

**О РЕЗУЛЬТАТАХ СРАВНИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ УСПЕШНОСТИ  
ПРОГНОЗОВ ОСАДКОВ ЗАБЛАГОВРЕМЕННОСТЬЮ ДО 5 СУТОК В  
ПРИМОРСКОМ КРАЕ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ, РАЗРАБОТАННЫХ В  
ГУ «ДВНИГМИ» (автор – Е.М. Вербицкая)  
И В ГУ «ГИДРОМЕТЦЕНТР РОССИИ» (технология РЭП)**

Метод прогноза полусуточных сумм осадков в пункте на срок до 5 суток (на исторических архивах реанализов США) разработан в отделе гидрометеорологических прогнозов ГУ «ДВНИГМИ» (далее – метод ДВНИГМИ, автор – Е.М. Вербицкая). Метод проходил оперативные испытания в Отделе метеорологических прогнозов погоды Гидрометцентра Приморского УГМС с 1 января 2004 по 31 декабря 2006 года. Решением Центральной методической комиссии по гидрометеорологическим и гелиогеофизическим прогнозам от 21 марта 2008 года Приморскому УГМС разрешено опытное использование прогнозов полусуточных сумм осадков в пунктах на срок до 3 суток в качестве консультативного материала и поручено провести сравнение их успешности с успешностью прогнозов осадков заблаговременностью до 5 суток на основе оперативной технологии РЭП (ГУ «Гидрометцентр России», авторы – П.П. Васильев, Е.Л. Васильева).

**Методика сравнения**

С июля 2008 по апрель 2009 года в Гидрометцентре Приморского УГМС проведена сравнительная оценка успешности прогнозов осадков по методу ДВНИГМИ и на основе оперативной технологии РЭП. Для сравнительного анализа методов были выбраны восемь пунктов Приморского края, расположенных в различных физико-географических районах.

Для установления успешности прогнозов рассчитывались, согласно Наставлению [1], общая оправдываемость прогноза осадков  $P$ , %; и, согласно Методическим указаниям [2], следующие статистические показатели:

- оправдываемость альтернативного прогноза факта выпадения осадков  $U$ , %:

$$U = \frac{n_{11} + n_{22}}{N} \cdot 100,$$

где  $n_{11}$  – число оправдавшихся прогнозов факта наличия осадков;  $n_{22}$  – число оправдавшихся прогнозов отсутствия осадков;  $N$  – общее число прогнозов;

– оправдываемость прогноза факта отсутствия осадков  $U_{\bar{o}c}$ , %:

$$U_{\bar{o}c} = \frac{n22}{n20} \cdot 100,$$

где  $n20$  – число прогнозов отсутствия осадков;

– оправдываемость прогноза наличия осадков  $U_{oc}$ , %:

$$U_{oc} = \frac{n11}{n10} \cdot 100,$$

где  $n10$  – число прогнозов наличия осадков;

– предупрежденность факта отсутствия осадков  $\Pi_{\bar{o}c}$ , %:

$$\Pi_{\bar{o}c} = \frac{n22}{n02} \cdot 100,$$

где  $n02$  – число случаев без осадков;

– предупрежденность факта наличия осадков  $\Pi_{oc}$ , %:

$$\Pi_{oc} = \frac{n11}{n01} \cdot 100,$$

где  $n01$  – число случаев с осадками;

– критерий качества Пирси-Обухова:

$$T = n11/n01 - n12/n02 = n22/n02 - n21/n01,$$

где  $n12$  – число неоправдавшихся прогнозов факта осадков;  $n21$  – число неоправдавшихся прогнозов отсутствия осадков.  $T$  принимает значения от  $-1,0$  до  $1,0$ . Для идеального прогноза  $T=1,0$ ;

– средняя абсолютная ошибка прогноза количества осадков  $E$ , мм:

$$E = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |Q_{\phi i} - Q_{ni}|,$$

где  $Q_{\phi i}$  и  $Q_{ni}$  – фактическое и прогностическое количество осадков в пункте прогноза соответственно;

– средняя арифметическая (систематическая) ошибка прогноза количества осадков  $E_{ap}$ , мм:

$$E_{ap} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (Q_{\phi i} - Q_{ni}).$$

## Результаты сравнительной оценки

В табл. 1 представлены средние за весь период испытания показатели успешности прогнозов осадков заблаговременностью 24, 48, 72, 96 и 120 ч по пунктам Приморского края.

