

*НИКУЛЬЧЕНКО А.А., ЛЮБЧИК Л.М.,* докт. техн. наук

## **СИНТЕЗ МНОГОМЕРНОГО РЕГУЛЯТОРА, КОМПЕНСИРУЮЩЕГО ВЛИЯНИЕ НЕИЗВЕСТНЫХ И НЕДОСТУПНЫХ НЕПОСРЕДСТВЕННОМУ ИЗМЕРЕНИЮ ВОЗМУЩЕНИЙ**

Проблема компенсации влияния неизвестных и неизмеряемых возмущений с одновременным воспроизведением задающих воздействий является одной из наиболее важных в современной теории управления и встречается при решении большинства практических задач. Общие принципы решения подобных задач заложены исследованиями по теории инвариантности, инициированными классическими работами Г.В. Щипанова. В том случае, когда возмущения доступны непосредственному измерению, эффективные методы их компенсации реализуются на основе разомкнуто-замкнутых систем комбинированного управления, содержащих помимо контура обратной связи дополнительный канал компенсации возмущений [1]. Развитие подобного подхода привело к созданию методов построения систем управления с внутренними моделями объекта и возмущения (Internal Model Control) для решения задач компенсации с учетом дополнительных требований обеспечения устойчивости, динамического качества и робастности синтезируемых систем [2]. Дополнительные трудности возникают при отсутствии достаточной априорной информации, необходимой для оценивания неизмеряемых возмущений, что чаще всего проявляется при решении реальных прикладных задач. Также следует отметить, что указанные подходы в значительной мере ориентированы на системы со скалярным входом и выходом, и их перенесение на многомерные системы связано с необходимостью решения ряда нетривиальных задач.

В настоящей работе рассматривается проблема синтеза регулятора (развязывающего компенсатора), компенсирующего влияние неизвестных и недоступных непосредственному измерению возмущений для многомерной системы. Процедура синтеза включает в себя построение наблюдателя и динамического компенсатора возмущений на основе метода обратных динамических моделей (Inverse Model Control) [3]. Обратные модели синтезируются на основе теории наблюдателей для систем с неизвестным

входом (UIO - unknown input observer), что обеспечивает возможность получения их заданных динамических свойств [4]. Показано, что при выполнении определенных условий структурной невырожденности, оценка возмущения может быть исключена из закона управления и уравнения развязывающего компенсатора могут быть получены в явном виде. Этот результат может трактоваться как распространение известного в теории инвариантного управления принципа двухканальности Б.Н. Петрова [1] на многомерные системы.

Поскольку во многих практических задачах указанные условия не выполняются, предложена реализуемая форма развязывающего компенсатора, включающего дополнительный внутренний динамический фильтр с малой постоянной времени. Полученная замкнутая система с двумя масштабами времени анализируется методом сингулярных возмущений. Показано, что при выполнении условий устойчивости быстрых движений, медленные движения в замкнутой системе с синтезированным компенсатором совпадают с процессами в системах с идеальным компенсатором [5]. В результате задача синтеза развязывающего компенсатора сводится к задаче робастной стабилизации сингулярно-возмущенной системы.

**Список литературы:** 1. Макаров И.М., Менский Б.М. Линейные автоматические системы (элементы теории, методы расчета и справочный материал). - М.: Машиностроение, 1982. - 504 с.; 2. Morari M., Zafirov E. Robust process control. New Jersey: Prentice Hall, - 1989. - 488 p.; 3. Tsytkin Ya. Z., Holmberg U. Robust stochastic control and internal model control // Int. J. of Control. 1995. - Vol. 61. - No 4. - P. 809 – 822.; 4. Любчик Л.М. Метод обратных динамических моделей в задачах синтеза многомерных комбинированных систем с наблюдателями возмущений // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. - 2007. - № 5 (24). – С. 77 – 83.; 5. Lyubchik L.M., Mueller P.C. Robust disturbance decoupling in multivariable systems via the unknown-input observers // Proceedings of 16-th IFAC World Congress, Prague, July 4-8, 2005.