

# **ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛЯ ВЕТРА В ВЕРХНЕЙ ТРОПОСФЕРЕ КАК ИНДИКАТОРЫ КЛИМАТИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ**

*Нерушев А.Ф., Вишератин К.Н., Ивангородский Р.В.  
НПО «Тайфун», Обнинск*

# Содержание доклада

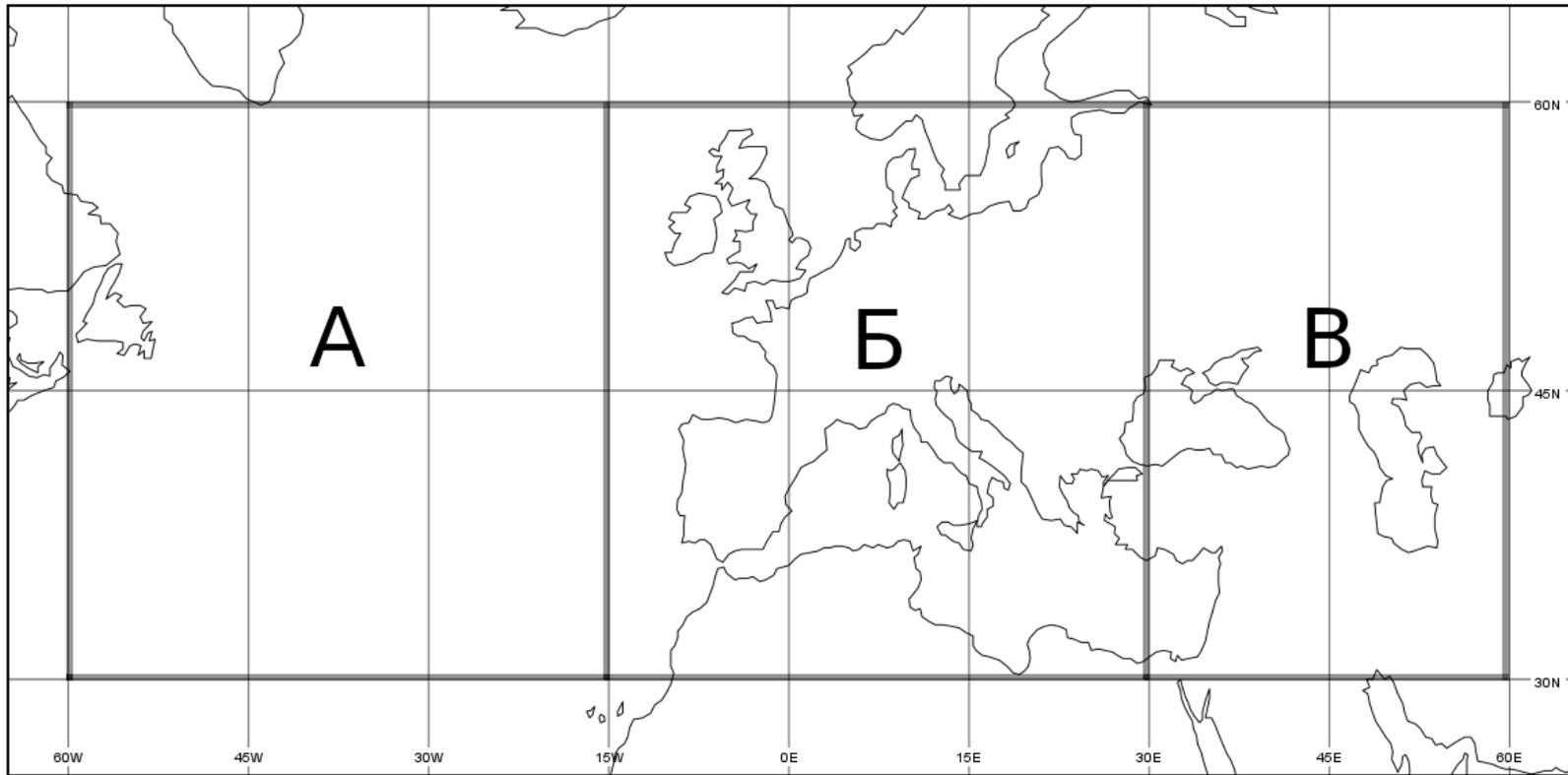
- Общая характеристика полей ветра в верхней тропосфере.
- Особенности временной изменчивости характеристик полей ветра на временном интервале 2007-2021 гг.
- Как связаны характеристики полей ветра с основными климатическими параметрами и различными индексами крупномасштабных процессов, характеризующими климатическую изменчивость.

# Используемые методы

- Расчет характеристик поля скорости ветра в верхней тропосфере проводится по данным измерений радиометра SEVIRI европейских геостационарных метеорологических спутников 2-го поколения (MSG) в канале водяного пара 6,2 мкм с помощью разработанного ранее метода (*Нерушев А.Ф., Крамчанинова Е.К. Исследование Земли из космоса. 2011. № 1. С. 3-13*).
- Суть метода состоит в использовании в качестве трассеров неоднородностей поля концентрации водяного пара как консервативной примеси и применении корреляционно-экстремальных алгоритмов.
- Для анализа получаемых данных применяются статистические методы, включая корреляционный, спектральный и кросс-вейвлетный анализы.

