

Ганиев А.Я.

## УЧЕТ ПОГРЕШНОСТЕЙ ДИСТАНЦИИ И ВРЕМЕНИ КРАТЧАЙШЕГО СБЛИЖЕНИЯ ПРИ РАСХОЖДЕНИИ СУДОВ

Основными критериями для определения безопасного расхождения судов являются дистанция и время кратчайшего сближения. Поэтому основной задачей является определение и учет погрешностей, влияющих на значения этих параметров.

В данной статье рассмотрены основные параметры безопасности при расхождении судов на ограниченной акватории и в ограниченной видимости, составлена программа для расчета расхождения судов с учетом погрешностей дистанции и времени кратчайшего сближения.

Основным преимуществом программы является то, что она не только рассчитывает параметры опасного сближения и этим самым сокращает время, но и учитывает их погрешности, что имеет важное значение при следовании судов на ограниченной акватории. Судоводителю для определения основных критериев безопасности с учетом погрешностей нужно лишь ввести данные судна, цели и погрешности используемых приборов.

**Ключевые слова:** дистанция кратчайшего сближения, время кратчайшего сближения, фактор, судоводитель, авария, ограниченная акватория, ограниченная видимость, расхождение.

**Анализ современного состояния проблемы.** Основная причина столкновений судов в море – это неготовность судоводителей принимать решения при расхождении судов. Вдобавок к этому каждый судоводитель в одних и тех же ситуациях принимает различные решения. Эта задача намного усложняется при плавании судов на ограниченной акватории или в ограниченной видимости. При этом единственным прибором для получения информации о встречных судах является радиолокационная станция (РЛС) [1]. Также необходимо правильно обрабатывать полученную информацию от РЛС.

Для этой цели используется маневренный планшет или САРП (Система автоматической радиопрокладки). САРП автоматически вычисляет и обрабатывает информацию, которую судоводитель вручную выполняет на маневренном планшете. Хорошие навыки по использованию РЛС или САРП являются основным условием для принятия правильного решения при расхождении. Для этого судоводитель в условиях хорошей видимости должен рассчитывать дистанцию и время кратчайшего сближения с учетом влияющих погрешностей и сравнивать их с фактическими.

**Постановка проблемы.** Все расчеты, которые вычисляются вручную или автоматически с помощью САРП, основаны на определении дистанции и времени кратчайшего сближения ( $D_{кр}$  и  $T_{кр}$ ). Допустимые или заданные значения этих параметров назначает судоводитель. Судно считается опасным по линейному фактору, если  $D_{кр} < D_{зад}$ , и опасным по временному фактору если  $T_{кр} < T_{зад}$  [3].

1. Если  $D_{кр} < D_{зад}$  и  $T_{кр} > T_{зад}$ , то это означает, что даже если судно проходит на опасном расстоянии, но все же у судоводителя имеется достаточное время для принятия решения для маневра.

2. Если  $D_{кр} > D_{зад}$  и  $T_{кр} < T_{зад}$ , то это означает, что у судоводителя не имеется достаточного времени для обработки информации о встречном судне, и судоводитель должен немедленно принять решение на основе личного опыта.

Основными критериями для определения безопасного расхождения судов являются  $D_{кр}$  и  $T_{кр}$  и основной задачей является определение и учет погрешностей, влияющих на значения этих параметров.

**Анализ последних исследований.** Развитие технических средств и автоматизированных методов судовождения является одной из важнейших проблем обеспечения безопасности мореплавания. Для реализации этих требований необходимо программирование отдельных процессов судовождения с учетом условий плавания: ветра, течения, волнения, мелководья и т.д. На ограниченных акваториях из-за дефицита времени у судоводителя практически не остается возможности для коррекции своих действий. Поэтому анализ показывает, что программирование отдельных процессов судовождения частично решает проблему, связанную с дефицитом времени, при этом обеспечивая безопасность мореплавания.

Вопросы программирования рассматривались в научных трудах В.И. Васильева, С.В. Емельянова, Г.В. Коренева, Н.Н. Красовского, А. А. Первозванского.

**Изложение основного материала.** Решением данной задачи является определение  $D_{кр}$  и  $T_{кр}$  с учетом их погрешностей. Опытным путем для определения погрешности  $D_{кр}$  можно воспользоваться следующим графиком (рисунок 1).

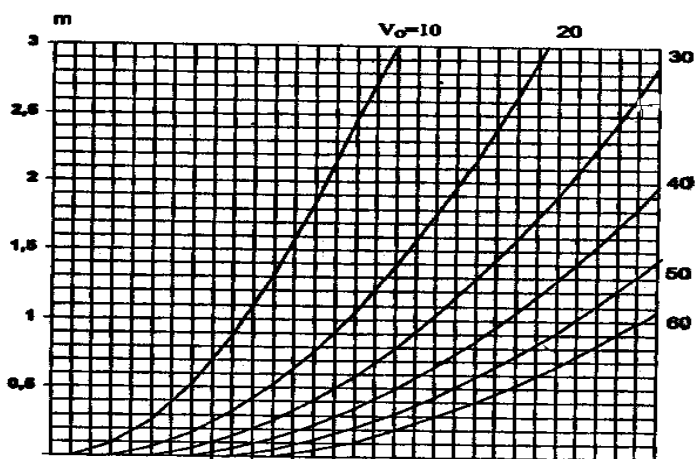


Рисунок 1 – График для оценки погрешности расчета дистанции кратчайшего сближения

Для решения задачи составлением программы данными служат относительные пеленги и расстояния до опасных судов.

