

V ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ,
ПОСВЯЩЁННАЯ ПАМЯТИ АКАДЕМИКА
АЛЕКСАНДРА МИХАЙЛОВИЧА ОБУХОВА

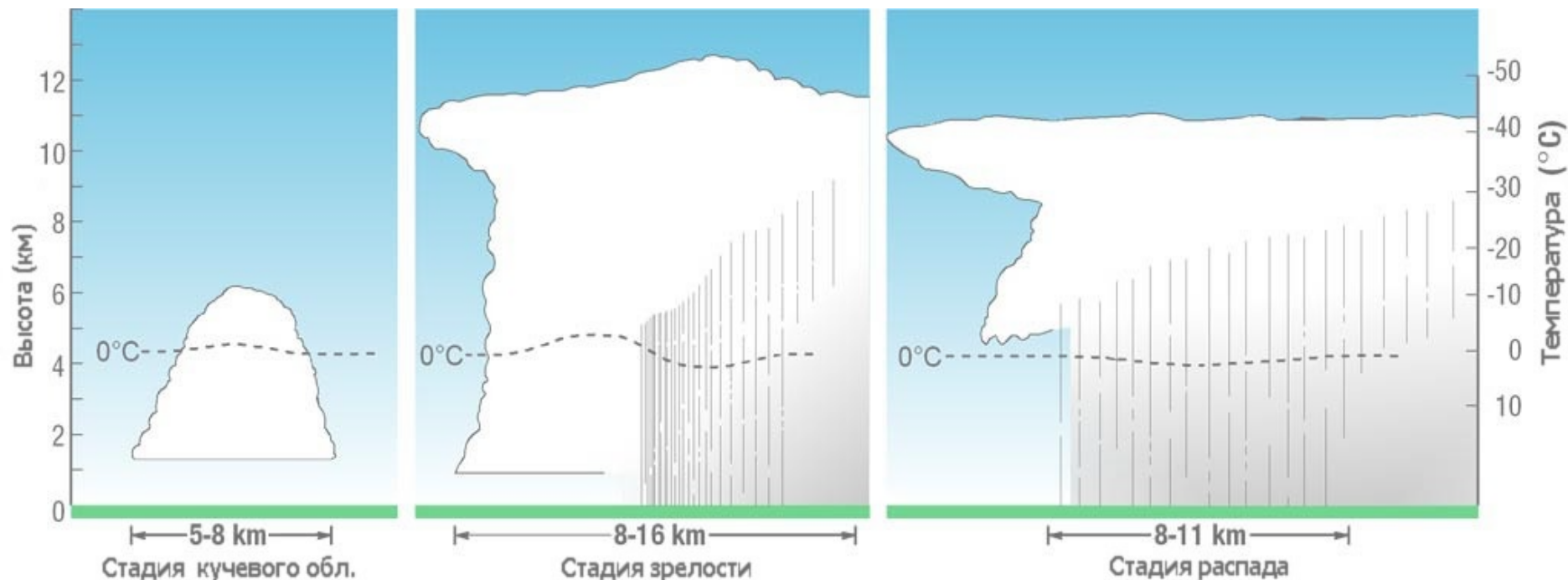
НАУКАСТИНГ ГЛУБОКОЙ ВЛАЖНОЙ КОНВЕКЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ

Москва 2024

Баданов А.Ю.
Юсупов Ю. И.



СТАДИИ РАЗВИТИЯ ГРОЗОВОГО ОБЛАКА:



Факторы развития грозового облака:

- высокая верхняя граница облачности
- мощный восходящий поток
- «пробой» тропопаузы

Почему возникла необходимость использовать данные геостационарных метеоспутников и численных прогнозов для обнаружения глубокой конвекции и связанных с ней опасных явлений?

Неравномерность
расположения наземных
средств обнаружения

- Метеостанции расположены неравномерно и не везде
- Сеть метеорадаров и грозопеленгаторов неравномерна

