляемости и наблюдаемости линейных динамических систем // ПММ. 1964. Т. 28. № 1. С. 3–14.
- [2] *Красовский Н. Н.* Теория оптимальных управляемых систем // Механика в СССР за 50 лет. Т. 1. М.: Наука, 1968. С. 179–244.
- [3] *Куржанский А. Б.* О синтезе управлений по результатам наблюдений // ПММ. 2004. Т. 68. № 4. С. 547–563.
- [4] *Куржанский А. Б.* Управление и наблюдение в условиях неопределённости. М.: Наука, 1977.
- [5] *Helton J. W., James M. R.* Extending H_∞ Control to Nonlinear Systems. Philadelphia: SIAM, 1999.
- [6] *Дарьин А. Н., Дигаилова И. А., Куржанский А. Б.* О задаче синтеза импульсных управлений по результатам измерений // Тр. инст. мат. и мех. УрО РАН. 2009. Т. 15. № 3. С. 92–105.
- [7] *Daryin A. N., Digailova I. A., Kurzhanski A. B.* Output feedback strategies for systems with impulsive and fast controls // Proceedings of 48th IEEE Conference on Decision and Control. P. 2801–2806. Shanghai, 2009.