

Временная изменчивость скорости ветра в верхней тропосфере Субарктического региона России по данным спутниковых измерений

Нерушев А.Ф., Вишератин К.Н., Ивангородский Р.В.

НПО «Тайфун», Обнинск

ВВЕДЕНИЕ

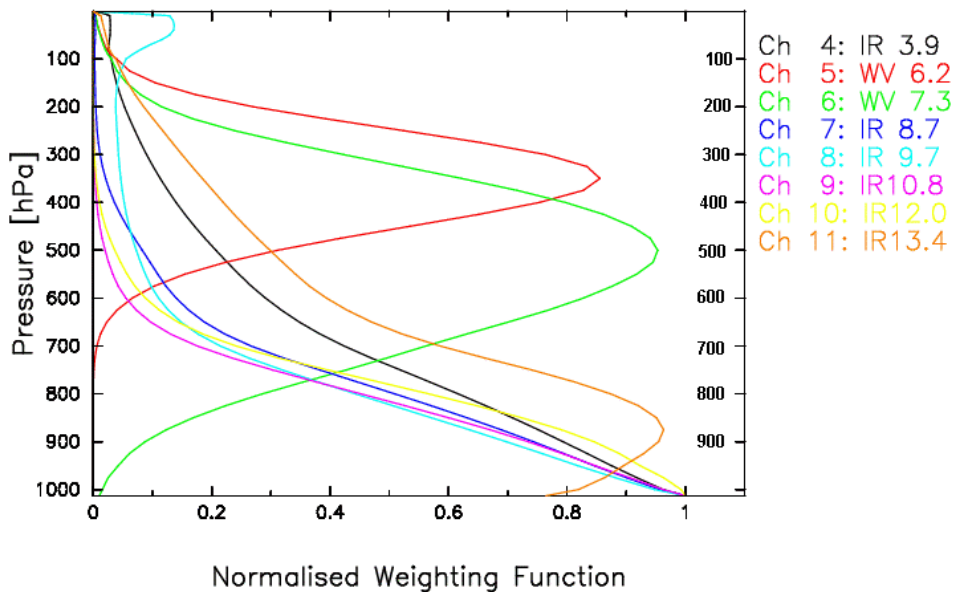
- В последние годы отмечается существенно более быстрое потепление в Арктике по сравнению с Северным полушарием или глобальным средним. Это явление, получившее название Арктическое усиление (Arctic amplification), находит отражение и в динамических характеристиках атмосферы.
- Скорость и направление ветра относятся к числу важнейших климатических параметров в свободной атмосфере, которые согласно рекомендациям ВМО необходимо регулярно контролировать.
- Одним из эффективных инструментов такого контроля является спутниковая система наблюдений, при этом наибольшую ценность представляют измерения с геостационарных метеорологических спутников, выполняемые с высоким временным (~15 мин) и пространственным (1-3 км) разрешением.
- К сожалению, они не позволяют наблюдать арктическую зону, и лишь частично захватывают Субарктический регион.

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ПОЛЕ ВЕТРА В СВОБОДНОЙ АТМОСФЕРЕ (из доклада Рабочей группы I к 6-му отчету IPCC)

- С 1979 года - последовательный сдвиг тропосферных внетропических струйных течений в сторону полюсов.
- Общее число внетропических циклонов в северном полушарии с низкой степенью достоверности увеличилось с 1980-х годов, но с меньшим количеством глубоких циклонов, особенно летом.
- Положительные значимые тренды скорости зонального ветра в средней и верхней тропосфере (0.5 м/с за декаду) за 30-летний период (1979-2018 гг.) отмечаются в северном полушарии в зимний период.
- В другие сезоны тренды скорости зонального ветра слабо отрицательные и не значимы.

