

УДК 656.6

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИ ПЕРЕСЕЧЕНИИ СУДОВЫХ ХОДОВ

Ундалов Василий Александрович¹, ст. преподаватель кафедры судовождения и безопасности судоходства

e-mail: kodi841@gmail.com

Маврин Владислав Александрович¹, студент

e-mail: belorusskiheldzej@gmail.com

¹ Волжский государственный университет водного транспорта, Нижний Новгород, Россия

Аннотация. В статье предложены практические рекомендации по использованию визуально-расчетного метода оценки опасности при пересечении курсов судов на внутренних водных путях. На основе исходной математической модели систематизированы условия применимости метода, выделены основные источники погрешностей и предложен алгоритм действий судоводителя при работе в районах переправ и пересечений судовых ходов. Особое внимание уделено выбору диапазонов наблюдаемых углов, интерпретации расчетной дистанции и возможности программной реализации метода в виде простого электронного калькулятора или тренажерного модуля. Работа ориентирована на повышение уровня навигационной безопасности и стандартизацию действий при возникновении потенциально опасных ситуаций.

Ключевые слова: внутренние водные пути, аварийная ситуация, судовождение, пересечение судовых ходов, погрешность измерений, поддержка принятия решений.

PRACTICAL RECOMMENDATIONS FOR PREVENTION OF EMERGENCY SITUATIONS WHEN CROSSING SHIPPING CHANNELS

Vasilii A. Undalov¹, Senior Lecturer at the Department of Navigation and Navigation Safety

e-mail: kodi841@gmail.com

Vladislav A. Mavrin¹, Student

e-mail: belorusskiheldzej@gmail.com

¹ Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. The article proposes practical recommendations for using the visual-calculation method for assessing danger when vessel courses cross on inland waterways. Based on the initial mathematical model, the conditions for the method's applicability are systematized, the main sources of errors are identified, and an algorithm of actions for the navigator when operating in areas of ferry crossings and shipping channel intersections is proposed. Special attention is paid to the selection of observable angle ranges, the interpretation of the calculated distance, and the possibility of software implementation of the method in the form of a simple electronic calculator or a training module. The work is focused on improving the level of navigational safety and standardizing actions in the event of potentially dangerous situations.

Keywords: inland waterways, emergency situation, navigation, crossing shipping channels, measurement error, decision support.

Введение

На внутренних водных путях значительная часть опасных ситуаций возникает не на прямолинейных участках движения, а в зонах пересечения траекторий. К числу таких участков относятся паромные переправы, подходы к ним и места пересечения судовых ходов. Судоводителю в этих условиях необходимо быстро оценить, приведет ли развитие обстановки к опасному сближению и насколько велик имеющийся запас времени.

Даже при наличии современных технических средств вопрос о принятии решения часто остается за человеком. Поэтому особое значение имеют методы, которые можно быстро применить в реальной обстановке и которые понятны в интерпретации. Одним из таких методов является расчет дистанции пересечения по двум курсовым углам.

Условия практического применения метода

Для практического использования способа необходимо выполнение нескольких условий. Скорости и курсы обоих судов на интервале измерения должны быть приблизительно постоянными; влияние течения не должно искажать картину движения; геометрия участка должна позволять корректно задать угол пересечения курсов Θ .

По результатам исходного исследования наибольшую надежность метод показывает при $\alpha_0 \geq 30^\circ$ и при $60^\circ \leq \Theta \leq 120^\circ$. Именно в этих пределах функция синуса обеспечивает более устойчивый результат, а погрешность в определении итоговой дистанции не нарастает скачкообразно. Наблюдение рекомендуется вести по кормовой оконечности пересекающего судна.

Алгоритм действий судоводителя

С практической точки зрения метод целесообразно представить как последовательность стандартных действий. Такая формализация облегчает внедрение подхода в тренажерную подготовку, а также в электронные средства поддержки принятия решений.

На первом шаге судоводитель определяет или уточняет угол пересечения курсов Θ по навигационным материалам и реальной обстановке. На втором шаге последовательно фиксируются два курсовых угла α_0 и α_1 на пересекающее судно. На третьем шаге измеряется время между наблюдениями и вычисляется расстояние S_c , пройденное собственным судном. Далее оценивается отношение скоростей $W = V_c / V_p$ и рассчитывается l_0 — дистанция между судами в момент выхода пересекающего судна на ось судового хода.

Полученная величина должна интерпретироваться не изолированно, а в сопоставлении с тормозным путем, инерционностью состава, шириной безопасной полосы движения и резервом времени до развития критической ситуации.

Таблица 1. Рекомендуемый алгоритм действий судоводителя при использовании метода

Этап	Действие	Результат
1	Уточнить угол пересечения курсов Θ по навигационным материалам и фактической обстановке.	Задана геометрия участка.
2	Дважды измерить курсовой угол на пересекающее судно: α_0 и α_1 .	Получены исходные наблюдаемые величины.



