

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ПРОГНОЗОВ ОСАДКОВ ПО ПУНКТУ РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ В ТРЕХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЦЕНТРАХ УРАЛА**

Прогноз осадков является неотъемлемой частью общего прогноза погоды, а прогноз сильных дождей, количество осадков при которых превышает 15 мм/12ч, имеет огромное практическое значение, так как такие осадки нередко сопровождаются значительным ущербом, а при развитии быстроразвивающихся наводнений – нередко угрожают жизни людей. Поэтому синоптики прогностической сети Росгидромета проявляют инициативу в испытании появившихся в последнее время модельных прогнозов осадков, а также прогнозов осадков, реализованных в автоматизированных технологиях, доступных в реальном режиме времени с сайтов организаций-разработчиков.

Испытывались прогнозы осадков:

- модели ПЛАВ ФГБУ «Гидрометцентр России» и ИВМ РАН (автор – М.А. Толстых);
- модели REGION (автор – В.М. Лосев, ФГБУ «Гидрометцентр России»);
- комплексного метода ФГБУ «Гидрометцентр России» (авторы – А.Н. Багров, В.А. Гордин, ФГБУ «Гидрометцентр России»), реализованного на данных моделей атмосферы УКМО (Великобритания), NCEP (США) и мезомасштабной модели COSMO-Ru07 (версия ФГБУ «Гидрометцентр России»). Подробнее с описанием метода можно ознакомиться по адресу <http://method.meteorf.ru/>;

- технологии РЭП (расчета элементов погоды) – автоматизированный вероятностный прогноз количества осадков на пентаду, детализированный с суточным разрешением (автор – П.П. Васильев, ФГБУ «Гидрометцентр России»);

- по данным радиозондирования атмосферы, реализованного в АРМ ГИС Метео. Следует заметить, что прогноз осадков в АРМ ГИС Метео по данным радиозондирования атмосферы с учетом вертикальных движений атмосферы – это адаптированный к АРМ метод прогноза осадков, изложенный в Руководстве по краткосрочным прогнозам погоды [4].

Ниже представлены результаты испытаний прогнозов осадков в трех крупнейших экономических центрах Урала, расположенных на стыке европейских и азиатских районов России:

1) результаты испытаний прогнозов осадков модели ПЛАВ, комплексного метода ФГБУ «Гидрометцентр России», технологии РЭП, по данным радиозондирования в АРМ ГИС Метео по Екатеринбургу с заблаговременностью 24–36 ч;

2) результаты испытаний прогнозов осадков модели ПЛАВ по Челябинску с заблаговременностью 24–36 ч;

3) результаты испытаний прогнозов осадков модели REGION ФГБУ «Гидрометцентр России» по Кургану с заблаговременностью 24–36 ч.

Ознакомление с результатами представляемых испытаний будет полезным для синоптиков других УГМС, не имеющих по той или иной причине возможности самостоятельно провести оперативные испытания модельных прогнозов осадков.

Для определения степени надежности испытываемого метода были рассчитаны характеристики качества прогнозов:

– оправдываемость прогнозов  $U$  (%) согласно Наставлению [3] в холодный и теплый периоды;

– оправдываемость прогнозов по факту с явлением ( $U_{oc}$ ), без явления ( $U_{б.ос}$ ) и общая оправдываемость ( $U$ ), предупрежденность прогнозов с явлением ( $P_{oc}$ ) и без явления ( $P_{б.ос}$ ), суммарные показатели ( $U_{oc} + P_{oc}$ ), ( $U_{б.ос} + P_{б.ос}$ ), критерий надежности Багрова ( $H$ );

– оправдываемость прогнозов сильных осадков по факту и предупрежденность прогнозов сильных осадков;

– оправдываемость прогнозов по Наставлению [3] за весь период.

## **1. Испытания прогнозов осадков в ФГБУ «Свердловский ЦГМС-Р» по Екатеринбургу**

В ФГБУ «Свердловский ЦГМС-Р» испытания прогнозов осадков модели ПЛАВ, комплексного метода ФГБУ «Гидрометцентр России», технологии РЭП и по данным радиозондирования в АРМ ГИС Метео по Екатеринбургу проводились в 2011–2012 гг. Большинство из перечисленных методов прогноза были рекомендованы ЦМКП Росгидромета к использованию на практике, их прогнозы передаются в реальном режиме времени. Цель испытаний – установить приоритеты прогнозов для использования в оперативной практике. Испытываемые прогнозы сравнивались с краткосрочными прогнозами осадков синоптиков.

Период испытаний – с апреля 2011 г. по март 2012 года. В большинстве месяцев периода испытаний наблюдался дефицит осадков, за весь период выпало 80 % от нормы осадков. Лето 2011 г. было умеренно-теплым, во второй половине – сухим; зима – на

редкость малоснежной. Случаи с осадками составили 26 %, с умеренными и сильными осадками – около 9 % (65 случаев) и лишь 2 случая из них – с сильными осадками.

