

И.М. Шаровин, студ.; рук. Н.И. Смирнов, к.т.н., доц. (МЭИ(ТУ))
КРИТЕРИИ ОПТИМАЛЬНОСТИ В ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДАХ
РАСЧЕТА АСР

При решении задач синтеза и анализа АСР всегда встает вопрос о выборе критерия оптимальности и показателя запаса устойчивости. Для большинства промышленных объектов, имеющих транспортное запаздывание, широко используемый метод с корневым показателем запаса устойчивости m является приближенным. В этом отношении наиболее перспективными выглядят методы с использованием частотного показателя колебательности M . Другая особенность заключается в том, что реальные системы находятся под действием случайных возмущений.

При расчете АСР чаще используют ступенчатые воздействия, которые считаются наиболее тяжелыми, поскольку вызывают наибольшее отклонение регулируемой величины. В этих случаях применяют интегральные критерии. Распространение получил линейный критерий I_L , достоинством которого является инвариантность относительно точки приложения возмущений. Однако его применение возможно лишь при наличии ограничения на запас устойчивости.

В численных методах применяют квадратичный интегральный критерий I_K , также имеющий аналитическую связь с настроечными параметрами регулятора, и интегральный критерий по модулю I_M , обеспечивающий в численных методах лучшую сходимость. При случайных возмущениях применяют дисперсию ошибки регулирования:

$$D_{y,x} = \frac{1}{\pi} \int_0^{\infty} \left| W_{zc,x}(j\omega) \right|^2 \cdot G_{xx}(\omega) \cdot d\omega, \quad (1)$$

где $G_{xx}(\omega)$ - спектральная плотность мощности возмущения $x(t)$.

Критерии I_K и I_M и $D_{y,x}$ в отличие от I_L не являются инвариантными и зависят от точки приложения возмущений.

В качестве примера численным методом по имитационной модели выполнены расчеты одноконтурной АСР с ПИ-регулятором и объектом с передаточной функцией, взятой из [1]. Для оптимизации использовался эволюционный алгоритм “Optim-MGA” [3], критерии оптимальности I_L ,

I_K , I_M и $D_{y,x}$ с показателями запаса устойчивости $M=1,55$ и $m=0,366$.

Сравнение с критерием $D_{y,x}$ проведено при возмущениях, поступающих в объект с регулирующим воздействием $\lambda(t)$, спектральная плотность мощности которого $G_{\lambda\lambda}(\omega)$, и при возмущении, приведенном к выходу объекта $v(t)$, со спектральной плотностью мощности $G_{vv}(\omega)$. Выражения для $G_{\lambda\lambda}(\omega)$ и $G_{vv}(\omega)$ приняты в виде:

$$G_{xx}(\omega) = 2 \operatorname{Re} \left(\frac{4}{3} \frac{1}{\alpha_{xx} + j\omega} - \frac{1}{3} \frac{1}{4\alpha_{xx} + j\omega} \right), \quad (2)$$

Значения $\alpha_{\lambda\lambda}$ и α_{vv} выбраны по рекомендациям [2], исходя из показателя технологической работоспособности. Исходные настройки ПИ-регулятора найдены по минимуму линейного интегрального критерия I_L как при $M=1,55$, так и при $m=0,366$.

На рис.1 показаны поверхности отклика дисперсии в плоскости настроечных параметров k_p, k_u с нанесенной границей заданного запаса устойчивости $M=1,55$ и точками, соответствующими минимумам дисперсии $D_{y,x}$, а также минимумам всех рассмотренных интегральных критериев.

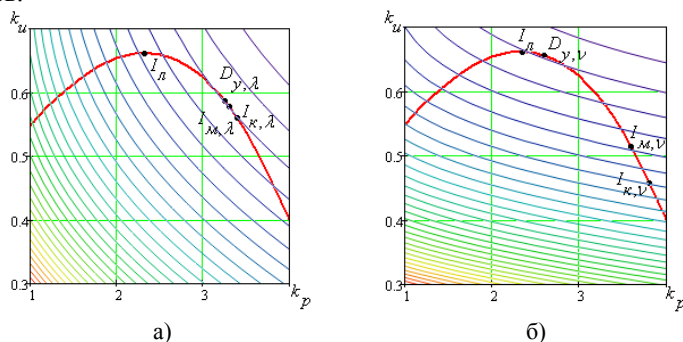


Рис.1. Поверхности отклика: а - для возмущения $\lambda(t)$; б - для возмущения $v(t)$.

Литература

1. Ротач В.Я. Об особенностях критериев оптимальности систем автоматического управления технологическими процессами // Сб. трудов конференции CONTROL 2008. М.: Издательский дом МЭИ, 2008.
2. Ротач В.Я. Теория автоматического управления. М.: Издательский дом МЭИ, 2007.

- 3. Сабанин В.Р., Смирнов Н.И., Репин А.И.** Модифицированный генетический алгоритм для задач оптимизации и управления // Exponenta Pro. Математика в приложениях. 2004. №3-4.