

## ОСОБЫЕ СПОСОБЫ ПРОВЕДЕНИЯ ПОИСКОВОЙ ОПЕРАЦИИ

*Е. Р. Яппаров, В. В. Алексеев*

*Московская государственная академия водного транспорта,  
филиал Государственного университета морского  
и речного флота им. адмирала С. О. Макарова, Москва, Российская Федерация*

Проведено исследование процесса планирования операции по поиску судна, терпящего бедствие, как тактического метода проведения поисково-спасательной операции. Для поиска и спасания людей привлекаются спасательные службы различных министерств, ведомств и организаций, их поисково-спасательные единицы, укомплектованные обученным персоналом и оснащенные оборудованием, пригодным для проведения спасательных операций. Специализированные центры организуют координацию действий участников поисково-спасательной операции, поддерживая надежную связь между участниками, обеспечивающими проведение операции. Поисково-спасательная операция представляет собой комплекс организационных и технических мероприятий, способствующих обнаружению и установлению координат местоположения людей, которые терпят бедствие на море, и их последующее спасание. Подробно рассматриваются специальные схемы обследования района поиска терпящего бедствие судна: поиск на вероятном курсе, поиск переменными курсами, поиск завесой, поиск веером. Проиллюстрированы схемы определения границ сектора вероятного движения терпящего бедствие судна, расчета последовательных курсов поиска, построения в строй поиска, расчета времени лежания на курсе, определения сектора поиска и дальности поиска. Отмечена характерная особенность поиска терпящего бедствие судна – отсутствие необходимой информации о месте нахождения объекта. Перечислены и обоснованы основные задачи, решение которых на месте действия позволяет ответственным лицам максимально эффективно подготовить поисково-спасательную операцию. Приведен конкретный пример решения задачи на поиск веером, построена схема окружности встреч, определен предельный угол встречи дальности поиска, рассчитаны наибольшая дальность поиска, необходимые данные для поисково-спасательных судов и необходимое число поисково-спасательных судов, определено наибольшее возможное время поиска.

**Ключевые слова:** поисково-спасательная операция, поиск завесой, поиск веером, поиск переменными курсами, терпящее бедствие судно, сектор поиска.

**Для цитирования:** Яппаров Е. Р., Алексеев В. В. Особые способы проведения поисковой операции // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. 2020. № 4. С. 23–35. DOI: 10.24143/2073-1574-2020-4-23-35.

### Введение

Цель международных соглашений и национального законодательства – внести ясность в действия служб и моряков, спроектировать и скоординировать принципы работы при оказании помощи судну, терпящему бедствие [1].

Благодаря опыту, накопленному как в мирное, так и в военное время, при оказании помощи в море возможно разработать тактические примеры проведения поисково-спасательных операций (ПСО) для терпящих бедствие судов. Составляются схемы и примеры, по которым морские суда могли бы взаимодействовать в скоординированных операциях с минимальным риском и потерей времени.

Данные примеры и схемы закреплены в Международном авиационном и морском наставлении по поиску и спасанию на море (Наставление ИАМСАР), особое положение занимает разработанная силами военно-морского флота методика, которая применяется в особых случаях и заслуживает внимания [1, 2].

Схемы ПСО применяются в случаях недостаточности и/или недостоверности данных. При расчетах маневра на поиск решаются задачи с целью перекрыть возможные ошибки в исходных данных и обеспечить «освещение» района моря, в котором ориентировочно произошло бедствие.

Маневрирование при различных способах поиска с участием всех судов, находящихся в районе поиска, требует четкой организации и классифицируется по характеру выполнения.

В настоящей статье рассматриваются специальные схемы обследования района поиска терпящего бедствие судна:

1. Поиск на вероятном курсе;
2. Поиск переменными курсами;
3. Поиск завесой;
4. Поиск веером.

### Поиск на вероятном курсе терпящего бедствие судна

Применение данного метода оправдано [3], когда дальность поиска незначительна, имеются достаточные сведения о терпящем бедствие судне и общее направление его движения ограничено узкой полосой.

Исходные данные:

- сектор, в пределах которого вероятно движение судна;
- расстояние, на котором спасательные суда должны выйти впереди по курсу терпящего бедствие судна;
- курс для выхода спасательного судна впереди терпящего бедствие судна;
- время, необходимое для выхода на курс терпящего бедствие судна.

Решение задачи проводится графическим путем на карте следующим порядком.

Для определения границ сектора вероятного движения терпящего бедствие судна по имеющимся сведениям о месте и элементах движения судна наносим его место на данный момент в точке  $K$  и проводим его курс  $K_K$ . Около точки  $K$  радиусом, равным возможной ошибке  $\Delta S$  в определении его места, описываем окружность, ограничивающую вероятные места его на данный момент. Задаваясь возможной ошибкой в курсе терпящего бедствие судна  $\epsilon_K$ , проводим две касательные к окружности радиуса  $\Delta S$  под углом  $\pm\epsilon_K$  к линии его курса  $K_K$ ; эти касательные образуют сектор, в пределах которого и должен осуществляться поиск.

Для определения расстояния, на котором спасательные суда должны выйти на курс терпящего бедствие судна впереди его, начальное место последнего принимаем в точке  $K_0$ , учитываем наибольшую скорость хода и рассчитываем путь  $K_0K_1$ , который оно может пройти за время, пока спасательные суда закончат свое развертывание.

Отмечаем соответственно места  $K_1$  (терпящее бедствие судно) и  $M_1$  (спасательные суда) и, учитывая время, необходимое на возможные перестроения в процессе поиска, рассчитываем расстояние  $K_1M_2$ , на котором спасательные суда должны выйти на курс судна впереди его, наносим точку  $M_2$  (рис. 1).