Прогнозы осадков оценивались по полусуткам согласно Наставлению [3]. Кроме того, при испытании прогнозов руководствовались Положением [1] и РД [2]. Если количество осадков методом прогнозировалось по 6-часовым промежуткам, то два прогноза суммировались, т.е. приводились к 12-часовым периодам. За факт осадков принимались осадки количеством 0,1 мм и более. Всего было оценено 3650 полусуточных и 300 суточных прогнозов. Прогноз осадков в технологии РЭП имеет суточное разрешение, поэтому полученные выводы по этому методу условны в сравнении с другими методами.

Для выяснения, какой прогноз осадков точнее, во-первых, рассчитывалась оправдываемость прогнозов по Наставлению [3, табл. 1]. Разница в оправдываемости прогнозов с заблаговременностью 24 и 36 ч (ночь и день) в среднем за период испытаний незначительна – 1–2 %. Успешность прогнозов осадков в зимние месяцы достаточно высока: 89–96 %, в летние месяцы (май-июль) – ниже – 66–88 %. Пик фактических летних осадков пришелся на июнь–июль, оправдываемость прогнозов в этот период самая низкая за весь период испытаний. Минимум фактических летних осадков был в августе – оправдываемость прогнозов выросла. В зимний минимум осадков (декабрь–февраль) оправдываемость прогнозов выше всего. Средняя оправдываемость колеблется от 81,8 % у прогнозов по радиозонду (ГИС Метео) до 86,3 % у прогнозов комплексным методом. Оправдываемость синоптических прогнозов – 83,6 %. Это среднее положение среди испытываемых методов.

Прогноз осадков комплексным методом имеет преимущество оправдываемости в семи из двенадцати месяцев (апрель – сентябрь, ноябрь) и в среднем за период испытаний. Следует отметить, что в период удачных прогнозов вошли летние месяцы, трудные для прогнозирования ливневых осадков. Наименьшую оправдываемость показал метод по данным радиозондирования из ГИС Метео.

Метод расчета осадков в технологии РЭП с суточным разрешением показал оправдываемость прогнозов в среднем 84,3 %. Высокую оправдываемость (95–96,7 %) прогнозы имеют в феврале–январе.

Оправдываемости прогнозов осадков по факту наличия и отсутствия осадков представлены в табл. 2. Лучшие показатели остаются за комплексным методом, средняя за год общая оправдываемость – 80,1 %, что на 1,8 % выше синоптических прогнозов. Если сравнивать прогнозы по периодам года, то хорошие результаты прогнозирования осадков в холодный период показала модель ПЛАВ – 81,5 %. Однако в теплый период прогнозы ПЛАВ

с оправдываемостью 67,6 % значительно уступают прогнозам комплексным методом (79,7 %) и прогнозам синоптиков (79,2 %). Факт отсутствия осадков Уб.ос всеми испытываемыми методами прогнозируется надежно, особенно технологией ГИС Метео (96,1 %) и синоптиками (93,3 %).

Факт наличия осадков прогнозируется намного хуже всеми методами. Оправдываемость наличия осадков Уос у прогнозов комплексного метода 62,5 %, у прогнозов синоптиков – 58,5 %. Наиболее низкая оправдываемость у прогнозов в ГИС Метео – 48,2 %. Зато у этого метода самая высокая предупреденность (89,9 %), однако она такова за счет «ложных» прогнозов с осадками. За счет этого и суммарный показатель (Уос+Пос) у него достаточно высокий (138,1 %). И хотя комплексный метод лишь не намного (на 0,6 %) превышает метод из ГИС Метео по суммарному показателю (138,7 %), показатели оправдываемости и предупреденности осадков у комплексного метода имеют меньшую разницу. Самый высокий суммарный показатель у прогнозов синоптиков (139,8 %). Осадки холодного периода по факту прогнозируются точнее осадков теплого периода (выше оправдываемость), но их предупреденность ниже. В холодный период ниже и суммарный показатель. Критерии Пирси-Обухова и Багрова удовлетворительны во всех случаях и колеблются от 0,3 до 0,7.

Оправдываемость факта выпадения осадков (с суточным разрешением) в технологии РЭП в среднем за весь период испытаний 70,2 %, предупреденность – 81,6 %, суммарный показатель – 151,8 %, в холодный период прогнозы точнее.

Также рассчитаны показатели успешности прогнозов умеренных и сильных осадков (табл. 3). Поскольку случаев с сильными осадками было очень мало (лишь 2 случая), они рассматриваются в одной группе с умеренными осадками (в сумме 65 случаев).

Таблица 3

**Оправдываемость прогнозов (%) умеренных и сильных осадков  
с заблаговременностью 24 ч (ночь) и 36 ч (день) в Екатеринбурге**

Показат. качества прогнозов	ПЛАВ			Комплексный метод			ГИС Метео			РЭП сутки	Прогнозы синоптиков		
	ночь	день	средн	ночь	день	средн	ночь	день	средн		ночь	день	средн
Уос	52,0	43,1	<b>51,4</b>	51,2	74,0	<b>65,7</b>	44,4	70,2	<b>64,2</b>	<b>59,6</b>	29,0	48,5	<b>38,8</b>
Пос	38,0	57,5	<b>43,6</b>	24,3	44,5	<b>35,8</b>	21,3	52,7	<b>39,9</b>	<b>62,0</b>	36,7	58,3	<b>47,5</b>
Уос+Пос	90,0	100,6	<b>95,0</b>	75,5	118,5	<b>101,5</b>	65,8	122,9	<b>104,1</b>	<b>121,6</b>	65,7	106,9	<b>86,3</b>

Оправдываемость выпадения умеренных и сильных осадков наиболее высокая у комплексного метода, наименьшая – у прогнозов синоптиков. Предупреденность, наоборот, наиболее высокая у синоптиков. Суммарный показатель ни у одного из методов не удовлетворяет критерию достаточной надежности, наиболее высокий – 104,1 и 101,5 % – у

прогнозов ГИС Метео и комплексного метода. Суточные прогнозы технологии РЭП также не дотягивают до критерия достаточной надежности ( $121,6 \% < 130 \%$ ).

