

УДК 656.61.052

## **Компьютерные решения для предотвращения столкновений судов с использованием общего морского пространства**

*В. А. Петров<sup>1</sup>*

*Морской государственный университет, Владивосток*

Возрастающая интенсивность движения судов приводит к тому, что судоводителю все труднее принять оптимальное решение для предотвращения развития опасной ситуации. Быстрое развитие средств связи и навигационного обеспечения (судовых радаров, АИС, ГМССБ, спутниковой навигации, ECDIS и пр.) делает возможным организацию общего морского информационного пространства для всех судов, вовлеченных в ситуацию неблагоприятного сближения. Следующим шагом должен стать автоматический обмен данными между всеми заинтересованными судами, так, чтобы информация была общедоступной и одинаковой. В этих условиях одинаковое судовое программное обеспечение, установленное на всех судах, выдаст одно и то же оптимальное решение по маневрированию. Приведены примеры для сравнения решений, принятых отдельным судном с решением, основанным на использовании общего морского информационного пространства с иллюстрациями. Результаты могут быть использованы в проектируемом судовом программном обеспечении и на СУДС для обеспечения безопасности расхождения судов.

**Ключевые слова:** судовождение, расхождение судов, судовое программное обеспечение

### **Software Solutions for Collision Avoidance using Common Maritime Information Environment.** *Vladimir A. Petrov. Marine State University. Vladivostok.*

The increasing of a traffic density results in that it becomes too much more difficult for navigator to make the optimum decision for prevention of a dangerous situation. The rapid development of the Communication Technologies and Navigation Aids (Ship's Radar, AIS, GMDSS, Satellite Navigation, ECDIS, etc.) make it possible to arrange Common Maritime Information Environment for all the ships encountered in Close Quarters situation. The next step should be the automatically exchange of the information between all the ships involved so that all the data for every ship should be available and equal. In these circumstances the equal Shipboard Software for Collision Avoidance installed in all the ships should perform one equal optimum decision on maneuvers. The samples of the solutions with ship alone compared with the solutions based on Common Environment with illustrations provided. Results may be used for the in the developing Shipboard and VTS Software for Collision Avoidance.

**Keywords:** navigation, rule of the road, software

### ***Введение***

Проблема расхождения судов в море остается весьма актуальной. Анализ причин последних происшествий показывает, что в большинстве случаев человеческий фактор лежит в основе череды действий, ведущих к развитию неблагоприятной ситуации сближений судов. Для судоводителя стано-

---

<sup>1</sup> *Петров Владимир Алексеевич, Морской государственный университет, Владивосток.*



вится все труднее принять оптимальное решение для предотвращения опасной ситуации в условиях интенсивного движения судов. Влияние человеческого фактора может быть уменьшено с помощью технических средств судоводования, снабженных высокотехнологичными компьютерными системами.

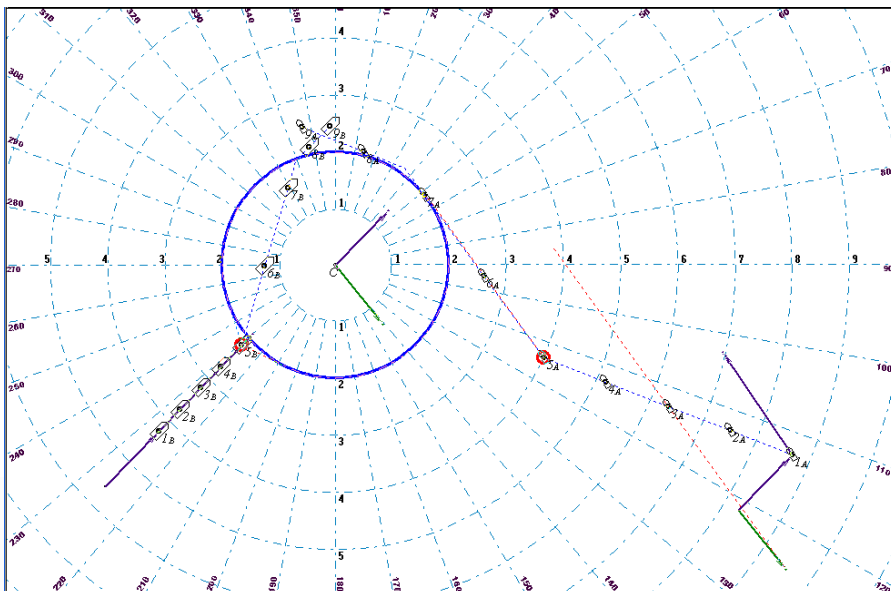
Человеческий фактор все еще остается слабым звеном в предотвращении столкновений: «Наиболее опытные судоводители полагают, что они понимают МППСС довольно хорошо, но это не всегда факт. Даже если это так, то насколько хорошо обучены все члены команды на мостике? Частично проблема в том, что множество судоводителей просто не понимают МППСС» [5]. Однако и сами МППСС в некоторых случаях не могут предоставить однозначного решения: «МППСС, даже если судоводители понимают их в точности, не дают всех ответов. Существует много трудных ситуаций, которые они не могут разрешить. Имеются аналогичные затруднения в отношении ситуации обгона, и особенно, если вовлечены более чем два судна, или капитан судна с меньшей скоростью выбирает маневр изменением курса» [5].

