

Турбулентность, динамика атмосферы и климата 2024  
V Всероссийская конференция с международным участием

# Исследование структуры и циркуляции зонального участка летнего струйного течения над акваторией Северной Атлантики и Великобритании

Безотеческая Е. А.<sup>1,2</sup>

([eabezotekeskaya@aari.ru](mailto:eabezotekeskaya@aari.ru))

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

<sup>2</sup>Арктический и Антарктический НИИ, Санкт-Петербург



19-21 ноября 2024 г.  
Москва

# Задачи исследования

- 1) Получить более детальную структуру *летнего* полярнофронтального струйного течения:
  - географическое положение ядра с учетом высоты;
  - пространственное положение поверхности наибольшего ветра.
- 2) Оценить вертикальные скорости в области струйного течения.

# Задачи исследования

1) Получить более детальную структуру *летнего* полярнофронтального струйного течения:

- географическое положение ядра с учетом высоты;
- пространственное положение поверхности наибольшего ветра.

2) Оценить вертикальные скорости в области струйного течения.

## Модель WRF-ARW v.3.9.1.1

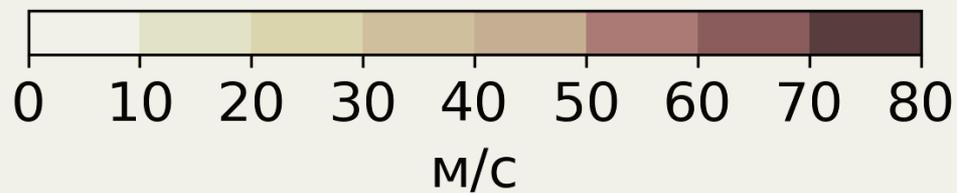
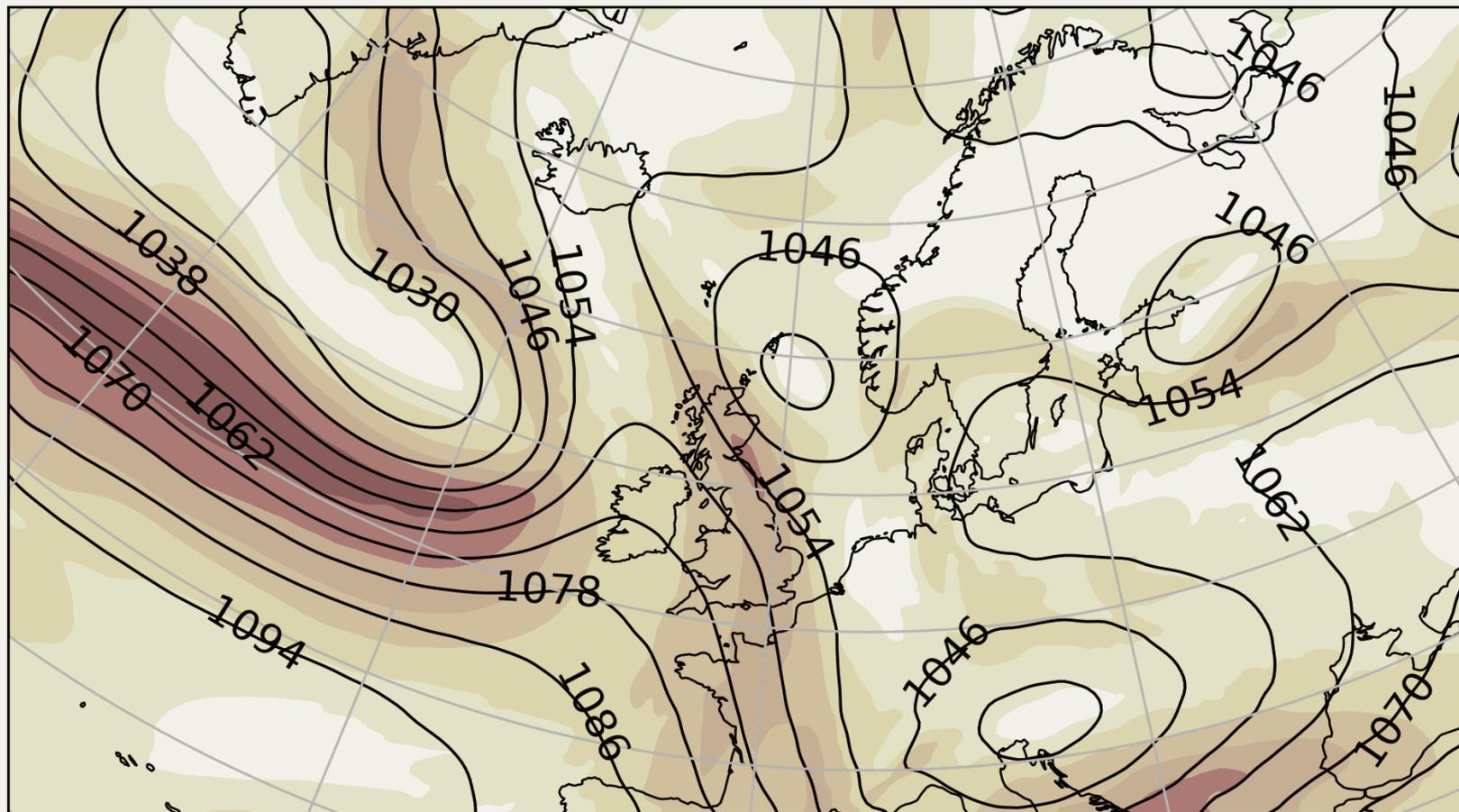