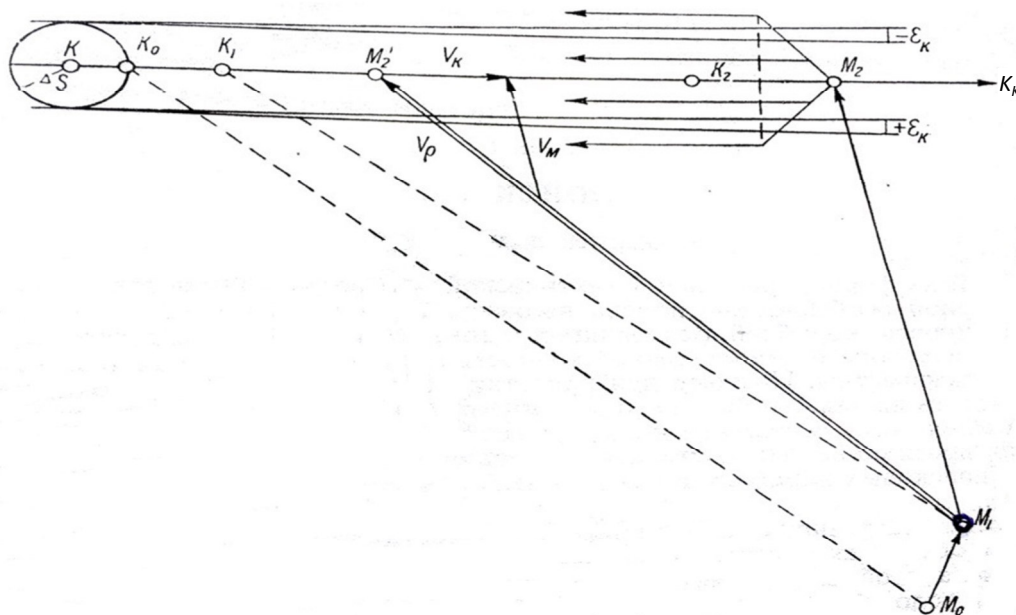


Рис. 1. Определения границ сектора вероятного движения судна, терпящего бедствие

Для определения курса выхода спасательного судна впереди по курсу терпящего бедствие судна на заданном расстоянии  $K_1M_2$  решается задача на сближение вплотную с точкой  $M_2$ , для чего строим треугольник скоростей и подобный ему треугольник путей  $M_1M_2M_3$ . Сторона этого треугольника  $M_1M_2$  своим направлением определит курс выхода на путь следования терпящего бедствие судна, а своей величиной – расстояние, которое надо пройти до заданной точки  $M_2$ .

При выходе спасательных судов на путь следования терпящего бедствие судна они должны перестроиться в соответствие с задачей поиска и продолжать свое движение навстречу терпящему бедствие судну до его обнаружения [4].

Время, необходимое для выполнения маневра выхода впереди по курсу терпящего бедствие судна, может быть определено по одной из следующих формул [3]:

$$t = \frac{S_P}{V_P} = \frac{M_1M_2}{V_P};$$

$$t = \frac{S_M}{V_M} = \frac{M_1M_2}{V_M};$$

$$t = \frac{S_K}{V_K} = \frac{M_2M_2}{V_K},$$

где  $S_P$  – длина пути относительная;  $S_M$  – длина пути судна спасателя;  $S_K$  – длина пути объекта, терпящего бедствие;  $V_P$  – скорость хода относительная;  $V_M$  – скорость хода судна спасателя;  $V_K$  – скорость хода (дрейфа) объекта, терпящего бедствие.

### Поиск терпящего бедствие судна переменными курсами

Применение данного метода имеет место в тех ситуациях, когда несмотря на достоверные данные о точке локации терпящего бедствие судна при стечении обстоятельств вероятное направление его движения будет расположено в относительно широком диапазоне курсов (т. е. есть точка локации терпящего бедствие судна и есть постоянная скорость хода, но отсутствует возможность определения курса, которым идет терпящее бедствие судно).

Исходные данные:

- сектор поиска;
- точка начала поиска и курс выхода в нее;
- последовательные курсы поиска в пределах сектора;
- время, необходимое для выполнения маневра поиска.

Решение поставленной задачи производится графическим путем на карте следующим порядком.

Для определения границ сектора поиска по имеющимся данным о терпящем бедствие судне наносим на маневренный планшет его место  $K_0$ . Исходя из обстановки, в условиях которой организуется поиск, из точки  $K_0$  проводим линии возможных предельных курсов терпящего бедствие судна  $K_{K_1}$  и  $K_{K_2}$ , образующие некоторый сектор  $\alpha$ , в пределах которого и следует проводить поиски.

Для определения точки начала поиска и курса выхода в нее предполагаем, что терпящее бедствие судно идет из точки  $K_0$  курсом  $K_K$ , расположенным по ближайшей к спасательным судам границе сектора поиска. Принимая возможную максимальную скорость хода терпящего бедствие судна  $V_K$ , решаем задачу на сближение вплотную, для чего при точке  $K_0$  строим треугольник скоростей и подобный ему треугольник путей  $M_0K_0M_1$ . Сторона этого треугольника  $M_0M_1$  своим направлением определяет курс выхода спасательных судов на ближайшую к ним границу сектора, подлежащего обследованию, а вершина  $M_1$  как точка возможной встречи – точки начала поиска.

Расчет курсов поиска в пределах сектора  $\alpha$  состоит в последовательном решении задачи на сближение вплотную с рядом точек, в которых будет находиться терпящее бедствие судно через равные промежутки времени  $\Delta t$ , двигаясь в пределах сектора поиска любым постоянным курсом со скоростью хода  $V_K$ , и выполняется в следующем порядке:

1. Из точки  $K_0$ , как из центра радиусом  $r_1$ , равным пути, который проходит терпящее бедствие судно за время выхода спасательных судов в точку  $M_1$ , проводится дуга окружности 1–1; радиус  $r_1$  снимаем с чертежа или рассчитываем по формуле

$$r_1 = K_0M_1 = V_K t_1,$$

где

$$t_1 = \frac{M_0M_1}{V_M}.$$

2. Последовательно увеличиваем радиус  $r$  на величину, равную пути терпящего бедствие судна  $\Delta S_K$  за некоторый небольшой промежуток времени  $\Delta t$ , и проводим несколько concentрических дуг 2–2, 3–3, 4–4:

$$r_2 = r_1 + \Delta_r;$$

$$r_3 = r_1 + 2\Delta_r;$$

$$r_4 = r_1 + 3\Delta_r,$$

где

$$\Delta_r = \Delta S_K = V_K \Delta T.$$

3. Проводим дуги 2–3, 3–3 и последовательно, начиная с точки  $M_1$ , засекаем дугами-радиусами, равными пути судов-спасателей  $\Delta S_M$  за тот же промежуток времени  $\Delta t$ , т. е.  $\Delta S_M = V_M \Delta t$ ; прямые, соединяющие полученные засечки на дугах  $M_1M_2$ ,  $M_2M_3$ ,  $M_3M_4$ , и представляют собой последовательные курсы поиска, которые образуют ломаную переменных курсов (рис. 2).