1

### Предупреждение столкновений судов

**Таблица 1.** Исходные позиции и относительные координаты за первые 6 мин наблюдения с позиции судна С (рис. 1)

No	Time	Crs	Spd	EBL_A	VRM_A	EBL_B	VRM_B
1.	00.00.	044	13.6	113	8.7	227	4.2
2.	00.03.	-	-	113	7.5	227	3.7
3.	00.06.	-	-	113	6.3	228	3.2



**Рис. 1.** Наше судно С. Судно С поворачивает вправо на курс 141°, суда А и В сохраняют курс и скорость.



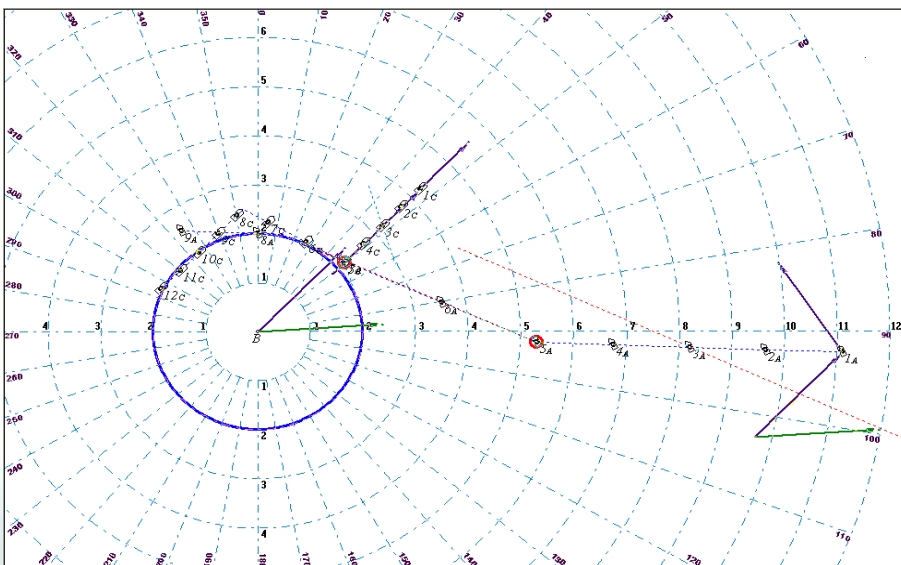
Еще одна проблема в том, что при принятии решения о маневрировании судоводители (или имеющееся бортовое программное обеспечение) предполагают, что все остальные участники расхождения сохраняют свой курс и скорость. Для примера рассмотрим ситуацию сближения трех судов **A**, **B**, **C** на виду друг у друга. Мы будем использовать стандартный навигационный планшет для графического представления и стандартные решения с помощью векторного треугольника для расхождения на дистанции кратчайшего сближения ( $D_{кр.}$ ) 2 м.м.

На рис. 1 в относительном движении судно **C** наблюдает, что судно **A** приближается с правого борта. В соответствии с правилом 15 МППСС судно **C** должно уступить дорогу судну **A**. Исходные позиции и относительные координаты за первые 6 мин наблюдения представлены в табл. 1. Применяя стандартное графическое решение, судно **C** должно изменить курс и лечь на  $141^\circ$  на 12-й мин (точка 5 на рис. 1) для того, чтобы разойтись на дистанции 2 м.м. с судном **A**.