# Рассматриваемая область атмосферы

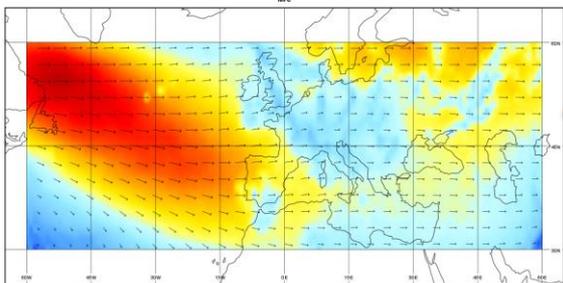
Верхняя тропосфера ( $\approx 200\text{-}500$  гПа). (30 – 60) N, 60W – 60E



А – Атлантика; Б – Западная и Восточная Европа;  
В – Евразия, включая ЕТР

# Общая характеристика полей ветра

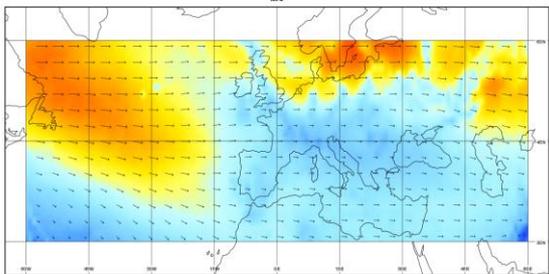
Средние значения, зима, период 2007-2016  
м/с



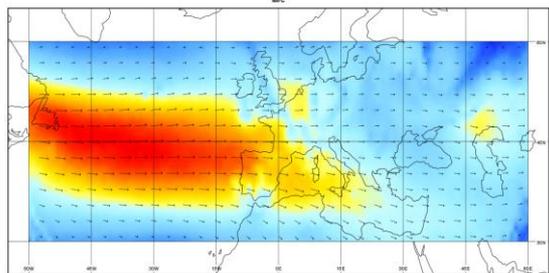
Сезонные поля средней скорости  $V$  за 2007 - 2016 гг.

Годовой ход среднемесячных значений  $V$  за 2007 - 2016

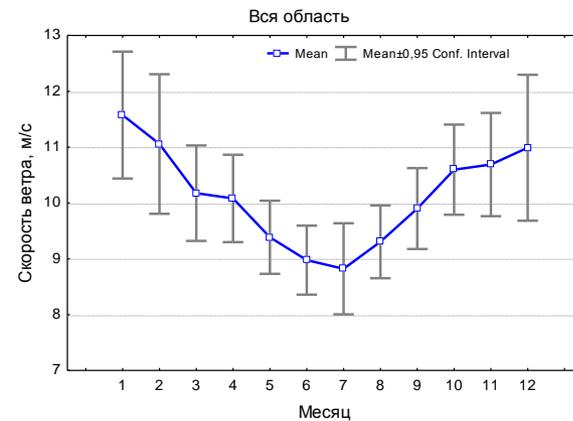
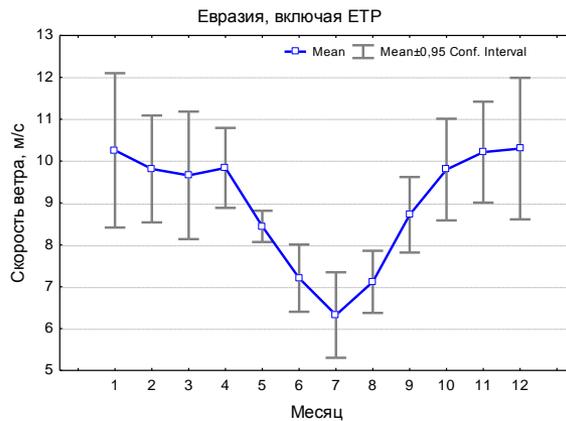
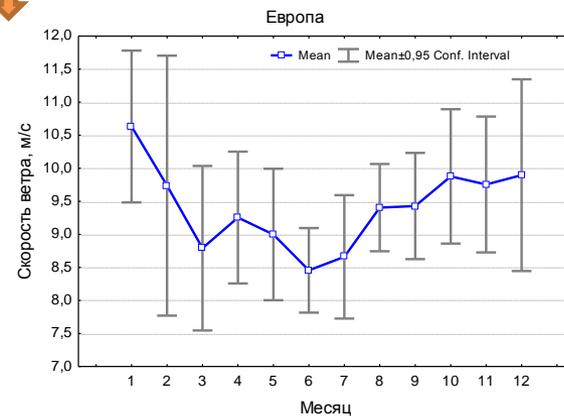
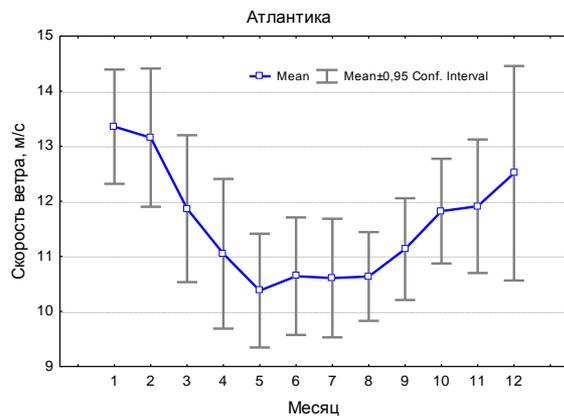
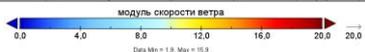
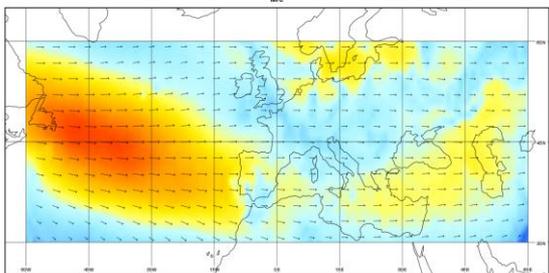
Средние значения, весна, период 2007-2016  
м/с



