

## Оценка объема метеорологической информации

А. Н. Маслабойщиков, email: masan29@mail.ru

Н. А. Веремьев, email: nikover1395@yandex.ru

М. А. Прохров, email: nikover1395@yandex.ru

ВУНЦ ВВС «ВВА» им. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

***Аннотация.** В данной статье представлен анализ получения метеорологической информации (МИ) в системе штормового предупреждения и выявления специфики ее получения.*

***Ключевые слова:** метеорологическая информация, штормовое предупреждение, оценка метеорологической информации.*

### Введение

Метеорологические условия оказывают существенное влияние на выполнение всего спектра выполняемых задач, а также на состояние аэродромов, эксплуатацию авиационной техники. Для успешного выполнения задач, необходимо иметь и постоянно учитывать МИ в данном районе. Указанное требование, основано на естественном процессе постоянного изменения метеорологических условий и необходимости получения объективных метеорологических данных от различных источников информации.

На практике процесс получения МИ зависит от большого количества факторов: физико-географических условий района выполняемых задач; освещенности района в метеорологическом отношении; применяемых методов и средств получения МИ; оперативной и воздушной обстановки и т.п.

### 1. Расчет вероятности обнаружения

В связи с этим, своевременные и достоверные сообщения о возникновении и развитии опасных метеорологических явлений, подаваемые метеорологическими подразделениями, позволяют уменьшить негативное воздействие на деятельность потребителя.

Для обеспечения безопасности полетов в метеорологическом отношении, а также в целях наиболее полного использования МИ для эффективного применения авиации, на всех аэродромах организуется система штормового предупреждения (ШП) об опасных явлениях погоды (ОЯП).

$$P_i^k = \prod_{(x=1)}^{(x=m)} P(x_i),$$

(1)

Величина метеорологической эффективности количественно определяется критерием  $P_i$ , который показывает, какой процент полученной информации, удовлетворяет заранее поставленным требованиям, т.е. общая вероятность  $P_i$  совместного получения независимых характеристик по всем методам наблюдения  $k$  определяется как

$$P_i = \sum P_i^k q_k, \quad (2)$$

где  $q_k$  – удельный вес  $k$ - метода наблюдения в общем комплексе наблюдений за ОЯП.

Таким образом, решение задачи об оценке метеорологической эффективности системы организации ШП сводится к расчету  $P$ .

Характеристика, объем (полнота) информации – вероятность получения требуемого объема информации  $P(\Pi)_j$  о  $j$ -ом ОЯП зависит одновременно от вероятности обнаружения и распознавания, т.е.

$$P(\Pi)^j = P(\Pi)_{обн}^j P(\Pi)_{расп}^j. \quad (3)$$

Вероятность обнаружения ОЯП зависит, прежде всего, от применяемого метода наблюдения. Например, при использовании визуальных наблюдений за  $j$ -тым ОЯП с радиусом действия (радиус обнаружения кучево-дождевой облачности и ОЯП, связанного с ней)  $r_j$ , вероятность обнаружения этого явления, имеющего диаметр  $d_j$ , сеть метеорологических станций, расположенных друг от друга на расстоянии  $\bar{l}$ , будет равна

$$P(\Pi)_{обн}^j = (2r_j + d_j) / \bar{l}. \quad (4)$$

Величина (1)  $\bar{l}$  определяется при известном общем количестве метеостанций  $N$ , расположенных на заданной территории площадью  $D$

$$\bar{l} = \sqrt{4D / \pi N} \quad (5)$$

Из выражений (4) и (5) следует, что при прочих равных условиях  $P(\Pi)$  (обн.)- $j$ возрастает с ростом густоты сети метеорологических станций  $N$ .

При использовании радиолокационного метода наблюдений,  $P(\Pi)$  (обн.)- $j$  зависит от различных условий: характеристик радиолокационной станции; расстояния до ОЯП, высоты его расположения над земной поверхностью и его отражающих свойств.

Теоретический расчет  $P(\Pi)$  (обн.)-j является сложной задачей, и на практике для оценки этой величины используются экспериментальные кривые, полученные на радиолокационных станциях и характеризующие статистическую связь  $P(\Pi)$  (обн.)-j с расстоянием до ОЯП. Следовательно, величина  $P(\Pi)$  (обн.)-j зависит главным образом от метода наблюдений за ОЯП.

Величина  $P(\Pi)$  (расп.)-j зависит от способа анализа данных, полученных в результате наблюдений. Например, при визуальных наблюдениях используется качественный способ анализа, во многом зависящий от субъективизма наблюдателя.

При радиолокационных наблюдениях: используется принцип объективного (численного анализа) радиолокационных данных.