Используемый метод оценки векторов ветра в верхней тропосфере

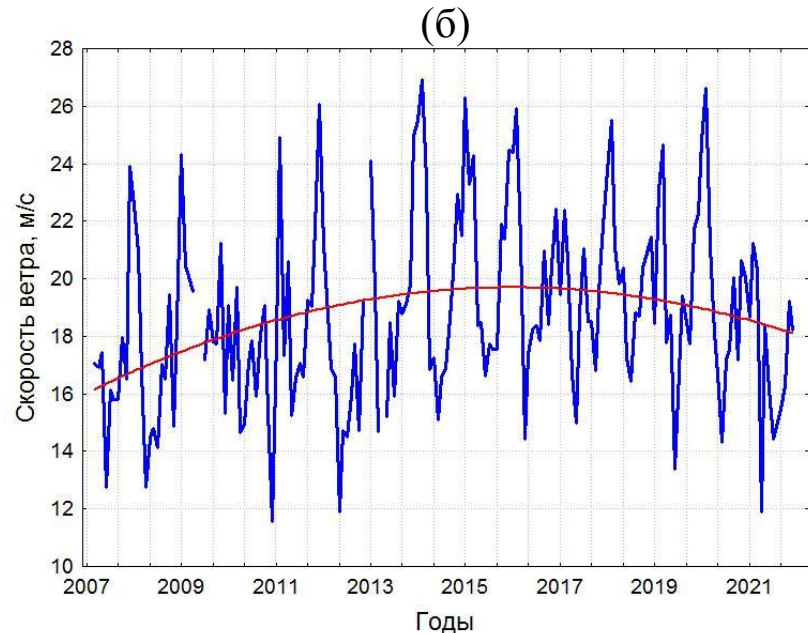
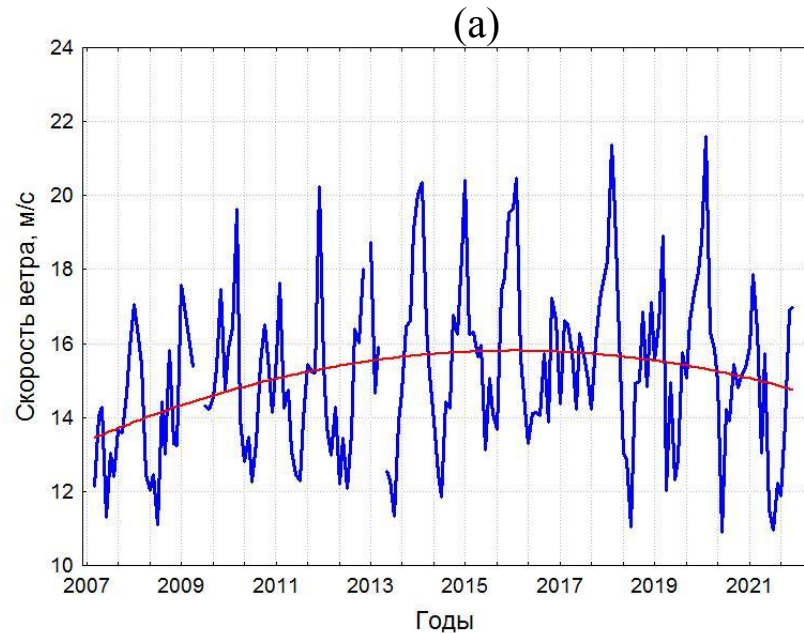
Standard Mid-Latitude Summer Nadir



- Использование в качестве трассеров неоднородностей поля концентрации консервативной примеси (водяного пара) и применении корреляционно-экстремальных алгоритмов.
- Используются данные зондирования атмосферы радиометром SEVIRI в канале водяного пара 6.2 мкм, вычисляются вектора горизонтальной скорости ветра.
- Рассматривается область верхней тропосферы с координатами $(30-60)^{\circ}$ с.ш., 60° з.д. – 60° в.д.

