

УДК 629.5.017.2

Бычков Владислав Ярославич¹ – аспирант, e-mail: dragruz@yandex.ru¹Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород, Россия.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АЛГОРИТМА РЕАЛИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ ПО ЗАДАННОЙ ТРАЕКТОРИИ НА СУДАХ С КОЛЕСНЫМ ДВИЖИТЕЛЬНО-РУЛЕВЫМ КОМПЛЕКСОМ

Аннотация. В данной статье рассматриваются особенности применения алгоритма движения по заданной траектории на судах с колесным движительно-рулевым комплексом. Приводятся результаты компьютерного моделирования, при реализации смены курса в автоматическом режиме.

Ключевые слова: судно, компьютерное моделирование, колесно-двигательный рулевой комплекс, алгоритмы управления.

В России не первый год применяются суда с колесным движительно-рулевым комплексом (КДРК). Их существенное преимущество (хорошая управляемость) в полной мере позволяет реализовать компьютеризированная система управления [1,2]. Наличие компьютеризированной системы управления дает возможность реализовывать на судне элементы автоматического управления движением судна - удержание судна на заданной траектории, автоматическая швартовка и др. [3-11].

Алгоритм удержания на траектории принимает маршрут как набор отрезков и удерживает судно на отрезке (контролируя отклонения от курса и отклонения от заданного отрезка). Однако при перестроении с одного отрезка на другой возникают определенные сложности, одной из которых необходимость контроля времени начала маневра, для предотвращения запаздывания начала поворота и как следствие значительного отклонения судна от заданного маршрута в точке поворота (результаты моделирования представлены на рис. 1).

Судно начало поворот в точке соединения маршрутных отрезков (рис. 1), что привело к значительному отклонению от траектории и длительному возврату к заданной траектории. При этом, величина максимального отклонения составила 25,4 метра, что неприемлемо для условий реки, где судоводитель не позволяет настолько сильно отклоняться от маршрута на поворотах за счет увеличения пройденного расстояния. Угол поворота на рисунке 1 составляет 30 градусов, а значит при больших углах поворота максимальное отклонение от траектории будет увеличиваться.

Для предотвращения этого, необходимо начинать изменение курса заранее, а не в точке соединения маршрутных отрезков. Так как величина вылета при повороте в первую очередь зависит от скорости судна, её и следует учитывать при вычислении величины, определяющей начало поворота. Величина упреждения вычисляется как скорость судна, умноженная на коэффициент $K\Delta U$.

