

Оценки прогнозов приземных метеорологических полей, рассчитанные для различных гидродинамических моделей по синоптическим станциям Европейской территории РФ за период: ноябрь 2023 г.

На рисунках использованы следующие условные обозначения гидродинамических моделей атмосферы ФГБУ «Гидрометцентр России» и зарубежных метеорологических Центров:

Глобальные модели:

- UKMO - Метеорологический центр Великобритании (сетка поступления $1^\circ \times 1^\circ$);
- NCEP - Метеорологический центр США (сетка $0,5^\circ \times 0,5^\circ$);
- ICON - Метеорологический центр ФРГ (сетка $0,25^\circ \times 0,25^\circ$);
- JAPAN – Метеорологический центр Японии (сетка $0,25^\circ \times 0,25^\circ$);
- PLAV20, PLAV10 – полулагранжева модель с разрешением ~20 км и 10 км (ФГБУ «Гидрометцентр России», автор М.А. Толстых).

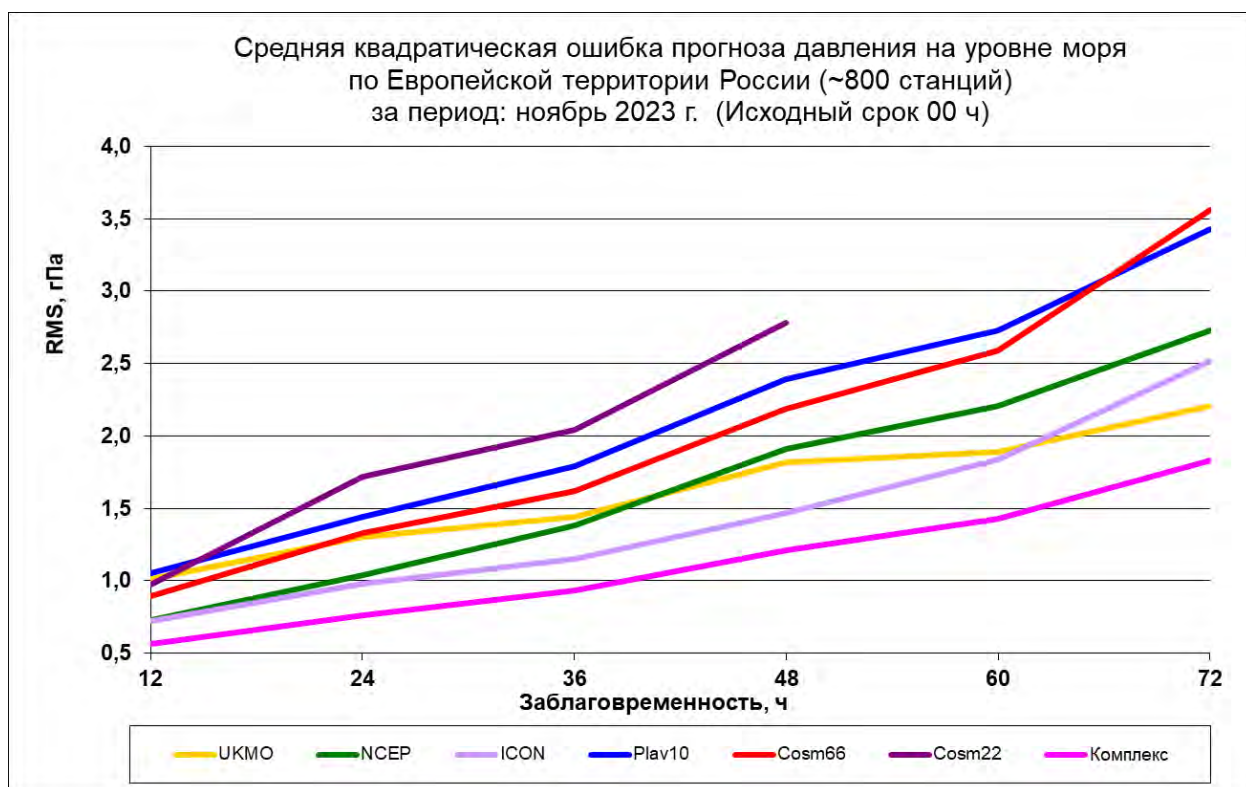
Заметим, что реальное разрешение в этих зарубежных моделях 13-20 км.