Особенности временной изменчивости V в 2007-2021 годах

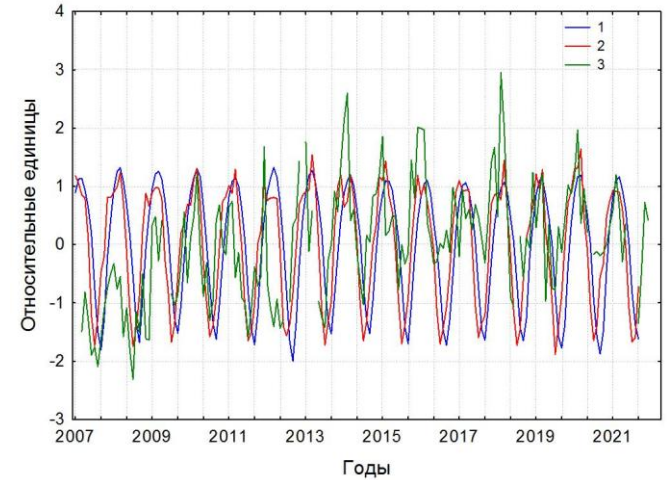
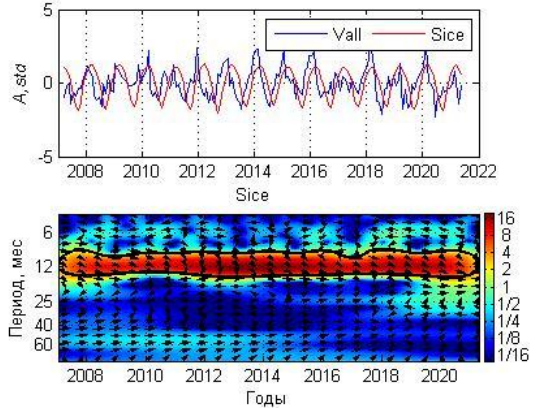
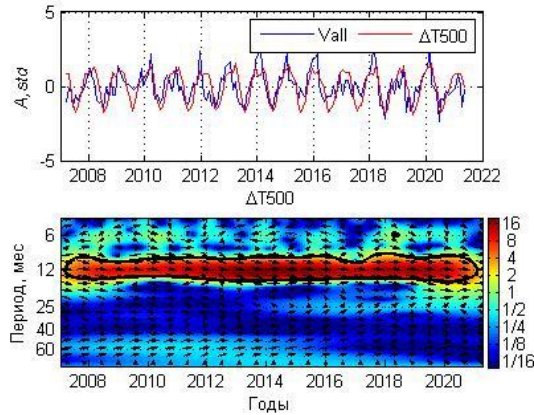
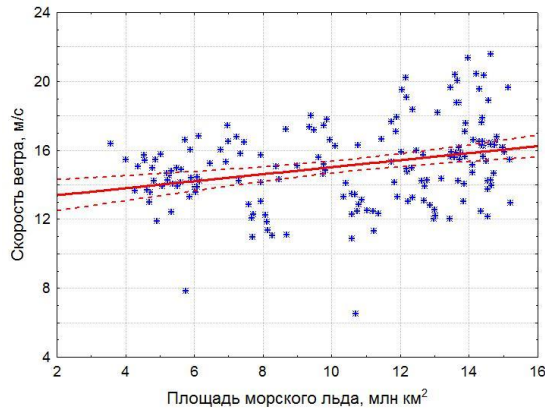
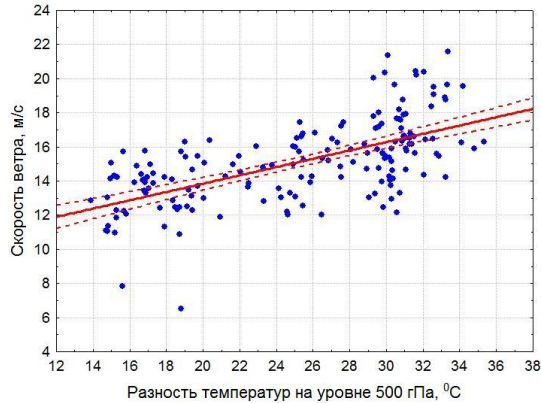
Временные ряды усредненных по площади среднемесячных значений V над всей областью (а) и Атлантикой (б)