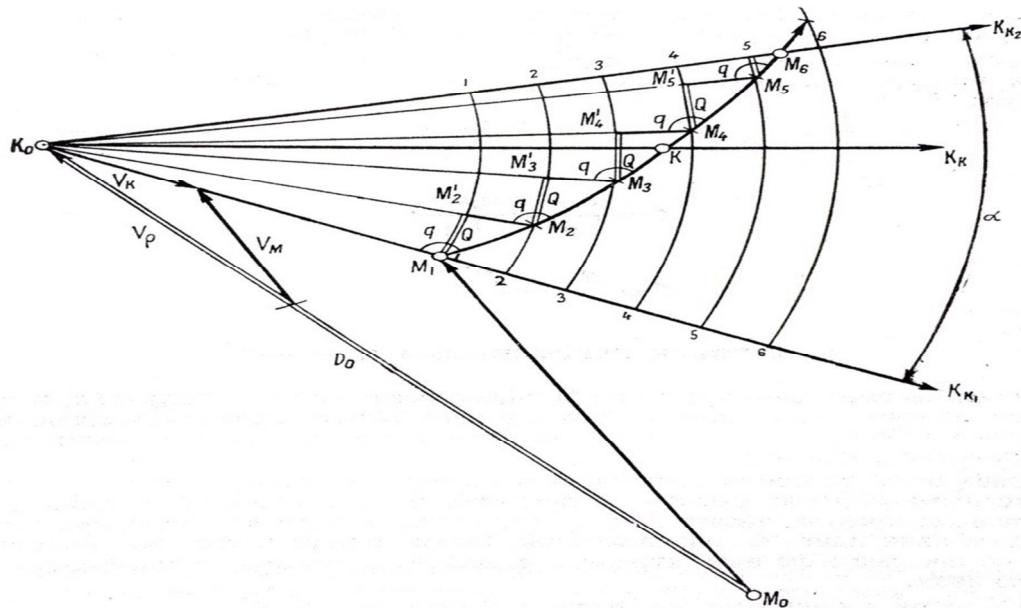


Рис. 2. Расчет последовательных курсов поиска

Время, необходимое для поиска, складывается из времени  $t_1$  выхода в точку начала поиска и времени обследования сектора поиска переменными курсами от точки  $M_1$  до точки  $M_6$ :

$$t_1 = \frac{M_0M_6}{V_M};$$

$$t_2 = \frac{M_1M_2M_3M_4M_5M_6}{V_M},$$

и полное время маневра:

$$T = t_1 + t_2.$$

### Поиск завесой терпящего бедствие судна

К специальному методу поиска относится метод поиска завесой [5], который выполняется разомкнутым строем спасательных судов, образующих «завесу». При этом осуществляется «плотное покрытие» периметра вероятного движения терпящего бедствие судна, спасательных плотов, проводится достаточный просмотр полосы, ширина которой зависит от числа поисково-спасательных судов, вовлеченных в операцию по спасению на море.

Поиск завесой также называют параллельным поиском, поскольку спасательные суда идут параллельными курсами.

Наибольшая допустимая величина расстояния между соседними поисково-спасательными судами в строю полосы не должна превышать  $1,4P$ , где  $P$  – дальность обнаружения объекта поиска.

Исходные данные:

- построение в строю поиска;
- изменение расстояния между спасательными судами в строю поиска;
- смещение строя поиска.

Построение в строй поиска, т. е. в строй разомкнутого фронта, производится при постоянстве взаимного пеленга между поисково-спасательными судами (рис. 3).