В качестве начальных и граничных данных использовались поля оперативного глобального тропосферного анализа NCEP FNL с пространственным разрешением  $1 \times 1^\circ$  и временным интервалом 6 часов.

| Характеристика модели                         | Выбранные настройки                     |
|---|---|
| Число узлов                                   | 299 × 230                               |
| Шаг сетки                                     | 23,5 км                                 |
| Число вертикальных уровней                    | 45 (до поверхности 50 гПа)              |
| Применяемые параметризации при запуске модели |   |
| Планетарный пограничный слой                  | Quasi-Normal Scale Elimination (QNSE)   |
| Подстилающая поверхность                      | Noah Land Surface Model                 |
| Приземный слой                                | Monin-Obukhov scheme with Zilitinkevich |
| Микрофизика облаков                           | New Thompson scheme                     |
| Коротковолновая и длинноволновая радиация     | RRTMG scheme                            |
| Конвекция                                     | Tiedtke scheme                          |

# Скорость ветра, 250 гПа, 26-28 июля 2017 г.

2017-07-26T00 UTC

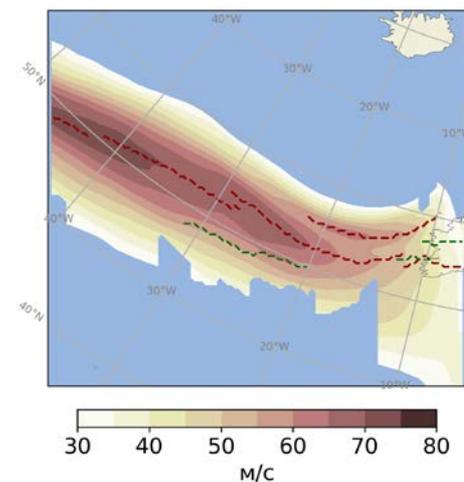
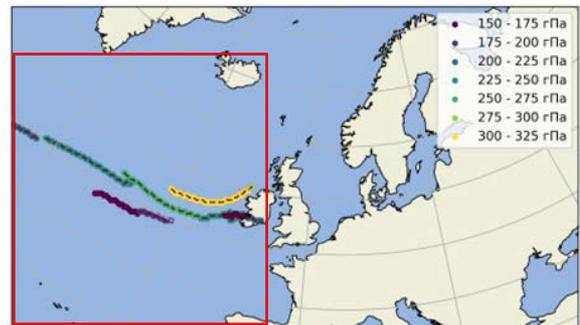
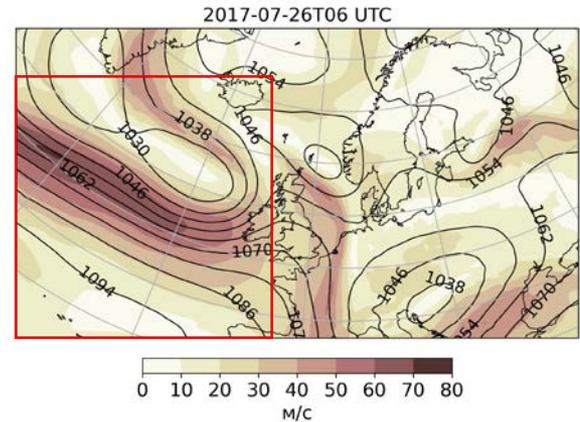


