ГЛАВА 6 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ СТОЛКНОВЕНИЙ СУДОВ

Конец 70-х годов XX столетия. На одном из учений "Океан" отряд кораблей Черноморского флота СССР, возвращаясь после артиллерийских стрельб в базу, прошел вследствие ошибок в счислении и в оценке его точности по минному заграждению (к счастью, условному), ими самими выставленному накануне. (Это не помешало отряду получить оценку "хорошо" за выполнение задачи. Русский флотоводец адмирал С. О. Макаров учил нас: «Помни войну!». Война не простила бы Советскому флоту таких ошибок в кораблевождении.).

* * *

6.1 Анализ причин и условий столкновений судов

Одной из серьезных проблем современного мореплавания продолжает оставаться аварийность [103]. По данным Ливерпульской ассоциации страховщиков, в результате аварийных случаев каждый год гибнет порядка 150 – 200 судов, и получают повреждения около 8 – 9 тысяч. Одним из наиболее тяжелых и многочисленных видов аварий являются столкновения. Статистика свидетельствует, что за последние десятилетия количество столкновений существенно не снижается, несмотря на широкое оборудование судов современными средствами наблюдения, автоматической обработки информации, связи и взаимного информирования, введение рекомендованных океанских путей систем разделения движения и другие меры.

По данным работы [103] в 2005 и 2006 гг. по судоходным кампаниям РФ произошло соответственно 45 и 56 навигационных аварий и происшествий, из них большая часть приходится на столкновения. Столкнувшиеся суда ММФ составляют 8…12% от их общего числа и эта доля имеет тенденцию к росту. Поэтому проблема уменьшения аварийности и, в частности, снижения числа столкновений, остается актуальной.

Исследования международных и российских организаций морского флота [134] показывают, что 70….80% аварий происходит вследствие неправильных действий командного состава судов и других членов экипажа. Частично это связано с несовершенством судовой аппаратуры, с ограниченными психофизиологическими возможностями человека, со сложными условиями плавания и другими обстоятельствами. Но в большинстве случаев ошибки происходят из-за слабой подготовки командного состава к выполнению своих обязанностей и недостаточно четкой организации службы.

В табл. 6.1.1 представлены некоторые результаты анализа 199 столкновений, выполненного береговой охраной США.

Таблица 6.1.1 Результаты анализа причин столкновений судов

Нарушения	Процент случаев
Чрезмерная скорость	39
Выход на левую сторону канала (фарватера)	29
Нарушения при обгоне	15
Нарушение обязанности уступить дорогу	12
Непринятие мер или запоздалые меры	23

Поскольку в большинстве столкновений отмечено более одного нарушения, приведенные отношения нельзя суммировать. В результате рассмотренного анализа получены также следующие выводы:

- при нормальной видимости в темное время суток произошло 40% столкновений, в светлое время – 21%;
- в тумане произошло 32% столкновений, остальные 7% - при различной видимости менее 5 миль;
- в зимнее время происходит больше столкновений, чем в летнее;
- из общего числа рассмотренных столкновений 59% произошли в узкостях, 52% - в ситуации «прямо или почти прямо навстречу друг другу».

В табл. 6.1.2 представлены результаты анализа аварийности судов ММФ СССР [134], остающиеся актуальными и в настоящее время

Таблица 6.1.2 Результаты анализа причин столкновений судов

Вид нарушения	**Процент случаев**
А. Нормальная видимость	
Действия, предпринятые с опозданием	36,0
Запоздалое обнаружение цели	31,6
Необоснованные предположения, неучет вероятных или неизбежных маневров другого судна	16,2
Выход на левую сторону канала (фарватера)	14,8
Обгон на малых траверзных расстояниях и в неподходящих условиях	14,7
Пренебрежение необходимостью количественного обоснования маневра	20….30
Б. Ограниченная видимость	
Позднее обнаружение цели	57,5
Чрезмерная скорость	79,0
Запоздалые действия	65,0
Не остановлен движитель при обнаружении звуковых сигналов впереди траверза	52,0

Перечислим основные субъективные и объективные причины аварийных ситуаций.

1) Недисциплинированность, безответственность беспечность, командного состава, нарушение установленных правил, инструкций, руководств (Устав службы на судах ММФ, Наставление по штурманской службе на судах ММФ, МППСС-72, Руководство по использованию навигационных РЛС в кораблевождении, обязательные постановления и местные правила и др.). В сумме по этой причине происходит 47,2% столкновений.

2) Неумелые действия судоводителей по управлению судном и их неудовлетворительная подготовка в вопросах обеспечения безопасности плавания. Чаще всего это проявляется в неправильном применении тех или иных правил. В сумме по этой причине происходит 41% столкновений. Среди основных правил МППСС-72 наиболее часто нарушаются следующие:

- правило маневрирования судов, идущих прямо или почти прямо навстречу друг другу – 27%;
- правило маневрирования судов, идущих пересекающимися курсами - 23%;

- правила расхождения при движении в узкостях – 15%;
- правило маневрирования при обгоне – 12%.

3) Небрежное использование РЛС, незнание их некоторых важных особенностей , чрезмерное доверие данным РЛС, плохая организация вахты на РЛС. Достаточно сказать, что позднее обнаружение отмечено в 57,5% от общего числа столкновений в тумане. На 1/3 столкнувшихся судов эхо-сигналы на экране РЛС обнаружили в 1 миле и менее, остальные – в расстоянии менее 2 миль. Здесь уместно привести ПРАВИЛО 5 МППСС-72: *« каждое судно должно* ***постоянно*** *вести надлежащее визуальное и слуховое наблюдение, также как и наблюдение с помощью* ***всех имеющихся средств****, применительно к преобладающим обстоятельствам с тем, чтобы полностью оценить ситуацию и опасность столкновения».*

4) Неправильная трактовка понятия безопасная скорость и движение повышенной скоростью.

5) Ошибки в определении элементов (курса и скорости) движения цели (ЭДЦ), неправильное, не обоснованное расчетами, глазомерное маневрирование. Приведём фрагменты двух правил.

ПРАВИЛО 7, МППСС-72 *«… исправное радиолокационное оборудование должно использоваться надлежащим образом, включая… также* ***радиолокационную прокладку*** *или равноценное систематическое наблюдение за обнаруженными объектами».*

СТАТЬЯ 101 Руководства [109] «*Маневр следует принимать только после определения ЭДЦ и оценки возможностей расхождения*».

6) Нерешительные и запоздалые действия. Согласно табл. 6.1.2 действия, предпринятые с опозданием, являются причиной столкновений в 36% при нормальной видимости и в 65% случаев при ограниченной видимости.

7) Объективными причинами аварийных ситуаций является далеко неполная автоматизация технических средств обеспечения безопасности расхождения. Современные МСН типа систем автоматической радиолокационной прокладки (САРП), ЭКНИС и др. выполняют расчёты ЭДЦ и основных элементов процесса расхождения – кратчайшего расстояния, расстояния пересечения курса судна и моменты наступления этих событий по большому числу целей. Автоматических расчётов вариантов маневрирования для расхождения с одной или несколькими целями эти МСН не производят. Решение в полуавтоматическом режиме задачи выбора манёвра для расхождения оставлено судоводителю. Серьезные недостатки имеют и радиолокационные станции. Прежде всего, это малая гарантированная дальность обнаружения малоразмерных слабоотражающих целей, которая уменьшается на волнении вследствие засветки центральной части экрана отражениями от волн.

6.2 Международные и национальные документы по предотвращению столкновений судов

Основным международным документом, регламентирующим действия судоводителей по предупреждению чрезмерного сближения судов и их столкновений при встрече в море или в узкостях, являются Правила МППСС-72 [135]. Мы не рассматриваем подробно структуру и содержание МППСС-72, поскольку каждый судоводитель обязан в совершенстве знать этот документ. При дальнейшем изложении мы будем называть его словом Правила.

Большое значения имеют местные правила плавания в ограниченных водах, например по подходным каналам и в акваториях портов.

Существуют также специальные правила, наставления и руководства типа [109], в которых даются рекомендации, касающиеся специальных вопросов, связанных с расхождением судов при встрече.

Очень большое значение при организации предупреждения столкновений судов, а также и при разбирательстве причин столкновений в судах, имеют т. н. правила хорошей морской практики (ХМП). Юридической основой правил ХМП являются судебно-арбитражные решения и условие «прецедента», которым в большинстве случаев руководствуются судьи. Правила ХМП уточняют многие неконкретные формулировки МППСС-72, например, « … *радиолокационное оборудование должно использоваться надлежащим образом…».* Правила ХМП, к сожалению, официально не изложены в каком-либо документе. Их приходится извлекать из комментариев к Правилам различных авторов [135, 53, 8 и др.] и результатов новых научных решений [74, 97]. Рекомендации ХМП в развитие Правил, которые даются далее, базируются в основном на упомянутых работах.

6.3 Методы решения задач маневрирования

Радиолокационная прокладка, ведущаяся на судне в соответствии с Правилом 7, включает: а) нанесение мест обнаруживаемых целей на дисплей САРП, ЭКНИС, на навигационную карту или планшет; б) определение элементов движения (курсов и скоростей) целей; в) анализ ситуации сближения с целями; г) расчёт манёвра (курса и скорости своего судна) для расхождения с целями на безопасной дистанции. Эти задачи решаются дисциплиной, называемой маневрирование судов. Рассмотрим элементарные понятия маневрирования.

Понятие об относительном движении и треугольники маневрирования

В маневрировании положение судов относительно друг друга называют *позицией*. Относительное положение судов удобнее всего определять координатами, которые измеряются в море – *пеленгом* и расстоянием между судами, которое называют *дистанцией*. Своё судно обычно называют *маневрирующим* и обозначают буквой М, а второе – *объектом манёвра* (обозначается буквой К). Неопознанный объект манёвра называют *целью*. Элементами позиция цели относительно маневрирующего судна являются пеленг П (в градусах), дистанция D (в кбт) и момент времени T (часы и минуты с точностью до 0,5 мин). Далее на наших рисунках вместо времени указывается номер позиции цели (K_0, K_1, K_2, …) и при необходимости номер своей позиции (M_0, M_1, M_2, …).

Геометрически движение и изменение взаимного расположения судов можно изобразить двумя способами: абсолютной и относительной прокладки. В первом случае места судов отмечают в какой-либо неподвижной относительно Земли системе координат, например, на навигационной карте. Отрезки между последовательными положениями судов отображают их абсолютные пути за интервалы времени между фиксациями мест судов на карте. Во втором случае место судна, с которого ведётся наблюдение за другими судами (обычно нашего судна), располагается в центре системы координат, перемещающейся вместе с ним. Координатные оси обычно стабилизируются относительно меридиана. Места других судов отмечают по их полярным координатам (пеленгу и дистанции),

измеренным с нашего судна. Отрезки между последовательными положениями других судов отображают их относительные пути.

Поясним сказанное примером. По неподвижной плоскости (рис. 6. 3. 1) перемещаются два объекта – A и B. С объектом A связана плоскость X, стабилизированная относительно меридиана. В момент T_1, когда объект A находился в точке A_1, а объект B в точке B_1 на плоскости Z, на подвижной плоскости X была сделана отметка B_{1X}. В момент T_2, когда объекты A и B заняли на плоскости Z места A_2 и B_2 на плоскости X была сделана вторая засечка B_{2X}. Очевидно, что в промежутке между этими засечками отметка B_{1X} переместилась относительно плоскости Z по направлению, определяемому вектором движения объекта A.

Положение отметки B_{2X} относительно отметки B_{1X} определяется величиной и направлением отрезка $B_{1X}B_{2X}$. Придав этому отрезку направление от первой точки ко второй, а отрезкам B_1B_{1X} и B_1B_2 направления движения объектов A и B, соответственно, получим векторный треугольник путей, в котором:

$B_1B_{1X} = S_М$ – путь нашего судна;

$B_1B_2 = S_K$ – путь встречного судна (цели);

$B_{1X}B_{2X} = S_\rho$ - относительный путь.

Напомним, что вектором называют отрезок, характеризуемый величиной и направлением.

Рис. 6.3.1 Абсолютное и относительное движение

От треугольника путей легко перейти к векторному треугольнику скоростей, разделив пути на время, за которое они пройдены. Треугольник скоростей образуется тремя векторами скорости своего судна $V_М$, цели V_K и относительной скорости V_ρ. Элементами каждого вектора являются курс и скорость: своего судна ($К_М$; $V_М$), цели ($К_K$; V_K) и относительной скорости $К_\rho$; V_ρ. Каждую ару элементов вместе называют элементами движения.

При решении задач на расхождение движение своего судна считается переносным. Вектор относительного пути равен геометрической разности векторов путей цели и нашего судна, а вектор относительной скорости – разности таких же векторов скорости:

$$S_\rho = S_К - S_М;\ V_\rho = V_К - V_М. \qquad (6.3.1)$$

Напомним, что суммой двух векторов $V_К = V_М + V_\rho$ называют третий вектор, замыкающий первые два, когда один из них является продолжением второго, а векторы обозначаются жирными буквами.

Выражения (6.3.1) – основные векторные соотношения для решения задач расхождения судов. Эти задачи решаются графическими способами (на маневренном планшете) или аналитическими (в САРП, современных РЛС, ЭНИС). Графические способы состоят в построении треугольников скоростей или путей. Строить векторные треугольники можно двумя способами: прямым и обратным. При прямом способе (рис. 6.3.2, а) начало векторов $V_М$ и V_K,

направленных по направлению движения судов, находится в одной точке. Вектор относительной скорости замыкает концы этих векторов и всегда направлен от конца вектора нашей скорости (пути) к концу вектора скорости (пути) цели. При обратном построении векторы судов направлены в одну точку, а вектор относительного движения соединяет начало вектора цели с началом вектора движения нашего судна.

Рис. 6.3.2 Прямой (а) и обратный (б) способы построения треугольника скоростей.

Векторы движения цели при известных векторах своего судна и относительного движения находят из выражений:

$$S_K=S_М+S_\rho\ ;\ V_K=V_М+V_\rho\ . \qquad (6.3.2)$$

В настоящее время элементы позиции цели и элементы движения цели (ЭДЦ) определяют по результатам измерений пеленгов и дистанций до цели с помощью РЛС, или по данным автоматической идентификационной системы (АИС). В хорошую видимость элементы позиции можно приближённо определить на глаз, а ЭДЦ выяснить по УКВ радиотелефону.

В процессе движения судов элементы их позиций изменяются и может возникнуть угроза чрезмерного сближения. Поэтому сразу же после обнаружения цели её наносят на дисплей САРП или ЭНИС (автоматически), на карту или планшет (рис.6.3.3), и по нескольким измерениям П и D определяют ЭДЦ.

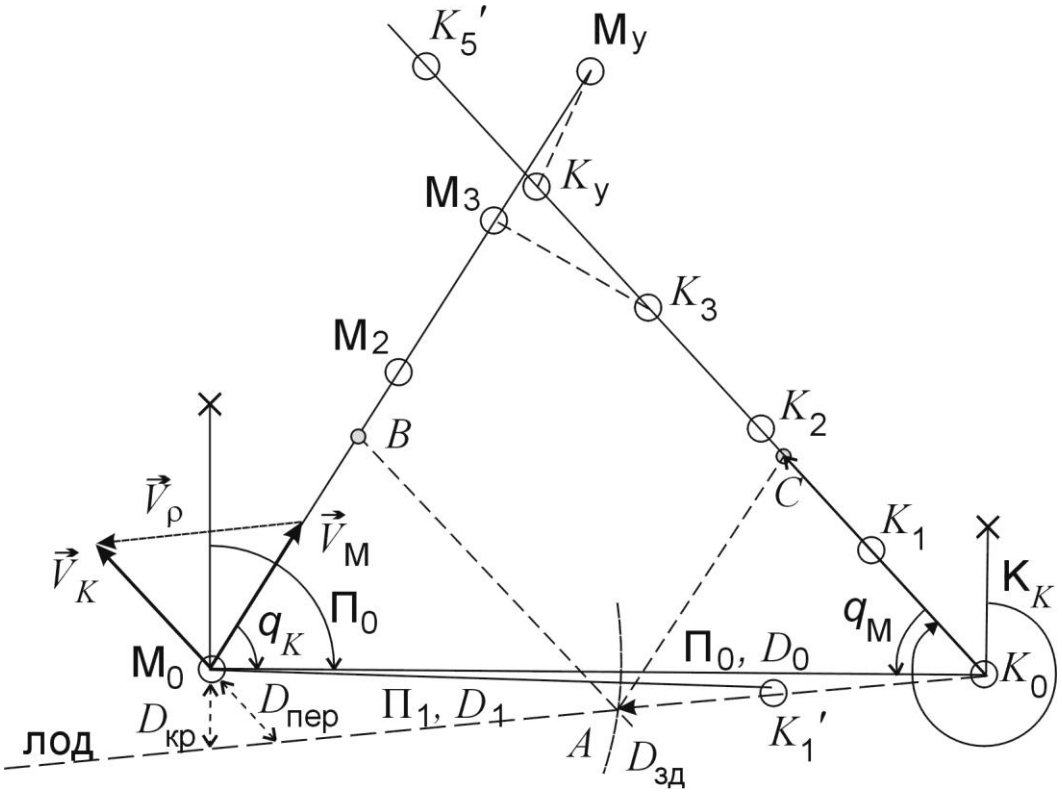

Рис. 6.3.3 Элементы позиции, треугольник скоростей и позиций

Следующей задачей является анализ дальнейшего взаимного положения судов, который может быть выполнен методами *абсолютного движения* или *относительного движения*.

