

УДК 62–83–52

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ С НАБЛЮДАТЕЛЯМИ СОСТОЯНИЯ

**Лебедева О.В., Лебедев А.В. студенты,  
Коцегуб П.Х., профессор, д.т.н.**

*(Донецкий национальный технический университет, г. Донецк,  
Украина)*

Рассматривается система автоматического регулирования (САР) скорости с двигателем постоянного тока независимого возбуждения, которая получает питание от управляемого вентильного преобразователя. Система построена по принципу подчиненного регулирования и содержит последовательно соединенные контур регулирования тока и скорости. При анализе системы обратной связью по ЭДС двигателя пренебрегают и не учитывают влияние статического момента. Для улучшения динамики обратную связь по току заменяют обратной связью по динамическому току. При этом система становится астатической не только по управляющему воздействию, но и по нагрузке.

Для выделения динамического тока применяются наблюдатели состояния. Известны два наблюдателя состояния (НС): третьего и первого порядка [1,2]. Динамические свойства таких систем практически одинаковы.

Для оценки эффективности применения того или иного наблюдателя рассмотрим помехоустойчивость данных систем. С этой целью считаем, что помеха идет по каналу обратной связи по скорости (например, с датчика скорости-тахогенератора) и является гармоническим сигналом.

Найдем амплитудно-частотные характеристики (АЧХ) обеих систем от помехи до тока и от помехи до скорости.

Структурная схема системы с НС первого порядка приведена на рисунке 1, а системы с НС третьего порядка представлена на рисунке 2. На рисунках введены следующие обозначения: РС – регулятор скорости; КРТ – контур регулирования тока; НС – наблюдатель состояния;  $T_m$  – электромеханическая постоянная времени привода;  $T_\mu$  – малая некомпенсируемая постоянная времени

контура тока, отнесенная к тиристорному преобразователю:  $T_T, T_c$  – постоянные времени интегрирования разомкнутых контуров тока и скорости (при настройке системы на “модульный оптимум”  $T_T=2T_\mu, T_c=2T_T=4T_\mu$ );  $L$  – матрица обратных связей наблюдателя состояния (для НС первого порядка  $L=T_m\omega_{on}$ , для НС третьего порядка  $L1=2\omega_{on} - 1, L2=2\omega_{on}^2 - L1, L3=\omega_{on}^3 T_m T_\mu$ );  $\omega_{on}$  – среднегеометрический корень НС;  $f$  – гармонический сигнал помехи;  $I$  и  $w$  – полный ток и скорость двигателя, а  $I^\wedge$  и  $w^\wedge$  их оценки.

АЧХ, где по оси частот отложена относительная частота  $\omega/T_\mu$ , приведены:

1. для системы с НС первого порядка приведены на рис. 3 (по каналу помеха – скорость  $Am f-w$ ) и на рис. 4 (по каналу помеха – ток  $Am f-I$ );
2. для системы с НС третьего порядка приведены на рис. 5 (по каналу помеха – скорость  $Am f-w$ ) и на рисунке 6 (по каналу помеха – ток  $Am f-I$ ).

Графики приведены для трех значений среднегеометрического корня  $\omega_{on}$  ( $\omega_{on}=1/(2T_\mu), \omega_{on}=1/T_\mu, \omega_{on}=2/T_\mu$ ).

