

---

# Особенности циркуляции стратосферного полярного вихря во время зимы 2020-2021гг.

Институт солнечно-  
земной физики СО РАН  
г.Иркутск

Хабитуев Д.С.



Полярный вихрь формируется на высотах стратосферы в зимний период в северном и южном полушариях.

Южный полярный вихрь как правило сильнее Северного

Сильный полярный вихрь формирует замкнутую циркуляционную систему, которая блокирует поступление теплых экваториальных потоков

В северном полушарии часто вихрь разрушается что приводит к повышению температуры стратосферы (ВСП)

Южный полярный вихрь



Северный полярный вихрь



Современные реанализы позволяют проводить комплексные исследования состояния атмосферы на высотах от 0 до высот верхней стратосферы нижней мезосферы.

Era-5 последняя версия реанализа европейского центра ECMWF.

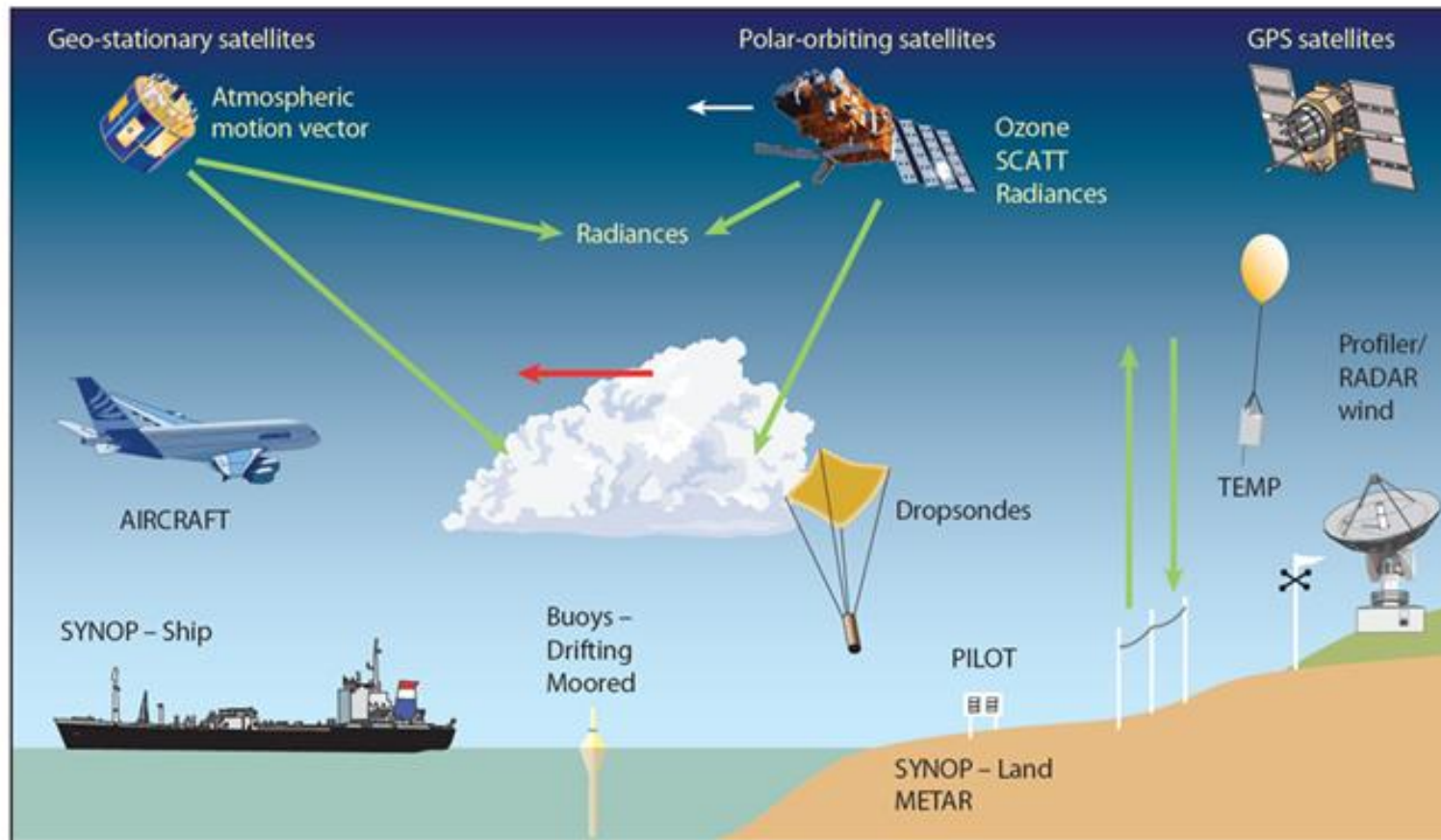
Максимальная высота- 1hPa (~55км)