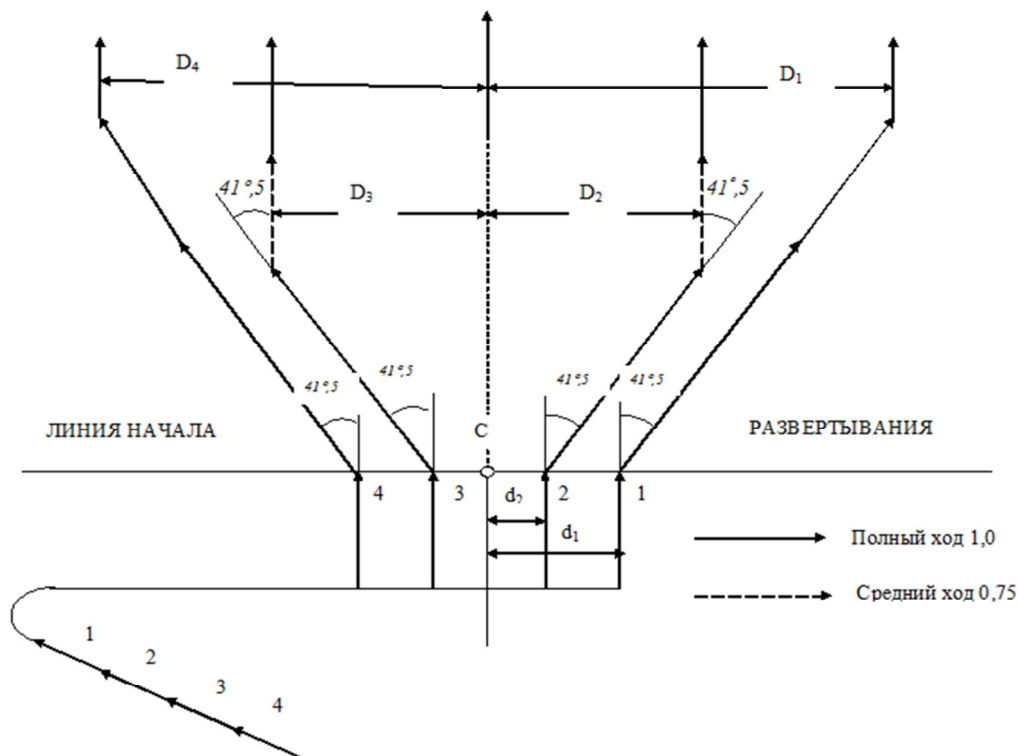


Рис. 3. Построение в строй поиска

При движении спасателя средним ходом, составляющим 0,75 от полного хода, которым маневрируют остальные поисково-спасательные суда, разность курсов спасателя и маневрирующих вместе с ним должна быть  $41^{\circ},5$ , т. к. для сохранения постоянства пеленга необходимо, чтобы

$$\cos \vartheta = \frac{V_{\text{ср.х}}}{V_{\text{п.х}}} = 0,75,$$

откуда  $\cos \vartheta = 41^{\circ},5$ .

Построение в строю поиска завесой производится на линии начала развертывания, когда поисково-спасательные суда уже лежат на назначенном курсе поиска, в строю фронта или в строю двух кильватерных колонн (рис. 4).

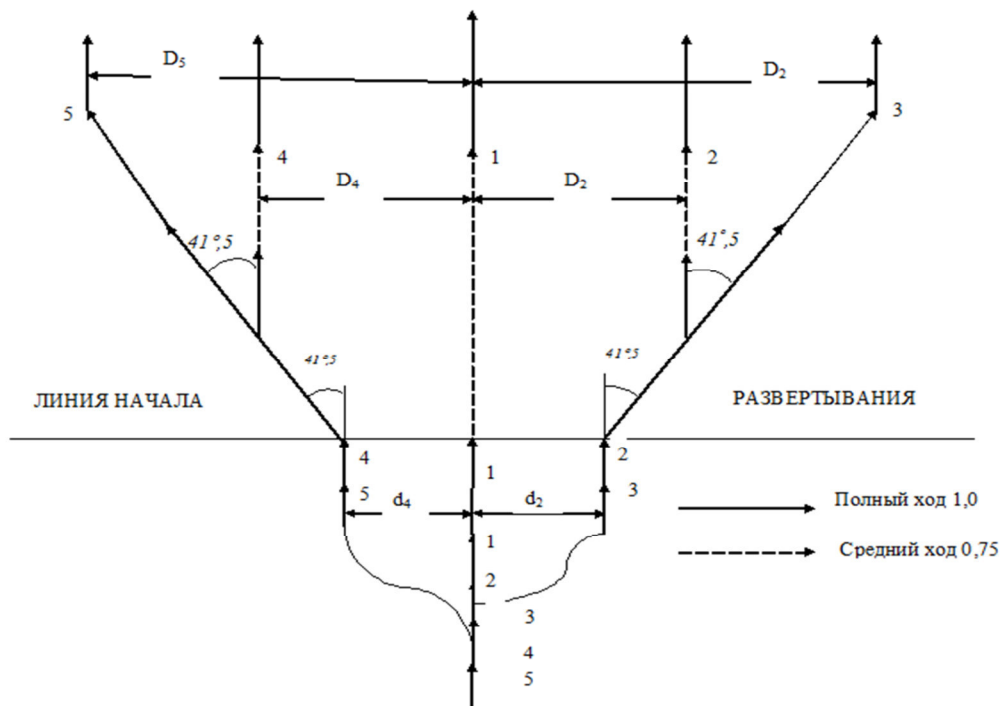


Рис. 4. Построение в строю поиска завесой

При нечетном количестве судов уравниателем является среднее поисково-спасательное судно строя фронта. При четном количестве поисково-спасательных единиц за уравнитель принимается условная точка  $C$ , т. е. средняя точка линии строя фронта, или средняя точка между головными судами двух кильватерных колонн.

По исполнительному сигналу или в назначенный момент все поисково-спасательные суда за исключением уравниателя, продолжая идти с назначенной (объявленной) скоростью хода, отворачивают от линии курса строя на  $41^{\circ},5$ : правые – вправо, левые – влево, уравнитель дает средний ход (0,75 от назначенного) и продолжает идти прежним курсом.

При построении из строя фронта поисково-спасательные суда производят поворот все вдруг, при построении из строя двух кильватерных колонн головные поисково-спасательные суда колонн поворачивают все вдруг, а идущие им в кильватер делают поворот последовательно.

Время лежания на курсе (рис. 5) расхождения  $t_p$  рассчитывается по формуле

$$t_p = \frac{1,5 \left[ D - \left( d + \frac{r}{2} \right) \right]}{V_{п.х}} \quad (1)$$

Формула (1) выводится из нижеследующего построения.