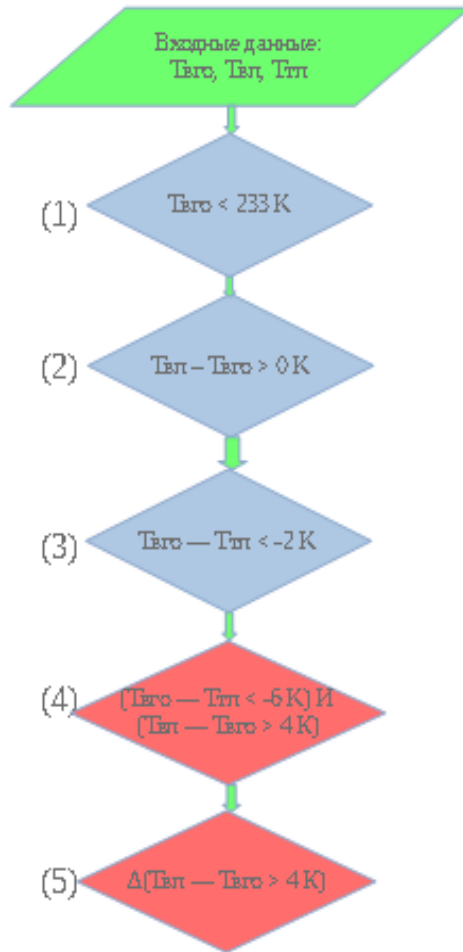
Равномерность
покрытия территории РФ
данными метеоспутников

- Геостационарные метеоспутники Meteosat второго поколения, Электро-Л, HIMAWARI равномерно «освещают» территорию РФ

Равномерность
покрытия территории РФ
данными численного
прогноза

- Сеточные данные численного прогноза GFS равномерно покрывают территорию РФ

Методика



- $T_{вгс}$ [K], температура верхней границы облачности ← Спутник
- $T_{вл}$ [K], температура водяного пара в верхней тропосфере ← Спутник
- $T_{тп}$ [K], температура тропопаузы ← Численный прогноз
- (1) низкая $T_{вгс}$ означает мощное вертикальное развитие облака
- (2) $T_{вл} > T_{вгс} \Rightarrow$ восходящий конвективный поток
- (3) «пробой» тропопаузы
- (4) зрелая стадия развития конвективного облака
- (5) конвекция развивается во времени
- (6) значения предикторов могут меняться в зависимости от местности



Таблица сопряжённости

Детекция	Наблюдалось		Сумма
	С конвективными событиями	Без конвективных событий	
С конвективными событиями	n_{11}	n_{12}	n_{10}
Без конвективных событий	n_{21}	n_{22}	n_{20}
Сумма	n_{01}	n_{02}	n_{00}

Критерии оценки качества
детекции

1. Пирси-Обухова

$$T = \frac{n_{11}}{n_{01}} - \frac{n_{12}}{n_{02}} \equiv \frac{n_{22}}{n_{02}} - \frac{n_{21}}{n_{01}}$$

2. Хайдке

$$H = \frac{n_{11} \cdot n_{22} - n_{12} \cdot n_{21}}{(n_{11} + n_{12})(n_{22} + n_{12}) + (n_{11} + n_{21})(n_{22} + n_{21})}$$

Источник — РД
Гидрометцентра

Критерий конвекции: пороговое значение отражаемости при $\lambda=0,6$ мкм

202309030900 VIS_006 $\geq$ 40 Пирси = 0.7761
Хайдке = 0.44998 грозы $\pm$ 5 мин
37.5°E 40°E 42.5°E 45°E 47.5°E 50°E 52.5°E