Метод абсолютного движения

Этот метод иллюстрирует рис. 6.3.3. Здесь показаны начальные позиции своего судна $М_0$ и цели $К_0$, векторы скоростей, линии курсов и прогнозируемые места своего судна и цели на одни и те же моменты времени (в предположении постоянства элементов движения). Для этих моментов можно измерить дистанцию и курсовые углы $q_К$ и $q_М$ и определить минимальную дистанцию, расстояния пересечения курса цели нашим судном (и наоборот), моменты наступления этих событий и другие необходимые величины. Если своё судно или цель изменили курс, то прокладка позиций цели продолжается в прежнем режиме. Метод абсолютного движения в полном объёме применяется в САРП и ЭНИС. Его следует использовать при нанесении на карту и обработке информации, поступающей от АИС задолго до обнаружения цели на экране РЛС. Мы будем применять этот метод при расчётах манёвра последнего момента. Возможность анализа ситуации и выработки рекомендаций по расхождению с несколькими целями и контроль за ходом процесса расхождения являются преимуществами метода абсолютного движения. Его недостаток состоит в трудности применения при ручном решении задач анализа обстановки и особенно расхождения даже с одной целью. Для анализа обстановки после определения ЭДЦ из позиций своего судна и цели проводят линии их курсов (см. рис. 6.3.3), рассчитывают проходимые расстояния за время t, например, 3 мин, и наносят прогнозируемые места судов на линии их курсов. Одномоментные места соединяют пунктирными линиями, на которых подписывают расстояния между судами. Это облегчает ориентировку в позициях судов в период их наибольшего сближения. Более точный анализ ситуации сближения и расчёт элементов $К_М$, $V_М$ маневра для расхождения обеспечивает метод относительного движения.

Метод относительного движения

Метод относительного движения основан на замене двустороннего движения односторонним. Наше судно считается неподвижным, а цель объединяет движение обоих судов и перемещается по линии относительного движения (ЛОД) с относительной скоростью V_ρ, оставаясь на своём курсе $К_К$. Наиболее просто ЛОД строят по элементам позиций цели, полученным в моменты T_0 ($П_0$; D_0) и T_1 ($П_1$; D_1), и проложенным из точки $М_0$. Прямая линия, соединяющая точки $К_0$ и $К'_1$ и продолженная за точку $К'_1$, и есть ЛОД (рис. 6.3.3). Относительная скорость равна $V_\rho = S_\rho / t$, где в данном случае $S_\rho = К_0 К'_1$ – отрезок ЛОД, соответствующий промежутку времени $t = T_1 - T_0$. Буквой $К'_j$ обозначают положение цели на ЛОД.

Второй способ нанесения ЛОД состоит в графическом решении векторного уравнения $V_\rho = V_К - V_М$. При графическом способе решения прокладывают из точки $М_0$ (рис. 6.3.1) векторы скоростей $V_М$ и $V_К$ и соединяют концы этих векторов (по направлению от $V_М$ к $V_К$) искомым вектором относительной скорости V_ρ. Теперь проводят линию ЛОД из точки $К_0$ параллельно вектору $\boldsymbol{V}_\rho$ и в том же направлении.

При необходимости определить взаимное положение судов в момент, когда цель находится в некоторой позиции, например, вышла в точку A на заданную дистанцию $D_{зд}$ (рис. 6.3.3), выполняют следующие построения. Из

точки A заданной позиции проводят линии, параллельные линиям курсов своего судна и цели, и в пересечении этих линий с соответствующими линиями курсов получают точки B и C, которые являются искомыми положениями судов. Треугольник K_0 A C, стороны которого равны $S_М=V_М t=AC$; $S_K=V_K t=K_0C$; $S_\rho=V_\rho t=K_0A$, называют *путевым треугольником*. Задачи маневрирования удобно решать в масштабе, при котором единица длины планшета, например, 2 мм, соответствует 1 уз длины вектора скорости и 1 кбт расстояния. При этом длина любого вектора скорости соответствует отрезку пути, пройденному этой скоростью за 6 мин.

Определение элементов движения цели по пеленгам и дистанциям

При ведении радиолокационной прокладки на карте по методу абсолютного движения (рис. 6.3.4, а) курс цели снимают с карты, а скорость рассчитывают по формуле $V_{Ki}=S_{Ki}/(T_i-T_0)$.

При ведении радиолокационной прокладки по методу относительного движения (рис. 6.3.4, б) наносят относительные позиции цели на моменты T_0 и T_1 по измеренным по РЛС пеленгам и дистанциям, проложенным из центра планшета. Проводят ЛОД через точки K_0 и K'_1, снимают с планшета относительные курс $К_\rho$ и пройденное расстояние S_ρ и рассчитывают относительную скорость $V_\rho=S_\rho/(T_1-T_0)$. Решением треугольника скоростей находят вектор скорости V_K.

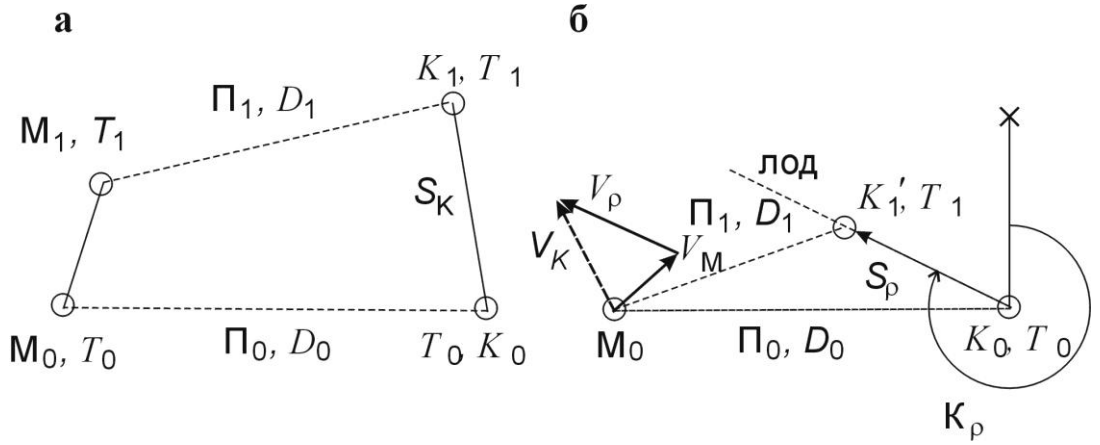

Рис. 6.3.4 Определение ЭДЦ по пеленгам и дистанциям при методах абсолютного движения (а) и относительного движения (б)

Точность определения вектора скорости цели можно охарактеризовать радиальной СКП $М_V$ его конца. Величину $М_V$ можно рассчитать по формулам

$$М_V=М_{поз}\sqrt{2}/t_Н; \qquad (6.3.3)$$

$$М_{поз}=[m^2_D+(10m_П D/57{,}3)^2]^{0,5}=D[К^2_D+(10m_П/57{,}3)^2]^{0,5},$$

где $m_D=К_D D\approx 0{,}07D\approx 0{,}7$ кбт (на D=10 миль при ручных измерениях дистанций и пеленгов); $К_D$ – коэффициент, равный 0,05 на ближних и 0,09 на дальних шкалах; $m_П\approx 1{,}2^o$; $t_Н=T_0-Т_1$ – продолжительность наблюдений; $М_{поз}$ – радиальная СКП определения позиции цели, которую для рассматриваемых значений СКП m_D и $m_П$ можно приближённо выразить для дальних и ближних шкал в виде

$M_{поз}$=0,21 D, кбт, или $M_{поз}$=0,13D, кбт, (6.3.4)

где D в милях. При этих величинах и $t_Н$=2 мин на D=10 миль радиальные СКП $M_{поз}$=2,1 кбт; M_V=1,5 кбт/мин =275 м/мин. При автоматическом определении ЭДЦ в САРП или ЭНИС погрешности определения дистанции в результате фильтрации уменьшаются до 10 м [55] (на D=10 миль). Однако, погрешности пеленгования, вносимые, главным образом, гирокомпасом, имеют интервал корреляции около 30 мин и могут быть уменьшены только до $\approx$ 0,7°. В таком случае на D=10 миль при t=2 мин $M_{поз}$=1,3 кбт; M_V=0,9 кбт/мин. Из (6.3.4) можно увидеть, что чем больше время $t_Н$ наблюдений, и чем меньше дистанция D, тем точнее определяется вектор скорости цели. Эту зависимость можно выразить формулой

$M_V \leq 2M_V(2; 10)D/10t_Н$, (6.3.5)

где M_V (2; 10) – радиальная СКП, которая имеет место при t=2 мин на D=10 миль, равная (1,5 и 0,9) кбт/мин при ручных и автоматических измерениях; D – в милях; t – в минутах.

Если ЭДЦ получены по АИС, то их можно считать безошибочными.

6.4 Особенности использования навигационных РЛС. Определение безопасной скорости хода

Особенности использования навигационных РЛС

Технические характеристики судовых РЛС приводятся в их документации. Точность измерения дистанции при ручных измерениях определяется в основном погрешностями, вносимыми оператором; при автоматических измерениях – суммой инструментальной погрешности РЛС, погрешности следящей системы САРП, погрешности, связанной со смещением центра отражения сигналов по корпусу цели и др. СКП измерения дистанции и пеленгования охарактеризованы в главе 3. При ручных измерениях на малых дистанциях СКП m_D=0,05D, кбт, или m_D=9D, м, где D – измеряемая дистанция в милях [70].

Плохая фокусировка изображения может увеличить СКП измерения дистанции в 1,5 ÷ 2 раза. Плохая центровка изображения при индикаторе с механическим визиром может увеличить погрешность измерения углов до нескольких градусов. Если невозможно произвести центровку изображения, то необходимо учитывать поправку Δ, рассчитываемую по формуле $\Delta=\arcsin[(a/D)\sin\alpha]$, где a – расстояние между центром вращения визира $O_В$ и центром изображения $O_И$; α - угол при точке $O_В$ от линии смещения центров до направления на объект D – измеряемая дистанция. Индикаторы, имеющие электронный визир, центр которого всегда совпадает с центром изображения, свободны от этой погрешности.

Дальность обнаружения объектов с помощью РЛС зависит от состояния атмосферы, таких атмосферных явлений, как туман и осадки, а также от отражательной способности облучаемого объекта. Дальность радиолокационного горизонта для стандартной атмосферы (температура 15^0 С на уровне моря, температурный градиент -0,0065 °/м, постоянная влажность на различных высотах) определяется по известной формуле [14] $D=2{,}1(\sqrt{h}+\sqrt{h1})$, где D –

дальность РЛС видимости, мили; h – высота антенны РЛС, м; $h1$– высота объекта, м. При увеличении влажности воздуха с высотой или при резком, против нормального, падении температуры, возникает явление субрефракции (понижение рефракции): лучи радиоволн искривляются вверх, дальность обнаружения объектов сокращается. Дальность обнаружения малых объектов уменьшается при субрефракции на 30….40%.

Второй причиной уменьшения дальности обнаружения объектов являются такие атмосферные явления, как дождь и туман. В очень густом тумане (визуальная видимость 30…40 м) дальность обнаружения РЛС с длинной волны 3,2 см объектов, обладающих хорошей отражательной способностью, может снизиться на 40…50% от нормальной [14]. В тумане с визуальной видимостью 0,5 кбт дальность РЛС видимости составляет 80…90% от нормальной. При сильном дожде или снегопаде дальность радиолокационной видимости может сократиться в 2…4 раза и более. РЛС с длинной волны около 10 см более устойчива к атмосферным явлениям. Дальность обнаружения объектов такой РЛС в условиях тумана и дождя сокращается на 5…20%.

Эта особенность РЛС наблюдения иногда приводит к тому, что цель, обнаруженная на большой дальности, спустя некоторое время исчезает с экрана, а затем неожиданно появляется на небольшом расстоянии.

Третьей причиной уменьшения дальности обнаружения объектов являются помехи от взволнованного моря, засвечивающие центральную часть экрана, а также смещение в пространстве диаграммы направленности антенны РЛС вследствие ее наклонов на качке судна. Эти наклоны могут вызвать пропуски сигналов. В табл. 6.4.1 приведена характеристика обнаруживаемости объектов с помощью РЛС типа «Дон», «Океан», «Наяда», «Вайгач» в зависимости от состояния моря [57].

Таблица 6.4.1 Характеристика обнаруживаемости целей на РЛС

Состояние моря, баллы	**Обнаруживаемость объектов.**
0…2	Нормальная. Рыболовные суда 15…30 т. уверенно обнаруживаются на D=3…4 мили спасательные шлюпки на D=1…1,5 мили
3	Малые беспалубные суда обнаруживаются ненадежно.
4	Малые беспалубные суда не обнаруживаются. Рыболовные суда 15…30 т. обнаруживаются ненадежно.
5	Большая часть рыболовных и малых судов не обнаруживаются.
6	Средние каботажные, океанские рыболовные суда обнаруживаются не уверенно.
7	Средние океанские суда обнаруживаются не уверенно.

Поскольку отражённые волнами сигналы имеют изменяющуюся амплитуду, а от цели, борт которой выше волн – более постоянную, может быть создана схема оптимального обнаружения цели в засвечиваемой волнами части экрана. При наличии такой схемы дальности обнаружения целей на волнении 3 и более баллов существенно возрастут. Но малоразмерные цели с низким бортом на волне в 2 - 3 балла будут обнаруживаться ещё хуже.

Радиолокационное наблюдение должно осуществляться непрерывно с использованием наиболее подходящих шкал в соответствии с условиями и обстоятельствами плавания. В комплекс радиолокационного наблюдения (в

соответствии с Правилом 7) входит также ведение радиолокационной прокладки целей и определение их ЭДЦ. Без этого невозможно полностью оценить ситуацию, установить степень опасности чрезмерного сближения и столкновения, обоснованно рассчитать маневр для расхождения. При организации радиолокационного наблюдения учитывают следующие положения.

1) РЛС должна включаться заблаговременно с тем, чтобы вахта на ней была открыта до момента уменьшения видимости до 3 миль и менее. (В случае внезапного уменьшения видимости дают самый малый ход или стопорят ход до включения РЛС).

2) Радиолокационное наблюдение в ограниченную видимость должно быть непрерывным и надежным, обеспечивать своевременное обнаружение судов, в том числе и беспалубных средств, а в некоторых случаях и плавающих предметов, льда и т. д. Для этого необходимо периодически чередовать наблюдение на шкалах крупного и мелкого масштаба. Общие рекомендации для чередования шкал изложены в табл. 6.4.2 [57].

Таблица 6.4.2 Рекомендации по чередованию шкал РЛС

Район плавания	**Преимущественное наблюдение**	**Периодическое наблюдение**
Открытое море	Шкалы 10…20 миль	Шкалы 1,5…6 миль
Стесненные условия	Шкалы 1,5….6 миль	Шкалы 10…20 миль

Под стеснёнными условиями в данном случае понимаются условия ограниченной видимости, в которых велика вероятность присутствия малоразмерных объектов.

Более конкретных определений для понятий «преимущественное» и «периодическое» наблюдение в комментариях к Правилам нет. Эта задача может быть решена с использованием математического аппарата теории игр, если известны хотя бы приближённо вероятности обнаружения ближних и дальних целей при наблюдении на ближних и дальних шкалах. Эти вероятности рассмотрены в табл. 6.4.3

Таблица 6.4.3 Вероятности событий при наблюдении на РЛС

Условия плавания	**Зоны**	**Цель**					
		Ближняя			Дальняя		
		P_1	P_2	P_3	P_1	P_2	P_3
Открытое Море	Ближняя	0,2	0,8	0,16.a	1,0	0	0.b
	Дальняя	0,2	0,1	0,02.c	1,0	0,8	0,8.d
Стесненные условия	Ближняя	1,0	0,9	0,9.a	0,8	0	0.b
	дальняя	1,0	0,4	0,4.c	0,8	1,0	0,8.d

Здесь P_1 – вероятность появления цели в районе и условиях плавания за рассматриваемое время, например, за вахту); P_2 – вероятность обнаружения цели; P_3 – вероятность того, что цель появится и будет обнаружена, равная, согласно теореме умножения вероятностей независимых событий, $P_3=P_1P_2$. Конкретные значения вероятностей приняты на основании опыта плавания и в различных реальных условиях могут быть иными. Значения вероятностей P_3, обозначенные буквами a, b, c и d, составляют матрицу игры. В теории игр [122] получено решение такой игры, максимизирующее вероятность обнаружения цели, в виде отношения значений p_1 и p_2 частот применения ближних и дальних шкал (первой и второй стратегий игры)

$p_1/p_2=(a–b)/(d–c)$. (6.4.1)

Для примеров, рассмотренных в табл.6.4.3, величины равны: в море $p_1/p_2=1/5$; в стеснённых условиях $p_1/p_2=9/4$. Доля времени работы на ближних шкалах $t_{бл}=100p_1/(p_1+p_2)$, % и на дальних шкалах $t_{дл}=100–t_{бл}$, %. В рассматриваемом примере время работы на ближних шкалах составляет 17% при плавании в море и 70% – в стеснённых условиях. В табл. 6.4.4 приведены значения доли времени $t_{бл}$ работы на ближних шкалах при условии, что b=0, ad=0,95 (и для моря, и для стеснённых условий). Граница между условиями (море/стеснённые условия) по элементу *a* принята ориентировочно. Для *c*=0,5, кроме доли $t_{бл}$ приведено соотношение времени наблюдения в минутах.