37 высотных уровней

пространственная сетка 0.25°



# Ассимиляция данных в реанализных моделях



# Программная оболочка (Delphi,OpenGL)

**Pressure Level: 1 hPa (51,1km)**  
**DATE: 2021-Jan-2 0:00UT**



Основные настройки | Пробные точки | AURA/MLS | Ephemeride

**Уровень вверх**  
**Предыдущий**   **Следующий**  
**Уровень вниз**

**Вращение**  
X+ Y+ Z+ +  
X- Y- Z- -

Профиль MMR  
 Профиль DU  
широта 52  
долгота 103

ночная тень  
 поле прилива

**Ветер**  
Размер стрелки 2  
Порог 48  
Шаг 6

**Температура**  
Min -40  
Max 40  
Max Прозрачность Min

**Геопот./Озон**  
№ поля 5 0 100  
Min 0  
Max 0

3D  
15 C\_ogr  
 все слои

Данный подход позволяет детектировать реальные траектории движения воздушных масс стратосферы в трехмерном пространстве (с учетом вертикального перемещения).

В результате предыдущих работ было установлено, что во время зим в северном полушарии полярный вихрь формируется из отдельных плоскостных струйных течений. Течения имеют поперечные пространственные масштабы до 1000 км. Во время сильной деформации полярного вихря происходит сильное повышение турбулентности течений, и как следствие увеличение вертикальной скорости (к земле), что приводит к опусканию холодного стратосферного воздуха в тропосферу.

1. Shpynev B.G. Khabituev D.S., Chernigovskaya M.A., Zorkal'tseva O.S. ,Role of winter jet stream in the middle atmosphere energy balance, JASTP, 2019]

Было установлено, что амплитуда вертикальных потоков внутри полярного вихря усиливается во время максимального приливного воздействия Луны и Солнца.

Кроме того, при рассмотрении полярного вихря в виде плоскостоего струйного течения, полярная стратосфера сама может является источником внутренних гравитационных волн, а не рассматриваться только как буферная зона, которая является ретранслятором тропосферных возмущений.

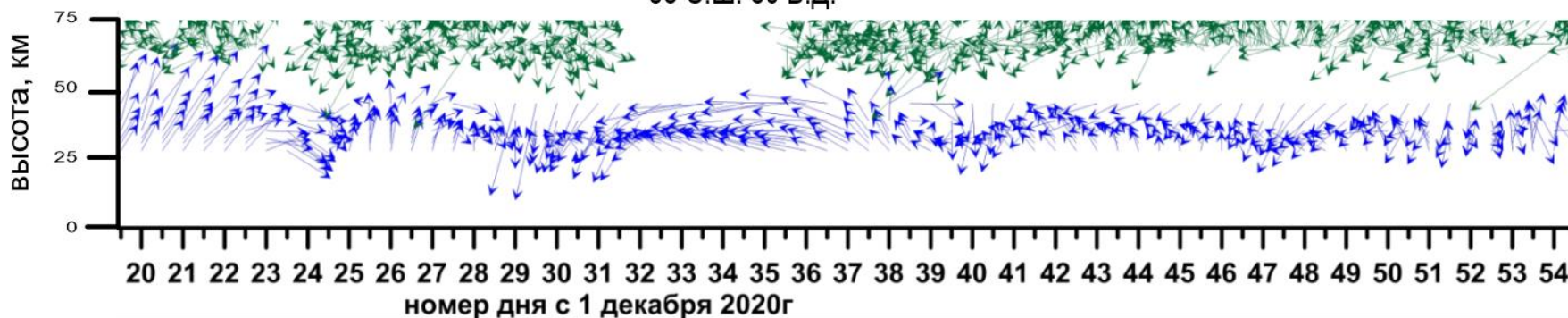
3. Жеребцов Г.А., Перевалова Н.П., Шпынев Б.Г., Медведева И.В., Ратовский К.Г., Хабитуев Д.С., Ясюкевич А.С. Волновые процессы в атмосфере Земли и их влияние на ионосферу. М.: ГЕОС, 2020. 198 с. ISBN 978-5-89118-818-1



Цель настоящего исследования, на основе отработанной методки исследовать структуру и динамику зимней циркуляции стратосферы во время зимы 2020-2021гг.

