

**О возможности использования
данных европейских
геостационарных
метеорологических спутников
для оценок полей ветра в
условиях санкционных
ограничений**

Нерушев А.Ф., Ивангородский Р.В.

НПО «Тайфун», Обнинск

ВВЕДЕНИЕ

- Одним из важных направлений использования спутниковых данных является оценка динамических характеристик тропосферы по перемещению атмосферных трассеров.
- В НПО «Тайфун» на протяжении многих лет успешно используются данные зондирования атмосферы радиометром SEVIRI европейских геостационарных метеорологических спутников второго поколения в каналах водяного пара.
- В связи с введенными санкционными ограничениями Eumetsat с конца марта 2022 года существенно изменил режим передачи данных европейских геостационарных метеорологических спутников для России: увеличил временной интервал поступления снимков с 15 мин до 1 часа.
- В этой ситуации возникает необходимость выяснения возможности использования данных зондирования атмосферы радиометром SEVIRI с интервалом 1 ч для оценок полей ветра и характеристик струйных течений в верхней тропосфере.

ЦЕЛЬ ДОКЛАДА

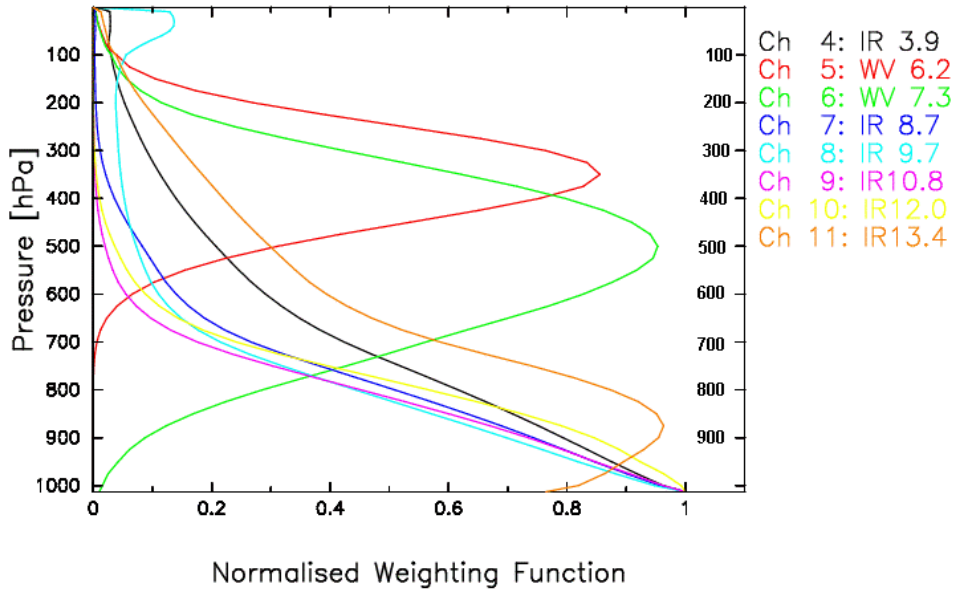
- Рассмотреть возможность использования данных зондирования атмосферы радиометром SEVIRI в сложившейся ситуации, предложить алгоритм коррекции и оценить ошибки скорректированных значений скоростей ветра.

Рассматриваемые вопросы

- Анализ характеристик атмосферы, оказывающие основное влияние на принимаемое радиометром SEVIRI излучение в каналах водяного пара.
- Алгоритм коррекции расчетов скоростей ветра в верхней тропосфере при временном интервале поступления снимков 1 час.
- Оценка погрешности использования алгоритма коррекции и примеры его применения.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ВЕКТОРОВ ВЕТРА В ВЕРХНЕЙ ТРОПОСФЕРЕ