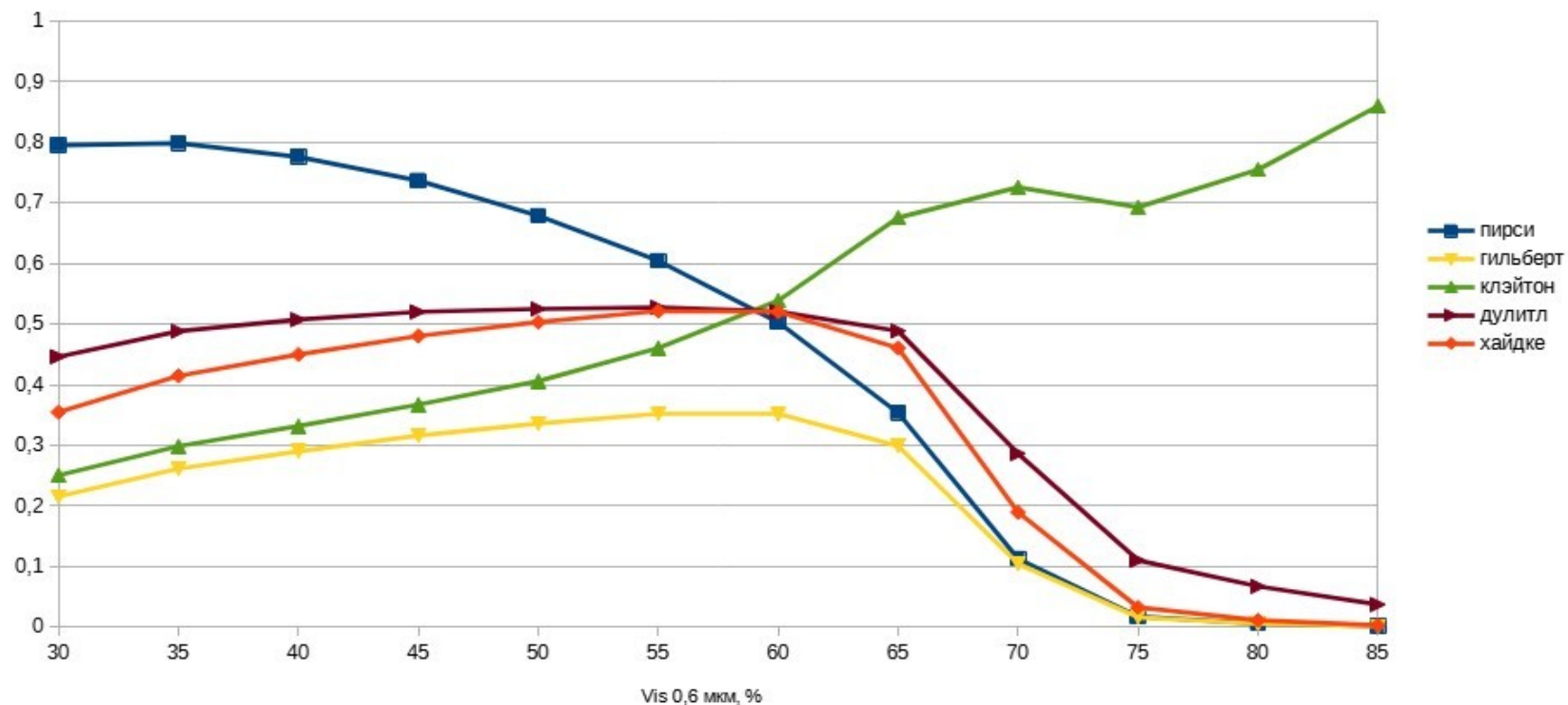


202309030900 VIS_006 $\geq$ 60 Пирси = 0.50312
Хайдке = 0.52029 грозы $\pm$ 5 мин
37.5°E 40°E 42.5°E 45°E 47.5°E 50°E 52.5°E



Динамика значений

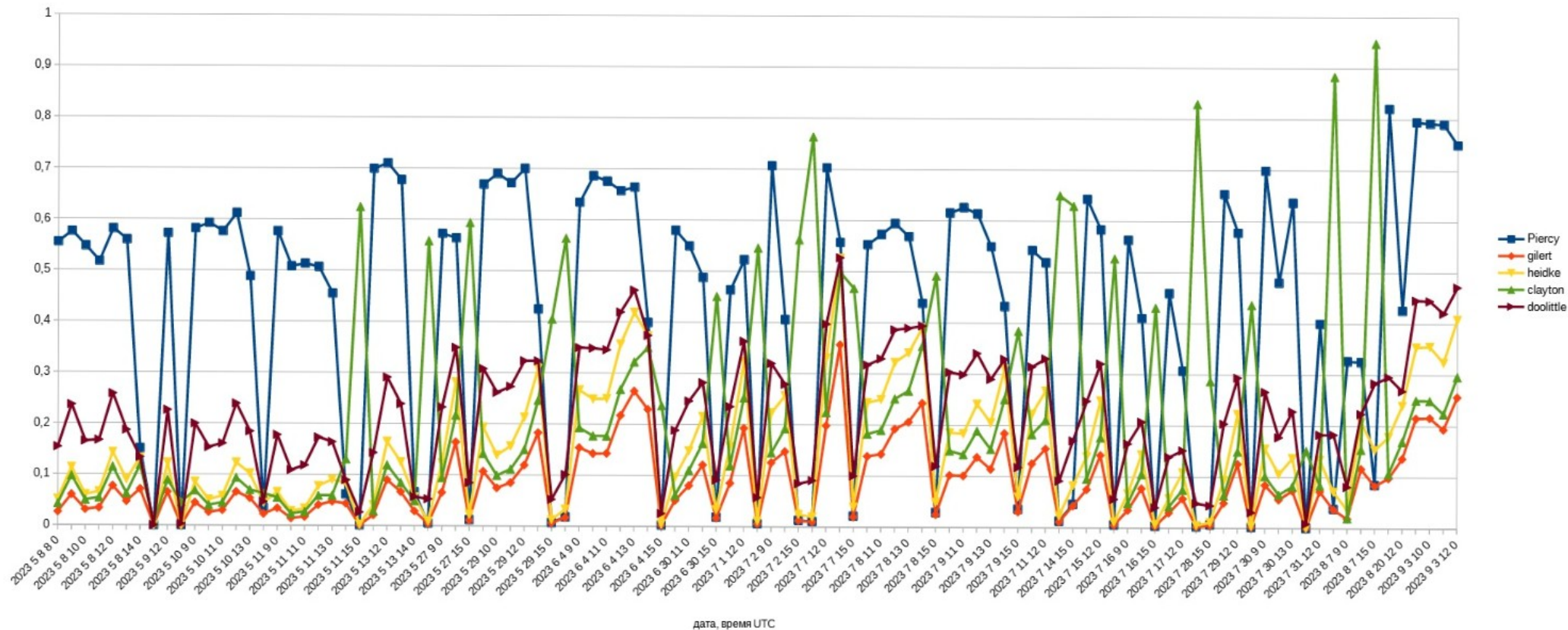
2023/09/03 09:00 UTC Зависимость критериев качества детектирования конвекции Пирси, Хайдке, Клэйтона, Гилберта и Дулитла с помощью спутника от коэффициента отражения солнечного излучения от ВГО по данным спутника MSG-2 (в качестве наблюдений брались данные радаров и станций в срок и грозопеленгаторов +/- 5 минут)