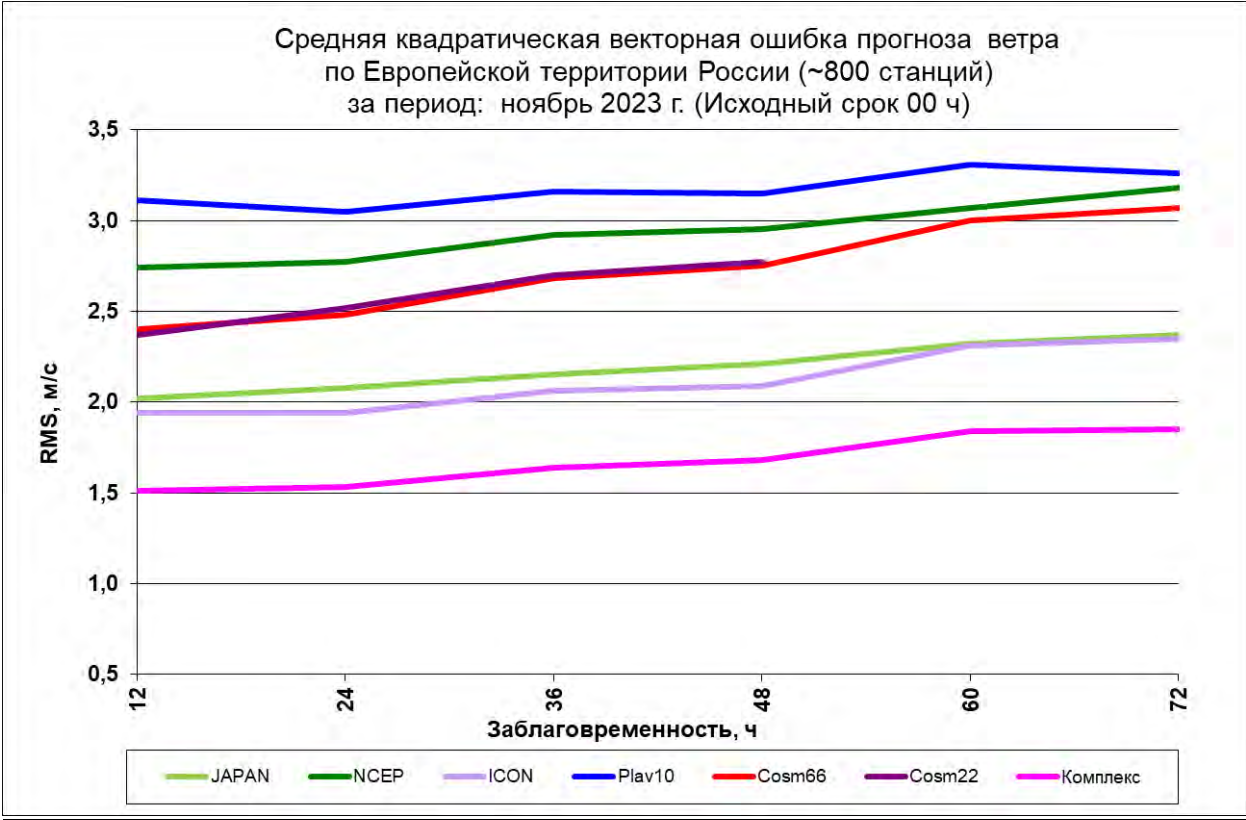
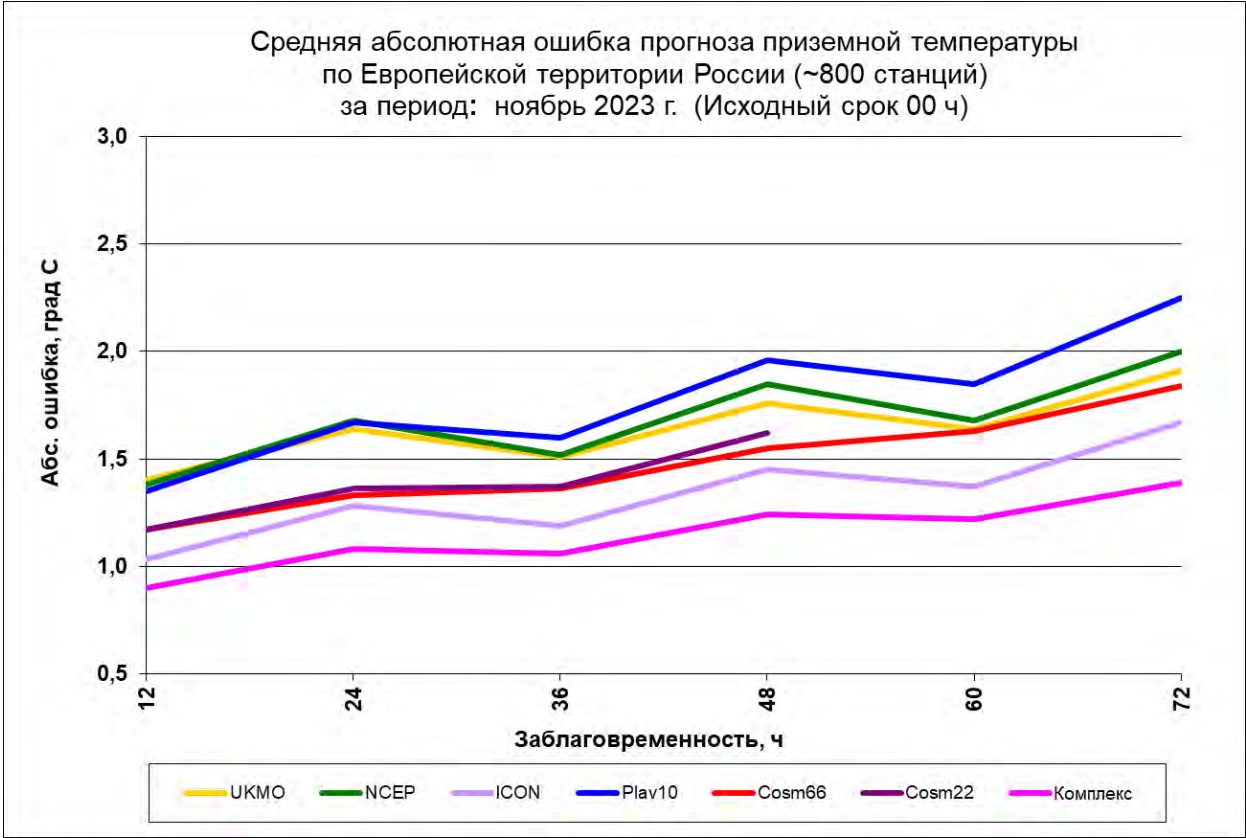
Мезометеорологические модели:

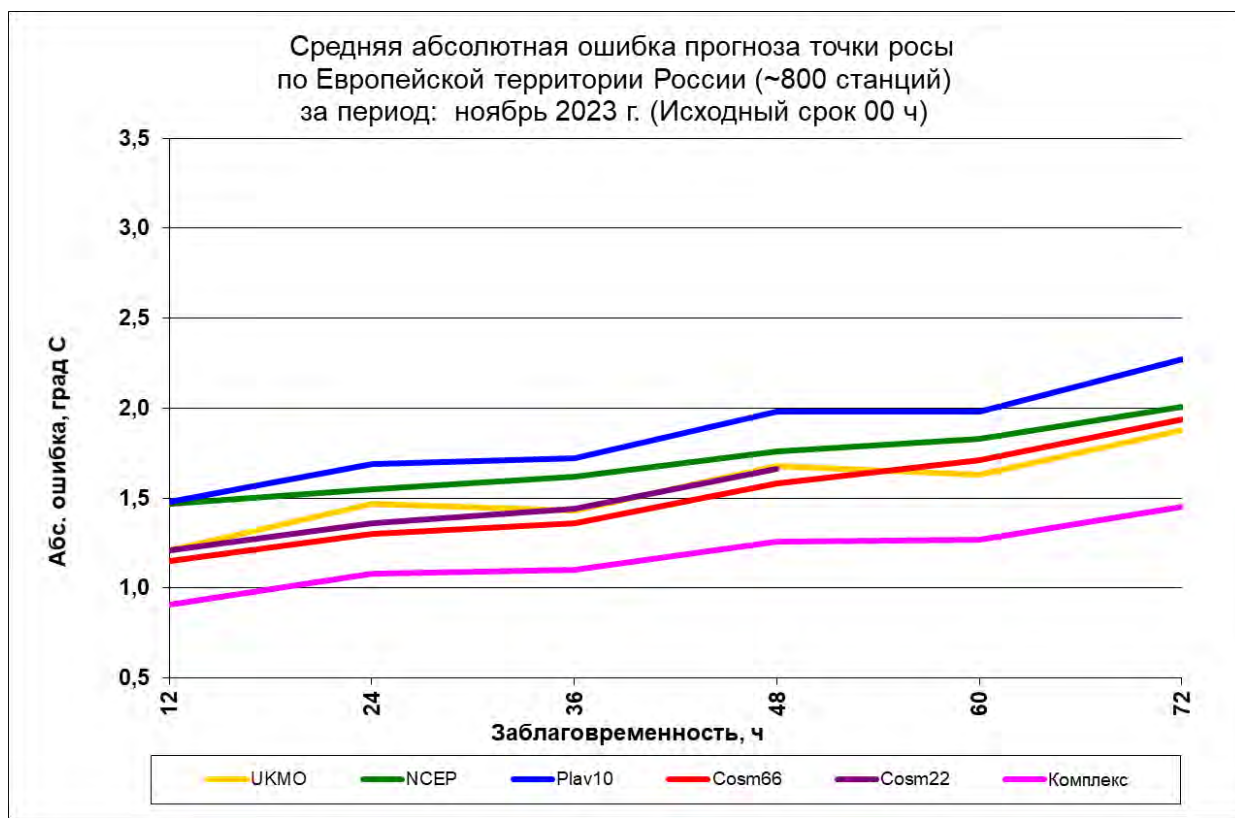
- COSMO-6,6 и COSMO-2,2 – негидростатические мезомасштабные модели с шагом сетки 6,6 км и 2,2 км (Консорциум COSMO, ФГБУ «Гидрометцентр России»);