Как правило, величина  $P(\Pi)$  (расп.) j разных методов наблюдения может быть оценена экспериментально путем сравнения результатов применяемого способа анализа с наиболее объективным (эталоном).

Таким образом, представленный подход к определению объема (полноты) МИ в системе наблюдений за ОЯП, позволяет получить вероятностную характеристику и объективно оценить организацию определенной системы ШП.

Предложенный научно-методический подход к организации системы ШП может являться основой для разработки оптимальных предложений органам управления, направленных на эффективное использования метеорологических условий и обеспечение безопасности выполняемых полетов в метеорологическом отношении.

Теоретический расчет  $P(\Pi)$  (обн.) j является сложной задачей, и на практике для оценки этой величины используются экспериментальные кривые, полученные на радиолокационных станциях и характеризующие статистическую связь  $P(\Pi)$  (обн.)-j с расстоянием до ОЯП. Следовательно, величина  $P(\Pi)$ (обн.)-j зависит главным образом от метода наблюдений за ОЯП.

## **2. Расчет вероятности распространения**

Величина  $P(\Pi)$  (расп.) j зависит от способа анализа данных, полученных в результате наблюдений. Например, при визуальных наблюдениях используется качественный способ анализа, во многом зависящий от субъективизма наблюдателя.

При радиолокационных наблюдениях: используется принцип объективного (численного анализа) радиолокационных данных.

Как правило, величина  $P(\Pi)$  (расп.)-j разных методов наблюдения может быть оценена экспериментально путем сравнения результатов применяемого способа анализа с наиболее объективным (эталоном).



Таблица 1 вероятность обнаружения ОЯП одной станцией при визуальном методе наблюдения

Характер явления	Радиус, км	Число станций	Среднее расстояние между станциями, км	Диаметр явления (средний размер, км)	Радиус обнаружения (км)	Вероятность обнаружения
Ливни	300	25	120,0	7	2	0,09
	150	11	90,4	7	2	0,12
	100	7	75,5	7	2	0,15
Грозы	300	25	120,0	1	20	0,34
	150	11	90,4	1	20	0,45
	100	7	75,5	1	20	0,54
Град	300	25	120,0	1	1	0,03
	150	11	90,4	1	1	0,03
	100	7	75,5	1	1	0,04

При условии, что распознавание визуально обнаруженных ОЯП происходит с вероятностью  $P(\Pi)(расп.)=1$ , рассчитывается среднегодовой коэффициент  $P(\Pi)$ .

Если среднегодовая повторяемость ОЯП в данном физико-географическом районе соответствует значениям: ливней – 0,6; гроз – 0,35; града – 0,05, то формула (1) примет вид

$$P(\Pi) = \sum P(\Pi)^j_{обн} P(\Pi)_{расп}^j P^j \quad (7)$$

где  $P_j$ - повторяемость  $j$ -го явления.

Полученные результаты вероятности получения требуемого объема информации об ОЯП  $P(\Pi_1^в)$  для различных значений радиуса представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Вероятность получения требуемого объема информации об ОЯП от радиуса наблюдения

Радиус, км	300	150	100
$P(\Pi)$	0,18	0,23	0,28

Таким образом, из таблицы 2 видно, что вероятность получения требуемого объема информации об ОЯП возрастает при уменьшении радиуса обнаружения площади, в пределах которой производится наблюдения за ОЯП.

## **Заключение**

Исходя из данных представленных в таблице 2 видно, что при увеличении радиуса вероятность обнаружения ОЯП снижается.

Полученные результаты свидетельствуют о достаточной эффективности предлагаемого подхода в оценке организации системы ШП в различных условиях ее функционирования, что позволяет разрабатывать оптимальные предложения по созданию системы ШП.

## **Литература**

1. Билетов М.В., Тищенко А.И., Кузнецов И.Е. Радиолокационная метеорология (часть 1). Воронеж 2008 - 331 с.
2. Временные методические указания по использованию информации доплеровского метеорологического радиолокатора ДМРЛ-С в синоптической практике. М.: Росгидромет, 2014. 110с.
3. Авиационно-климатическое описание аэродрома Бесовец 2010-2015 гг, 2016. 89 с.
4. Сальман Е.М., Дивинская Б.Ш. Вероятность радиолокационного обнаружения осадков. Труды ГГО. 1964. Вып. 159.
5. Маслобойщиков А.Н., Серебрянский П.И. Методика оптимизации прогностических методов с учетом Физико-географических условий местности. Материалы XX Международной научно-практической конференции «Информатика: проблемы, методы, технологии» С 650-653.