

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ МЕТОДОВ ПРОГНОЗА ОСАДКОВ И ШКВАЛОВ НА ОСНОВЕ ВЫХОДНЫХ ДАННЫХ РЕГИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ГИДРОМЕТЦЕНТРА РОССИИ С ЗАБЛАГОВРЕМЕННОСТЬЮ 12 И 24 Ч ПО ТЕРРИТОРИИ ЦЧО**

В Курском ЦГМС-Р в летние периоды 2009 и 2010 гг. (с 15 мая до 15 августа) проводились оперативные испытания двух методов:

– автоматизированного альтернативного прогноза осадков с детализацией интенсивности в трех градациях (от 11 до 34, от 35 до 49 и 50 мм/12 ч и более) на основе выходных данных региональной модели с заблаговременностью 12 и 24 ч (авторы – А.А. Алексеева, В.М. Лосев), далее – **методический прогноз осадков**;

– автоматизированного метода альтернативного прогноза шквалов с детализацией интенсивности в трех градациях (от 20 до 24, от 25 до 32 (градация опасных явлений – ОЯ) и 33 м/с и более (ураган)) на основе выходных данных региональной модели с заблаговременностью 12 и 24 ч (авторы – А.А. Алексеева, В.М. Лосев, Б.Е. Песков), далее – **методический прогноз шквалов**.

Методические прогнозы рассчитывались для территории деятельности Центрально-Черноземного УГМС: Курской, Брянской, Белгородской, Орловской, Липецкой, Тамбовской и Воронежской областей.

Для сравнительного анализа успешности указанных методических прогнозов использованы синоптические прогнозы ливней с заблаговременностью 12 и 24 ч и прогнозы ливней, рассчитанные по методу П.Г. Пантелеева [1] с заблаговременностью 12 ч (исходный срок расчетов – 00 ч ВСВ), а также синоптические прогнозы шквалов с заблаговременностью 12 и 24 ч и прогнозы шквалов, рассчитанные по методу Г.Д. Решетова [2], с заблаговременностью 12 ч (исходный срок – 00 ч ВСВ) по Курской области.

Синоптический прогноз дается на основе анализа всей имеющейся информации: синоптических карт, спутниковой информации, расчетных, внедренных на сети ранее методов, а также прогностической информации центров Брекнелл, Рединг, Москва и Вашингтон (ГИС МЕТЕО, МИТРА, информация ФГБУ «Гидрометцентр России», в т.ч. модели COSMO), из Интернет.

Прогнозы ливней П.Г. Пантелеева и шквалов Г.Д. Решетова рассчитываются вручную, при необходимости вводятся корректировки к прогнозам, выявленные синоптическим путем.

Испытания в 2009 г. проводились в соответствии с рекомендациями [3, 4], в 2010 году – в соответствии с [3, 5], а также в соответствии с Программой испытания автоматизированных методов прогноза.

Оценка проводилась только для количественных характеристик метеопараметров. Если фактически выпавшие осадки (выбиралось максимальное их количество по каждой области) соответствовали прогностической градации осадков, их оправдываемость и предупрежденность принимались равной 100 %, если соответствовали соседним градациям – оправдываемость принималась за 50 %, предупрежденность – 0 %. В остальных случаях оправдываемость и предупрежденность принимались равными 0 %.

При проведении испытаний в 2010 г. сравнение синоптических и методических прогнозов осадков в градации 11–34 мм/12 ч стало менее объективным и показательным, поскольку в соответствии с [5] количество осадков в градациях 11–34 и 35–49 мм/12 ч оценивалось в одной градации 15–49 мм/12 ч.

При оценке прогнозов шквалов учитывался допуск в 2 м/с. Оправдываемость и предупрежденность принимались равными 100 %, если фактический ветер соответствовал прогнозируемой градации с допуском  $\pm 2$  м/с. В остальных случаях показатели успешности принимались равными 0 %.

Для оценки прогнозов шквалов и осадков использовались данные наблюдений всех метеорологических станций и постов территории деятельности ФГБУ «Центрально-Черноземное УГМС», а также сообщения, поступавшие от территориальных органов МЧС России, и данные, полученные в результате обследования районов чрезвычайных ситуаций (ЧС) по запросам потребителей для возмещения нанесенного ущерба при неблагоприятных погодных условиях, при опросе различных организаций. При этом методические прогнозы шквалов и осадков считались оправдавшимися при наличии подобной информации.