Таблица 6.4.4 Доля времени работы на ближних шкалах, %, при *d*=0,95

Элемент *c*	**Элемент *a* матрицы игры**									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
	Море					Стеснённые условия				
0	10	17	24	30	34	39	42	46	49	51
0,1	11	19	26	32	37	41	45	48	51	54
0,2	12	21	29	35	40	440	48	52	55	57
0,3	13	24	32	38	43	48	52	55	58	61
0,4	15	27	35	42	48	52	56	59	62	65
0,5	18	31	40	47	53	57	61	64	67	69
0,5	1/4	1/2	2/3	1/1	1/1	3/2	3/2	3/2	2/1	2/1
0.6	22	36	46	53	59	63	67	70	72	74
0.7	29	44	55	62	67	71	74	76	78	80

Рассматривая табл. 6.4.4, можно заметить что конечный результат не очень сильно зависит от вероятностей *a* и *c*, особенно, если учесть последующее округление времени наблюдений при выражении его соотношения в минутах (как это сделано для *c*=0,5). Для анализа зависимости результата расчётов от ошибки в выборе вероятности *d* рассчитана табл. 6.4.5 при *c*=0,5.

Таблица 6.4.5 Доля времени работы на ближних шкалах, %, при *c*=0,5

Элеиент *d*	**Элемент *a* матрицы игры**									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
1,0	17	29	38	44	50	56	58	62	64	67
0,9	20	33	43	50	56	60	64	67	69	71
0,8	25	40	50	57	63	67	70	73	75	77

Анализ этой таблицы также показывает, что возможные ошибки в принятой вероятности *d* не повлияют существенно на результаты решения задачи. Следовательно, табл. 6.4.4 можно пользоваться.

При наличии на судне двух РЛС в особенно сложной обстановке рекомендуется использовать одновременно обе на различных шкалах. Если на них, однако, работает один судоводитель, то он переходит от одного индикатора к другому в соответствии с этими рекомендациями.

3) Радиолокационное наблюдение должно быть организованно так, чтобы был обеспечен периодический осмотр «теневых секторов». Дискретность Δt обследования теневых секторов можно определить, например, по формуле $\Delta t=(D_{обн}–D_{min})/V\rho_{max}$. Здесь $D_{обн}$ – принятая в данных условиях дальность обнаружения целей; D_{min} – минимальная дальность, на которую допустимо сближение с целью, находящейся в теневом секторе, до ее обнаружения; $V\rho_{max}$ –

относительная скорость сближения с этой целью, рассчитанная для наибольшей возможной скорости цели.

4) От момента обнаружения объекта до расхождения с ним ведение обстановки на САРП, ЭКНИС, карте или маневренном планшете или специальном устройстве является обязательным.

Определение безопасной скорости хода

Правило 6 МППСС-72 («Безопасная скорость») требует: «*Каждое судно должно* ***всегда*** *следовать с* ***безопасной скоростью*** *с тем, чтобы оно могло предпринять надлежащее и эффективное действие для предупреждения столкновения и могло быть остановлено в пределах расстояния, требуемого при существующих обстоятельствах и условиях ...»*. На основании перечисленных далее обстоятельств можно сказать, что безопасная скорость должна выбираться в зависимости от соотношения условий видимости (в том числе и радиолокационной), маневренных возможностей судна и характеристик плотности движения судов в судопотоке.

Учет маневренных возможностей судна обычно сводится к определению тормозного пути судна $S_Т$ и параметров циркуляции. Учет плотности движения весьма важен, поскольку решительное изменение курса или скорости для расхождения с одним судом может привести к столкновению с другими.

Учет особенностей радиолокационной информации, получаемой в существующих условиях, имеет первостепенное значение. Основой для выбора величины безопасной скорости являются предположения о надежной или так называемой гарантированной дальности $D_Г$ обнаружения эхосигналов от наименьших по размерам судов, с которыми возможна встреча в районе плавания. К сожалению, гарантированная дальность обнаружения малых судов радиолокационными станциями при их испытаниях не определяется. Эти данные должны быть получены из опыта эксплуатации. В [57] показано, что уверенная дальность обнаружения (устаревающими РЛС) малых рыболовных ботов 15…30 т равна 3,5…4,4 мили, беспалубных судов типа спасательной шлюпки – 1,5…1,9 мили. С учётом возможности уменьшения дальности обнаружения целей в густом тумане и при субрефракции в качестве величины $D_Г$ можно принять (для устаревающих РЛС) следующие значения:

- вблизи побережья (при отсутствии осадков и волнении моря до 2 баллов) дальность обнаружения небольших беспалубных рыболовных и прогулочных судов, $D_Г$= ,6…0,7 мили;
- в открытой части моря (при наличии осадков и волнении моря до 3 баллов) дальность обнаружения рыболовных ботов 15…30 т равна $D_Г$=1 миля;
- в открытой части океана (при волнении моря до 4 баллов и наличии осадков) дальность обнаружения средних рыболовных траулеров $D_Г$=1,8…2,0 мили.

Для новых РЛС эти показатели должны быть получены из опыта эксплуатации

Расчёт безопасной скорости судна. В МППСС-72 и комментариях к ним [135] количественные рекомендации отсутствуют, но есть указание, что при плавании в ограниченную видимость «скорость должна в общем случае обеспечивать остановку движения судна с помощью заднего хода на расстоянии, равном половине визуальной видимости. Однако этот критерий не является

безусловным; каждый отдельный случай должен рассматриваться особо с учетом существующих обстоятельств и условий плавания». В частности, в условиях плохой визуальной видимости приходится думать о радиолокационной видимости и о гарантированной дальности обнаружения целей.

Л. А. Зайцем, О. Н. Моревым, В. П. Илларионовым предложены формулы, реализующие эту рекомендацию. Последняя из них учитывает наибольшее число факторов и имеет вид неравенства

$$0{,}5D_{Г}–d–\hat{m}_D \geq V_{без}t_{Р} + S_{Т,} \qquad (6.4.2)$$

где d – принятый запас расстояния, равный $(0{,}1 \div 0{,}17)\ D_{Г}$; $\hat{m}_D$ - предельная погрешность определения дистанции по РЛС; $t_{Р}$ – «работное» время судоводителя от момента обнаружения цели на опасном расстоянии и до подачи команды в машину. В этой формуле длина выражается в кбт, время в мин., безопасная скорость $V_{без}$ в кбт/мин. Примем d=0,1$D_{Г}$, $\hat{m}_D = 2 \times 0{,}05D_{Г}$ (вероятность предельной погрешности 0,95); $t_{Р}$=0,5 мин; $S_{Т}$=(2÷3)L; (L – длина судна в кбт). Тогда условие (6.4.2) разрешается относительно $V_{без}$ и принимает вид

$V'_{без}$=2[0,3$D_{Г}$–(2÷3)L], кбт/мин;

$$V_{без}=6V'_{без}\text{, уз} \qquad (6.4.3)$$

Расчеты производят методом последовательного приближения в два этапа: вначале выбирают величину $S_{Т}$ для ориентировочного значения $V^{(ор)}$, затем по (6.4.3) вычисляют $V_{без}$. Если, например, $D_{Г}$=10 кбт, $S_{Т}$=2,5L; L=1 кбт; $t_{Р}$=0,5 мин, то $V_{без}$=6 уз. Единственным фактором, зависящим от командного состава судна, является работное время. При его сокращении увеличивается безопасная скорость (не пропорционально, т. к. с увеличением скорости возрастает величина $S_{Т}$). То же происходит и с увеличением $D_{Г}$.

В некоторых случаях, например, при дискретном обследовании горизонта с помощью РЛС, при плавании в районах с интенсивным движением или вблизи скопления рыболовных судов и т. д. безопасная скорость должна быть меньше рассчитанной по приведенным формулам и , согласно Правилам, должна лишь обеспечивать удержание судна на курсе.

ГЛАВА 7 ОБОСНОВАНИЕ И РАСЧЁТЫ МАНЁВРА НА РАСХОЖДЕНИЕ СО ВСТРЕЧНЫМИ СУДАМИ

7.1 Анализ обстановки и опасности чрезмерного сближения при встрече судов в море

Фазы маневрирования судов при расхождении

Понятие опасности столкновения. Анализ обстоятельств при встрече судов в море или в узкости преследует цель выяснить наличие опасности чрезмерного сближения и столкновения судов, получить полную информацию об обстановке, на основании которой можно обоснованно рассчитать маневр расхождения. Правило 7 МППСС- 72 – «ОПАСНОСТЬ СТОЛКНОВЕНИЯ» требует, чтобы:

а) Каждое судно использовало **все имеющиеся средства** для определения наличия опасности столкновения. В сомнительных случаях следует считать, что опасность столкновения существует.

б) Судовая РЛС должна использоваться «надлежащим образом», что предполагает, во-первых, наблюдение как на ближних, так и на дальних шкалах, и, во-вторых, ведение радиолокационной прокладки на карте или планшете, или использование САРП или ЭКНИС.

в) Выводы по анализу обстановки «*не должны делаться на основании неполной информации, и особенно радиолокационной*».

г) Опасность столкновения существует, если пеленг на приближающееся судно заметно не изменяется, или пеленг изменяется при малом расстоянии или при сближении с очень большим судном или буксиром.

Хорошая морская практика (ХМП) к этим положениям добавляет, что опасность столкновения существует, если:

- пеленг на встречное судно изменяется, но это изменение не превосходит предельную погрешность пеленга;
- полученное при анализе обстановки кратчайшее расстояние $D_{кр}$ при расхождении не превышает сумму предельной погрешность определения величины $D_{кр}$.и длины судна L.

Информация об обстановке может считаться достаточно полной, если известна позиция цели (П и D) относительно нашего судна, ЭДЦ ($K_К$, $V_К$), положение ЛОД и *параметры ситуации расхождения* (ПСР) кратчайшая дистанция $D_{кр}$ и время её наступления $t_{кр}$, расстояние $D_{пер}$ и время $t_{пер}$ пересечения курса цели (или нашего курса целью). Только в таком случае ХМП считает принятый манёвр расхождения хорошо обоснованным.

ХМП требует также, чтобы меры на судах предпринимались не только для избежания столкновений, но и для предупреждения чрезмерного сближения судов. Чрезмерным сближением считается вариант, когда $D_{кр}<D_Б$, где $D_Б$ - «безопасное» расстояние (иногда его называют «опасным» расстоянием).

Определение безопасного расстояния. Величину $D_Б$ ХМП [135, 53] в открытом море рекомендует принимать равной 2 – 3 милям. Из них 2 мили обеспечивают расхождение за пределами слышимости туманных сигналов встречного судна, а 1 миля (или меньше) является запасом расстояния $\Delta D_Б$. Уточним величину необходимого запаса расстояния, считая, что этот запас может быть равен предельной погрешности $d\hat{}_{Dкр}$ определения кратчайшего расстояния. СКП кратчайшего расстояния $m_{Dкр}=M_V t_{сбл}/\sqrt{2}$, где $t_{сбл}$ – время сближения от начала манёвра до момента кратчайшего расстояния. С учётом (6.3.2) предельную (с вероятностью 0,99) погрешность определения величины $D_{кр}$ можно представить в виде

$$d\hat{}_{Dкр}=2{,}8M_{поз}(t_{сбл}/t_Н) \qquad (7.1.1)$$

где 2,8 – коэффициент предельного перехода для ЗР М-распределения. С учётом (6.3.3) можно окончательно принять следующие значения величины $d\wedge_{D\text{кр}}$:

$d\wedge_{D\,\text{кр}}=0{,}59D(t_{\text{сбл}}/t_{\text{Н}})$, кбт или $d\wedge_{D\text{кр}}=0{,}36D(t_{\text{сбл}}/t_{\text{Н}})$, кбт, (7.1.2)

соответственно для ручных и автоматических измерений по РЛС дистанций и пеленгов. Здесь D – средняя дистанция за время $t_{\text{Н}}$ наблюдений по определению ЭДЦ и величин M_V и $d\wedge_{D\text{кр}}$. Предположим, что скорость сближения (относительная скорость цели) равна 24 уз=4 кбт/мин, наблюдения велись в течение 10 мин на расстояниях от 10 до 6 миль. После определения ЭДЦ совершили манёвр расхождения в течение 13 мин. В этих условиях запас расстояния должен быть принят $\Delta D'_{\text{Б}}=d\wedge_{D\text{кр}}=0{,}59\circ 8\circ 1{,}3=6$ кбт. Кроме того, при ручной обработке информации и в некоторых САРП необходимо принять запас расстояния на не учитываемое при расчёте манёвра перемещение судна на циркуляции, которое можно принять равным 2 – 3 кбт в зависимости от размеров судна. Окончательно $\Delta D_{\text{Б}}=\Delta D'_{\text{Б}}+2=8$ кбт. Этот пример показывает, что рекомендуемое ХМП большее значение запаса расстояния (10 кбт) является для стандартных условий обоснованным. Оно может оказаться недостаточным при отношении $(t_{\text{сбл}}/t_{\text{Н}})>2$, чего, по-видимому, следует избегать при маневрировании. Далее мы увидим, что эта же величина $D_{\text{Б}}$=20–30 кбт необходима для выполнения манёвра последнего момента, поэтому её принимают для расчётов манёвра расхождения и при хорошей видимости.

Если радиолокационное наблюдение в ближней зоне затруднено или невозможно из-за помех от волнения, то <u>чрезмерным следует считать сближение до зоны помех</u> (практически до 30 – 40 кбт), чтобы не потерять цель в помехах.

При плавании в стесненных условиях $D_{\text{бзп}}$=10 кбт.

При плавании по фарватерам $D_{\text{бзп}}$=5 кбт.

Фазы маневрирования судов при расхождении. В соответствии с Правилами суда, встретившиеся в море или в узкости, обязаны принять меры для расхождения на безопасной дистанции. Согласно Правилу 15 (для судов с механическими двигателями при встрече на пересекающихся курсах) судно, которое видит второе судно по своему правому борту, обязано уступить дорогу («обязанное» судно). Судну, которое видит другое судно по своему левому борту («привилегированному» судну), должны уступить дорогу. В соответствии с рекомендациями ХМП, процесс расхождения судов можно представить состоящим из 4 фаз (этапов), на которых производятся следующие действия.

1) <u>*Оценивание обстановки*</u> и расчёт манёвра расхождения «обязанным» судном, которое при необходимости уточнения обстоятельств устанавливает связь с «привилегированным» по УКВ-радиотелефону или АИС (дистанции между судами примерно от 120 до 80 кбт). Возможно исполнение маневра «привилегированным» судном, если оно считает целесообразным изменить взаимное положение судов и/или свои курс и/или скорость.

2) <u>*Выполнение манёвра расхождения «обязанным» судном*</u> и сохранение неизменными курса и скорости «привилегированным» судном (дистанции примерно от 80 до 50 кбт).

3) <u>*Возникновение угрозы чрезмерного сближения*</u>, если обязанное судно не выполнило необходимые действия. «Привилегированное» судно может подать на обязанное сигналы прожектором или ракетами и пытается установить с ним связь

по УКВ-радиотелефону или АИС с целью убедиться, что уступать дорогу ему и не собираются. На «привилегированном» судне рассчитывают и выполняют манёвр расхождения на безопасной дистанции (дистанция начала манёвра примерно от 40 до 25 кбт).

4) Возникновение угрозы столкновения, если выполненный ранее манёвр оказался запоздалым или безуспешным. «Привилегированное» судно выполняет манёвр последнего момента. «Обязанное» судно, если на нём «проснулись», также выполняет манёвр последнего момента (дистанции от 25 до 5 кбт [97] и далее определяются более точно). Если столкновение неизбежно, суда исполняют манёвры для облегчения последствий столкновения.

Анализ обстановки по данным РЛС. В соответствии с Правилом 7 с момента обнаружения цели на экране РЛС за ней необходимо вести тщательное «*систематическое наблюдение*» для анализа условий расхождения. Такой анализ производят на основании прокладки целей в абсолютном или в относительном движении на карте, специальном планшете или с использованием САРП.

1) *Анализ обстановки на маневренном планшете*. Место своего судна принимают в центре планшета (точка M_0 на рис. 7.1.1). По измеренным пеленгам ($П_i$) и дистанциям (D_i) наносят относительные позиции цели K_I' (на рисунке показаны две из них K_0 и K'n). Проводят через позиции цели сглаживающую. прямую линию и получают $ЛОД_1$ цели.

Производят анализ ситуации расхождения:

а) поскольку мы видим цель по правому борту, мы являемся обязанным судном;

б) Так как мы находимся *слева от ЛОД1* (если смотреть на цель), то мы пересекаем курс цели по носу;

в) Измеряют дистанцию кратчайшего сближения $D_{кр}$ и сравнивают её с принятой безопасной дистанцией $D_Б$. Если $D_{кр}<D_Б$, то целесообразно совершить манёвр расхождения поворотом вправо (если справа нет других судов или НО). Если $D_{кр}>D_Б$, то допустимо движение прежним курсом, т. к. Правила действуют только при наличии опасности столкновения.

21 августа 1986 г. в 23.12 сухогруз «Пётр Васёв» протаранил пассажирский пароход «Адмирал Нахимов», который затонул через 7 – 8 мин. Погибло более 400 человек. Главной причиной катастрофы было то, что капитан «Петра Васёва» («обязанное» судно), отличавшийся лихостью пополам с безответственностью, уступал дорогу «Адмиралу Нахимову», пересекая его курс по носу в непосредственной близости. Небольшая погрешность в решении задачи расхождения на САРП – и сотни жертв и безмерное количество человеческого горя. Не говоря уже о 10 годах заключения.

2) *Анализ обстановки на САРП*. Эта система по поступающим от РЛС пеленгам и дистанциям до большого числа целей автоматически рассчитывает и показывает на радиолокационном индикаторе сигналов (РИС) обнаруженные цели, линии их ЛОД (или линии истинного движения – ЛИД), ЭДЦ, $D_{кр}$ и $D_{пер}$ и моменты этих событий. Анализ обстановки для каждой цели выполняется, как рассмотрено выше.