# Метод исследования

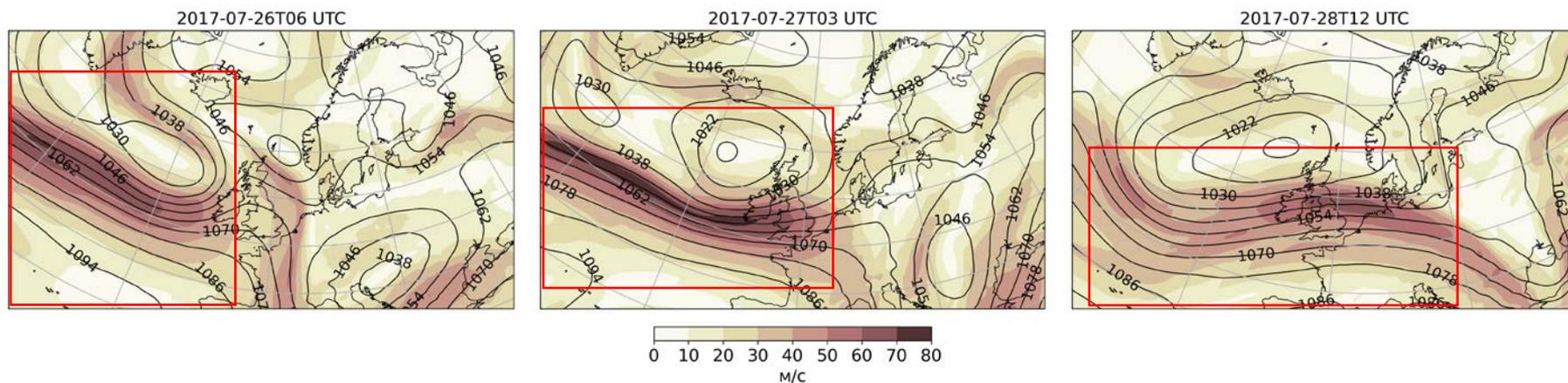
1) Для каждого выбранного синоптического срока выделялся регион из общей расчетной области с участком рассматриваемого струйного течения;

2) В исследуемой области находились все максимумы скорости ветра по вертикали со значениями более 30 м/с. 10 последовательно соединенных узлов сетки относились к ядру струйного течения (или к максимуму скорости в области струйного течения);

3) Относительно ядра строилась поверхность наибольшего ветра с циклонической и антициклональной стороны (при условии, что расстояние между соседними узлами, являющимися максимумами скорости, не превышает 3-х вертикальных уровней).



# Скорость ветра, 250 гПа

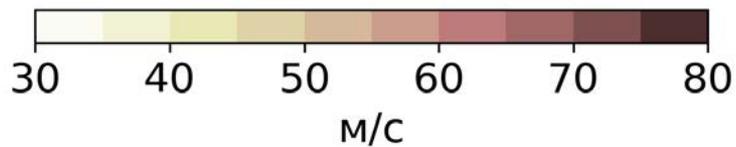
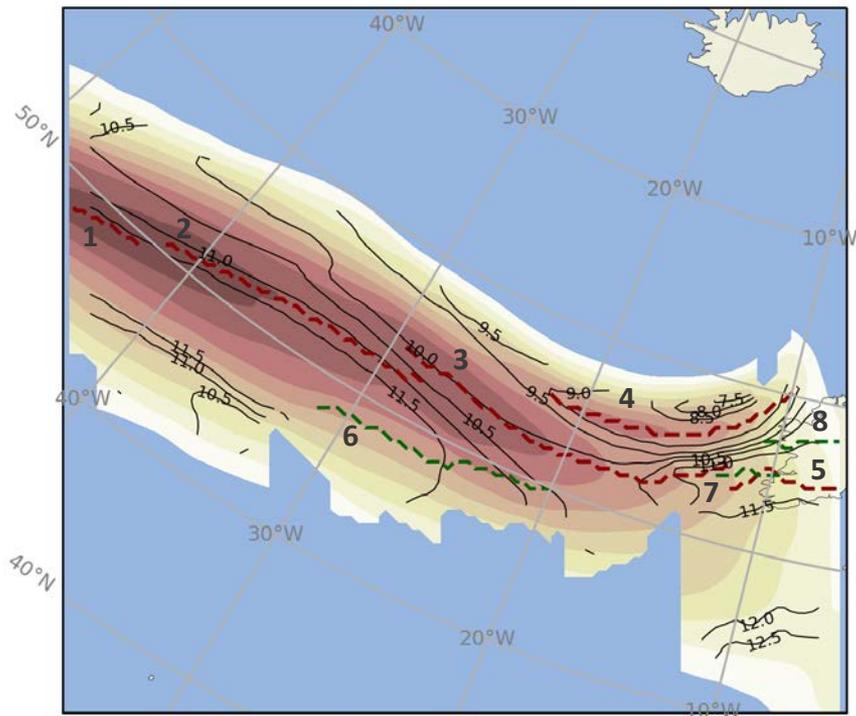