Технический совет ФГБУ «Свердловский ЦГМС-Р» сделал выводы:

- ни один из рассмотренных методов в полной мере не удовлетворяет критериям качества;
- прогноз факта отсутствия осадков прогнозируется всеми методами успешно, с оправдываемостью выше 90 %;
- прогноз факта выпадения осадков лучше оправдывается у комплексного метода;
- все испытываемые методы с неудовлетворительным качеством прогнозируют умеренные и сильные осадки.

На основе полученных результатов рекомендовано использовать в качестве консультативных методов при прогнозе осадков комплексный метод ФГБУ «Гидрометцентр России» и метод, реализованный в АРМ ГИС Метео.

## 2. Испытания прогнозов осадков в ФГБУ «Челябинский ЦГМС» по Челябинску

В Челябинске (метеостанция Челябинск-город) в период 2010–2011 гг. испытывались прогнозы осадков модели ПЛАВ-2008. Время старта модели в 00 ч ВСВ. Прогнозы использовались с сайта ФГБУ «Гидрометцентр России». Прогнозы осадков модели ПЛАВ сравнивались с прогнозами, рассчитанными по методу из Руководства [4]. Составлено 656 прогнозов.

В табл. 4 представлены результаты оценки оправдываемости прогнозов за холодный и теплый периоды года согласно Наставлению [3].

Таблица 4

**Оправдываемость прогнозов U (%) осадков с заблаговременностью 24 ч (ночь) и 36 ч (день) в Челябинске согласно Наставлению [3] за холодный и теплый периоды года**

Метод	Заблаговременность 24 ч		Заблаговременность 36 ч	
	Холодный период	Теплый период	Холодный период	Теплый период
ПЛАВ	81	80	81	76
Из Руководства [4]	85	88	84	85

Как видим из табл. 4, общая оправдываемость прогнозов мало зависит от сезона. Оправдываемость метода из Руководства [4] на 3–9 % выше, чем у модели ПЛАВ.

В табл. 5 рассматриваются характеристики успешности методов прогноза осадков с заблаговременностью 24 ч, в табл. 6 – с заблаговременностью 36 ч в целом за весь период испытаний.

Таблица 5

**Таблица сопряженности (количество случаев) и характеристики успешности прогнозов осадков с заблаговременностью 24 ч по Челябинску**

Прогноз	Наблюдалось		Сумма	U, %	(U+П), %
	с явлением	без явления			
<b>По модели ПЛАВ</b>					
Осадки	125	80	205	U <sub>ос</sub> = 61	U <sub>ос</sub> +П <sub>ос</sub> = 115
Без осадков	106	345	451	U <sub>б.ос</sub> = 76	U <sub>б.ос</sub> +П <sub>б.ос</sub> = 157
Сумма	231	425	656	U = 72	
П, %	П <sub>ос</sub> =54	П <sub>б.ос</sub> =81		H = 0,36	
<b>Метод из Руководства [4]</b>					
Осадки	169	56	225	U <sub>ос</sub> = 75	U <sub>ос</sub> +П <sub>ос</sub> = 148
Без осадков	62	369	431	U <sub>б.ос</sub> = 86	U <sub>б.ос</sub> +П <sub>б.ос</sub> = 173
Сумма	231	425	656	U = 82	
П, %	П <sub>ос</sub> = 73	П <sub>б.ос</sub> = 87		H = 0,60	

Таблица 6

**Таблица сопряженности (количество случаев) и характеристики успешности прогнозов осадков с заблаговременностью 36 ч по Челябинску**

Прогноз	Наблюдалось		Сумма	U, %	(U+П), %
	с явлением	без явления			
<b>По модели ПЛАВ</b>					
Осадки	170	80	250	U <sub>ос</sub> = 68	U <sub>ос</sub> +П <sub>ос</sub> = 132
Без осадков	94	312	406	U <sub>б.ос</sub> = 77	U <sub>б.ос</sub> +П <sub>б.ос</sub> = 157
Сумма	264	392	656	U = 73	
П, %	П <sub>ос</sub> = 64	П <sub>б.ос</sub> = 80		H = 0,44	
<b>Метод из Руководства [4]</b>					
Осадки	194	54	248	U <sub>ос</sub> = 78	U <sub>ос</sub> +П <sub>ос</sub> = 151
Без осадков	70	338	408	U <sub>б.ос</sub> = 83	U <sub>б.ос</sub> +П <sub>б.ос</sub> = 169
Сумма	264	392	656	U = 81	
П, %	П <sub>ос</sub> = 73	П <sub>б.ос</sub> = 86		H = 0,60	