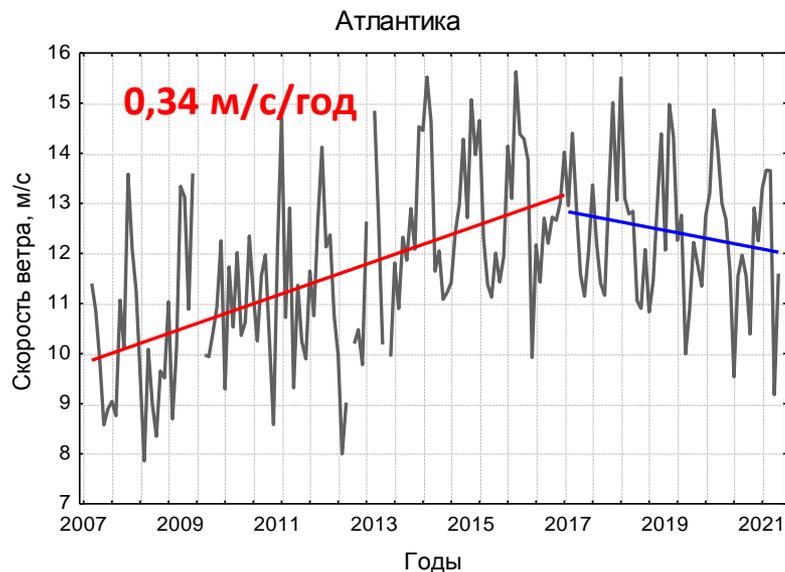
Средние значения, лето, период 2007-2016  
м/с



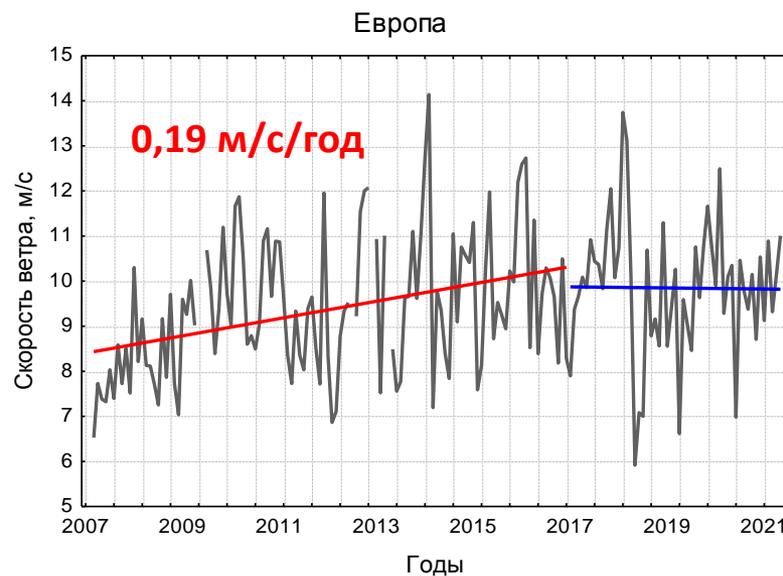
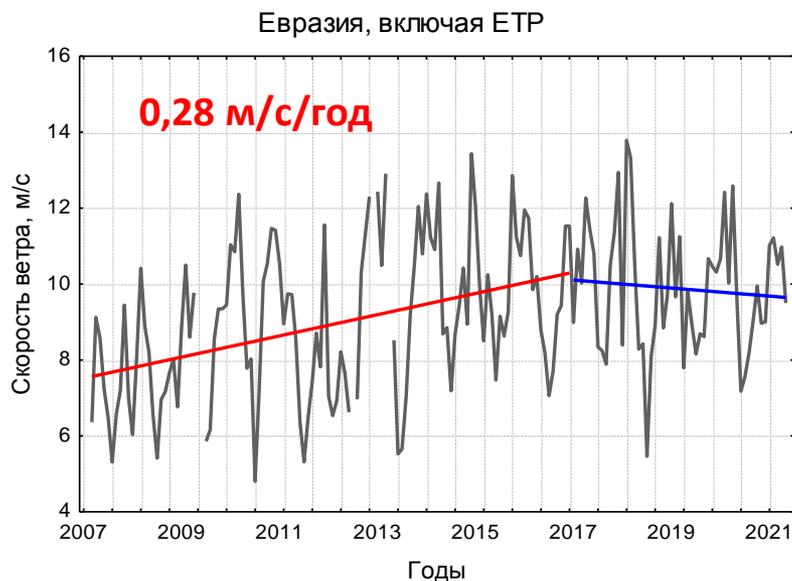
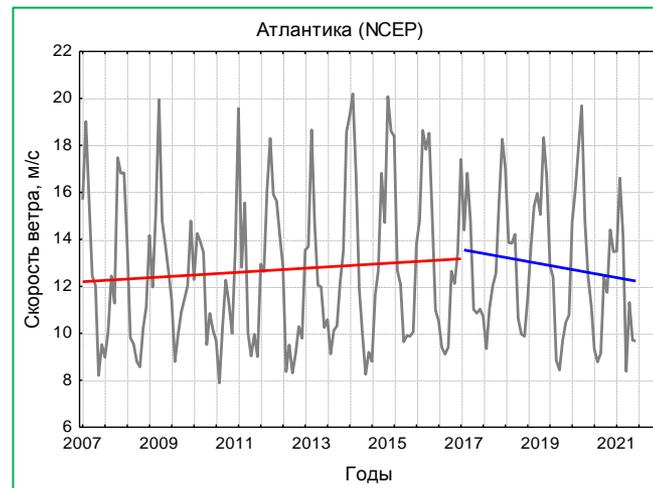
Средние значения, осень, период 2007-2016  
м/с