Через точки  $A$  и  $B$  (начало и конец курса расхождения) проводим прямые:  $AC$  – параллельно линии курса уравниателя;  $BC$  – перпендикулярно ей. Согласно прямоугольному треугольнику  $ABC$  путь поисково-спасательного судна на курсе расхождения:

$$V_{п.х} t_p = AB = CB_{\text{cosec}} \vartheta.$$

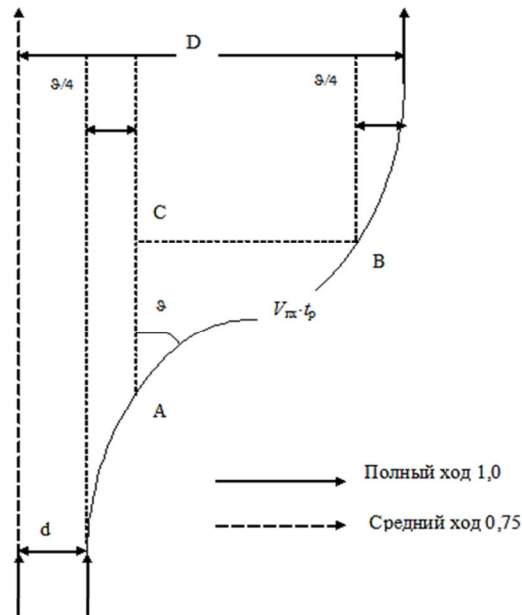


Рис. 5. Расчет времени лежания на курсе

Так как две циркуляции на один и тот же угол  $\vartheta$ , которые описывает поисково-спасательное судно вначале в одну сторону, а затем в другую, дают боковое смещение при  $\vartheta = 41^{\circ},5$ , равное половине радиуса циркуляции поисково-спасательного судна  $r$ , то

$$CB = D - \left( d + \frac{r}{2} \right);$$

$$AB = \left[ D - \left( d + \frac{r}{2} \right) \right] \operatorname{cosec} \vartheta,$$

а поскольку  $\operatorname{cosec} 41^{\circ},5 = 1,5$ , то

$$AB = 1,5 \left[ D - \left( d + \frac{r}{2} \right) \right];$$

$$t_p = \frac{1,5 \left[ D - \left( d + \frac{r}{2} \right) \right]}{V_{п.х}},$$

где  $D$  – назначенное расстояние между данными поисково-спасательных судов и уравниателем, или условной точкой;  $d$  – первоначальное расстояние между данными поисково-спасательных судов и уравниателем, или условной точкой;  $r$  – радиус циркуляции поисково-спасательного судна;  $V_{п.х}$  – назначенная (объявленная) скорость полного хода.

По истечении расчетного времени лежания на курсе расхождения дают средний ход и, отворачивая на  $41^{\circ},5$  в сторону, обратную первому отвороту, ложатся на прежний курс. Когда все суда займут свои места в строю поиска, по сигналу или по времени, указанному в предыдущем сигнале, дается полный ход.

Далее построения движения судов в строю поиска завесой осуществляются на заданном расстоянии друг от друга параллельными курсами с постоянной и одинаковой для всех судов скоростью хода.

Также есть особые схемы и планы по изменению расстояния между поисково-спасательными судами в строю поиска, смещению строя поиска, изменению курса поиска.

### Поиск веером терпящего бедствие судна

Поиск веером относится к специальному методу ПСО и имеет ряд отличительных особенностей.

Исходные данные:

- сектор, в пределах которого следует искать терпящее бедствие судно, или сектор поиска;
- наибольшая дальность поиска;
- максимальное время поиска;
- необходимое число поисково-спасательных судов и курсы судов.

Рассмотрим общий порядок решения задачи на поиск веером.

Предположим, что точки  $M_0$  и  $K_0$  представляют собой начальные места поисково-спасательных судов и терпящего бедствие судна, обладающих скоростью  $V_M$  и  $V_K$  соответственно. Пусть первоначальное расстояние между точками  $M_0$  и  $K_0$  будет  $D_0$ .

Для определения сектора поиска построим одним из известных нам способов окружность встреч, положение которой при данном соотношении скоростей и начальном расстоянии, независимо от курса терпящего бедствие судна, будет вполне определенным.

Из точки  $M_0$  проводим две прямые касательные окружности встреч в точках  $M_1$  и  $M_2$ . Угол при точке  $M_0$ , образованный этими касательными, представляет предельный угол встречи  $2Q$ , ограничивающий собой сектор, в пределах которого и следует искать терпящее бедствие судно (рис. 6).

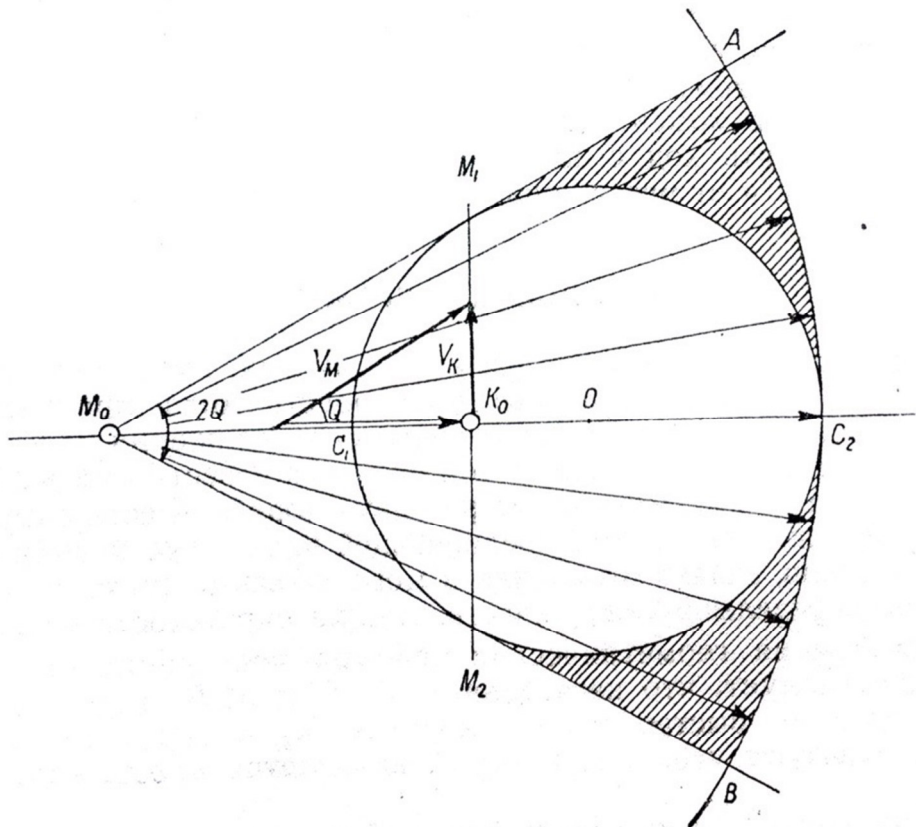


Рис. 6. Определение сектора поиска

Величина угла  $Q$  определяется по формуле

$$\sin Q = \frac{V_K}{V_M}.$$

Наибольшая дальность поиска  $S_M$ , которая будет в том наиболее неблагоприятном случае, когда терпящее бедствие судно уходит прямо вдоль линии начального пеленга и поисково-спасательные суда могут нагнать его только в точке  $C_2$ :