## Положение ядра и максимумов скорости



# 26 июля 2017 г. 06 UTC

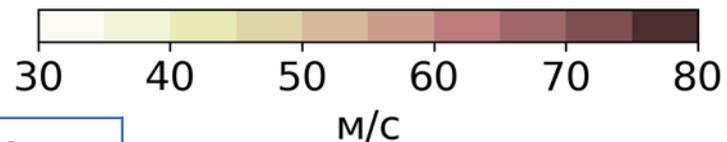
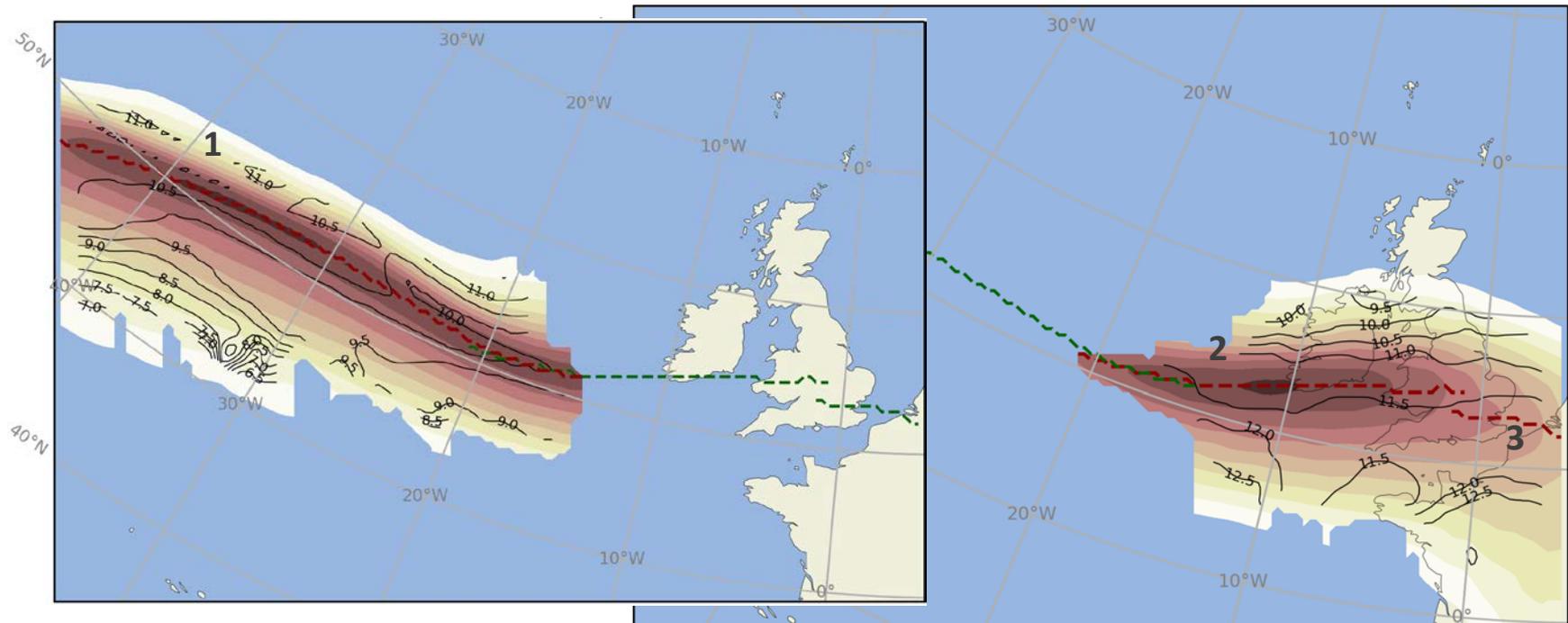
2017-07-26T06:00 UTC



|   | Протяженность, км | Максимальная скорость, м/с | Средняя высота, км (перепад высот, км) |
|---|-------------------|----------------------------|--|
| 1 | 235               | 72,3                       | 11,8 (0,024)                           |
| 2 | 893               | 71,9                       | 11,1 (0,587)                           |
| 3 | 1104,5            | 69,5                       | 10,3 (1,182)                           |
| 4 | 846               | 61,6                       | 8,9 (0,706)                            |
| 5 | 376               | 50,5                       | 11,3 (0,172)                           |
| 6 | 799               | 53,6                       | 13,3 (0,649)                           |
| 7 | 235               | 34,6                       | 13,5 (0,067)                           |
| 8 | 258,5             | 32,9                       | 13 (0,115)                             |

