

Модель оценки качества информации используемой при гидрометеорологическом обеспечении потребителей

А.Н. Маслобойщиков, email: inikover1395@yandex.ru¹

Н.А. Веремьев, email: nikover1395@yandex.ru²

А.И. Аристов, email: nikover1395@yandex.ru³

¹ ВУНЦ ВВС «ВВА» им. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

***Аннотация.** В данной статье представлена оценка системы сбора и распространения гидрометеорологической информации на примере Воронежской области.*

***Ключевые слова:** гидрометеорологическая информация, система сбора и распространения гидрометеорологической информации, опасные явления погоды, гидрометеорологические (метеорологические) подразделения, оценка качества информации.*

Введение

Важнейшей задачей Росгидромета является прогнозирование и обнаружение опасных явлений погоды (ОЯП), предупреждение органов государственной власти, органов управления Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, Вооруженных Сил Российской Федерации, отраслей экономики и населения об этих явлениях с целью предотвращения гибели людей и снижения экономического ущерба. Перечень ОЯП и критических значений метеорологических величин, определяются инструкциями и соответствующими нормативными документами [1].

Обязанности должностных лиц гидрометеорологических (метеорологических) подразделений по штормовому оповещению и предупреждению определяются инструкциями, которые разрабатываются территориальными органами, подведомственными им центрам по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, центры по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды специализированного центра Всемирной службы погоды и центры (областные, республиканские, краевые, окружные) по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

В настоящее время, как правило, доступ к сведениям о наличии ОЯП ограничен или закрыт, поэтому возникает противоречие между требованиями документов по организации гидрометеорологического

обеспечения (ГМО) и фактической освещенности района в гидрометеорологическом отношении.

Поэтому создание объективной системы штормового предупреждения об ОЯП является необходимой и сложной задачей в настоящее время.

Для эффективного обеспечения требуется гидрометеорологическая информация (ГМИ), обладающая определенными свойствами, например, она должна быть своевременной и полной [2, 3, 4].

1. Модель оценки качества ГМИ на основе расчетов площади покрытия для визуальных и радиолокационных гидрометеорологических наблюдений по территории Воронежской области.

В настоящее время на территории области размещен ряд стационарных метеорологических станций, которые находятся в пунктах Воронеж, Борисоглебск, Анна, Лиски, Каменная Степь, Калач, Богучар рис. 1.

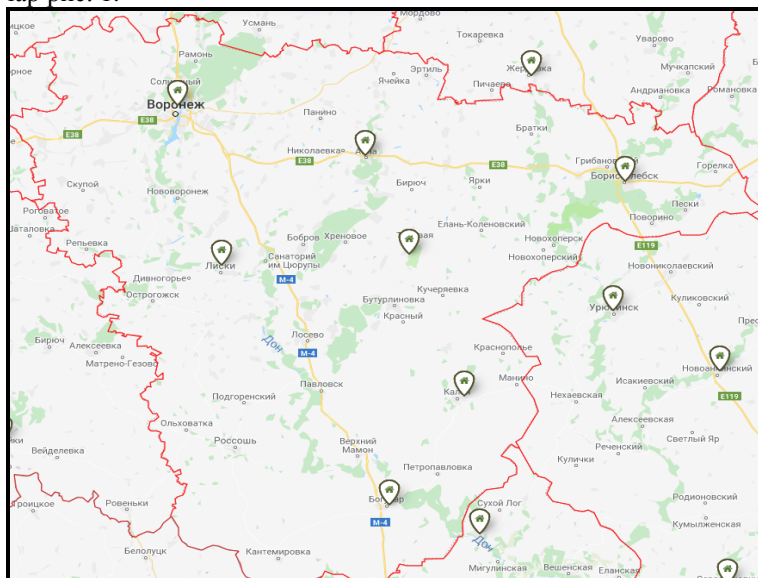


Рис. 1. Размещение стационарных метеорологических станций по Воронежской области

Представленная схема размещения сложилась исторически и не в полной мере удовлетворяет современным требованиям ГМО.