Как видно из таблиц, оправдываемость и предупрежденность (U<sub>ос</sub> и П<sub>ос</sub>) прогнозов по модели ПЛАВ близка к удовлетворительной. При этом прогнозы отсутствия осадков точнее. Оправдываемость наличия осадков (U<sub>ос</sub>) составляет 61 % с заблаговременностью 24 ч и 68 % с заблаговременностью 36 ч, оправдываемость отсутствия осадков U<sub>б.ос</sub> 76 и 77 %

соответственно. Предупрежденность наличия осадков (Пос) с заблаговременностью 24 ч – 54 %, с заблаговременностью 36 ч – 64 %. Прогнозы на дневное время точнее, чем на ночное. Предупрежденность отсутствия осадков (Пб.ос), соответственно, 81 и 80 %. У прогнозов, рассчитанных по методу из Руководства [4], все перечисленные характеристики точности прогнозов выше. Оправдываемость наличия осадков (Uос) составляет 75 % с заблаговременностью 24 ч и 78 % с заблаговременностью 36 ч, оправдываемость отсутствия осадков Uб.ос 86 и 83 % соответственно. Предупрежденность наличия осадков (Пос) с заблаговременностью 24 и 36 ч – 73 %. Предупрежденность отсутствия осадков (Пб.ос), соответственно, 87 и 86 %.

Суммарный показатель (Uос+Пос) с заблаговременностью 24 ч у испытываемого метода равен 115 %, т.е. меньше необходимых 130 %, а с заблаговременностью 36 ч – 132 %. У прогнозов, рассчитанных по методу из Руководства [4], данный показатель значительно выше и превышает критерий в 130 %. Соответственно, он равен для заблаговременности 24 ч – 148 % и для заблаговременности прогнозов 36 ч – 151 %. Суммарный показатель для прогнозов без осадков выше у обоих методов: у испытываемого метода для заблаговременностей прогноза 24 ч и 36 ч равен 157 %, у метода из Руководства – 173 % для 24 ч и 169 % – для 36 ч. Величина критерия Багрова у прогнозов модели ПЛАВ на 24 ч – 0,36, на 36 ч – 0,44, что больше 0,33 и говорит об их достаточной надежности. Однако у метода из Руководства [4] критерий надежности, как и остальные показатели, выше и составляет 0,6.

В табл. 7 представлены показатели оправдываемости (Uос) и предупрежденности (Пос) прогнозов сильных осадков. Оценка таких прогнозов проводилась альтернативно. Прогноз считался оправдавшимся при выпадении количества осадков: 6–19 мм твердых, 15–49 мм жидких за период 12 ч.

Таблица 7

**Оправдываемость и предупрежденность (%) прогнозов сильных осадков с заблаговременностью 24 ч (ночь) и 36 ч (день) для Челябинска**

Метод	Заблаговременность 24 ч			Заблаговременность 36 ч		
	Количество прогнозов	Uос	Пос	Количество прогнозов	Uос	Пос
ПЛАВ	10	40	100	16	6	100
Из Руководства [4]	4	25	100	5	40	100

Из табл. 7 видно, что оправдываемость обоих методов прогноза сильных осадков ниже 50 % и является неудовлетворительной. У модели ПЛАВ оправдываемость сильных осадков

на 24 ч (ночное время) намного выше – 40 %, чем на 36 ч (дневное время) – 6 %. По методу из Руководства [4], наоборот, прогнозы на дневное время точнее. Предупрежденность, равная 100 %, означает, что моделью ПЛАВ и методом из Руководства [4] для прогноза сильных осадков дается много «ложных тревог». Так, моделью ПЛАВ дано 6 «ложных тревог» прогноза с заблаговременностью 24 ч и 15 «ложных тревог» – с заблаговременностью 36 ч. У метода из Руководства [4], соответственно, «ложных тревог» меньше, по 3 с обеими заблаговременностями.

Оправдываемость методов на 24 и 36 ч по факту и согласно Наставлению [3] в целом за весь период представлена в табл. 8.

Таблица 8

**Таблица сопряженности (количество случаев) и оправдываемость (%) прогнозов осадков (в скобках) по факту и согласно Наставлению для Челябинска**

Метод	Заблаговременность 24 ч			Заблаговременность 36 ч		
	осадки	без осадков	общая	осадки	без осадков	общая
<b>Заблаговременность 24 ч</b>						
ПЛАВ	205 (61)	451 (76)	656 (72)	205 (66)	451 (88)	656 (80)
Из Руководства [4]	225 (75)	431 (86)	656 (82)	225 (76)	431 (92)	656 (86)
<b>Заблаговременность 36 ч</b>						
ПЛАВ	250 (68)	406 (77)	656 (73)	250 (65)	406 (88)	656 (78)
Из Руководства [4]	248 (78)	408 (83)	656 (81)	248 (73)	408 (90)	656 (84)

Оправдываемость прогнозов на 24 ч по факту по методу из Руководства [4] на 10–14 % выше, чем у ПЛАВ. При оценке по Наставлению [3] на 4–10 % выше. С заблаговременностью 36 ч – на 6–10 % выше при оценке по факту и на 2–8 % при оценке по Наставлению [3].

