

УДК 656.61.052.484

IMITATION DESIGN OF PROCESS OF VESSELS' PASSING BY IN THE CONGESTED WATERS

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАСХОЖДЕНИЯ СУДОВ В СТЕСНЕННЫХ ВОДАХ

Y.A. Petrichenko, senior lecturer

Е.А. Петриченко, старший преподаватель

National University «Odessa Maritime Academy», Ukraine

Национальный университет «Одесская морская академия», Украина

ABSTRACT

In the article the description of the computer program of imitation design of process of vessels' passing by is resulted by the maneuver of course change at presence of linear navigation danger in the area of vessels' maneuvering when linear navigation danger exists.

Keywords: safety of navigation, process of vessels' passing by, navigation dangers, imitation design.

Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными или практическими задачами

Важнейшей проблемой повышения безопасности судовождения, особенно при плавании в стесненных водах, является снижение аварийности судов по причине столкновений. В этой ситуации при расчете параметров маневра расхождения требуется учитывать рядом находящиеся навигационные опасности. В этом случае маневр должен обеспечить не только безопасное расхождение, но и плавание судна без посадки на мель.

Анализ последних достижений и публикаций, в которых начато решение данной проблемы и выделение нерешенных ранее частей общей проблемы

Различные ситуации сближения судов рассмотрены в работе [1], предложены маневры их расхождения.

В существующих работах [2-4] процесс расхождения судов в случае отсутствия навигационных опасностей достаточно подробно и корректно формализован, учет наличия навигационных опасностей в районе маневрирования судов рассмотрен лишь в работах [5, 6], однако в них отсутствуют экспериментальные данные, характеризующие уровень эффективности предлагаемого маневра расхождения. Поэтому для проверки корректности метода расхождения с учетом навигационных опасностей было проведено имитационное моделирование с помощью компьютерной программы.

Формулировка целей статьи

Данная статья посвящена разработанной программе имитационного моделирования процесса расхождения судов с учетом навигационных опасностей.

Изложение основного материала исследования с обоснованием полученных научных результатов

Для проверки корректности разработанного в диссертации способа выбора оптимального безопасного маневра расхождения судна с целью при наличии навигационных опасностей в районе маневрирования была разработана имитационная модель. Она представляет собой компьютерную программу, которая создана на базе разработанных алгоритмов, формализующих процесс расхождения судна в стесненных условиях.

Имитационная модель позволяет оценить потери ходового времени по заданному маневру расхождения; по выбранной начальной позиции, параметрам движения судна и цели, а также заданной линейной распределенной навигационной опасности произвести проверку существования непустого множества безопасных маневров расхождения; осуществить выбор оптимального маневра расхождения и проиграть его с индикацией текущих параметров процесса расхождения. Независимо производится оценка эффективности маневров расхождения при уклонении судна вправо и влево от программной траектории движения судна. Реализовано графическое представление областей допустимых маневров расхождения для уклонения судна в разные стороны. При этом производится расчет всех параметров маневра расхождения, при желании учитывается диаметр циркуляции судна.

Имитационная модель содержит три последовательных модуля. Первый модуль модели позволяет генерировать начальную ситуацию, включая начальные пеленг и дистанцию, параметры движения судна и цели, направление и положение линейной навигационной опасности. При этом формируется ситуация опасного сближения, когда дистанция кратчайшего сближения меньше ее предельно допустимого значения.

С помощью второго модуля производится проверка существования множества безопасных маневров расхождения при уклонении судна вправо и влево от программной траектории движения. Рассчитываются граничные значения параметров множества допустимых маневров расхождения, и индицируется правая и левая области допустимых маневров расхождения.

Проигрывание выбранных допустимых маневров расхождения с целью при наличии линейной распределенной навигационной опасности, а также индикация оптимального безопасного маневра расхождения обеспечивается третьим модулем модели. При этом индицируется текущее значение дистанции между судном и целью, а также для каждого из маневров приводятся рассчитанные потери пройденного расстояния.