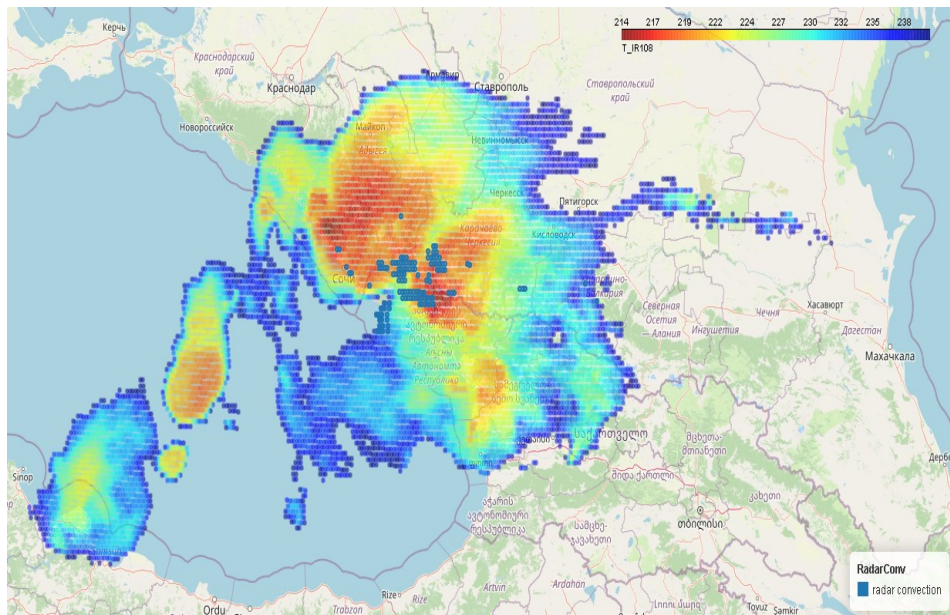
Врем. Дин.

Изменение критериев качества детектирования конвекции Пирси, Хайдке, Гилберта, Дулитла и Клэйтона с помощью спутников в зависимости от времени. В качестве наблюдений конвекции использовались данные радаров, грозополенгаторов и метеостанций

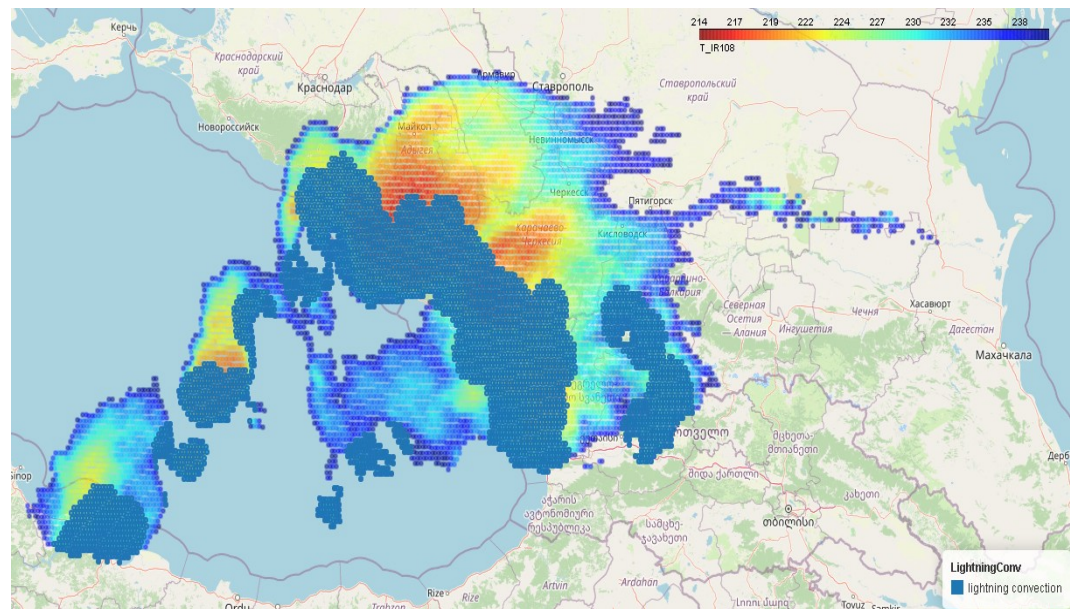
Спутниковый критерий конвекции: коэффициент отражения солнечного излучения от ВГО на длине волны 0,6 мкм не менее 30%