Был проведен анализ не оправдавшихся прогнозов. Выявлено, что прогнозы наличия осадков с заблаговременностью 24 и 36 ч были ошибочными при прохождении быстро смещающихся холодных фронтов и фронтов окклюзии. Скорее всего, это связано с ошибками в прогнозе вертикальных движений. Ошибочные же прогнозы наличия осадков на 24 ч методом из Руководства [4] связаны с прохождением теплых фронтов с юга или юго-запада, на 36 ч – с прохождением фронтов окклюзии. Количество ошибочных прогнозов наличия осадков у метода из Руководства [4] значительно меньше, чем у ПЛАВ, так как в этом случае проводится синоптический контроль прогностических вертикальных движений.

Типичной ситуацией для ошибочных прогнозов отсутствия осадков на 24 ч является наличие в районе Челябинска малоподвижного холодного фронта с волнами.



Согласно результатам испытаний сделаны выводы:

– сезонная зависимость оправдываемости прогнозов по модели ПЛАВ незначительна. Разница оправдываемостей в холодный и теплый периоды составляет 1–5 %;

– все характеристики успешности – оправдываемость, предупрежденность, суммарные показатели, критерий надежности Багрова, как для прогнозов наличия осадков, так и для прогнозов их отсутствия, у модели ПЛАВ ниже, чем у метода из Руководства [4]. Для прогнозов с осадками с заблаговременностью 24 ч суммарный показатель ниже 130 %, что говорит о недостаточном качестве прогнозов на ночное время;

– оправдываемость прогнозов сильных осадков обоих методов ниже 50 % и является неудовлетворительной. «Ложных тревог» прогноза сильных осадков у модели ПЛАВ намного больше, чем у метода из Руководства;

– общая оправдываемость прогнозов осадков у модели ПЛАВ на 6–10 % ниже оправдываемости аналогичных прогнозов по методу из Руководства;

– случаи ошибочных прогнозов относятся к фронтальным осадкам.

Исходя из вышесказанного, прогнозы осадков модели ПЛАВ рекомендуется использовать в Челябинске лишь в качестве консультативных.

### **3. Испытания прогнозов осадков в ФГБУ «Курганский ЦГМС» по Кургану**

В ФГБУ «Курганский ЦГМС» в период с февраля по декабрь 2011г. группой метеорологических прогнозов проводились оперативные испытания прогнозов интенсивности осадков модели REGION ФГБУ «Гидрометцентр России» с заблаговременностью 24 и 36 ч для Кургана. Оценено 662 прогноза осадков, рассчитанных по сроку 00 ВСВ. Оценка проводилась в соответствии с действующим Наставлением [3]. Фактические данные об осадках использовались с метеостанции Курган, Вороновка. Прогнозы, рассчитанные испытываемым методом, сравнивались с прогнозами синоптиков.

В табл. 9 представлены оправдываемости прогнозов количества осадков с заблаговременностью 24 и 36 ч по Кургану, рассчитанные согласно Наставлению [3].

Как видно из табл. 9, оправдываемость прогнозов количества осадков модели REGION с заблаговременностью 24 ч выше (83–96 %), чем у прогнозов с заблаговременностью 36 ч (70–95 %). Прогнозы осадков точнее в холодный и переходный периоды года на 10–17 %.

В целом за весь период испытаний прогнозы испытываемым методом незначительно уступают в оправдываемости (1–3 %) прогнозам синоптиков. Хотя в отдельные месяцы оправдываемость испытываемых прогнозов была близка (ноябрь, 36 ч), (декабрь, 24 ч) или на 5–8 % выше (февраль, июнь (24 ч), июль) синоптических.

**Оправдываемость прогнозов количества осадков с заблаговременностью 24 и 36 ч модели  
REGION ФГБУ «Гидрометцентр России» и синоптиков для Кургана**

Метод	Заблаговременность, ч	Оправдываемость прогнозов количества осадков по месяцам и за весь период, %											
		Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Средняя за весь период
REGION	24	96,1	93,5	83,3	87,0	88,3	85,4	83,8	73,3	85,4	86,6	95,1	87,1
	36	92,3	90,3	80,0	88,7	70,0	77,4	80,6	70,0	88,7	91,6	95,1	84,1
Синоптики	24	91,1	96,7	90,0	93,5	80,0	77,4	90,3	83,3	87,0	88,3	95,1	88,4
	36	83,9	91,9	83,3	93,5	83,3	70,9	87,0	81,6	90,3	91,6	96,7	86,7

Показатели успешности прогнозов факта наличия осадков по Кургану испытываемым методом и синоптиками приведены в табл. 10 и 11. Обозначения в таблицах идентичны уже используемым. Из таблиц видно, что синоптические прогнозы по большинству характеристик успешности точнее модельных прогнозов. Но следует отметить наибольшую точность модельных прогнозов осадков в июне с заблаговременностью 24 ч. и июле, а также наибольшую за весь период испытаний предупредительность осадков с заблаговременностью 24 и 36 ч. С заблаговременностью 36 ч модельные прогнозы были точнее в феврале и ноябре. Прогнозы на дневное время точнее как у синоптиков, так и у модели.

