

Контроль качества аэрологических наблюдений

В. А. Гордин
А. Я. Наумов
М. А. Смирнов

Москва, 2026

Данные

Основной массив:

- Наблюдения и комплексный прогноз на 12 и 24 часа
- 11 стандартных уровней от 1000 до 100 гПа
- 5 метеоэлементов: T, H, U, V, R
- Период: 2025 год
- Сроки: 00 и 12
- Все станции Северного полушария
- Всего 337 тыс. выпусков радиозондов

Дополнительно:

- Наблюдения на промежуточных уровнях из телеграмм в коде BUFR

Методологическая основа

Рассчитывается отклонение $ob-fg$ (наблюдение минус прогноз). Считаем, что его распределение при исключении грубых ошибок близко к нормальному. Наблюдения, которые не вписываются в это распределение, вероятно, ошибочны. Будем оценивать масштаб отклонений через 68-й перцентиль абсолютных отклонений δ_{68} , который близок к среднеквадратическому отклонению σ .

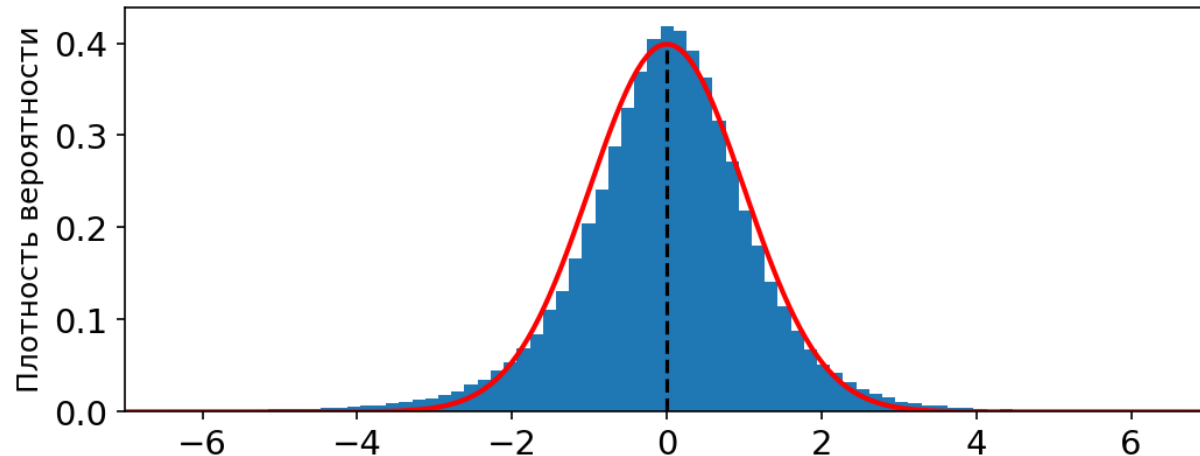


Рис. 1. Распределение $ob-fg$ для температуры (в $^{\circ}\text{C}$) на 500 гПа по всем станциям за 2025 год, красная линия — нормальное распределение

Примеры ошибок в наблюдениях (температура)



Рис. 2. Температура на станции 32150, 29.мар.25, срок 00, 850 гПа

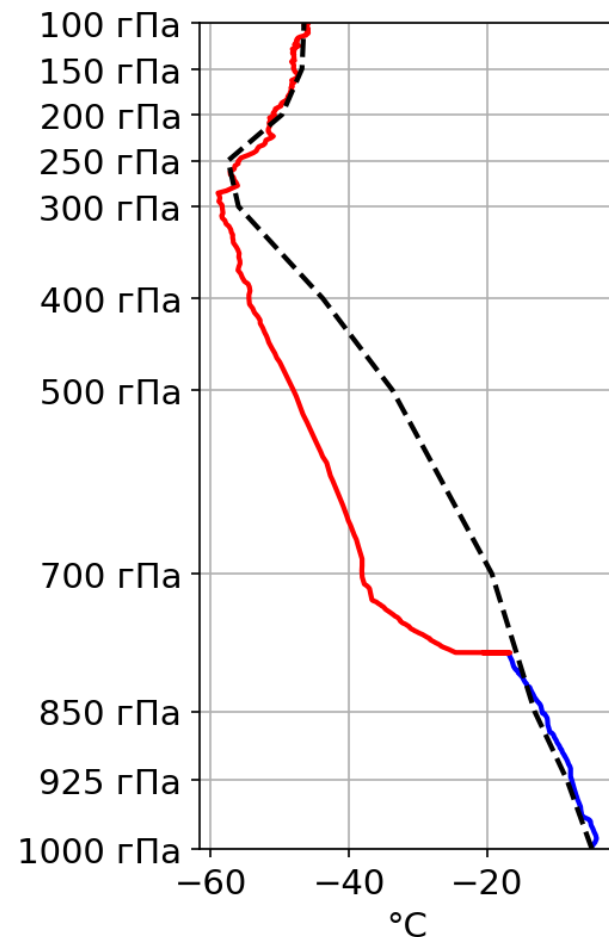


Рис. 3. Профили температуры на станции 32540, 02.янв.25, срок 00

Примеры ошибок в наблюдениях (геопотенциал)

