

НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ РЕАЛИЗАЦИИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПРОГНОЗОВ КАК ФАКТОР РИСКА УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Фокичева А.А.¹

¹ – ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», Санкт-Петербург, Россия, fokicheva@rshu.ru

Аннотация. Рассмотрены преимущества предоставления гидрометеорологической информации в вероятностной форме. Приведена модель выбора управленческого решения, основанная на использовании матрицы риска.

Ключевые слова: гидрометеорологическая информация, неопределенность, вероятностный прогноз погоды, принятие решений.

Прогнозы погоды полезны только тогда, когда они используются для принятия решений.

Использование информации об ожидаемом состоянии атмосферы позволяет подстраивать хозяйственную деятельность к неблагоприятным погодным условиям и снижать издержки, обусловленные влиянием погодных факторов. Согласно теории принятия индивидуальных решений, необходимо учитывать существование неопределенности в реализации текстов прогнозов. Большинство полагают, что легче принять решение на основе детерминированного прогноза, содержащего категорическое утверждение об осуществлении фазы погоды, а вероятностный прогноз рассматривают как способ для прогнозиста избежать принятия решения. Однако, неопределенность ожидаемого состояния атмосферы при составлении детерминированного прогноза устраняется прогнозистом, который делает лучшую предположительную оценку вероятного исхода, не учитывая при этом реальных потребностей пользователя. Для повышения надежности детерминированных прогнозов при их подготовке требуются знание соотношения «затраты-потери» пользователя - стоимости защитных мер при ожидании неблагоприятных условий погоды и величины потерь, обусловленных воздействием неблагоприятных условий погоды в случае их пропуска. Вероятностная форма прогноза позволяет принимать более эффективные решения; при этом для пользователей, привыкших получать детерминированные прогнозы, формулирование неопределенности прогноза может быть представлено в виде сценариев, содержащих описание небольшого количества возможных исходов, вместо сообщения всех деталей вероятностного прогноза. Однако там, где это возможно, при выпуске прогнозов рекомендуется использовать полностью вероятностный подход [1]. Вероятностный прогноз содержит информацию о *вероятности наступления события* (например, превышения порогового значения метеорологической величины), имеющего значительные последствия, в отношении которых должны быть приняты решения, а также о *периоде времени и районе*, к которым относится прогноз (когда и где данное событие прогнозируется).

Исследования показали [1,2], что широкий круг лиц способен принимать более взвешенные решения, когда этим лицам предоставляется информация о неопределенности в прогнозах, а не детерминированный прогноз. Когда информация о неопределенности не предоставляется, люди делают собственные предположения.

Предоставление информации в вероятностной форме при прогнозировании суровой погоды и выпуске предупреждений увеличивает их эффективность. Пороговые значения суровой погоды должны отражать уровень воздействия, которое, как ожидается, метеорологические условия будут оказывать на общество, включая степень

опасности для жизни людей и имущества, а также дестабилизацию повседневной жизни. В настоящее время многие страны используют четырехцветную систему «светофор» (зеленый, желтый, оранжевый и красный), показывающую различные уровни риска (сочетания вероятности явления и его потенциального воздействия) и соответствующие уровни действий, которые пользователи должны предпринять. Для визуализации риска может быть использована матрица риска [3], разрабатываемая отдельно для каждого опасного явления, неблагоприятного условия погоды и их сочетаний, и отражающая потенциальное воздействие (ущерб) и вероятность возникновения события:

вероятность события \ ущерб	ущерб			
	<i>минимальный</i>	<i>незначительный</i>	<i>значительный</i>	<i>очень значительный</i>
<i>высокая</i>	зеленый	желтый	оранжевый	красный
<i>средняя</i>	зеленый	желтый	оранжевый	оранжевый
<i>низкая</i>	зеленый	зеленый	желтый	оранжевый
<i>очень низкая</i>	зеленый	зеленый	желтый	желтый

Значения ущерба устанавливаются на основании матрицы потерь потребителя при заданном уровне интенсивности и продолжительности явления [4], и ограничены величиной максимально возможных потерь. Для принятия решений важны цвет и положение в матрице. Прогнозист может быть очень уверен в наступлении события с незначительными последствиями (желтый цвет). Но наступление события с очень значительным ущербом может иметь большую неопределенность, обусловленную заблаговременностью прогноза (как правило, с уменьшением заблаговременности энтропия будет уменьшаться). Несмотря на одинаковый риск (желтый уровень), решения, принимаемые пользователем, будут различны. Для каждого уровня ущерба у пользователя существует разработанный комплекс мер, применение которых будет осуществляться в соответствии с рекомендациями метеорологов. По мере развития синоптической ситуации будет происходить изменение уровня риска (цвета) и положения в матрице, и принимаемые меры будут корректироваться. Приведенная модель позволяет конвертировать метеорологические параметры (интенсивность и продолжительность опасного явления или неблагоприятного условия погоды) в экономические (риск, ущерб) и отслеживать трек риска; метеоролог является консультантом по принятию погодозависимых решений. Количественная оценка эффективности решений, принимаемых с использованием гидрометеорологической информации, может быть получена на основании байесовского подхода к оценке потерь, обусловленных влиянием неблагоприятной погоды [5]. Для этого используется вероятностное описание соответствия прогноза фактической погоде, полученное путем преобразования матрицы сопряженности прогнозов и экономические последствия использования прогнозов, представленные в виде платежной матрицы (матрица потерь). Оптимальное управление погодными рисками позволяет минимизировать ущерб, обусловленный влиянием неблагоприятных гидрометеорологических условий.

Литература

1. Руководящие указания по системам ансамблевого прогнозирования и прогнозированию// ВМО-№ 1091. - 2012. - 37 с.
2. Канеман Д. Думай медленно..., решай быстро. М.: Изд. АСТ, 2018. - 653 с.
3. Using Multi-hazard, Impacts-based Forecast and Warning Services, Barbados Meteorological Services: <http://www.barbadosweather.org>

4. Хандожко Л.А., Коршунов А.А., Фокичева А.А. Выбор оптимального погодо-хозяйственного решения на основе прогноза опасных гидрометеорологических условий // Метеорология и гидрология. 2003. № 1. С. 5-17.
5. Хандожко Л.А. Экономическая метеорология. СПб: Гидрометеоиздат, 2005. – 490 с.

UNCERTAINTY OF IMPLEMENTATION OF METEOROLOGICAL FORECASTS AS A RISK FACTOR FOR DECISION MAKING

Fokicheva A.A.¹

¹ – *Russian State Hydrometeorological University, St.Petersburg, Russia, fokicheva@rshu.ru*

Abstract. The advantages of providing hydrometeorological information in probabilistic form are considered. A model for choosing a management decision based on the use of a risk matrix is presented.

Keywords: hydrometeorological information, uncertainty, probabilistic weather forecast, decision making