$$S_M = D_0 \frac{V_M}{V_M - V_K}.$$

Максимальное время поиска  $t_{\max}$  рассчитывается формулой

$$t_{\max} = \frac{S_M}{V_M} = \frac{D_0}{V_M - V_K}.$$

Для определения необходимого числа поисково-спасательных судов из точки  $M_0$  как из центра радиусом, равным наибольшей дальности поиска  $S_M$ , проводим дугу  $AB$ , которая представит собой геометрическое место точек нахождения поисково-спасательных судов по истечению времени  $t_{\max}$ .

Длину дуги  $AB$ , стягивающей угол  $2Q$ , определяем по известным величинам  $S_M$  и  $2Q$ :

$$AB = \frac{S_M}{180^\circ} = \frac{S_M Q}{90^\circ},$$

$$AB = S_M \frac{Q}{30^\circ}.$$

При нечетном числе поисково-спасательных судов прямая  $M_0C_2$  представляют собой линию курса среднего судна поисковой группы, поэтому от точки  $C_2$  в обе стороны по дуге  $AB$  откладываем отрезки, равные  $1,4P$ , соединяем полученные точки с точкой  $M_0$  и получаем курсы для остальных поисково-спасательных судов. При четном числе поисково-спасательных судов от точки  $C_2$  в обе стороны по дуге  $AB$  откладывается  $0,7P$ , а далее по  $1,4P$ .

Пример. Скорость хода объекта поиска – 12 уз; скорость хода спасательных судов поиска – 18 уз; начальное расстояние  $D_0 = 100$  миль; дальность обнаружения  $P = 20$  миль.

Требуется произвести расчет поиска [6].

1. Определяем предельный угол встречи дальности поиска:

$$\sin Q = \frac{V_K}{V_M} = \frac{12}{18} = 0,666;$$

$$Q = 41^\circ,5; \quad 2Q = 83^\circ.$$

2. Рассчитаем наибольшую дальность поиска:

$$S_M = D_0 \frac{V_M}{V_M - V_K} = 100 \frac{18}{6} = 300 \text{ миль.}$$

3. Рассчитываем длину дуги  $AB$ :

$$AB = S_M \frac{Q}{30} = 300 \frac{41^\circ,5}{30} \approx 415 \text{ миль.}$$

4. Определяем необходимое число поисково-спасательных судов:

$$n = \frac{AB}{1,4P} = \frac{415}{1,4 \cdot 20} \approx 15.$$

5. Наибольшее возможное время поиска:

$$t_{\max} = \frac{D_0}{V_M - V_K} = \frac{100}{6} = 6 \text{ ч } 10 \text{ мин.}$$

6. Для определения курсов поисково-спасательного судна угол  $2Q$  делим на число судов  $n$ :

$$\frac{83}{15} = 5^\circ,5.$$

Таким образом, получим величину, на которую отличаются курсы соседних поисковых единиц.

Зная первоначальное направление на объект поиска, нетрудно рассчитать курсы для каждого судна.

Приведенный расчет поиска веером теоретически верен для случая, когда направление движения терпящего бедствие судна совершенно не известно, но точно известно его относительное место и скорость хода.

Практически условия задачи несколько иные, и расчет надо производить исходя из следующих соображений:

- первоначальное место объекта поиска обычно известно, хотя и с некоторой ошибкой  $\Delta S$ ;
- с момента обнаружения терпящего бедствие судна и до момента начала его поиска проходит некоторый мертвый промежуток времени  $t$ , требующийся для передачи данных обнаружения, расчета поиска развертывания поисково-спасательных судов, в течение которого терпящее бедствие судно продолжает свое движение неизвестным курсом;
- производить расчет на сближение с объектом поиска вплотную нет необходимости, достаточно рассчитать сближение с ним на  $0,7$  дальности обнаружения.

Расчет поиска практически следует производить следующим образом [6, 7].

Предположим, что начальные места терпящего бедствие судна и поисково-спасательных судов определяются точками  $K_0$  и  $M_0$  соответственно. Начальное расстояние  $D_0$ , скорость хода  $V_K$  и  $V_M$ , при этом  $V_K < V_M$ .

1. Определяем площадь вероятного местонахождения терпящего бедствие судна к моменту начала его поиска, для чего наносим на карту место  $K_0$ , где было первоначально обнаружено терпящее бедствие судно, и около этой точки радиусом, равным произведению скорости хода терпящего бедствие судна на мертвый промежуток времени  $V_K t$  (с учетом возможной ошибки в месте его  $\Delta S$ , т. е.  $K_0 K_1 = V_K t + \Delta S$ ), описываем окружность, ограничивающую площадь вероятного местонахождения терпящего бедствие судна к моменту начала его поиска.

2. Определяем сектор поиска, для чего из точки  $M_0$  (место поисково-спасательного судна в момент начала поиска) проводим прямую, касательную к построенной окружности в точке  $K_1$ , и на продолжении радиуса  $K_0 K_1$  перпендикуляром касательной откладываем вектор скорости объекта поиска  $V_K$ . Из конца вектора  $V_K$  радиусом, равным вектору скорости поисково-спасательного судна  $V_M$ , засекаем касательную  $M_0 M_1$ . Прямая  $M_0 M_2$ , параллельная вектору скорости  $V_M$ , представляет собой границу половины предельного угла встреч  $Q + \Delta Q$ . Построим по другую сторону прямой  $M_0 M_K$  угол  $2(Q + \Delta Q)$ , определяющий границы подлежащего обследованию сектора.