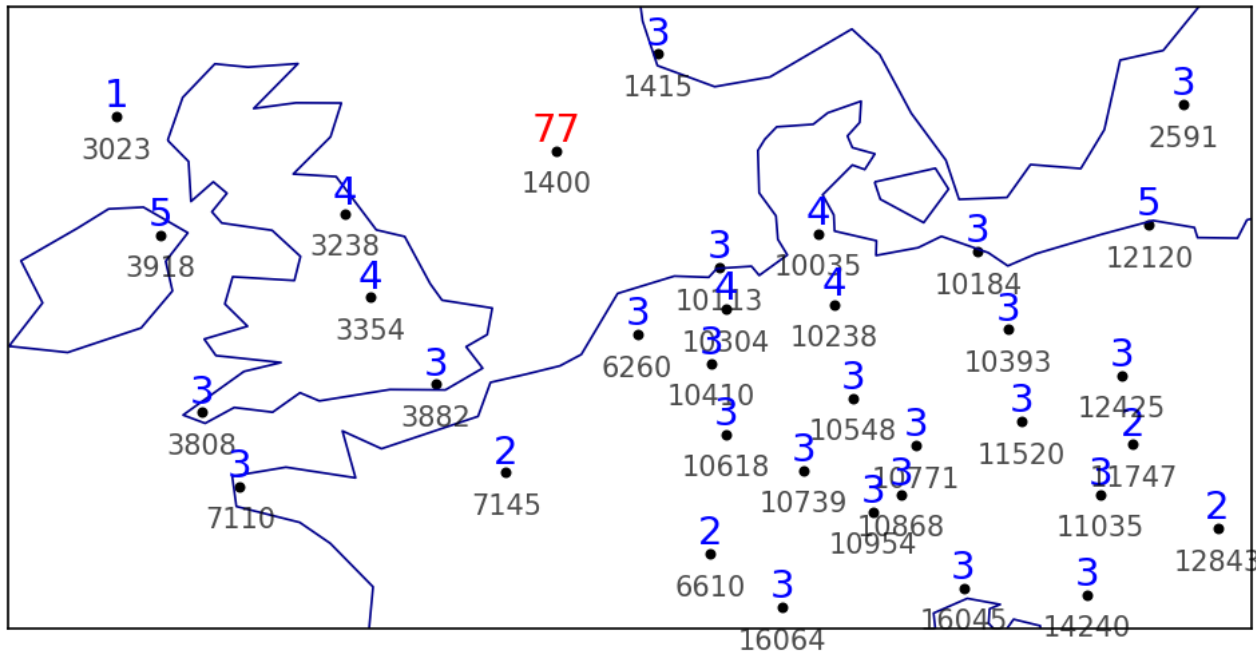


Рис. 4. Величина δ_{68} (м) для
геопотенциала за 2025 год, 500 гПа

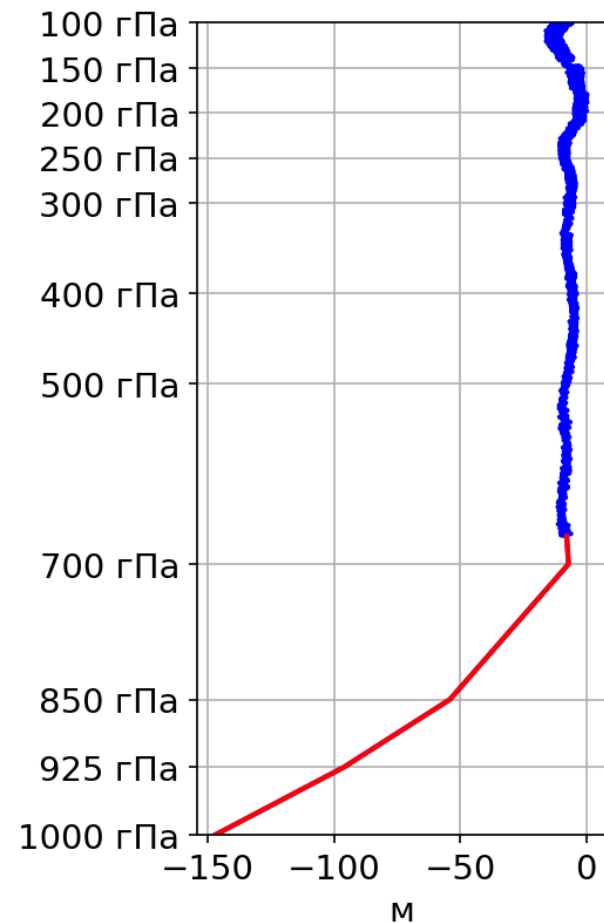


Рис. 5. Отклонение геопотенциала от
прогноза на станции 4417 (Гренландия)
29.май.25, срок 12

