

УПРАВЛЕНИЕ СУДНОМ В УСЛОВИЯХ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Зинченко С.Н., Носов П.С., Грошева О.А., Маменко П.П., Матейчук В.Н.

*Херсонская государственная морская академия
(Украина)*

Вступление. В настоящее время на большинстве транспортных судов используется схема управления с одним или двумя двигателями, кормовым рулем и подруливающим устройством. При этом, подруливающее устройство и двигатели используются для маневрирования только при небольших скоростях, в маневренном режиме. На переходе двигатели работают в режиме обеспечения максимальной скорости хода судна и не используются для маневрирования. Поддержание заданного курса или движение по заданному маршруту обеспечивается только кормовым рулем. В режиме автопилота кормовым рулем управляет ПИД – регулятор.

В работе [1] приведен пример системы вождения по маршруту (Track Control System) (раздел 8) в условиях ветрового воздействия, которая обеспечивает удержание судна на маршруте. Вместе с тем, наличие ветрового воздействия не позволяет одновременно обеспечить нулевой угол дрейфа, что приводит к увеличению гидродинамического сопротивления, уменьшению скорости, увеличению времени перехода и дополнительному расходу топлива. В работе [2] описана система автоматического управления судном с дополнительным носовым рулем, которая, по мнению авторов работы [2], обеспечивает нулевой угол дрейфа и нулевое отклонение от траектории, в том числе и при наличии внешних воздействий, что позволяет уменьшить общее сопротивление движению судна и расход топлива.

В предложенной системе автоматического управления движением судна: нулевой угол дрейфа и нулевое боковое смещение обеспечиваются отдельным управлением носовым и кормовым рулем. Нулевой угол дрейфа обеспечивается управлением носовым рулем, а нулевое боковое смещение – кормовым рулем; в законе управления носовым рулем используется оценка угловой скорости в канале рыскания, полученная дифференцированием измеренного углового отклонения; в законе управления кормовым рулем используется оценка бокового смещения по углу дрейфа.

Актуальность исследований. Так как практически все суда работают в условиях внешних воздействий ветра и течения, поиск оптимальных схем и оптимального управления судном в условиях внешних воздействий, является актуальной научно – технической задачей.

Постановка задачи. Требуется выбрать схему управления и алгоритм управления судном, оптимизирующие его движение на переходе при наличии внешних воздействий.

Результаты исследований. Для проведения исследований, авторами статьи взята за основу схема управления с дополнительным носовым рулем, описанная в работе [2]. Дополнительно, авторами предложены следующие решения [3], позволяющие оптимизировать управление в условиях внешних воздействий: управление кормовым и носовым рулем осуществляется с использованием ПИД – регулирования как по угловому отклонению, так и по боковому смещению, что позволяет удерживать судно на маршруте с нулевым углом дрейфа при наличии внешних воздействий; использование одинакового закона управления носовым и кормовым рулями (ПИД - регулирование по угловому отклонению и боковому смещению) позволяет управлять судном при отказе одного из рулей, чем обеспечивается резервирование по управлению; в законах управления носовым и кормовым рулем используется измеренное боковое отклонение судна от маршрута (а не оцененное по углу дрейфа отклонение, как в работе [2]), что позволяет избежать неконтролируемого бокового ухода от маршрута за счет ошибок измерения и оценивания; в законах управления носовым и кормовым рулем используется измеренная угловая

скорость вращения судна в канале рыскания (а не оцененная путем дифференцирования углового отклонения, как в работе [2]), что позволяет уменьшить шумовую составляющую и количество срабатываний рулевых приводов.

Для оценки эффективности предложенной в работе [3] системы управления было проведено математическое моделирование в среде MATLAB объекта управления в замкнутой схеме с системами управления [1] и [3] для различных значений бокового ветра.

Выводы. Как показали результаты моделирования:

- переходные процессы в схеме с кормовым и носовым рулями протекают в несколько раз быстрее, чем в схеме только с одним кормовым рулем;
- схема с одним кормовым рулем обеспечивает удержание судна на маршруте, однако не обеспечивает нулевой угол дрейфа;
- схема с кормовым и носовым рулями обеспечивает удержание судна на маршруте с нулевым углом дрейфа;
- схема с кормовым и носовым рулями обеспечивает управление для больших значений бокового ветра, чем схема только с одним кормовым рулем;
- схема с кормовым и носовым рулями более экономична по сравнению со схемой только с одним кормовым рулем; количество сэкономленного топлива возрастает с увеличением боковой составляющей скорости ветра.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вагущенко Л.Л. Системы автоматического управления движением судна /Л.Л. Вагущенко, Н.Н. Цымбал – Одесса: Фенікс, 2007. – 328 с.
2. Клячко Л.М., Острецов Г.Э., Памухин С.Г. Аппаратура автоматического управления движением судна, патент РФ №2223197.
3. Зінченко С.М., Грошева О.О., Матейчук В.М., Маменко П.П., Пивоваров Л.А. Система водіння по маршруту. Заявка на винахід.