

С. А. Смирнов – студент кафедры управления и информатики в технических системах
М. В. Бураков (канд. техн. наук, доц.) – научный руководитель

АДАПТИВНЫЙ АВТОРУЛЕВОЙ СУДНА

Автопилот является одним из наиболее важных элементов системы управления судном. Авторулевой повышает уровень безопасности в управлении кораблем, он может сократить 3 – 5% пути судна и снизить расход топлива [1].

В последние несколько десятилетий, пользуясь резким развитием электроники и теории управления, были предложены несколько новых и эффективных методов проектирования авторулевых судов. Большинство существующих авторулевых были созданы на основе ПД и ПИД регуляторов. Они отличаются простотой и надежностью, однако их эффективность в различных климатических условиях может изменяться. Изменение же параметров авторулевого требует вмешательства разработчика. Эта особенность требует проектирования адаптивных авторулевых, которые автоматически приспосабливаются к изменению внешних условий.

Адаптивное управление – совокупность методов теории управления, позволяющих синтезировать системы управления, которые имеют возможность изменять параметры регулятора или структуру регулятора в зависимости от изменения параметров объекта управления или внешних возмущений, действующих на объект управления [2, 3].

Наиболее простой путь разработки адаптивного авторулевого заключается в изменении коэффициентов усиления регулятора на основе наблюдаемого поведения объекта управления (рис. 1).

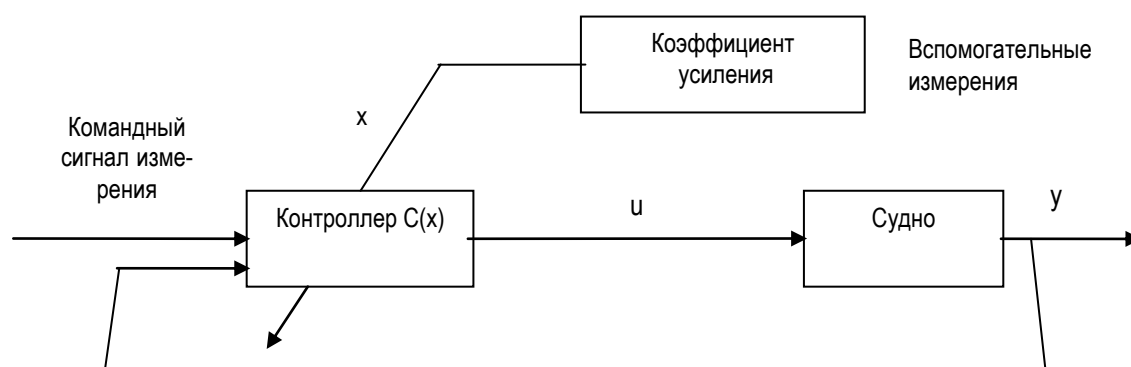


Рис. 1. Управление коэффициентом усиления авторулевого

В качестве измеряемого параметра может быть использована текущая скорость судна [3].

В работе [3] использованы следующие формулы для расчета коэффициентов ПД-регулятора:

$$K_p = \left(\frac{\omega_n^2 T}{K} \right) \left(\frac{L}{U} \right)^2$$

$$K_d = 2\zeta \sqrt{\frac{K_p K T - 1}{K}}$$

где: K_p – пропорциональное усиления ПД контроллера, K_d – дифференциальное усиление, ω_n – собственная частота рыскания судна, ζ – коэффициент демпфирования, L – длина судна, U – скорость судна

Экспериментальные исследования позволяют таблично описать зависимости коэффициентов регулятора от параметров движения. Однако такая система не является адаптивной в полном смысле слова, поскольку учесть заранее все условия движения невозможно.

Адаптивные системы подразделяются на системы с прямым и косвенным принципом адаптации. Прямая адаптивная система настраивает параметры контроллера без явной идентификации, в то время как косвенные адаптивные системы требуют использования результатов идентификации параметров процесса.

При проектировании авторулевого перспективным является использование адаптивной системы с эталонной моделью (рис. 2).

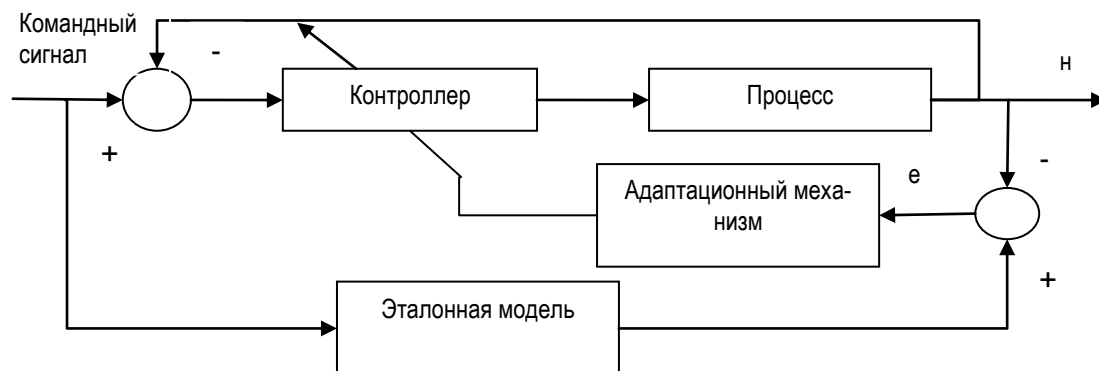


Рис. 2. Адаптивная система с эталонной моделью

Адаптивная система с эталонной моделью (model-reference adaptive system MRAS) показана на рис. 4. Идея MRAS является создание замкнутого цикла управления, в котором параметры обновляются в соответствии с реакцией системы. Выход сравнивается с желаемой реакцией от эталонной модели. Параметры контроллера обновляются на основе ошибки сравнения. Механизм адаптации описан в работе [3].

Проведенные эксперименты моделирования адаптивного авторулевого судна в Simulink MatLab показали перспективность использования адаптивной системы с эталонной моделью.

Библиографический список

1. Лукомский Ю.А, Системы управления морскими подвижными объектами, Л.Судостроение, 1988.
2. Hayashi, S. (1991). Auto-tuning Fuzzy PI Controller. Proceedings of the IFSA '91 (pp. 41–44). Belgium: Brussels.
3. Методы робастного нейро-нечеткого и адаптивного управления: Учебник / Под ред. Н.Д. Егупова , М: 2001. 744с.
4. Astrom K.J., Wittenmark B. Adaptive control. Addison Wesley, 2nd Ed., 1995. 360p.