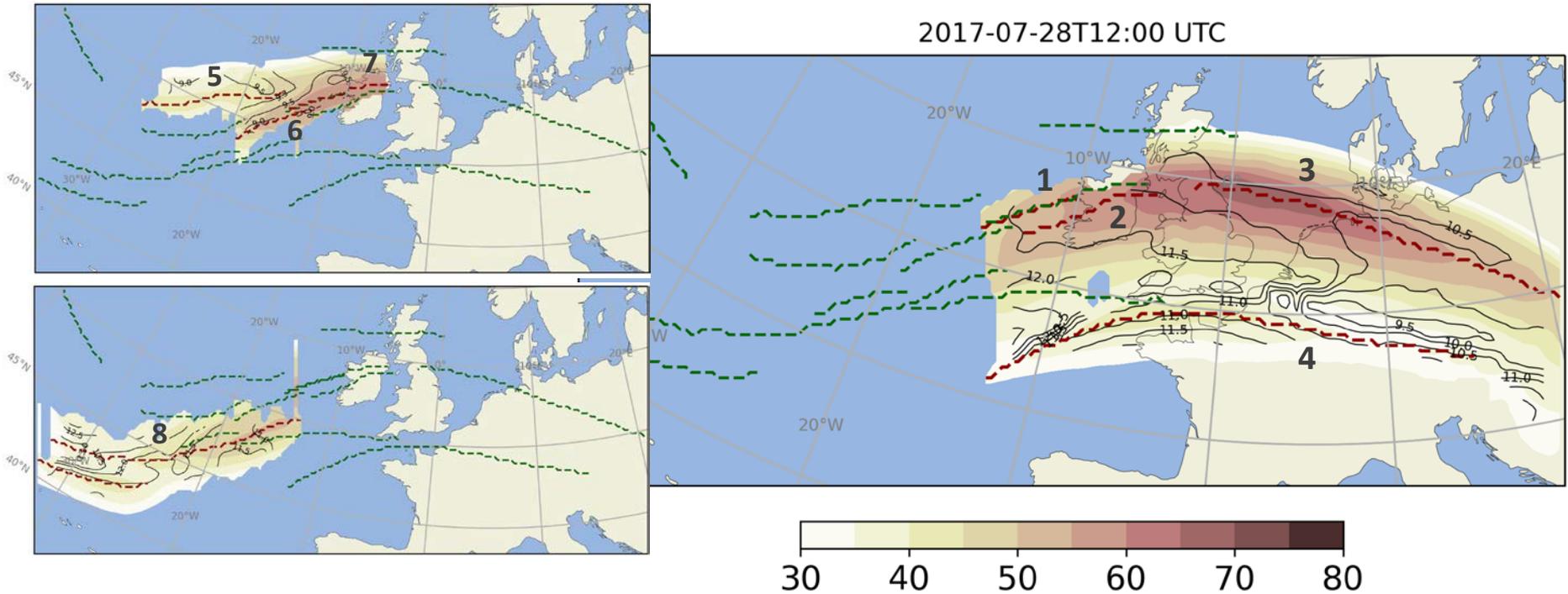
# 27 июля 2017 г. 03 UTC

2017-07-27T03:00 UTC



|   | Протяженность, км | Максимальная скорость, м/с | Средняя высота, км (перепад высот, км) |
|---|-------------------|----------------------------|--|
| 1 | 2044,5            | 75,8                       | 10,4 (0,565)                           |
| 2 | 1410              | 75,9                       | 11,4 (0,631)                           |
| 3 | 399,5             | 63,4                       | 11,8 (0,055)                           |