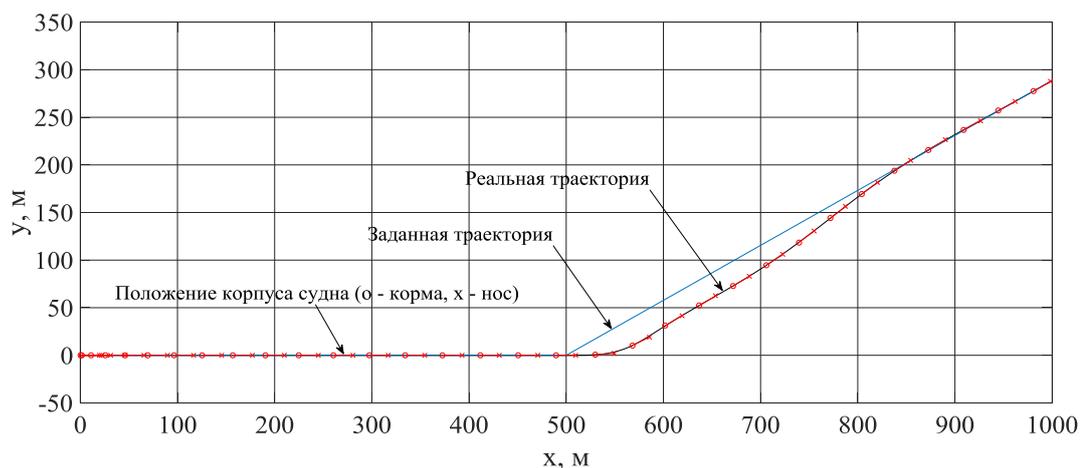


Рисунок 1 – Траектория движения судна при смене курса

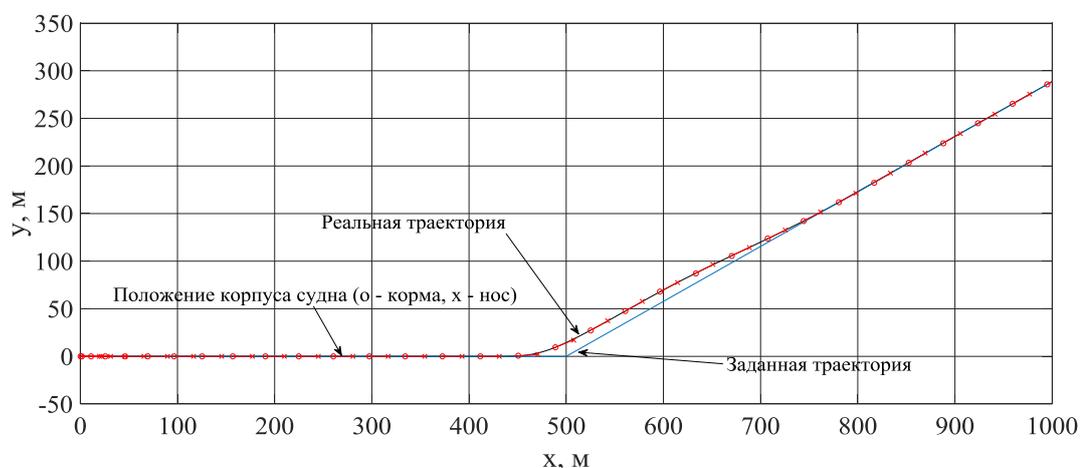


Рисунок 2 – Траектория движения судна при смене курса ($KDU = 20$)

На рисунке 2 показана траектория движения судна при начале манёвра смены курса с упреждением и $KDU = 20$. Слишком большое значение коэффициента привело к тому, что маневр начался слишком рано и главная проблема (возможность выхода судна за рамки судового хода) все ещё сохранилась. Максимальное отклонение от маршрута составило 13 метров.

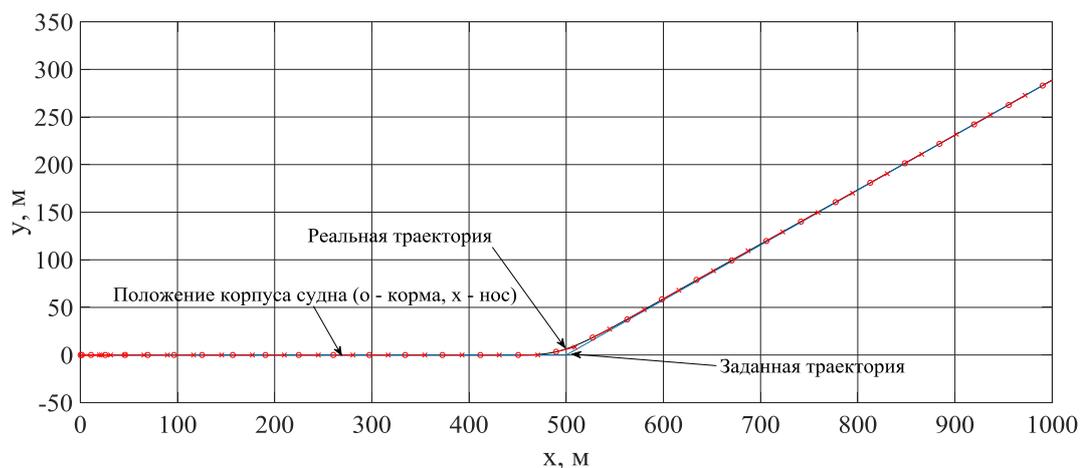


Рисунок 3 – Траектория движения судна при смене курса ($KDU = 15$)

