

ПРИМЕНЕНИЕ ПРИНЦИПОВ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ ПРИ ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО СИНТЕЗА

Сачко М. А., Кривошеев В. П.

Владивостокский государственный университет экономики и сервиса, keeper@vvsu.ru

Оценку качества знаний обучаемых как при аудиторных занятиях, так и при самостоятельных можно автоматизировать. При этом алгоритмируется субъективная оценка знаний студента преподавателем.

В тех случаях, когда необходимо описать алгоритм принятия решений, основанных на субъективной оценке, применяют принципы теории нечеткой логики. В настоящее время известны работы по использованию теории нечеткой логики и нечетких множеств в образовательных системах, в частности, для контроля знаний обучаемых при помощи тестирования, а также в экспертных системах. Но стоит отметить, что автоматизация процесса обучения и контроля знаний обычно затрагивает только теоретические аспекты образовательной деятельности, т.к. изучение практического материала, и, в частности, при проведении лабораторных работ, сложно автоматизировать. В связи с тем, что обучение это целостный процесс изучения теоретических и практических аспектов изучаемой области, то автоматизация процесса изучения практического материала является актуальной задачей.

Для автоматизации изучения параметрического синтеза (ПС) систем управления (СУ) предлагается использовать методы нечеткой логики. Рассматривается применение методов нечеткой логики при параметрическом синтезе одноконтурной СУ.

Параметрический синтез одноконтурных СУ включает следующие этапы: построение расширенной амплитудно-фазовой характеристики (РАФХ) объекта по каналу управления для определения диапазона частот при построении линий D-разбиения; построение линий D-разбиения и выбор оптимальных значений настроечных параметров выбранного типа регулятора; построение переходного процесса в СУ.

В данной работе рассматриваются линии D-разбиения для заданного значения степени колебательности $m = m_{\text{зад}}$

На рис.1. приведена РАФХ объекта управления и показаны граничные частоты, необходимые для построения линий D-разбиения. Угол $\gamma_{\text{зад}}$ здесь соответствует заданному значению степени колебательности. Они связаны между собой выражением $\gamma_{\text{зад}} = \arctg(m_{\text{зад}})$.

В зависимости от выбранного типа регулятора выбирается следующий диапазон частот:

ПИ-регулятора $\omega_{\text{нч}} = \omega_1$, $\omega_{\text{кч}} = \omega_2$, $\omega_{\text{пред}} = \omega_3$;

ПД-регулятора $\omega_{\text{нч}} = \omega_2$, $\omega_{\text{кч}} = \omega_3$, $\omega_{\text{пред}} = \omega_{03}$;

ПИД-регулятора $\omega_{\text{нч}} = \omega_1$, $\omega_{\text{кч}} = \omega_3$, $\omega_{\text{пред}} = \omega_{03}$,

где $\omega_{\text{нч}}$ - начальная частота, $\omega_{\text{кч}}$ - конечная частота, $\omega_{\text{пред}}$ - предельное значение частоты.

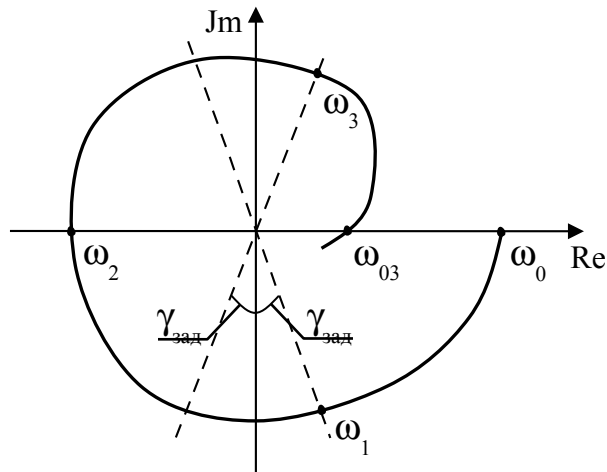


Рис. 1. Расширенная амплитудно-фазовая характеристика объекта управления

При выборе обучаемым начальной и конечной частот, согласно вышеуказанным условиям, нужно учесть, что небольшая погрешность в его выборе не сильно скажется на результатах всего ПС. По этой причине оценку за выполнение этого этапа можно оценить по трапецевидной функции принадлежности [1]

$$\mu_T(x; a, b, c, d) = \begin{cases} \frac{x - a}{b - a}, & a \leq x \leq b \\ 1, & b \leq x \leq c \\ \frac{d - x}{d - c}, & c \leq x \leq d \\ 0, & d < x < a \end{cases} \quad (1)$$

где a, b, c, d — частоты РАФХ, принимающие различные значения, в зависимости от типа выбранного регулятора, и упорядоченные отношением: $a \leq b \leq c \leq d$.