Для выявления успешности прогнозов количества осадков рассчитывались такие статистические показатели, как средняя абсолютная и средняя систематическая ошибки. Для модельных прогнозов количества осадков в целом за период испытаний они составляли, соответственно, 0,7 и 0,0 для заблаговременности 24 ч и 1,3 и 0,3 для заблаговременности 36 ч. У прогнозов синоптиков – 0,3 и -0,1 для заблаговременности 24 ч и 0,5 и -0,2 для заблаговременности 36 ч соответственно. Указанные ошибки у модели больше в июне (1,9 и -1,5 соответственно) и июле (средняя абсолютная ошибка – 1.4).

Таким образом, на основе полученных результатов можно сделать вывод, что модельные прогнозы осадков немного уступают синоптическим прогнозам. Но тем не менее модельные прогнозы осадков имеют довольно высокие показатели оправдываемости. Достоинством данных прогнозов является большая наглядность и регулярность счета (в 00 и 12 ч ВСВ), что позволяет использовать данные прогнозы для уточнения прогноза осадков в градациях действующего Наставления.

**Сравнительная оценка оправдываемости модельных и синоптических прогнозов факта  
наличия осадков по Кургану с заблаговременностью 24 ч**

Метод прогноза	Месяц года	Кол-во прогнозов	Оправдываемость (%) по факту наличия осадков				
			U	Uос.	Uб.ос	Пос	Пб.ос
REGION	Февраль	26	88,5	<b>100</b>	81,2	76,9	<b>100</b>
Синоптики		28	89,2	<b>100</b>	82,3	78,5	<b>100</b>
REGION	Март	31	90,3	76,9	<b>100</b>	<b>100</b>	85,7
Синоптики		31	96,7	91,6	<b>100</b>	<b>100</b>	95,0
REGION	Апрель	30	60,0	38,8	91,6	87,5	50,0
Синоптики		30	86,6	63,6	100	100	82,6
REGION	Май	31	80,6	58,3	94,7	87,5	78,2
Синоптики		31	87,0	66,6	95,4	85,7	87,5
REGION	Июнь	30	<b>83,3</b>	<b>75,0</b>	<b>92,8</b>	<b>92,3</b>	<b>76,4</b>
Синоптики		30	76,6	66,6	91,6	92,3	64,7
REGION	Июль	30	<b>83,8</b>	<b>70,0</b>	<b>90,4</b>	<b>77,7</b>	<b>86,3</b>
Синоптики		31	67,7	46,1	83,3	66,6	68,1
REGION	Август	31	77,4	53,3	<b>100</b>	<b>100</b>	69,5
Синоптики		31	87,1	80,0	88,4	57,1	95,8
REGION	Сентябрь	30	56,6	35,2	84,6	75,0	69,5
Синоптики		30	83,3	70,0	90,0	77,7	85,7
REGION	Октябрь	31	80,6	41,1	84,6	77,7	52,3
Синоптики		31	87,1	71,4	100	100	80,9
REGION	Ноябрь	30	76,6	70,0	90,0	<b>93,3</b>	60,0
Синоптики		30	80,0	73,6	90,9	<b>93,3</b>	66,6
REGION	Декабрь	31	<b>93,5</b>	<b>87,5</b>	<b>95,6</b>	<b>87,5</b>	<b>95,6</b>
Синоптики		31	<b>93,5</b>	<b>87,5</b>	<b>95,6</b>	<b>87,5</b>	<b>95,6</b>
REGION	За период	331	79,2	65,9	<b>92,8</b>	<b>88,9</b>	74,9
Синоптики		334	84,9	74,2	92,5	85,3	83,8

Учитывая вышеизложенное, принято решение использовать прогнозы осадков модели REGION ФГБУ «Гидрометцентр России» с заблаговременностью до 48 ч в оперативной работе ФГБУ «Курганский ЦГМС» в качестве дополнительных (вспомогательных).

Подводя итоги, можно сделать общий вывод, что модельные прогнозы осадков на сегодняшний день могут использоваться в оперативной работе как вспомогательные, оказывая большую помощь синоптикам. Умеренные и сильные осадки моделями прогнозируются с недостаточной для практики точностью. И эту задачу необходимо продолжать решать.

**Сравнительная оценка оправдываемости модельных и синоптических прогнозов факта  
наличия осадков по Кургану с заблаговременностью 36 ч**