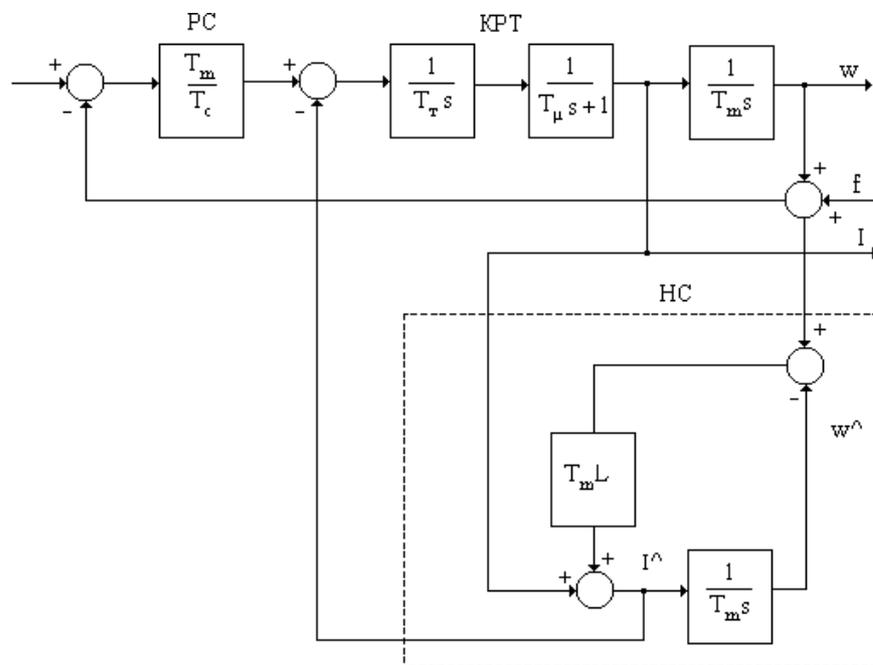


Рисунок 1 Структурная схема САР с НС первого порядка

Из АЧХ, приведенных на рисунках видно, что при одинаковых значениях  $\omega_{он}$  коэффициенты передачи помехи по амплитуде в системе с НС первого порядка как по токовому, так и по скоростному каналам меньше, чем в системе с НС третьего порядка. Особенно заметны разница в коэффициентах передачи по каналу помеха-ток.

В соответствии с изложенным можно сделать вывод: применения наблюдателей состояния первого порядка предпочтительнее, чем наблюдателей состояния третьего порядка.