# Временные ряды усредненных по площади среднемесячных значений скорости ветра

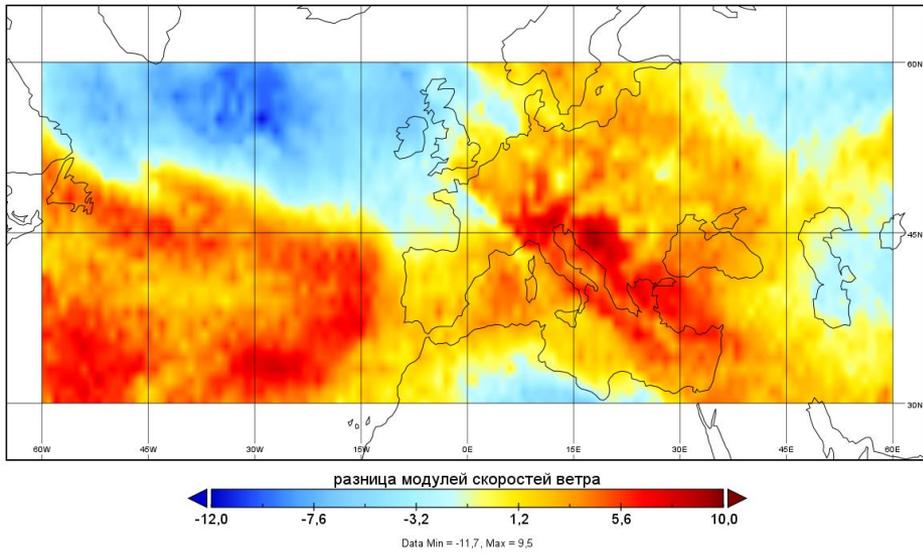


## NCEP Daily Global Analyses (500 гПа)

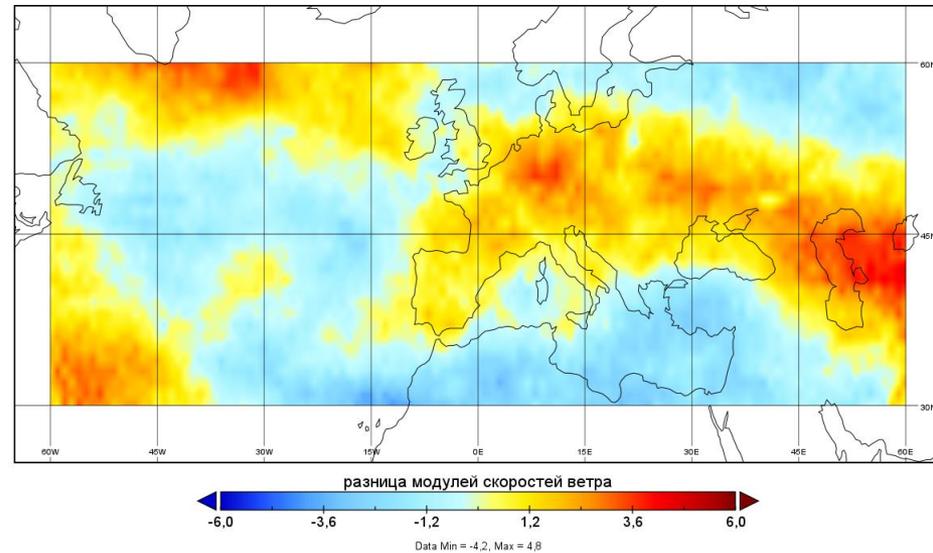


# Сезонные аномалии скорости ветра

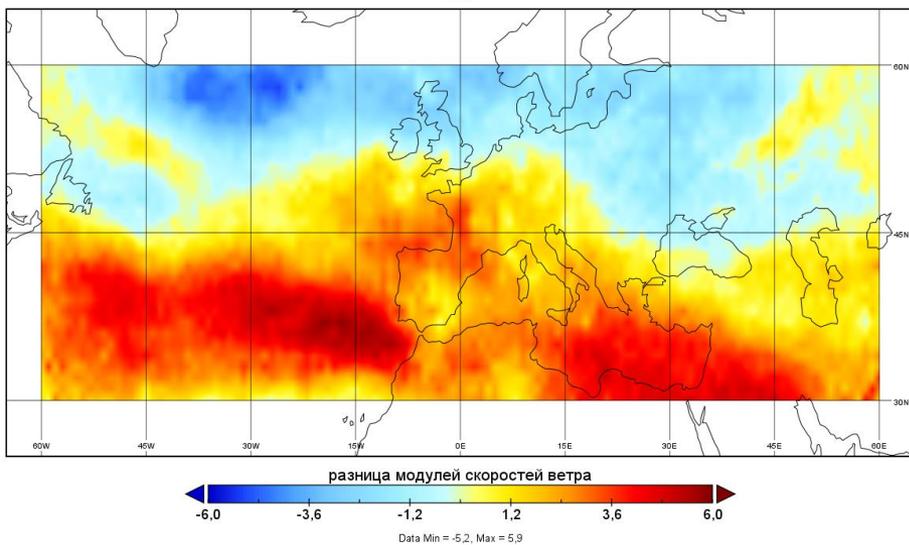