# 28 июля 2017 г. 12 UTC

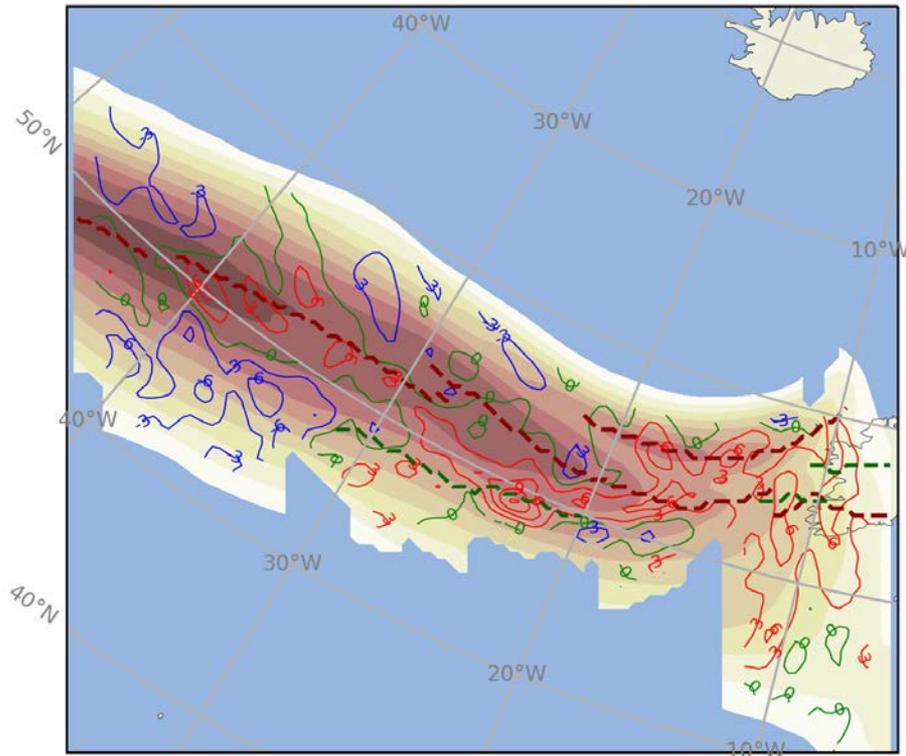


|   | Протяженность,<br>км | Максимальная<br>скорость, м/с | Средняя высота, км<br>(перепад высот, км) |
|---|----------------------|-------------------------------|---|
| 1 | 423                  | 56,3                          | 11,2 (0,581)                              |
| 2 | 587,5                | 63,2                          | 11,1 (0,578)                              |
| 3 | 1598                 | 67,3                          | 10,3 (0,759)                              |
| 4 | 2138,5               | 42,5                          | 10,7 (1,066)                              |
| 5 | 1010,5               | 47,6                          | 9,2 (0,581)                               |
| 6 | 493,5                | 56,2                          | 8,7 (1,075)                               |
| 7 | 681,5                | 60,7                          | 9,4 (0,051)                               |
| 8 | 1762,5               | 50,9                          | 11,6 (2,989)                              |