В табл. 1 приведены осредненные по градациям и по территории деятельности ФГБУ «Центрально-Черноземное УГМС» показатели успешности методического прогноза осадков, в табл. 2 – методических прогнозов шквалов для заблаговременностей 12 и 24 ч за 2009–2010 гг.

В табл. 3 и 4 для Курской области проведено сравнение успешности методических прогнозов с синоптическими прогнозами и с прогнозами, рассчитанными по применяемым в оперативной работе методам аналогичного прогноза П.Г. Пантелеева (сильные ливни) и Г.Д. Решетова (шквалы).

Таблица 1

**Показатели успешности методических прогнозов осадков  
по Центрально-Черноземному УГМС в 2009-2010 гг.**

Исходный срок		Оправдываемость прогнозов			Предупрежденность		
		с явлен.	без явлен	средняя	с явлен.	без явлен	средняя
<b>Заблаговременность 12 ч</b>							
00 ч ВСВ	2009 г.	37	85	61	59	49	54
	2010 г.	16	80	48	30	47	39
	<b>средняя</b>	<b>27</b>	<b>83</b>	<b>55</b>	<b>45</b>	<b>48</b>	<b>47</b>
12 ч ВСВ	2009 г.	38	85	62	71	63	67
	2010 г.	18	80	49	27	50	38
	<b>средняя</b>	<b>28</b>	<b>83</b>	<b>56</b>	<b>49</b>	<b>57</b>	<b>53</b>
<b>Заблаговременность 24 ч</b>							
00 ч ВСВ	2009 г.	32	84	58	58	57	58
	2010 г.	13	80	46	16	47	31
	<b>средняя</b>	<b>23</b>	<b>82</b>	<b>52</b>	<b>37</b>	<b>52</b>	<b>45</b>
12 ч ВСВ	2009 г.	32	83	57	43	44	43
	2010 г.	17	80	49	35	50	42
	<b>средняя</b>	<b>25</b>	<b>82</b>	<b>53</b>	<b>39</b>	<b>47</b>	<b>43</b>

Таблица 2

**Показатели успешности методических прогнозов шквалов  
по Центрально-Черноземному УГМС в 2009-2010 гг.**

Исходный срок		Оправдываемость прогнозов			Предупрежденность		
		с явлен.	без явлен.	средняя	с явлен.	без явлен.	средняя
<b>Заблаговременность 12 ч</b>							
00 ч ВСВ	2009 г.	11	79	45	95	71	83
	2010 г.	7	79	43	72	69	71
	<b>средняя</b>	<b>9</b>	<b>79</b>	<b>44</b>	<b>84</b>	<b>70</b>	<b>77</b>
12 ч ВСВ	2009 г.	3	77	40	100	77	88
	2010 г.	7	79	43	90	78	84
	<b>средняя</b>	<b>5</b>	<b>78</b>	<b>42</b>	<b>95</b>	<b>78</b>	<b>86</b>
<b>Заблаговременность 24 ч</b>							
00 ч ВСВ	2009 г.	2	77	40	88	73	80
	2010 г.	8	79	44	77	76	77
	<b>средняя</b>	<b>5</b>	<b>78</b>	<b>42</b>	<b>83</b>	<b>75</b>	<b>79</b>
12 ч ВСВ	2009 г.	7	78	42	88	69	78
	2010 г.	9	78	43	87	75	81
	<b>средняя</b>	<b>8</b>	<b>78</b>	<b>43</b>	<b>88</b>	<b>72</b>	<b>80</b>