Standard Mid-Latitude Summer Nadir



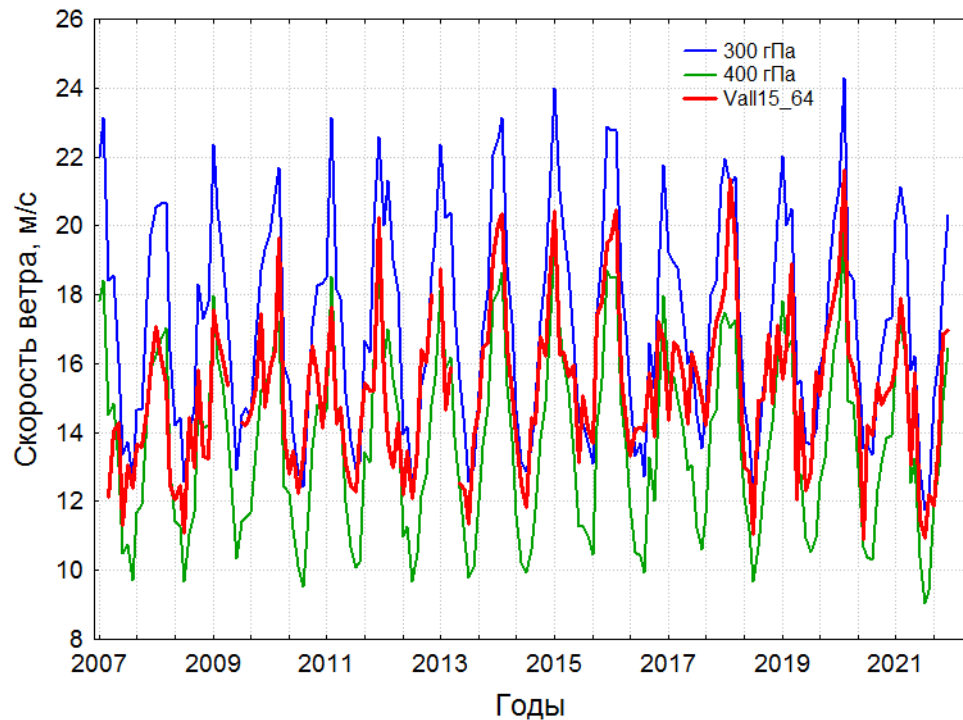
- Использование в качестве трассеров неоднородностей поля концентрации консервативной примеси (водяного пара) и применении корреляционно-экстремальных алгоритмов.
- Используются данные зондирования атмосферы радиометром SEVIRI в канале водяного пара 6.2 мкм, вычисляются вектора горизонтальной скорости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

ВЛИЯЮЩИЕ ФАКТОРЫ

- Вертикальные движения в атмосфере.
- Атмосферные волны.
- Естественная эволюция неоднородностей водяного пара (эффект «незамороженности»).

Горизонтальный масштаб	Характерная вертикальная скорость	Сдвиг по вертикали слоя атм. вблизи тах весовой ф-ции	
		$\Delta t = 15$ мин	$\Delta t = 1$ час
Крупномасштабные упорядоченные вертикальные движения			
$10^2 - 10^3$ км	$\leq 2 \times 10^{-2}$ м/с	≤ 20 м	≤ 80 м
Мелкомасштабные вертикальные конвективные токи в безоблачной атмосфере			
$< 20 - 30$ км	≈ 1 м/с	≤ 1 км	≤ 4 км

Оценка точности расчетов V при $\Delta t = 15$ мин

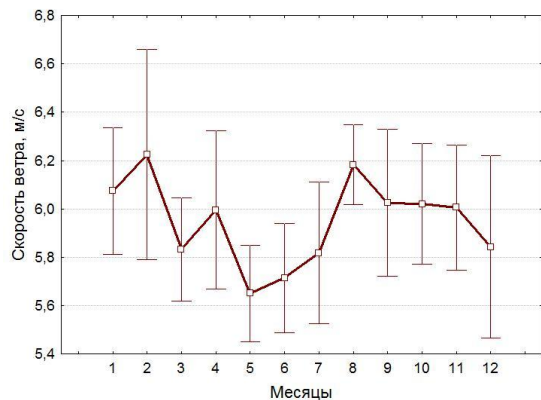
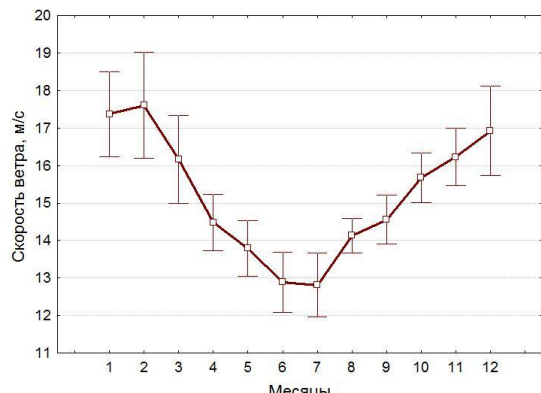


Межгодовой ход среднемесячных значений скорости ветра V_{cal} и скорости ветра по данным NCEP на уровнях 300 и 400 гПа, усредненных по всей рассматриваемой области: (30-60) град. с.ш., 60 град. з.д.- 60 град. в.д.