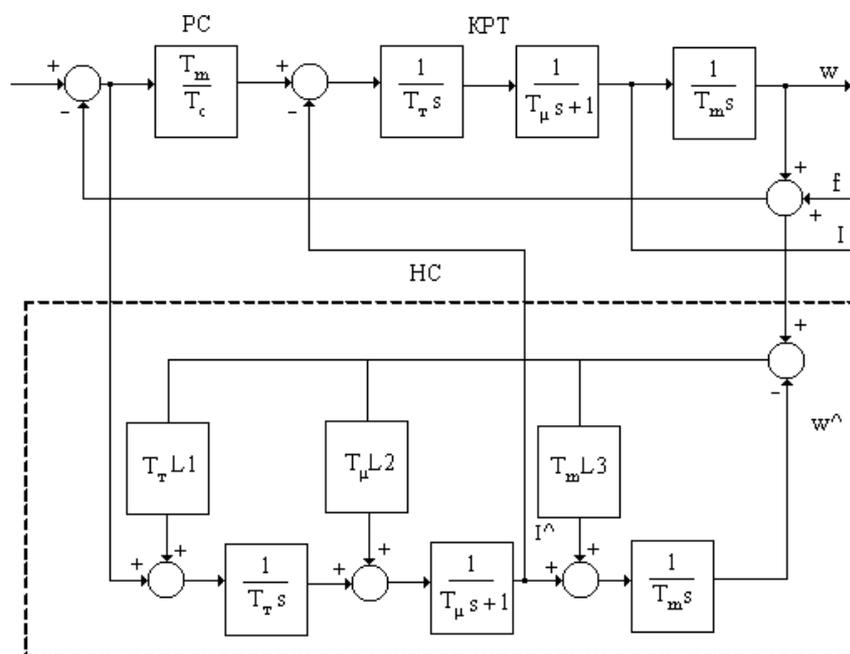


Рисунок 2 – Структурная схема САР с НС третьего порядка

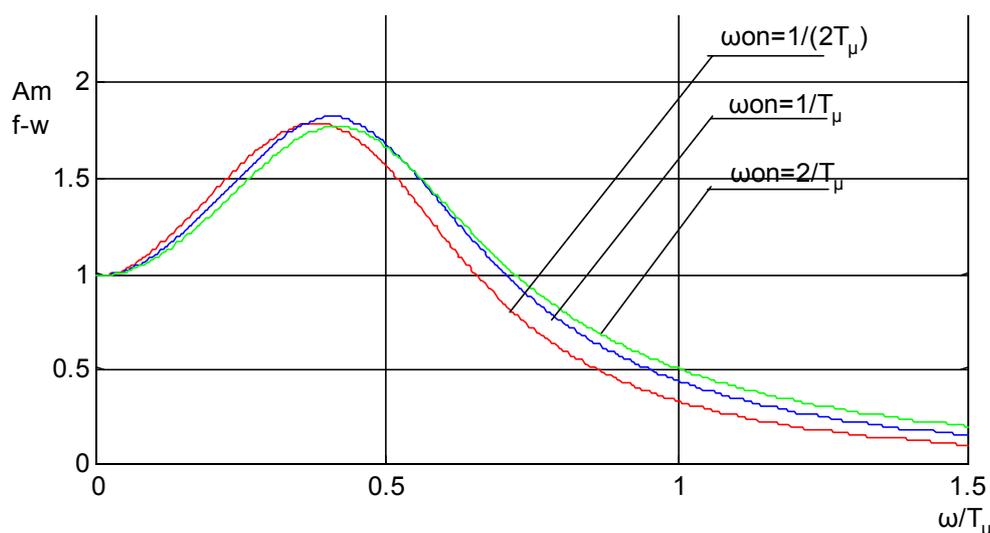


Рисунок 3 – АЧХ САР с НС первого порядка по каналу f-w при различных значениях среднегеометрического корня.

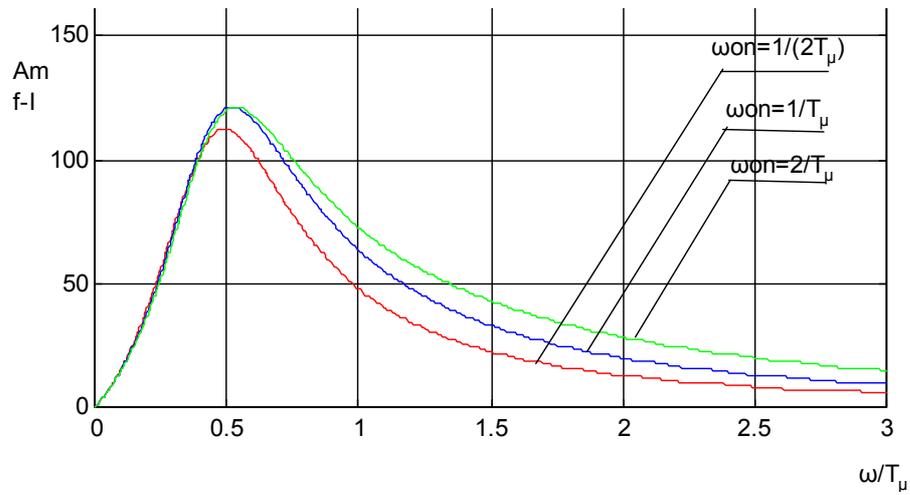


Рисунок 4 – АЧХ САР с НС первого порядка по каналу f-I при различных значениях среднегеометрического корня.