На рис. 1 показан интерфейс программы формирования начальной

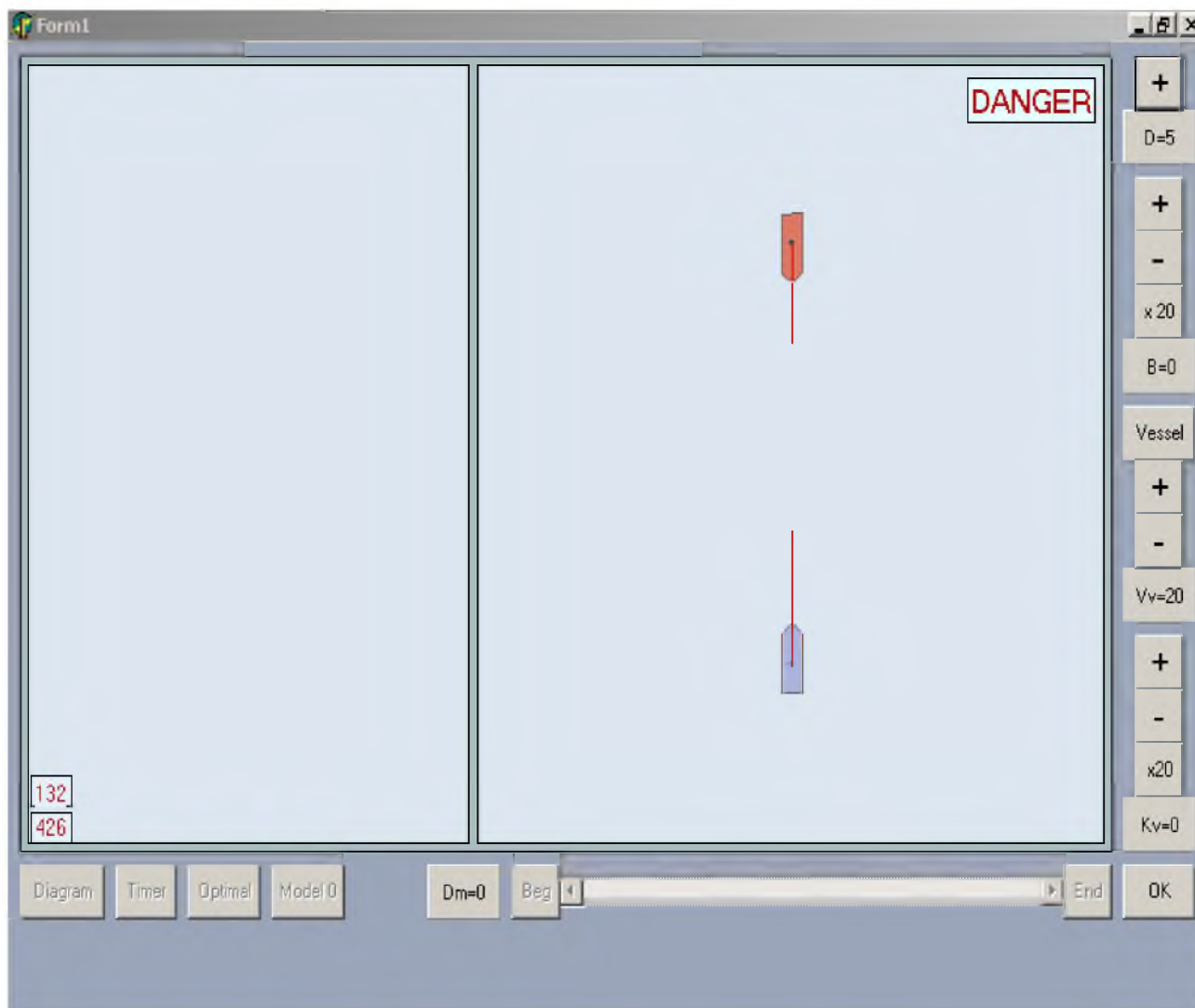


Рис. 1. Выбор начальной ситуации опасного сближения судна и цели

ситуации опасного сближения судна с целью. С помощью управляющих клавиш предусматривается ввод начальной дистанции D в пределах от одной до семи миль и произвольного значения пеленга B . Кнопкой «Target/ Vessel» переключается ввод скорости и курса судна или цели от 10 до 20 узлов и произвольного значения курса. При этом начальная позиция и параметры движения судна и цели отображаются с помощью компьютерной графики. Опасная начальная ситуация фиксируется с помощью появления сообщения «DANGER» в правом верхнем углу экрана.