Примеры ошибок в наблюдениях (геопотенциал)

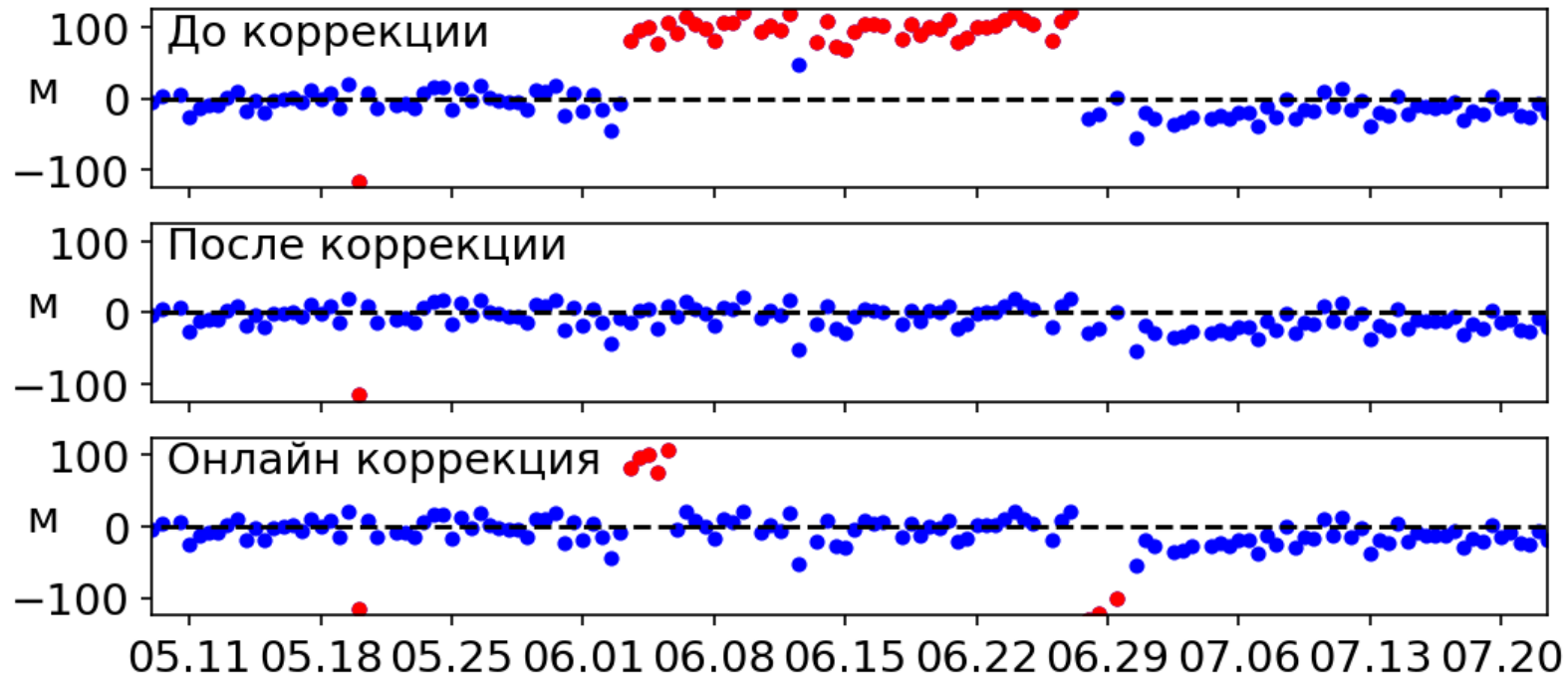


Рис 6. Отклонения наблюдений геопотенциала от прогноза на станции 27995 на уровне 150 гПа с мая по июль 2025 года

Примеры ошибок в наблюдениях (ветер)

