

ется в методике SC23, TC73. Дополнительные допущения неизбежно снижают точность расчета.

Наиболее существенным недостатком методики SC23, TC73 являются переоценка возможностей расчетной модели – жесткого маятника – и выдача рекомендаций по оценке параметров движения расчетной модели после отключения тока КЗ, обещающих высокую точность вычислений, в то время как эту точность модель обеспечить не может. Оценки максимальных смещений в проводниках и тяжений в них получаются уверенно. Подробности поведения проводников при больших отклонениях описываются неубедительно.

УДК 621.311:618.5

## ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ МЕТОДАМИ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

*Кожушко С.А., Макаревич Л.В.*

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент РУМЯНЦЕВ В.Ю.

Настройка системы автоматического регулирования (САР) высокого порядка на оптимальные показатели качества может быть решена только с использованием современных систем математического моделирования. В качестве такой системы использовалась универсальная система блочного имитационного визуально-ориентированного математического моделирования VisSim 4.5, созданная корпорацией Visual Solution Inc. (США).

Исследовалась статическая система 4-ого порядка с передаточной функцией в разомкнутом состоянии:

$$W_p(p) = \frac{K}{(T_1p + 1)(T_2p + 1)(T_3p + 1)(T_4p + 1)}.$$

Подобной передаточной функцией описываются многие технические системы, в частности, к такому виду можно привести САР напряжения синхронного генератора.

В среде VisSim была реализована математическая модель САР, состоящая из четырёх последовательно соединенных инерционных звеньев 1-го порядка. При подаче на вход системы единичного ступенчатого воздействия получается переходная характеристика, по которой можно определить прямые показатели качества (рисунок 1).

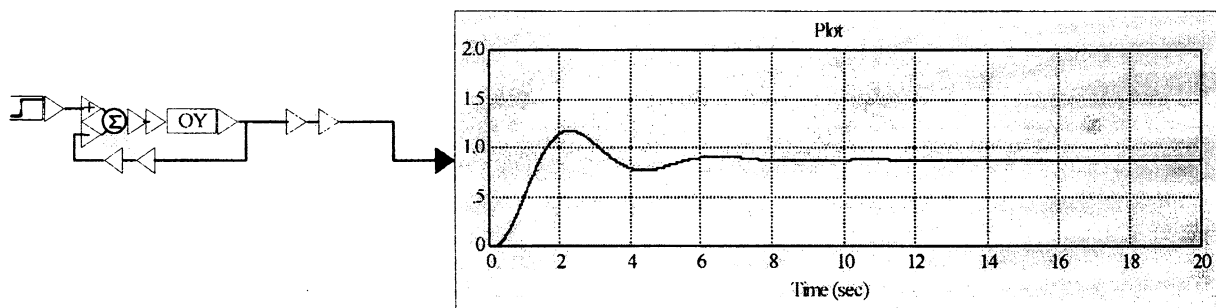


Рисунок 1

В процессе исследований системы ставилась задача найти такие соотношения между постоянными времени  $T_1 - T_4$ , чтобы, с одной стороны, обеспечить высокую точность поддержания регулируемого параметра (статика), и, с другой стороны, обес-

печить основные качественные показатели в переходном режиме (плавность переходной характеристики, высокое быстродействие и т. д.), т. е. приемлемые динамические характеристики.

Известно [1], что статическая точность  $\Delta$  системы определяется коэффициентом усиления  $K$ :

$$\Delta = \frac{1}{K+1} 100\%.$$

Т. е. чем больше  $K$ , тем точнее поддерживается выходная величина. Увеличение коэффициента усиления ограничивается двумя факторами: устойчивостью и чрезмерной колебательностью переходной характеристики.

Для контроля устойчивости вычисляется предельный коэффициент усиления  $K_{пр}$  по критерию Гурвица для системы 4-го порядка.

В качестве критерия качества использовался показатель колебательности:

$$M = \left| \frac{W(j\omega)}{1+W(j\omega)} \right|_{\max}.$$

Он равен максимальному значению АЧХ замкнутой САР, приведенной к коэффициенту усиления в области низких частот.

Визуализация этого критерия представлена на рисунке 2.

