

# Результаты комплексного полевого эксперимента по исследованию субмезомасштабных когерентных структур в устойчиво стратифицированном атмосферном пограничном слое над степной поверхностью

*Зайцева Д.В.<sup>1</sup>, Люлюкин В.С.<sup>1,2</sup>, Шишов Е.А.<sup>1</sup>, Кузнецов Д.Д.<sup>1</sup>*

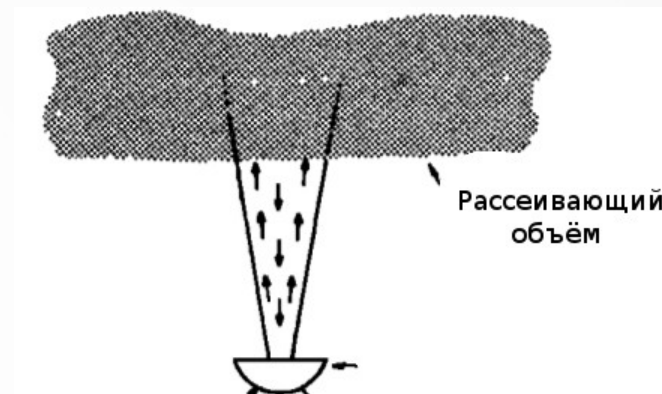
*<sup>1</sup> Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, Москва*

*<sup>2</sup> Московский государственный технический университет им Н.Э. Баумана, Москва*

# Акустический локатор (сонар)

Принцип работы основан на объёмном рассеянии акустических волн на турбулентных неоднородностях

Измеряемая интенсивность эхо-сигнала – интенсивность температурных флуктуаций с масштабами порядка половины длины волны зондирующего импульса



задержка сигнала  $t$  – высота  $z = \frac{ct}{2}$

сдвиг частоты  $\Delta f$  – лучевая скорость  $V_r = \frac{c \Delta f}{2} f$

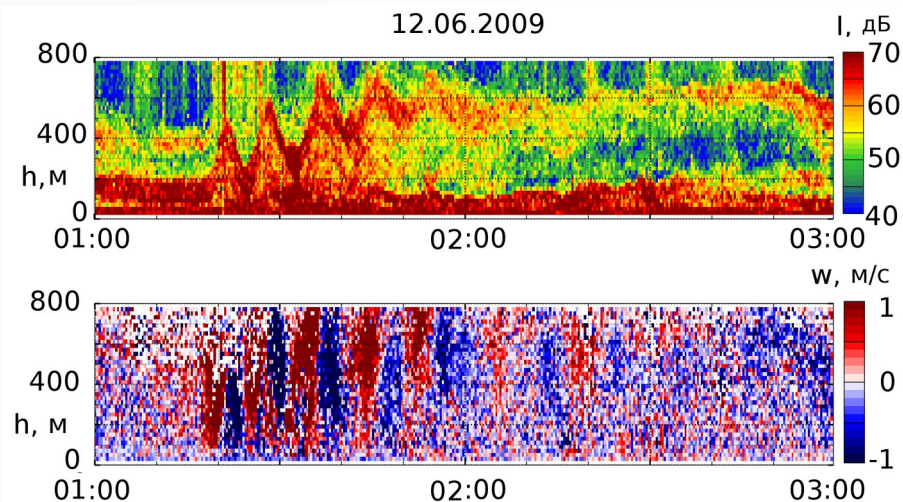
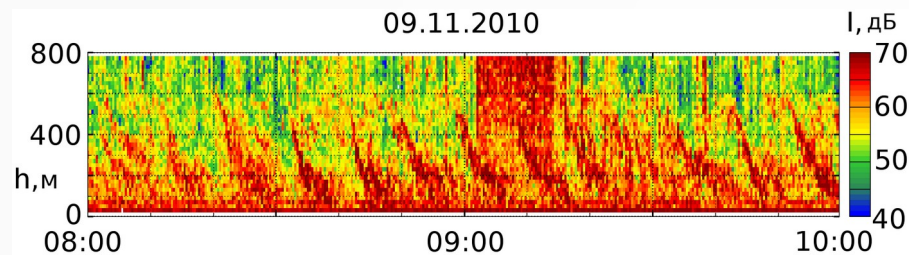
измеряемые величины:

