

И.М. Шаровин, студ.; рук. Н.И. Смирнов, к.т.н., доц. (МЭИ(ТУ))
**О КРИТЕРИЯХ ОПТИМАЛЬНОСТИ В ЧИСЛЕННЫХ
МЕТОДАХ РАСЧЕТА АСР С РЕАЛЬНЫМ ПИД-
РЕГУЛЯТОРОМ**

При решении задач синтеза и анализа АСР всегда встает вопрос о выборе критерия оптимальности и показателя запаса устойчивости. В работах [1,2] получены результаты сравнительного анализа расчета настроек ПИ-регулятора в одноконтурной АСР с интегральными критериями оптимальности (линейный I_L , квадратичный I_K , модульный I_M) и критерием минимума дисперсии ошибки регулирования D . Оценка заданного запаса устойчивости производилась по частотному показателю колебательности M .

В предлагаемом докладе в качестве примера численным методом выполнены расчеты одноконтурной АСР с идеальным и реальным ПИД регуляторами и объектом с той же передаточной функцией что и в [1,2]. Для оптимизации использовался эволюционный алгоритм "Optim-MGA" [3], критерии оптимальности I_L , I_K , I_M и D с частотным показателем запаса устойчивости $M=1,55$.

Анализ интегральных критериев проводился при ступенчатом возмущении, критерий минимума дисперсии при случайном возмущении, спектральная плотность мощности которого:

$$G(\omega) = 2 \operatorname{Re} \left(\frac{4}{3} \cdot \frac{1}{\alpha + j\omega} - \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{4\alpha + j\omega} \right), \quad (1)$$

значение α выбрано исходя из показателя технологической работоспособности [1,2].

В общем случае передаточная функция ПИД регулятора имеет вид:

$$W_p(s) = k_p + \frac{k_u}{s} + \frac{k_o \cdot s}{\left(\frac{k_o}{k_p \cdot k_\phi} \cdot s + 1 \right)^n}, \quad (2)$$

где k_p - коэффициент передачи регулятора; $k_u = k_p / T_u$, $k_o = k_p \cdot T_d$ - настроечные параметры, соответственно, интегральной и дифференциальной составляющих регулятора; k_ϕ - коэффициент усиления фильтра; n - порядок фильтра.

Передаточной функцией вида (2) описываются алгоритмы как идеальных ($n=0$), так и реальных ($n>0$) ПИД регуляторов. Анализ

проводился для $n=0$ и $n=1$, $k_\phi = 8$.

Численным методом были найдены настроечные параметры регулятора, обеспечивающие минимизацию вышеуказанных критериев оптимальности, и построены соответствующие линии заданного запаса устойчивости $M=1,55$ в координатах k_p, k_u с указанием оптимальной точки соответствующего критерия. Полученные линии представляют собой срезы поверхности заданного запаса устойчивости, анализ которых позволяет сделать выводы о взаиморасположении критериев оптимальности на плоскости настроечных параметров ПИД регулятора.

На рис.1 показаны точки оптимальных настроек для всех критериев на границе заданного запаса устойчивости при оптимальных значениях k_o в плоскости настроечных параметров k_p, k_u с нанесенной поверхностью отклика дисперсии идеального (а) и реального (б) ПИД регуляторов.

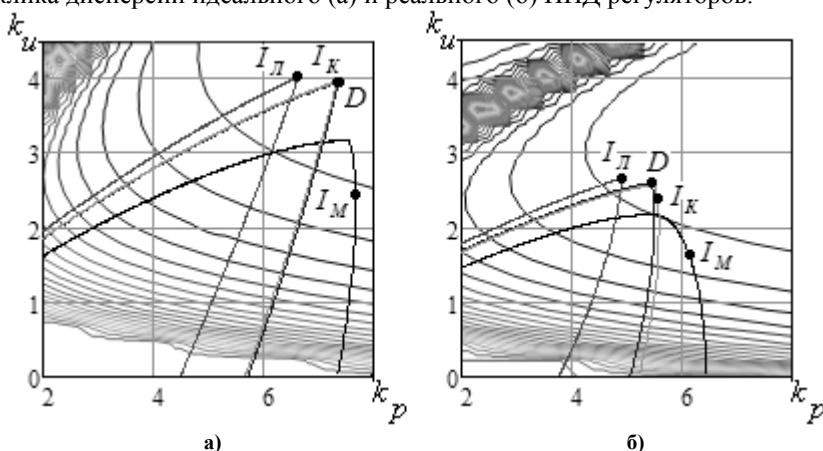


Рис.1. Поверхности отклика ПИД регуляторов: а – идеального; б – реального.

Литература

1. Смирнов Н.И., Шаровин И.М. О выборе критерия оптимальности в численных методах расчета САР // Промышленные АСУ и контроллеры. 2009. №5. С. 16-21.
2. Смирнов Н.И., Шаровин И.М. Критерии оптимальности в численных методах расчета АСР // Радиоэлектроника, электротехника и энергетика. Тез. докл. XV МНТК студентов и аспирантов: В 3-х т. М.: МЭИ, 2008. Т.3. С. 219-221.

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