

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

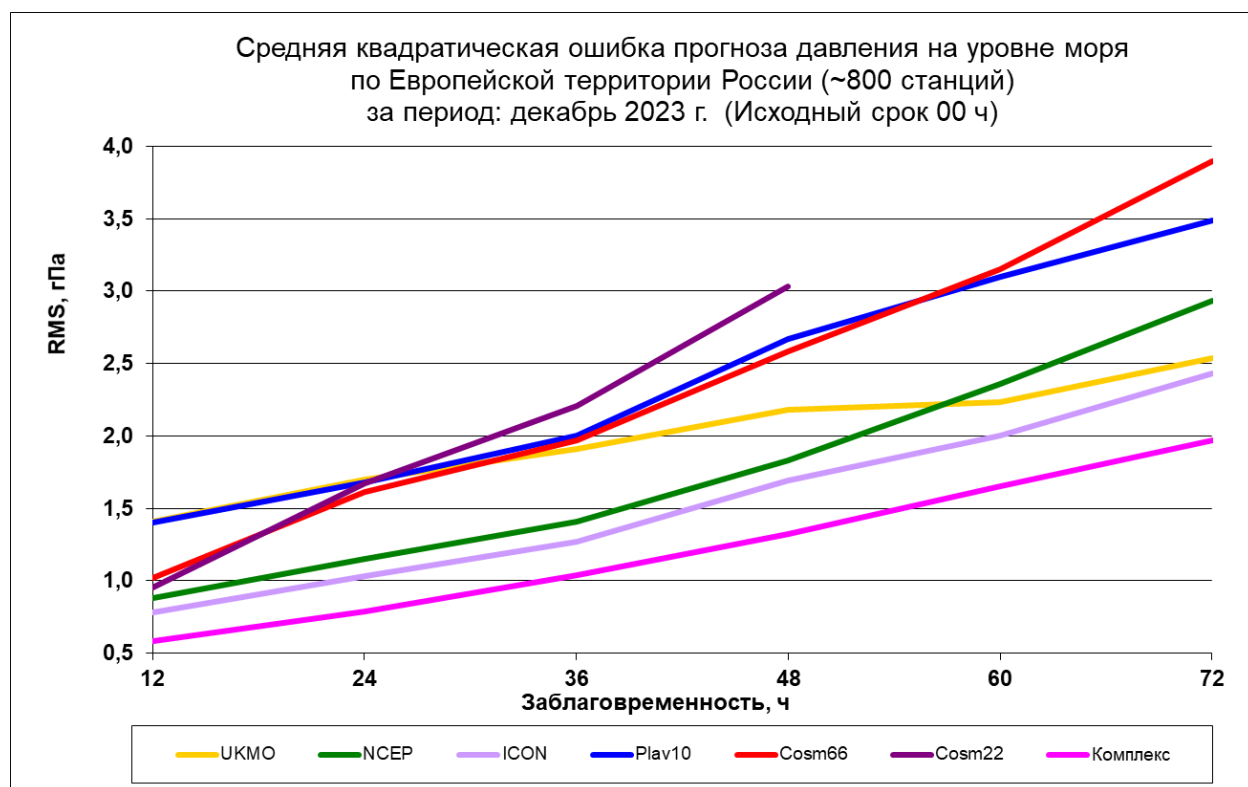
Заметим, что реальное разрешение в этих зарубежных моделях 13-20 км.