Таблица 3

## Сравнение успешности прогнозов осадков по Курской области в 2009-2010 гг.

## Исходный срок 00 ч ВСВ

Метод прогноза		Оправдываемость прогнозов			Предупрежденность		
		с явлен.	без явлен.	средняя	с явлен.	без явлен.	средняя
<b>Заблаговременность 12 ч</b>							
Методический	2009 г.	38	100	69	64	51	57
	2010 г.	13	98	56	13	50	31
	<b>средняя</b>	<b>26</b>	<b>99</b>	<b>62</b>	<b>38</b>	<b>50</b>	<b>44</b>
Синоптический	2009 г.	68	98	83	60	93	76
	2010 г.	60	98	79	29	93	61
	<b>средняя</b>	<b>64</b>	<b>98</b>	<b>81</b>	<b>44</b>	<b>93</b>	<b>69</b>
П.Г. Пантелеева	2009 г.	57	97	77	30	96	63
	2010 г.	50	97	74	0	97	49
	<b>средняя</b>	<b>54</b>	<b>97</b>	<b>75</b>	<b>15</b>	<b>97</b>	<b>56</b>
<b>Заблаговременность 24 ч</b>							
Методический	2009 г.	34	99	67	58	59	58
	2010 г.	16	100	58	0	52	26
	<b>средняя</b>	<b>25</b>	<b>100</b>	<b>62</b>	<b>29</b>	<b>56</b>	<b>42</b>
Синоптический	2009 г.	50	96	73	18	93	56
	2010 г.	67	100	83	100	97	98
	<b>средняя</b>	<b>58</b>	<b>98</b>	<b>78</b>	<b>59</b>	<b>95</b>	<b>77</b>

Таблица 4

## Сравнение успешности прогнозов шквалов по Курской области в 2009-2010 гг.

## Исходный срок 00 ч ВСВ

Прогноз		Оправдываемость прогнозов			Предупрежденность		
		с явлен.	без явлен.	средняя	с явлен.	без явлен.	средняя
<b>Заблаговременность 12 ч</b>							
Методический	2009 г.	17	97	57	80	65	72
	2010 г.	14	98	56	75	67	71
	<b>средняя</b>	<b>15</b>	<b>97</b>	<b>56</b>	<b>78</b>	<b>66</b>	<b>72</b>
Синоптический	2009 г.	57	99	78	80	97	89
	2010 г.	75	99	87	94	95	95
	<b>средняя</b>	<b>66</b>	<b>99</b>	<b>83</b>	<b>87</b>	<b>96</b>	<b>92</b>
Г.Д. Решетова	2009 г.	27	99	63	50	95	72
	2010 г.	25	96	60	38	92	65
	<b>средняя</b>	<b>26</b>	<b>97</b>	<b>62</b>	<b>44</b>	<b>94</b>	<b>69</b>
<b>Заблаговременность 24 ч</b>							
Методический	2009 г.	3	100	51	50	70	60
	2010 г.	11	100	56	100	74	87
	<b>средняя</b>	<b>7</b>	<b>100</b>	<b>54</b>	<b>75</b>	<b>72</b>	<b>73</b>
Синоптический	2009 г.	20	100	60	100	97	98
	2010 г.	50	100	75	100	95	97
	<b>средняя</b>	<b>35</b>	<b>100</b>	<b>68</b>	<b>100</b>	<b>96</b>	<b>98</b>

За период оперативных испытаний всего синоптических прогнозов и прогнозов по методам Г.Д. Решетова и П.Г. Пантелеева составлено 248, методических прогнозов ливней и шквалов для каждой области – по 245 с заблаговременностью 12 ч и по 247 с заблаговременностью 24 ч.

Несмотря на некоторую некорректность сравнения (о причинах было сказано выше), приведенные данные пока говорят о преимуществе синоптического метода.

В течение всего периода оперативных испытаний методические прогнозы поступали стабильно. Информация отсутствовала в 2009 году только в трех случаях с заблаговременностью 12 ч, и в одном случае с заблаговременностью 24 ч.

Средняя по градациям оправдываемость методических прогнозов осадков по региону за весь период составила 62 % на 12 и 24 ч, предупрежденность случаев с осадками – 44 и 42 % соответственно. Критерий Пирси-Обухова для градации 50 мм/12 ч и более на 12 и 24 ч составил 0,30, что свидетельствует о практической значимости методических прогнозов осадков в указанной градации.

Средняя по градациям оправдываемость методических прогнозов шквалов по региону за весь период составила на 12 ч – 56 %, на 24 ч – 54 %, предупрежденность случаев со шквалами – 72 и 73 % соответственно. Критерий Пирси-Обухова для градации ОЯ (25 м/с и более), в том числе ураганов (33 м/с и более), на 12 и 24 ч составил 0,35.