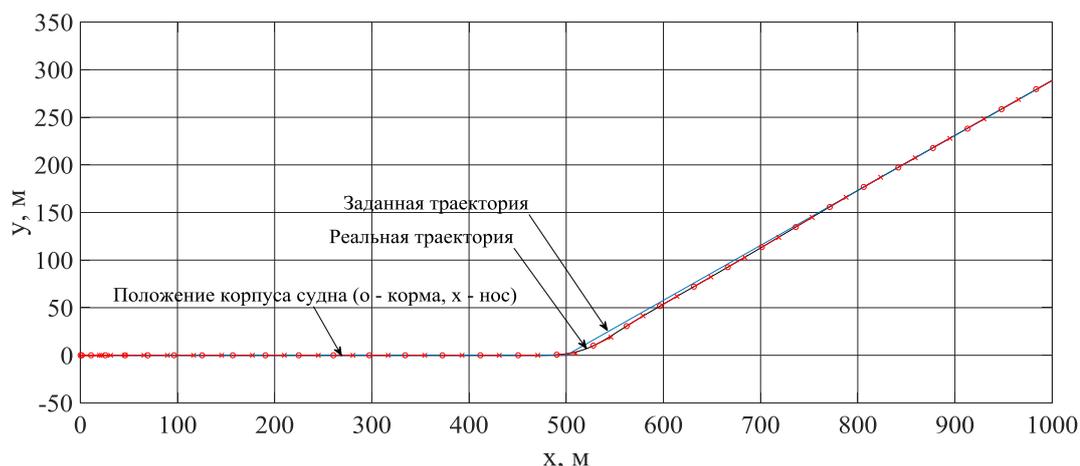


Рисунок 4 – Траектория движения судна при смене курса ($K\Delta U = 10$)

На рисунках 3 и 4 коэффициент $K\Delta U$ был соответственно равен 15 и 10. В первом случае поворот, как и на рисунке 2 был начат раньше, чем требовалось, во втором, как и на рисунке 1 произошло запаздывание с началом маневра. При этом отклонение в обоих случаях составило примерно 5,5 метров, что уже можно считать удовлетворительным в условиях судового хода реки.

На рисунке 5 угол поворота представлены результаты моделирования для изменения курса судна на 45 градусов. Максимальное отклонение составило почти 20 метров, что уже неприемлемо для условий реки. Увеличивая коэффициент до 15, максимальное отклонение уменьшается до 5,7 метров. Из этого можно сделать вывод, что при больших углах поворота сохранит свою эффективность коэффициент, который приводил к более раннему повороту на меньших углах поворота.

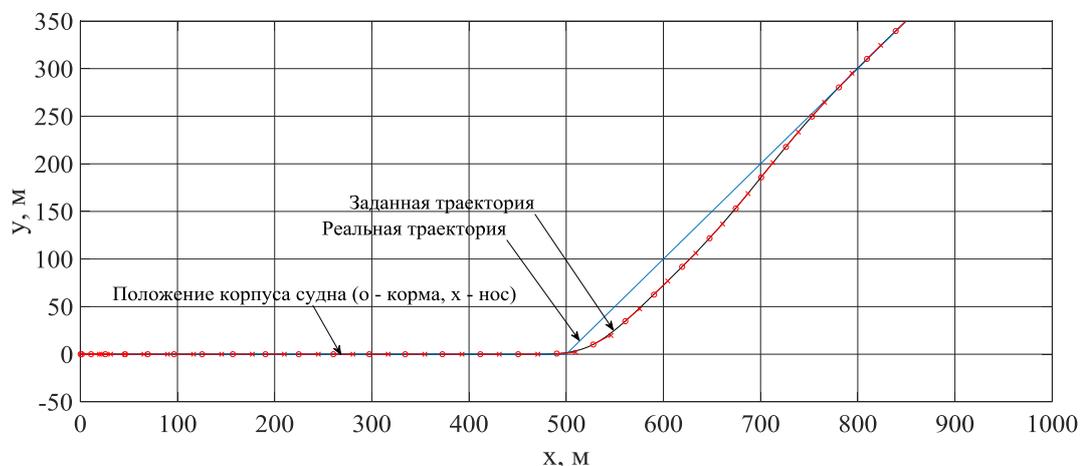


Рисунок 5 – Траектория движения судна при смене курса ($K\Delta U = 10$)