Разница между зимой 2018 и средней зимой (за 2007-2016)  
м/с



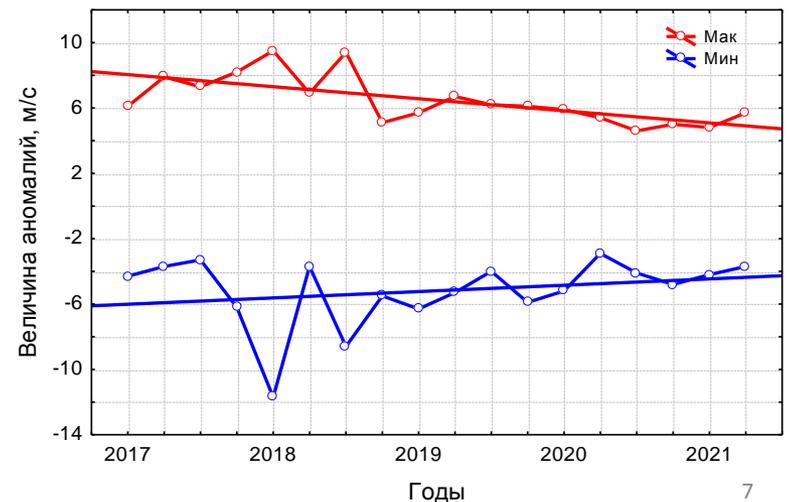
Разница между зимой 2021 и средней зимой (за 2007-2016)  
м/с



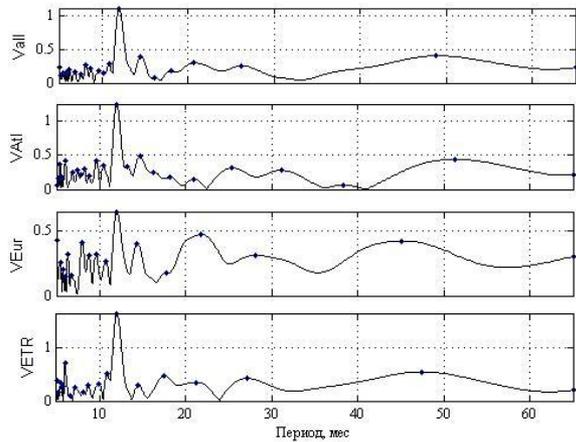
Разница между зимой 2020 и средней зимой (за 2007-2016)  
м/с