3) *На малых судах, имеющих РЛС*, где нет возможности организовать РЛС прокладку, анализ обстановки и решение задачи на расхождение производят

табличным способом. Для этого, не изменяя своих элементов движения, замеряют величину изменения пеленга $\Delta П$ за время, в течение которого дистанция уменьшается на 10 кбт. По величине изменения пеленга $\Delta П$ с помощью табл.7.1.1 определяют (обратным входом) величину $D_{кр}$, и проверяют, входит ли цель в опасную зону с радиусом $D_Б$.

Таблица 7.1.1 Величина изменения пеленга $\Delta П$, градусы

$D_{кр}$,кбт	Дистанция обнаружения цели, кбт								
	20	30	40	50	60	70	80	90	
5	4,9	2,4	1,5	0,9	0,7	0,5	0,4	0,3	0,3
10	10,5	5,0	3,0	1,9	1,4	1,0	0,9	0,7	0,6
15	18,6	8,9	4,5	3,0	2,1	1,5	1,2	1,0	0,8
20	48,2	11,8	6,4	4,1	2,9	2,1	1,6	1,3	1,0
25	-	17,2	8,7	5,4	3,7	2,7	2,0	1,7	1,4

Более точно величину $D_{кр}$ можно рассчитать по формуле

$$D_{кр}=D\sin[180^{o}-\Delta П-\arcsin(D\sin\Delta П/\Delta D)], \qquad (7.1.2)$$

где ΔD – разность дистанций, которой соответствует измеренная разность пеленгов $\Delta П$. Пусть, например, цель обнаружена по пеленгу 256^0 на дистанции 70 кбт. В момент, когда дистанция сократилась до 60 кбт, пеленг стал равен $258{,}5^0$. Величина $\Delta П=2{,}5^0$. По табл. 7.1.1 определяют, что кратчайшая дистанция при расхождении $D_{кр}\approx 23$ кбт, т.е. возможность чрезмерного сближения отсутствует, но разумно будет продолжать наблюдение за целью.

Анализ обстановки по данным АИС. Полученные от АИС координаты, курс и скорость судна-цели наносят на навигационную карту. Решив треугольник скоростей (см. рис. 6.3.1), получают вектор относительной скорости V_ρ. Проложив из точки местоположения цели линию, параллельную вектору V_ρ, получают ЛОД и анализируют обстановку в соответствии с п. 1) анализа обстановки по данным РЛС. Для решения задач маневрирования на карте удобно принять масштаб построений равным 1 кбт в полумильном или мильном делению вертикальной шкалы карты, а скорости представлять в каб/мин.

7.2 Расчёт маневра расхождения в море при ограниченной видимости

Манёвр расхождения в море с одной целью в плохую видимость

Общие правила выполнения манёвра. При расчете маневра расхождения с одиночной целью в плохую видимость в открытом море руководствуются следующими положениями, основанными на Правиле 19 и ХМП.

1) Судно, обнаружившее цель **только** по РЛС, должно определить ЭДЦ и установить, развивается ли опасность чрезмерного сближения и/или столкновения.

2) Если опасность чрезмерного сближения существует, судно обязано **своевременно** предпринять **решительное** действие для расхождения, независимо от своего курсового угла и курсового угла цели.

3) Величина решительного изменения курса судна не должна быть меньше $30 \div 50^0$, а скорость нужно изменять не меньше, чем вдвое, с тем, чтобы изменение «*могло быть легко обнаружено другим судном, наблюдающим его визуально или с помощью РЛС; следует избегать ряда последовательных небольших изменений курса и (или) скорости»* (Правило 8, в).

4) Дистанция начала маневра для обеспечения его заблаговременности не должна быть меньше 50…60 кбт. При этом в общем случае ЭДЦ определяются с достаточной точностью, остается время и пространство для анализа обстановки и маневрирования при неожиданном изменении ситуации. В следующем ниже выводе приведены средние ожидаемые соотношения дистанции $D_{НМ}$ начала манёвра (кбт) и угла поворота $\Delta_К$ (градусы) судна, при которых обеспечивается расхождение с целью на кратчайшей дистанции $D_{кр}$=20 кбт. (Точными эти соотношения будут в случае равенства скоростей судна и цели и сближения без изменения пеленга).

$D_{НМ}$	30	40	50	60	70	80
$\Delta_К$, гр.	84	60	48	38	34	28

Видно, что при $D_{НМ}=50 \div 60$ кбт обеспечивается расхождение на кратчайшей дистанции $D_{кр}$>20 кбт при угле отворота от курса $\Delta_К > 30^0$.

5) Правило 19 предполагает, что, во-первых, встречное судно может не иметь РЛС (например, океанская яхта с поднятым на ванте пассивным РЛС отражателем, или судно с неисправной РЛС) и поэтому не видит нас. Во-вторых, встречное судно, если оно обнаружит нас, должно совершить манёвр расхождения, и с большой вероятностью этот манёвр будет выполнен почти одновременно с нашим. Поэтому Правило 19 даёт осторожные рекомендации: предпринимая действие для расхождения, «*следует избегать: (i) изменения курса влево, если другое судно находится впереди траверза и не является обгоняемым; (ii) -изменение курса в сторону судна, находящегося на траверзе или позади траверза»*

Это правило не запрещает изменять курс влево, поэтому при расчете маневра следует рассмотреть и такой вариант, поскольку он может оказаться более удачным при расхождении с несколькими целями и обеспечить существенно меньшее время расхождения. Начинать маневр в этом случае нужно раньше, на дистанции 70…80 кбт, чтобы встречное судно своевременно обнаружило этот маневр. Однако, нужно иметь ввиду, что видимость может улучшиться, и тогда манёвр поворотом влево может вступить в противоречие с Правилом 15. Кроме того, нужно помнить, что при судебных разбирательствах столкновений любой поворот влево вызывает серьёзные нарекания. ХМП выработала рекомендации по стороне и величине поворота судна с дистанций 50 $\div 60$ кбт при расхождении с целью в условиях ограниченной видимости в зависимости от курсового угла на цель (в круговом счёте). Эти рекомендации приведены в табл. 7.2.1

Таблица 7.2.1 Рекомендованный манёвр при плохой видимости

Курсовые углы	**Рекомендуемый поворот**
$330 \div 30^o$	Поворот вправо на $60 \div 90^o$
$30 \div 60^o$	Поворот вправо, пока цель не придёт на курсовой угол 30°

	левого борта и более
$60 \div 150^o$	Поворот влево, пока цель не окажется по корме или почти по корме
$150 \div 210^o$	Поворот влево около 30°
$210 \div 292{,}5^o$	Поворот вправо с приведением цели по корме
$292{,}5 \div 330^o$	Поворот вправо, пока цель не будет слева по траверзу

Расчёт манёвра расхождения одним курсом начинается с определения ЭДЦ. Для этого измеряют на планшете (рис.7.2.1) величину $S_{\rho 1}=K'_0K'_1$ и рассчитывают относительную скорость

$V_{\rho 1}=S_{\rho 1}/(T_1-T_0)$, после чего решают треугольник скоростей, откладывая вектор $V_{\rho\ 1}$ из конца вектора своей скорости $V_М$. Вектор скорости цели $V_К$ соединяет точку начала построения M_0 с концом вектора $V_{\rho 1}$. В этом состоит решение треугольника скоростей. Для количественного обоснования маневра расхождения на линии относительного движения цели $ЛОД_1$ намечают упрежденную точку $К_У$ нахождения цели в момент начала маневра. Эту точку наносят либо по дистанции $D_У \geq 50 \div 60$ кбт, либо по величине «работного» времени $t_Р$, например, спустя 3 мин. после замера пеленга и дистанции; $K'_1K'_У=V_{\rho 1}t_Р$.

Из упрежденной точки $К_У$ проводят линию $ЛОД_2$ касательно к окружности «безопасной» дистанции $D_Б$, как правило, к той её части, которая ближе к $ЛОД_1$. При этом своим маневром мы поддерживаем сложившуюся тенденцию к расхождению (в данном случае тенденцию к расхождению левым бортом) и сокращаем время расхождения. Проводят линию *nn'* через конец вектора $V_К$ параллельную $ЛОД_2$ и отштриховывают полуплоскость, противоположную $ЛОД_2$ (или противоположную точке $К_У$). Эта полуплоскость представляет собой область допустимых решений. Если направить вектор $V_{М2}$ в любую точку этой области, (в том числе находящуюся на линии n n'), то новая линия относительного движения $ЛОД_2$ не пересечет окружность $D_Б$. Она пройдет или по касательной к ней, если, например, вектор $V_{М2}$ направлен в точку *a*, или выше, обеспечивая выполнение условия $D_{кр}>D_Б$.

Из рис. 7.2.1 видно, что минимальный угол отворота от генерального курса $К_{М1}$ обеспечивается, если направить вектор $V_{М2}$ в точку *a* пересечения окружности скорости $V_М$ с линией *nn'*. Если при этом угол отворота превышает 30^0, то точка, *a* обеспечивает решение задачи расхождения. Если же минимальный угол отворота меньше 30^0, то для получения решения откладывают от курса $К_{М1}$ угол $\alpha \geq 30 \div 50^0$ и получают точку *b*, лежащую внутри области допустимых решений и обеспечивающую решение задачи расхождения. В точку *b* направляют вектор скорости $V_{М2}$ (курс $К_{М2}$).

В примере, показанном на рис. 7.2.1, задача может быть решена и для случая расхождения правым бортом. При этом из упрежденной точки $К_У$ проводят вторую касательную ($К_{\rho 3}$ или $ЛОД_3$) к окружности $D_Б$. Через конец вектора $V_К$ прокладывают линию NN', параллельную этой касательной, и отштриховывают полуплоскость, противоположную точке $К_У$. Вектор своей скорости может быть направлен в любую точку этой полуплоскости, включая линию NN'. Однако время расхождения при этом будет больше, поскольку вектор относительной

скорости (расстояние между концами векторов $V_К$ и $V_М$), если его провести на рис. 7.2.1, окажется малым. Поэтому, как правило, при расхождении с одной целью достаточно найти одно решение задачи расхождения (характеризуемое курсами $К_{\rho 2}$ и $К_{М2}$).

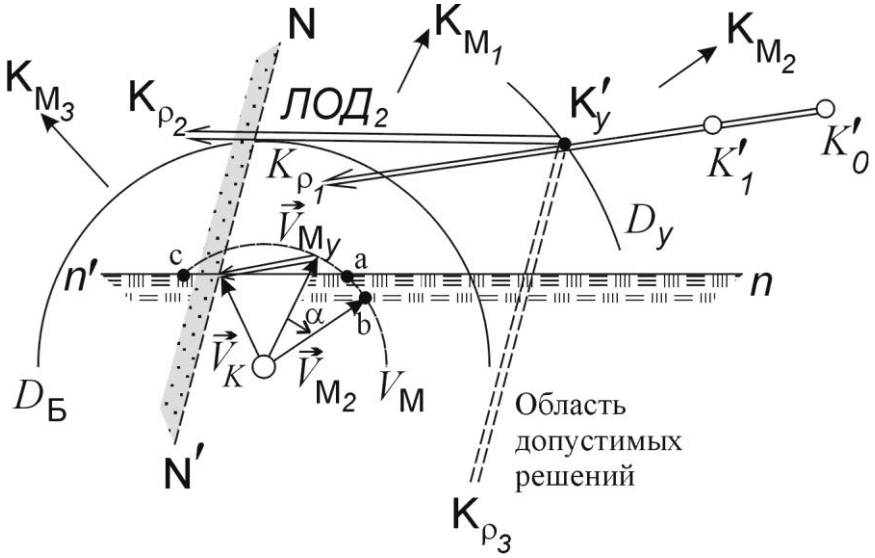

Рис. 7.2.1 Манёвр расхождения с одной целью на одном курсе.

Возможен и другой подход к решению этой задачи. Рассматривают сектор, заключенный между прямыми *nn*' и NN', в котором находится упрежденная точка (сектор, не отштрихованный на рис. 7.2.1). При расположении относительных курсов внутри этого сектора линия ЛОД пересекает окружность $D_Б$ и развивается опасность чрезмерного сближения. Поэтому данный сектор называют сектором опасных относительных курсов (СООК) и направляют вектор своей скорости в точку, лежащую за пределами или на границах СООК.

Если маневр расхождения состоит в изменении скорости судна без измерения курса, то в пределах области допустимых решений выбирают точку на линии курса $К_{М1}$, положение которой определяет вектор скорости $V_{М2}$.

При расчете маневра расхождения нельзя ограничиваться однократным определением ЭДЦ, а по мере поступления новой информации следует их уточнять, так как цель может изменить свой курс и/или скорость. Поэтому не следует также усреднять ЭДЦ за длительное время. Независимо от дистанции расхождения, прокладка за цель ведется до тех пор, пока суда не разойдутся безопасно. Необходимо следить за тем, чтобы наносимые на планшет по пеленгам и дистанциям относительные позиции цели находились на ее ЛОД, особенно после выполнения своего маневра. Резкое отступление точек от линии ЛОД означает, что цель изменила курс и/или скорость, или же в расчетах маневра расхождения допущен промах. При использовании САРП задача контроля постоянства ЭДЦ решается автоматически в течение 3 минут, При изменении ЭДЦ выдаётся соответствующий сигнал.

Выбор маневра расхождения облегчают следующие правила:

1) Если ЛОД цели направлена навстречу движения своего судна (разность направлений ЛОД и курса K_M превышает 90^0), то в общем случае возможны ситуации:

а) при повороте своего судна *вправо* ЛОД развернется *вправо* (по часовой стрелке), при повороте своего судна *влево* ЛОД развернется *влево* (против часовой

стрелки); для пояснения этих правил нужно представить себе, что на рис. 7.2.1 вектор своей скорости поворачивается вправо или влево;

б) при уменьшении скорости своего судна ЛОД повернется от центра планшета, если до начала маневра она пересекала наш курс по носу, и к центру планшета, если она пересекала наш курс по корме; при увеличении скорости своего судна – наоборот.

2) Если ЛОД цели направлена по направлению движения своего судна (составляет с линией курса K_M угол, меньший 90^0), то возможны ситуации:

а) при повороте своего судна *влево* ЛОД развернется *вправо,* при повороте своего судна *вправо* ЛОД развернется *влево* (против часовой стрелки);

б) при изменении скорости своего судна ЛОД разворачивается так же, как в п.1, т. е. при уменьшении своей скорости ЛОД смещается к носу своего судна, при увеличении своей скорости ЛОД смещается в направлении кормы.

Расчёт манёвра расхождения двумя курсами. В [37] предложен эффективный вариант расхождения на двух курсах своего судна. Цель манёвра состоит в том, чтобы сместить своё судно решительным поворотом с линии первоначального курса на необходимое расстояние, а затем лечь на прежний курс.

При расчёте манёвра наносят на маневренный планшет позиции цели $К_0$ и $К'_1$ и прокладывают линию $ЛОД_1$ (рис. 7.2.2). Проводят окружность радиуса $D_Б$ и касательную к ней линию $ЛОД_3$, параллельную $ЛОД_1$. Измеряют расстояние d между этими линиями. Разворачивают вектор своей скорости $V_М$ от первоначального положения $V_{М1}$ на угол поворота судна $\Delta_К=60\div90^o$ (в данном случае вправо, чтобы разойтись с целью левым бортом), получая вектор скорости $V_{М2}$. Определяют вектор $V_{\Delta V}$ разностной скорости, соединив концы векторов $V_{М1}$ и $V_{М2}$. Измеряют длину $V_{\Delta V}$ проекции вектора $V_{\Delta V}$ на направление линии d и рассчитывают время лежания на курсе $К_{М2}$ по формуле $t=d/V_{\Delta V}$. По истечении этого времени ложатся на прежний курс. За время манёвра цель прошла по $ЛОД_2$,и после нашего возвращения на курс $К_{М1}$ будет двигаться по $ЛОД_3$ при $D_{кр}>D_Б$.

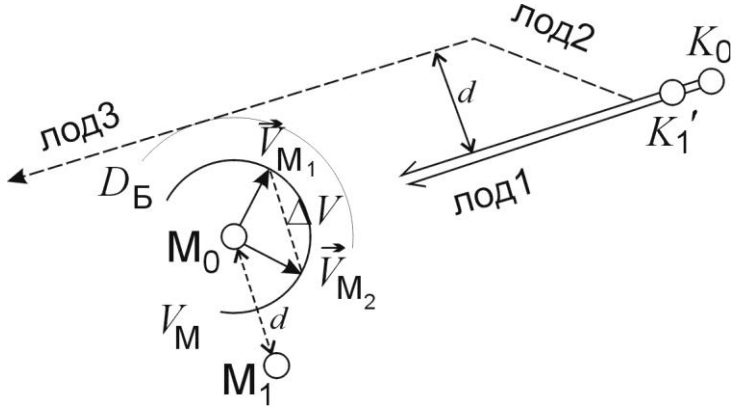

Рис. 7.2.2 Манёвр расхождения с одной целью на двух курсах.

Этот манёвр надо совершать сразу же после надёжного определения $ЛОД_1$, с тем, чтобы на другом судне вахтенный помощник успел разобраться в нашем манёвре и достоверно определить нашу новую ЛОД. Ещё лучше оповестить его о нашем манёвре по УКВ-радиотелефону или по АИС.