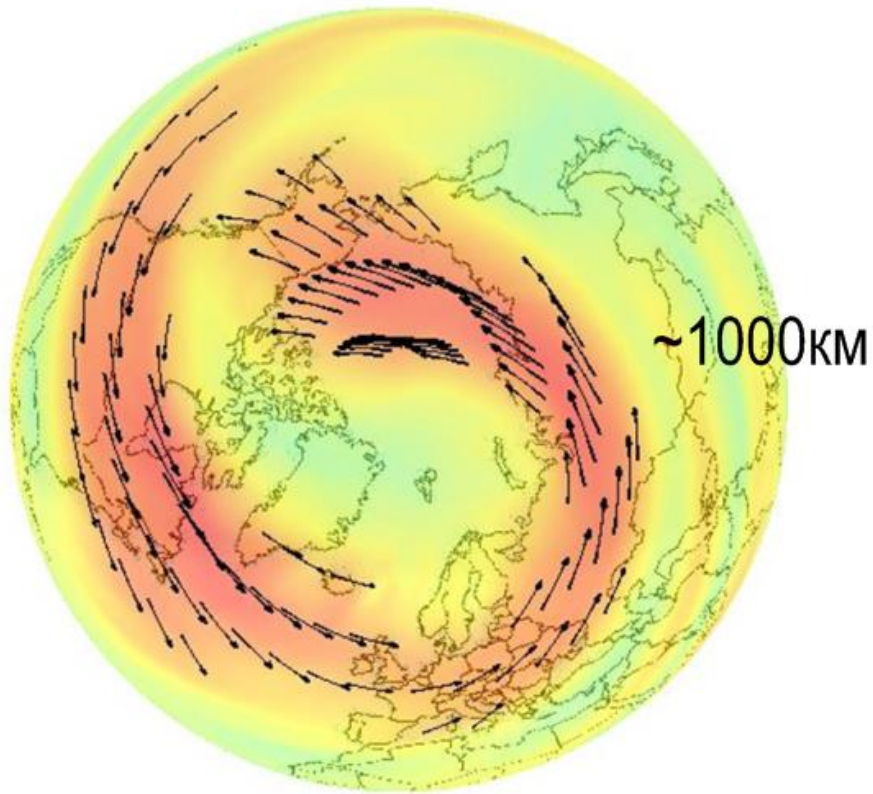
В конце декабря 2020г было зафиксировано крупное стратосферное потепление (major), со сменой направления ветра с западного на восточное, что привело к полному разрушению ПВ.

Изменение направления ветра с западного на восточное  
56 С.Ш. 60 В.Д.