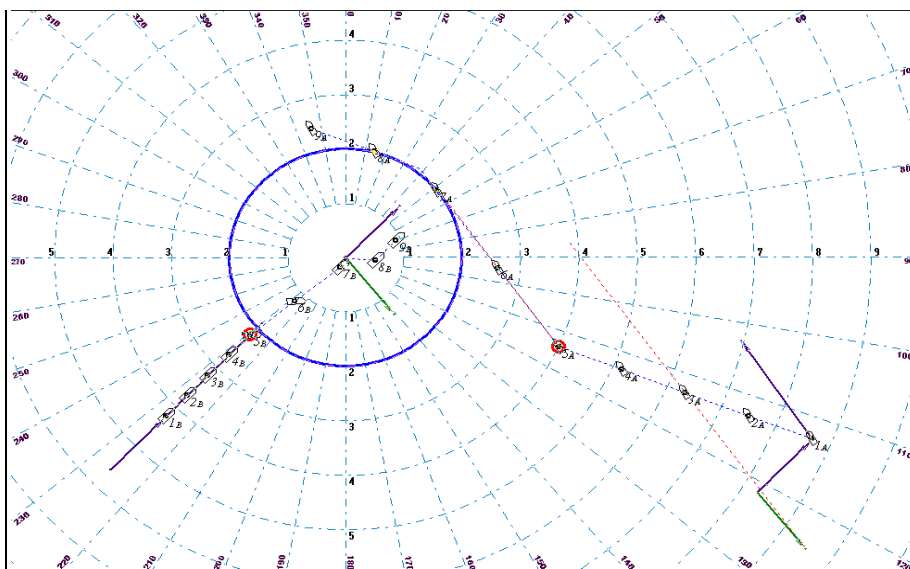
Эта же ситуация с позиции судна **B** приведена на рис. 2, и оно тоже обязано уступить дорогу судну **A**. Исходные позиции и относительные координаты за первые 6 минут наблюдения представлены в табл. 2. Применяя стандартное графическое решение, судно **B** должно изменить курс и лечь на  $86^\circ$  на 12-й мин (точка 5 на рис. 2).

**Таблица 2.** Исходные позиции и относительные координаты за первые 6 минут наблюдения с позиции судна **B** (рис.2)

No	Time	Crs	Spd	EBL_A	VRM_A	EBL_C	VRM_C
1.	00.00.	044	24.0	092	11.1	047	4.2
2.	00.03.	-	-	092	9.6	047	3.7
3.	00.06.	-	-	092	8.2	048	3.2



**Рис. 2.** Наше судно **B**. Судно **B** поворачивает вправо на курс  $086^\circ$ , суда **A** and **C** сохраняют курс и скорость.



1

Рис. 3. Наше судно С. Судно В поворачивает вправо на курс 86°, судно С поворачивает вправо на курс 141°, судно А сохраняет курс и скорость

Таблица 3. Исходные позиции и относительные координаты за первые 6 минут наблюдения с позиции судна А (рис.4)

No	Time	Crs	Spd	EBL_B	VRM_B	EBL_C	VRM_C
1.	00.00.	326	22.0	272	11.1	293	8.7
2.	00.03.	-	-	272	9.6	293	7.5
3.	00.06.	-	-	272	8.2	293	6.3