профили эхосигнала  $I \propto C_T^2$

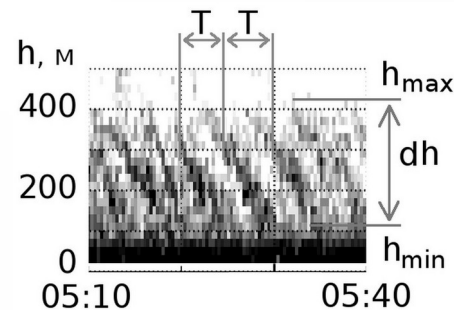
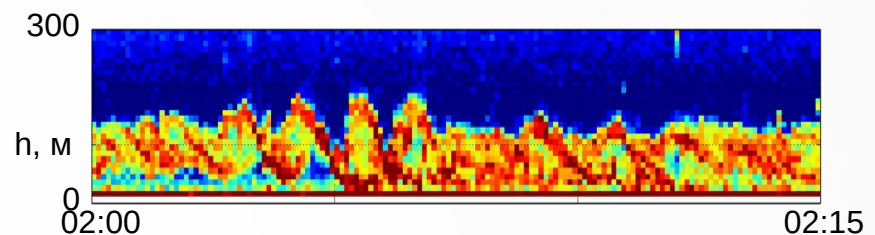
профили компонент ветра  $V_r$

# Когерентные структуры, регистрируемые на содарных эхограммах

Звенигородская научная станция ИФА (Подмосковье)



Цимлянская научная станция ИФА (Ростовская область)



содарные измерения позволяют оценить:

- период  $T$
- высотный размах  $dh$
- вертикальную форму

по одноточечным измерениям невозможно охарактеризовать направление движения, оценить изменчивость и пространственную когерентность наблюдаемых структур

# Многоточечные содарные измерения

7-17 августа 2024

Цимлянская научная станция ИФА  
(Ростовская область)

однородная степь

3 точки содарных измерений:

$L = 200$  м (7 дней)

$L = 400$  м (5 дней)

параметры зондирования:

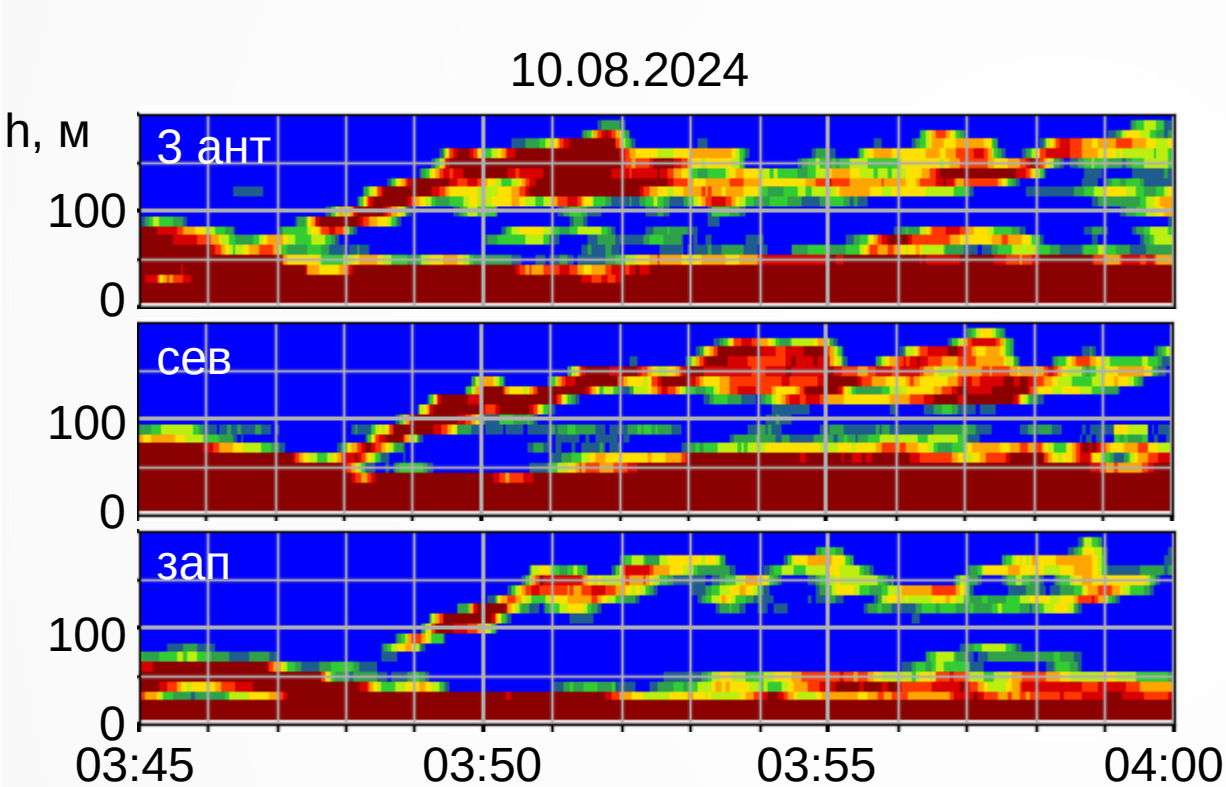
разрешение по времени 3 с

разрешение по высоте 5-10 м

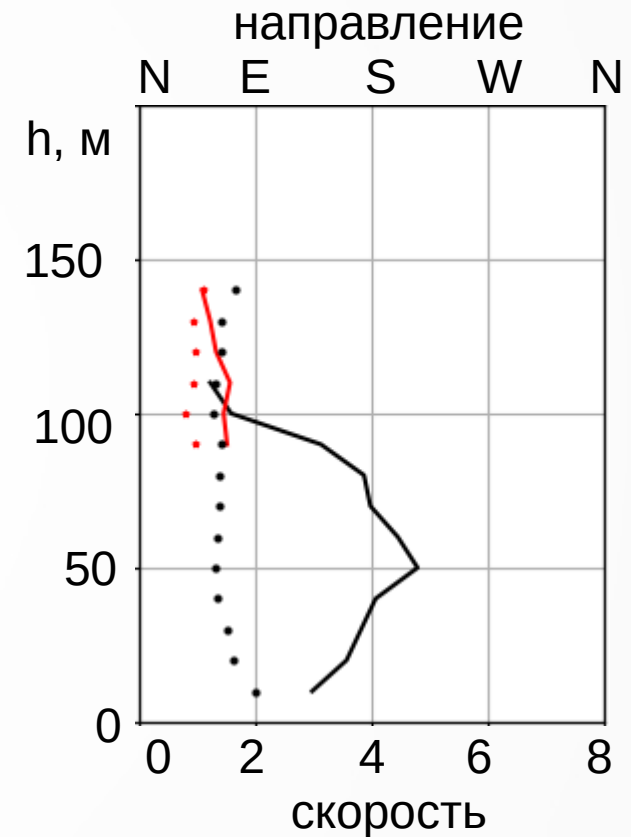
высотный диапазон от 5 до 300 м