Анализ результатов испытаний методических прогнозов по Центрально-Черноземному УГМС показал, что по-прежнему наиболее низким показателем успешности является оправдываемость прогнозов с явлением (23–28 % для осадков и 5–9 % - для шквалов), что говорит о большом числе «ложных тревог». При этом для осадков предупрежденность случаев с явлением тоже достаточно низка (37–49 %). Для шквалов предупрежденность случаев с явлением существенно выше – 83–95 %.

Сравнительный анализ результатов испытаний для Курской области показал, что синоптические методы прогноза осадков и шквалов, в основном, оправдываются лучше, чем прогнозы по испытываемым методам и по методам Г.Д. Решетова и П.Г. Пантелеева. Оправдываемость случаев с явлением на 12 и 24 ч составила для синоптического метода 64 и 58 % соответственно, для методического – 26 и 25 % соответственно. Средняя оправдываемость у методических прогнозов на 12 и 24 ч – 62 %, у синоптических – 81 и 78 % соответственно.

Исключение составляет оправдываемость прогнозов осадков без явления, где оправдываемость методических прогнозов оказалась на 1–2 % выше, чем у синоптических прогнозов (99 и 98 % соответственно в прогнозе на 12 ч, и 100 и 98 % соответственно – на

24 ч). Вместе с тем предупреденность по всем градациям значительно выше у синоптического метода.

В целом сравнение синоптических и методических прогнозов показало наличие у последних большего числа «ложных тревог» при недостаточно точной детализации прогноза ОЯ по территории распространения. Причем в 2010 г. количество «ложных тревог» существенно увеличилось по сравнению с 2009 г., что можно объяснить ошибками в подборе параметров конвекции при аномально жарком лете. В течение всего периода испытаний прослеживается недостаточный учет влияния параметров при мезо- и микропроцессах.

В качестве примера предложен для рассмотрения прогноз на день 28 августа 2010 г. Автоматизированные методы прогнозировали осадки и шквалы в градациях ОЯ и КМЯ (комплекс метеорологических явлений) от 00 ч 28 августа 2010 г. по всем областям Центрального Черноземья. Прогнозировались очень сильные дожди количеством более 50мм/12 ч и очень сильный ветер в градации «ураган».

Синоптическая ситуация фактически складывалась следующим образом. В средней тропосфере над территорией региона располагалась центральная часть высотной фронтальной зоны, поэтому скорость перемещения барических образований, расположенных на более низких уровнях (циклон прослеживался до высоты 3 км) была очень большой. Приземный циклон за 12 ч (с 00 до 12 ч ВСВ 28 августа) сместился с запада Республики Беларусь на Смоленскую область и углублялся на 5 гПа у поверхности Земли и на 2–5 гПа на высоте изобарических поверхностей 850 и 700 гПа. Помимо поступательного движения, в циклоне с большой скоростью разворачивались атмосферные фронты – сначала фронт окклюзии в теплом секторе, затем один за другим два холодных фронта с волнами. Прохождение основных фронтов в Белгородской, Тамбовской и Воронежской областях наблюдалось в период с 16 до 22 ч 28 августа, т.е. во время максимального развития конвекции. Через остальные области фронтальные разделы переместились в первой половине дня. В Белгородской области днем местами прошли дожди количеством 15–21 мм, отмечался ветер 18–22 м/с, местами выпал град величиной 5–6 мм. В Воронежской и Тамбовской областях прохождение основного фронта пришлось на вечер 28 августа, а поскольку срок действия прогнозов в этих областях начинается в 15 ч ВСВ (19 ч МСК), то, по данным наблюдений, дожди в отдельных районах количеством 15–36 мм и ветер скоростью 15–20 м/с вошли в период действия прогноза на ночь 29 августа (на ночь 29 августа 2010г. по территории Воронежской, Липецкой и Тамбовской областей прогнозировался дождь количеством 35–

49 мм/12 ч и ветер порывами 25–32 м/с). В остальных областях местами отмечались небольшие и умеренные дожди и грозы.