- «Комплекс» - комплексный прогноз приземных метеозадач по станциям на основе зарубежных и отечественных моделей с помощью статистических методов (ФГБУ «Гидрометцентр России», авторы А.Н. Багров, Ф.Л. Быков, В.А. Гордин, Н.А. Светлова).

Для расчета ошибок прогнозов делается билинейная интерполяция из модельных сеток на станцию.







Оценка прогнозов осадков

Оценка численных прогнозов осадков делается по методике, близкой к описанной в «Наставлении по краткосрочным прогнозам погоды общего назначения», М., 2019. Оправдываемость прогноза осадков (в %) вычисляется по таблицам:

Таблица 1

Оправдываемость (Р, %) прогноза количества жидких и смешанных осадков (мм/12 ч)

Прогноз количества осадков (мм/12 ч)	Р(%) при количестве фактически выпавших осадков за 12 ч, мм							
	Без осадков	0,0-0,2	0,3-2	3-14		15-29		≥30
				3-9	10-14	15-19	20-29	
Без осадков	100	75	50	0		0		0
0,0-0,2	100	100	75	0		0		0
0,3-2	50	100	100	50		0		0
3-14	0	0	50	100		50		25
15-29	0	0	0	50	100	100		75
≥30	0	0	0	25		75	100	100

Таблица 2

Оправдываемость (Р, %) прогноза количества твердых осадков (мм/12 ч)

Прогноз количества осадков (мм/12 ч)	Р(%) при количестве фактически выпавших осадков за 12 ч, мм						
	Без осадков	0,0-0,1	0,2-1	2-5		6-15	
				2-3	4-5	6-11	12-15
Без осадков	100	75	50	0		0	
0,0-0,1	100	100	75	0		0	
0,2-1	50	100	100	50		0	
2-5	0	0	50	100		50	
6-15	0	0	0	50	100	100	
≥16	0	0	0	25		75	100

Они похожи на табл. 8, 9 из «Наставления ...». Однако в качестве очень сильных осадков мы взяли значение ≥ 30 мм/12 ч (≥ 16 мм/12 ч для снега) вместо ≥ 50 мм/12 ч (≥ 20 мм/12 ч для снега) как в «Наставлении ...» и несколько изменили таблицы. Осадки считаются жидкими (или смешанными) при температуре воздуха $\geq -1^\circ \text{C}$; если температура $< -1^\circ \text{C}$, то это твердые осадки, т.е. снег. Соответственно расчет ведется по 1-ой или 2-ой таблице.