Критерий конвекции: пороговое значение яркостной температуры верхней границы облачности при $\lambda = 10,8$ мкм

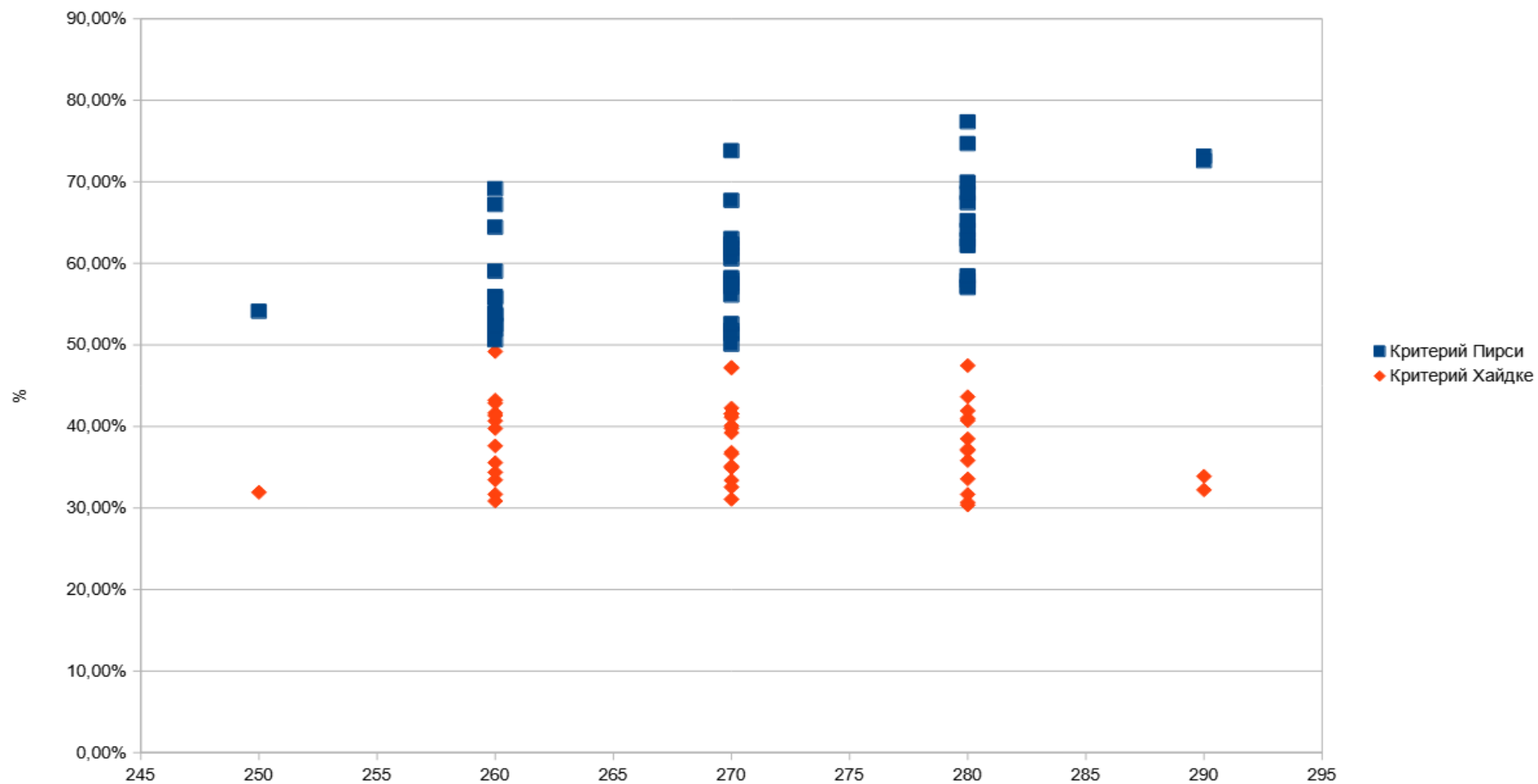


Спутник + радар



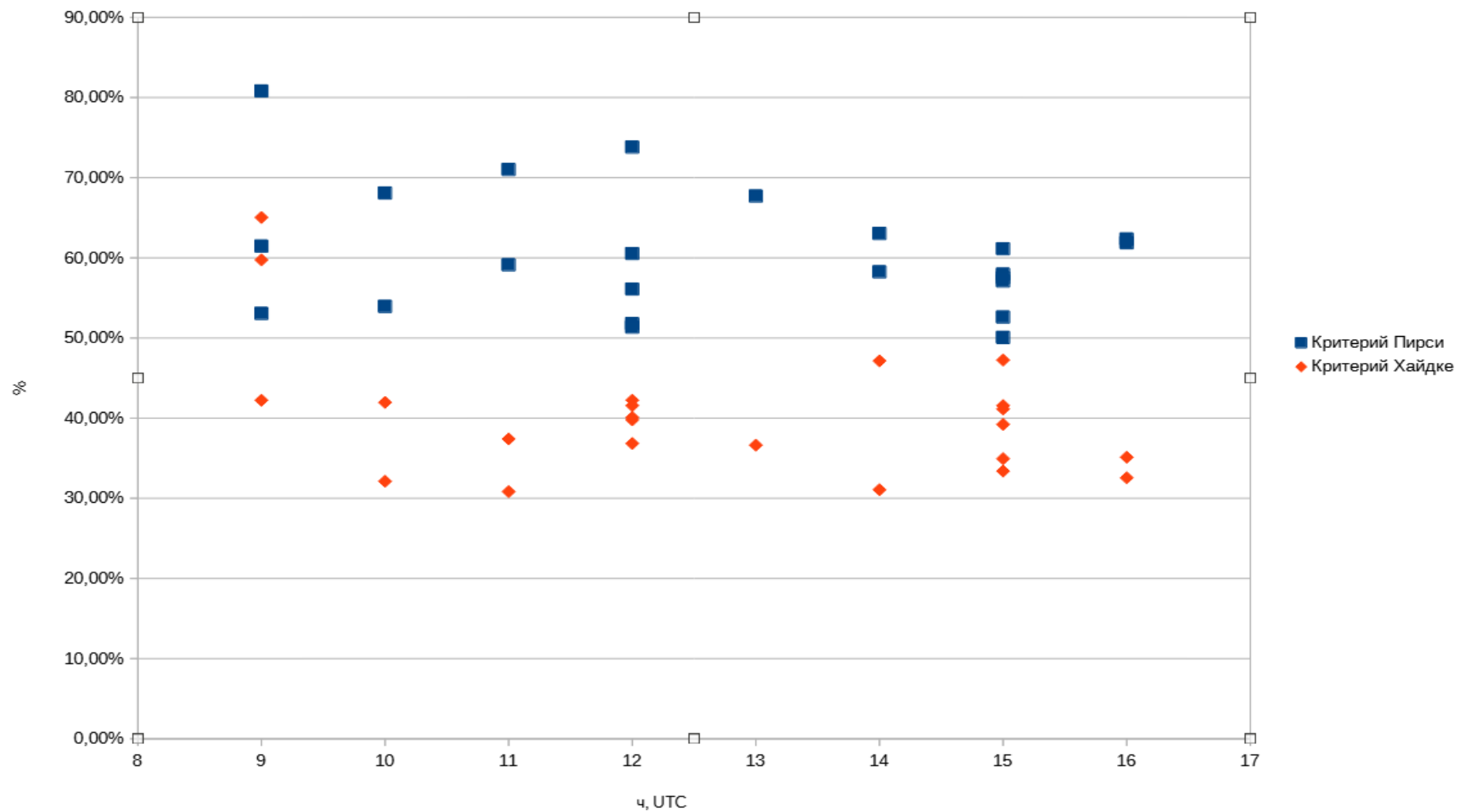
Спутник + грозопеленгатор

Зависимость критерия качества детекции конвекции в авиации от порогового значения
Критерий конвекции - пороговое значение температуры облачности 3,9 мкм
временной диапазон 09.00 - 16.00 UTC