Метод прогноза	Месяц года	Кол-во прогнозов	Оправдываемость (%) по факту наличия осадков				
			U	Uос.	Uб.ос	Пос	Пб.ос
REGION	Февраль	26	<b>92,3</b>	<b>92,3</b>	<b>92,3</b>	<b>92,3</b>	92,3
Синоптики		28	82,1	90,0	77,7	60,0	93,3
REGION	Март	31	90,3	78,5	<b>100</b>	<b>100</b>	85,6
Синоптики		31	93,5	84,6	<b>100</b>	<b>100</b>	90,0
REGION	Апрель	30	60,0	36,8	<b>100</b>	<b>100</b>	47,8
Синоптики		30	76,6	46,1	<b>100</b>	<b>100</b>	70,8
REGION	Май	31	80,6	53,8	<b>100</b>	<b>100</b>	75,0
Синоптики		31	93,0	75,0	95,6	85,7	91,6
REGION	Июнь	30	80,0	80,0	80,0	88,8	66,6
Синоптики		30	86,6	83,3	100	100	60,0
REGION	Июль	30	<b>77,4</b>	<b>64,7</b>	<b>92,8</b>	<b>91,6</b>	68,4
Синоптики		31	74,1	64,2	82,3	75,0	83,6
REGION	Август	31	70,9	46,1	88,8	<b>75,0</b>	69,5
Синоптики		31	87,1	75,0	91,3	<b>75,0</b>	91,3
REGION	Сентябрь	30	60,0	41,1	84,6	75,0	50,0
Синоптики		30	73,3	53,8	88,2	77,7	71,4
REGION	Октябрь	31	83,6	60,0	<b>100</b>	<b>100</b>	72,7
Синоптики		31	90,3	82,3	<b>100</b>	<b>100</b>	82,3
REGION	Ноябрь	30	<b>93,3</b>	<b>95,0</b>	<b>90,0</b>	<b>95,0</b>	<b>90,0</b>
Синоптики		30	90,0	90,4	88,8	<b>95,0</b>	80,0
REGION	Декабрь	31	93,5	81,8	<b>100</b>	<b>100</b>	90,9
Синоптики		31	100	100	<b>100</b>	<b>100</b>	100
REGION	За период	331	80,2	68,1	92,7	<b>92,2</b>	73,7
Синоптики		334	85,8	76,7	93,1	88,0	82,2

### Список литературы

1. Положение об испытаниях и внедрении новых и усовершенствованных методов (способов) и расчетов. – М., 1989.
2. РД 52.27.284-91. Методические указания. Проведение производственных (оперативных) испытаний новых и усовершенствованных методов гидрометеорологических и гелиогеофизических прогнозов. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 150 с.
3. РД 52.27.724 -2009. Наставление по краткосрочным прогнозам погоды общего назначения. Обнинск: ИГ-СОЦИН, 2009. – 62 с.
4. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. Часть 1. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 703 с.

Таблица 1

Оправдываемость прогнозов (%) осадков с заблаговременностью 24 ч (ночь) и 36 ч (день) в Екатеринбурге по Наставлению [3]

Период испытаний		ПЛАВ			Комплексный метод			АРМ ГИС Метео			РЭП	Прогнозы синоптиков		
		ночь	день	сред	ночь	день	сред	ночь	день	сред	сутки	ночь	день	сред
2011	Апрель	83,3	79,3	<b>81,3</b>	86,7	80,0	<b>83,3</b>	75,9	74,1	<b>75,0</b>		81,0	81,0	<b>81,0</b>
	Май	82,3	79,3	<b>80,8</b>	87,1	88,7	<b>87,9</b>	88,7	79,0	<b>83,9</b>		90,3	80,6	<b>85,5</b>
	Июнь	72,4	79,3	<b>75,9</b>	79,3	87,9	<b>83,6</b>	65,0	75,0	<b>70,0</b>		81,7	83,3	<b>82,5</b>
	Июль	63,3	68,3	<b>65,8</b>	81,7	76,7	<b>79,2</b>	73,3	70,0	<b>71,7</b>	<b>75,0</b>	83,3	71,7	<b>77,5</b>
	Август	75,8	85,5	<b>80,6</b>	90,3	93,5	<b>91,9</b>	83,9	88,7	<b>86,3</b>	<b>83,9</b>	85,5	91,9	<b>88,7</b>
	Сентябрь	82,8	77,6	<b>80,2</b>	82,8	82,8	<b>82,8</b>	69,0	74,1	<b>71,6</b>	<b>67,8</b>	74,1	75,9	<b>75,0</b>
	Октябрь	87,9	87,9	<b>87,9</b>	82,8	87,9	<b>85,3</b>	86,2	87,9	<b>87,1</b>	<b>87,9</b>	88,3	85,0	<b>86,7</b>
	Ноябрь	78,3	85,0	<b>81,7</b>	84,5	84,5	<b>84,5</b>	86,7	81,7	<b>84,2</b>	<b>83,3</b>	78,3	78,3	<b>78,3</b>
	Декабрь	93,5	90,3	<b>91,9</b>	93,5	88,7	<b>91,1</b>	89,7	87,9	<b>88,8</b>	<b>83,9</b>	83,9	88,7	<b>86,3</b>
2012	Январь	94,8	93,1	<b>94,0</b>	94,4	92,6	<b>93,5</b>	88,3	90,0	<b>89,2</b>	<b>96,7</b>	93,3	95,0	<b>94,2</b>
	Февраль	92,5	100	<b>96,2</b>	92,5	90,0	<b>91,3</b>	92,5	90,0	<b>91,3</b>	<b>95,0</b>	90,0	87,5	<b>88,8</b>
	Март	88,7	87,1	<b>87,9</b>	72,6	90,3	<b>81,5</b>	79,0	86,8	<b>82,9</b>	<b>85,5</b>	75,8	82,3	<b>79,0</b>
<b>Средние значения оправдываемости прогнозов за весь период испытаний</b>														
		83,0	84,4	<b>83,7</b>	85,7	87,0	<b>86,3</b>	81,5	82,1	<b>81,8</b>	<b>84,3</b>	83,8	83,4	<b>83,6</b>