По результатам исследований можно сделать вывод, что подбирать коэффициент необходимо так, чтобы минимизировать отклонение от маршрута при совершении маневра. При подборе коэффициента необходимо проводить проверку на различных углах поворота, что позволит подобрать универсальный коэффициент способный обеспечить максимальную точность при повороте на любой угол и на любой скорости.

Список литературы:

1. Галкин Д.Н., Итальянцев С.А., Плющаев В.И. Компьютеризованная система управления пассажирским колесным теплоходом. - Речной транспорт (XXI век). Москва. № 6. 2014 – с.29-31



2. Грошева Л.С., Мерзляков В.И., Перевезенцев С.В., Плющаев В.И. Разработка комплексной системы контроля и управления на базе промышленных контроллеров FASTWEL. - Современные технологии автоматизации. №3.-Москва, 2015.- с. 22-26
3. Грошева Л.С., Плющаев В.И. Адаптивный алгоритм удержания судна с колесным двигателем на курсе. - Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. Выпуск 43. – Н. Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2015. – с.47-56
4. Грошева Л.С., Плющаев В.И. Анализ эффективности алгоритмов удержания судна с колесным движительно-рулевым комплексом на заданной траектории. - Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. Выпуск 48. – Н. Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2016. – с.47-55
5. Кузьмичев И.К., Плющаев В.И. Пути реализации автоматической швартовки судна в рамках создания технологии безэкипажного судовождения. - Морские интеллектуальные технологии. – 2018. - т. 2. - № 42. - С.98-103
6. Грошева Л.С., Плющаев В.И. Алгоритмы управления судном с колесным движительно-рулевым комплексом и подруливающим устройством. - Речной транспорт (XXI век). - 2018.- №1 (85) с. 45-49.
7. Грошева Л.С., Плющаев В.И. Анализ влияния погрешностей измерения параметров движения на качественные показатели процесса автоматического удержания судна с колесным движительно-рулевым комплексом на заданной траектории. - Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. – Н. Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2017. – Выпуск 51. С. 46-55
8. Грошева Л.С., Плющаев В.И., Тихонов В.И. Управление судном с колесным движительно-рулевым комплексом при ветровых воздействиях. - Научный журнал «Морские интеллектуальные технологии». СПб, ООО «НИЦ «Морские интеллектуальные технологии», т. 2, № 42, 2018 г., стр.115-120
9. Малов А.С., Плющаев В.И., Спицина Ю.В. Экспериментальная проверка возможности использования разнесенных спутниковых навигационных приемников для определения параметров движения судна. - Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. – Н. Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», Выпуск 50. 2017. - с.56-61
10. Плющаев В.И., Поляков И.С. Система контроля расхода топлива колесного дизель-электрохода. - Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. Выпуск 42. – Н. Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2015. – с.46-50
11. Грошева Л.С., Мерзляков В.И., Плющаев В.И. Швартовка судна с колесным движительно-рулевым комплексом. - Научный журнал «Морские интеллектуальные технологии». СПб, ООО «НИЦ «Морские интеллектуальные технологии», т. 3, № 45, 2019 г., стр.191-195

FEATURES OF THE APPLICATION OF THE ALGORITHM FOR IMPLEMENTING THE MOVEMENT ALONG A GIVEN TRAJECTORY ON SHIPS WITH A WHEELED PROPULSION AND STEERING SYSTEM

Vladislav Y. Bychkov

Abstract. This article discusses the features of the application of the algorithm of movement along a given trajectory on ships with a wheeled propulsion and steering system. The results of computer modeling, when implementing the course change in automatic mode, are presented.

Keywords: ship, computer simulation, wheel-propulsion steering system, control algorithms.