Для определения функций принадлежности (рис. 2) начальной частоты справедливо что:

$$a = 0, b = 0,9\omega_{i\dot{a}+}, c = 1,1\omega_{i\dot{a}+}, d = \omega_{\dot{e}i}$$

а для конечной частоты:

$$a = \omega_{i\dot{a}+}, b = 0,9\omega_{\dot{e}i}, c = 1,1\omega_{\dot{e}i}, d = \omega_{i\dot{a}\dot{a}}$$

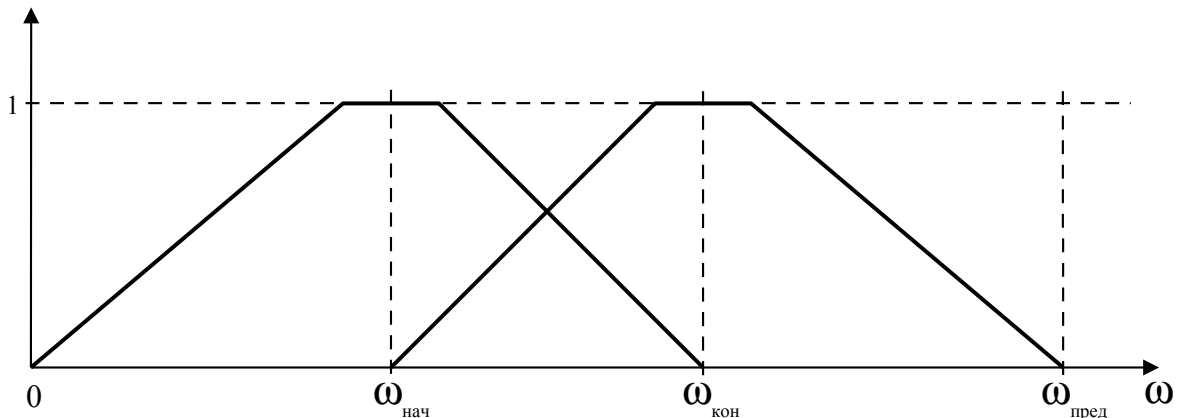


Рис.2. Функции принадлежности для оценки выбора начальной и конечной частот расширенной амплитудно-фазовой характеристики

Следующим этапом ПС является определение оптимальных настроечных параметров на линии D-разбиения (рис. 3). При этом оптимальными считаются параметры, выбранные на рабочей частоте $\omega_{\text{раб}} = 1.1\omega_{\text{max}}$, где ω_{max} - частота, при которой достигается экстремум линии D-разбиения.

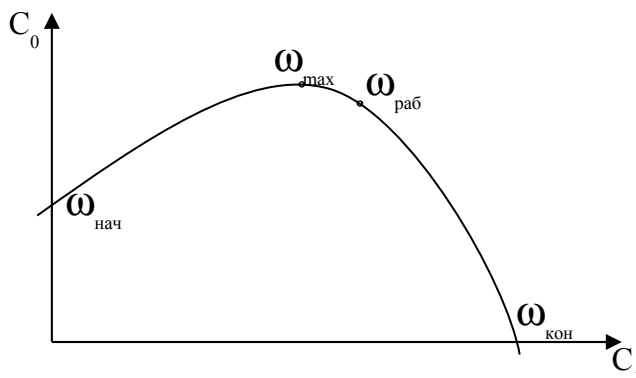


Рис. 3. Выбор оптимальных значений настроечных параметров (линия D-разбиения)

Для оценки правильности выбора рабочей частоты на линии D-разбиения целесообразно использовать функцию принадлежности распределения минимальной квадратичной ошибки

$$\mu_D(x) = \begin{cases} \frac{E}{e_{\min}}, & \omega_{\text{нач}} \leq x \leq 0,9\omega_{\text{раб}} \text{ и } 1,1\omega_{\text{раб}} \leq x \leq \omega_{\text{кон}} \\ 0, & 0,9\omega_{\text{раб}} \leq x \leq 1,1\omega_{\text{раб}} \\ 1, & \omega_{\text{кон}} \leq x \leq \omega_{\text{нач}} \end{cases},$$

где E - множество значений квадратичной ошибки частоты ω ,

e_{\min} - минимальная квадратичная ошибка.