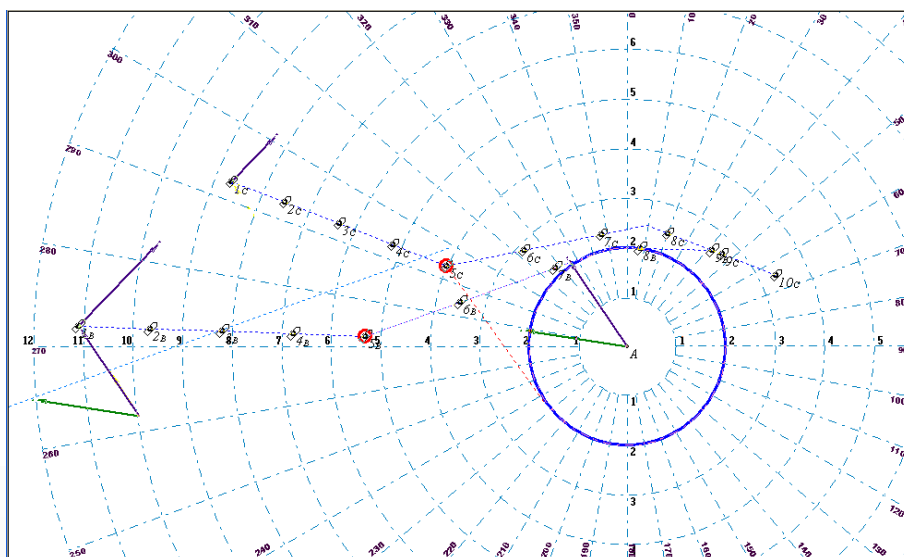


Рис. 4. Наше судно А. Судно А поворачивает влево на курс 279°, суда В и С сохраняют курс и скорость



Если оба приведенных выше маневра будут выполнены, ситуация чрезмерного сближения между судами **B** и **C** становится неизбежной, как мы можем видеть на рис. 3 с позиции судна **C**. Таким образом, прямое выполнение МППСС может привести к развитию ситуации чрезмерного сближения.

И ситуация может еще более ухудшиться в условиях ограниченной видимости. В этом случае в соответствии с правилом 19 МППСС никакое судно не имеет «права дороги», и судно **A** может принять решение выполнить свой собственный маневр.

Эта же ситуация с позиции судна **A** приведена на рис. 4. Исходные позиции и относительные координаты за первые 6 минут наблюдения представлены в табл.3. Применяя стандартное графическое построение, получаем два решения для маневра изменением курса судна **A**: вправо на курс 041° и влево на курс 279°. В соответствии с правилом 19 МППСС оно должно по возможности избегать изменения курса влево, но нет прямого запрета на изменение курса влево. В предположении, что суда **B** и **C** будут сохранять курс и скорость, оно может выбрать изменение курса влево на курс 279° на том основании, что оно может вернуться на прежний курс через 19 мин. вместо 153 мин. в случае поворота вправо на курс 041°.

Если все три приведенных выше маневра будут выполнены, ситуация чрезмерного сближения между судами **A**, **B** и **C** становится неизбежной, как мы можем видеть на рис. 5 с позиции судна **C**.

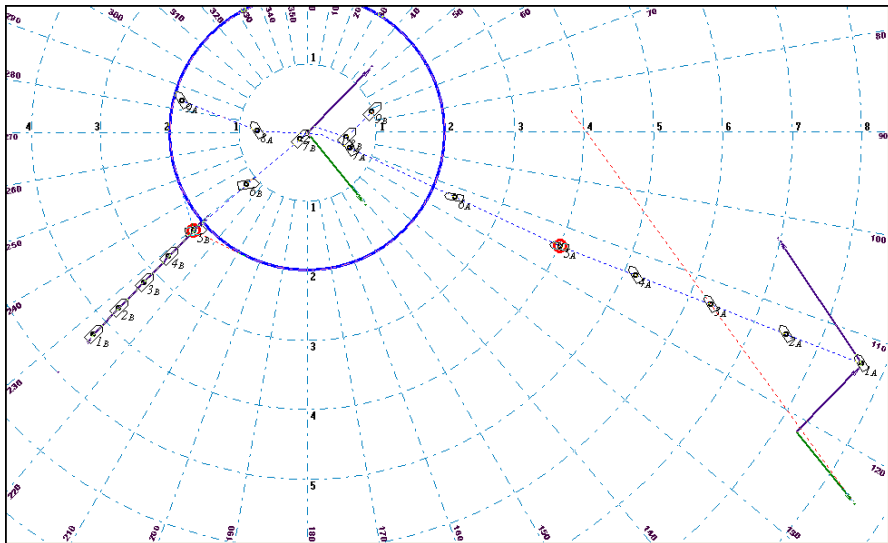
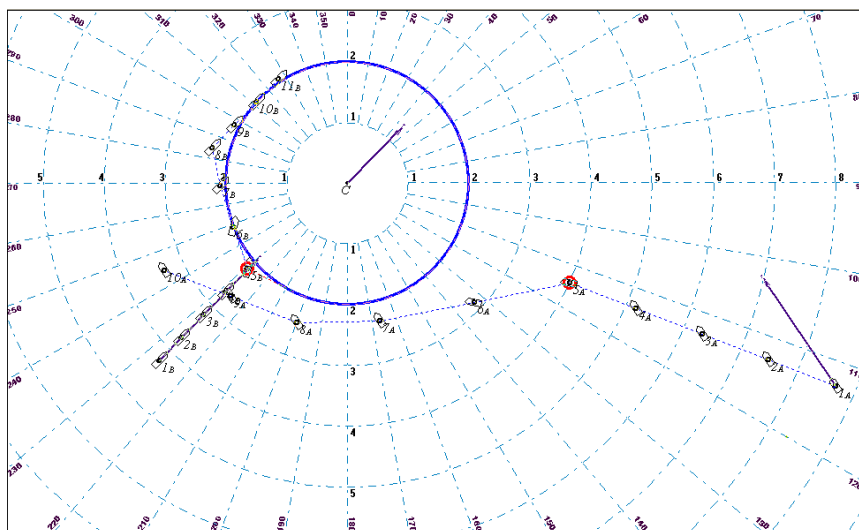