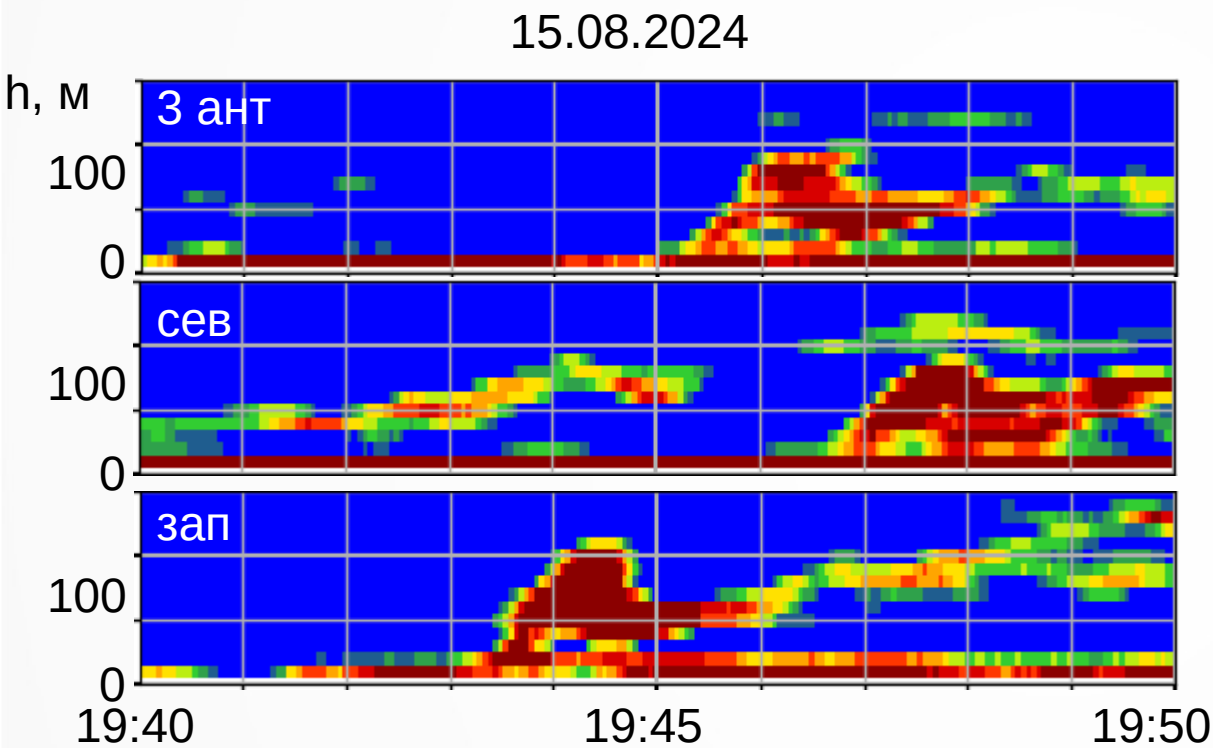
# Примеры полученных данных



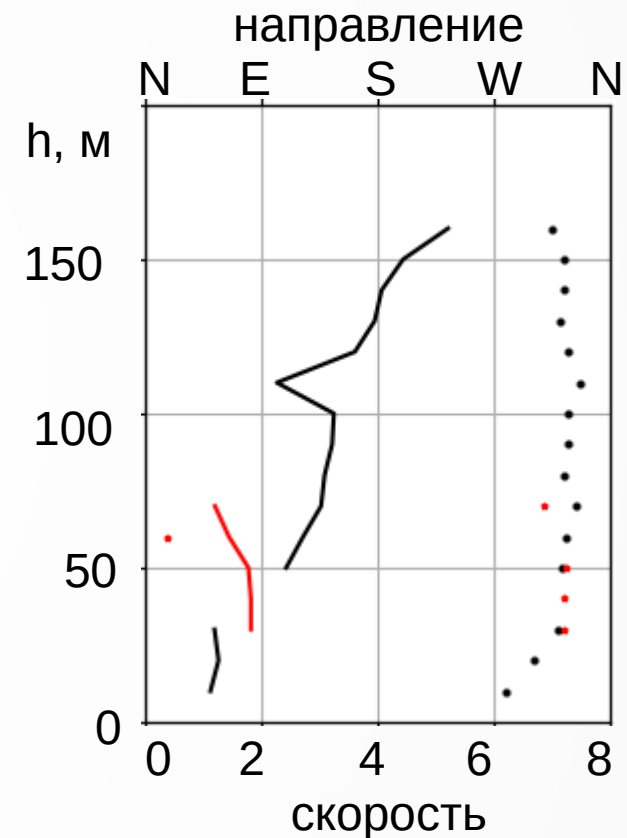
разнесённость точек измерений  $L = 200$  м



