

Э.Х. Галиев, Г.И. Ханнанова, Р.Н. Салахов
(г. Казань, Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А. Н. Туполева – КАИ)

АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ И КАЧЕСТВА РЕГУЛИРОВАНИЯ ЧАСТОТНЫМ МЕТОДОМ НА ОСНОВЕ ПОСТРОЕНИЯ ЛАХ И ЛФХ

Проанализированы устойчивость и качество регулирования частотным методом с использованием программы MatLab. Также для решения квадратного уравнения используем программу MathCad. Подтверждено, что система устойчива и выведены запас устойчивости по амплитуде и запас устойчивости по фазе.

In this paper, the program MatLab is used to analyze the stability and quality of frequency control. We also use MathCad to solve the quadratic equation. It is confirmed that the system is stable and the amplitude stability margin and phase stability margin are derived.

Ключевые слова: система, ЛАХ, ЛФХ, устойчивость, запас, амплитуда, фаза.

Keywords: system, LAH, LFH, stability, reserve, amplitude, phase.

Оценка устойчивости определяется по разомкнутой передаточной

$$\text{функции: } W(p) = \frac{K=K_{дус}K_yK_{п}}{(T_{\Sigma}T_M p^2 + T_M p + 1)(T_y + 1)\left(\frac{K_{д}}{K_{Г}}p + 1\right)p},$$

$$T_M = 0,08 \text{ с}, T_{\Sigma} = 0,0005 \text{ с}.$$

Далее запишем отдельно первую скобку знаменателя уравнения, приравняем её к нулю, для того чтобы определить корни этого уравнения

$$T_{\Sigma}T_M p^2 + T_M p + 1 = 0.$$

Решая квадратное уравнение с помощью программы Mathcad, получим следующие 2 корня:

$$P_1 = -12, P_2 = -1987,$$

$$\text{Отсюда следует } T_{п1} = 0,083, T_{п2} = 0,0005, \text{ где } T_{пi} = \frac{1}{P_i}.$$

Следовательно, передаточная функция разомкнутой системы примет следующий вид:

$$W(p) = \frac{K}{(T_{п1} p + 1)(T_{п2} p + 1)(T_y + 1)\left(\frac{K_{д}}{K_{Г}}p + 1\right)p}. \quad [2].$$

Для нахождения T_1 и T_y необходимо построить ЛАХ разомкнутой системы (рис.1).

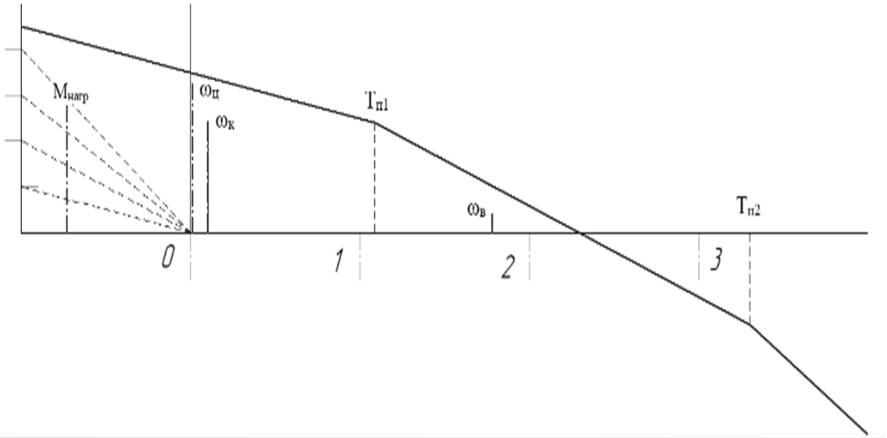


Рис. 1. ЛАХ разомкнутой системы

На рис. 1 синим штрихом показаны входные воздействия момента нагрузки $M_{н}$, качки $\omega_{к}$, наведения $\omega_{ц}$ и вибрации $\omega_{в}$, синим сплошным ЛАХ разомкнутой системы [1]. Из рисунка видно, что все входные воздействия обрабатываются.

$$T_y = \frac{1}{(10 \dots 40 \omega_{ср})} = \frac{1}{40 * 219} = 0,000114 \text{ с.}$$

Для анализа устойчивости и качества регулирования частотным методом, построены ЛАХ и ЛФХ в программе MatLab, а также произведено моделирование системы коррекции оси визирования по азимуту [3].

Построим схему моделирования исходной разомкнутой системы:

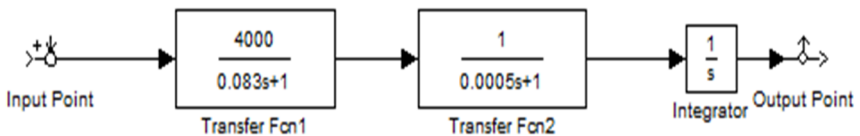


Рис.2. Схема моделирования

На рис. 3 представлены графики ЛАХ и ЛФХ системы с рис. 2.