Для оценки осадков взяты станции так называемой 1-ой метеозоны ЕТР, где измерения осадков производятся за 12-часовые интервалы с 6 до 18 ч и с 18 до 6 ч ВСВ (см. КОД КН-01 SYNOP, 2013, табл.3). В неё входят 16 областей ЕТР, включая Московскую область. Это связано с тем, что зарубежные модели обычно дают прогноз осадков за 6-часовые интервалы времени, начиная от основных сроков наблюдения 00 или 12 ч ВСВ. Отметим, что ~20 станций, расположенных на этой территории, были исключены из оценки, т.к. регулярно сообщают неверные сведения об осадках (чаще всего значение «без осадков» вместо «отсутствия данных об осадках»).

В оценку осадков дополнительно включены модели Французской национальной метеорологической службы (France) и Канадского метеорологического центра (Canada). Для этих моделей оценки представлены от предыдущего исходного срока 12 ч ВСВ, т.к. эти прогнозы сильно запаздывают с поступлением. В табл.3-6 представлена оправдываемость прогноза осадков (в %), как общая (Р), так и по градациям. Показано число случаев по каждой градации. Кроме того, представлены средние арифметические (bias) и средние абсолютные (abs) ошибки прогнозов осадков в мм/12 ч.

Оценка прогноза осадков на 18 часов (мм/12ч).
Европейская территория России, 1-ая метеозона (~245 стан).
за период: ноябрь 2023 г. (исходный срок 00 ч)

Метод прогноза	Оправдываемость, %							Ошибки		Общее кол-во прогнозов
	P	Без осадков (дождь 0; снег 0)	Слабые (дождь: 0,1-0,2; снег: 0,1)	Небольшие (дождь: 0,3-2; снег: 0,2-1)	Умеренные (дождь: 3-9; снег: 2-5)	Сильные (дождь: 10-29; снег: 6-15)	Очень сильные (дождь: ≥30; снег: ≥16)	δ	δ	
UKMO	86	88	86	84	87	77	20	0,2	0,9	7584
NCEP	85	90	82	78	86	85	80	0,8	1,2	6816
ICON	87	94	81	83	84	79	0	0,0	0,8	7584
JAPAN	87	93	83	85	85	72	0	-0,1	0,8	7584
France	87	91	84	85	87	76	20	0,0	0,8	7584
Canada	85	83	89	87	84	77	0	0,2	1,0	7333
PLAV10	86	90	83	83	86	76	20	0,2	0,9	7584
Cosmo-6,6	86	93	81	82	84	77	25	0,0	0,8	6572
Cosmo-2,2	86	94	82	81	82	77	0	0,0	0,9	6573
Complex	87	94	82	80	89	83	20	0,3	0,9	7584
Кол-во случаев по градам		2805	1078	2151	1328	217	5			

P - общая оправдываемость прогноза; δ - средняя арифметическая ошибка; |δ| - средняя абсолютная ошибка

Оценка прогноза осадков на 30 часов (мм/12ч).
Европейская территория России, 1-ая метеозона (~245 стан).
за период: ноябрь 2023 г. (исходный срок 00 ч)