— Наблюдения — Прогноз — Изолинии геопотенциала
— Брак **9 м/с** |Набл-Прогноз|

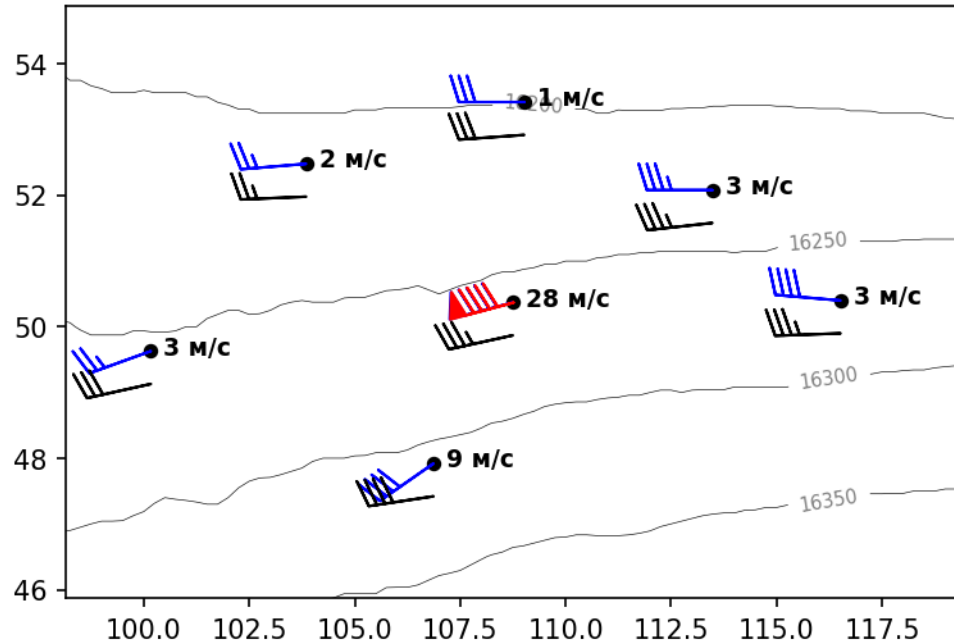


Рис. 7. Ветер, 22.сен.25,
срок 00, 100 гПа

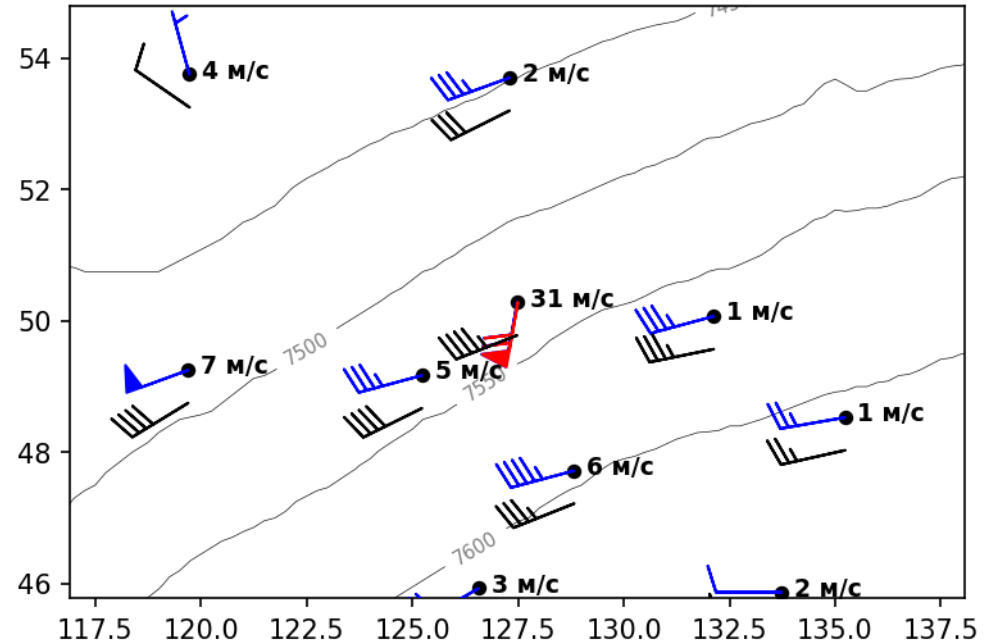


Рис. 8. Ветер, 11.июл.25,
срок 12, 400 гПа

Примеры ошибок в наблюдениях (влажность)