Из треугольников путей  $M_0 K_1 M_2$  имеем:

$$\sin Q = \frac{V_K}{V_M},$$

из треугольника  $M_0 K_0 M_1$ :

$$\sin \Delta Q = \frac{V_K + \Delta S}{D_0},$$

откуда и рассчитываем величину угла  $2(Q + \Delta Q)$ .

3. Для определения максимальной дальности поиска предполагаем, что в момент начала поиска терпящее бедствие судно находится в точке  $K_2$  и идет прямо от нас вдоль линии начального пеленга. Откладываем от точки  $K_2$  в сторону, обратную курсу терпящего бедствие судна, отрезок  $K_2 M_3$ , равный  $0,7$  дальности обнаружения, т. е.  $0,7P$ . Сделаем геометрическое построение для решения задачи на сближение вплотную с точкой  $M_3$ .

Наибольшая дальность поиска (рис. 7) определяется по формуле

$$S_M = \frac{D_0 + V_K + \Delta S - 0,7P}{V_M - V_K} V_M.$$

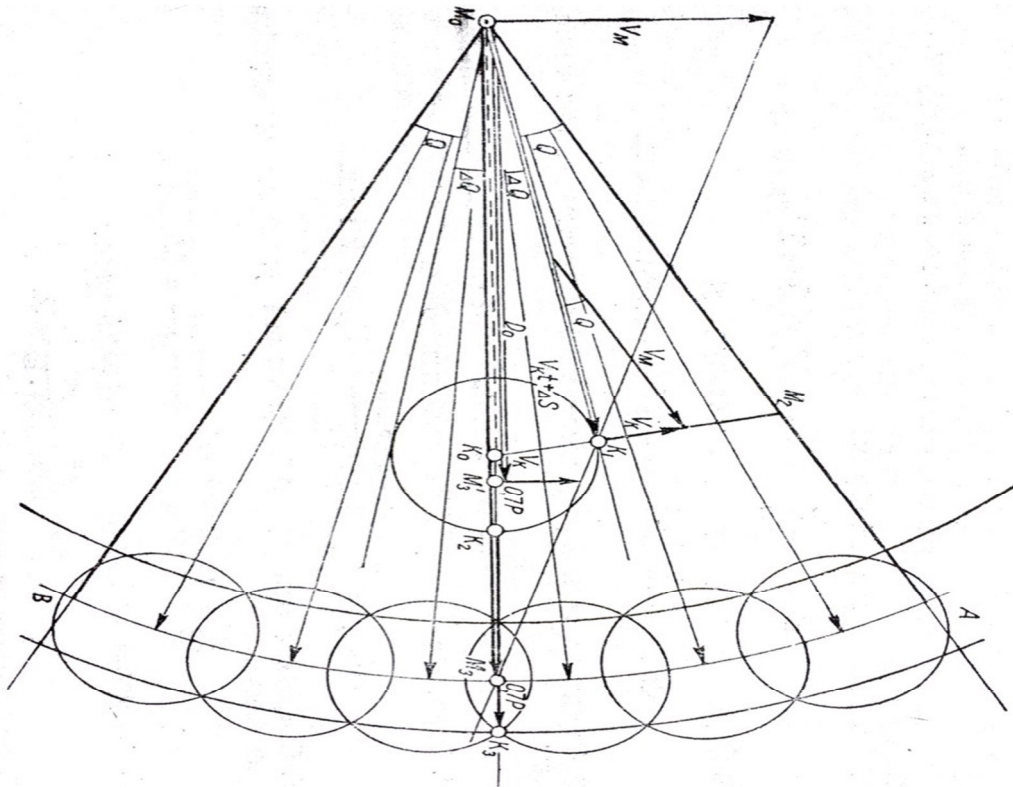


Рис. 7. Определение дальность поиска

4. Для определения необходимого числа поисково-спасательных судов радиусом, равным  $S_M$ , описываем дугу  $AB$ , линейная величина которой будет

$$AB = \frac{S_M(Q + \Delta Q)}{30^\circ},$$

и необходимое число поисково-спасательных судов определяется по формуле

$$n = \frac{S_M(Q + \Delta Q)}{30^\circ \cdot 1,4P}.$$

5. Для определения курсов поисково-спасательных судов дуга  $AB$  делится на отрезки, равные  $1,4P$ . Соединив полученные точки с точкой  $M_0$ , получим линию курсов для поисково-спасательных судов, направление которых снимается с карты транспортом. При нечетном числе судов поисковой группы точка  $M_3$  является позицией среднего судна в конце поиска, позиции остальных судов наносятся на дуге  $AB$  по обе стороны от точки  $M_3$  на расстоянии друг от друга, равном  $1,4P$ . При четном числе судов точка  $M_3$  будет вспомогательной точкой, от которой на дуге  $AB$  в обе стороны на расстоянии  $0,7P$  наносятся позиции двух поисково-спасательных судов, за которыми уже следуют остальные позиции на расстоянии  $1,4P$ .

### Заключение

В настоящей работе приведены схемы ПСО с решением одной из частных задач тактического маневрирования – поиском.

Исходя из изложенных форм корабельной тактической разведки военно-морского флота, характерной особенностью поиска является тот факт, что необходимая информация о вероятном противнике либо неизвестна, либо известна с недостаточной точностью и достоверностью.

Данное обстоятельство характерно и для объекта, терпящего бедствие, – отсутствие точной информации о месте нахождения терпящего бедствие судна.

Особенность метода аналогии заключается в применении тактических приемов проведения поиска, используемых военно-морскими силами, в отношении судов гражданского флота.