Среднеариф. отклон. $(V_{cal} - V_{300}) = -1,92$ м/с. СКО = 1,80 м/с.

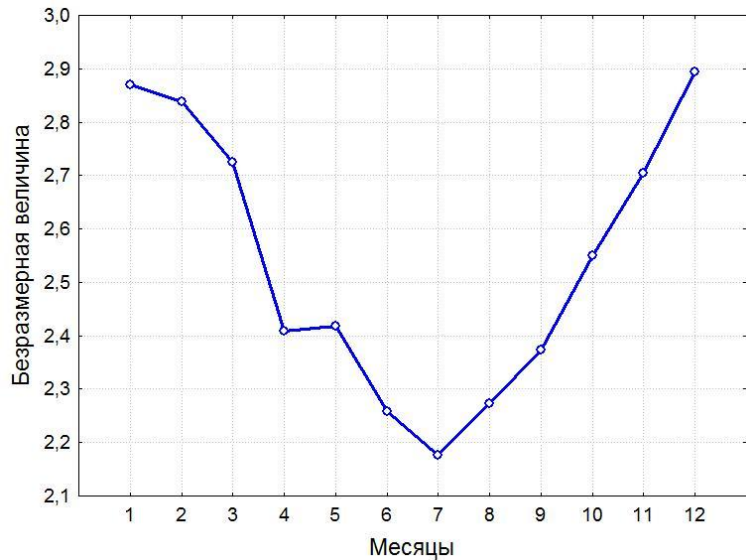
Среднеариф. отклон. $(V_{cal} - V_{400}) = 1,50$ м/с. СКО = 1,51 м/с.

Алгоритм коррекции результатов расчетов с временным интервалом 1 ч



- Из имеющегося архива спутниковых данных в канале 6.2 мкм с временным интервалом $\Delta t=15$ мин был сформирован вспомогательный массив данных с $\Delta t=1$ ч на временном отрезке 2007-2021 гг.
- Расчеты по обоим массивам данных проводились в области $(30-60)^{\circ}$ с.ш., 60° з.д. – 60° в.д.
- Разработка алгоритма и его опробование проводилось вначале для одномерного варианта на данных временной изменчивости скорости ветра, усредненной по широте и долготе всей расчетной области (V_{all}).
- Значения V_{all} при $\Delta t=1$ ч (V_{all60}) в разы меньше V_{all} при $\Delta t=15$ мин (V_{all15}).
- V_{all15} имеет четко выраженный годовой ход. Годовой ход V_{all60} также заметен.

Алгоритм коррекции результатов расчетов с временным интервалом 1 ч



Годовой ход корректирующего коэффициента.

Скорректированные значения скорости ветра (V_{cor_all60}) выражаются в виде:

$$V_{all60cor}(j) = V_{all60}(j) \times R(j),$$

где $j = 1 \dots 12$ – номер месяца,

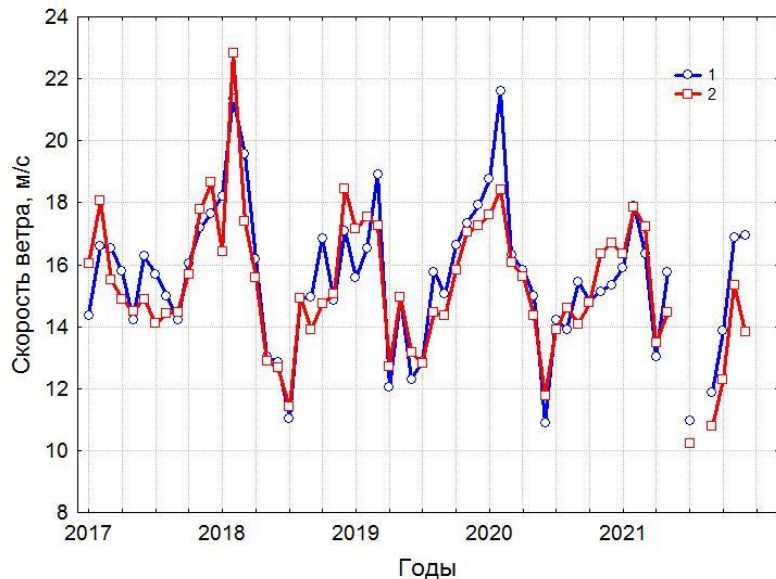
R – корректирующий коэффициент, имеющий вид:

$$R(j) = \frac{\sum_{i=1}^{10} V_{all15}(i, j)}{\sum_{i=1}^{10} V_{all60}(i, j)}$$

где $i = 1 \dots 10$ – номер года (от 2007 до 2016).