Ввод линейной распределенной навигационной опасности (рис. 2) производится с помощью кнопок «Beg», «End» и линейки прокрутки, изменяющих ориентацию и позицию линии навигационной опасности.

Допустимая область безопасного плавания судна индицируется отрезком, ортогональным линии навигационной опасности.

После ввода исходных данных имитационная модель при нажатии клавиши «Diagram» выводит на экран допустимые области безопасных

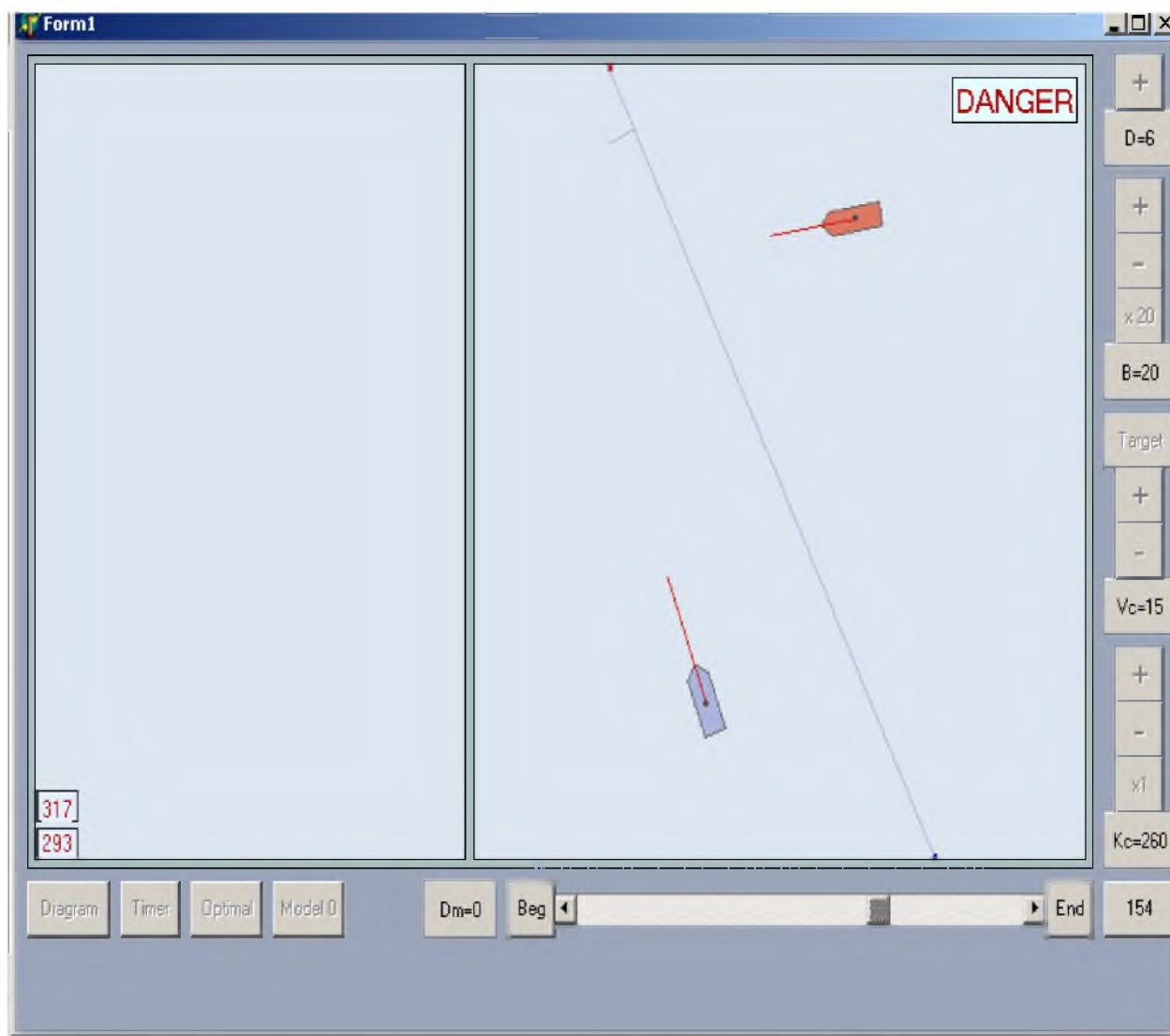


Рис. 2. Ввод параметров линейной навигационной опасности

маневров в системе координат курсов уклонения и выхода. На рис. 3 в левом верхнем углу экрана показана область допустимых маневров при уклонении судна вправо. Точки, соответствующие допустимым маневрам расхождения, окрашены в темный цвет. Как следует из рис. 3, при уклонении судна вправо область допустимых маневров состоит из двух небольших районов, что обусловлено наличием навигационной опасности. При маневрировании влево навигационная опасность не препятствует выбору маневра, и область допустимых маневров расхождения является непрерывной. Если в области допустимых маневров расхождения «кликнуть» на некоторой точке, то траектория соответствующего ей маневра расхождения отображается на графическом изображении ситуации. На рис. 3 показана траектория расхождения судна уклонением вправо. На экран также выводятся параметры выбранного маневра расхождения и соответствующие ему потери пройденного расстояния.