Рис. 5. Наше судно **C**. Судно **B** поворачивает вправо на курс 086°, судно **C** поворачивает вправо на курс 141°, судно **A** поворачивает влево на курс 279°.

Это только один пример того, что третье судно в ситуации сближения может быть отнесено к «особым обстоятельствам», упомянутым в правиле 2 МППСС, и нет необходимости говорить, что ситуации, пообные этой и даже более сложные, случаются очень часто.

Теперь предположим, что суда *A*, *B*, *C* работают в общем морском информационном пространстве и обмениваются друг с другом информационными пакетами через некоторые интервалы (скажем, 5 или 10 секунд). Пакет информации должен содержать данные о позиции, курсе и скорости, маневренных характеристиках и об имеющихся ограничениях. Это уже доступно в современных АИС, однако скорость и объем передачи данных пока еще недостаточны для надежных расчетов. Очевидно, АИС должны быть улучшены с помощью мобильных технологий или с помощью некоторых других альтернативных решений об обмене данными – очевидно, что быстрое развитие коммуникационных технологий предоставляет такую возможность. И мы говорим не о гигабайтах, даже не о мегабайтах – всего лишь о килобайтах передачи данных.

1



**Рис. 6.** Наше судно *C*. Судно *A* поворачивает вправо на курс  $279^\circ$ , судно *B* поворачивает вправо на курс  $012^\circ$ , судно *C* сохраняет курс и скорость.

И на всех судах *A*, *B*, *C* имеются бортовые компьютеры с установленным на них идентичным программным обеспечением для расхождения судов. Расчеты по рекомендациям по маневрированию начинаются после обмена информационными пакетами на всех судах одновременно в синхронизированный момент времени. Идея в том, что программа для предупреждения столкновений должна выработать оптимальное решение для всех вовлеченных судов. В этих условиях одинаковое бортовое программное обеспечение, установленное на всех судах, выдаст одно и то же оптимальное решение по маневрированию. Если целью программы является решение с минимальным временем отклонения от первоначального курса, то в приведенном примере мы получим следующие рекомендации:

- судно *A* поворачивает влево на курс  $279^\circ$  и возвращается на прежний курс через 12 мин;



- судно **B** поворачивает влево на курс  $012^\circ$  и возвращается на прежний курс через 18 мин;

- судно **C** сохраняет курс и скорость.

Если два приведенных выше маневра будут осуществлены, то все суда разойдутся на дистанции 2 м.м., как мы видим на рис. 6 с позиции судна **C**.

Приведенное решение не вполне соответствует МППСС (при хорошей видимости судно должно сохранять курс и скорость в соответствии с правилом 17 МППСС, и при ограниченной видимости оно должно по возможности избегать изменения курса влево). Но мы должны признать, что МППСС разрабатывались только для двух судов и не могут предоставить однозначного решения при сближении трех и более судов.