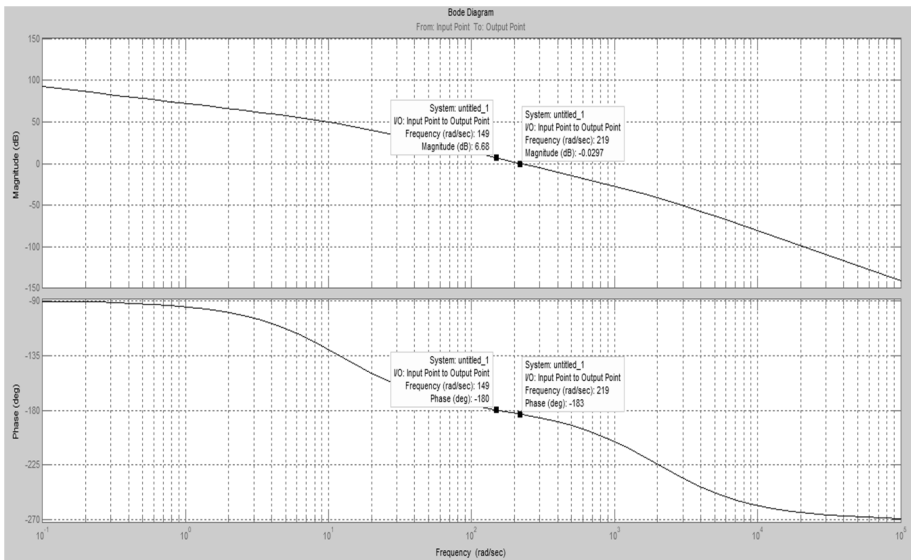


Рис. 3. Графики ЛАХ и ЛФХ

Из рис. 3 видно, что система не устойчива. Запасы по фазе равны -2 град, а по амплитуде -3.82 дБ. Для устойчивости системы берем T_1 , равную 0,01 с.

После ввода T_1 система становится устойчива. Ее схема моделирования представлена на рис. 4. А графики ЛАХ и ЛФХ на рис. 5.



Рис. 4. Схема моделирования

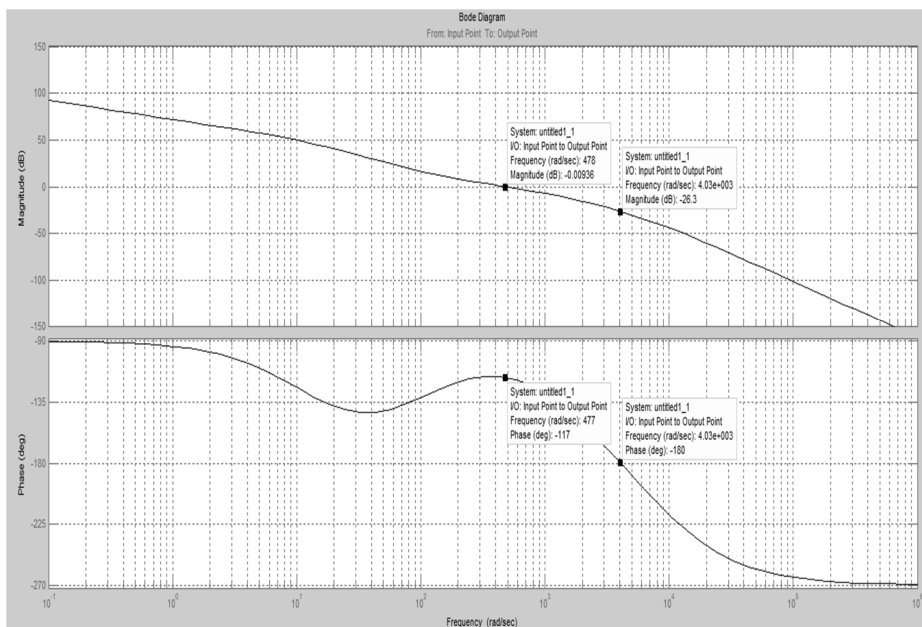


Рис. 5. Графики ЛАХ и ЛФХ

Из рис. 5 можно сделать вывод, что запасы устойчивости по фазе 63 градуса и запас устойчивости по амплитуде 26,3 дБ.

Список литературы

1. Желнин, А.А. Способ косвенной стабилизации по угловым скоростям и ускорениям качки и раздельной обработкой полезных сигналов. Математическая морфология. / А.А. Желнин //Электронный математический и медико-биологический журнал. – 2013. – Т.12. – Вып. 1.
2. Бесекерский, В.А. Сборник задач по теории автоматического регулирования и управления./ В.А. Бесекерский, А.Н. Герасимов, С.В. Лучко, А.В. Небылов. – 5-е изд., перераб. – М.: Изд-во «Наука». – 1978. – 512 с.
3. Бабаев, А.А. Стабилизация оптических приборов/ А.А. Бабаев. – Л.: Маш., 1975.–192 с.

Материал поступил в редколлегию 21.09.18.