$R(j)$ не зависит от года, для которого рассчитываются $V_{all60cor}(j)$

Оценка точности коррекции результатов на независимой выборке 2017-2021 гг.



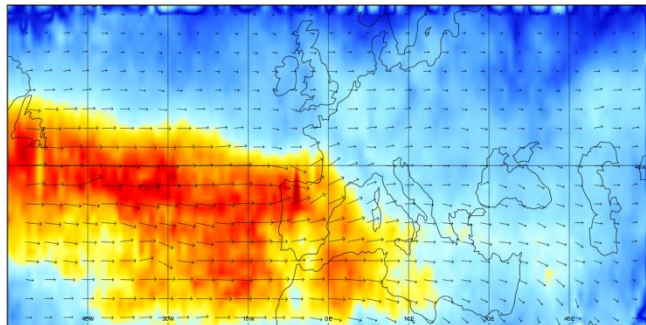
	$V_{\text{all}60\text{cor}} - V_{\text{all}15}$	$(V_{\text{all}60\text{cor}} - V_{\text{all}15})/V_{\text{all}15}$
Среднеариф. значение	- 0.29 м/с	-1.6%
СКО	1.14 м/с	6.9%

- Значимый на уровне 0.05 коэффициент корреляции: 0.87

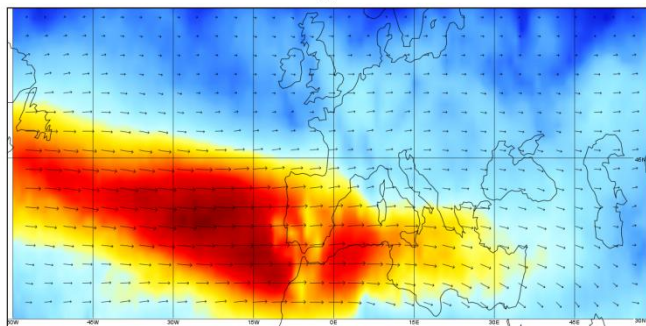
Межгодовой ход среднемесячных значений скорости ветра V_{all} , рассчитанных с временным интервалом 15 мин (1) и 1ч с коррекцией (2).

Вариант расчета площадных значений скорости ветра

2020.07, интерполяция значений
м/с



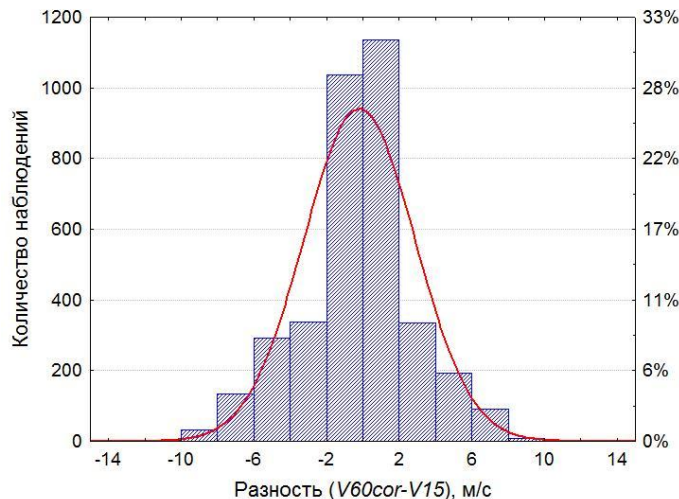
Средние значения, 07.2020
м/с



Оценка погрешности
(V60cor-V15)

Среднеарифмет. : - 0,26 м/с

СКО: 3,05 м/с



Корректирующий
коэффициент:

$$R(x, y, j) = \frac{\sum_{i=1}^{10} V15(x, y, i, j)}{\sum_{i=1}^{10} V60(x, y, i, j)}$$