Сравнение показателей успешности прогнозов осадков показало, что в среднем для всех сроков успешность прогнозов осадков по технологии РЭП выше, чем по методу ДВНИГМИ.

Средняя общая оправдываемость прогнозов осадков по технологии РЭП на 1-е сутки составляет 75 %, по методу ДВНИГМИ – 65 %; на 2-е сутки – 76 и 66 % соответственно. На 3-и и 4-е сутки средняя общая оправдываемость осадков по технологии РЭП составила 74 %, по методу ДВНИГМИ – 65 и 66 % соответственно, на 5-е сутки – 63 и 70 %. Полученные результаты указывают на то, что общая оправдываемость прогнозов осадков по технологии РЭП выше оправдываемости прогнозов осадков по методу ДВНИГМИ в среднем на 10 %. При этом оправдываемость прогнозов осадков на каждые последующие сутки изменяется незначительно (на 1–2 %). Оправдываемость прогноза факта наличия осадков для рассматриваемых методов ниже общей оправдываемости в среднем на 1–7 %.

Оправдываемость прогноза факта отсутствия осадков для двух методов выше оправдываемости прогноза наличия осадков, т. е. оба метода лучше работают в случае прогноза отсутствия осадков. При этом оправдываемость прогнозов на основе технологии РЭП выше оправдываемости аналогичных прогнозов по методу ДВНИГМИ в среднем на 10–20 %.

Предупрежденность случаев с осадками по технологии РЭП в среднем составляет 85 % при заблаговременности 24 ч и 75 % при заблаговременности 120 ч, а предупрежденность случаев без осадков – 68–70 %. Метод ДВНИГМИ, наоборот, отсутствие осадков предупреждает в 73–78 % случаев, наличие осадков – только в 34–36 % случаев.

Прогнозы осадков на основе технологии РЭП заблаговременностью до 96 ч характеризовали критерии качества Пирси-Обухова величиной 0,5 и при заблаговременности 120 ч – величиной 0,4, что свидетельствует о практической значимости этих прогнозов. Прогнозы осадков по методу ГУ «ДВНИГМИ» имели критерий качества Пирси-Обухова величиной 0,1.

Средняя абсолютная ошибка прогнозов количества осадков у метода ДВНИГМИ в среднем составляет 2,6 мм, что превышает ошибку прогноза осадков по технологии РЭП на 0,7 мм.

Средняя арифметическая ошибка прогнозов количества осадков по технологии РЭП в среднем составляла 1 мм, а по методу ДВНИГМИ – 0,4 мм. Данный показатель говорит о том, что оба метода систематически завышают количество прогнозируемых осадков.

В табл. 2 представлена общая оправдываемость методических прогнозов осадков заблаговременностью 24 ч по станциям Приморского края в сравнении с синоптическими прогнозами. Сравнение показало, что оправдываемость синоптических прогнозов по всем пунктам Приморского края выше оправдываемости методических прогнозов в среднем на 19–29 %. Следует отметить, что успешность методических прогнозов в различных физико-географических районах Приморского края неодинакова. Оправдываемость прогнозов осадков по технологии РЭП в прибрежных (Владивосток, Сад-город, Терней, Золотой) и равнинных (Пограничный) районах несколько выше, чем в горных районах (Анучино) и предгорьях (Дальнереченск, Кировский). Прогнозы осадков по методу ДВНИГМИ лучше оправдываются в пунктах, расположенных на южном побережье (Владивосток, Сад-город), в горных и равнинных районах.

Таблица 2

**Оправдываемость  $P$  (%) методических и синоптических прогнозов осадков заблаговременностью 24 ч по пунктам Приморского края**

Пункт	Методические прогнозы		Синоптические прогнозы
	РЭП	ДВНИГМИ	
Анучино	71	67	93
Владивосток	84	67	93
Сад-город	76	66	94
Пограничный	77	75	97
Дальнереченск	66	57	96
Кировский	72	64	95
Золотой	79	63	94
Терней	75	62	91
<i>Среднее</i>	75	65	94

### Выводы

1. По восьми пунктам Приморского края общая оправдываемость прогнозов осадков по технологии РЭП выше оправдываемости прогнозов осадков по методу ДВНИГМИ в среднем на 10 %.
2. Средняя оправдываемость прогнозов осадков на 24 ч по технологии РЭП составляет 75 %, по методу ДВНИГМИ – 65 %.
3. Общая оправдываемость прогнозов осадков на каждую последующую заблаговременность изменяется незначительно (на 1–2 %).