# 26 июля 2017 г. 06 UTC

## Изонабаты вертикальной скорости (см/с) на поверхности наибольшего ветра

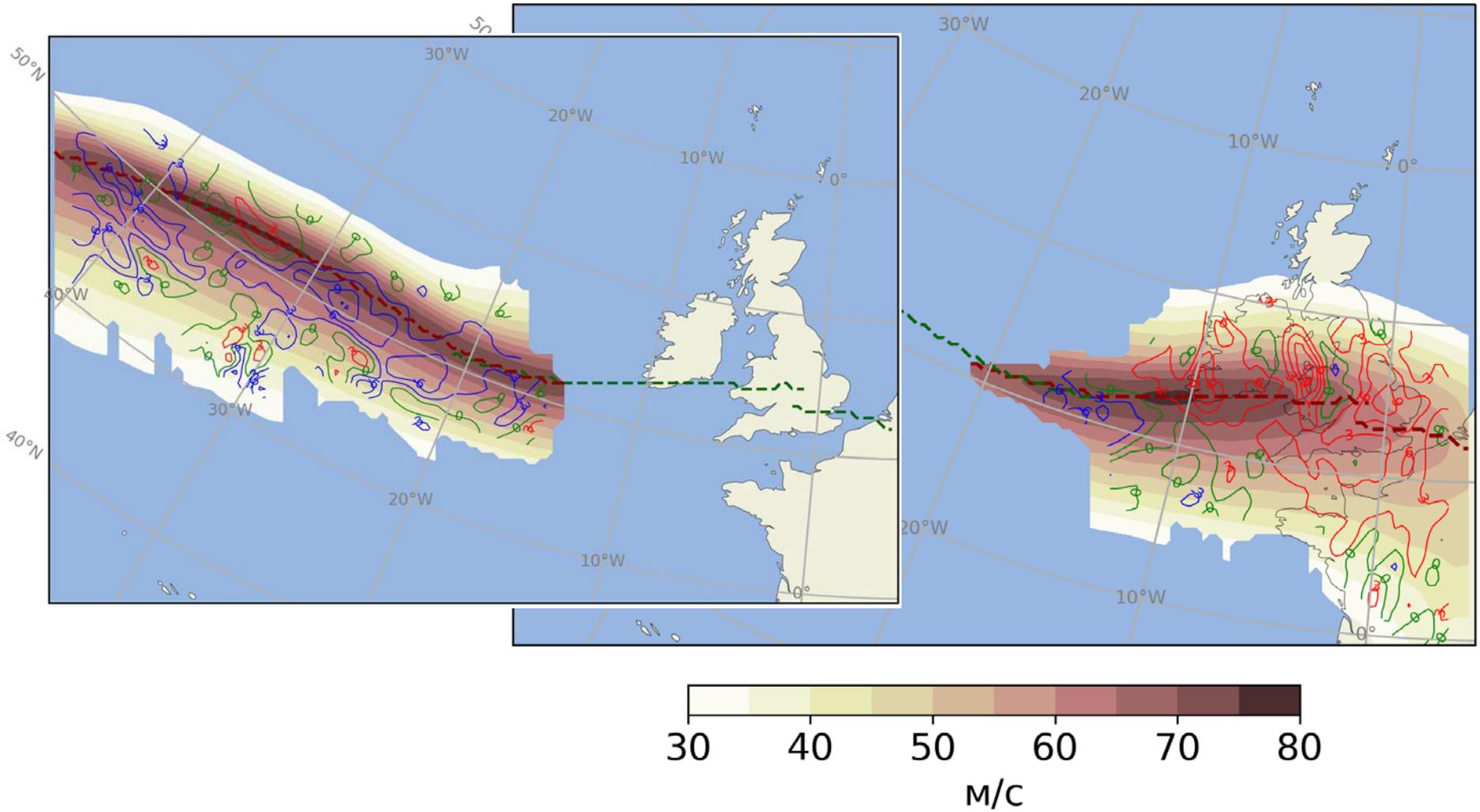
2017-07-26T06:00 UTC



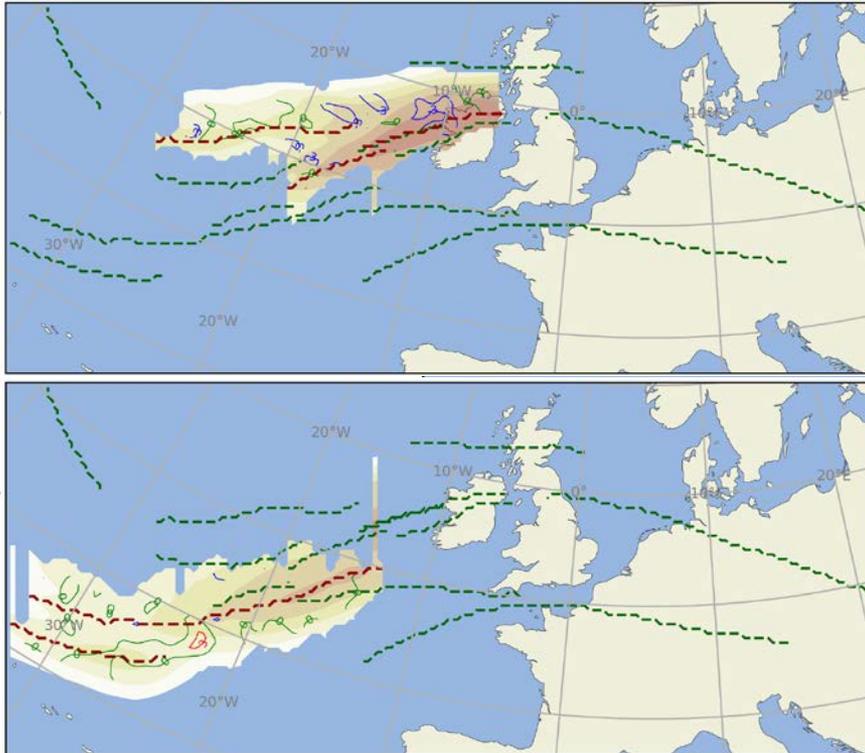
- В области входа струйного течения предположительно существует прямая термическая циркуляция, а в области дельты – обратная [Murray and Daniels, 1953].
- Вдоль оси струйного течения наблюдается чередование центров восходящих и нисходящих вертикальных движений. Максимальные вертикальные скорости отмечаются на оси струи или вблизи ее [Endlich, 1953].
- Прямая термическая циркуляция наблюдается в области дельты струйного течения (результаты получены при нахождении в непосредственной близости второй струи) [Hubert, 1953].