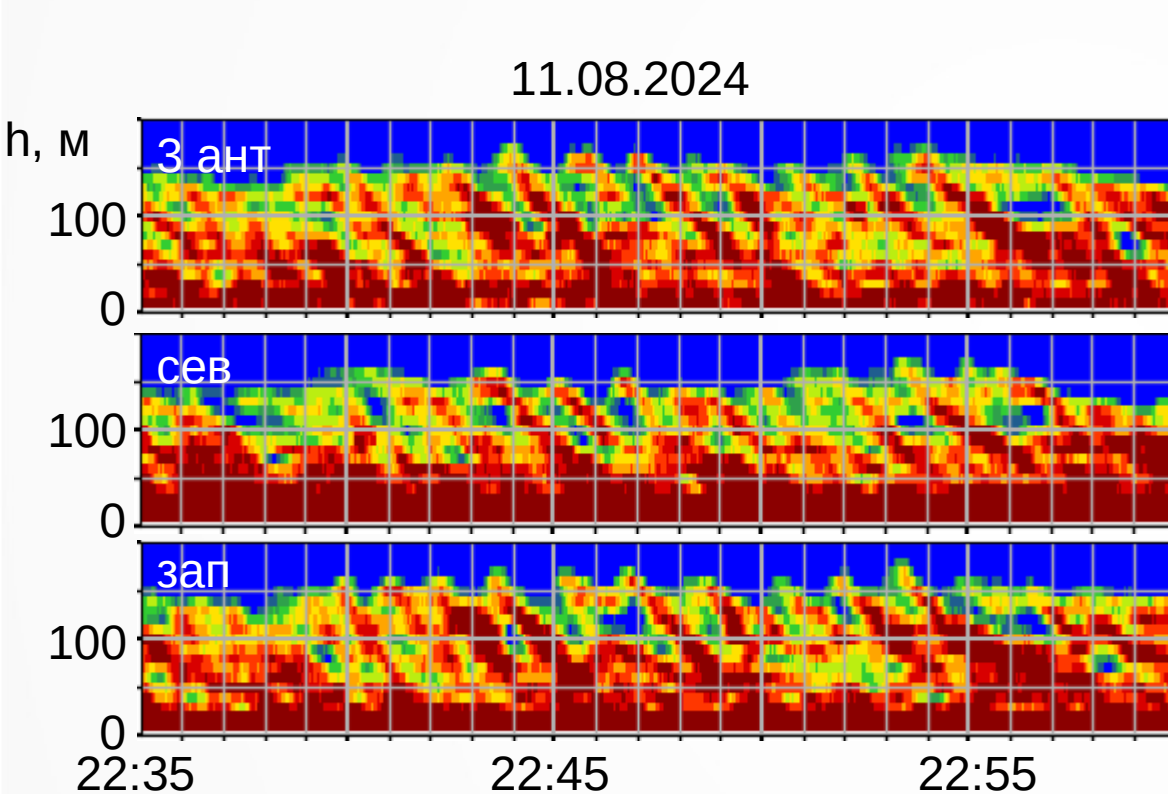
# Примеры полученных данных



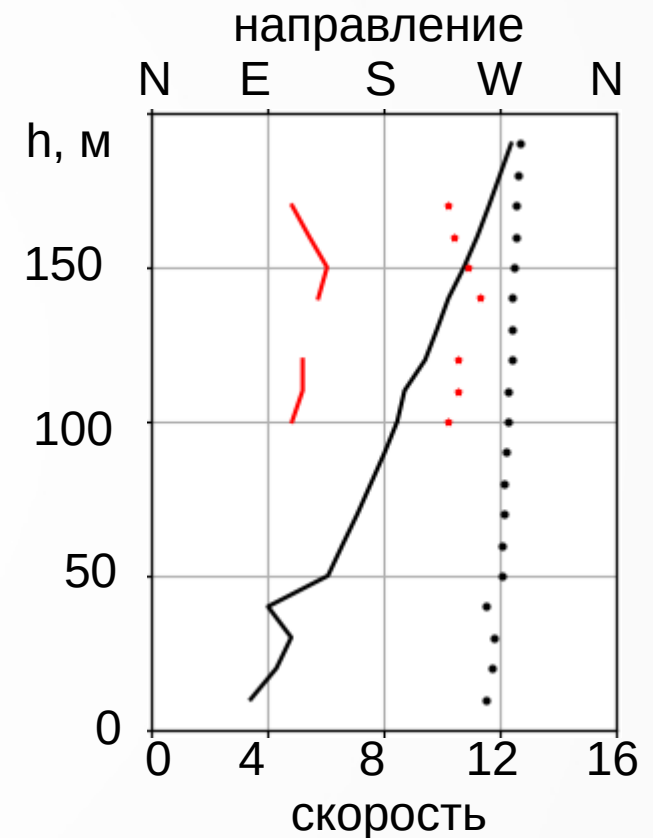
разнесённость точек измерений  $L = 400$  м