2007-2016: Положительный тренд: **0,28 м/с/год**

2007-2016: Положительный тренд: **0,42 м/с/год**
2017-2021: Отрицательный тренд: **- 0,46 м/с/год**

Связь временной изменчивости V с T и S_{ice}



1- S_{ice} , 2 - ΔT , 3 - V_{all}

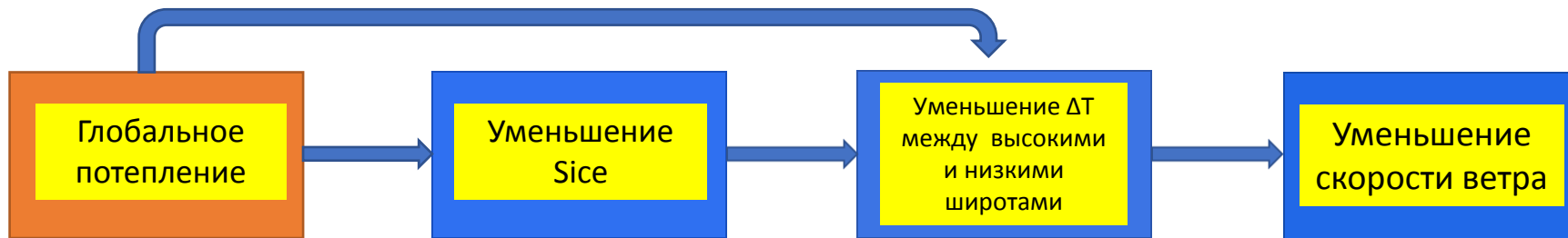
$(S_{ice})_{min}$ - строго в сентябре, отстают от $(\Delta T_{500})_{min}$ на 2 месяца.

Временные вариации V_{all} в основном совпадают по фазе с вариациями ΔT_{500} .

Тренды рассматриваемых характеристик на разных временных интервалах

Характеристика (размерность тренда)	Временной интервал		
	1990-2021	2007-2021	2017-2021
S_{ice} (млн км ² /год)	- 0,067	- 0,07	- 0,30
ΔT_{500_0-80} (град/год)	- 0,029	- 0,07	- 0,48
$T_{500_0_10}$ (град/год)	0,018	0,026	0,036
$T_{500_70_80}$ (град/год)	0,047	0,095	0,52
V_{atl} (м/с/год)		0.13	- 0.56

Цепочка связей влияния изменения площади морского льда и температуры на скорость ветра в тропосфере схематически может быть представлена следующим образом



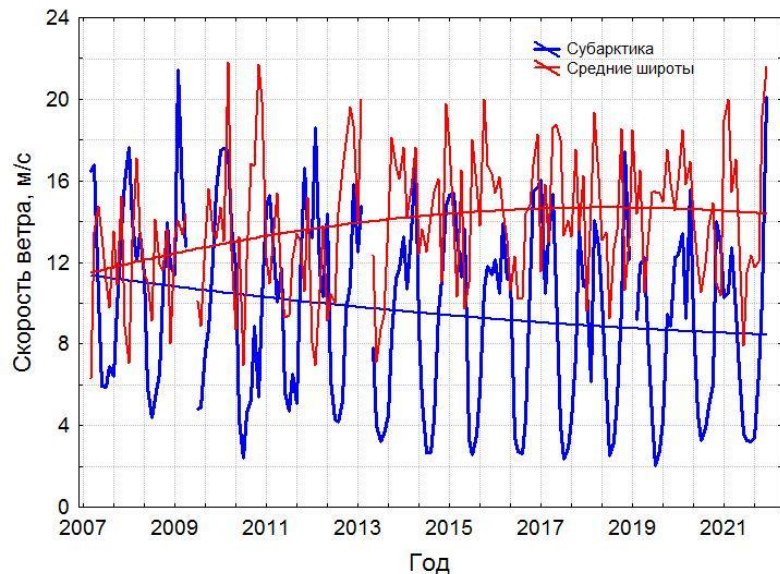
Существенно более быстрое потепление в Арктике по сравнению с Северным полушарием или глобальным средним, получившее название **Арктическое усиление** (Arctic amplification) должно влиять и на климат средних широт. Выделяются 4 механизма потенциального влияния Арктики на климат средних широт:

- 1) ослабление и повышенная изменчивость полярного вихря;
- 2) изменение (смещение к экватору) штормовых треков;
- 3) усиление и стационарирование планетарных волн;
- 4) меняющееся положение струйных течений.

Приведенные выше данные уточняют, по нашему мнению, влияние Арктического усиления на один из важных климатических параметров – скорость ветра в верхней тропосфере.

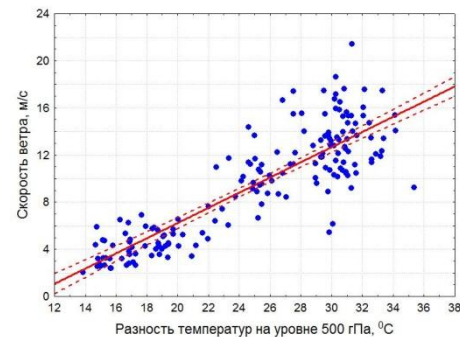
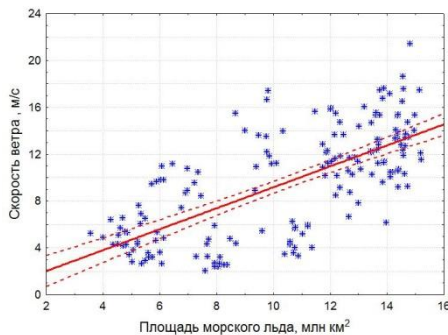
Каковы особенности вариаций V в Субарктической зоне?

Рассматривается область (55 – 60) град с.ш., (40 – 60) град в.д. на временном интервале 2007 – 2021 гг.

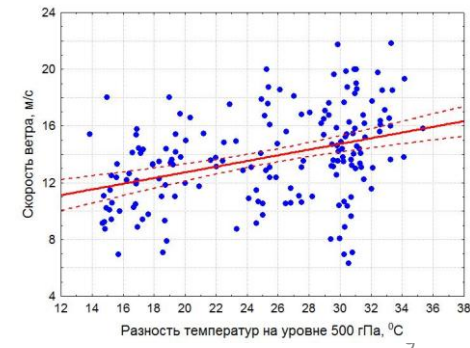
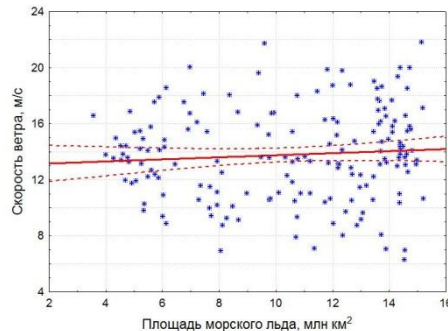


$$(V_{\text{суб}})_{\text{mean}} = 10 \text{ м/с}, (V_{\text{ср.ш.}})_{\text{mean}} = 14 \text{ м/с}$$