Используемые вышерассмотренные схемы позволяют координатору на месте действия обеспечивать решение следующих задач:

- определение вероятного местонахождения объекта поиска и границ района поиска;
- принятие мер по рассредоточению участвующих в поиске единиц в целях предотвращения опасности их столкновения и других взаимных помех в работе;
- определение схем поиска и указание районов поиска спасательным единицам;
- назначение наиболее подходящих спасательных единиц для осуществления спасания после обнаружения объекта поиска; координация связи на месте поиска и спасания;
- дальнейшее планирование технической поддержки, операции по поиску и спасанию судна терпящего бедствие.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Международная конвенция по поиску и спасанию на море (САР) 1979 года.* URL: <https://base.garant.ru/2561006/> (дата обращения: 21.09.2020).
2. *Международная конвенция о спасании 1989 года.* URL: <https://base.garant.ru/2540770/> (дата обращения: 21.09.2020).
3. *Загурьянов А. К.* Основы маневрирования. Т. 3. Курс кораблеводства. Л.: Упр. начальника Гидрограф. службы ВМФ, 1958. 408 с.
4. *Аранов Н. М.* Основы маневрирования кораблей. М.: Воениздат, 1948. 335 с.
5. *Булыкин Ф. Ф., Мельников К. С.* Организация и расчеты параллельного поиска (способ завесы) // Мор. сб. 1940. № 10. С. 37–44.
6. *Бундас В. Н.* Математическое исследование возможности отыскания в море неприятеля. СПб.: Тип. Мор. м-ва, 1909. 61 с.
7. *Мигаловский К. А.* Заметки по тактической навигации. Л.: Ред.-изд. отд. мор. сил РККФФ, 1926. 123 с.

Статья поступила в редакцию 23.09.2020

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Яппаров Евгений Романович** – Россия, 117105, Москва; Московская государственная академия водного транспорта, филиал Государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова; канд. техн. наук; доцент кафедры управления судном; [evgorra67@mail.ru](mailto:evgorra67@mail.ru).

**Алексеев Виктор Валерьевич** – Россия, 117105, Москва; Московская государственная академия водного транспорта, филиал Государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова; канд. техн. наук; доцент кафедры судовых энергетических установок и электрооборудования; [vktr3@list.ru](mailto:vktr3@list.ru).



#### SPECIAL METHODS FOR PERFORMING SEARCH OPERATION

***E. R. Yapparov, V. V. Alekseev***

*Moscow State Academy of Water Transport,  
branch of Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping,  
Moscow, Russian Federation*

**Abstract.** The article gives the analysis of planning measures for searching ship in distress as a tactical method of conducting a search and rescue operation. Rescue services of various ministries, departments and organizations, their search and rescue units equipped with the trained per-

sonnel and facilities for conducting rescue operations are involved in the search and rescue process. The specialized centers coordinate the actions of search and rescue operation participants maintaining reliable communication between the participants who ensure the operation. A search and rescue operation is a complex of organizational and technical measures that ensure determining the coordinates of people in distress at sea and their subsequent rescue. Special plans for surveying the search area for a ship in distress are considered in detail: search of a probable course, search by variable courses, search by a curtain, radial search. Schemes for determining the boundaries of the sector of probable movement of a ship in distress, calculating sequential search courses, building a search, calculating the time lying on the course, determining the search sector and the search range are illustrated. There has been stated a specific feature of the search for a ship in distress - the lack of necessary information about the object location. The main tasks are listed and substantiated, the solution of which on the site allows the responsible persons to prepare the maximum effective search and rescue operations. A specific example of solving the problem of the radial search is given, a diagram of the circle of encounters is constructed, the maximum meeting angle of the search range is determined, the maximum search range, the necessary data for search and rescue vessels and the required number of search and rescue vessels are calculated, the maximum possible search time is determined.

**Key words:** search and rescue operation, curtain search, radial search, variable course search, ship in distress, search sector.

**For citation:** Yapparov E. R., Alekseev V. V. Special methods for performing search operation. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Marine Engineering and Technologies*. 2020;4:23-35. (In Russ.) DOI: 10.24143/2073-1574-2020-4-23-35.

#### REFERENCES

1. *Mezhdunarodnaia konventsiia po poisku i spasaniiu na more (CAP) 1979 goda* [International Convention for Search and Rescue at Sea, 1979]. Available at: <https://base.garant.ru/2561006/> (accessed: 21.09.2020).
2. *Mezhdunarodnaia konventsiia o spasanii 1989 goda* [International Convention on Salvage 1989]. Available at: <https://base.garant.ru/2540770/> (accessed: 21.09.2020).
3. Zagur'ianov A. K. *Osnovy manevrirovaniia*. Vol. 3. Kurs korablevozhdeniia [Principles of maneuvering. Vol. 3. Navigation course]. Leningrad, Upravlenie nachal'nika Gidrograficheskoi sluzhby VMF, 1958. 408 p.
4. Aranov N. M. *Osnovy manevrirovaniia korablei* [Principles of maneuvering ships]. Moscow, Voenizdat, 1948. 335 p.
5. Bulykin F. F., Mel'nikov K. S. Organizatsiia i raschety parallel'nogo poiska (sposob zavesy) [Organization and calculations of parallel search (curtain method)]. *Morskoi sbornik*, 1940, no. 10, pp. 37-44.
6. Bundas V. N. *Matematicheskoe issledovanie vozmozhnosti otyskaniia v more nepriiatelia* [Mathematical study of finding enemy at sea]. Saint-Petersburg, Tipografiia Morskogo ministerstva, 1909. 61 p.
7. Migalovskii K. A. *Zametki po takticheskoi navigatsii* [Tactical navigation notes]. Leningrad, Redaktsionno-izdatel'skii otdel morskikh sil RKKFF, 1926. 123 p.

The article submitted to the editors 23.09.2020

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Yapparov Evgeny Romanovich** – Russia, 117105, Moscow; Moscow State Academy of Water Transport, branch of Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping; Candidate of Technical Sciences; Assistant Professor of the Department of Ship Management; [evropa67@mail.ru](mailto:evropa67@mail.ru).

**Alekseev Viktor Valerievich** – Russia, 117105, Moscow; Moscow State Academy of Water Transport, branch of Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping; Candidate of Technical Sciences; Assistant Professor of the Department of Ship Power Plants and Electrical Equipment; [vktr3@list.ru](mailto:vktr3@list.ru).

