

А.В. Попов, М.К. Морковин
ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

О СОЗДАНИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КУРСОМ СУДНА

Эффективность работы системы автоматического управления напрямую зависит от реализованного в ней алгоритма управления. Распространенные в классических авторулевых алгоритмы управления не всегда удовлетворяют необходимому качеству управления судном. Поэтому в современном судоходстве актуален вопрос создания новой системы управления, работоспособной в сложных условиях.

Эффективный подход к решению проблемы предусматривает широкое применение математического моделирования, позволяющего также сэкономить время и средства на проведение натурных испытаний. Кроме того, оно воспроизводит условия работы системы автоматического управления при изменении, как внешних воздействий, так и свойств самого объекта. Такие условия при натурных испытаниях на судах в некоторых случаях угрожают безопасности плавания и являются трудно реализуемыми.

Предлагаемый комбинированный метод управления существенно снижает влияние человеческого фактора и в то же время позволяет использовать преимущества автоматической системы, позволяя предотвратить полную или частичную потерю управляемости в случае бифуркационного изменения параметров.

Объектом исследования являлось водоизмещающее судно, функционирующее в условиях произвольно меняющейся внешней среды. В ходе работ использовались классические методы исследования динамических систем, теории бифуркации, устойчивости систем автоматического управления, математического моделирования. Расчеты проводились с использованием, как стандартных пакетов программ, так и алгоритмов собственной разработки.

Эффективность работы системы автоматического управления курсом судна зависит от алгоритма управления, на базе которого реализован авторулевой. Наиболее распространенным в современных классических авторулевых является пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД) алгоритм управления. Однако при изменяющихся внешних условиях он не удовлетворяет необходимому качеству управления судном. В частности ухудшается управляемость на мелководье, появляются участки спада управляемости, возникают рысканья судна на курсе (автоколебания).

Для разработки и оценки эффективности алгоритма управления движением судна была выбрана такая математическая модель, которая достаточно точно отражает динамику реального судна но, тем не менее, является по возможности «простой». Основание принимаемой математической модели основывалось на сравнении ряда результатов математического моделирования с экспериментальными данными, а также на подтверждении полученных новых теоретических результатов случаями, известными в практике судовождения. По итогам проведенных экспериментов была установлена грубость математической модели и ее соответствие реальной системе, что позволяет считать ее эффективной для дальнейших исследований.

Проведенное математическое моделирование показало, что в зависимости от угла курса, скорости ветра и угла перекладки руля существует множество стационарных режимов движения. Возможно возникновение устойчивых областей спада управляемости – автоколебаний, при которых существенно возрастает рыскливость судна. Данная особенность наряду с неоднозначностями в переходных процессах затрудняет управляемость судном. Стандартный авторулевой в недостаточной мере реагирует на подобные воздействия, при появлении ветра он только обрабатывает возникающие

отклонения. С дальнейшим увеличением скорости ветра рыскливость судна заметно возрастает, оно выходит на новый режим движения – автоколебания. Показателем этого является изменение характера траектории и увеличение частоты перекаладок руля. В дальнейшем это приводит к потере управляемости.

Выяснено, что в случае управления авторулевым, содержащим в своем алгоритме стимулятор, область устойчивости больше, чем в случае управления стандартным авторулевым. В подобной ситуации для удержания судна на нужном курсе требуется перекаладка руля с меньшей амплитудой и меньшей длительностью переходных процессов.

Анализ поведения устойчивых и неустойчивых судов на курсе выявил реакцию объекта моделирования, а также выделил основные параметры данного объекта в рамках среды моделирования. Созданная управляющая добавка в алгоритм, представляя собой базу данных значений, позволяет учесть все виды значений, обеспечив тем самым оптимальное управление. Руководствуясь подобной базой данных, опытный судоводитель сможет улучшить управляемость судном даже при ручном управлении, при этом амплитуда рысканья судна будет меньше, чем в случае подбора нужной перекаладки руля без использования базы данных.

Проведенные исследования динамического поведения судна с использованием выбранной математической модели позволили выявить его особенности в различных режимах, возникновение ветровых автоколебаний, спада управляемости судна. Также определено, что введение компенсирующей добавки обеспечивает автоматическую подстройку под изменяющиеся внешние воздействия. Наряду с судами представляется возможным использовать алгоритм и в судовых тренажерах для сравнения качественных показателей ручного управления судном и автоматического управления при различных внешних воздействиях.

Список литературы:

- [1] Попов А.В. О рождении и исчезновении стационарных режимов движения судна / А.В. Попов // XI-я Нижегородская сессия молодых ученых. Математические науки: Материалы докладов. – Н.Новгород: Изд-во Гладкова О.В. – 2006г. – С. 39–40.
- [2] Попов А.В. О повышении управляемости судна при ветре / А.В. Попов, М.И. Фейгин // VII Всероссийская научная конференция: Нелинейные колебания механических систем. – Н. Новгород: Изд-во ФГОУ ВПО ННГУ им. Н.И. Лобачевского. – 2005г. – С. 394–396.
- [3] Попов А.В. К обоснованию алгоритма вывода динамической системы из потенциально аварийной ситуации при потере управляемости / А.В. Попов // XV симпозиум: Динамика виброударных (сильно нелинейных) систем. – Москва-Звенигород: Изд-во Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН. – 2006г. – С. 230–234.

А.В. Попов, А.Д. Селезнев
ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

О НОВЫХ МЕТАМАТЕРИАЛАХ ДЛЯ АНТЕНН ПРИЕМО-ПЕРЕДАЮЩИХ УСТРОЙСТВ

Всем хорошо известны современные проблемы связи. Стоит выехать за пределы крупного областного центра и связь или сильно ухудшается или, вообще, пропадает. Также есть серьезные претензии к радиосвязи, где идет борьба двух аспектов. Или слишком большие размеры антенны, но качественная связь, или компактная антенна, но не везде связь есть. Разумеется, есть целый ряд устройств, позволяющих улучшить качество связи, но их мало кто использует из-за дороговизны или сложности исполь-