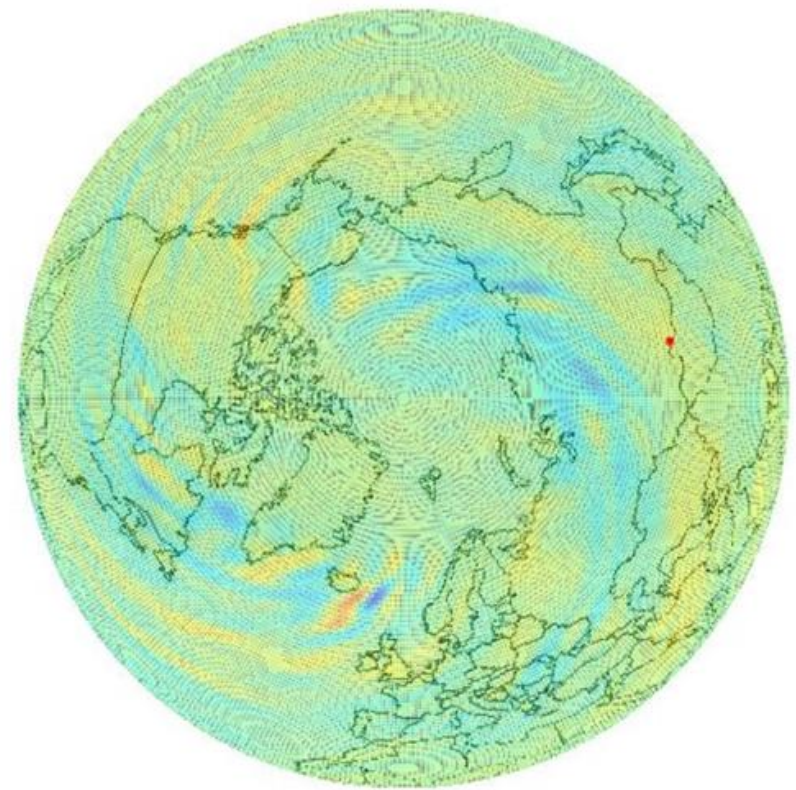


Формирование полярного вихря в начале декабря 2020г.  
Высота 1hPa

Горизонтальный вектор скорости



Вертикальный вектор скорости



10 DEC 2020

1hPa

2hPa

3hPa

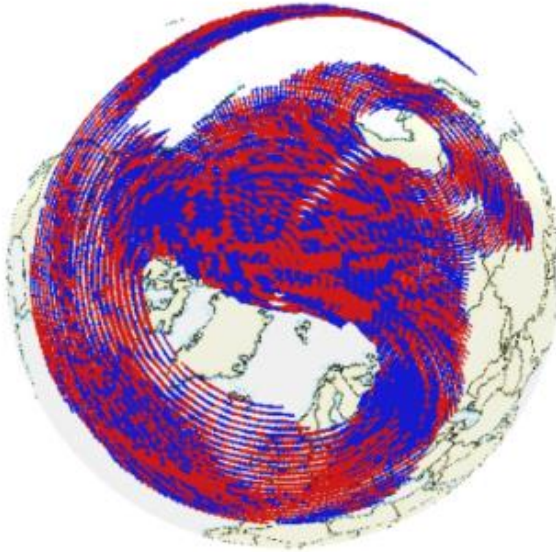
5hPa

7hPa

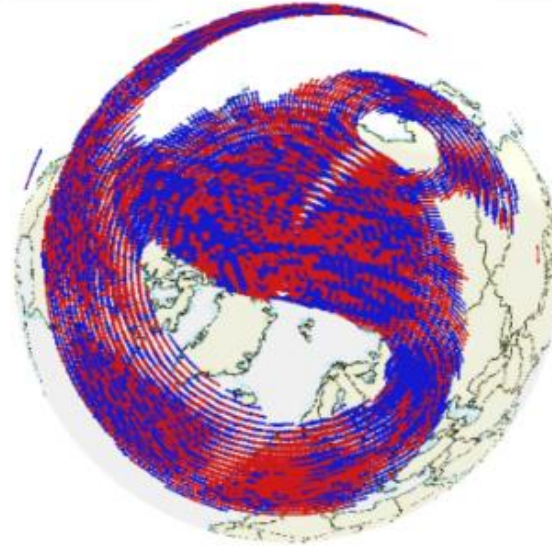
10hPa



