

УДК 629.5.051.5

Е.М. Купаев, студент ЭМФ, Р-4 ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

В.А. Чернышов, к.т.н., директор ООО «Автоматика +»

М.М. Чиркова, профессор, д.т.н., кафедра Информатики, систем управления и телекоммуникаций ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

603951, Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

ОБОСНОВАНИЕ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ ДВИЖЕНИЯ СУДНА ПРИ УДЕРЖАНИИ ЕГО НА ЗАДАННОМ НАПРАВЛЕНИИ В СЛОЖНЫХ ВНЕШНИХ УСЛОВИЯХ

Ключевые слова. Динамика судов, критерии оптимальности, информационное обеспечение процесса управления.

В работе обосновываются критерии оценки движения судна на заданном направлении в сложных внешних условиях, определяются параметры, влияющие на введенные критерии оценки качества управления.

В настоящее время наблюдается тенденция увеличения грузоподъемности речных судов без должного анализа временных и топливных затрат на перевозку груза или пассажиров. Экономические расчеты проводятся из условия, что траектория движения судна состоит из прямолинейных участков, на каждом из которых судно идет с определенной скоростью, рис.1 (сплошная тонкая линия). При оценке времени и пройденного пути при движении судна из п. А в п. В не учитывается тот факт, что суда (речные и смешанного типа плавания) относятся к подвижным объектам, которые неустойчивы на заданном направлении, требуют непрерывной перекладки руля, меняют свои гидродинамические характеристики при изменении глубины фарватера и идут с углом дрейфа β (угол между вектором линейной скоростью движения и диаметральной плоскостью судна), величина которого зависит от силы и направления ветра.

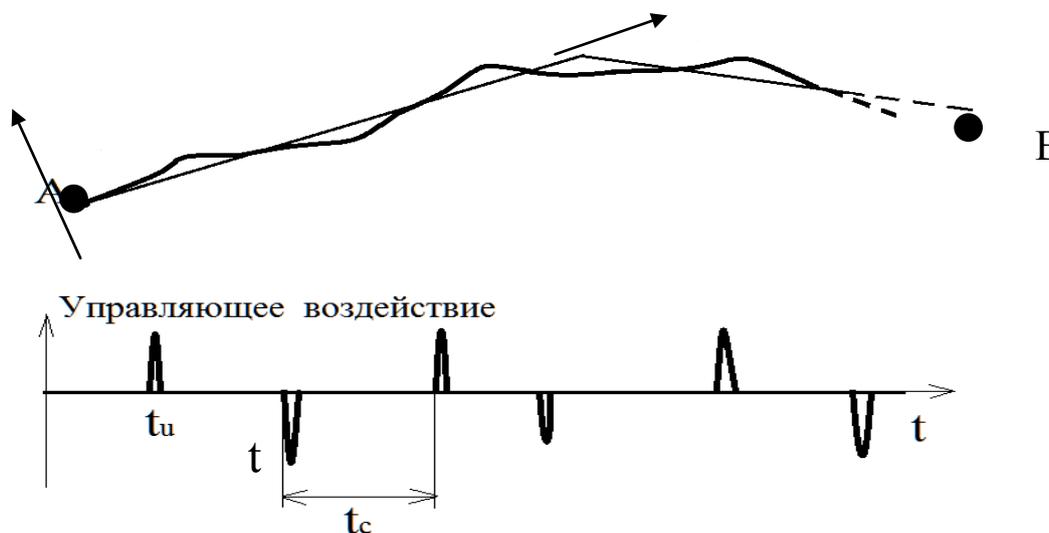


Рис. 1. Траектория судна на прямолинейных участках пути и алгоритм удержания его на курсе

Судоводитель, при внимательном наблюдении за движением судна, может удерживать его на заданном направлении с точностью до $\Delta\varphi = \pm 0.5^\circ$, делая до 10 перекладок руля в минуту в зависимости от проекта судна и состояния внешней среды (F). В этом случае траектория судна при движении на прямолинейном участке выглядит так, как представлено на рис.1. При небрежном управлении неустойчивым судном точность удержания его на курсе $\Delta\varphi$ доходит до $1-2^\circ$, увеличивается амплитуда рыскания ($\Delta\psi$) и, как следствие, увеличиваются время движения, длина пройденного пути и экономические затраты, повышается вероятность аварий. Ситуация значительно усложняется при изменении внешних условий (ветер, волнение, мелководье, ...).

В работе при моделировании процесса стабилизации судна на курсе (использовалась модель, предложенная в [1], и импульсный алгоритм управления), и анализе осциллограмм натурных испытаний судна для оценки качества процесса управления были введены следующие показатели (критерии оптимальности): соотношение времен t_u/t_c , t_u/t_p и максимальные значения амплитуды рыскания $\Delta\psi$ и угла дрейфа β . Угол дрейфа значительно возрастает при боковом ветре, когда судоводитель сознательно разворачивает судно для уменьшения сноса с заданного направления.

Все перечисленные показатели зависят от следующих параметров: деловых качеств судоводителя, состояния внешней среды, алгоритма управления и в значительной мере от корпусных характеристик судна, в частности, от соотношений L/B , B/T , α , β , δ , V , где L – длина, B – ширина, T – осадка судна, α , β , δ – коэффициенты полноты ватерлинии, мидель-шпангоута, общей полноты, V – водоизмещение. Если первые два параметра не входят в круг решения задач оптимизации, то параметры алгоритма управления и корпусные характеристики судна можно оптимизировать.

Таким образом, введенные критерии оптимизации и задача определения оптимальных значений параметров алгоритма управления и корпуса, обеспечивающих экстремум критериев является актуальной. Проведенный в работе анализ характеристик движения судна позволил предложить некоторые пути решения проблемы повышения показателей управления и надежности прохождения узостей в условиях меняющейся внешней среды:

1. использовать радиобуи и РЛС для более точной оценки координат судна и отклонения его центра тяжести от генерального направления;
2. совершенствовать алгоритм управления – разрабатывать интеллектуальный алгоритм, использующий информацию о расширенном количестве координат состояния, изменяющий свои параметры при изменении внешней среды и настраивающихся под суда разных проектов (разных конструктивных особенностей);
3. включить в требования Речного Регистра проведение испытаний новых образцов судов для оценки их реакций на изменения внешней среды;
4. включить в методику испытаний проверку на дрейф при максимально допустимом ветре на мелководье.

Список литературы:

[1]. Войткунский Я.И. Управляемость водоизмещающих судов: Справочник по теории корабля/ Я.И. Войткунский - Л.: Судостроение, 1985. Т. 3. 544 с.

THE CRITERIA FOR ASSESSING THE MOVEMENT OF THE VESSEL IN A GIVEN DIRECTION UNDER DIFFICULT EXTERNAL CONDITIONS

Kuraev E.M., Chernyshov A.V., Chirkova M.M.

Материалы научно-методической конференции профессорско-преподавательского состава, аспирантов и студентов

Keywords: dynamics of vessels, optimization criteria, information support of the control process.

Criteria for assessing the movement of the vessel in a given direction under difficult external conditions and the parameters that affect criteria for assessing the quality of control are defined and discussed in work