Таблица 2

**Оправдываемость прогнозов (%) осадков с заблаговременностью 24 ч (ночь) и 36 ч (день) в Екатеринбурге  
по факту наличия и отсутствия осадков**

Показатели качества прогнозов	ПЛАН			Комплексный метод			АРМ ГИС Метео			РЭП	Прогнозы синоптиков		
	ночь	день	средн	ночь	день	средн	ночь	день	средн	сутки	ночь	день	средн
<b>За весь период (апрель 2011 г. – март 2012 г.)</b>													
U	71,3	75,5	<b>73,4</b>	79,6	80,5	<b>80,1</b>	74,1	71,3	<b>72,7</b>	<b>79,4</b>	78,7	77,9	<b>78,3</b>
Uос	50,3	51,3	<b>52,2</b>	58,5	62,2	<b>62,5</b>	48,3	48,3	<b>48,2</b>	<b>70,2</b>	59,4	55,1	<b>58,5</b>
Пос	71,5	72,6	<b>72,5</b>	75,8	75,5	<b>76,2</b>	89,1	90,1	<b>89,9</b>	<b>81,6</b>	79,0	82,1	<b>81,3</b>
Uос+Пос	121,7	123,9	<b>124,7</b>	134,4	144,6	<b>138,7</b>	137,5	138,5	<b>138,1</b>	<b>151,8</b>	138,4	137,1	<b>139,8</b>
Уб.ос	89,7	92,0	<b>90,7</b>	91,6	92,8	<b>92,0</b>	96,3	97,0	<b>96,1</b>	<b>90,3</b>	92,0	95,6	<b>93,3</b>
T	0,4	0,5	<b>0,4</b>	0,5	0,5	<b>0,5</b>	0,6	0,5	<b>0,6</b>	<b>0,6</b>	0,6	0,6	<b>0,6</b>
H	0,4	0,4	<b>0,4</b>	0,5	0,5	<b>0,5</b>	0,4	0,4	<b>0,4</b>	<b>0,6</b>	0,5	0,5	<b>0,5</b>
<b>Теплый период (апрель–октябрь 2011 г.)</b>													
U	63,8	71,4	<b>67,6</b>	78,5	80,9	<b>79,7</b>	68,7	65,5	<b>67,1</b>	<b>74,7</b>	81,5	76,9	<b>79,2</b>
Uос	34,8	48,0	<b>41,5</b>	52,8	65,0	<b>59,5</b>	44,1	48,4	<b>46,3</b>	<b>64,4</b>	61,1	59,1	<b>59,5</b>
Пос	80,8	91,5	<b>87,3</b>	76,8	93,6	<b>86,6</b>	93,3	97,0	<b>95,6</b>	<b>82,3</b>	80,7	97,8	<b>90,5</b>
Uос+Пос	115,7	139,5	<b>128,8</b>	129,5	158,5	<b>146,1</b>	137,4	145,5	<b>141,9</b>	<b>146,7</b>	141,8	156,9	<b>149,9</b>
Уб.ос	92,0	95,5	<b>93,6</b>	93,1	96,8	<b>94,6</b>	95,5	98,1	<b>95,9</b>	<b>86,9</b>	92,3	97,9	<b>94,4</b>
T	0,4	0,6	<b>0,5</b>	0,5	0,7	<b>0,6</b>	0,5	0,5	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	0,6	0,7	<b>0,7</b>
H	0,3	0,4	<b>0,3</b>	0,5	0,6	<b>0,5</b>	0,4	0,4	<b>0,4</b>	<b>0,5</b>	0,5	0,5	<b>0,5</b>
<b>Холодный период (ноябрь–декабрь 2011 г., январь–март 2012 г.)</b>													
U	81,8	81,2	<b>81,5</b>	81,1	80,0	<b>80,6</b>	81,7	79,4	<b>80,6</b>	<b>83,2</b>	74,8	79,3	<b>77,0</b>
Uос	71,8	55,9	<b>67,2</b>	66,6	57,5	<b>66,8</b>	54,2	48,1	<b>50,9</b>	<b>74,8</b>	57,0	49,4	<b>57,2</b>
Пос	58,3	46,2	<b>51,8</b>	74,6	50,1	<b>61,6</b>	83,3	80,5	<b>82,0</b>	<b>81,0</b>	76,7	60,0	<b>68,4</b>
Uос+Пос	130,2	102,1	<b>119,1</b>	141,1	120,2	<b>128,4</b>	137,5	128,6	<b>132,9</b>	<b>155,9</b>	133,7	109,4	<b>125,6</b>
Уб.ос	86,6	87,1	<b>86,7</b>	89,6	87,2	<b>88,3</b>	97,5	95,4	<b>96,4</b>	<b>93,0</b>	91,7	92,3	<b>91,9</b>
T	0,5	0,3	<b>0,4</b>	0,5	0,4	<b>0,4</b>	0,6	0,6	<b>0,6</b>	<b>0,6</b>	0,5	0,4	<b>0,4</b>
H	0,5	0,3	<b>0,4</b>	0,5	0,3	<b>0,5</b>	0,5	0,4	<b>0,5</b>	<b>0,6</b>	0,4	0,4	<b>0,4</b>