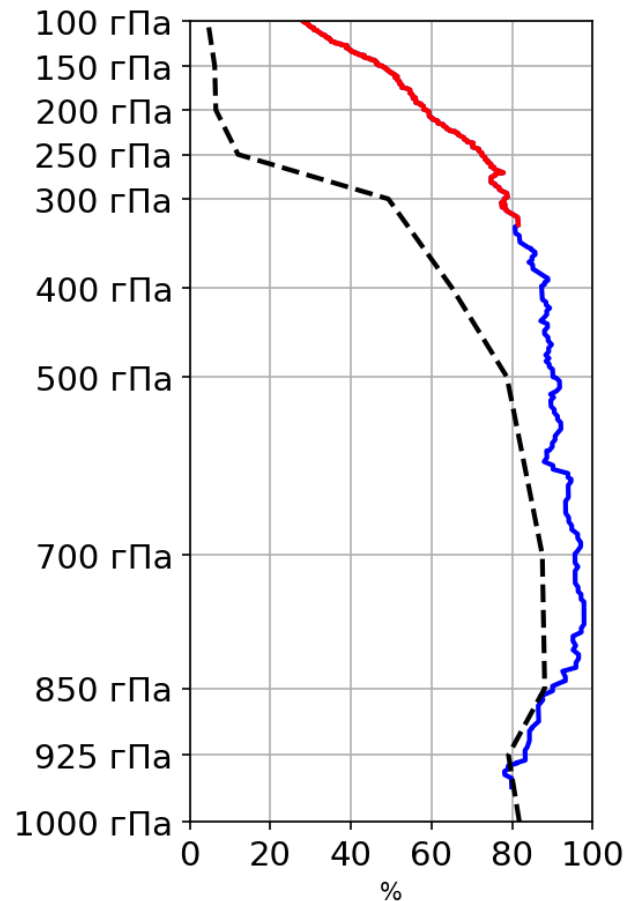
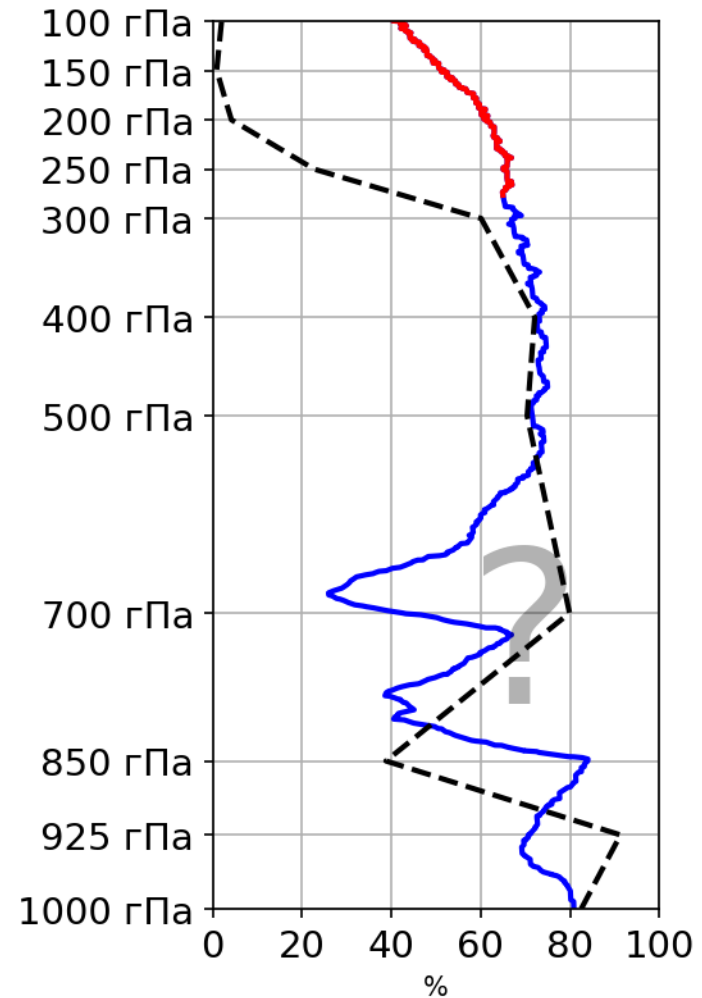


Рис. 9. Относительная влажность

Слева станция 29698
11.авг.25 срок 12

Справа станция 32618
25.апр.25 срок 12



Статистика отклонений $|ob-fg|$ (тип зонда)

