

*Н.Г. Топольский, Д.С. Береснев, А.А. Рыженко, А.В. Мокшанцев*  
(Академия ГПС МЧС России; e-mail: beresnevkhv@mail.ru)

## **МЕТОДИКА ПЛАНИРОВАНИЯ ПОИСКОВО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ В ПРИРОДНОЙ СРЕДЕ**

*Разработана методика планирования и проведения поисково-спасательных работ в природной среде с использованием беспилотных летательных аппаратов.*

*Ключевые слова: информационно-аналитическое обеспечение, поддержка принятия управленческих решений, планирование поисково-спасательных работ.*

## **N.G. Topolsky, D.S. Beresnev, A.A. Ryzhenko, A.V. Mokshantsev METHOD OF PLANNING SEARCH AND RESCUE IN THE NATURAL ENVIRONMENT**

*A method for planning search and rescue in the natural environment using unmanned aerial vehicles is developed.*

*Key words: information and analytical support, support of making management decisions, planning of search and rescue.*

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 21 апреля 2016 г.

Проведение поисково-спасательных операций состоит из нескольких последовательных этапов. Первый этап заключается в сборе информации **руководителем поисково-спасательных работ (РПСР)** для определения соответствующего географического ориентира, относящегося к наиболее вероятному местоположению оставшихся в живых. Также необходимо определить предварительные границы района поиска. Наличие сведений о предельных границах района поиска дает возможность определить, где искать дополнительную информацию о пропавших без вести лицах. Как правило, систематический поиск в районе с большой площадью практически неосуществим. Необходимо разработать один или несколько сценариев и согласовать с известными фактами, что позволяет лицу, принимающему решения, определить исходный пункт, относящийся к наиболее вероятному местонахождению объекта поиска [1]. Как правило, РПСР при планировании и проведении поисково-спасательных работ принимает решения, учитывая свой опыт. В настоящее время отсутствует информационно-аналитическое обеспечение поддержки принятия управленческих решений при ПСР, которое могло бы находить оптимальные варианты управленческих решений, распределять имеющиеся в наличии силы и средства при проведении поисковых работ наиболее рациональным образом, когда возникает риск неправильного определения приоритета потребностей. В связи с этим разработано **информационно-аналитическое обеспечение управления поисково-спасательными работами (ИАОУ ПСР)** [2].

В ИАОУ ПСР предлагается использовать балльно-факторный метод. Процесс принятия решения выглядит следующим образом: район поиска разбивается на крупноблочные ячейки, размеры которых задает РПСР, исходя из множества факторов (например: природно-климатические условия, имеющие-

еся силы, размер района поиска и т.д.). Рекомендуемый размер ячейки определяется максимальной дальностью видимости в районе поиска, большие ячейки снизят точность определения реперных точек и эффективность поиска.

Формируется матрица  $A$ :

$$A = [a_{ij}]; \quad i = \overline{1, n}; \quad j = \overline{1, m}, \quad (1)$$

где  $A$  – матрица  $m \times n$ ;

$n$  – количество строчек в матрице;

$m$  – количество столбцов в матрице.

Каждой ячейке присваивается значение, равное количеству присутствующих в ней факторов, влияющих на распределение вероятности:

$$a_{ij} = \left( \sum_{k=9} c_k \right) \cdot h \cdot r. \quad (2)$$

К таким факторам относятся:

1. Линейные ориентиры – объекты на местности, имеющие большую протяжённость:

а)  $c_1$  – берег реки (при наличии данного фактора в ячейке записывается 1; при отсутствии данного фактора значение записывается 0);

б)  $c_2$  – берег озера (при наличии данного фактора в ячейке записывается 1; при отсутствии данного фактора значение записывается 0);

в)  $c_3$  – железная дорога (при наличии данного фактора в ячейке записывается 1; при отсутствии данного фактора значение записывается 0);

г)  $c_4$  – автомобильная дорога (при наличии данного фактора в ячейке записывается 1; при отсутствии данного фактора значение записывается 0);

д)  $c_5$  – линии электропередач (при наличии данного фактора в ячейке записывается 1; при отсутствии данного фактора значение записывается 0);

е)  $c_6$  – просека (при наличии данного фактора в ячейке записывается 1; при отсутствии данного фактора значение записывается 0).