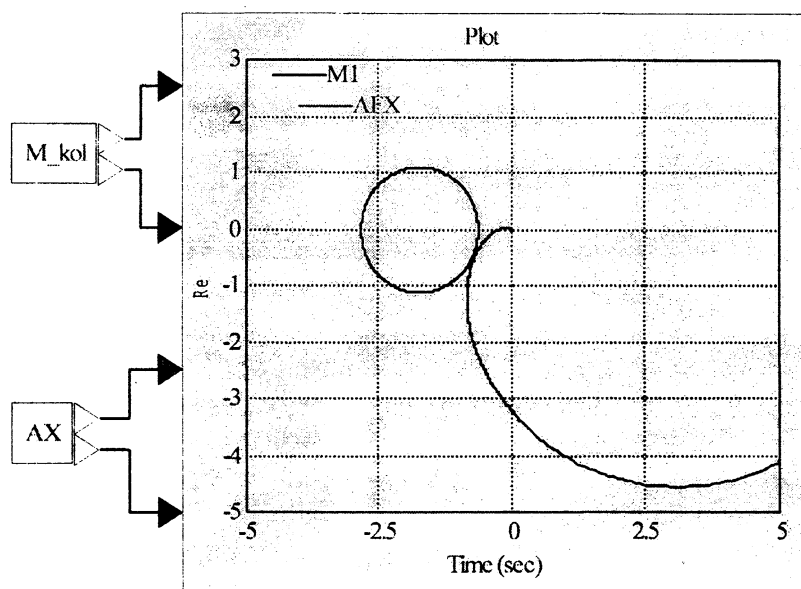


Рисунок 2

При заданном показателе колебательности  $M$  годограф разомкнутой системы должен коснуться окружности радиуса  $R = \frac{M}{M^2 - 1}$  с центром в точке  $C = \frac{M^2}{M^2 - 1}$  в одной точке. Обычно считается, что качество переходного процесса будет оптимальным, если  $M = 1,1 - 1,5$ .

В ходе исследований принималось, что  $M = 1,3$ , а постоянные времени  $T_1 - T_4$  отличались друг от друга в  $h$  раз ( $h = 1 - 10$ ). На каждом этапе моделирования изменялся параметр  $h$  и находился такой коэффициент усиления  $K$ , при котором годограф  $W(j\omega)$  и окружность с  $M = 1,3$  касались друг друга в одной точке.

Проверялось известное практическое правило, что предельное значение передаточного коэффициента САР зависит от соотношения постоянных времени и не зависит

от их абсолютных значений, и поэтому при конструировании систем необходимо стремиться как можно больше «раздвинуть» постоянные времени [1].

Как видно из представленных на рисунке 3 зависимостей, полученных по результатам моделирования, с ростом  $h$  увеличивается коэффициент усиления  $K$ , при котором обеспечивается оптимальный переходный процесс, а также растет запас по модулю

$$L = 20 \lg \frac{K_{np}}{K} \text{ дБ.}$$

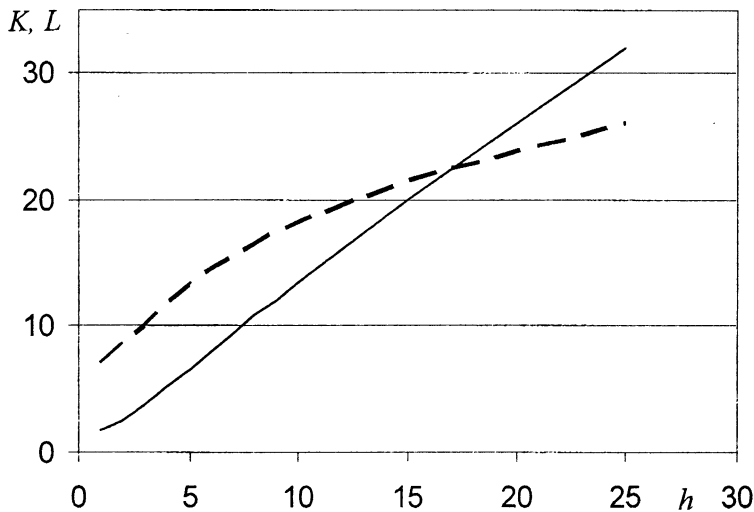


Рисунок 3. ——— — коэффициент усиления  $K$ ;  
 - - - - - запас по модулю  $L$

Однако, статическая точность системы  $\Delta$  достигает значения 5 %, общепринятого в технических устройствах, только в случае «разнесения» постоянных времени примерно на полторы декады.

Таким образом, для получения оптимальных показателей качества как в статическом, так и в динамическом режимах необходимо, чтобы постоянные времени  $T_1 - T_4$  отличались друг от друга как минимум в 15–20 раз.

### Литература

1. Лукас, В.А. Основы теории автоматического управления. — М.: Недра, 1977. — 376 с.

УДК 621.316

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ПЕРЕРЫВА ПИТАНИЯ НА УСПЕШНОСТЬ САМОЗАПУСКА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ СОБСТВЕННЫХ НУЖД ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Килессо В.В., Щиглинская С.В.

Научный руководитель — ГЛИНСКИЙ Е.В.

Сохранение собственных нужд (СН) электрических станций является необходимым условием для обеспечения надежного энергоснабжения потребителей и безопасной эксплуатации агрегатов при любых видах аварий. Недопустимой является потеря