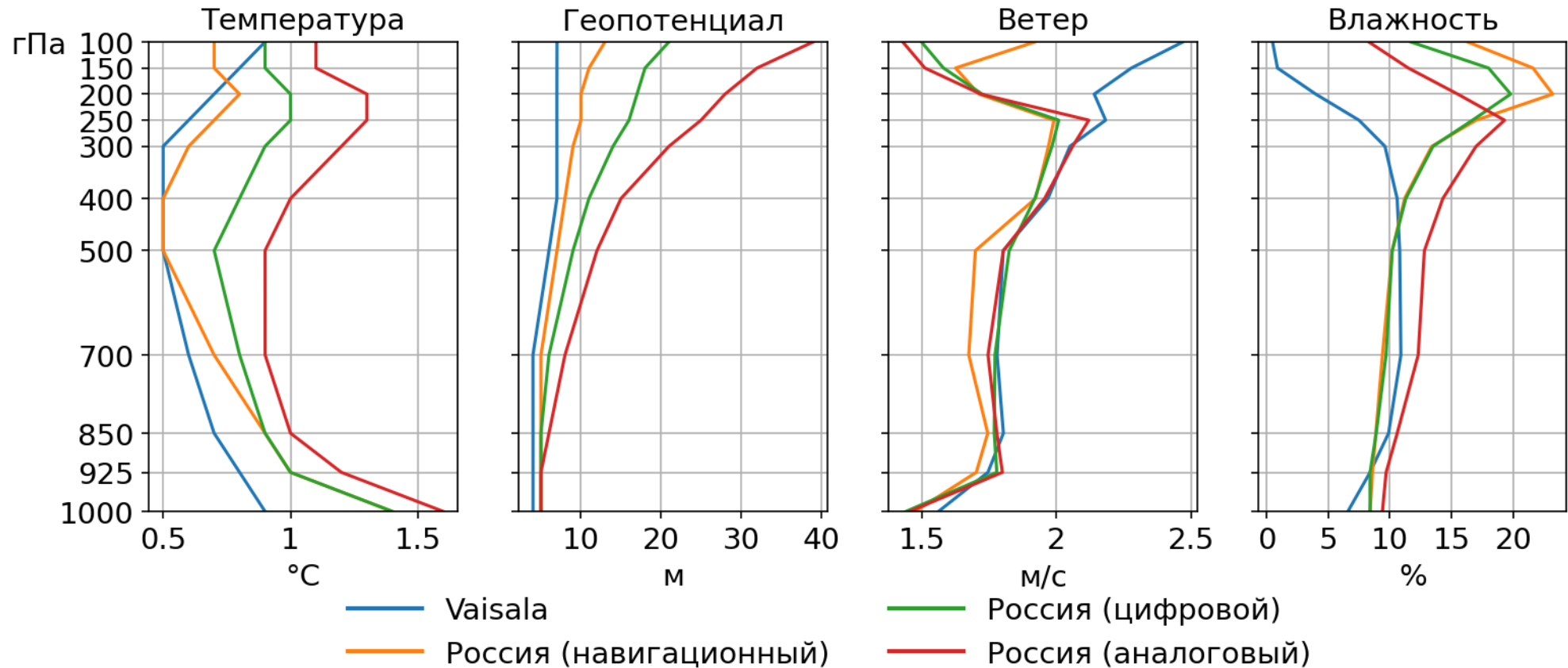


Рис. 10. Величина δ_{68} для разных типов зондов за 2025 год

Статистика отклонений $|ob-fg|$ (модель прогноза)