### *Автоматическое расхождение более двух судов одновременно*

Главное преимущество предлагаемой технологии в том, что человеческий фактор исключается из процесса обмена данными между судами. Можно привести много примеров, как судоводители пытались «улучшить» МППСС с помощью УКВ связи и тем самым создавали опасные ситуации. Причины хорошо известны: непонимание, языковые проблемы и ошибки в идентификации. Автоматический обмен данными предоставляет достоверную информацию, которая может быть перепроверена и синхронизована за долю секунды.

Программа будет работать в реальном времени и каждый раз в процессе обмена данными может быть скорректирована вследствие возможных отклонений от предполагаемого развития ситуации.

В приведенном выше примере критерий безопасного расхождения на основе дистанции кратчайшего сближения ( $D_{кр.}$ ) был выбран только для облегчения объяснения метода. Интервалы между наблюдениями в относительном движении выбраны трехминутными по той же причине. Возможны более продвинутые решения, такие, как на базе «зоны безопасности судна» [1] или  $D_{кр.}$ , основанной на возможном наиболее неблагоприятном маневре со стороны любого судна [3]. Также должна рассматриваться возможность маневра изменением скорости, и программы для безопасного расхождения путем регулирования скоростью уже существуют [4].

Существующие и проектируемые СУДС могут быть вовлечены в процесс как координирующие и контролирующие центры. Таким образом, с технической стороны все доступно для решения проблемы: быстрый и надежный обмен данными между участниками расхождения может быть разработан в ближайшем будущем, программное обеспечение для предотвращения столкновений в реальном времени тоже может быть предоставлено в короткие сроки. И нет необходимости в специальном компьютерном оборудовании для предотвращения столкновений судов: обычного современного компьютера достаточно, только проблема интерфейса для связи с навигационными и коммуникационными средствами – тоже не такой большой технический вопрос.



Основные проблемы связаны с организацией и надежностью работы оборудования. «Организация» означает, что **все суда** должны быть оборудованы совместимыми навигационными и коммуникационными средствами. Первый шаг уже был сделан: АИС в соответствии с Резолюцией ИМО MSC.74(69) от 12 мая 1998 уже работают довольно долгое время, и накоплен достаточно большой опыт применения АИС. На основании этого опыта в следующем поколении АИС должны быть улучшены с помощью мобильных технологий или, возможно, с помощью других альтернативных решений в свете Европейской стратегии до 2020 г развития Общего Информационного Совместного Пространства (CISE), которая включает «контроль за соответствием с правилами безопасности судоходства (безопасность движения судов)» [2]. Надежность работы оборудования может быть достигнута дублированием систем и/или резервными схемами.

Нет необходимости говорить, что применение предлагаемой технологии должно потребовать решения ряда правовых вопросов, связанных с ответственностью каждого участника процесса расхождения, и МППСС в современном состоянии могут не дать ответов на все вопросы.

Таким образом, с организационной и правовой стороны мы видим значительно больше проблем. Тем не менее рано или поздно мы придем вплотную к необходимости исключить человеческий фактор из процесса предотвращения столкновений настолько, насколько это возможно. Навигационные и коммуникационные средства быстро развиваются, однако человеческая природа не меняется на протяжении последних 3000 лет. В связи с вышеизложенным альтернативы дальнейшему развитию коммуникационных и вычислительных технологий нет.

## Литература

1. *Lamb, W.G.* (1985) The Calculation of Marine Collision Risks. *Journal of Navigation* 38, 365-374.
2. European Commission (2010). *Integrating Maritime Surveillance*, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 3,23.
3. *Петров В.А.* (2002). Разработка критериев безопасности расхождения судов на ограниченной акватории методами математического моделирования, диссертация. Владивосток, Россия, [www.dissertcat.com](http://www.dissertcat.com), 115.
4. *Petrov V.A.* (2011). Algorithm of a Ship-Traffic Control on the Limited Harbour Area Based on Allocation of Speed of the Vessels, *Asia-Pacific Journal of Marine Science & Education*, Vol.1, No.1, Vladivostok, Russia, 71-79.
5. How Well Do You Know the Collision Regulations?(2004) Standard Safety No15, June, The Standard P&I Clubs are managed by Charles Taylor Consulting plc companies

## Сокращения

**МППСС** – международные правила предупреждения столкновений судов в море;

**СУДС** – Система управления движением судов;

**ИМО** – Международная морская организация (International Marine Organization)