Зона (радиус) ответственности визуальных наблюдений данных станций составляют в среднем 10 км (площадь 314 км²). Для оценки качества ГМИ рассчитывается площадь покрытия визуальных наблюдений

(1)

$$S_{ви} = S_{обл} - \sum S_n$$

где $S_{ви}$ – площадь визуальных наблюдений; $S_{обл}$ – площадь области; S_n – площадь зоны наблюдений метеорологической станции.

Таким образом, площадь покрытия визуальных наблюдений - 2198 км², что составляет 4,19 % от всей территории области и не может обеспечить достаточную своевременность обнаружения ОЯП.

Для проведения радиолокационных наблюдений по территории области используются метеорологические радиолокаторы (МРЛ) которые установлены в пунктах Воронеж, Тамбов, Балашов, Белгород, Курск, Орел, Тула (рис. 2).

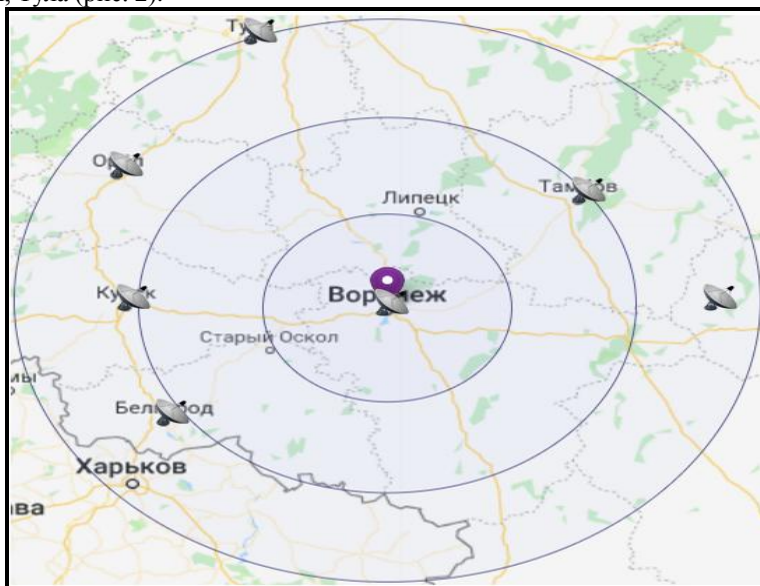


Рис. 2. Расположение МРЛ

Зона (радиус) ответственности для радиолокационных наблюдений данных МРЛ составляют в среднем 300 км, следовательно, территория области в радиолокационном отношении освещена в полном объеме.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о различном качестве получения ГМИ по территории области при использовании визуальных и радиолокационных наблюдений.

2. Оценка объема получения ГМИ

Оценка объема получения ГМИ по территории исследования основывалась на основе показателя метеорологической эффективности [5].

Общий подход к определению составляющих критерия метеорологической эффективности системы сбора и распространения наблюдений за ОЯП заключается в следующем. Каждый из i -тых видов ГМИ должен обладать определенными x -характеристиками [4].

Обозначение $P(x_i)$ - вероятности получения x -характеристики i -того вида информации. Тогда вероятность совместного получения m независимых характеристик i -того вида информации для каждого метода наблюдения k будет выглядеть следующим образом

$$P_j^k = \prod_{x=1}^{x=m} P(x_i) \quad (2)$$

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

$$P_i = \sum P_i^k q_k \quad (3)$$

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

Таким образом, решение задачи об оценке метеорологической эффективности системы организации сбора и распространения наблюдений за ОЯП сводится к расчету P .

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

$$P(\Pi)^j = P(\Pi)_{обн}^j P(\Pi)_{расп}^j \quad (4)$$

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

$$P(\Pi)_{обн}^j = \frac{2r_j + d_j}{\bar{l}} \quad (5)$$

Величина \bar{l} определяется при известном общем количестве метеорологических станций, расположенных на заданной территории площадью D

$$\bar{l} = \sqrt{\frac{4D}{\pi N}} \quad (6)$$

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

При использовании радиолокационного метода наблюдений, $P(\Pi)_{обн}^j$ зависит от различных условий: характеристик радиолокационной станции; расстояния до ОЯП; высоты ее расположения над земной поверхностью.