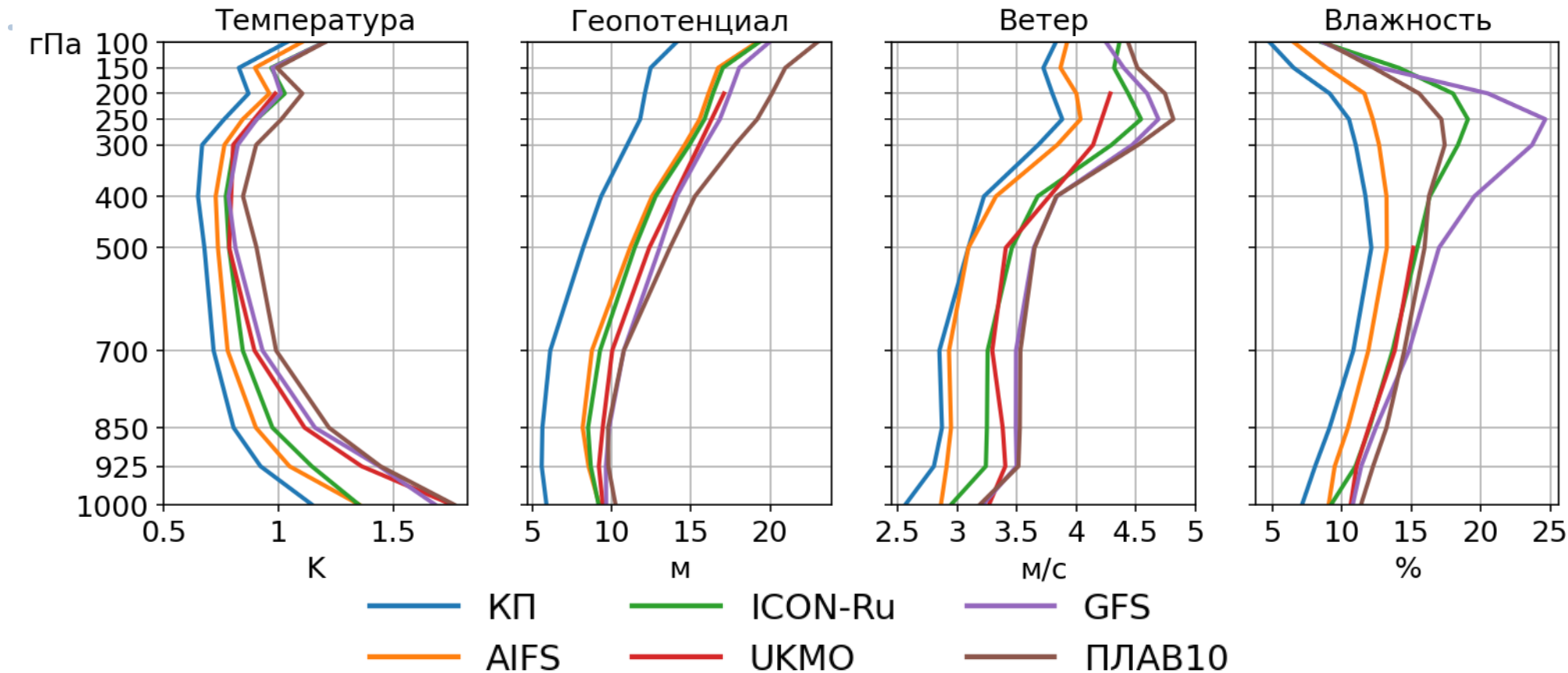


Рис. 11. Среднеквадратичное отклонение прогнозов с заблаговременностью 12 часов от наблюдений для разных моделей за лето 2026 года

Статистика отклонений |ob-fg| (совместное распределение)