Зависимость критериев качества детекции конвекции в зависимости от времени суток

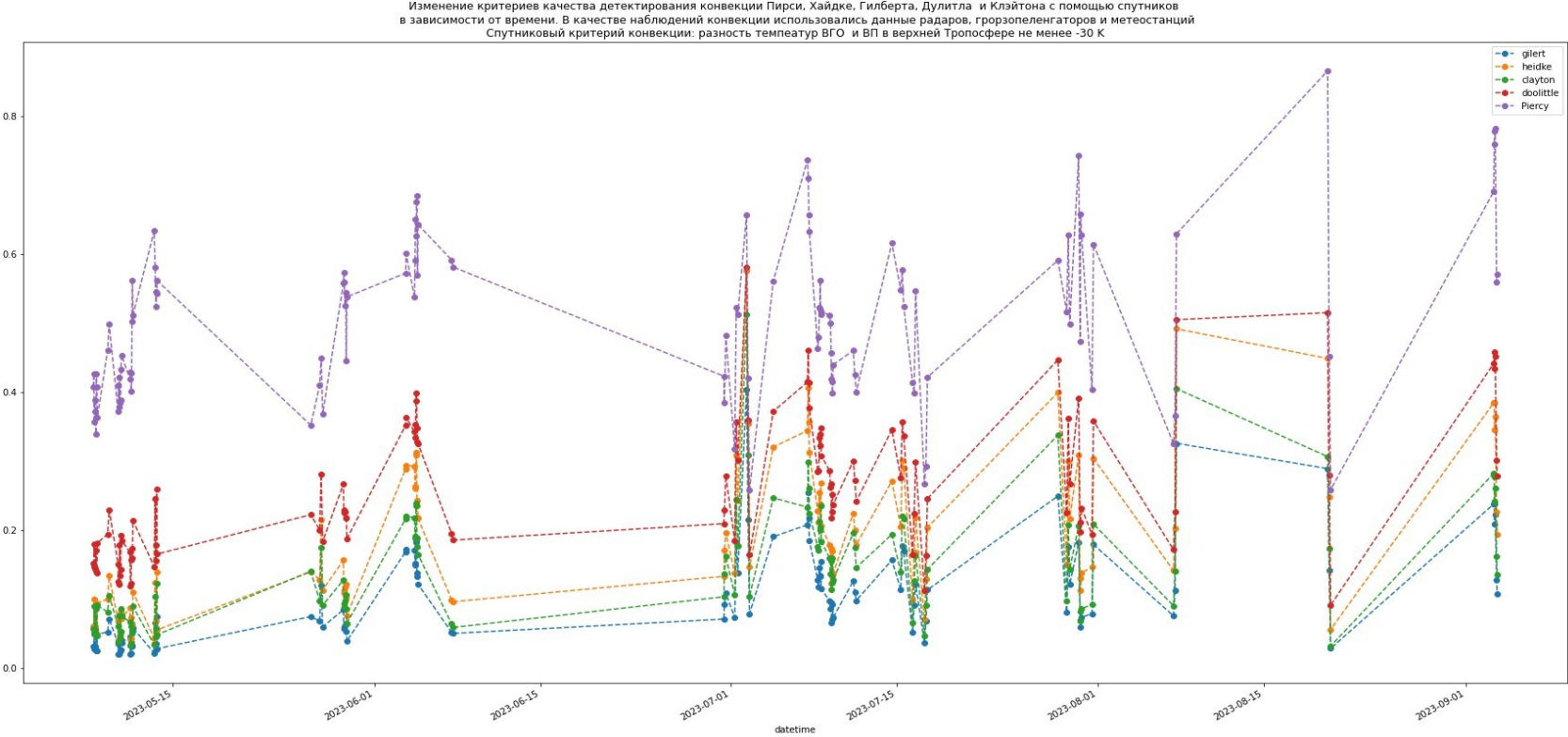
Пороговое значение Тик = 270 К, = 3,9 мкм