2. Точечные ориентиры – наличие на местности объектов, имеющих небольшие размеры и расположенных локально:

а)  $c_7$  – сторожка и охотничий дом (при наличии данного фактора в ячейке записывается 1; при отсутствии данного фактора значение записывается 0);

б)  $c_8$  – телефонная вышка (при наличии данного фактора в ячейке записывается 1; при отсутствии данного фактора значение записывается 0).

$c_9$  – расстояние до исходного пункта – отношение общего количества факторов ( $n$ ) к минимальному количеству клеток до исходной точки ( $m$ ).

Отрицательные факторы – факторы значительно снижающие вероятность нахождения объекта в ячейке:

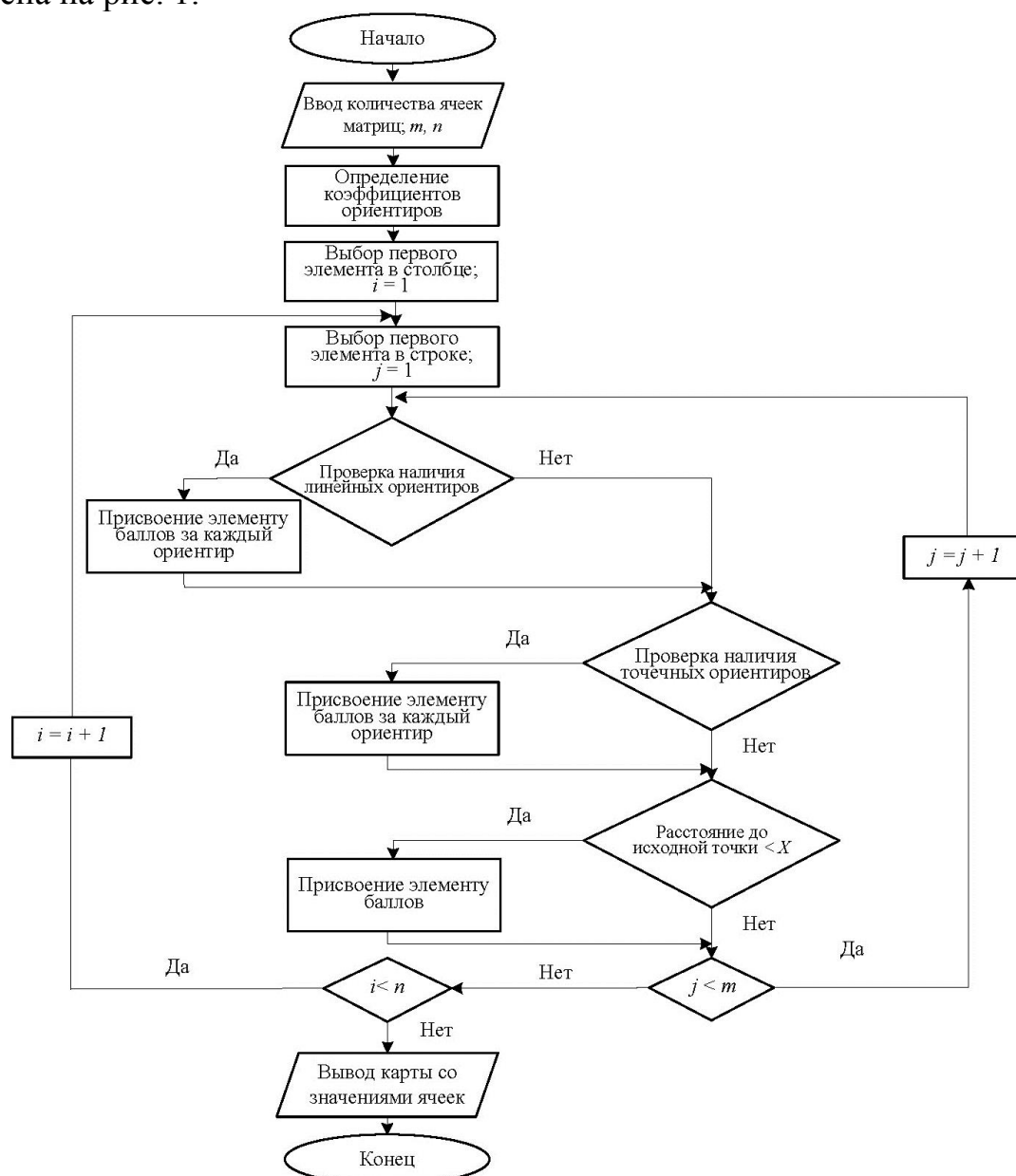
а)  $h$  – резкие перепады высот (ущелья, горы и т.п.) (при наличии данного фактора в ячейке записывается 0,1; при отсутствии данного фактора в ячейке записывается 1);

б)  $r_b$  – водная поверхность (на всей площади ячейки) (при наличии данного фактора в ячейке записывается 0,1; при отсутствии данного фактора в ячейке записывается 1).

