

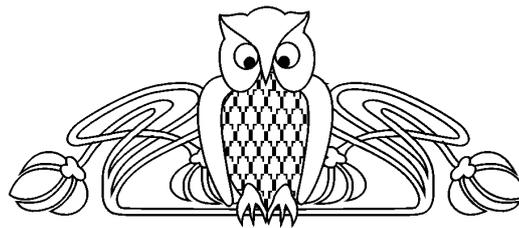


УДК 551.509.33

## К ВОПРОСУ ОПРАВДЫВАЕМОСТИ ДОЛГОСРОЧНЫХ ПРОГНОЗОВ ПОГОДЫ

С. Н. Лапина, С. В. Морозова

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского  
E-mail: swetwl@yandex.ru



В данной статье обсуждаются вопросы оправдываемости долгосрочных прогнозов погоды. На примере прогнозов периодов выпадения осадков показана возможность использования приемов оценки краткосрочных прогнозов к оценке оправдываемости долгосрочных прогнозов.

**Ключевые слова:** долгосрочный прогноз, методики оправдываемости прогнозов.

### As for the Verification Long-term Weather Forecasts

S. N. Lapina, S. V. Morozova

This article discusses the probability of long-term weather forecasts. For example, the long-term forecast of rainfalls the possibility of using assessment techniques to forecast short-term to the assessment of the probability of long-term forecasts.

**Key words:** long-term forecast, methods of predictability forecasts.

DOI: 10.18500/1819-7663-2016-16-4-210-212

Основным показателем успешности метеорологических прогнозов является оценка их оправдываемости, т. е. степень соответствия прогностических и фактически наблюдающихся значений метеорологических величин и явлений по данным метеостанций. В практике краткосрочного прогнозирования в зависимости от поставленной задачи используют административную и научную оценку. Административная оценка предусматривает расчет одного, двух и более показателей успешности с целью осуществления мониторинга общего прогнозирования [1, 2]. Научная оценка предполагает расчет ряда показателей успешности с целью определения сильных и слабых сторон методов и технологий прогнозирования. Оправдываемость единичного

суточного прогноза (административная оценка) рассчитывается по всему комплексу погоды и выражается в процентах [3]. Оценка оправдываемости метода прогнозирования отдельных явлений проводится по ряду прогнозов (за месяц, сезон, год и т. д.). Научная оценка показывает качество применяемого метода.

В практике краткосрочного прогнозирования для определения качества предлагаемых методов и осуществления общего мониторинга принято рассчитывать различные показатели: общую оправдываемость, меры успешности, критерии качества, надежности, точности и т. п. [2]. Для получения практически всех названных показателей составляются матрицы сопряженности, которые очень просты и удобны для последующих расчетов. Заметим, что указанные матрицы используются только для оценки альтернативных методических прогнозов. Общий вид матрицы сопряженности представлен в табл. 1. Матрица сопряженности содержит два прогностических условия: явление ожидается ( $\Pi$ ) или не ожидается ( $\bar{\Pi}$ ), и два исхода: явление было ( $\Phi$ ) или явления не было ( $\bar{\Phi}$ ). При этом в табл. 1 указывается число случаев прогнозов, обозначаемое  $n_{ij}$ , соответствующее сочетанию  $\Phi_i \sim \Pi_j$ , где  $\Phi_i$  – фактическая погода,  $\Pi_j$  – прогностическая.

Соответствующие сочетания характеризуют следующее:

$n_{11}$  – число случаев оправдавшихся прогнозов наличия явления: явление (или состояние погоды) прогнозировалось и фактически наблюдалось;

$n_{12}$  – число случаев неоправдавшихся прогнозов отсутствия явления: явление (или состояние погоды) не прогнозировалось, но фактически наблюдалось;

Таблица 1

Общий вид матрицы сопряженности

Фактически наблюдаемое, $\Phi_i$	Явление		$\sum_{j=1}^{m=2} n_j$
	Прогнозируемое, $\Pi_j$		
	$\Pi$ – наличие явления	$\bar{\Pi}$ – отсутствие явления	
$\Phi$ – явление наблюдалось	$n_{11}$	$n_{12}$	$n_{10}$
$\bar{\Phi}$ – явление не наблюдалось	$n_{21}$	$n_{22}$	$n_{20}$
$\sum_{i=1}^{n=2} n_i$	$n_{01}$	$n_{02}$	$N$



$n_{21}$  – число случаев неоправдавшихся прогнозов наличия явления: явление (или состояние погоды) прогнозировалось, но фактически не наблюдалось;

$n_{22}$  – число случаев оправдавшихся прогнозов отсутствия явления: явление (или состояние погоды) не прогнозировалось и фактически не наблюдалось.