Метод прогноза	Оправдываемость, %							Ошибки		Общее кол-во прогнозов
	P	Без осадков (дождь 0; снег 0)	Слабые (дождь: 0,1-0,2; снег: 0,1)	Небольшие (дождь: 0,3-2; снег: 0,2-1)	Умеренные (дождь: 3-9; снег: 2-5)	Сильные (дождь: 10-29; снег: 6-15)	Очень сильные (дождь: ≥30; снег: ≥16)	δ	δ	
UKMO	86	88	82	83	88	73	46	0,2	1,0	7565
NCEP	84	88	80	76	87	76	74	0,9	1,4	6802
ICON	86	94	80	81	83	71	31	-0,1	0,9	7565
JAPAN	86	92	82	82	83	72	26	0,0	0,9	7565
France	86	90	83	84	85	70	55	0,0	0,9	7565
Canada	83	82	87	85	82	74	14	0,2	1,1	7565
PLAV10	84	91	81	80	81	70	29	0,1	1,0	7565
Cosmo-6,6	85	92	82	80	82	70	50	0,0	0,9	6562
Cosmo-2,2	84	92	79	77	81	63	31	0,0	1,1	6557
Complex	87	94	81	78	88	78	68	0,4	0,9	7565
Кол-во случаев по градам		2913	1046	1962	1394	215	34			

P - общая оправдываемость прогноза; δ - средняя арифметическая ошибка; |δ| - средняя абсолютная ошибка

Оценка прогноза осадков на 42 часов (мм/12ч).
Европейская территория России, 1-ая метеозона (~245 стан).
за период: ноябрь 2023 г. (исходный срок 00 ч)

Метод прогноза	Оправдываемость, %							Ошибки		Общее кол-во прогнозов
	P	Без осадков (дождь 0; снег 0)	Слабые (дождь: 0,1-0,2; снег: 0,1)	Небольшие (дождь: 0,3-2; снег: 0,2-1)	Умеренные (дождь: 3-9; снег: 2-5)	Сильные (дождь: 10-29; снег: 6-15)	Очень сильные (дождь: >=30; снег: >=16)	δ	δ	
UKMO	83	87	83	82	81	67	40	0,2	1,1	7573
NCEP	82	88	81	76	81	77	40	0,6	1,3	5058
ICON	85	94	81	81	79	71	0	-0,1	0,9	7573
JAPAN	85	92	81	83	78	70	0	-0,1	0,9	7573
France	85	89	84	83	82	70	60	0,0	1,0	7573
Canada	82	80	88	85	80	64	0	0,2	1,2	7573
PLAV10	82	87	81	81	78	66	0	0,0	1,1	7573
Cosmo-6,6	83	90	82	79	74	63	25	0,0	1,1	6565
Cosmo-2,2	81	90	80	77	74	56	0	-0,1	1,2	6562
Complex	85	93	82	79	84	78	40	0,2	1,0	7573
Кол-во случаев по градациям		2749	1072	2155	1359	233	5			

P - общая оправдываемость прогноза; δ - средняя арифметическая ошибка; |δ| - средняя абсолютная ошибка

Оценка прогнозов порывов ветра

Порывы ветра являются важной составляющей общего прогноза погоды, т.к. сильные порывы - опасное явление. Измерения ветра на синоптических станциях проводятся на высоте 10 м с помощью анемометра. За 10-мин интервал перед сроком наблюдения делается осреднение значений скорости и направления ветра. Кроме того, анемометр может отмечать и порывы ветра (обычно за 3-часовой интервал между сроками или в срок наблюдения). Это скорость ветра без учета направления.

Численный прогноз порывов ветра появился сравнительно недавно и у нас есть только 4 модели, которые дают прогноз порывов ветра (в м/с) в регулярной сетке точек. Прогностические значения порывов ветра на станции находились с помощью билинейной интерполяции из прогностических полей. Для оценки порывов ветра были взяты более 800 станций на ЕТР за исключением ~25 станций, на которых за последние 2 года не наблюдалось ни одного порыва ветра ≥ 12 м/с (вероятно, из-за отсутствия оборудования). Факт порыва ветра фиксировался, если на станции наблюдались порывы ≥ 12 м/с в интервале ± 3 ч от времени заблаговременности прогноза. Заметим, что слабые порывы ветра (около 12 м/с) обычно связаны с усилением градиентов поля ветра на значительной территории. Сильные же порывы чаще всего связаны с конвекцией в атмосфере, имеют небольшой масштаб и прогнозировать их весьма затруднительно.