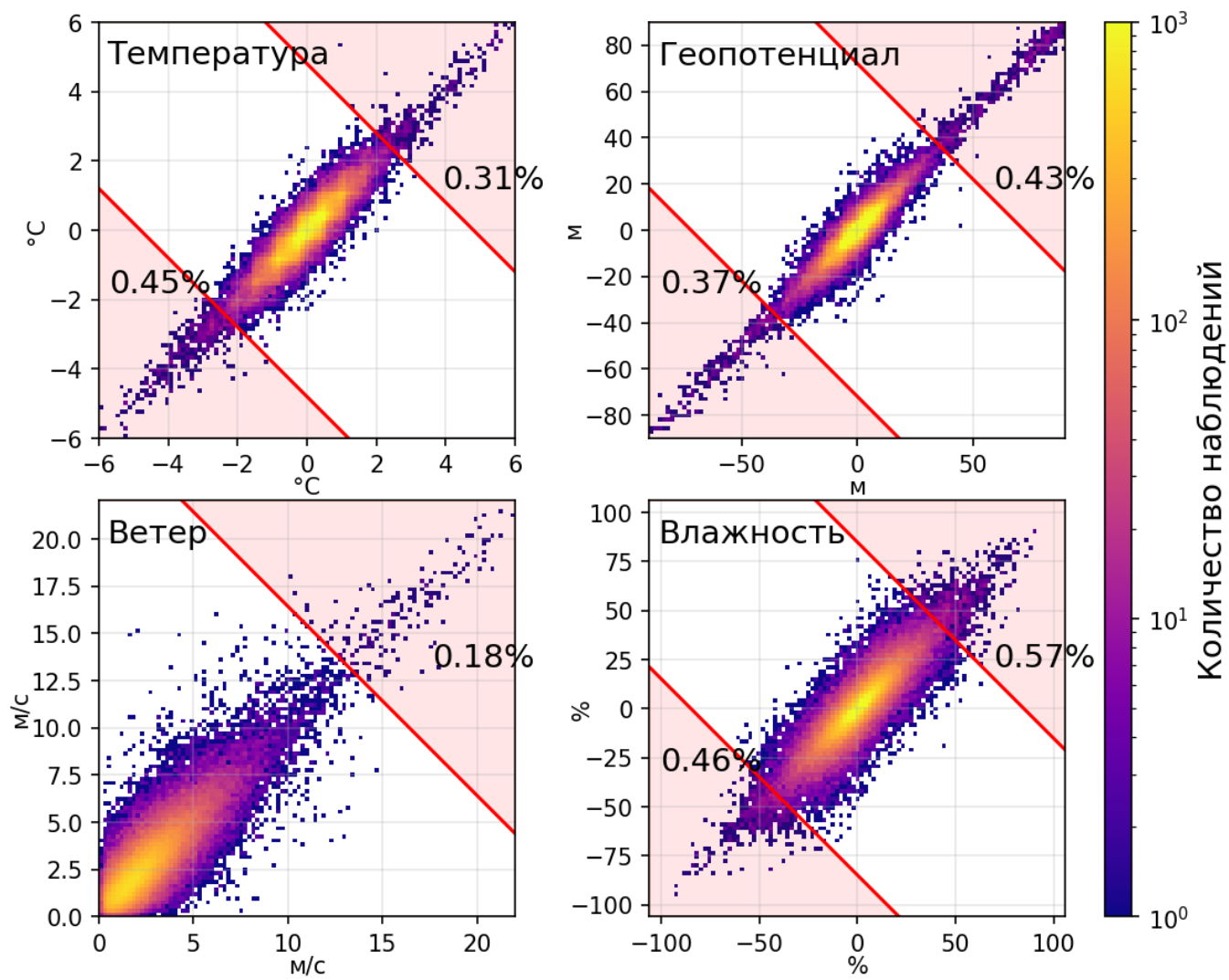


Рис. 12. Отклонения наблюдений от комплексного прогноза на 12 и 24 часа (по горизонтали и вертикали) для лета на уровне 500 гПа. Числа в зонах — процент брака.

Выставляется метка «**брак**», если $|\theta_{12} + \theta_{24}| > B \cdot \delta \cdot f(z) \cdot g(c)$, где θ_{12} и θ_{24} — отклонения наблюдений от КП на 12 и 24 часа, $B = 8$, f — поправка для приземной температуры, c — кривизна профиля температуры, g — поправка

Брак

Алгоритм контроля

- 1) Рассчитывается перцентиль δ для отклонения $|ob-fg|$ по архиву за последние **30 суток** по всем станциям. Для влажности на уровнях 200–100 гПа величины δ рассчитываются отдельно для тропиков и внетропической зоны
- 2) Для температуры и геопотенциала выполняется коррекция систематических ошибок
- 3) Наблюдениям расположенным ниже уровня станции, присваиваются метки брака
- 4) Метка «**брак**» присваивается, если $|\theta_{12} + \theta_{24}| > B * \delta * f(z) * g(c)$, где θ_{12} и θ_{24} — отклонения наблюдений от КП на 12 и 24 часа, $B = 8$, f и g — поправки
- 5) Выполняется вертикальная проверка результата: если брак на 3+ уровнях, то все вышележащие уровни тоже брак. Для влажности, если брак только на одном уровне метка снимается
- 6) По аналогичному алгоритму 1-5 выставляется метка «**станционный брак**», но для этого контроля δ рассчитываются отдельно для каждой станции

Результаты сравнения с комплексным контролем (КК) Алдухова

Доля забракованных наблюдений (в сотых долях процента), июнь—декабрь 2025

	1000	925	850	700	500	400	300	250	200	150	100
T	0	3	6	10	14	15	16	12	8	4	4
	17	13	10	10	11	11	13	6	5	9	6
	0	0	4	3	2	2	2	3	3	0	1
H	26	20	24	31	32	33	38	40	38	36	38
	117	136	152	155	142	167	183	206	258	282	302
	31	21	18	18	9	0	0	0	0	0	0
W	0	15	15	12	8	7	8	9	8	21	26
	40	38	35	38	44	53	68	64	66	38	29
	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	12
R	0	17	24	29	32	24	14	0	0	0	0
	5	2	4	7	15	23	37	73	461	1307	1322
	0	814	982	1561	2079	1999	1864	0	0	0	0

Северное полушарие.
Верхнее число в каждом квадратике означает долю наблюдений, забракованных одновременно КК и нашим алгоритмом контроля, **среднее** — только нашим контролем, **нижнее** — только КК

	1000	925	850	700	500	400	300	250	200	150	100
T	46	31	33	36	67	76	85	48	30	32	26
H	121	144	192	287	391	509	648	760	967	995	1002
W	63	108	95	79	79	86	116	107	110	77	72
R	8	27	49	79	82	81	110	205	1653	4329	4311

Российские станции.
Доля наблюдений забракованных нашим контролем

Спасибо за внимание