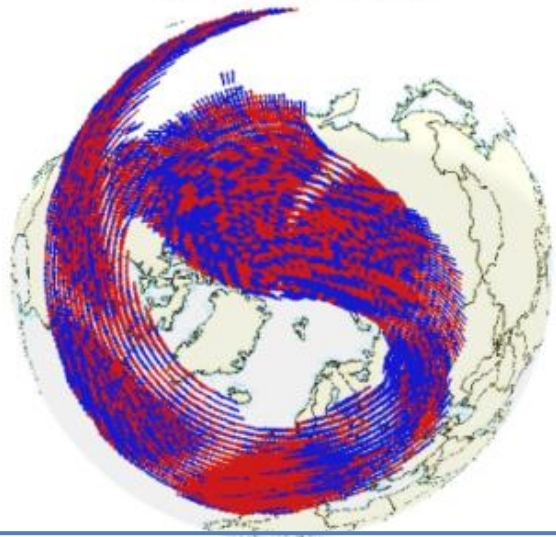
1hPa 20 Dec 2020



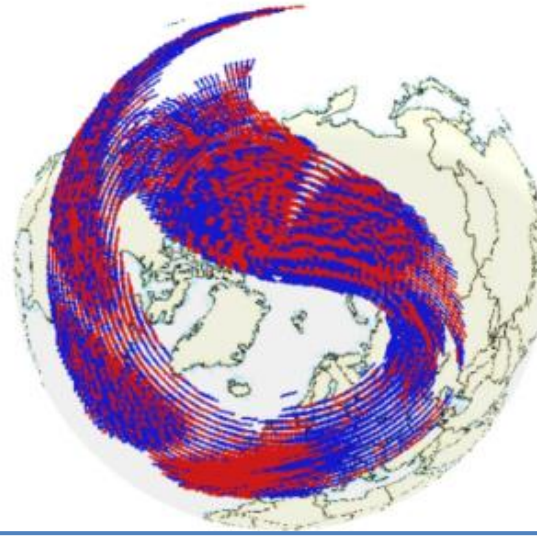
2hPa 20 Dec 2020



3hPa 20 Dec 2020



5hPa 20 Dec 2020



20 DEC 2020

1hPa

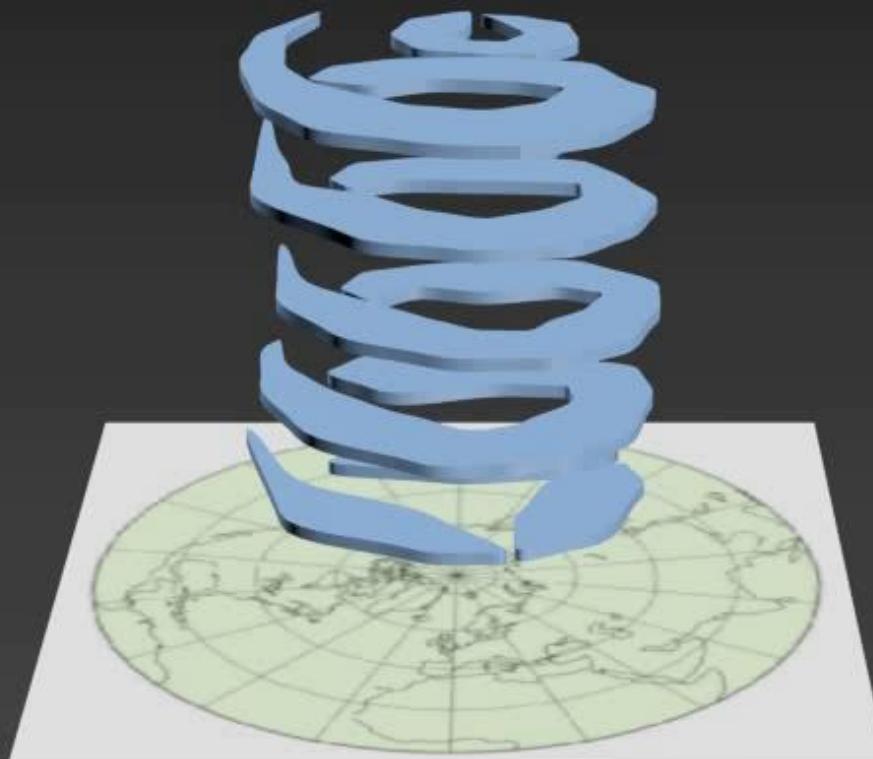
2hpa

3hpa

5hPa

7hPa

10hPa



30 DEC 2020

1hPa

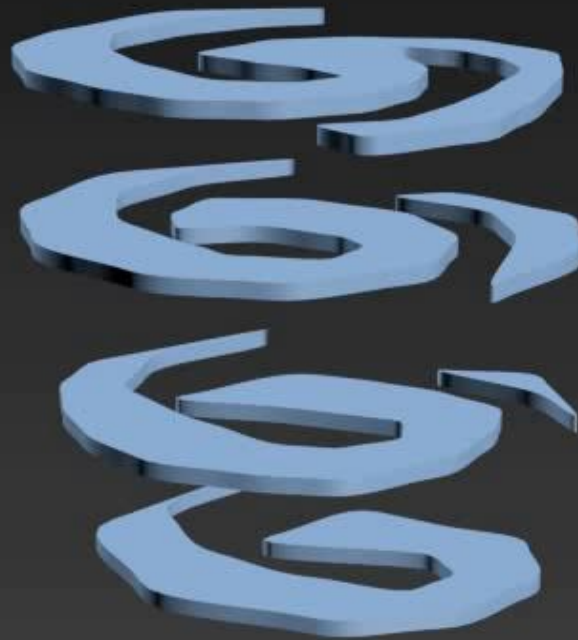
2hpa

3hpa

5hPa

7hPa