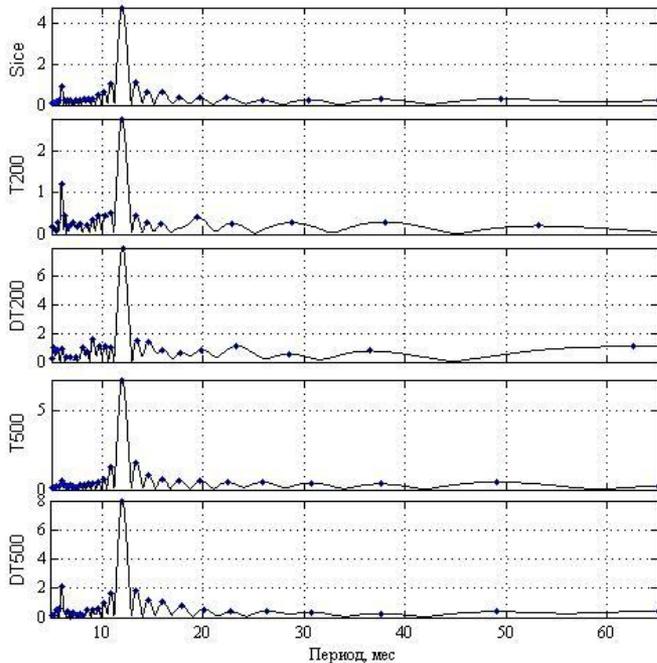
Максимальная и минимальная величина аномалий для всей рассматриваемой области



# Спектральные характеристики полей V, T, площади морского льда и климатических индексов

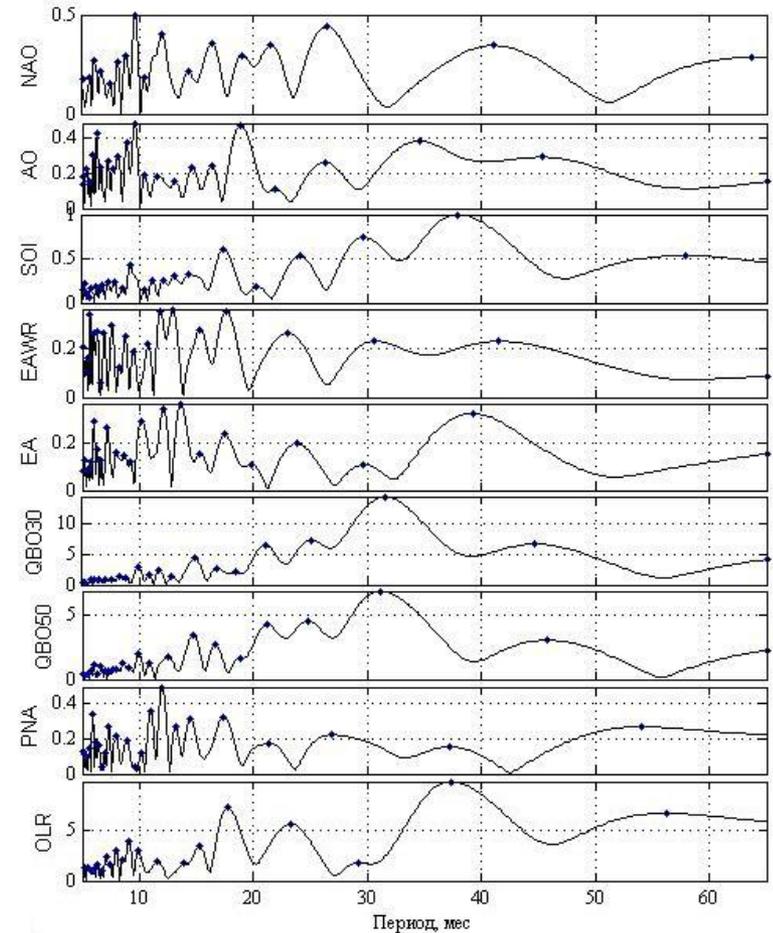


← T = 12 мес,  
20 -50 мес.

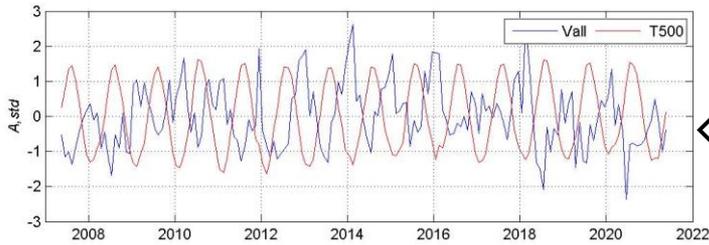


T=20-40  
мес →

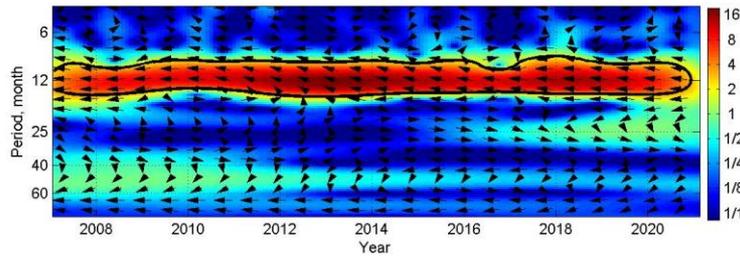
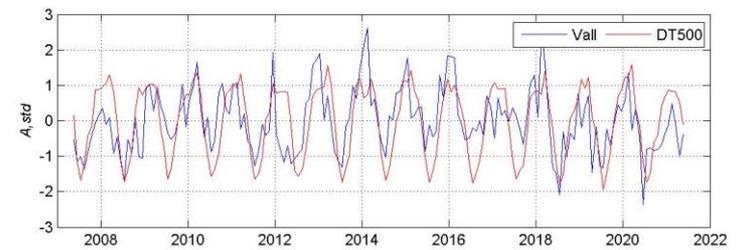
← T = 12мес