Для оценки прогнозов порывов ветра воспользуемся матрицей сопряжений и вычислением ряда характеристик:

МАТРИЦА СОПРЯЖЕНИЙ

N11 N12 N10
N21 N22 N20
N01 N02 N00

N11 - явление прогнозировалось и наблюдалось;

N_{12} - явление прогнозировалось, но не наблюдалось («ложные тревоги»);
 $N_{10}=N_{11}+N_{12}$ - число случаев, когда прогнозировалось явление;
 N_{21} - прогнозировалось отсутствие явления, но оно наблюдалось («пропуск цели»);
 N_{22} - прогнозировалось отсутствие явления и его не наблюдалось;
 $N_{20}=N_{21}+N_{22}$ - число случаев с прогнозом отсутствия явления;
 $N_{01}=N_{11}+N_{21}$ - число случаев с явлением;
 $N_{02}=N_{12}+N_{22}$ - число случаев с отсутствием явления;
 N_{00} - общее число случаев.
 $P=N_{11}/(N_{21}+N_{10})$ – оправдываемость редкого явления;
 $Pred=N_{11}/N_{01}$ – предупрежденность явления;
 $kLT=N_{12}/N_{01}$ – коэффициент «ложных тревог»;
 $ETS=(N_{11}-ar)/(N_{11}-ar+N_{12}+N_{21})$ – критерий ETS, где $ar=((N_{11}+N_{12})*(N_{11}+N_{21}))/N_{00}$;
 $BX=(v-v_0)/(1-v_0)$ – критерий Н.А.Багрова-Хайдке (для редких явлений), где
 $v=(N_{11}+N_{22})/N_{00}$, $v_0=(m_1+m_2)/N_{00}$, $m_1=(N_{10} \times N_{01})/N_{00}$, $m_2=(N_{20} \times N_{02})/N_{00}$;
 Факт порыва ветра,-если на станции наблюдались порывы ветра ≥ 12 м/с, ≥ 18 м/с или ≥ 24 м/с в интервале ± 3 ч от времени заблаговременности прогноза.

Евр.терр.России (~800 стан). Оценка прогнозов порывов ветра на 12 час ($W \geq 12$ м/с)								
			P	Pred	kLT	BX	ETS	
2047	1618	3665	46	72	0.57	0.57	0.40	France
803	19982	20785						
2850	21600	24450						
1673	1161	2834	45	65	0.45	0.56	0.39	Cosmo-2,2
912	17184	18096						
2585	18345	20930						
1835	1715	3550	44	76	0.71	0.55	0.38	Cosmo-6,6
590	17050	17640						
2425	18765	21190						
1281	628	1909	37	45	0.22	0.49	0.33	DWD(ICON)
1569	20972	22541						
2850	21600	24450						
2216	1178	3394	55	78	0.41	0.67	0.50	Компл4
629	20068	20697						
2845	21246	24091						

**Евр.терр.России (~800 стан). Оценка прогнозов порывов ветра
на 12 час ($W \geq 18$ м/с)**

			P	Pred	kLT	BX	ETS	
116	224	340	24	43	0.83	0.37	0.23	
153	23957	24110						France
269	24181	24450						
55	111	166	17	25	0.51	0.28	0.16	
161	20603	20764						Cosmo-2,2
216	20714	20930						
74	153	227	22	39	0.81	0.35	0.21	
116	20847	20963						Cosmo-6,6
190	21000	21190						
68	120	188	17	25	0.45	0.29	0.17	
201	24061	24262						DWD(ICON)
269	24181	24450						
177	207	384	37	66	0.77	0.54	0.37	
91	23616	23707						Компл4
268	23823	24091						

**Евр.терр.России (~800 стан). Оценка прогнозов порывов ветра
на 12 час ($W \geq 24$ м/с)**

			P	Pred	kLT	BX	ETS	
1	15	16	3	4	0.65	0.05	0.03	
22	24412	24434						France
23	24427	24450						
2	6	8	9	12	0.35	0.16	0.09	
15	20907	20922						Cosmo-2,2
17	20913	20930						
2	13	15	8	18	1.18	0.15	0.08	
9	21166	21175						Cosmo-6,6
11	21179	21190						
4	35	39	7	17	1.52	0.13	0.07	
19	24392	24411						DWD(ICON)
23	24427	24450						
6	36	42	10	26	1.57	0.18	0.10	
17	24032	24049						Компл4
23	24068	24091						