Из примера видно, что синоптическая ситуация предусмотрена методическим прогнозом правильно, но детализация прогноза по территории рассматриваемых субъектов Федерации оказалась недостаточно точной в виду недостаточно большого горизонтального разрешения региональной модели. Поэтому в зоне спрогнозированных явлений ОЯ оказались все области Центрально-Черноземного УГМС, и, кроме того, существенно завышены (практически на две градации) прогностические величины осадков и шквалов на день 28 августа 2010 г. Следовательно, с погрешностью оказалось рассчитано время прохождения и условия обострения фронтальных разделов на конкретной рассматриваемой территории.

О несовершенной детализации прогнозов по региону и в зависимости от синоптической ситуации в испытываемых методах говорит пример, приведенный в Программе испытаний (прогноз на день 13 июля 2007 г.).

«...Примером удачного методического прогноза шквала может служить прогноз на день 13 июля 2010 г. по Курской области. В методическом прогнозе от 12 ч 12 июля 2010 г. заблаговременностью 24 ч в Курской, Белгородской и Брянской областях прогнозировался ветер в градации 25–32 м/с, в остальных областях явлений не ожидалось. В прогнозе от 00 ч 13 июля 2010 г. заблаговременностью 12 ч в Курской и Белгородской областях также ожидался ветер 25–32 м/с, в Брянской, Орловской и Воронежской областях ожидался ветер 20–24 м/с, в остальных областях – без явлений.

Фактически при активной грозовой деятельности в период максимального развития конвекции на западе Курской области (М-2 Рыльск с 18 ч 31 мин до 18 ч 45 мин МСК) был отмечен шквал с порывами ветра до 20 м/с). При этом между станциями ветер мог усиливаться до больших значений скорости, т.к. запросы о данных метеорологических наблюдений о ветре в связи со случаями нанесения существенного ущерба строениям поступали именно в указанный период времени. В этом случае в методическом прогнозе, хотя он и оказался недостаточно детализированным в пространстве (явления давались по нескольким областям, а были только по Курской), частичная детализация все же прослеживается – наиболее интенсивные явления прогнозировались в той части территории, где они и наблюдались в конечном итоге – на крайнем юго-западе Центрально-Черноземного региона.

Анализируя случаи с фактически наблюдавшимися ОЯ и КМЯ за исследуемый период можно с уверенностью сказать, что одновременно по всем областям

обслуживаемого региона конвективные явления градаций ОЯ или КМЯ (по шквалу или ливням) не достигали».

### **Выводы и предложения:**

1. Проведенные оперативные испытания показали необходимость корректировки исходных модельных параметров, используемых в данных методах.

2. Учитывая то обстоятельство, что заблаговременность прогнозов конвективных осадков и швалов в градации ОЯ и КМЯ является довольно значительной (12 и 24 ч), можно считать данные автоматизированные методы полезными и перспективными для практической деятельности. На данном этапе автоматизированные методы с учетом корректировок целесообразно использовать в качестве консультативных.

3. Низкая оправдываемость методических прогнозов конвективных осадков и швалов может быть объяснима недостаточным учетом мезо- и микромасштабных процессов, с которыми часто связаны локальные конвективные ОЯ.

4. Для повышения успешности автоматизированных методов расчета конвективных осадков и швалов, достижения точности районирования и, как следствие, улучшения качества обслуживания потребителей в субъектах РФ, особенно при ОЯ и КМЯ, предлагается увеличить дискретность расчетов до 3–6 ч, производя их с постепенным уменьшением заблаговременности, уточнением исходных параметров, а также с увеличением пространственного разрешения по горизонтали для выявления особенностей мезо- и микромасштабных процессов в пределах конкретных территорий.

### **Список литературы**

1. *Пантелеев П.Г.* Особо опасные ливни в Молдавии и их прогнозирование // Сб. работ Кишинев. гидрометеорол. обсерватории. Вып.2. – Киев, 1967. – С. 118–130.

2. *Решетов Г.Д., Чернова В.Ф.* Способ прогноза швала на 12-24 ч // Метеорология и гидрология. – 1976. – № 3. – С. 15–24.

3. РД 52.27.284-91. Методические указания. Проведение производственных (оперативных) испытаний новых и усовершенствованных методов гидрометеорологических и гелиогеофизических прогнозов.

4. РД 52.88.629-2002. Наставление по краткосрочным прогнозам погоды общего назначения.

5. РД 52.27.724-2009. Наставление по краткосрочным прогнозам погоды общего назначения.