$n_{10}$  – число случаев прогнозов наличия явления (или состояния погоды) – столько раз явление фактически наблюдалось;

$n_{20}$  – число случаев отсутствия явления (или состояния погоды) – столько раз явление фактически не наблюдалось;

$n_{01}$  – число случаев прогнозов наличия явления (или состояния погоды);

$n_{02}$  – число случаев прогнозов отсутствия явления (или состояния погоды);

$N$  – общее число прогнозов.

В оперативной практике краткосрочных прогнозов наиболее часто употребляются следующие критерии:

$$P = \frac{n_{11} + n_{22}}{N} - \text{общая оправдываемость ме-}$$

тодических прогнозов, численно равная отношению числа оправдавшихся прогнозов к общему числу прогнозов;

$$P_c = \frac{n_{01}n_{10} + n_{02}n_{20}}{N^2} - \text{оправдываемость слу-}$$

чайных прогнозов. Сравнение методических прогнозов со случайными позволяет установить, насколько методический прогноз, составляемый в оперативной практике, отличается от случайного текста прогноза, а также выявить качество применяемого метода.

$$H = \frac{P - P_c}{1 - P_c} - \text{критерий надежности по}$$

Н. Л. Багрову, характеризующий относительное приращение общей оправдываемости оцениваемых прогнозов (по сравнению со случайными) к максимально возможному;

$$Q = 1 - \left( \frac{n_{12}}{n_{10}} + \frac{n_{21}}{n_{20}} \right) - \text{критерий точности}$$

по А. М. Обухову, выражающий долю точных, успешных прогнозов при известной повторяемости фаз погоды.

Составленные за определенный период методические прогнозы распределяются в матрице сопряженности, на основании которой и проводится расчет критериев.

В оперативной практике долгосрочного прогнозирования (к категории таких прогнозов относят прогнозы, составляемые на месяц и более долгие сроки [4]), обычно прогнозируются аномалии средней месячной температуры воздуха и аномалии месячных сумм осадков. Обычно для оценки оправдываемости таких прогнозов применяются показатель аналогичности (оценка качества прогноза по знаку) и показатель точ-

ности значения аномалии [4]. Однако прогнозы аномалий далеко не всегда удовлетворяют практическим запросам. Наиболее востребованными потребителем являются прогнозы экстремумов метеорологических величин, имеющих наибольшую прогностическую ценность по сравнению с прогнозами средних месячных и средних сезонных аномалий. Методов, позволяющих прогнозировать экстремумы метеорологических величин с заблаговременностью месяц и более, не так много.

Одним из них является метод «плавающего аналога», предложенный в 80-х годах прошлого века [5–7]. На основе этого метода для Нижнего Поволжья [8–10] разработана физико-статистическая схема долгосрочного прогнозирования осадков и других элементов погоды, по которой в оперативном режиме для месяцев теплого полугодия составляются детализированные прогнозы хода элементов погоды в течение месяца, а именно указываются даты резких перепадов средней суточной температуры воздуха, даты периодов выпадения осадков.

Однако при расчете оправдываемости такого вида прогностической продукции возникают определенные трудности. В частности, оказывается возможным рассчитать только общий процент оправдываемости ( $P$ ) как отношение оправдавшихся прогнозов к общему числу прогнозов, что не позволяет оценить эффективность метода, качество и успешность таких прогнозов. При этом, в частности, для периодов выпадения осадков случай считался оправдавшимся, если даты ожидаемых и фактически выпавших осадков совпали или расхождение между ними не превышало двух дней. Определенная таким образом оправдываемость на материале 2005–2013 гг. составила 67,5%, что считается довольно успешным в практике долгосрочного прогнозирования [4].

Но как уже указывалось, при такой оценке нет возможности сравнить качество методических прогнозов со случайными и рассчитать критерии надежности и точности. При расчете этих показателей необходим учет и неоправдавшихся прогнозов, которые при данном способе оценки не рассматриваются. Такой учет возможен только при составлении матрицы сопряженности, аналогичной той, которая широко используется при оценке краткосрочных прогнозов.

Возможность использования матрицы сопряженности для оценки успешности долгосрочных прогнозов проверена на прогнозе осадков для месяцев теплого периода 2009 г., составленных для Саратова. Оценка проводилась по факту наличия или отсутствия осадков без учета их количества по данным наблюдений метеостанции Саратов Юго-Восток. К случаям наличия осадков относились даже их следы. Общий объем выборки 214 случаев. Весь массив полученных данных представлен в матрице сопряженности (табл. 2).