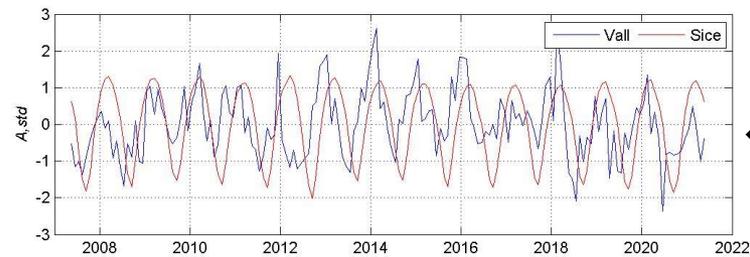
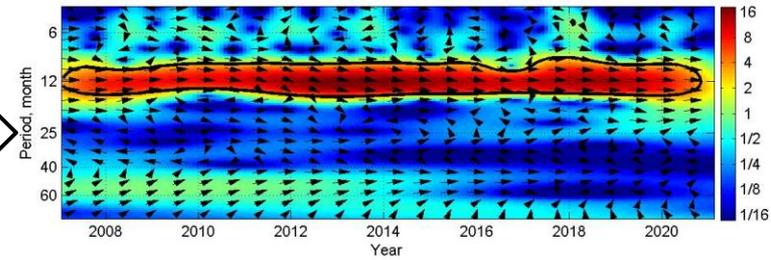
# Кросс-корреляционный вейвлетный анализ



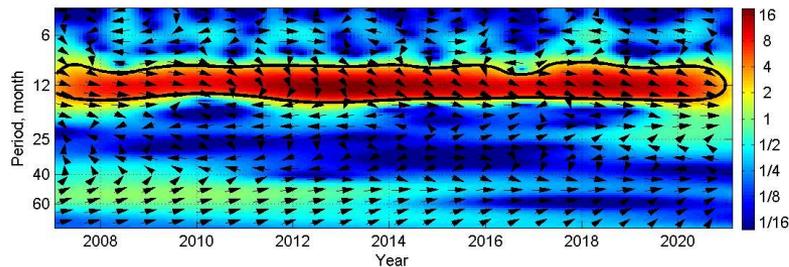
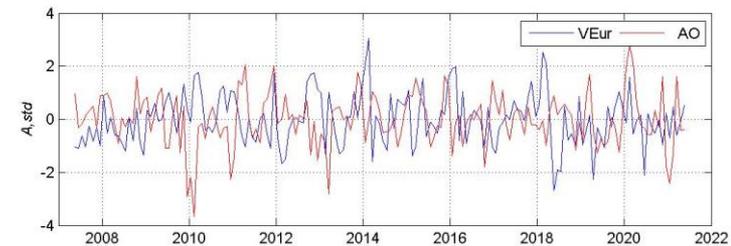
V – T500  
12 мес  
противофазны