В результате определяется итоговая матрица. Формируется поле с наиболее актуальными местами поиска, что позволяет лицу, принимающему решения, выбрать сценарии развития поисковых работ и определить маршруты движения *беспилотных летательных аппаратов (БЛА)* для осуществления разведки и сбора дополнительной информации.

Руководитель ПСР, исходя из полученной карты вероятностей, устанавливает точки начала маршрутов БЛА. Дальнейшее движение аппарата происходит путем сравнения значений вероятности местонахождения объекта поиска соседних ячеек и выбора ячейки с максимальным значением. При этом ячейка, в котором находился БЛА, заносится в список исключения.

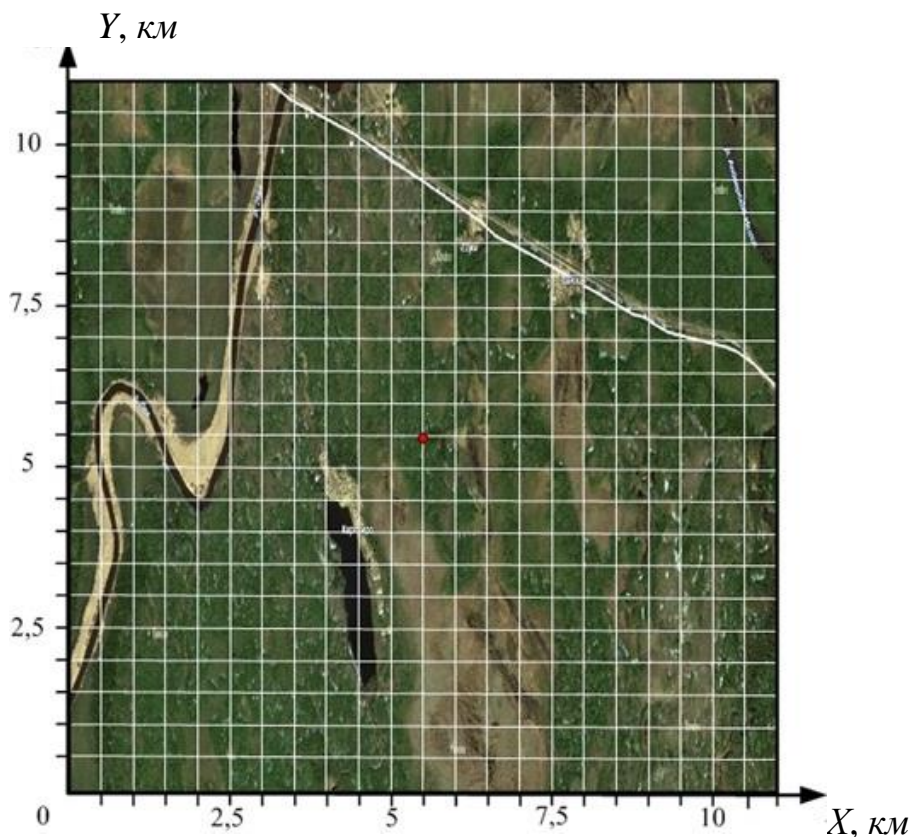
Блок-схема алгоритма построения карт вероятностей местонахождения объекта при проведении поисково-спасательных работ в природной среде представлена на рис. 1.



**Рис. 1.** Блок-схема построения карт вероятностей местонахождения объекта при поисково-спасательных работах в природной среде

Рассмотрим работу алгоритма на примере. Допустим, что последнее известное местонахождение объекта поиска было в центре участка территории размерами 11×11 км. На участке имеются следующие факторы, влияющие на вероятность местонахождения объекта поиска: река, железная дорога, озеро.

Участок делится на подрайоны с размером 500×500 м, полученная карта представлена на рис. 2.