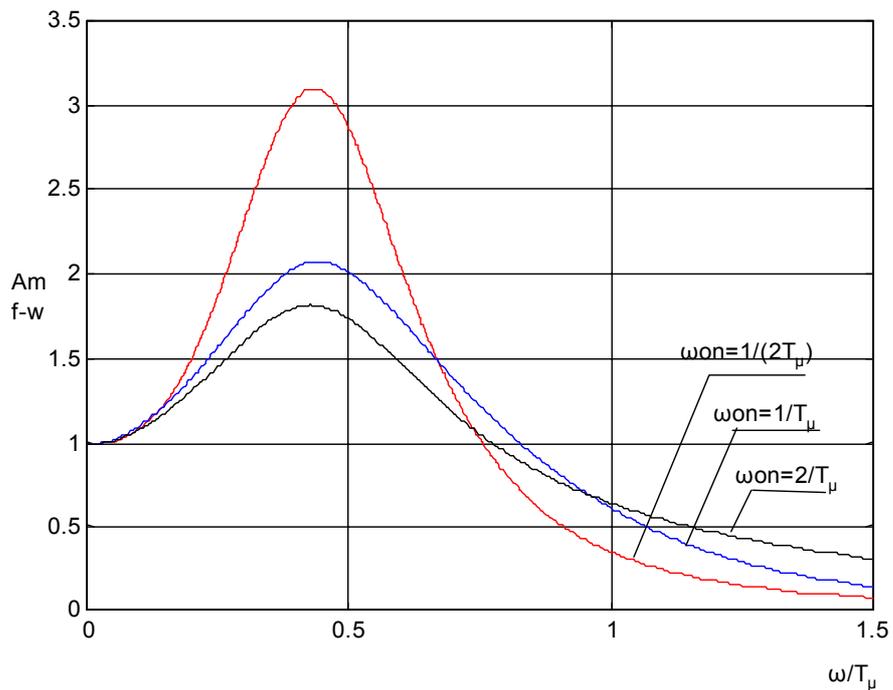


Рисунок 5 – АЧХ САР с НС третьего порядка по каналу f-w при различных значениях среднегеометрического корня.

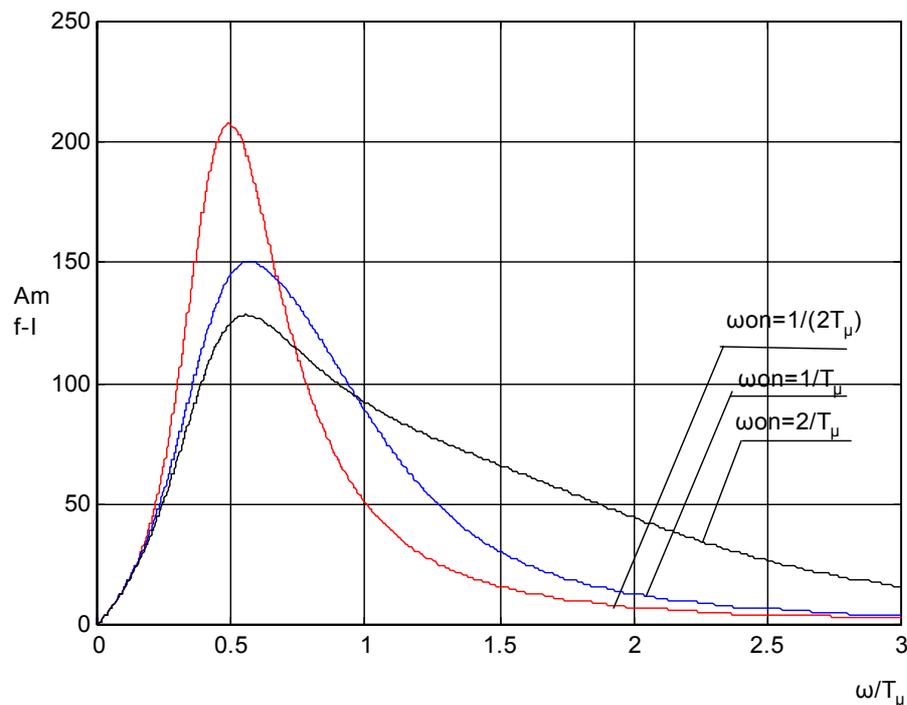


Рисунок 6 – АЧХ САР с НС третьего порядка по каналу f-I при различных значениях среднегеометрического корня

### Перечень ссылок

1. Коцегуб П.Х., Толочко О.И., Воронцов Д.В., Коломицев С.В. Упрощенный наблюдатель состояния системы подчиненного регулирования постоянного тока // Сборник научных трудов ДонГТУ. Серия: Электротехника и энергия, вып.4: ДонГТУ, 1999, с 36-41
2. Коцегуб П.Х., Толочко О.И., Мариничев В.Ю., Розкаряка П.И. Система подчиненного регулирования скорости с наблюдателем динамического и статического токов первого порядка // Научные труды КГПУ. Серия: Автоматизированные электромеханические системы управления, вып.:1, 2001, с 103-109