Графическое представление функции принадлежности линии D-разбиения изображено на рис. 4.

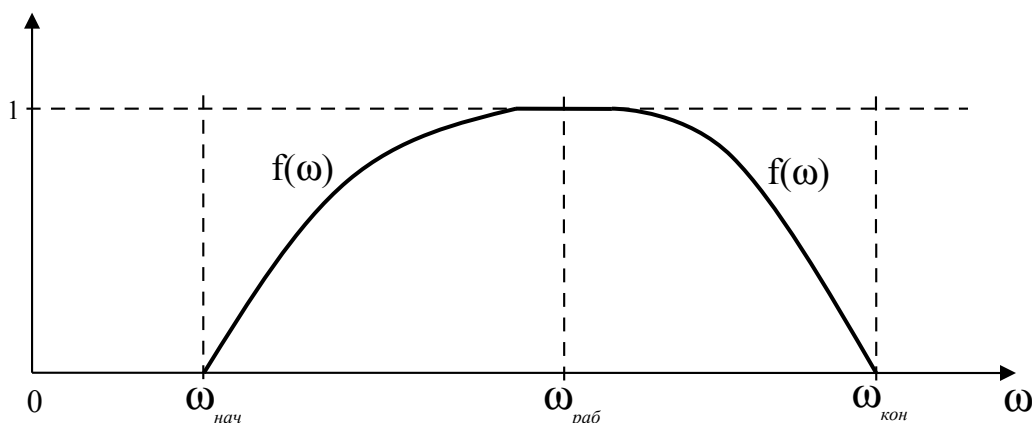


Рис. 4. Функция принадлежности линии D-разбиения

Приведенные функции принадлежности можно использовать в модулях фаззификации при оценке качества проведения параметрического синтеза одноконтурных систем управления. В качестве оценивания промежуточных

результатов для лингвистической переменной ОЦЕНКА предлагается использовать следующие термы: ОТЛИЧНО при $\mu = 1$, ХОРОШО при $0,8 \leq \mu < 1$, НЕПЛОХО при $0,6 \leq \mu < 0,8$, УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО при $0,3 \leq \mu < 0,6$, ПЛОХО при $0 < \mu < 0,3$, НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО при $\mu = 0$. При этом, при проведении ПС действует нечеткое правило: если любая ОЦЕНКА этапа расчета = НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО, то ОЦЕНКА ПС = НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО.

Оценка результата ПС в других случаях рассчитывается исходя из нечеткой базы правил составленной экспертами (преподавателями).

Другой аспект применения функции принадлежности ПС состоит в выявлении пробелов в знаниях обучаемого при неудовлетворительной оценке одних этапов ПС по сравнению с другими. В этом случае система может сигнализировать обучаемому о необходимости более подробного изучения материала по данной тематике, а преподавателю о необходимости более подробно разъяснить указанную тему в случае неоднократной минимальной оценке по этой теме.

Применение рассмотренного подхода при реализации лабораторного практикума в автоматизированных обучающих системах [2] позволит существенно улучшить качество самостоятельной работы обучаемых при изучении параметрического синтеза систем управления.

Список используемых источников.

1. Функция принадлежности и методы ее построения [Электронный ресурс] // Сайт Fuzzy Modeling Group – Режим доступа: <http://fuzzy-group.narod.ru/files/Lecture03.The.membership.function.pdf>

2. Сачко М.А. Разработка информационно-программного комплекса для исследования систем управления / М.А. Сачко, В.П. Кривошеев, А.В. Епифанцев // Математические методы в технике и технологиях - ММТТ-23: сб. трудов XXIII международная научная конференция в 12 т. Т 12. Секция 14,15 / под общей редакцией В.С. Балакирева. – Смоленск, 2010. – С. 151-154.