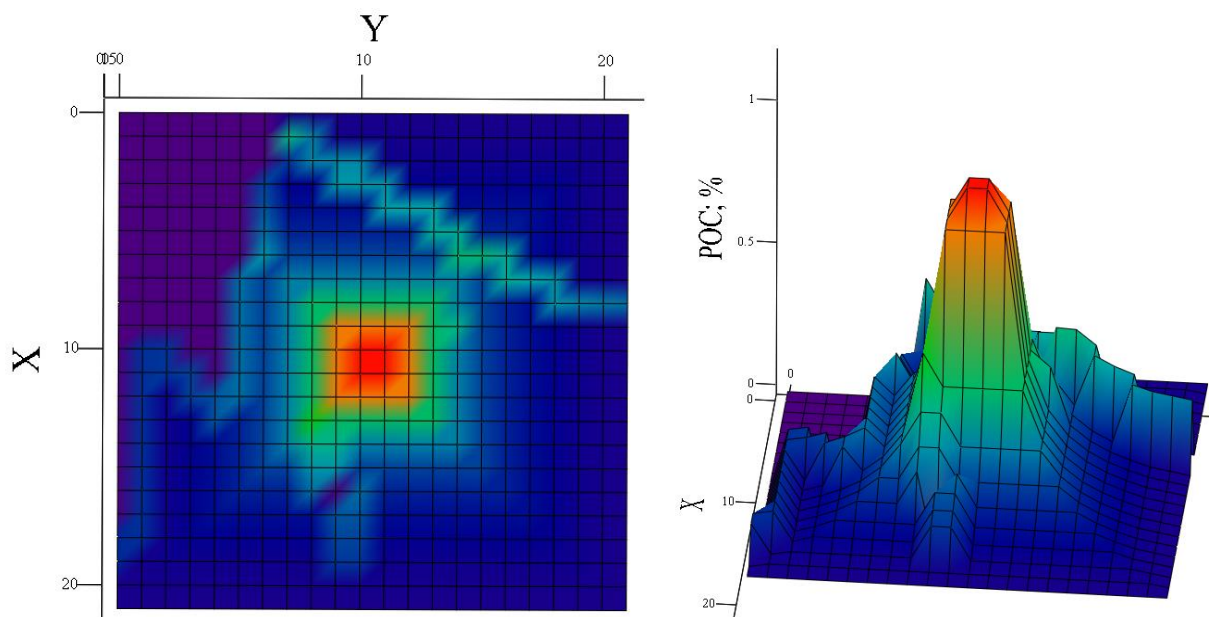


**Рис. 2.** Пример карты района поиска разделенного на ячейки

По результатам работы алгоритма формируется матрица и переводятся в процентные показатели вероятности местонахождения объекта поиска для каждой ячейки.

$$A = \begin{bmatrix} 0 & \dots & 0,103 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0,103 & \dots & 0,103 \end{bmatrix} = 100 \%$$

Для лучшего визуального восприятия РПСР информации о плотности вероятностей местонахождения объекта поиска строится трёхмерный график, представленный на рис. 3.



**Рис. 3.** Трёхмерный график распределения плотности вероятности местонахождения объекта поиска

По средствам гаммы цвета выделяются места с наиболее высокой вероятностью местонахождения объекта поиска: фиолетовый – вероятность присутствия минимальна, красный цвет – вероятность максимальна.

Использование карт вероятностей возможного местонахождения пострадавшего позволит готовить научно-обоснованные решения, в кратчайшие сроки разрабатывать сценарии поиска и строить маршруты движения разведывательных и основных сил МЧС России, что повысит эффективность проведения поисково-спасательных операций.

### Литература

1. *Стратегия* развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года (утв. Президентом РФ 20 февраля 2013 г.).
2. *Береснев Д.С., Топольский Н.Г., Рыженко А.А.* Концепция информационно-аналитического обеспечения управления поисково-спасательными работами // Технологии техносферной безопасности. 2015. Вып. № 4 (62). С. 191-198. <http://ipb.mos.ru/ttb>.
3. *Топольский Н.Г., Береснев Д.С.* Поддержка принятия решений при проведении поисково-спасательных операций в условиях Крайнего Севера // Технологии техносферной безопасности. 2014. Вып. № 5 (57). С. 158-162. <http://ipb.mos.ru/ttb>.
4. *Руководство* по международному авиационному и морскому поиску и спасению ИКАО. Канада, 2013.
5. *Напольских М.Л.* Ремесло спасателя. Поисково-спасательные работы в природной среде. Архангельск, 2011. 194 с.