4. У обоих методов оправдываемость прогнозов факта отсутствия осадков выше оправдываемости прогнозов наличия осадков, т.е. оба метода лучше работают в случае прогноза отсутствия осадков.

5 Оправдываемость прогнозов, составленных синоптическим методом, по восьми станциям Приморского края выше оправдываемости методических прогнозов в среднем на 19–29 %.

6. Качество прогнозов в целом за период испытаний можно считать удовлетворительным, преимущественно у метода прогноза на основе технологии РЭП.

### **Рекомендации о внедрении**

Технический совет Гидрометцентра Приморского УГМС в своем решении от 13 мая 2009 года одобрил проведенную работу и рекомендовал использование прогнозов осадков на основе технологии РЭП, поступающих из Гидрометцентра России, в оперативной практике Отдела метеорологических прогнозов Гидрометцентра Приморского УГМС в качестве вспомогательных при прогнозе осадков по станциям Приморского края.

### **Список литературы**

1. РД 52.88.629–2002. Наставление по краткосрочным прогнозам погоды общего назначения.
2. РД 52.27.284–91. Методические указания. Проведение производственных (оперативных) испытаний новых и усовершенствованных методов гидрометеорологических и гелиографических прогнозов.

Таблица 1

## Сравнительная оценка успешности прогнозов осадков заблаговременностью до 120 ч по восьми пунктам Приморского края

Показатель успешности прогноза	Анучино		Владивосток		Сад-город		Пограничный		Дальнереченск		Кировский		Золотой		Терней		Среднее	
	РЭП	ДВНИГМИ	РЭП	ДВНИГМИ	РЭП	ДВНИГМИ	РЭП	ДВНИГМИ	РЭП	ДВНИГМИ	РЭП	ДВНИГМИ	РЭП	ДВНИГМИ	РЭП	ДВНИГМИ	РЭП	ДВНИГМИ
<b>Заблаговременность 24 ч</b>																		
<i>P</i>	71	67	84	67	76	66	77	75	66	57	72	64	79	63	75	62	75	65
<i>U</i>	55	60	71	70	70	70	71	74	68	51	64	60	76	62	74	75	68	65
<i>U<sub>б.ос</sub></i>	87	76	94	79	90	81	95	82	90	62	86	68	97	73	94	74	91	74
<i>U<sub>ос</sub></i>	38	32	39	38	49	30	34	40	51	33	50	38	54	31	51	28	46	34
<i>П<sub>б.ос</sub></i>	44	66	72	83	65	80	70	85	58	62	51	66	69	74	68	75	62	74
<i>П<sub>ос</sub></i>	84	43	78	50	81	31	80	35	86	32	86	40	94	30	88	26	85	36
<i>T</i>	0,5	0,1	0,5	0,3	0,5	0,1	0,5	0,2	0,4	0,1	0,4	0,1	0,6	0,1	0,6	0,1	0,5	0,1
<i>E</i>	1,1	0,7	1,2	0,7	2,3	0,5	1,3	0,9	1,7	2,2	1,5	2,2	2,6	7,8	1,6	8,2	1,7	2,9
<i>E<sub>ар</sub></i>	1,1	0,3	0,4	-0,1	0,4	0,1	1,3	0,7	1,1	-0,2	0,6	-0,4	1,4	3,6	0,4	4,8	0,8	1,1
<b>Заблаговременность 48 ч</b>																		
<i>P</i>	73	64	78	66	78	67	75	79	68	59	74	61	79	66	79	63	76	66
<i>U</i>	63	63	75	66	68	68	75	75	71	54	69	53	77	56	74	78	72	64
<i>U<sub>б.ос</sub></i>	88	80	94	79	92	80	98	83	92	68	91	63	93	67	93	72	93	74
<i>U<sub>ос</sub></i>	45	33	48	33	44	29	38	27	54	32	55	34	57	21	54	28	49	30
<i>П<sub>б.ос</sub></i>	55	68	73	74	63	79	71	87	61	62	56	64	72	74	68	78	65	73
<i>П<sub>ос</sub></i>	85	49	83	40	83	31	92	21	89	38	91	33	88	16	88	22	87	31
<i>T</i>	0,4	0,2	0,6	0,1	0,5	0,1	0,4	0,1	0,5	-0,1	0,5	0,1	0,6	-0,1	0,6	0,0	0,5	0,1
<i>E</i>	2,8	0,6	0,6	1,3	0,8	1,1	1,7	0,9	1,6	2,6	1,8	3,1	1,4	5,2	1,9	5,5	1,6	2,5
<i>E<sub>ар</sub></i>	2,8	0,1	0,3	-0,6	0,6	-0,1	1,6	0,5	1,3	-0,2	1,2	0,2	0,2	1,3	1,2	1,2	1,2	0,2