10hPa



10 JAN 2021

1hPa

2hpa

3hpa

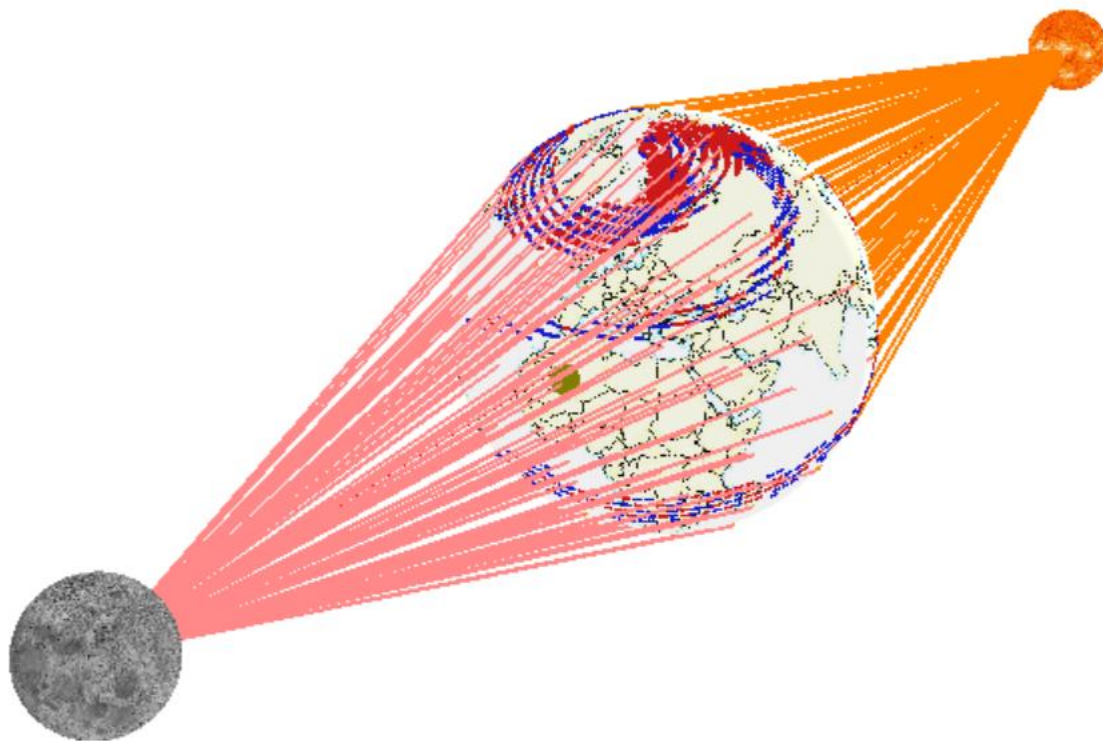
5hPa

7hPa

10hPa

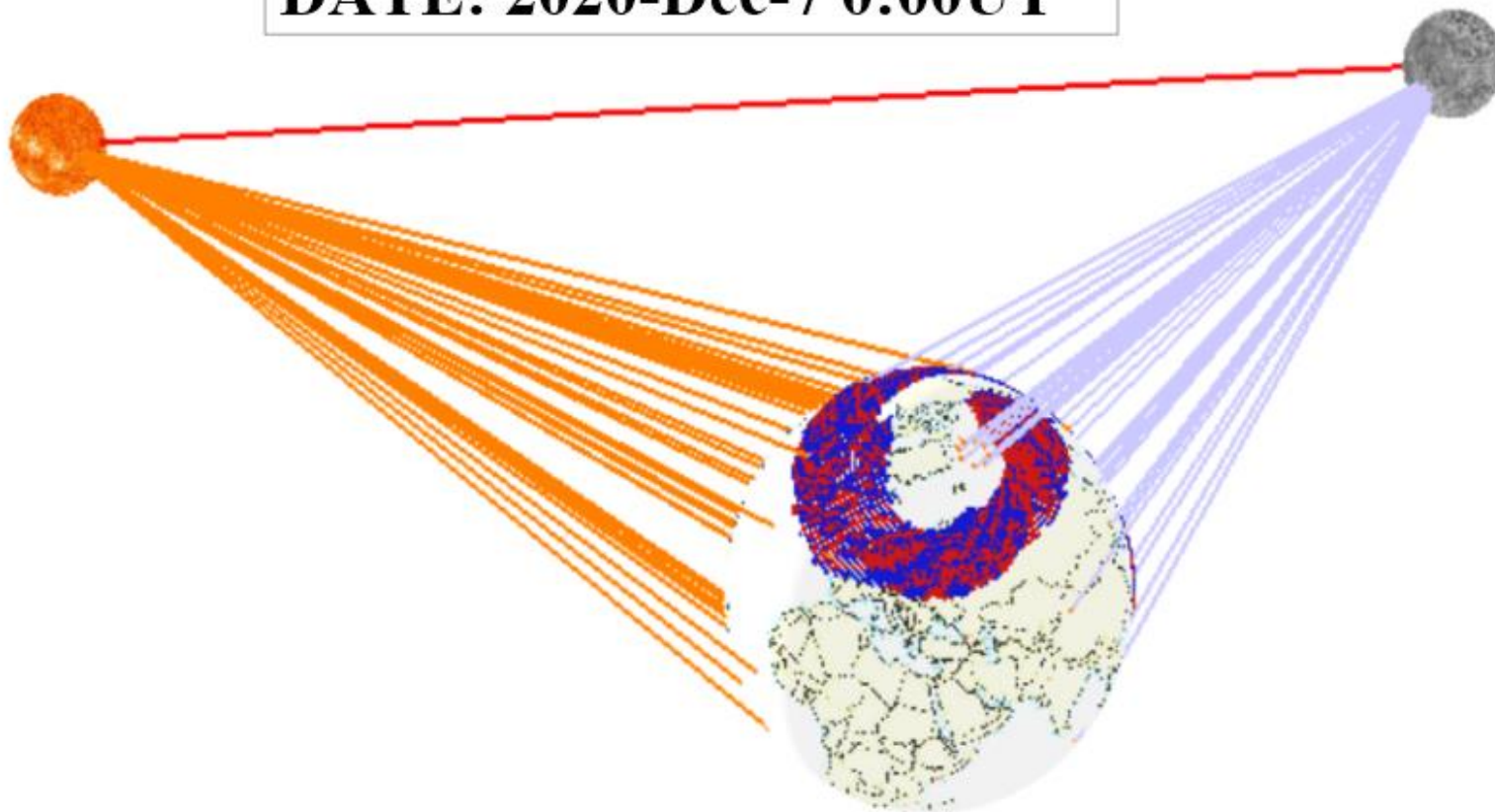


**Pressure Level: 1 hPa (50km)**  
**DATE: 2020-Dec-30 0:00UT**

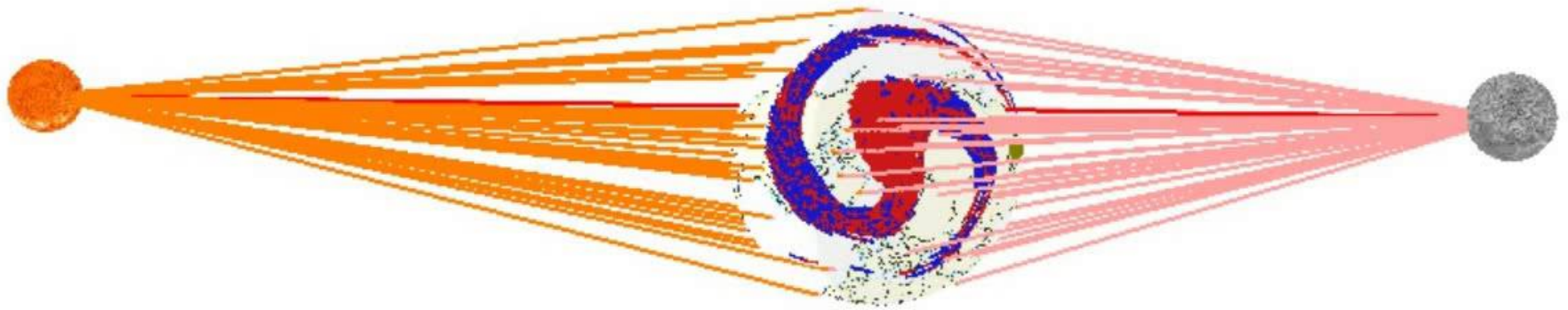




**Pressure Level: 1hPa (50km)**  
**DATE: 2020-Dec-7 0:00UT**

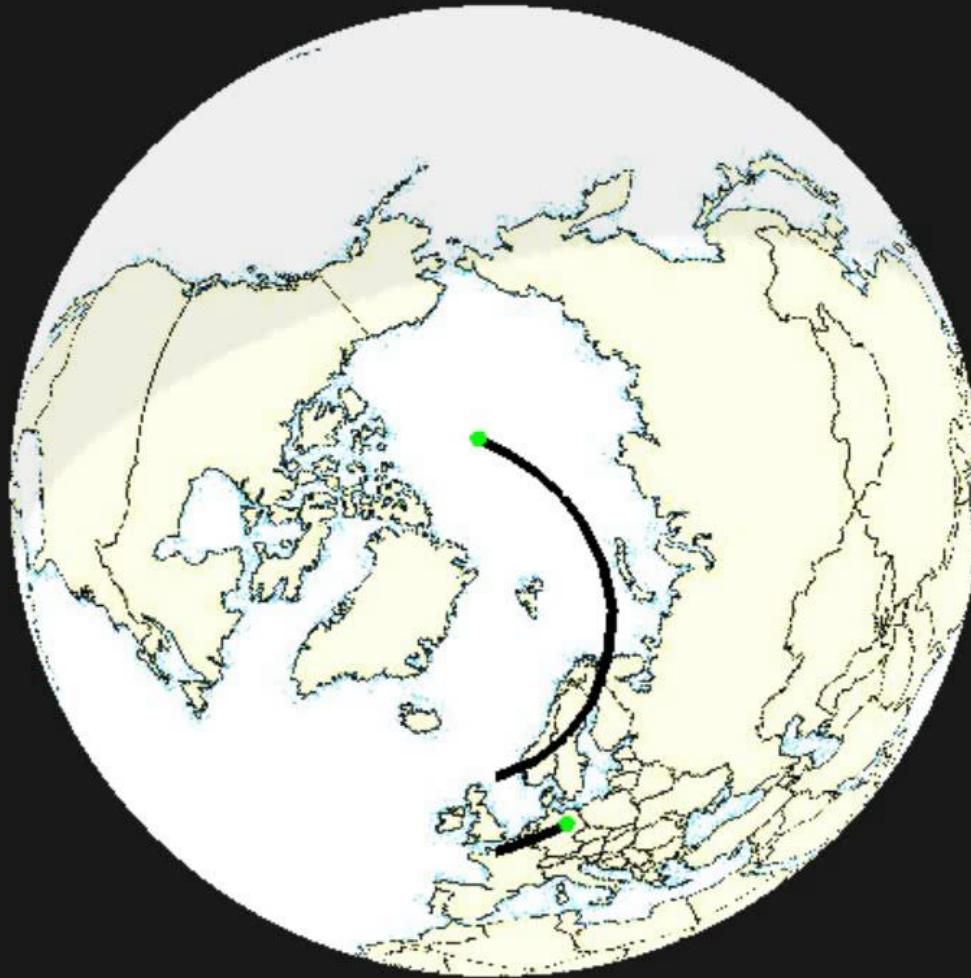


**Pressure Level: 1 hPa (50km)**  
**DATE: 2020-Dec-30 18:00UT**



**Height: 1 hPa (~50km)**

**Time: 2020-Dec-30 0:00UT**



## Выводы

Исследована динамика высотной структуры ПВ во время зимы 2020-2021г. Показано, разделение основного вихря происходит в результате слияния с периферийным вихрем.

Максимальные амплитуды вертикальных скоростей наблюдаются в момент слияния основного вихря с периферийным. Также максимальные температуры стратосферы фиксируются в это время.

На основе концепции пробных частиц исследованы реальные траектории опускания стратосферного воздуха внутри ПВ.

**Спасибо за  
внимание!**