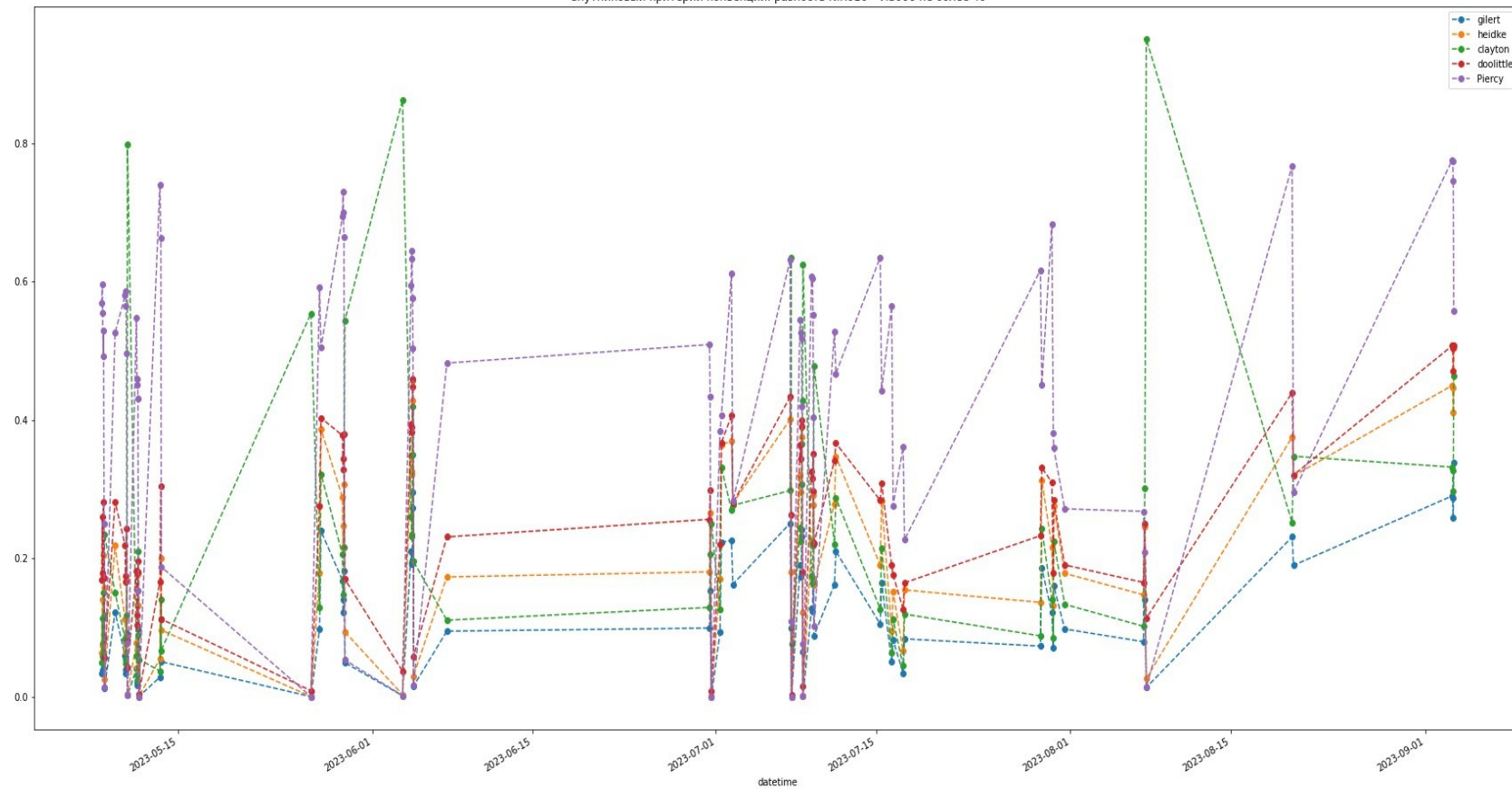
Твп0,6мкм-Тик10,8мкм

Пирси не опускается ниже 0,3

Его величина, превышающая 0,3, свидетельствует о практической значимости детекции. (метод кабинет гидрометцентра)



Изменение критериев качества детектирования конвекции Пирси, Хайдке, Гилберта, Дулитла и Клэйтона с помощью спутников в зависимости от времени. В качестве наблюдений конвекции использовались данные радаров, горзопеленгаторов и метеостанций
Спутниковый критерий конвекции: разность NIR016 - VIS006 не более 40





Спасибо

Спутниковые данные +
Численный прогноз



Мезомасштабные (400-1000 км)
конвективные кластеры с грозой и градом

Локальные (20-50 км)
области с грозой и градом

ОПЕРАТИВНОЕ
Обнаружение и ОПЕРАТИВНЫЙ
прогноз распространения
гроз с градом

Пирси не опускается ниже 0,3

Твп0,6мкм-Тик10,8мкм

Критерий качества Пирси-Обухова, характеризующий успешность альтернативного прогноза в целом, равен 0,42-0,45. Его величина, превышающая 0,3, свидетельствует о практической значимости прогнозов. (метод кабинет гидрометцентра)

Изменение критериев качества детектирования конвекции Пирси, Хайдке, Гилберта, Дулитла и Клэйтона с помощью спутников в зависимости от времени. В качестве наблюдений конвекции использовались данные радаров, грозопеленгаторов и метеостанций
Спутниковый критерий конвекции: разность температур ВГО и ВПГ в верхней Тропосфере не менее -30 K