Расчёт манёвра расхождения с несколькими целями

Маневр расхождения с несколькими целями является наиболее актуальным в настоящее время в связи с возрастанием плотности судопотоков. Например, при плавании в настоящее время по маршруту Финский залив – Гибралтарский пролив частость обработки двух и более целей при расчёте манёвра расхождения составляет около 60%; трёх и более – около 40%.

Рассмотрим расчёты при трёх вариантах манёвра, включающих последовательное расхождение с каждой целью, расхождение при минимальном отклонении от ЗТД, и с оставлением все встречных целей с одного борта.

Манёвр последовательного расхождения. Если встречные цели обнаруживаются на разных дистанциях, отличающихся между собой на 50 кбт и более, то маневр расхождения производят последовательно, сначала с ближайшей целью, затем с более удаленной и т. д. Маневр рассчитывают так же, как и при расхождении с одиночной целью.

Манёвр с минимальным отклонением от ЗТД. Расчет маневра расхождения одновременно с несколькими целями основан на построении области допустимых решений (см. при надобности рис.7.2.1 и пояснения к нему), которая удовлетворяла бы возможность расхождения со всеми целями, и на выборе в этой области подходящей точки, в которую направляют вектор скорости своего судна. В некоторых ситуациях такую точку можно выбрать, исходя из необходимости минимального отклонения своего судна от ЗТД. Подобная ситуация представлена на рис. 7.2.3. Линии относительного движения целей $К^{(1)}{}_{\rho 1}$ и $К^{(2)}{}_{\rho 1}$ здесь пересекают окружность опасной дистанции $D_Б$ так, что имеется тенденция к расхождению с целью $K^{(1)}$ левым бортом, а с целью $K^{(2)}$ правым бортом. Уклонение судна от одной цели неизбежно ухудшает условия расхождения со второй. Например, при повороте вправо ЛОД первой цели повернется вправо, улучшая условия расхождения. ЛОД второй цели также повернется вправо, что приведёт к ухудшению условий расхождения с этой целью.

После определения ЭДЦ становится очевидным, что цели, идущие курсами $К^{(1)}{}_K$ и $К^{(2)}{}_K$, расходятся. Это позволяет предположить возможность расхождения с двумя целями разными бортами, проходя между целями. Расчёт манёвра выполняют следующим образом:

а) Определяют решением треугольников скоростей M_0ac и M_0ad курсы $К^{(1)}{}_K$ и $К^{(2)}{}_K$ и скорости $V_K^{(1)}$ и $V_K^{(2)}$ целей;

б) Наносят на линиях относительного движения упрежденные точки $К^{(1)}{}_У$ и $К^{(2)}{}_У$ для одного и того же момента времени $T_У$;

в) Из упрежденных точек проводят линии относительных курсов $К^{(1)}{}_{\rho 2}$ и $К^{(2)}{}_{\rho 2}$ касательно к окружности $D_Б$;

г) Строят области допустимых решений, для чего проводят через концы векторов скорости цели (точки *c* и *d*) линии *nn*’и NN’, и отштриховывают полуплоскости, противоположные соответствующим линиям ЛОД;

д) выделяют область допустимых решений для расхождения с обеими целями (общую часть двух отштрихованных областей допустимых решений) на рис. 7.2.3 это сектор *nb*N;

е) В этой области намечают точку, являющуюся решением задачи, и направляют в неё конец вектора своей скорости V_{M2} (точка b, которая обеспечивает минимальное время расхождения), курс $К_{М2}$ K_{M2} и скорость $V_{М2}$ снимают с планшета.

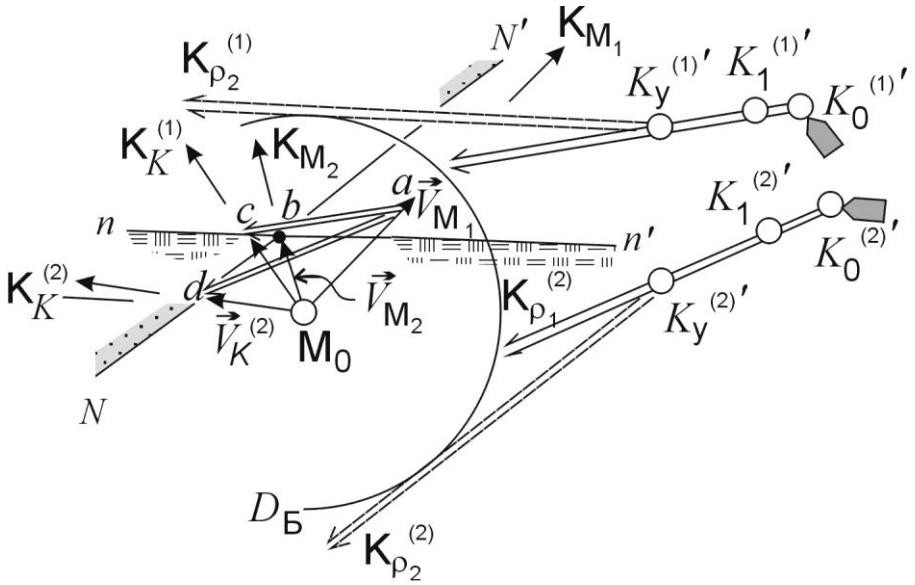

Рис. 7.2.3 Манёвр расхождения с двумя целями разными бортами.

В тех случаях, когда судну угрожают опасным маневрированием несколько целей, их позиции наносят на планшет, определяют ЭДЦ и ЛОД, величины $D_{кр}$ и ранжируют цели по степени опасности, принимая во внимание величины $D_{крj}$ и моменты $Т_j$ наступления этих событий. Первой по времени опасной цели, для которой $D_{кр}<D_Б$, присваивают № 1 и для неё производят глазомерный анализ, рассматривая сторону поворота её ЛОД, а также ЛОД других ближних целей, в зависимости от стороны поворота своего судна (см. предыдущий подраздел). Для опасных целей (включая № 1, более ранние и следующие за ней на дистанциях $D_j<50$ кбт), производят расчёт манёвра расхождения.

Приблизительно так же производят анализ и на САРП.

Манёвр одновременного расхождения со всеми целями. В случаях, когда ранжировать цели по степени опасности затруднительно, производят маневр расхождения сразу со всеми опасными целями. На рис. 7.2.4 показана ситуация, при которой необходим маневр уклонения от всех целей, оставляя их с одного борта (или с правого, или с левого). Если продолжить ЛОД целей, то окажется, что ЛОД двух целей ($K^{(1)}$ и $K^{(3)}$) проходят снизу от центра планшета , а ЛОД одной ($K^{(2)}$) – сверху, причем на меньшем кратчайшем расстоянии (если измерить кратчайшие расстояния, то $D_{KP}^{(2)} < D_{KP}^{(1)}$). Это значит, что сложившаяся тенденция расхождения будет улучшена при повороте нашего судна влево, т. к. ЛОД всех целей при этом повернутся влево, и только одна из трех ЛОД должна переместиться на величину «больше половины круга $D_Б$». (При повороте вправо ЛОД всех целей повернутся вправо и две из них должны пройти «больше половины круга $D_Б$»).

На основании такого качественного анализа обстановки можно рассчитать маневр расхождения сразу со всеми целями, оставляя их справа (изменяя свой курс влево). Для этого:

а) определяют решением треугольников скоростей (на рис.7.2.4 не показаны) ЭДЦ (курсы $К^{(1)}{}_{К}$, $К^{(2)}{}_{К}$ и $К^{(3)}{}_{К}$ и соответствующие им векторы скоростей (на рис. 7.2.4 не обозначены);

б) Наносят на линиях ЛОД упрежденные точки $К^{(j)}{}_{У}$ для одного и того же момента времени;

в) Предполагая маневр поворотом влево, проводят относительные курсы $К^{(j)}{}_{\rho j}$ по касательным к нижней части окружности $D_Б$.

г) Строят области допустимых решений (линии *nn*', NN' и *ηη*') и отштриховывают область, общую для всех целей (область *ηefn*', отмеченная точками);

д) В этой области выбирают точку (*d* на рис. 7.2.4), являющуюся решением задачи и направляют в нее конец вектора своей скорости.

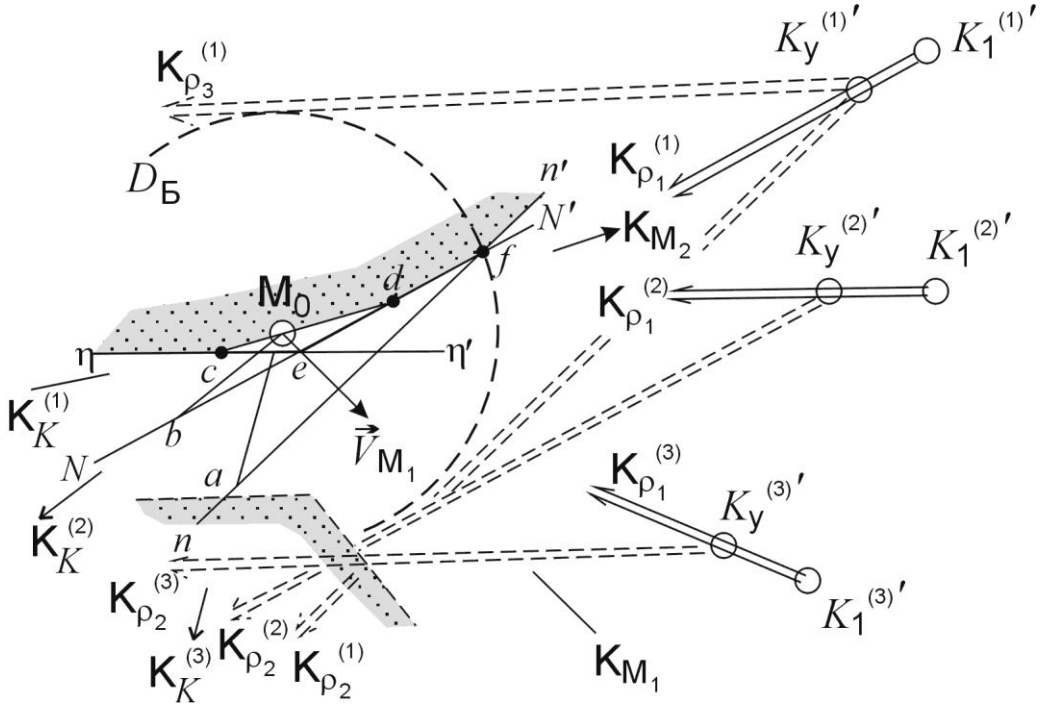

Рис. 7.2.4 Манёвр расхождения со всеми целями одним бортом.

Если принято решение разойтись с целями левым бортом (поворотом вправо), из упрежденных точек проводят касательные к верхней части окружности $D_Б$ (на рис.7.2.4 показана только линия $К^{(1)}{}_{\rho 3}$) и строят вторую область допустимых решений. Её граница показана на рис. 7.2.4 пунктирной линией. Поскольку в данном примере исходная тенденция к расхождению левым бортом была менее благоприятной, решение задачи в этом случае требует не только изменения курса, но также и увеличения скорости своего судна. А это не желательно, если скорость $V_{М1}$ является безопасной.

Учёт расположения НО при использовании маневренного планшета. Если в районе плавания имеются НО на таких расстояниях от ЗТД, что могут повлиять на манёвр расхождения и на безопасность судна, то эти НО должны участвовать в обосновании манёвра расхождения с целями. Для этого характерные точки границ НО (например, точки, ближайшие к ЗТД) наносят на планшет по пеленгам и дистанциям и обозначают сторону, в которой простирается НО. Принимают их скорости $V^{(j)}{}_{К}$=0, а относительные скорости $V^{(j)}{}_{\rho}$=-$\boldsymbol{V}_{М1}$. Манёвр рассчитывают с учётом этих целей.

Использование САРП. САРП автоматически наносит по данным РЛС цели на РИС, определяет их ЭДЦ, положение ЛОД (или ЛИД), величины $D^{(j)}_{кр}$ и $T^{(j)}_{кр}$, $D^{(j)}_{пер}$ и $T^{(j)}_{пер}$ (пересечения курса), рассчитывает векторы $S^{(j)}_{у}$ перемещения целей на заданное время упреждения $T^{(j)}_{у}$. Величины $S^{(j)}_{у}$ выводятся на РИС и позволяют наглядно увидеть взаимное положение целей на заданное время вперёд. При совмещении маркера с какой-либо целью на информационном табло высвечиваются все рассчитанные для неё данные (ЭДЦ, $D^{(j)}_{кр}$ и $T^{(j)}_{кр}$, $D^{(j)}_{пер}$ и $T^{(j)}_{пер}$). При плавании вблизи НО целесообразно нанести принадлежащие им точки на РИС, как это делают на маневренном планшете.

Всё это позволяет качественно оценить обстановку и, вводя разные значения своего курса и/или скорости, проиграть возможные ситуации расхождения и выбрать наиболее подходящий манёвр. Отметим, что при использовании САРП манёвр расхождения с целями *выбирается* судоводителем, а *не рассчитывается*, что ставит успешность манёвра в зависимость от опыта и натренированности судоводителя. Остаётся надеяться, что в следующих поколениях САРП будет решена задача построения областей допустимых решений, и это обеспечит почти автоматический расчёт манёвра расхождения.

Использование ЭКНИС «Сегмент» и «Аляска». В эти ЭКНИС поступает информация от РЛС и САРП, в том числе транслируются вычисляемые САРП (и современными РЛС) параметры целей (ЭДЦ, $D^{(j)}_{кр}$ и $T^{(j)}_{кр}$, $D^{(j)}_{пер}$ и $T^{(j)}_{пер}$). Если САРП на судне отсутствует, то ЭКНИС определяет эти параметры автоматически по данным РЛС или по введённым вручную пеленгам и дистанциям до целей. Поэтому на ЭКНИС можно решать все задачи САРП. Преимущество в том, что картина маневрирования располагается на навигационной карте. Кроме того, можно вызвать на дисплей маневренный планшет и решить на нём задачу расхождения.

7.3 Маневрирование для расхождения в море, когда суда находятся на виду друг у друга

Расхождение судов с механическими двигателями в этих условиях регламентируется Правилами 8, 13, 14, 15, 16, 17, 18 и др. Все эти правила содержат ряд неопределённостей (область применения правил, дистанция начала манёвра, понятие «чистого» расхождения, содержание и условия выполнения манёвра последнего момента и др.). Такие недостатки объясняются разнообразием условий встречи судов и невозможностью чёткого регламентирования их действий. Поскольку Правила хорошо известны мореплавателям, ниже рассматриваются в основном рекомендации ХМП.

Расхождение в ситуации сближения встречными курсами

Манёвр расхождения в такой ситуации регламентирован Правилом 14 и состоит в изменении курса каждым судном вправо для расхождения левыми бортами. Правило содержит неопределённости, связанные с принятием дистанции начала манёвра и величины бокового смещения от первоначальной линии пути своего судна. Поэтому при анализе обстановки и выполнении манёвра расхождения в соответствии с ХМП следует учитывать следующие положения.

1) Ситуация сближения судов, идущих прямо или почти прямо друг на друга имеет место, когда линии курсов пересекаются так, что острый угол не превышает 6 – 8°.

2) При значительных скоростях современных судов относительная скорость сближения судов, идущих навстречу друг другу, может составить величину от 30 до 45 уз и более. При таких скоростях навигационные топовые огни встречного судна с расчётной дальностью видимости 5 – 6 миль обнаруживаются за 8 – 12 мин, а бортовые (с дальностью видимости 2 – 3 мили) – за 4 – 8 мин до сближения. Поэтому судну, обнаруженному почти прямо по носу с топовыми огнями, находящимися почти в створе, или с нулевым ракурсом днём, необходимо уделять пристальное внимание и быть готовым к началу манёвра расхождения через 3 – 5 мин после обнаружения. Если на судне включены РЛС и САРП, то эта цель лежит почти на линии курса и её ЛОД проходит через точку местоположения судна (через центр экрана).

3) Манёвр расхождения состоит в повороте вправо на угол 30° или больше при таком времени лежания на этом курсе, чтобы отойти от прежней линии пути не меньше, чем на $D_Б$=1÷1,5 мили. Если ЛОД цели проходит немного правее нашего места, то при расчёте манёвра расхождения величину $D_Б$ нужно отложить вправо от ЛОД, а не от центра планшета.

Дистанция начала манёвра, по возможности, не меньше 5 – 6 миль. Траверзное расстояние, равное $D_Б$ в 1 милю оберегает нас от ошибочных действий встречного судна в период расхождения, ведущих к столкновению, если эти действия обнаруживаются не более, чем через 1,5 мин после их начала. В случае опасения судоводителя, что время обнаружения будет больше, нужно увеличить траверзное расстояние. Поэтому принято $D_Б$=1÷1,5 мили. Величина $D_Б$=1 миля снята с диаграмм, построенных в [53].

4) При использовании САРП нужно помнить, что при малом времени наблюдений, а это неизбежно в данной ситуации, точность определения величины $D_{кр}$ невелика и на неё навряд ли следует ориентироваться.

5) Общий принцип манёвра: «Разойтись, как в Африке слоны, – левыми бортами, красными фонарями». При судебных разбирательствах столкновений на нарушителей этого принципа почти всегда возлагается большая часть вины.

Расхождение при сближении на пересекающихся курсах

Этот вариант расхождения регламентируется в основном Правилами 15, 16, 17 и 8. Он состоит в том, что при встрече в море двух судов с механическими двигателями на пересекающихся курсах так, что существует опасность столкновения, судно, наблюдающее другое судно на своей правой стороне («обязанное» судно), обязано уступить дорогу другому судну. В то же время это другое («привилегированное») судно, которое видит первое на своей левой стороне, обязано сохранять свой курс и скорость неизменными. ХМП при решении задач расхождения рекомендует учитывать следующие положения.