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 [4,5].

Величина $P(\Pi)_{расн}^j$ 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 [2].

Как правило, величина $P(\Pi)_{расч}^j$ 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 сбора и распространения наблюдений за ОЯП.

Реализация изложенного подхода апробирован по исследуемой территории, в которой отражены особенности получения ГМИ об ОЯП в данном физико-географическом районе [3].

На первом этапе произведены расчеты критерия метеорологической эффективности состояния системы наблюдения за ОЯП.

Исходными данными являются: количество метеорологических станций, привлекаемые к сбору и распространению ГМИ) – $N=7$; радиус площади, в пределах которой производятся наблюдения за ОЯП – $R=300$ км.

Для визуального метода наблюдений, вероятность обнаружения и опознавания ОЯП, рассчитывается с учетом площади круга $D = \pi R^2$ поэтому формула (4) примет вид

$$\bar{l} = 2R \sqrt{\frac{1}{N}} \quad (7)$$

По формуле (6) и экспериментальным данным, определяется значение $P(\Pi)_{обн}^j$ для ОЯП конвективного происхождения (ливни, грозы и град) (таблица 1).

Таблица 1

Вероятность обнаружения опасных явлений погоды одной метеорологической станцией при визуальном методе наблюдения

Характер явления	Среднее расстояние между станциями, км	Диаметр явления (средний размер, км)	Радиус обнаружения (км)	Вероятность обнаружения
Ливни	133	7	2	0,03

Грозы	133	1	20	0,13
Град	133	1	1	0,01

При условии, что распознавание визуально обнаруженных ОЯП происходит с вероятностью $P(\Pi)_{расн}^j = 1$, 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 (2) примет вид

$$P(\Pi) = \sum P(\Pi)_{обн}^j P(\Pi)_{расн}^j P^j \quad (8)$$

где P_j - повторяемость j-го явления.

Результаты вероятности получения требуемого объема ГМИ об ОЯП $P(\Pi)$ для различных значений радиуса представлены в таблице 2.

Таблица 2

Вероятность получения требуемого объема гидрометеорологической информации об опасных явлениях погоды при различных явлениях

Характер явления	P(Π)
Ливень	0,018
Гроза	0,0455
Град	0,0005

Следовательно, вероятность получения требуемого объема информации об ОЯП в пределах которой производятся наблюдения незначительна.

Таким образом, предлагаемая модель оценки качества ГМИ в системе штормового предупреждения основывается на расчете количественных показателя эффективности, что позволяет разрабатывать необходимые предложения по созданию оптимальной системы сбора и распространения ГМИ по требуемой территории.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. РД 52.88.699-2008. Руководящий документ. Положение о порядке действий учреждений и организаций при угрозе возникновения и возникновении опасных природных явлений. М.: Росгидромет, 2008. 31с.

2. Сальман Е.М., Дивинская Б.Ш. Вопросы метеорологической эффективности радиолокационной системы наблюдений за облачностью и опасными явлениями погоды. Труды ГГО. 1971. Вып. 261. С 28-30.

3. Маслобойщиков А.Н. Оценка метеорологической информации в системе штормового оповещения. ВНИИ «Современные проблемы гидрометеорологии и устойчивого развития Российской Федерации», 14-15 мая 2019, том II, с. 620-621.

4. Маслобойщиков А.Н., Веремьев Н.А., Повышение эффективности штормового предупреждения боевых действий Военно-воздушных сил в составе межвидовой группировки войск (сил). Сборник научных статей по материалам VIII Всероссийской научной конференции: Актуальные проблемы вооруженной борьбы в воздушно-космической сфере г. Воронеж 9-10 февраля 2022 г. С 195-198.

5. Маслобойщиков А.Н., Веремьев Н.А., Прохоров М.А. Оценка объема метеорологической информации. Воронежский государственный университет федеральный исследовательский центр «информатика и управление» ран материалы XXII международной научно-методической конференции им. Э. К. Алгазина, 10-12 февраля 2022 г (Воронеж, Россия). / Под редакцией к.т.н. Борисова Д. Н. Воронеж: ООО «ВЭЛБОРН» 2022. С. 351-357.