Таблица 2

Матрица сопряженности оправдываемости долгосрочных прогнозов осадков (апрель – октябрь 2009 г., м/с Саратов ЮВ)

$\Phi_i$	$\Pi_j$		$\Sigma$
	$\Pi$	$\bar{\Pi}$	
$\Phi$	35	40	75
$\bar{\Phi}$	28	111	139
$\Sigma$	63	151	214

По данным табл. 2 произведен расчет показателей  $P, P_c, H, Q$ . В результате общая оправдываемость методического прогноза за рассматриваемый период составила 68%. Оправдываемость случайного прогноза ( $P_c$ ) за этот же период составила 56%, что оказалось на 12% ниже методического и, безусловно, наглядно демонстрирует качество метода. Приращение общей оправдываемости методического прогноза по сравнению со случайным составляет 0,3 ( $H$ ) к максимально возможному. Доля точных прогнозов с учетом известных фаз явления ( $Q$ ) тоже составила 0,3.

Обращает внимание совпадение значений общей оправдываемости прогнозов 67,5% и 68% при использовании различных независимых способов оценки. Это позволяет считать приемлемым применение оценки оправдываемости, принятой в краткосрочном прогнозировании, к оценке отдельных видов долгосрочных прогнозов. Расчет критериев точности и надежности, а также сравнение методического прогноза со случайным подтверждает качество используемого метода долгосрочного прогнозирования периодов выпадения осадков в Саратове.

Таким образом, оценка успешности прогнозов при краткосрочном прогнозировании с использованием матрицы сопряженности, может быть применена и для оценки оправдываемости альтернативных долгосрочных прогнозов.

### Библиографический список

1. Хандожко Л. А. Экономическая метеорология. СПб.: Гидрометеоздат, 2005. 490 с.

2. Хандожко Л. А. Оценка экономического эффекта прогнозов погоды. Л.: Изд-во ЛПИ, 1987. С. 50.

3. Наставление по краткосрочным прогнозам погоды общего назначения. Руководящий документ РД 52.27.724-2009. Онинск: ИГ-СОЦИОН, 2009. С. 50.

4. Багров Н. А., Кондратович К. В., Педь Д. А., Урюмов А. И. Долгосрочные метеорологические прогнозы. Л., 1985. 248 с.

5. Мартазинова В. Ф., Младина Л. В. Способ детализированного прогноза погоды на месяц по методу «плавающий аналог» // Тр. / УкрНИИГМИ. 1986. Вып. 219. С. 37–42.

6. Мартазинова В. Ф., Иванова Е. К. Метод прогноза температуры и влажности воздуха для естественных синоптических периодов на территории Украины // Тр. / УкрНИИГМИ. 1991. Вып. 239. С. 63–68.

7. Martazinova V. F. Extended range forecasting in Ukraine // 2<sup>eme</sup> Conference Europeenne sur les Application de la Meteorologie. Toulouse, 1995. P. 116–117.

8. Морозова С. В. Физико-статистический метод прогноза экстремумов метеорологических величин // Учен. зап. Рос. гос. гидрометеорологического ун-та. 2010. № 14. С. 50–59.

9. Морозова С. В., Полянская Е. А., Пужлякова Г. А., Фетисова Л. М. Региональная модель долгосрочного прогноза резких изменений температуры воздуха с месячной заблаговременностью // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2004. Т. 4, вып. 1–2. С. 195–198.

10. Полянская Е. А., Морозова С. В., Пужлякова Г. А., Фетисова Н. А. Физико-статистический метод прогноза резких колебаний температуры воздуха в течение месяца. Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 2002. 24 с.

### Образец для цитирования:

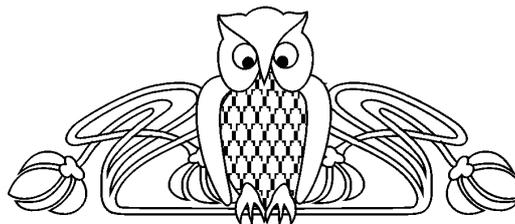
Лапина С. Н., Морозова С. В. К вопросу оправдываемости долгосрочных прогнозов погоды // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2016. Т. 16, вып. 4. С. 210–212. DOI: 10.18500/1819-7663-2016-16-4-210-212.

УДК 551.577 (470.44)

## МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛЕТА 2015 ГОДА В САРАТОВЕ

С. Н. Лапина

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского  
E-mail: kafmeteo@sgu.ru



На примере Саратова дана характеристика условий погоды и циркуляционных процессов летом 2015 г. Оценена их роль в образовании осадков.