

УДК 681.518

## ПРИМЕНЕНИЕ ГИБРИДНЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СЕТЕЙ В СУДОВЫХ СИСТЕМАХ КЛИМАТ-КОНТРОЛЯ

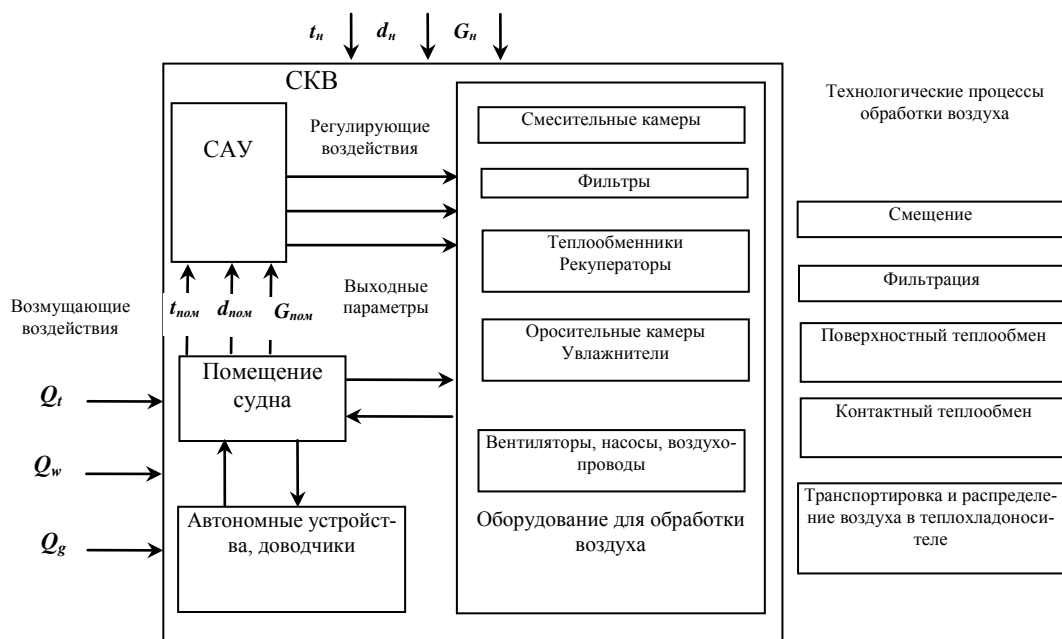
Д. т. н. С. А. Михайлов, Р. Ю. Харченко

Одесская национальная морская академия  
Украина, г. Одесса  
SMikhailov@i.ua; romann30@gmail.com

Рассмотрены различные варианты адаптации математического аппарата интеллектуальных сетей в судовых системах вентиляции и кондиционирования. Проанализированы и смоделированы на ЭВМ как модели традиционных теорий, так и модели с применением альтернативных направлений – теории нечеткой логики и гибридных сетей. Результаты проведенной работы показали перспективность применения данного подхода при разработке интеллектуальных систем управления.

Ключевые слова: активная адаптация, нейро-нечеткая сеть, климат-контроль, ПИ-регулятор, каскадная САУ, фаззи-контроллер.

Современное морское судно представляет собой сложный объект, т. к. исходя из своего типа, местонахождения, характера перевозимого груза и других факторов оно подвергается воздействию внешних и внутренних возмущений, нелинейно изменяющихся во времени. Например, система кондиционирования и вентиляции (СКВ) судна подвержена воздействию таких возмущений, как температура заборной воды, солнечная активность, скорость и температура воздушных потоков, меняющиеся температурные условия внутри помещений и т. д. (см. рисунок). Температура и влажность воздуха внутри помещений судна являются жизненно важными параметрами, от стабилизации которых зависит состояние здоровья экипажа и пассажиров.



Обобщенная структурная схема СКВ судна как объекта автоматизации:

$t_n$ ,  $d_n$ ,  $G_n$  – температура, влажность, расход наружного воздуха;  $t_{пом}$ ,  $d_{пом}$ ,  $G_{пом}$  – температура, влажность, расход воздуха в помещении;  $Q_t$ ,  $Q_w$ ,  $Q_g$  – тепловая, влажностная и газовые нагрузки

Для поддержания заданных значений климатического контроля на современных судах широко используются системы автоматизированного регулирования (САР). Как правило, в САР применяются типовые регуляторы (П, ПИ, ПИД), настройку которых производят специалисты-электромеханики, используя классические методы [1] анализа передаточной функции объекта  $W(s)$ . Однако, из-за влияния неконтролируемых внешних факторов изначально заложенные в расчет значения параметров объекта подвергаются изменению, в силу чего математическая модель перестает быть адекватной объекту, что в свою очередь приводит к необходимости частой перенастройки регуляторов из-за неудовлетворительной работы САР [2].

Для повышения эффективности работы САР предложена структура автонастройки ПИ-регулятора, основанная на использовании активных частотных методов идентификации и оптимизации в виде гибридной сети (ГС).

Применение частотных методов позволяет обеспечить помехозащищенность алгоритма и рационально организовать активный эксперимент на действующей системе по критерию поддержания области устойчивости. Идентификация по комплексной частотной характеристике осуществляется путем подачи на вход двух синусоидальных сигналов на различающихся между собой частотах, принадлежащих к существенному диапазону [1]. Структура передаточной функции объекта состоит из

нескольких аperiodических звеньев с запаздыванием вида  $W(s) = \frac{K}{(T(s) + 1)^n} e^{-\tau(s)}$  со значениями,

изменяющимися в течение времени в определенном диапазоне случайным образом. Идентификатор определяет значения параметров объекта и его порядок. В дальнейшем данные значения используются оптимизатором в виде нейро-нечеткой сети, действующей по алгоритму Сугено [3–4], для поиска оптимальных значений настроек ПИ-регулятора ( $K_p$ ,  $T_I$ ). Обучение гибридной сети производится с учетом мнения экспертов – наладчиков САР.

Компьютерные эксперименты, проведенные авторами в программе MatLab (Simulink) с варьированием значений параметров передаточной функции объекта, продемонстрировали в ряде случаев неэффективность традиционных подходов в отличие от алгоритма ГС, переходные процессы которой были оптимальными. Исходя из этого, можно сделать вывод, что предложенная интеллектуально-адаптивная САР температуры воздуха обладает рядом преимуществ по сравнению с традиционными методами адаптации, используемыми в настоящее время в САР судовых систем.

#### ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Ротач В. Я. Теория автоматического управления.— Москва: МЭИ, 2008. – 396 с.
2. Харченко Р. Ю. Метод адаптивного регулирования в системе климатического контроля судна // Автоматизация судовых технических средств.— Одесса: ОНМА, 2011.— Вып. 17.
3. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: Пер. с польск. И. Д. Рудинского.— Москва: Горячая линия – Телеком, 2006.— 452 с.
4. Леоненков А. Ю. Нечеткое моделирование в среде Matlab и fuzzyTech.— С.-Птб.: БХВ, 2003. — 720 с.

---

S. A. Mikhailov, R. Yu. Kharchenko

#### **Application of hybrid intelligent networks in marine climate control systems.**

Various adaptation options of mathematical apparatus of intelligent networks in marine ventilation and air conditioning are considered. Both traditional theories models and models with the use of alternative areas — the theory of fuzzy logic and hybrid networks — are analyzed and computer simulated. The results of this work show the promise of consideration of this approach in the development of intelligent control systems.

Keywords: *active adaptation, neuro-fuzzy network, climate control, PI controller, cascade ACS, fuzzy controller.*