ОБОЗРЕНИЕ
ПРИКЛАДНОЙ И ПРОМЫШЛЕННОЙ
Том 19 МАТЕМАТИКИ Выпуск 2,3
2012

А. М. Данилов, И. А. Гарькина (Пенза, ПГУАС). **Оценка имитационных характеристик обучающих комплексов.**

Имитационные характеристики тренажеров динамических систем до сих пор в большинстве случаев определяются экспертами-операторами эргатических систем при давно назревшей необходимости формализации такой оценки. Ниже качество обучающих комплексов, в том числе для транспортных систем, предлагается оценивать по возможности формирования у обучаемых необходимых навыков управления реальным объектом. А именно, по отклонениям параметров управляющих воздействий оператора на тренажном комплексе и реальном объекте (во избежание формирования у оператора ложных навыков управления объектом в условиях обучающего комплекса ограничивается число последовательных выходов на тренажер). Объективными характеристиками управления принимаются параметры отклонения $x(t)$ (случайная функция) органа управления по каждому из каналов. Последовательность законов распределения: $f(x,t)$, $f(x_1,x_2,t_1,t_2),\ldots,f(x_1,x_2,\ldots,x_n,t_1,t_2,\ldots,t_n),\ldots$ является исчерпывающей характеристикой, но при громоздкости определения не обладает необходимой наглядностью. Для объективной оценки $x(t)$ предлагается использовать числовые характеристики $M[x(t)]$, $D[x(t)]$, вероятности $p = \frac{1}{R_x(0)}\frac{2}{T}[G(\omega)]^2$ ($G_x = \int_{T/2}^{T/2} x(t)\cdot e^{-j\omega t}dt$ — спектральная плотность, $W(\omega) = \frac{2}{T}|G_x(\omega)|^2$ — энергетический спектр (для оценки точности спектральных характеристик требуются знания их истинного вида); $G_x(\omega_c)d\omega$ — дисперсия, приходящаяся на участок $d\omega$, прилежащий к собственной частоте ω_c объекта управления (зависит от коэффициента демпфирования ξ_i)) попадания частот ω в спектре $x(t)$ на малый интервал с центром в точке ω и т. д. Степень адаптации оператора к значениям безразмерного коэффициента демпфирования ξ_i колебаний с частотами характеризуется отклонениями $\Delta\sigma(\omega_{ci}) = \sigma(\omega_{ci}) - \sigma_0(\omega_{ci})$, где $\sigma_0(\omega_{ci}) = \sqrt{G_x^0(\omega_c)d\omega}$ (σ_0 и G_x^0 соответствуют идеальному оператору; комфортное управление обеспечивается при $0,5 < \xi_i < 0,7$; $3 < \omega_{ci} < 5\ c^{-1}$). Оказалось эффективным использование и коэффициентов разложения $x(t)$ по ортогональным полиномам Ляггера (позволяют наиболее просто определить передаточную функцию разомкнутой системы по входной — $x(t)$ и выходной — $y(t)$ сигналам разомкнутой системы) и Чебышева (обладают свойством почти равных ошибок: ошибка аппроксимации колеблется внутри диапазона измерений между двумя почти одинаковыми измерениями). Методика оценки прошла апробацию с положительным результатом при разработке авиационных тренажеров транспортных самолетов.

© Редакция журнала «ОПиПМ», 2012 г.