Заблаговременность 72 ч																		
<i>P</i>	73	66	78	68	80	68	73	76	66	58	72	62	77	63	75	62	74	65
<i>U</i>	65	62	74	71	74	67	73	68	67	52	69	55	75	59	70	82	71	65
<i>U<sub>б.ос</sub></i>	91	81	96	83	92	82	97	79	92	64	92	64	90	68	91	72	93	74
<i>U<sub>ос</sub></i>	45	27	44	39	53	29	37	21	49	30	52	37	56	31	46	39	48	32
<i>Π<sub>б.ос</sub></i>	56	68	71	78	70	75	70	82	58	64	57	68	72	74	66	82	65	74
<i>Π<sub>ос</sub></i>	86	42	88	47	84	37	88	19	88	30	91	33	81	25	82	27	86	33
<i>T</i>	0,4	0,1	0,6	0,3	0,5	0,1	0,6	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1
<i>E</i>	4,7	0,7	0,9	1,0	1,2	1,2	2,0	1,2	2,4	2,5	2,1	2,9	2,1	4,5	1,9	5,7	1,8	2,5
<i>E<sub>ар</sub></i>	4,7	0,1	0,7	-0,2	0,6	-0,1	1,9	0,3	2,0	-0,3	1,5	0,1	1,3	0,4	0,5	0,5	1,7	0,1
Заблаговременность 96 ч																		
<i>P</i>	70	68	76	70	79	69	75	71	64	60	72	60	76	63	77	67	74	66
<i>U</i>	63	61	75	68	72	67	67	70	63	61	66	53	76	64	75	80	70	66
<i>U<sub>б.ос</sub></i>	87	79	95	84	93	82	97	82	90	75	91	64	92	77	91	75	92	77
<i>U<sub>ос</sub></i>	45	25	50	35	45	20	29	20	43	36	49	32	54	30	53	38	44	30
<i>Π<sub>б.ос</sub></i>	55	69	72	74	68	76	64	81	54	68	55	61	73	75	72	80	64	73
<i>Π<sub>ос</sub></i>	82	35	87	50	85	27	86	21	86	45	89	36	83	32	81	32	85	35
<i>T</i>	0,4	0,1	0,6	0,2	0,5	0,1	0,5	0,1	0,4	0,1	0,4	0,1	0,6	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1
<i>E</i>	2,2	0,8	1,3	1,4	2,1	1,2	2,4	0,9	1,8	2,6	1,9	3,0	4,3	6,1	2,1	4,6	2,2	2,6
<i>E<sub>ар</sub></i>	2,0	0,1	0,8	-0,4	0,9	-1,0	2,3	0,5	0,9	-0,2	1,0	0,7	-1,1	1,5	0,7	2,2	0,9	0,4
Заблаговременность 120 ч																		
<i>P</i>	73	73	73	71	76	69	70	75	59	67	69	61	74	70	70	72	63	70
<i>U</i>	63	58	74	73	71	68	61	72	63	61	62	58	69	68	69	83	67	87
<i>U<sub>б.ос</sub></i>	88	79	91	84	88	79	94	77	86	72	88	71	85	77	86	80	88	77
<i>U<sub>ос</sub></i>	38	39	40	46	47	29	27	25	44	36	43	33	43	38	45	37	41	35
<i>Π<sub>б.ос</sub></i>	54	72	75	80	70	80	59	89	56	71	53	66	70	81	70	83	63	78
<i>Π<sub>ос</sub></i>	80	42	70	53	75	26	76	12	80	37	83	38	65	32	68	33	75	34
<i>T</i>	0,3	0,1	0,5	0,3	0,5	0,1	0,4	0,1	0,4	0,1	0,4	0,1	0,4	0,1	0,4	0,2	0,4	0,1
<i>E</i>	2,3	0,7	1,6	1,0	2,6	1,2	2,3	0,5	2,5	2,5	2,6	2,3	2,0	6,5	2,5	4,8	2,2	2,7
<i>E<sub>ар</sub></i>	2,3	0,1	1,3	-0,5	1,1	-1,1	2,1	-0,3	2,0	-0,2	1,7	-0,5	0,8	1,3	1,0	1,0	1,5	0,1