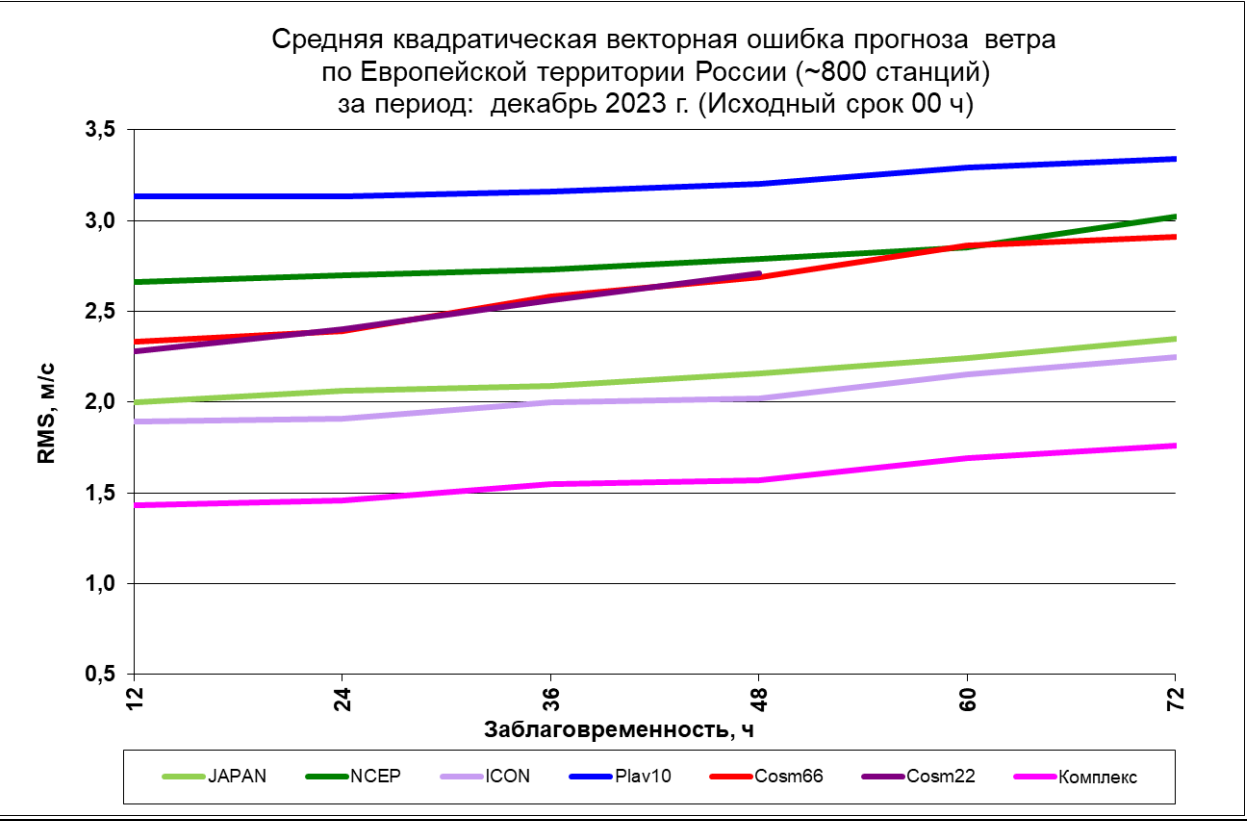
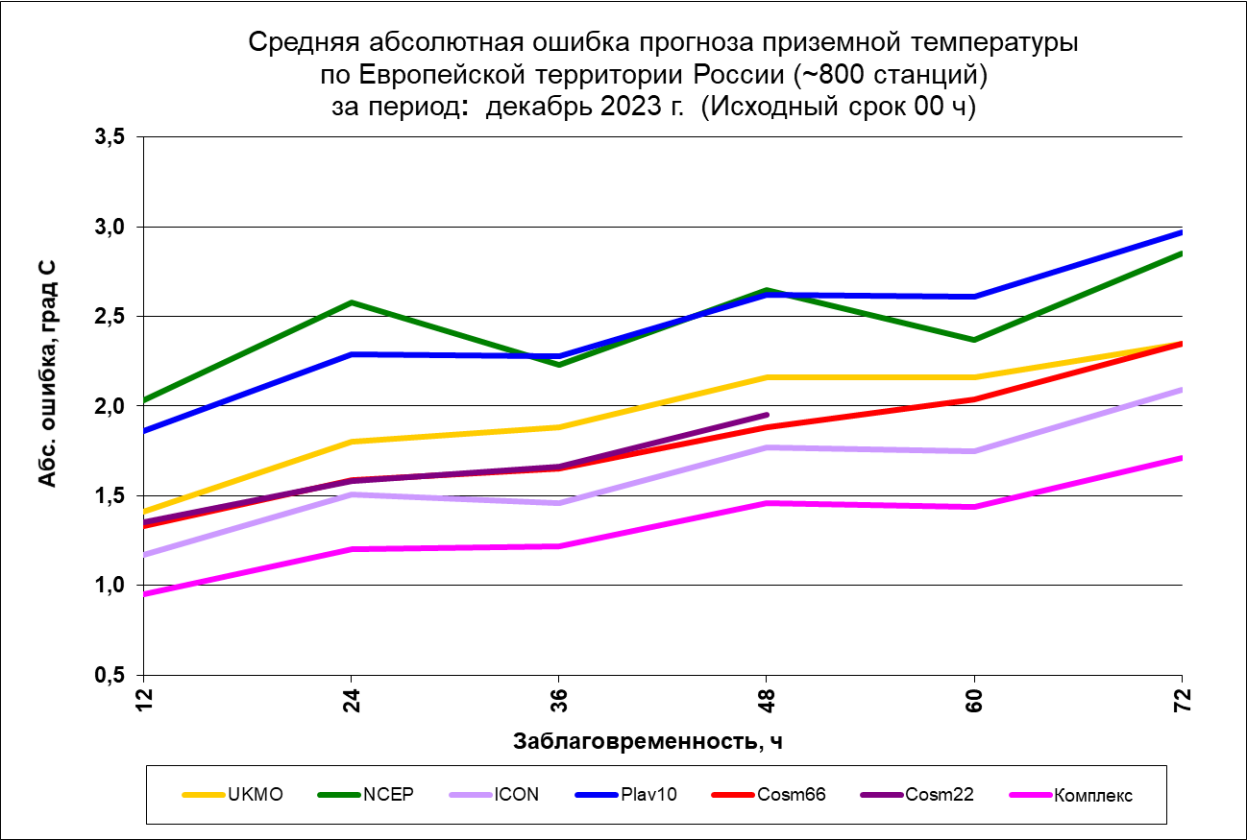
Мезометеорологические модели:

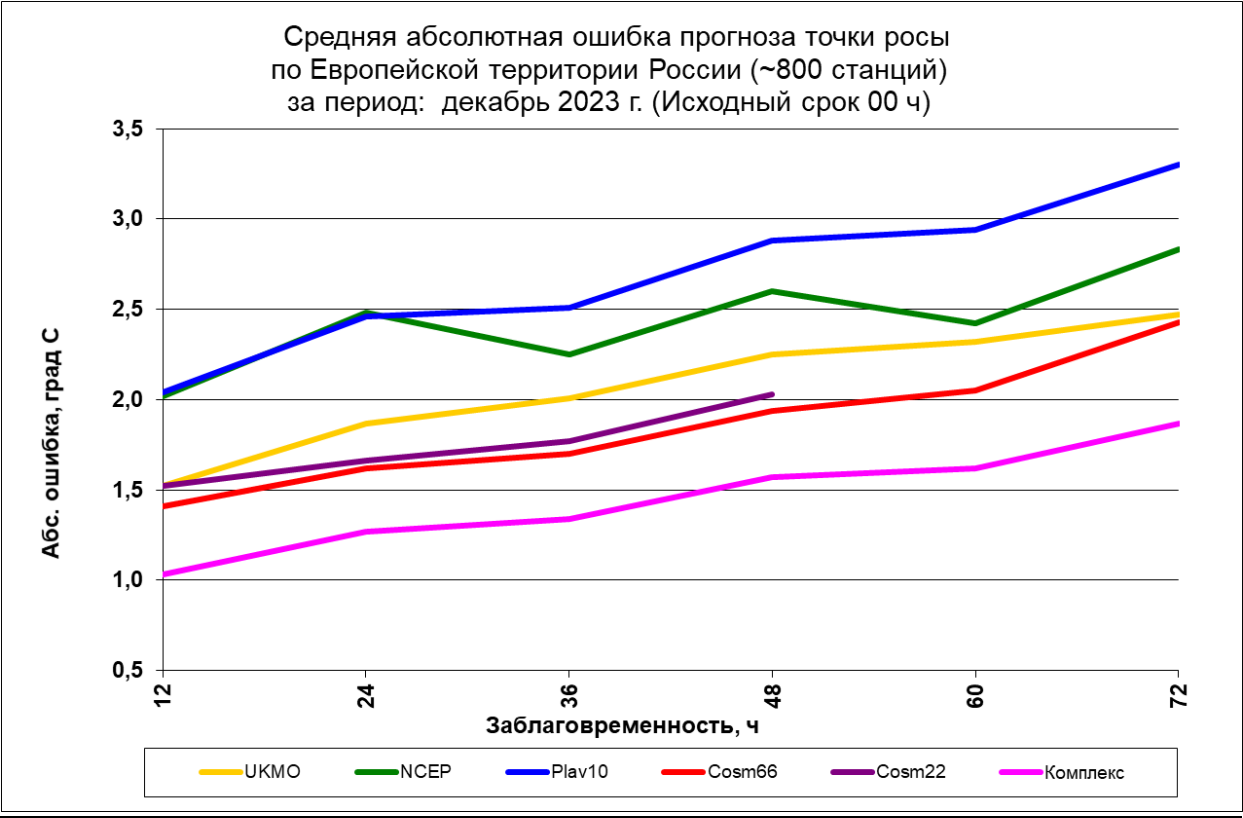
- COSMO-6,6 и COSMO-2,2 – негидростатические мезомасштабные модели с шагом сетки 6,6 км и 2,2 км (Консорциум COSMO, ФГБУ «Гидрометцентр России»);