1) Область применения этого варианта расхождения (Правил 15, 16, 17) характеризуется курсовыми углами судов от 6 – 8° до 112,5°. При меньших курсовых углах считается, что суда следуют навстречу друг другу и действует Правило 14, при больших курсовых углах производится манёвр обгона в соответствии с Правилом 13. По дистанции область применения простирается от

дистанции обнаружения встречного судна до 20 ÷ 30 кбт (условие выполнения манёвра последнего момента).

Кроме того, *все Правила МППСС-72 применяются, когда существует опасность столкновения или чрезмерного сближения*. Когда такой опасности нет, маневрирование для расхождения не производят, а Правила не применяют.

2) Признаком наличия опасности столкновения является постоянство пеленга с одного судна на другое. Признак отсутствия возможности столкновения (признак «чистого» расхождения) состоит в изменении пеленга на достаточно большую величину (если только пеленгуемое судно не является слишком большим, или дистанция не является слишком малой). Можно считать, что пеленг изменяется, если разность $\Delta\Pi$ пеленгов, взятых в течение $2 \div 5$ мин, удовлетворяет условию $\Delta\Pi > 2m_{ПФ} \approx 1^{o}$, где $m_{ПФ}$ – флюктуационная СКП пеленгования, которую можно принять для гироскопических курсоуказателей равной $\approx 0{,}5^{o}$. Пеленговать следует с одного пилоруса носовую оконечность встречного судна, если пеленг изменяется на корму (мы проходим у него по носу), и кормовую оконечность при изменении пеленга на нос (мы проходим по корме встречного судна). Для уверенности в «чистом» расхождения следует, как минимум, учитывать расстояние L’ от пилоруса до форштевня и L” до ахтерштевня своего судна плюс расстояние 6В динамического взаимодействия корпусов судов, где В – ширина своего судна. Учесть всё это при глазомерном анализе нелегко, поэтому рекомендуется определять кратчайшее расстояние $D_{кр}$ между судами при расхождении и использовать РЛС и САРП. На экранах приборов ЛОД опасной цели проходит через цент экрана, а $D_{кр}$ равна расстоянию от центра экрана до ЛОД.

3) Признаком наличия возможности чрезмерного сближения может быть принято то же условие, что и выше $D_{кр} < D_{Б} = 10 \div 15$ кбт. Величину $D_{кр}$ можно определить с использованием максимального количества информации, содержащейся в серии измеряемых пеленгов $П_i$ цели, следующим образом. Измеряют через равные интервалы времени, например, через 2 или 3 мин, три пеленга $П_1$, $П_2$ и $П_3$. Рассчитывают разности пеленгов $\alpha_1 = П_2 - П_1$ и $\alpha_2 = П_3 - П_2$. Рассчитывают коэффициент ускорения $k = (\alpha_2 - \alpha_1)/\alpha_1$. Определяют величину $D_{кр} = DK = D\sin q$, где D – дистанция до цели в момент измерения пеленга $П_1$, принимаемая на глаз, или получаемая по данным АИС, или измеряемая по РЛС; К – коэффициент, выбираемый из табл. 7.3.1; q – относительный курсовой угол цели. Эта таблица рассчитана по следующей формуле, полученной из геометрических построений:

$$K = \sin q;\ q = \{\mathrm{arctg}\{\sin\alpha_1 \sin(\alpha_1(1+k))/[\sin k\alpha_1 - \sin\alpha_1 \cos(\alpha_1(1+k))]\}\}. \quad (7.3.1)$$

Таблица 7.3.1 Коэффициент К’, сотые доли, для расчёта $D_{кр} = DK = D\,K'/100$

Угол	**Коэффициент ускорения k**										
α^{o}_{1}	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95	1,0

1	2	3	3	5	5	7	9	15	32	57	100
2	4	5	6	8	10	14	20	30	56	82	100
3	6	8	10	12	16	21	28	43	72	92	100
4	9	11	13	16	21	28	38	55	82	95	100
5	11	13	16	21	26	34	46	64	89	98	100
6	13	17	19	24	31	40	53	72	93	99	100
7	15	18	22	28	35	46	60	78	95	100	99
8	17	21	25	32	40	51	66	83	97	100	99
9	19	23	29	36	44	56	71	87	98	100	99
10	21	26	32	39	49	61	75	90	99	100	99

Если, например, $\alpha^{o}_{1}=2^{o}$; $\alpha^{o}_{2}=3^{o}$; D=100 кбт, то k=0,5; K'=10; K=10/100=0,1; $D_{кр}=D$K=100$\times$0,1=10 кбт.

4) «Обязанное» судно должно оценить обстановку и при наличии возможности чрезмерного сближения (меньше, чем на 20 – 30 кбт) и тем более опасности столкновения (меньше, чем на 10 – 15 кбт) рассчитать манёвр расхождения и начать его на дистанции по возможности не ближе 50 – 60 кбт. Манёвр может состоять в повороте вправо, влево или в изменении скорости. Единственное ограничение манёвра состоит в том, что судно «*должно, если позволяют обстоятельства, избегать пересечения курса другого судна по носу*» (Правило 15). Более предпочтительным является поворот вправо, если нет препятствий с правой стороны. Угол поворота должен превышать 30 – 50°. Рекомендуется перевести «привилегированное» судно на левый борт (вплоть до траверза), показав ему ночью красный бортовой огонь, чётко обозначающий поворот. В любом случае смысл манёвра состоит в том, чтобы перейти на правую сторону ЛОД (если смотреть на встречное судно), совпадающую с проложенной на карте линией не изменяющегося пеленга в момент начала поворота. В дальнейшем нужно оставаться на правой стороне ЛОД (тем дальше от неё, чем острее ракурс «привилегированного» судна) и возвращаться на прежний курс не ранее, чем пеленг на цель совпадёт с направлением этого курса.

Если «привилегированное» судно находится около правого траверза «обязанного» судна, или когда справа имеются препятствия, расхождение может быть достигнуто поворотом влево или уменьшением скорости хода. Однако, результат уменьшения скорости проявляется медленно, трудно обнаруживается на «привилегированном» судне, и нам не удастся «спрятаться за ЛОД». Желательно, чтобы при левом повороте «обязанное» судно не пересекало курс «привилегированного», или пересекало в расстоянии, превышающем $D_{Б}$=20 - 30 кбт, при котором отсутствует опасность чрезмерного сближения.

Для «обязанного» судна целесообразно установить связь с «привилегированным» по УКВ-радиотелефону или АИС и сообщить на него о начале манёвра и его виде. Оно обязано подавать звуковые и световые сигналы манёвроуказания в соответствии с Правилом 34. Согласованный по УКВ связи манёвр не может противоречить Правилам и должен соответствовать им.

5) «Привилегированное» судно обязано сохранять неизменными свои курс и скорость в диапазоне дистанций от$\approx$80 до 20 $\div$ 30 кбт и более, в пределах которого «обязанное» судно должно совершить свой маневр. На более значительной дистанции «привилегированное» судно может изменить свою позицию, если считает это необходимым. На меньших расстояниях оно имеет право выполнить манёвр последнего момента, если «обязанное» судно не

совершило своего манёвра. Для усиления этого своего права «привилегированному» судну рекомендуется установить связь с «обязанным» по УКВ радиотелефону или АИС и привлечь к себе его внимание светом прожектора (Правило 36).

На обоих судах все действия по анализу обстановки и маневрированию, включая подачу сигналов, должны быть записаны в судовой журнал.

Расхождение в ситуации обгона и сближения на сходящихся курсах

Вариант расхождения судов в ситуации, когда одно из них (далее для краткости называется первым) обгоняет другое (второе) регламентируется Правилом 13. Это правило: а) требует, чтобы первое судно держалось в стороне от пути второго; б) определяет, что первое судно является обгоняющим, если оно подходит ко второму на его курсовом угле, превышающем 112,5^{o} (т, е. ночью может видеть только кормовой огонь второго судна); в) устанавливает, что никакое последующее изменение взаимного положения судов не снимает с первого обязанность держаться в стороне от второго, *пока последнее не будет окончательно пройдено и оставлено позади*. Таким образом, по смыслу этого правила первое судно является «обязанным», а второе – «привилегированным». Неопределённости этого правила: а) не указано расстояние, начиная с которого первое судно должно считаться обгоняющим, если оно находится в пределах курсовых углов 112,5^{o} л/б–180°–112,5^{o} п/б; б) не определены степень отклонения курсов судов от параллельности, и расстояние между судами при обгоне, и др. Отметим, что после освоения мировым флотом системы разделения движения столкновения судов при обгоне вышли на первое место по их количеству среди всех вариантов расхождения. Для предотвращения столкновений в процессе обгона ХМП выработала следующие положения.

1) Первое судно, если оно подходит ко второму на его курсовых углах 112,5^{o} л/б–180°–112,5^{o} п/б, считается обгоняющим, начиная с дистанций 2 – 3 мили, равных дальности видимости кормовых огней. Вторым условием является курс первого судна, почти равный курсу второго.

2) Основной ошибкой судоводителей второго судна является неверное предположение о том, что всякое судно, которое подходит ко второму с курсовых углов 112,5^{o} л/б–180°–112,5^{o} п/б, является обгоняющим. В действительности оно является только догоняющим. *Не всякое догоняющее судно является обгоняющим*. В частности, судно, догоняющее другое судно с упомянутых курсовых углов на курсе, который составляет острый угол с курсом догоняемого судна, обычно в судебной практике не считается обгоняющим. Ситуация рассматривается как сближение на сходящихся курсах и должна регламентироваться Правилом 15.

3) Если догоняющее судно приближается со стороны левого борта догоняемого, то оно является «обязанным», т, к. видит левый борт догоняемого судна на своей правой стороне. В этом случае догоняемое судно является «привилегированным» судном. Если же догоняющее судно приближается со стороны правого борта догоняемого, то, наоборот, оно является «привилегированным», а догоняемое – «обязанным». Случаи столкновения часто имеют место, когда на втором судне считают себя обгоняемым, т. е. «привилегированным», а на первом в то же время считают себя догоняющим,

сближающимся на сходящихся курсах, т. е. тоже «привилегированным». Оба судна ждут манёвра со стороны другого до самого столкновения.

Для разрешения ситуации на судах необходимо, прежде всего, определить с использованием РЛС, или АИС, или УКВ-связи ЭДЦ другого судна и рассчитать разность курсов первого и второго судов $\Delta K = K_1 - K_2$. К сожалению, нам не удалось найти в материалах ХМП количественное значение величины ΔK, при которой ситуацию можно отнести или к обгону, или к сближению на сходящихся курсах. Попробуем решить вопрос о значимости величины ΔK с позиций теории вероятностей. Если значение курса цели получено по АИС или УКВ-связи, то СКП разности курсов ΔK примерно равна $m_{\Delta K} \approx 1{,}4 m_K$. Здесь m_K – СКП курсоуказания, которую можно принять равной 1° при отсутствии значительной качки и $1{,}5^o$ на качке или при не очень хорошем содержании гирокурсоуказателя. Предельная с вероятностью 0,95 погрешность разности курсов $m^\wedge_{\Delta K} \approx 2 m_{\Delta K} = 3 \div 5^o$. Если значение курса цели определено в результате ведения радиолокационной прокладки, то с использованием (6,3.4) можно получить $m^\wedge_{\Delta K} \approx 6^o$.

Поэтому существенным различием курсов первого и второго судов можно считать величину 6°. Принимая её за основу, можно относить к ситуации обгона случаи, когда $\Delta K \le 6^o$, а к ситуации сближения на сходящихся курсах – когда $\Delta K > 6^o$.

4) В случаях неопределённости, когда оба судна считают себя «привилегированными» (первое судно догоняет второе с его правой стороны), вступает в силу Правило 17, согласно которому оба они **обязаны** выполнить манёвр для расхождения, как только они убедятся в том, что другое судно (поскольку они считают его «обязанным»), не совершило свой манёвр. Для первого судна этим манёвром может быть поворот вправо (если там нет препятствий) или уменьшение скорости. Для второго судна наиболее подходит поворот влево до 90°. На этом курсе целесообразно оставаться, пока первое судно не пройдёт мимо. При невозможности такого поворота можно уменьшить скорость вплоть до остановки машин или реверса. Решение об уменьшении хода должно приниматься с учётом состояния погоды. Известен случай, когда для сокращения времени обгона второе судно уменьшило ход до среднего, что ухудшило управляемость. Нос судна стал сваливаться под ветер, в сторону первого судна, и произошло столкновение. На обоих судах в процессе обгона машины должны находиться в маневровом режиме. Это касается и предыдущих вариантов расхождения.

5) Момент начала расхождения, в соответствии с Правилом 17, наступает на обоих судах, когда они убеждаются, что другое судно не совершает действия для предупреждения чрезмерного сближения, т. е. когда дистанция сокращается до $D_Б = 1 \div 1{,}5$ мили.

6) Траверзное расстояние между судами должно обеспечить возможность «чистого» расхождения в случае, если на одном из судов заклинит руль, или если одно из судов совершит неудачный манёвр навстречу другому (такие случаи имели место в практике мореплавания). Как минимум это расстояние должно превышать тактический диаметр циркуляции судов, или быть равным $D_Б = 1 \div 1{,}5$ мили, как рассмотрено выше.

7) ХМП считает, в развитие Правил, что любое судно имеет право совершить манёвр для предупреждения столкновения, который в принципе не может увеличить риска столкновения. Например, в случае обгона первым судном второго по его левому борту это второе судно имеет право отвернуть вправо для увеличения траверзного расстояния, если считает его недостаточным (несмотря на обязанность «привилегированного» судна сохранять свои курс и скорость постоянными), т. к. такой поворот не может ухудшить ситуацию. Это же касается и уменьшения скорости (с учётом метеорологических условий).

8) После окончания манёвра обгона на первом судне остаётся ответственность, пока второе «*не будет окончательно пройдено и не останется позади»*. Если после окончания обгона первому судну необходимо повернуть и пересечь курс второго, то это должно быть выполнено так, чтобы расстояние до второго судна в момент пересечения его курса было $D_{пер} \geq D_Б = 1 \div 1{,}5$ мили. Для этого первое судно должно пройти вперёд после момента траверза второго судна прежним курсом расстояние S_1, равное

$$S_1 \geq (D_Б + L_1)V_1/\Delta V + V_2(D_{тр}/V_1 + t_Ц), \qquad (7.3.2)$$

где V_1 и V_2 – скорости первого и второго судов; $\Delta V = V_1 - V_2$; $D_{тр}$ – траверзное расстояние при обгоне; L_1 – длина первого судна; $t_Ц$ – время поворота первого судна на 90° (на этом курсе первое судно должно пересечь курс второго и только потом ложиться на необходимый курс).

Для того, чтобы не совершать такого манёвра, первому судну рекомендуется производить обгон второго по тому борту, в сторону которого будет направлен последующий поворот.

9) При выполнении всех манёвров оба судна должны подавать звуковые и световые сигналы манёвроуказания с записью в судовой журнал моментов их подачи. Вообще ХМП требует, чтобы все события при расхождении судов были записаны в судовой журнал, в т. ч. пеленги, взятые на суда, с которыми расходятся, или пеленги и дистанции по РЛС. В практике судебных разбирательств столкновений судов это имеет значение, поскольку качество ведения судового журнала характеризует качество штурманской деятельности на судне.

Правила и ХМП требуют надлежащую организацию наблюдения. Из нескольких десятков столкновений судов при хорошей видимости, рассмотренных в [53], почти во всех случаях РЛС была включена, но ни в одном случае радиолокационная прокладка не велась, ЭДЦ не определялись, манёвр на расхождение не рассчитывался, а выполнялся на выпуклый глаз капитана. В некоторых случаях вперёдсмотрящие не выставлялись или отвлекались на другие действия, или не были настойчивы в своих докладах об обстановке. С другой стороны, при судебных разбирательствах столкновений действия командного состава судна рассматриваются, начиная с момента обнаружения другого судна. При позднем обнаружении судоводители оказываются виновными в бездействии. Всё это в случае столкновения ставится в вину судоводителям.

7.4 Маневрирование для расхождения в других условиях

Плавание и расхождение судов в узкостях

Плавание и маневрирование судов для расхождения в узкостях регламентируется Правилами 9 и 13 – 18, а также местными правилами плавания. При плавании в узкостях следует выполнять требования этих Правил и следующие положения ХМП.

1) Узкостями принято считать участки водного пространства, стеснённые для свободного маневрирования в навигационном отношении, но доступные для плавания, независимо от их протяжённости, конфигурации и навигационного оборудования. Примерами узкостей являются проливы, проходы между НО, шхеры, фьорды, заливы, губы, бухты, судоходные участки рек, каналы, фарватеры (в том числе между минными заграждениями и запретными районами), акватории портов и др. Ширина узкостей колеблется от десятков метров до 2 миль и более. В Правилах узкости называются «проходы или фарватеры». Мы для краткости слово фарватер иногда будем опускать.

2) Судно, следующее вдоль узкого прохода или фарватера, должно держаться внешней правой по ходу судна границы прохода настолько близко, насколько это безопасно и практически возможно. Расстояния до НО по правому борту не должны быть меньше величины $D_{бзп}$, исследованной в предыдущих главах. Более подробные указания по плаванию содержатся в местных правилах, которые надо хорошо знать и выполнять, т. к. они могут отличаться от МППСС-72. Например, в Босфоре требуется держаться левой стороны пролива. Если некоторые участки узкости не охвачены местными правилами, благоразумно будет руководствоваться на этих участках Правилом 9.