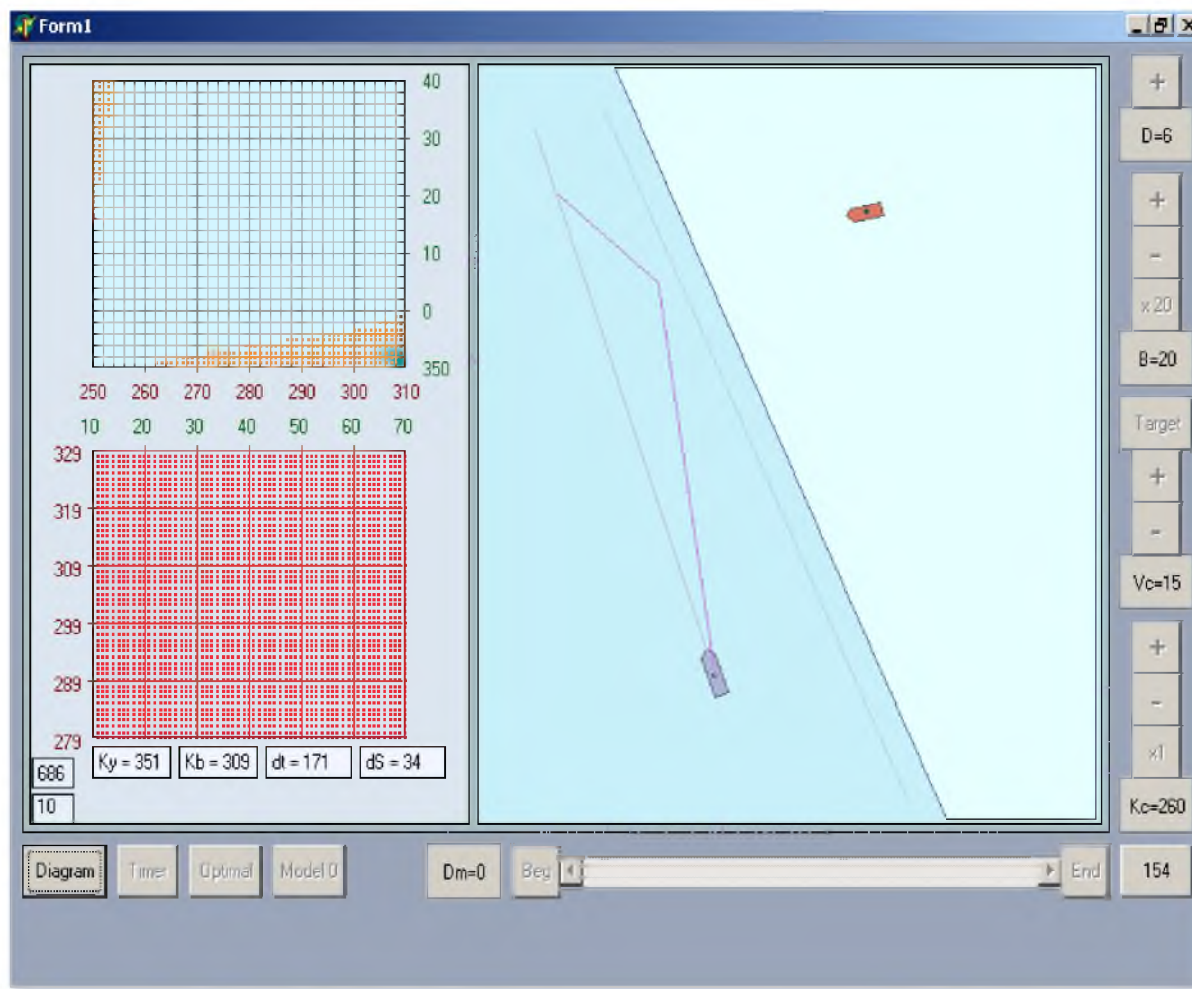


Рис. 3. Области допустимых маневров расхождения судна

В имитационной модели предусмотрено проигрывание выбранного маневра расхождения, для чего надо воспользоваться клавишей «Timer». При этом имитируется движение судна и цели с заданными параметрами движения, причем с целью (рис. 4) связан круг предельно допустимого радиуса для визуального контроля корректности процесса имитации. При проигрывании маневра расхождения выводится текущее значение дистанции между судами.

Для каждой начальной ситуации имитационной программой вычисляются параметры оптимального маневра расхождения, при котором достигается минимальное значение потерь ходового времени. При нажатии клавиши «Optimal» имитационная модель обеспечивает проигрывание оптимального маневра расхождения с индикацией его параметров, т.е. курса уклонения, времени начала поворота к программной траектории и курса выхода на программную траекторию. При проигрывании выбранного и оптимального маневров расхождения время начала уклонения выбирается равным нулю. С помощью клавиши «Model» выбирается инерционное или безинерционное движение судна в режиме проигрывания маневра расхождения.

В случае имитации инерционного движения судна используется кинематическая модель с постоянной угловой скоростью поворота. Поэтому временные поправки к началам поворотов судна (полученным по

безинерционной модели) рассчитываются для постоянного значения радиуса циркуляции судна.