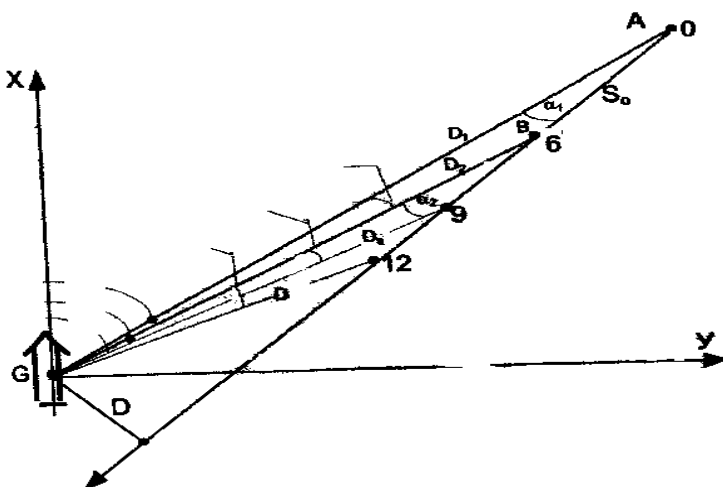


Рисунок 2 – Вычисление полярных координат

Изменение пеленга вычисляется с помощью следующих формул:

$$\Delta P = KB_2 - KB_1;$$

$$AB = C_0 = \sqrt{D_1^2 + D_2^2 - 2D_1 * D_2 * \cos \Delta P};$$

$$\alpha_1 = \arcsin(D_2 * \sin \Delta P) / S_0 ;$$

$$t_{кр} = (6 * D_1 * \cos \alpha_1) / S_0.$$

Следующая программа используется для вычисления  $D_{кр}$  и  $T_{кр}$ :

```

D1 = Вал (инпутБох( "D1 = " ))
D2= Вал (инпутБох( "D2 = " ))
П1 = Вал (инпутБох( "П1 = " ))
П2 = Вал (инпутБох( "П2 = " ))
мД1 = Вал (инпутБох( "мД1 = " ))
мД2 = Вал (инпутБох( "мД2 = " ))
мП1 = Вал (инпутБох( "мП1 = " ))
мП2 = Вал (инпутБох( "мП2 = " ))
Д1 = Д1 + мД1
Д2 = Д2 + мД2
П1 = П1 - мП1
П2 = П2 - мП2
В0 = 10 : ΔТ = 6
а2 = мП2 * Д2 / 57.3
мС0 = 4 * Сгр (мД1 ^ 2 + мД2 ^ 2)
ма1 = 5 * а2 / ( Д1 - Д2)
мДкр = ма1 * Д1
мВ0 = 60 * мС0 / ΔТ
мТкр = 2 * Сгр (( мД1 / В0 ) ^ 2 + мВ0 * Д1 / В0 ^ 2)
Debug.Print "мДГ = " ; мДГ ; " мТГ = " ; мТГ ; " мС0 = " ; мС0 " ма1 = " ; ма1
End Cub
мДГ = 0.860607012163458
мТГ = 0.00316
мС0 = 0.08
ма1 = 0.07
    
```

На 9-ой минуте определение полярных координат вычисляется по формулам:

$$\sin \alpha_2 = (D_1 * \sin \Delta P) / S_0;$$

$$D = \sqrt{D_2^2 + (S_0/2)^2 - D_2 * S_0 * \cos \alpha_2};$$

$$\sin \Delta P = \frac{(S_0 * \sin \alpha_2) / 2}{D}.$$

Положительной стороной этого способа является то, что сокращается время для оценки опасности столкновения, но это программа не учитывает погрешности  $D_{кр}$  и  $T_{кр}$ . Для учета погрешностей  $D_{кр}$  и  $T_{кр}$  пользуются следующей программой:

```

D1 = Вал (инпутБох( "D1 = " ))
D2= Вал (инпутБох( "D2 = " ))
    
```

```

П1 = Вал (инпутБох( "П1 = " ))
П2 = Вал (инпутБох( "П2 = " ))
мД1 = Вал (инпутБох( "мД1 = " ))
мД2 = Вал (инпутБох( "мД2 = " ))
мП1 = Вал (инпутБох( "мП1 = " ))
мП2 = Вал (инпутБох( "мП2 = " ))
Д1 = Д1 + мД1
Д2 = Д2 + мД2
П1 = П1 - мП1
П2 = П2 - мП2
В0 = 10 : ΔТ = 6
а2 = мП2 * Д2 / 57.3
мС0 = 4 * Сгр (мД1 ^ 2 + мД2 ^ 2)
ма1 = 5 * а2 / ( Д1 - Д2)
мДкр = ма1 * Д1
мВ0 = 60 * мС0 / ΔТ
мТкр = 2 * Сгр (( мД1 / В0 ) ^ 2 + мВ0 * Д1 / В0 ^ 2)
С0 = Сгр ( Абс (Д1 ^ 2 + Д2 ^ 2 - 2 * Д1 * Д2 * cos (П2 - П1))) + мС0
а = Д2 * син ( П2 - П1 )
а1 = Атн (а / Сгр (Абс (1 - а ^ 2))) + ма1
Дкр = Д1 * син (а1) + мДг
Ткр = 6 * Д1 * cos (а1) / С0 + мТг
Debug.Print "Дг = "; Дг; "Тг = "; Тг; "мДг = "; мДг
End Sub
Дг = -2.64275288779204
Тг = 7.60125061825702
мДг = 0.860607012163458