3) Правило 9 устанавливает только порядок следования в узкостях. При встрече судов в проходах и на фарватерах маневрирование для расхождения выполняется в соответствии с Правилами 13 – 18. Необходимость в маневрировании для расхождения судов часто возникает потому, что одно из них по какой-либо причине идёт не по своей, а по чужой стороне прохода. Это является осуждаемым нарушением, но не снимает с другого судна ответственности за выполнение манёвра расхождения. Вообще нужно помнить, что в результате судебных разбирательств материальный ущерб чаще всего делится между всеми участниками столкновения в зависимости от важности ошибок капитанов судов, например, в соотношении 1/3 и 2/3; 1/5 и 4/5. Главный критерий – какой манёвр можно было совершить для избежания столкновения, но он не был выполнен. Поэтому надо совершать свой манёвр независимо от причин чрезмерного сближения. **Всегда** должны быть приняты **все** необходимые и возможные меры для предупреждения столкновения, как того требует Правило 2.

4) Для надёжного удержания судна на своей правой стороне на нём должно эффективно использоваться всё навигационное оборудование, включая ГНСС, РЛС, а при необходимости и БРЛС (береговую РЛС). При малой скорости хода на судне должны эффективно использоваться все средства управления движением – рулевое устройство, работа движителей и подруливающие устройства.

5) При плавании в узкости судно должно всегда идти с безопасной скоростью. При назначении этой скорости должны быть учтены: запас глубины под килём на пути судна с учётом его проседания на мелководье, ширина полос движения своего судна и встречных судов, наличие в поле зрения попутных и встречных судов, расстояние от линии пути до НО, ошвартованных у берега судов, особые условия плавания в данной узкости, местные правила плавания и

установленные ими ограничения скорости хода, и др. Например, на р. Темза допустимой скоростью считается 5 – 8 уз. При обнаружении нестандартного положения или манёвра судна, идущего впереди или навстречу, следует заблаговременно уменьшить ход и сместиться на правую сторону прохода, если шли посередине, и сделать это не ближе, чем за $1 \div 2$ мили до них.

6) При встрече судов в узкости в ситуации «прямо или почти прямо друг на друга» каждое из них должно, согласно Правилу 14, отклониться вправо для расхождения левыми бортами. Если для судна, следующего по своей правой стороне прохода, отклонение вправо небезопасно, оно должно подать соответствующий звуковой сигнал и уменьшить или застопорить ход. Смещение влево будет осуждено, т. к. наиболее вероятный манёвр встречного судна – отклонение вправо. При выборе момента начала поворота вправо нужно учитывать, что после перекладки руля и до вхождения судна в поворот (до начала смещения центра тяжести судна вправо от линии прежнего курса), оно проходит $3 \div 5$ длин своего корпуса в зависимости от поворотливости и скорости хода. Обоим судам при расхождении рекомендуется уменьшить ход для уменьшения сил гидродинамического взаимодействия корпусов судов, вызывающих взаимное присасывание. Для исключения этого явления травезное расстояние между бортами судов должно быть $D_{тр} \geq 6\ B$, где B – максимальная ширина своего судна.

7) Дистанция $D_{ПС}$ между попутными судами не может быть меньше указанной в местных правилах плавания. Кроме того, она должна удовлетворять условию $D_{ПС} \geq S_Т + Vt_Р$, где $S_Т$ - длина тормозного пути; V – скорость судна; $t_Р$ – работное время судоводителя от, например, момента начала уменьшения скорости впереди идущим судном до остановки машин своего судна. Для сокращения работного времени все суда должны аккуратно подавать звуковые и световые сигналы манёвроуказания и сообщать о своих манёврах по УКВ-связи и АИС. На судах следует иметь якоря в готовности к немедленной отдаче, машины – в маневровом режиме в готовности к реверсу. Для наблюдения за обстановкой при её осложнении должен быть выставлен вперёдсмотрящий.

8) При приближении судна к изгибу прохода, за которым из-за препятствий не видны встречные суда, подходящие к этому изгибу, должно следовать с особой осторожностью, придерживаясь правой стороны, и подавать соответствующий звуковой сигнал.

9) Судно, намеревающееся произвести обгон другого судна в условиях, когда для безопасного обгона требуются согласованные действия обоих судов, подаёт соответствующий звуковой сигнал и по возможности устанавливает с обгоняемым судном УКВ-связь. Обгоняемое судно должно ответить на это сигналом согласия или несогласия на обгон. В первом случае оно предпринимает необходимые действия для обеспечения безопасного обгона – отклоняется вправо, насколько это возможно и безопасно и снижает скорость до минимальной, обеспечивающей удержание судна на курсе в данных гидрометеорологических условиях. Обгоняющее судно смещается влево и увеличивает скорость до максимальной величины, разрешённой местными правилами. Если ширина прохода не обеспечивает расхождение на траверзном расстоянии $D_{тр} \geq 6B$, или не выполняется условие $Ш \geq 7B + B_В + 2D_{бзп}$, то будет разумным воздержаться от обгона.

10) Для обеспечения плавания во многих узкостях предусматривается лоцманская проводка. Лоцман в большинстве случаев знает лучше капитана судна местные правила и условия плавания. Это не освобождает капитана от детального изучения условий плавания на подходах к пункту назначения. Например, в устье Шельды из-за наличия нескольких банок приливная волна образует очень сложное поле сильного поперечного течения, которое способно развернуть небольшое судно на 360°. В подобных местах столкновения судов происходят чаще, чем обычно. И лоцман здесь необходим. С другой стороны, лоцманы обычно привыкают и к меньшим дистанциям между судами, и к более высоким скоростям их движения. Они могут и не знать «правило $D_{тр} \geq 6B$», действующее при обгоне и расхождении судов. Неизвестен уровень подготовки каждого конкретного лоцмана (вспомним гибель «Михаила Лермонтова»). Поэтому будет благоразумно капитану сразу предупредить поднявшегося на борт лоцмана, что он не согласен с расхождением или обгоном других судов на некоторых участках узкости и предпочитает переждать, когда эти участки освободятся от других судов.

11) Судно не должно пересекать проход, если это затруднит движение другого судна, которое может безопасно следовать только в пределах прохода. Это другое судно может подать предупредительный звуковой сигнал, если оно сомневается в правильности действий первого судна. Суда длиной менее 20 м и парусные суда не должны затруднять движение такого судна, которое может безопасно следовать только в пределах прохода. Судно, занятое ловом рыбы, не должно затруднять движение судов, следующих по проходу.

12) Судно, насколько это практически возможно, должно избегать постановки на якорь в узкостях.

13) Упомянутые выше сигналы манёвроуказания и предупреждения подаются в соответствии с Правилом 34.

Плавание и расхождение судов в судопотоках

Океанские судопотоки образуются на рекомендованных путях следования судов через океаны и их участки. При встрече судов в этих судопотоках расхождение осуществляется в соответствии с Правилами МППСС-72 для открытого моря. Для того, чтобы не слишком часто расходиться с попутными и встречными судами, не следует слишком строго удерживать судно на заданной траектории движения, допуская некоторое размывание судопотока. Как показано в главе 5, это будет способствовать и сокращению времени плавания.

Морские судопотоки в настоящее время в основном сосредоточены на установленных путях систем разделения движения (СРД) в морях, проливах и на подходах к портам. Плавание судов в СРД, установленных ИМО, регламентируется Правилом 10, расхождение судов – правилами 13 – 19. При плавании по СРД необходимо учитывать следующие положения этих правил и ХМП.

1) Судно, использующее СРД, должно следовать в соответствующей полосе движения (ПД) в сторону, совпадающую с направлением движения судов в этой полосе. Оно должно держаться, насколько это практически возможно, в стороне от линии или зоны разделения движения, а также и от правой границы

полосы, выходить за которую не рекомендуется. Если позволяет ширина Ш полосы движения, то, отложив от левой и правой её границ величину $D_{бзп}$, получают полосу маневрирования, в пределах которой может следовать судно. Для обеспечения такого движения место судна должно иметь высокую точность

2) Расхождение с судами, пересекающими ПД, догоняющими и догоняемыми, а также идущими навстречу, осуществляется в соответствии с Правилами 13 – 19. На судно, которое следует против направления движения, может быть передан сигнал по МСС «YG», означающий «Вы, кажется, не соблюдаете правила плавания в СРД». Для того, чтобы в районах с интенсивным поперечным движением облегчить себе манёвр расхождения поворотом вправо (для расхождения с судном, пересекающим наш курс справа налево), целесообразно так расположиться в пределах полосы маневрирования, чтобы справа не было судов, которые могут помешать нашему манёвру.

3) Скорость движения судна рекомендуется держать равной средней скорости потока судов в полосе, которую можно определить как среднее арифметическое значение из скоростей идущих вблизи судов. В таком случае до минимума сократится количество обгонов (нас и нами).

4) В общем случае входить в СРД или покидать её следует на начальном или конечном участках СРД, соблюдая на подходе к СРД или после выхода особую осторожность (это предусматривает высокое качество всех видов наблюдения, ограниченную скорость, присутствие на мостике капитана и др.).

Особую осторожность должны соблюдать и суда, плавающие вблизи конечных участков СРД. При необходимости войти (или выйти) в СРД со стороны, это нужно делать под острым углом к направлению движения в своей полосе. Если перед этим требуется пересечь полосу встречного движения, то её пересекают под углом к общему направлению потока движения, близким к прямому.

5) Судно, насколько это практически возможно, должно избегать пересечения полос СРД. При необходимости сделать это оно должно, по возможности, пересекать полосы под прямым углом к общему направлению потока движения для сокращения времени пересечения.

6) Судно, насколько это практически возможно, должно избегать постановки на якорь в полосах СРД и вблизи их конечных участков.

7) Суда с механическим двигателем длиной менее 20 м, парусные суда и суда, занятые ловом рыбы, не должны затруднять движение судов, следующих в полосе СРД.

8) Помимо СРД, в некоторых районах установлены глубоководные пути для судов с большой осадкой. Глубоководные пути не являются частью СРД и плавание по ним не регламентируются Правилом 10 (за исключением случаев, когда односторонний глубоководный путь совпадает с полосой СРД). При плавании по этим путям следует, по-видимому, руководствоваться Правилом 9 и, в частности, держаться правой стороны фарватера и выполнять правила обгона и расхождения, если это необходимо и возможно. При этом следует держаться на расстояниях от НО не меньших, чем $D_{бзп}$.

Момент наступления и содержание последнего манёвра

Грамотный и осмотрительный судоводитель не доводит, как правило, дело до чрезмерного сближения и тем более до последнего манёвра. «Незаурядный моряк использует всю свою незаурядность, чтобы избежать ситуаций, требующих его незаурядного мастерства». Однако, такие ситуации могут возникнуть в силу особых обстоятельств или роковых ошибок встречных судов при выполнении или невыполнении манёвра. Например, сокращение дальности обнаружения судов по РЛС до 30 – 40 кбт из-за снежных зарядов, или непринятие мер «обязанным» судно при сближении на встречных курсах, пересекающихся под острым углом. Бывают и случаи, когда капитана вызывают на мостик в такой ситуации, когда ему нужно мгновенно принимать единственное правильное решение.

Правило 17 (a) (i) требует: «*Когда одно судно из двух судов обязано уступить дорогу другому, то это другое судно должно сохранять курс и скорость*». Одна из пагубных ошибок судоводителей состоит в том, что они до конца ждут, когда им уступят дорогу, и сохраняют курс и скорость до самого столкновения. Однако Правило 17 (a) (ii) требует: «*это другое судно, когда для него становится очевидным, что судно, обязанное уступить дорогу, не предпринимает соответствующего действия, предусмотренное этими Правилами, может предпринять действие, чтобы избежать столкновения только собственным манёвром*». Это лишь теоретическое указание, практических рекомендаций, когда и как совершать манёвр, здесь нет. Зато есть неприятная двойственность: изменишь курс или скорость раньше времени – будешь виноват, что не сохранил их, совершишь манёвр с опозданием – столкнёшься с судном и будешь в этом обвинён.

Ответы на эти вопросы даёт судебно-арбитражная практика и ХМП. Но и здесь мало конкретных обобщённых рекомендаций. Одно дело разбирать конкретные ошибки капитанов, и другое дело – пытаться извлечь общие рекомендации если не на все, то хотя бы на типичные случаи практики. Поэтому конкретные решения на манёвр последнего момента передаются капитанам в надежде на их опыт и хорошее понимание проблемы.

Очевидность необходимости совершения манёвра «привилегированным» судном обеспечивается:

а) ведением РЛС прокладки или использованием САРП (в т. ч. и в хорошую видимость);

б) определением ЭДЦ, положения ЛОД, величин $V_К$, $D_{кр}$ и $D_{пер}$, степени возможности чрезмерного сближения и опасности столкновения;

в) установлением связи с «обязанным» судном по УКВ-связи и/или АИС и подачей сигнала прожектором;

г) заблаговременным расчётом своего манёвра расхождения;

д) выполнением своего манёвра в период, когда дистанция станет равна или немного меньше безопасной $D_Б$, но больше минимально необходимой для расхождения $D_{мин}$.

Дистанция начала манёвра. В [8] приводится фраза: «Лучший юридический совет, данный на Конференции ИМО 1972 г. состоял в том, что суды должны интерпретировать Правило 17 (a) (ii) в пределах приблизительно от 2,5 до 5 миль в зависимости от обстоятельств, размера и скорости судна». Это можно понимать так, что в указанном диапазоне дистанций на «привилегированном» судне должны установить очевидность необходимости

своего манёвра, после чего совершить манёвр. Выше мы на основании ХМП говорили о безопасной дистанции в открытом море при любой видимости $D_Б$=2÷3 мили, которая для очень крупных судов и при встрече с очень быстроходным судном может быть увеличена вплоть до 5 миль.

Таким образом, можно считать, что момент для выполнения последнего манёвра «привилегированным» судном для уверенного расхождения начинается, когда дистанция до «обязанного» судна, по какой-то причине не выполняющего своих действий по расхождению, становится меньше $D_Б$. Конкретизируем эту величину для лучшего представления возможностей развития ситуации. На рис. 7.4.1 показаны последовательные положения движущихся с одинаковой скоростью судов А и В, обозначенные временем в минутах (0, 1, 2 и т. д.). Пеленг на судно В не меняется, и если не принять мер, то через 3 минуты суда столкнутся. Поэтому судно А в положении 0 переложило руль право на борт. В положении 5 суда оказались на кратчайшем расстоянии, равном $D_{кр}=L_А$=1 кбт. Но постоянство пеленга могло иметь место и при более высокой скорости судна В, например, $V_{К2}$. В этом случае суда разойдутся в положении 3 на недопустимо малом расстоянии (около $L_А/2$) или столкнутся, т. к. дистанция D_0 начала манёвра оказалась в этом случае слишком малой. Для определения минимальной дистанции $D_{мин}$ начала манёвра нужно нанести точку *C* выше кривой линии циркуляции на необходимом расстоянии $D_{кр}$, принимаемом равным $1L_А$ или $2L_А$, и из этой точки засечь продолжение линии АВ раствором циркуля $R=V_К t_Ц$, где $V_К$ – наибольшая возможная (с обеспечением 0,95) скорость встречных судов в данном судопотоке; $t_Ц$ – продолжительность циркуляции на угол, соответствующий точке *C*. Эта засечка (на рис. 7.4.1 не показана) и даст величину $D_{мин}$ как расстояние от неё до судна А в положении 0. «привилегированного» судна.

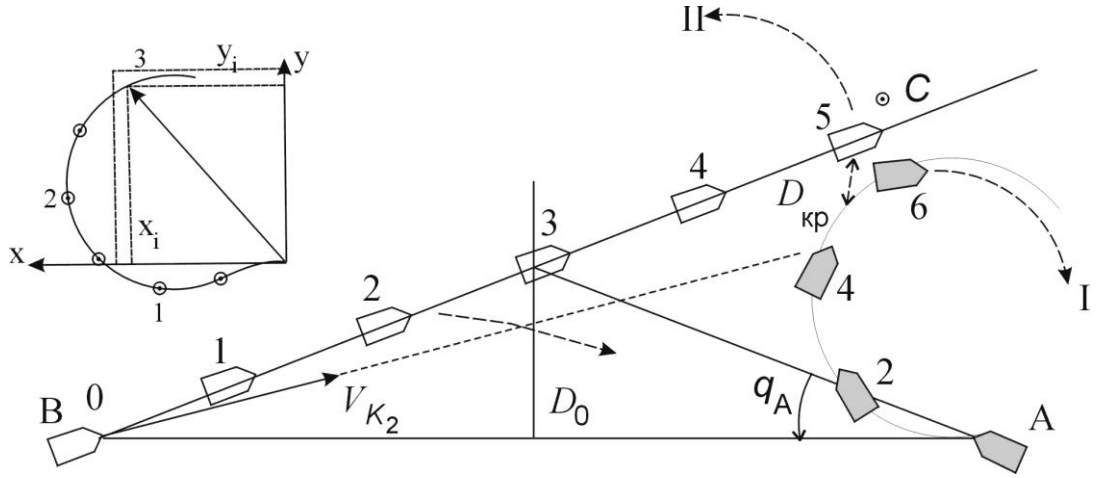

Рис. 7.4.1 Манёвр последнего момента.

Рисунок 7.4.1 выражает связь между расстоянием $D_{кр}$ и несколькими влияющими на него факторами, из которых наиболее важными представляются дистанция начала манёвра D_0 и начальный курсовой угол q_A на судно В. Для выяснения этих зависимостей воспользуемся результатами работы [97]. В ней определена минимальная дистанция $D_{мин}$ начала последнего манёвра «привилегированного» судна для крупнотоннажного танкера длиной около L_A=250м=1,4 кбт, поворотливость которого характеризуется тактическим

диаметром циркуляции $d_Ц \approx 5L_A$ и угловой скоростью $\approx 1^o$/с. Предполагается, что суда имеют одинаковую скорость 14 – 16 уз.