# Примеры полученных данных

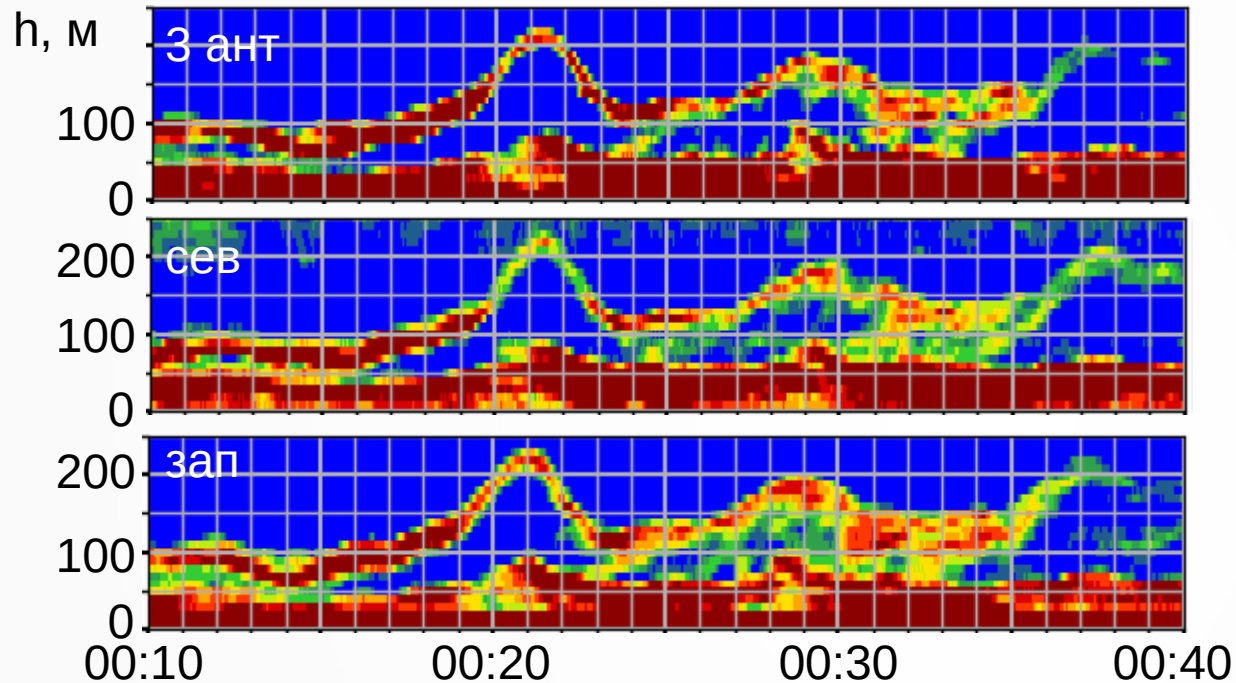


разнесённость точек измерений  $L = 200$  м



# Примеры полученных данных

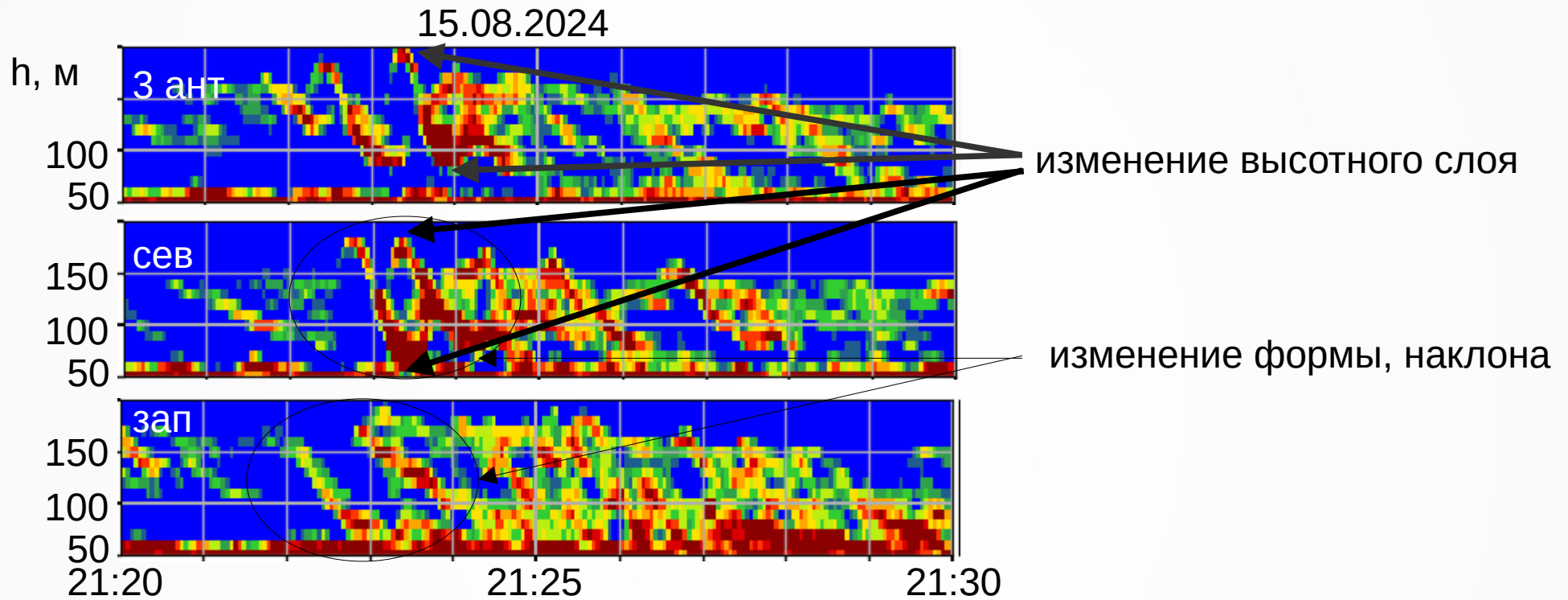
08.08.2024



одновременная регистрация  
в 3 точках измерений

разнесённость точек измерений  $L = 200$  м

# Примеры полученных данных



разнесённость точек измерений  $L = 400$  м

# Заключение

- 1) многоточечные содарные измерения хорошо подходят для исследования субмезомасштабных когерентных структур в атмосферном пограничном слое, т.к. позволяют получить данные об их свойствах – о временных, вертикальных и горизонтальных масштабах
- 2) интерпретация получаемых данных требует осторожности: необходимо совмещать численные методы оценки параметров с визуальным анализом
- 3) проведённый эксперимент позволил зарегистрировать когерентные структуры и оценить скорость и направление их распространения
- 4) выявлены случаи изменения формы и масштаба регистрируемых структур по мере их прохождения через измерительную сеть