```

**Выводы.** Как было указано выше, для оценки риска опасности столкновения основными параметрами являются дистанция и время кратчайшего сближения. Временной фактор имеет важное значение, так как если у судоводителя не имеется достаточного времени для получения полной информации и для принятия решения, тогда он принимает решение на основе неполной информации и на основе личного опыта. С помощью этой простой программы можно решить проблему, связанную с временным фактором и сократить время для расчета дистанции и времени кратчайшего сближения.

Основным преимуществом является то, что программа не только рассчитывает параметры опасного сближения и этим самым сокращает время, но и учитывает их погрешности, что имеет важное значение при следовании судов на ограниченной акватории. Судоводителю для определения основных критериев безопасности с учетом погрешностей нужно лишь ввести данные судна, цели и погрешности используемых приборов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Мальцев А. С. Расхождение судов / Мальцев А. С., Касимов Т. // – Одесса, 2000. – 154 с.
2. Баскин А. С. Рекомендации по использованию судовой РЛС для предупреждения столкновений судов / А. С. Баскин., В. Н. Шабалин // – Одесса, 1983. – 48 с.
3. Баскин А. С. Рекомендации по использованию радиолокационной информации для предупреждения столкновений судов / А. С. Баскин, В.Н. Шабалин // – М., 1991. – 72 с.
4. Яскевич А. П. Комментарии к МППСС-72 / Яскевич А.П., Зурабов Ю.Г. // Справочник. – М.: Транспорт, 1990. – 479 с.

5. Кубачев Н. А. Сборник задач по управлению судами / Кубачев Н.А., Кургазов С.С. // М.: Транспорт, 1984. – 139 с.

6. Баранов Ю. К. Сборник задач по использованию радиолокатора для предупреждения столкновений судов/ Ю. К. Баранов, М. М. Лесков, Н. А. Кубачев, С. С. Кугузов // М.: Транспорт, 1995. – 81 с.

**Ганієв А.Я.**

### **ВРАХУВАННЯ ПОГРІШНОСТЕЙ ДИСТАНЦІЇ ТА ЧАСУ НАЙКОРОТШОГО ЗБЛИЖЕННЯ ПРИ РОЗХОДЖЕННІ СУДЕН**

*Основними критеріями для визначення безпечного розрахунку судів є дистанція і час кратчайшого зближення. Тому основний задач - це визначення і учет погрешностей, що впливають на значення цих параметрів.*

*У даному стані розглядаються основні параметри безпеки при розгоні судів на обмеженій акваторії і в обмеженій видимості, складена програма для розрахунків судових процесів.*

*Основною перевагою програми є те, що вона не тільки розраховує параметри небезпечного сприйняття і в даний час скорочує час, але і їх похибка, що має важливе значення при відстеженні судів на обмеженій акваторії. Судоводителю для визначення основних критеріїв безпеки з урахуванням погрешностей.*

**Ключові слова:** дистанція найкоротшого зближення, час найкоротшого зближення, фактор, судноводії, аварія, обмежена акваторія, обмежена видимість, розбіжність.

**Ganiyev A.**

### **ACCOUNTING OF CLOSEST POINT OF APPROACH (CPA) AND TIME OF CLOSEST POINT OF APPROACH (TCPA) ERRORS DURING PASSING OF VESSELS**

*The main criteria for determining the safe divergence of ships are the distance and time of the shortest convergence. Therefore, the main task is to determine and account for errors that affect the values of these parameters.*

*This article discusses the main safety parameters in case of divergence of vessels in a limited water area and in restricted visibility; a program has been drawn up for calculating the divergence of vessels taking into account the errors of the distance and the shortest approach time.*

*The main advantage of the program is that it not only calculates the parameters of a dangerous approach and thereby shortens the time, but also takes into account their errors, which is important when following vessels in a limited area. The master, in order to determine the basic safety criteria taking into account the errors, need only enter the vessel data, the targets and the errors of the instruments used.*

**Keywords:** closest point of approach, time of closest point of approach, factor, navigator, accident, restricted area, restricted visibility, passing.