

# КОМПЕНСАЦИЯ СИГНАЛЬНЫХ И ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ВОЗМУЩЕНИЙ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ОШИБКИ КОНТУРОВ ОЦЕНИВАНИЯ

М. К. Хаджинов, А. Т. Доманов, А. В. Павлова

Кафедра систем управления Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Минск, Республика Беларусь

E-mail: kafsu@bsuir.by

*Рассмотрен принцип модального управления в реальном времени с оцениванием влияния и компенсацией сигнальных и параметрических возмущений, действующих в объекте. Предложена структурная схема системы, простая в реализации, надежная в работе и точная в компенсации возмущений.*

## ВВЕДЕНИЕ

В современных системах управления часто используются регуляторы в обратной связи, базирующиеся на наблюдателе. Система управления с наблюдателем обычно имеет контуры управления и оценивания. Наблюдатель формируется моделью объекта и регулятором контура оценивания. Обычно используется модель невозмущенного движения объекта. После окончания переходного процесса в наблюдателе ошибка оценивания стремится к нулю при совпадении модели с объектом и отсутствии действующих на объект возмущений. Не нулевая ошибка оценивания свидетельствует о действующих на объект сигнальных или параметрических возмущений. На этом свойстве наблюдателей можно строить системы оценивания и компенсации возмущений обоих видов. Поясним принципы их построения

### I. ОЦЕНИВАНИЕ И КОМПЕНСАЦИЯ СИГНАЛЬНЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ

Обработкой сигнала ошибки контура оценивания можно вычислить сигнал компенсации внешних сигнальных возмущений без установки каких-либо дополнительных датчиков [1]. Для этого модель объекта управления в контуре оценивания необходимо дополнить моделью окружающей среды, как источником сигнальных возмущений. Предлагается использовать единую структуру модели для детерминированных и случайных воздействий внешней среды на объект управления. Для более простого решения компенсатора все внешние возмущения приводятся к его управляющему входу. Окружающая среда представляется динамической моделью первого порядка с нулевой матрицей  $A$ . Наблюдатель приобретает структуру фильтра Калмана-Бьюси. При этом использование линейно-квадратичного регулятора для фильтра может быть оправдано лишь при известных характеристиках случайных возмущений и точности их измерения. Однако эти условия на практике обычно не выполняются. Более универсальным и практичным будет применение в фильтре модального регулятора, легко

настраиваемого на желаемую форму и длительность процессов оценивания. Фактически процессы оценивания и компенсации сигнальных возмущений реализуются интегральным регулятором, образующим цепь обратной связи по сигналу ошибки контура оценивания. Система управления сохраняет свойство оценивания и компенсации возмущений даже при наличии расхождений между параметрами математической модели и объекта в широких пределах, вплоть до потери устойчивости контуром оценивания.

### II. ОЦЕНИВАНИЕ И КОМПЕНСАЦИЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ВОЗМУЩЕНИЙ

Очевидно, что параметрическое возмущение объекта также приводит к появлению ошибки контура оценивания, и по этой ошибке можно сформировать сигнал управления алгоритмом компенсации параметрического возмущения. Предлагается в дополнении к имеющемуся основному контуру создать два дополнительных контура оценивания с одинаковыми регуляторами, но разными моделями. Модель объекта дополнительного контура должна содержать положительно смещенный параметр управляемой величины относительно параметра, используемого в модели оценивания основного контура управления, а модель объекта второго дополнительного контура – отрицательно смещенный параметр. Ошибки дополнительных контуров оценивания будут иметь разные знаки при нулевом параметрическом возмущении или возмущении внутри выделенного коридора. Одинаковый знак ошибок будет свидетельствовать о выходе параметра за пределы коридора или о приближении его к границе коридора ошибок. Однако анализ знаков ошибок будет надежным лишь при его совпадении начальных условий всех моделей объекта основного контура и дополнительных контуров оценивания. Согласование начальных условий должно осуществляться по алгоритмам, вложенным в блок анализа ошибок оценивания, настройки моделей и модального регулятора контура управления на ограниченном интервале времени в на-