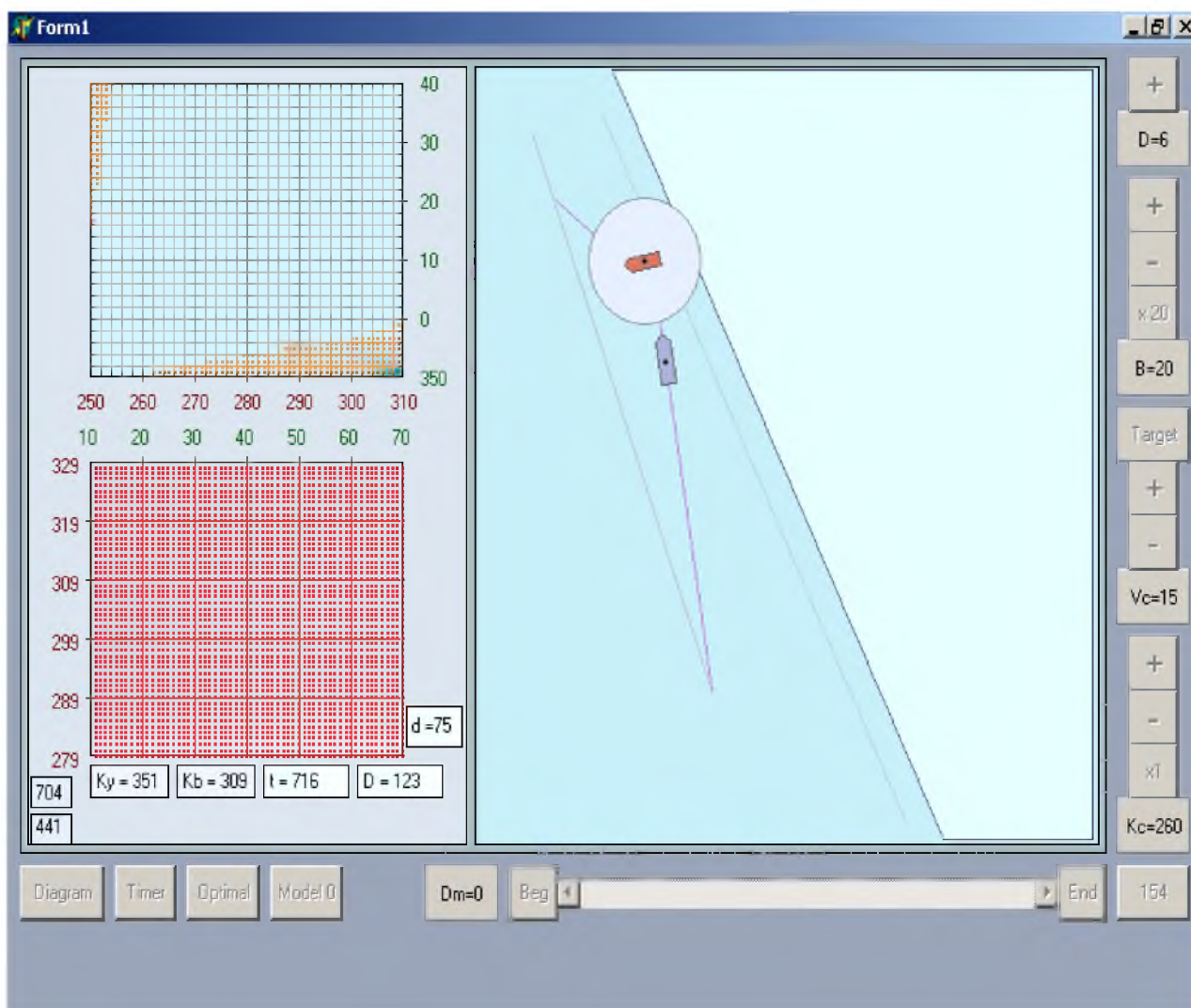


Рис. 4. Имитация процесса расхождения судна с целью

Рассмотренным образом организована структура имитационной модели, с помощью которой можно произвести оценку множества допустимых безопасных маневров расхождения, получить параметры оптимального маневра расхождения и в случае необходимости проиграть любой выбранный маневр с индикацией текущих значений процесса расхождения судна с целью в условиях наличия линейных распределенных навигационных опасностей в районе маневрирования.

Выводы и перспектива дальнейшей работы по данному направлению

Таким образом, рассмотрена компьютерная имитационная модель процесса расхождения судов при наличии навигационных опасностей в районе их маневрирования. В дальнейшем целесообразно представить результаты имитационного моделирования процесса расхождения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мальцев А. С. Маневрирование судов при расхождении / Мальцев А.С. – Одесса: Морской тренажерный центр, 2002. – 208 с.
2. Цымбал Н.Н. Формализация МППСС-72 в части координации взаимодействия судов при расхождении/ Цымбал Н.Н., Бужбецкий Р.Ю. // Судовождение. – 2006. - № 12. – С. 124 – 129.
3. Сафин В.И. Использование маневра изменения скорости для предотвращения столкновения судов/ Сафин В.И., Тюпиков Е.Е. // Судовождение. – 2005. - № 10. – С. 143-147.
4. Бурмака И.А. Применение численных методов для расчета времени начала уклонения судна при расхождении/ Бурмака И.А. // Судовождение: Сб. научн. трудов, ОНМА. – Вып. 6. – Одесса: ФЕНІКС, 2003 – С. 27-31.
5. Цымбал Н.Н. Гибкие стратегии расхождения судов/ Цымбал Н.Н., Бурмака И.А., Тюпиков Е.Е. – Одесса: КП ОГТ, 2007. – 424 с.
6. Петриченко Е.А. Учет линейной навигационной опасности при расхождении судов/ Петриченко Е.А.// Автоматизация судовых технических средств. – 2003. – № 8. – С. 72-76.