МЕТОДИКА ОЦЕНИВАНИЯ ВРЕМЕННЫХ И ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Бабак Е.В., Казак В.А., Левчук В.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Печень Т.М. – старший преподаватель

Предложена методика для исследования динамических систем в области критических значений степени покоя. Рассмотрены динамические системы в диапазоне критических значений степени демпфирования. Изучены количественные и качественные изменения временных и частотных характеристик систем.

Исследования динамических систем в области критических значений степени успокоения можно проводить по следующей методике:

– Получить передаточные функции колебательной и апериодической системы и соответствующие им выражения выходных сигналов при эквиваленте входного возникновения, а также сравнительной оценки расхождений выходных сигналов, амплитудночастотных (АЧХ) и фазочастотных (ФЧХ) характеристик системы.

– Решить следующую задачу: система второго порядка, трансформирующаяся из колебательной в апериодическую и наоборот из апериодической в колебательную, а модели выходных сигналов системы будут меняться, что приводит к возможным вариациям полюсов их передаточных функций и погрешностей оценивания ФЧХ и АЧХ, в частности, при реализации метода на основе парных переходных процессов [1]. В качестве такого примера может служить акселерометр линейных ускорений, работающих в диапазоне ускорений (перегрузок) с наложением значительных вибраций.

Передаточная функция системы 2-го порядка, описывается следующим уравнением [2]:

$$m\ddot{y} + D\ddot{y} + cy = x(t) \qquad (1),$$

где $x(t), y(t)$ – входной и выходной сигналы системы; m– инерционная масса системы; D – коэффициент демпфирования системы; m – жесткость подвесов системы, можно представить в виде

$$W(S) = (S^2 + 2\varepsilon\omega_0 S + \omega_0^2)^{-1} \qquad (2),$$

где $\varepsilon = D/(2\omega_0)$ – степень успокоения системы; $\omega_0 = \sqrt{c/m}$– собственная частота системы.

Полюсы передаточной функции можно найти из уравнения:

$$S^2 + 2\varepsilon\omega_0 S + \omega_0^2 = 0$$

решая его относительно S:

$$S_{1,2} = -\varepsilon\omega_0 \pm \sqrt{\varepsilon^2\omega_0^2 - \omega_0^2} = \omega_0(-\varepsilon \pm \sqrt{\varepsilon^2 - 1}) \qquad (3),$$

При $\varepsilon < 1$полюсы S_1 и S_2– комплексные числа, и система – колебательная.

При $\varepsilon > 1$полюсы S_1 и S_2–действительные числа, и система – апериодическая.

– Сравнить эти системы по выходным сигналам, являющимся реакцией на импульсное входное воздействие.

– Проанализировать расчетные данные на предмет изменения поведения системы. Следует учитывать, что при изменении степени успокоения системы за счет различных факторов в области, близкой к критической, может измениться поведение системы, а значит, могут измениться полюсы передаточной функции.

Таким образом, динамические характеристики систем представляют собой функции не только частот, воздействующих сигналов или их составляющих, но и условий применения систем, что приводит как к количественным, так и качественным изменениям временных и частотных характеристик систем. Для того, чтобы учесть количественные изменения следует воспользоваться известными статистическими приемами оценивания погрешностей характеристик систем, вызванных влияющими величинами, или определяя набор характеристик для фиксированных интервалов влияющих величин.

Список использованных источников:

1. Бойков И.В., Кривулин Н.П. Методы идентификации динамических систем // Программные системы: теория и приложения. 2014. Т. 5. № 5– 2(23). С. 79– 96.

2. Гарькина И.А., Данилов А.М., Тюкалов Д.Е. Сложные системы: идентификация динамических характеристик, возмущений и помех // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1. Ч. 1. С. 88.