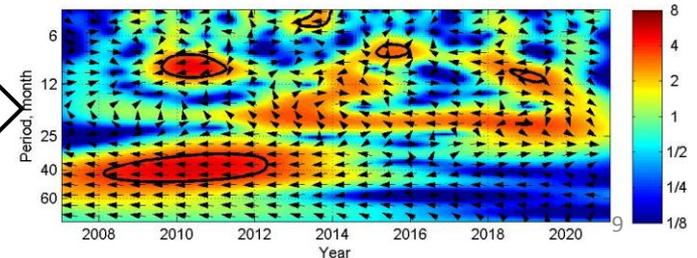
V – ΔT500  
12 мес  
софазны



V – Sice  
12 мес  
софазны

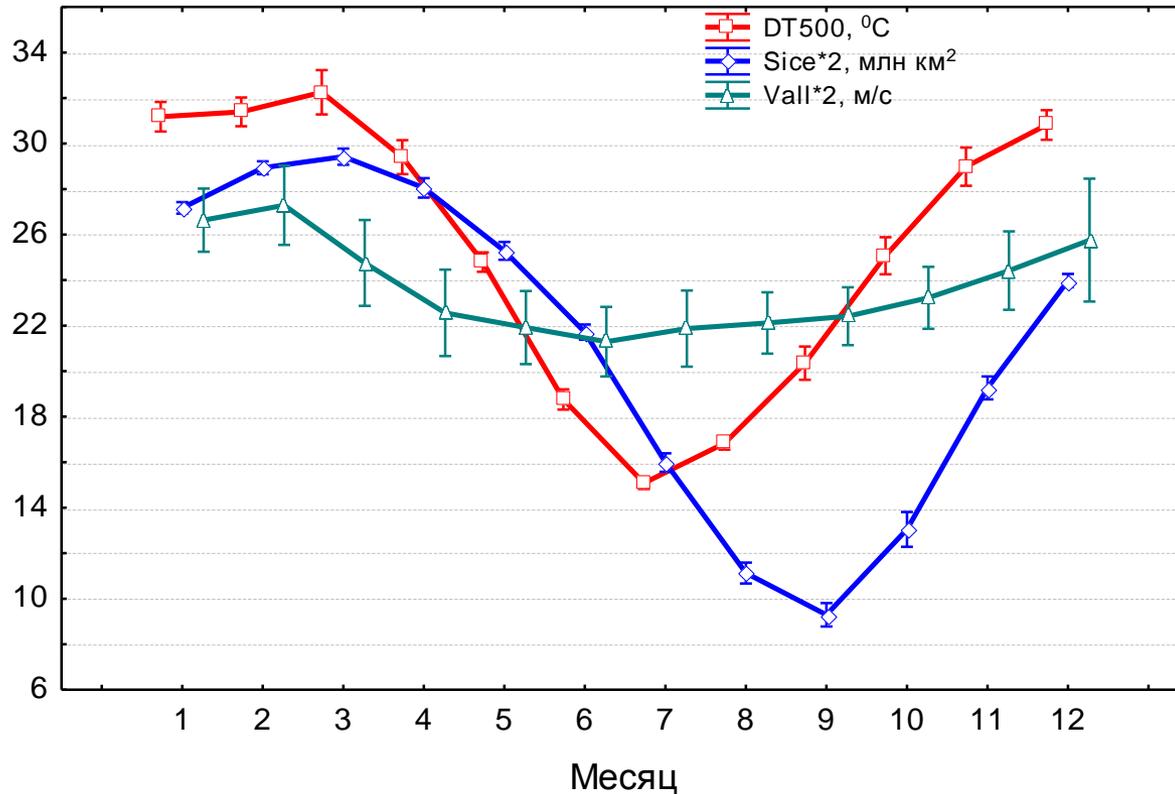


V – AO  
≈ 40 мес  
В ОТД. ГОДЫ



# Особенности годового хода $S_{ice}$ , $\Delta T$ , $V$

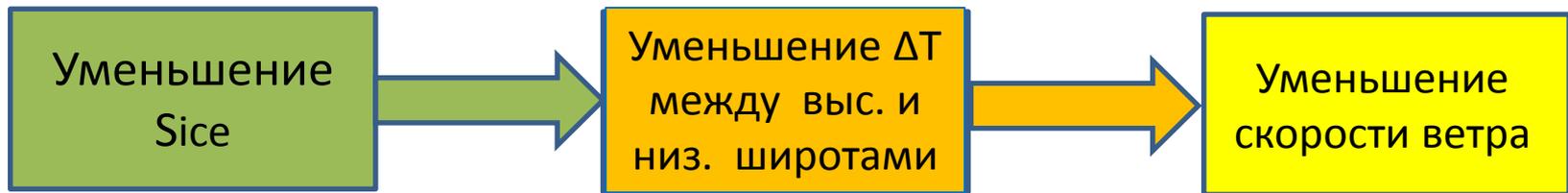
Средние многолетние значения  $S_{ice}$ ,  $\Delta T_{500}$ ,  $V$  на интервале 2007-2021



- Минимальные значения  $\Delta T_{500}$  приходятся на летние месяцы.
- За ней следует  $V$ .
- Площадь морского льда, как инерционная система, отстает от температуры тропосферы на 2-3 мес.

# Влияния температуры тропосферы и площади морского льда на скорость ветра

- Цепочка связей влияния изменения площади морского льда ( $S_{ice}$ ) и температуры на скорость ветра в тропосфере схематически может быть представлена следующим образом.



Тренды рассматриваемых характеристик на разных временных интервалах

Характеристика (размерность тренда)	Временной интервал		
	1990 - 2021	2007 - 2021	2017 - 2021
$S_{ice}$ (млн км <sup>2</sup> /год)	<b>- 0,067</b>	- 0,07 ( $\Delta S = -1$ млн км <sup>2</sup> )	- 0,30 ( $\Delta S = -1,5$ млн км <sup>2</sup> )
$\Delta T_{500\_0-80}$ (град/год)	- 0,029	- 0,07 ( $\Delta T = -1$ град)	- 0,48 ( $\Delta T = -2,4$ град)
$T_{500\_0\_10}$ (град/год)	<b>0,018</b>	<b>0,026</b>	<b>0,036</b>
$T_{500\_70\_80}$ (град/год)	0,047	0,095	0,52
$V_{Atl}$ (м/с/год)		<b>0,18</b>	- 0,19

# Выводы

- Наибольшие значения скорости ветра, величины аномалий скорости, значения трендов скорости ветра отмечаются над Атлантикой.
- Выявлено изменение знака трендов среднемесячной скорости ветра в широтной зоне 30-60 с.ш. на рубеже 2016-2017 гг. с положительного на отрицательный, особенно ярко выраженное над Атлантикой.
- Показана и объяснена связь вариаций скорости ветра в верхней тропосфере с вариациями температуры тропосферы и площади арктического морского льда.
- Отмечено слабое влияние крупномасштабных атмосферных процессов на изменчивость скорости ветра в верхней тропосфере.

**СПАСИБО  
ЗА  
ВНИМАНИЕ !**

**Thanks for Your  
Attention !**