3	Определить время между отсчетами и расстояние S_c , пройденное собственным судном.	Задана кинематическая база расчета.
4	Оценить отношение скоростей $W = V_c / V_p$.	Уточнен относительный темп сближения.
5	Вычислить l_0 и сопоставить его с тормозным путем и запасом времени.	Принято решение по дальнейшим действиям.

Погрешности и рекомендации

Наибольшее влияние на точность оказывают ошибки в величинах Θ , α_0 и α_1 . В исходном материале показано, что удобно рассматривать разность $\beta = \alpha_0 - \alpha_1$ и связывать относительную погрешность определения дистанции с выражением $\delta l_0 = \Delta\beta \cdot \operatorname{ctg} \beta$. Следовательно, при малой разности курсовых углов даже небольшая ошибка наблюдения может существенно изменить итоговую оценку.

Если принять погрешность определения разности курсовых углов $\Delta\beta = \pm 2,5^\circ$ за счет рыскания судна, то для относительной ошибки порядка 20 % требуется $\beta \approx 23,6^\circ$, для ошибки 30 % — $\beta \approx 8,3^\circ$, а для ошибки 50 % — $\beta \approx 5,1^\circ$. Отсюда следует важный практический вывод: чем меньше изменение курсового угла между двумя отсчетами, тем осторожнее следует интерпретировать вычисленное расстояние.

Дополнительной рекомендацией является округление коэффициента W в меньшую сторону. Такой прием делает расчет более консервативным и заставляет считать ситуацию несколько более опасной, чем это может следовать из формально точной, но неопределенной по исходным данным оценки.

Таблица 2. Практические рекомендации по снижению ошибки оценки

Параметр	Рекомендация	Практический смысл
α_0	Не менее 30°	Снижается чувствительность результата к ошибке наблюдения.
Θ	От 60° до 120°	Метод работает устойчивее при близком к прямому пересечении.
$\beta = \alpha_0 - \alpha_1$	Чем больше, тем надежнее оценка	Малая разность углов резко увеличивает относительную погрешность.
W	Округлять в меньшую сторону	Расчет становится консервативным и безопасным для принятия решения.
Точка визирования	Кормовая оконечность судна	Повышается повторяемость измерения курсовых углов.

Перспективы программной реализации

Представляется целесообразным реализовать метод в виде легкого цифрового инструмента — встроенного калькулятора, мобильного приложения для учебных задач или простого модуля тренажера. Пользовательский интерфейс такого решения может включать поля для ввода α_0 , α_1 , Θ , V_c , V_p и времени между отсчетами, после чего система

автоматически определяет S_c , вычисляет β_0 и отображает предупреждение по уровням опасности.

Важной функцией программной реализации должна стать не только выдача числового результата, но и контроль корректности исходных данных. Например, система может автоматически предупреждать пользователя, если α_0 меньше 30° , если угол Θ выходит за рекомендуемые пределы или если разность β слишком мала для надежной интерпретации. В учебном процессе такой инструмент способен повысить наглядность темы и сформировать у курсантов устойчивый алгоритм действий.

Выводы

Визуально-расчетный способ определения дистанции пересечения целесообразно рассматривать как практический инструмент повышения навигационной безопасности на внутренних водных путях. Его внедрение особенно оправдано в тех случаях, когда требуется быстрое резервное решение, основанное на ограниченном наборе наблюдаемых параметров.

Систематизация условий применимости, ошибок и рекомендаций позволяет перевести метод из разряда разовых расчетов в категорию регламентируемых действий. Перспективным направлением дальнейшей работы является разработка цифрового помощника судоводителя и проверка метода на серии учебных и натурных сценариев.

Список литературы:

1. Кодекс внутреннего водного транспорта Российской Федерации: Федеральный закон от 07.03.2001 № 24-ФЗ: (действующая редакция, 2025). – Текст: электронный // КонсультантПлюс: справочно-правовая система: [сайт]. – Москва, 1997–2025. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_30650/
2. Правила плавания судов по внутренним водным путям : утверждены приказом Министерства транспорта Российской Федерации от 19 января 2018 г. № 19 : редакция от 11 февраля 2019 г. — Текст : электронный // Официальный интернет-портал правовой информации. — URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201803070023>
3. Атлас единой глубоководной системы Европейской части Российской Федерации: [в 10 томах]. — Санкт-Петербург: ГБУ «Волго-Балт», 1968—2025. — Текст: электронный.
4. Предупреждение аварийных ситуаций при расхождении судов на переправах и пересечениях судовых ходов на внутренних водных путях: авторский исследовательский материал. — Текст: электронный. — 2026.