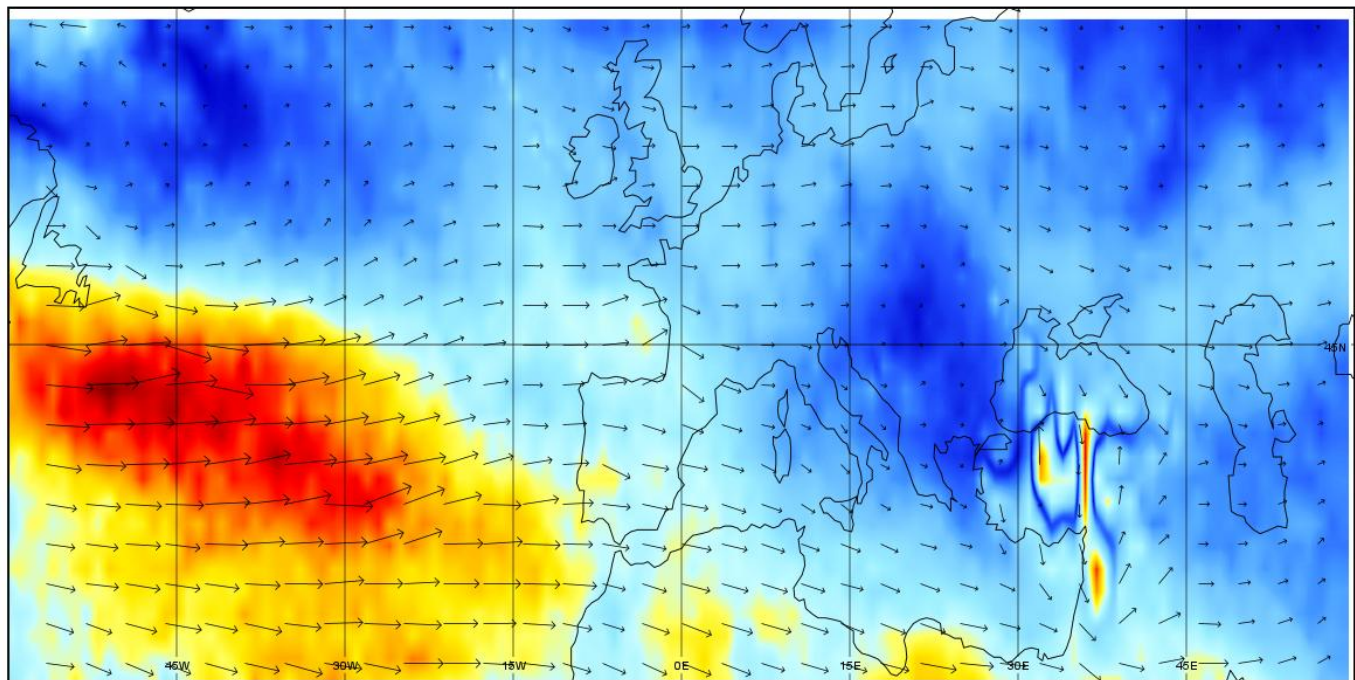
(x, y) - координаты точки в
прямоугольной проекции.

**Предложенный алгоритм
коррекции результатов
расчетов позволяет
продолжить мониторинг
поля ветра по данным
радиометра SEVIRI с
приемлемой точностью.**

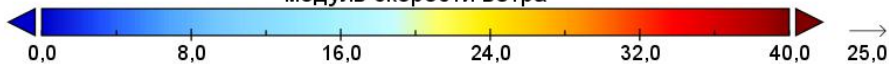
Пример рассчитанных значений поля $V60cor(x,y)$ для августа 2022 года

Средние значения, 08.2022

м/с



модуль скорости ветра



Data Min = 0,1, Max = 40,4

ВЫВОДЫ

- Предложен и реализован алгоритм коррекции результатов расчетов поля ветра по данным европейских геостационарных метеорологических спутников с временным интервалом 1 ч.
- Показана вполне удовлетворительная точность расчетов поля ветра в верхней тропосфере при использовании алгоритма коррекции.
- Следует отметить, что указанный подход является поллиативным решением проблемы. Принципиальным решением является использование результатов измерений российских геостационарных метеорологических спутников с временным разрешением не более 15 мин.

**СПАСИБО
ЗА
ВНИМАНИЕ !**

Thanks for Your Attention !