- «Комплекс» - комплексный прогноз приземных метеозадающих элементов 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: декабрь 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	87	88	88	89	84	78	0	0,1	0,6	7541
NCEP	84	86	86	79	89	77	38	0,7	1,0	7541
ICON	87	94	82	85	85	84	0	0,0	0,6	7541
JAPAN	86	88	87	87	83	76	0	0,0	0,7	7297
France	87	91	85	86	83	81	0	0,0	0,6	7297
Canada	85	78	91	89	84	75	0	0,2	0,8	7297
PLAV10	84	87	85	83	84	82	0	0,2	0,7	7319
Cosmo-6,6	86	91	85	85	84	85	9	0,1	0,6	7055
Cosmo-2,2	85	90	84	84	82	83	25	0,1	0,7	6811
Complex	85	92	84	80	89	79	0	0,4	0,8	7541
Кол-во случаев по градам		1989	1174	3013	1184	173	8			

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: декабрь 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	87	86	88	88	85	83	0	0,1	0,6	7538
NCEP	84	86	83	79	89	79	78	0,8	1,0	7538
ICON	86	92	83	84	83	81	0	0,0	0,6	7538
JAPAN	86	87	87	86	83	76	11	0,1	0,7	7295
France	86	89	85	84	83	82	0	0,0	0,6	7295
Canada	84	76	90	88	82	78	11	0,3	0,8	7295
PLAV10	84	86	84	83	83	76	22	0,2	0,8	7317
Cosmo-6,6	85	90	85	83	83	89	0	0,2	0,7	7052
Cosmo-2,2	84	88	83	82	83	83	0	0,2	0,8	6809
Complex	86	91	84	80	90	82	67	0,4	0,8	7538
Кол-во случаев по градам		2199	1127	2787	1253	163	9			

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: декабрь 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	85	86	87	87	79	73	0	0,1	0,8	7540
NCEP	82	86	84	78	85	71	20	0,7	1,1	5591
ICON	84	93	82	83	78	73	0	0,0	0,7	7540
JAPAN	83	87	84	84	79	71	0	0,0	0,8	7297
France	85	90	83	84	80	76	0	0,0	0,7	7297
Canada	83	78	89	86	80	73	0	0,2	0,8	7297
PLAV10	82	84	84	83	78	75	0	0,1	0,8	7319
Cosmo-6,6	82	86	83	81	80	70	25	0,2	0,9	7053
Cosmo-2,2	81	85	82	80	77	59	29	0,2	0,9	6810
Complex	84	90	84	79	86	70	0	0,3	0,8	7540
Кол-во случаев по градациям		2085	1198	2961	1133	155	8			

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	
1925	2045	3970	41	74	0.78	0.52	0.35	
685	19795	20480						France
2610	21840	24450						
1363	900	2263	41	56	0.37	0.53	0.36	
1066	19211	20277						Cosmo-2,2
2429	20111	22540						
1808	1517	3325	44	69	0.58	0.55	0.38	
800	19510	20310						Cosmo-6,6
2608	21027	23635						
1025	482	1507	32	37	0.17	0.44	0.28	
1739	22019	23758						DWD(ICON)
2764	22501	25265						
2128	1230	3358	53	77	0.45	0.65	0.49	
634	21046	21680						Компл4
2762	22276	25038						

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

			P	Pred	kLT	BX	ETS	
94	118	212	28	44	0.55	0.44	0.28	
121	24117	24238						France
215	24235	24450						
45	67	112	17	22	0.33	0.28	0.16	
156	22272	22428						Cosmo-2,2
201	22339	22540						
74	86	160	25	35	0.40	0.39	0.24	
139	23336	23475						Cosmo-6,6
213	23422	23635						
56	88	144	18	25	0.39	0.30	0.18	
167	24954	25121						DWD(ICON)
223	25042	25265						
137	122	259	40	62	0.55	0.57	0.39	
85	24694	24779						Компл4
222	24816	25038						

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

			P	Pred	kLT	BX	ETS	
1	8	9	6	11	0.89	0.11	0.06	
8	24433	24441						France
9	24441	24450						
1	10	11	5	11	1.11	0.10	0.05	
8	22521	22529						Cosmo-2,2
9	22531	22540						
1	11	12	5	11	1.22	0.09	0.05	
8	23615	23623						Cosmo-6,6
9	23626	23635						
0	10	10	0	0	1.11	0	0	
9	25246	25255						DWD(ICON)
9	25256	25265						
2	15	17	8	22	1.67	0.15	0.08	
7	25014	25021						Компл4
9	25029	25038						