Субарктика

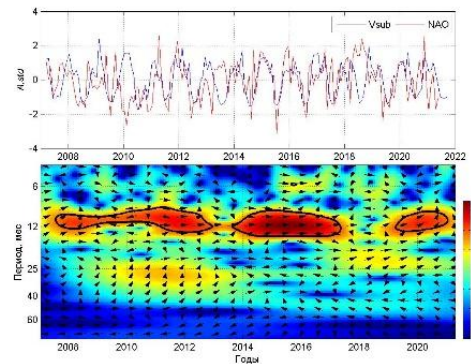
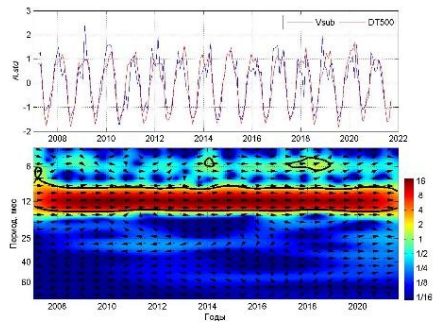
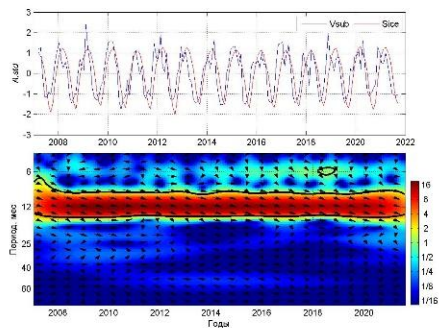


Средние широты

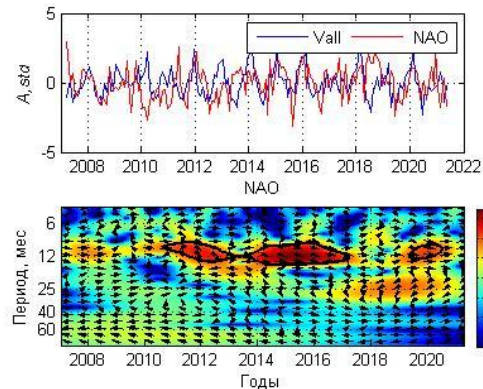
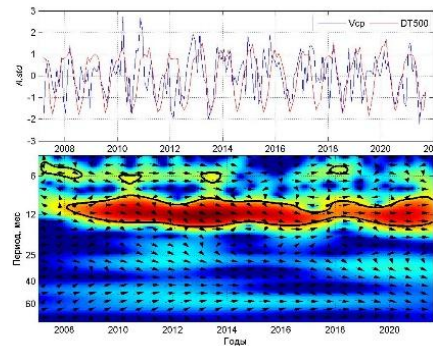
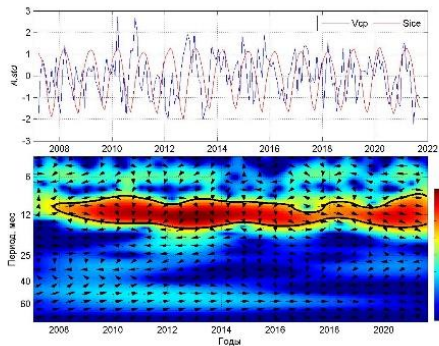


Каковы особенности вариаций V в Субарктической зоне?

Субарктика



Средние широты



ВЫВОДЫ

- Для субарктического региона РФ, наблюдаемого с геостационарных европейских метеорологических спутников, выявлены заметные отличия временных вариаций скорости ветра в верхней тропосфере от вариаций скорости ветра в средних широтах.
- Они обусловлены, с нашей точки зрения, более сильной зависимостью от площади арктического морского льда и температурных характеристик тропосферы.
- Связь скорости ветра в субарктическом регионе с индексами крупномасштабных процессов (в частности, с NAO) проявляется более заметно, чем в средних широтах.
- Качественно схема влияния ускоряющегося сокращения площади арктического морского льда, связанного с глобальным потеплением, на скорость ветра в субарктическом регионе, по-видимому, может быть такой же, как для средних широт.

**СПАСИБО
ЗА
ВНИМАНИЕ !**

Thanks for Your Attention !