Если выразить все полученные в [97] линейные величины числом длин L_A, т. е. $D_{мин}=nL_A$, а кратчайшее расстояние при сближении $D_{кр}=NL_A$, то решение приобретает более общий характер. На основании результатов [97] построена табл. 7.4.1. В ней приведены значения числа n, определяющего величину $D_{мин}$, в зависимости от числа N, которое характеризует величину $D_{кр}$, и курсового угла q_A левого борта на «обязанное» судно. При расчёте числа n принят запас от 2 до 4 для компенсации возможного расхождения модели и реальности.

Таблица 7.4.1 Количество n длин L_A в минимальной дистанции

Число N	**Курсовой угол q_A на «обязанное» судно, градусы**							
	10	20	30	40	50	60	70	80
1	15	13	11	9	7	5	4	3
2	25	23	19	16	12	8	6	4
5	> 30	> 30	> 30	22	18	14	11	9
10	> 30	> 30	> 30	> 30	25	21	19	18

Из таблицы видно, что, во-первых, на острых курсовых углах величина $D_{мин}$ в 5 (и свыше) раз больше, чем на тупых курсовых углах. Во-вторых, полученные результаты не плохо совмещаются с рекомендациями ХМП, т.к. 15 L_A=21, а 25L_A=35 кбт. В третьих, увеличение запаса расстояния $D_{кр}$ при расхождении от 1L_A до 2L_A требует на острых курсовых углах значительного увеличения начальной дистанции. Нам, возможно, придётся смириться с малыми дистанциями расхождения при острых начальных курсовых углах. Зато при $D_{мин}$ около 20 кбт (n=15) на средних и тупых курсовых углах можно принять N>2 и даже N>5.

Для «обязанного» судна, если на нём вахтенный помощник вышел из задумчивости, когда дистанция сократилась до 30 – 10 кбт, необходимо немедленно совершить поворот вправо (если там нет препятствий) и привести «привилегированное» судно на курсовой угол 30 – 40° левого борта. В случае очень короткой дистанции – дать машинам реверс.

Манёвр последнего момента «привилегированного» судна заключается в повороте вправо, когда пеленг на «обязанное» судно не меняется (ЛОД проходит через место судна). Вернёмся к рис. 7.4.1. В положении 6 судно А разошлось с судном В и при этом развернулось почти на 180° относительно первоначального курса. Поэтому из положения 6 можно продолжать поворот до выхода на прежний курс. Однако возможен и второй вариант окончания манёвра, если судно В, заметив манёвр судна А, повернёт вправо (например, из положения 2). В таком случае судну А можно остаться на том курсе, на котором оно находится в положении 3 или 4, дождаться прохода судна В за кормой и повернуть влево на прежний курс. В любом случае после начала поворота в точке 0 нужно внимательно следить за действиями судна В.

Если в исходном положении на судне А пеленг медленно изменяется в нос, а ЛОД пересекает наш курс по носу, то условия для расхождения несколько улучшаются и судну А нужно маневрировать так же, как и при постоянстве пеленга. Самый неприятный вариант возникает, когда при острых курсовых углах на судно В пеленг медленно идет на корму, а ЛОД пересекает наш курс по корме. В этом случае наилучшие условия для расхождения будут созданы, если судно А

повернёт вправо и ляжет на курс, перпендикулярный к последнему пеленгу на судно В.

Планшет для оценки дистанции начала последнего манёвра $D_{мин}$ приведён на рис. 7.4.2. Он представляет собой сетку окружностей, проведённых через 2 кбт до расстояния 20 (на рис. 7.4.2) или 30 кбт и прямых линий курсовых углов от 10 до 80° л/б. В центре планшета находится «привилегированное» судно А и проведена реальная траектория циркуляции при повороте вправо. Такую траекторию при повороте судна получают по обсервациям по ГНСС на карте крупного масштаба (у нас она построена на свободном месте рис. 7.4.1). Для учёта случайного разброса траектории циркуляции проводят радиусы-векторы некоторых (i–x) точек циркуляции (на рис. 7.4.1 показан один такой радиус-вектор), увеличивают их длину на 10% и получают более пологую циркуляцию (верхнюю доверительную границу). Снимают координаты точек этой циркуляции в кбт в системе координат x0y и переносят кривую на планшет в масштабе планшета. Левее и выше кривой циркуляции параллельно ей наносят точки или отрезки линий *E, F* и *G* в расстоянии соответственно $1L_A$ (для q=10 – 30°), $2L_A$ (для q=30 – 50°) и $3L_A$ (для q=50 – 80°).

Используют планшет следующим образом. Если судно В обнаружено на большой дистанции и определены его ЭДЦ, в т. ч. скорость V_K, или величина V_K получена по АИС, то рассчитывают величину раствора циркуля $R=V_K t_Ц$, где $t_Ц$ – продолжительность циркуляции на угол, соответствующий линиям *E, F* или *G* (т. е. курсовому углу на судно В). Ножку циркуля устанавливают в подходящую точку той из линий (*E, F* или *G*), для которой рассчитан раствор *R*, и этим раствором засекают радиальную линию курсового угла судна В. Засечка даёт дистанцию $D_{мин}$ начала манёвра последнего момента.

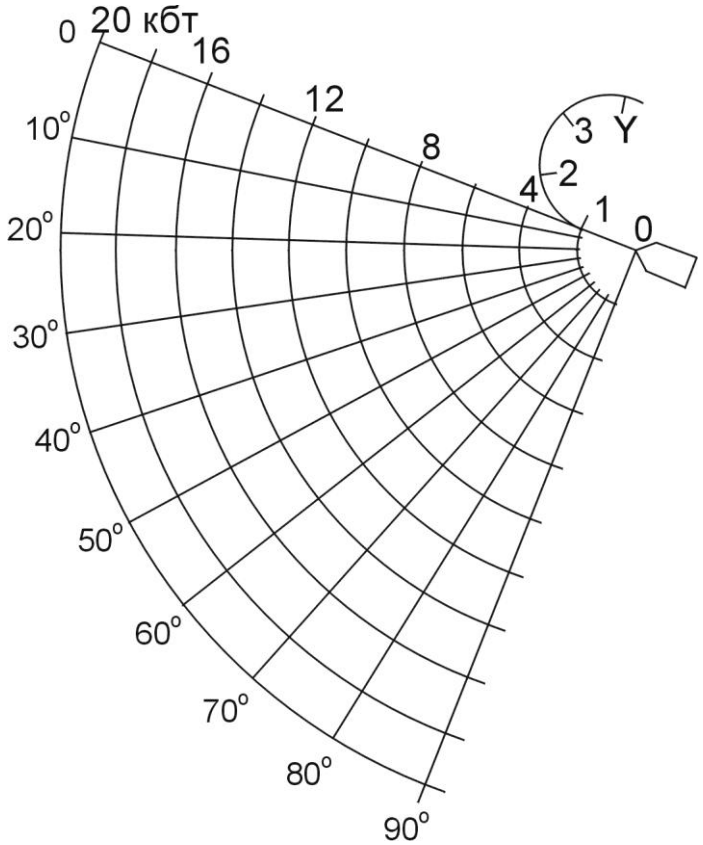

Рис.7.4.2. Планшет для определения начала меневра последнего момента.

В случаях, когда судно В обнаружено внезапно и на определение ЭДЦ нет времени, в качестве $V_К$ принимают среднюю скорость судов в судопотоке, или определяют эту величину на глаз, или принимают наибольшую возможную (с обеспечением 0,95) скорость встречных судов в данном судопотоке. Для последнего значения (или типичного значения скорости встречных судов, принятого капитаном) можно произвести расчёты заранее, составить двухстрочный вывод типа

КУ q^o	10	20	30	40	50	60	70	80
$D_{мин}$, кбт	15	13	11	15	12	8	8	8

и выучить его наизусть, чтобы в случае необходимости принять решение почти мгновенно. Цифровые значения данного вывода соответствуют величинам $L_А$=1 кбт; $d_Ц$=4 кбт; величина $D_{мин}$ имеет запас 2 – 3 кбт, взятый для компенсации возможного расхождения модели с реальностью.

Манёвр неизбежного столкновения при сближении судов на пересекающихся курсах должен выполняться, когда пеленг на судно В не меняется, а дистанция сократилась настолько, что вероятность благополучного расхождения невелика. Этот манёвр преследует цель сокращения последствий столкновения и состоит в крутом повороте судна А влево на курс, равный пеленгу на судно В (возможно, с работой машин враздрай и с включением подруливающих устройств), если судно В находится по левому борту впереди траверза, и в повороте вправо, когда оно находится позади траверза. При этом стремятся к тому, чтобы удар, раз уж он неизбежен, был скользящим или лобовым. После вхождения судна в поворот стопорят машины (если они не работают враздрай), а перед приходом на нужный курс дают машинам реверс (хотя, с учётом длины тормозного пути, это не более, чем жест, но этот жест поощряется судьями).

Маневр «обязанного» судна В состоит в крутом повороте вправо на курс, равный пеленгу на судно А и в даче заднего хода.

Главная проблема для судна А состоит в том, чтобы начать поворот влево не раньше того момента, когда при постоянстве пеленга поворотом вправо разойтись уже невозможно. Момент начала поворота можно приближённо определить с помощью рассмотренного выше планшета, производя засечки R от линии циркуляции в пределах 2 – 3 минут её развития.

Расхождение судов на основании данных гидроакустических станций

Способы расхождения на основании обработки информации, поступающей от гидроакустических систем, характерны для подводных танкеров. Они вооружены гидролокационными системами (ГЛС) и шумопеленгаторными системами (ШПС). С помощью ГЛС измеряют пеленги и дистанции на подводные и надводные объекты, с помощью ШПС измеряют пеленги. Дальность обнаружения шумящих объектов ШПС зависит от распределения плотности морской воды по вертикали и горизонтали и, как правило, значительно превосходит дальность действия ГЛС. На подводные танкеры, в отличие от боевых подводных лодок, не распространяется требование скрытности. Поэтому для обеспечения безопасности от столкновения они должны непрерывно излучать простейшие кодированные гидроакустические сигналы, несущие информацию по

крайней мере о скорости хода, которые обнаруживались бы оптимальным обнаружителем сигналов ШПС на больших расстояниях.

В настоящее время общие правила маневрирования для расхождения подводных объектов типа танкеров отсутствуют и ниже делается первая попытка выработать рекомендации по этому вопросу. Главное требование к этим рекомендациям состоит в том, что маневрирование для расхождения двух сближающихся судов было согласованным. Рассмотрим некоторые варианты манёвров.

Манёвры расхождения на основании измеренных ШПС пеленгов. Маневрирование судна зависит от ориентировочной дальности гидроакустического (ГА) обнаружения цели и от сектора курсовых углов, в котором обнаружена цель. Если цель обнаружена впереди траверза, то могут быть варианты: а) сближения на пересекающихся курсах ; б) расхождения на параллельных или расходящихся курсах; в) сближение с догоняемой целью. Если цель обнаруживается за траверзом, то происходит сближение с догоняющей целью.

1. *При средней дальности обнаружения* $D_{ГА}$ в пределах от 30 до 60 кбт после обнаружения цели продолжают следить за ней и измеряют пеленги через равные интервалы времени. Когда пеленг изменится на достаточную величину, рассчитывают коэффициент ускорения k (см. формулу (7.3.1)) и выбирают из табл. 7.4.2 значение относительного курсового угла цели $q_{от}$.

Таблица 7.4.2 Относительный курсовой угол цели $q_{от}$, градусы {Угол α^{o}_{1}}

Угол α^{o}_{1}	Коэффициент ускорения k										
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95	1,0
1	1	1	2	2	3	4	6	9	18	35	89
2	2	3	4	5	6	8	11	18	34	55	88
3	4	5	6	7	9	12	17	26	46	66	87
4	5	6	7	9	12	16	22	33	55	73	86
5	6	8	10	12	15	20	27	40	63	78	85

При отрицательном коэффициенте k курсовой угол $q_{от} > 90^{o}$.

Если дальность обнаружения $D_{ГА}$ известна с приемлемой точностью, то по табл. 7.3.1 можно определить кратчайшее расстояние при сближении судов на постоянных курсах. При этом ошибка в $D_{кр}$ прямо пропорциональна ошибке в $D_{ГА}$.

Характер маневрирования судна для уклонения от столкновения зависит от стороны изменения пеленга и величины угла $q_{от}$. Для обеспечения порядка при расхождении необходимо выработать некоторые общие правила поведения судов. Можно предложить следующую схему маневрирования.

а) Судно (первое), на котором обнаружили цель (второе судно) впереди траверза и наблюдают изменение пеленга на второе судна **в корму**, для улучшения условий расхождения может при среднем $q_{от}<3 - 5^{o}$ и должно при малом $q_{от}=2 - 3^{o}$ изменить курс **в сторону от цели** и лечь на курс, перпендикулярный посднему пеленгу, а также **увеличить** свою скорость.

б) Судно (второе), на котором обнаружили цель (первое судно) впереди траверза и наблюдают изменение пеленга на первое судна **в нос**, может при среднем $q_{от}$<3 – 5° и должно при малом $q_{от}$=2 – 3° для улучшения условий расхождения изменить курс **в сторону цели** (ей под корму), ложась на курс, равный последнему пеленгу, и **уменьшить** свою скорость. На обоих судах после изменения элементов своего движения должны быть по пеленгам определены ЭДЦ и дистанция до цели и при необходимости рассчитан обоснованный маневр расхождения. Если другое судно является догоняемым, то это станет ясно после определения его ЭДЦ.

в) В случае точного или почти точного постоянства пеленга (при $q_{от}$<1 – 2°) оба судна должны лечь на курс, равный пеленгу (КРП) на цель, и уменьшить скорость до минимально возможной. Если этот поворот совершило одно из двух судов, то оно определяет ЭДЦ и дистанцию до другого судна и расходится с ним на безопасном расстоянии. Если же оба судна лягут на КРП почти одновременно, то каждое из них будет наблюдать постоянство пеленга и цель у себя по носу. В таком случае каждое судно должно повернуть вправо и увеличит скорость. На прежний курс можно вернуться после того, как пеленг на другое судно станет достаточно отличаться от этого курса.

г) При больших $q_{от}$>10° следуют прежним курсом и скоростью, продолжая вести наблюдение за целью.

Во всех рассмотренных случаях расхождение достигается манёвром одного из судов, если же маневрируют оба судна, то их манёвры оказываются согласованными.

д) В случае обнаружения цели позади траверза цель считают догоняющей. При изменении пеленга **на корму** и небольшом $q_{от}$ (ЛОД проходит по корме) можно **повернуть в сторону цели** и привести её на курсовой угол около 120° того же борта, на котором она находится. Если пеленг изменяется **на нос** при малом $q_{от}$ (ЛОД проходит по носу) целесообразно повернуть **в сторону от цели** и привести её на курсовой угол около 150° противоположного борта.

е) Догоняющее на сходящихся курсах судно может при малом $q_{от}$ улучшить условия расхождения, повернув **в сторону цели** (ей под корму) с переводом её на противоположный борт, когда пеленг идёт на нос (ЛОД проходит по носу), и повернув **в сторону от цели**, когда пеленг идет на корму (ЛОД проходит по корме).

2. *<u>При малой дальности обнаружения</u>* $D_{ГА}$<30 кбт ложатся на КРП и одновременно уменьшают скорость и дают посылку сигнала ГЛС в направлении пеленга. Если второе судно продолжает следовать своим курсом, то пеленг на него изменяется. Дождавшись изменения пеленга на необходимую величину, поворачивают на 90° в сторону, противоположную движению цели, и определяют ЭДЦ и дистанцию до неё по пеленгам. Далее рассчитывают маневр расхождения на безопасной дистанции. Если ГЛС измерила дистанцию до цели, то определяют ЭДЦ по данным ГЛС.

Если оба судна легли на КРП почти одновременно, то, убедившись в том, что пеленг не меняется, оба судна должны повернуть вправо и действовать в соответствии с п. в).

3. *<u>При большой дальности обнаружения</u>* $D_{ГА}$>60 кбт продолжают наблюдение за целью, оставаясь на прежнем курсе. В случае постоянства пеленга действуют так же: как и при обнаружении цели на средних дистанциях.

Если суда оборудованы средствами подводной звуковой связи, устанавливают взаимную связи и информируют встречное судно о своих намерениях и действиях, которые не могут противоречить установленным правилам расхождения.

Манёвры расхождения на основании измеренных ГЛС пеленгов и дистанций в принципе не должны отличаться от рассмотренных выше, чтобы не могло возникнуть противоречий в манёврах, которые начинаются в условиях измерений пеленгов по ШПС, а заканчиваются при измерении пеленгов и дистанций по ГЛС. Разница в том, что по пеленгам и дистанциям должны быть определены ЭДЦ и на их основе рассчитаны манёвры расхождения на безопасной дистанции при минимальном отклонении судна от заданной траектории движения. Однако, сторона поворота при этом манёвре расхождения должна совпадать со стороной поворота при расхождении по пеленгам.

Всё сказанное может быть применено только в условиях взаимного желания разойтись безопасно. В случаях гибели советских подводных лодок К-149, К-219 и «Курск» американские агрессивные подводные лодки (“Swordfish”, “Memfis” и одна нам неизвестна) имели противоположное желание. При встрече с такими подводниками, по-видимому, нужно приводить их на курсовой угол 0°, уменьшать ход и всплывать в надводное положение.