27 июля 2017 г. 03 UTC

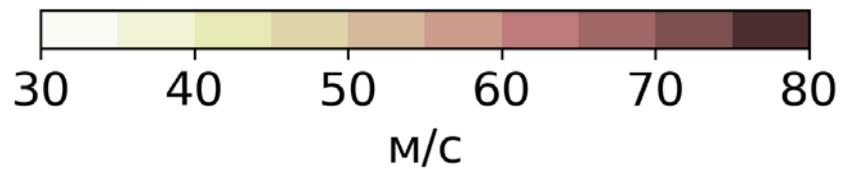
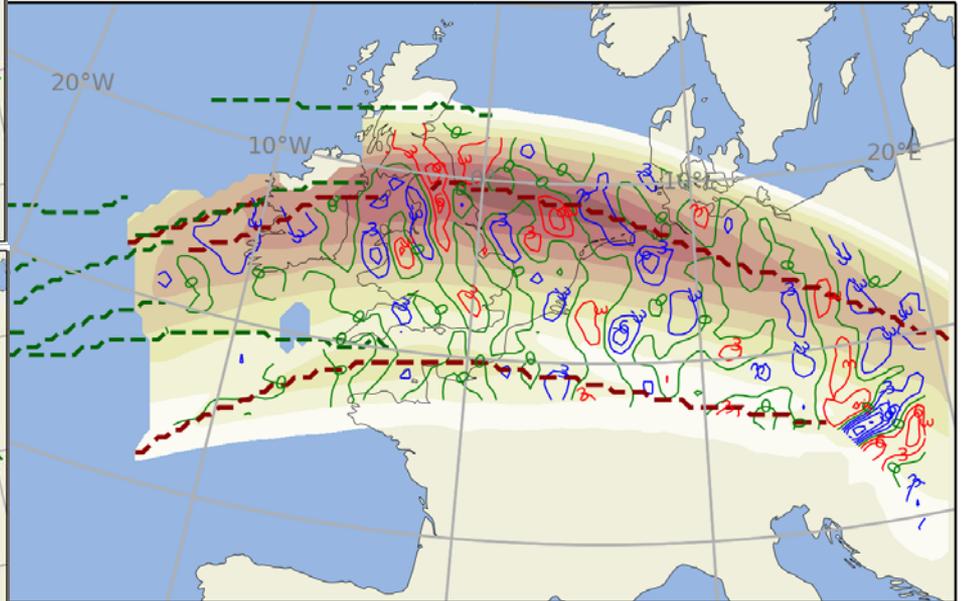
2017-07-27T03:00 UTC



28 июля 2017 г. 12 UTC



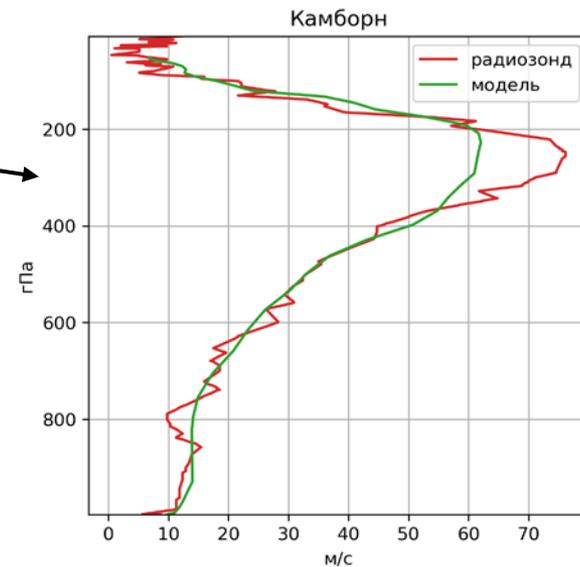
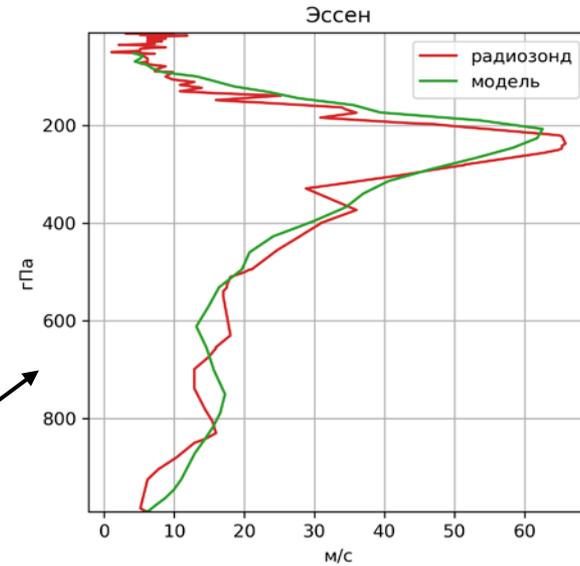
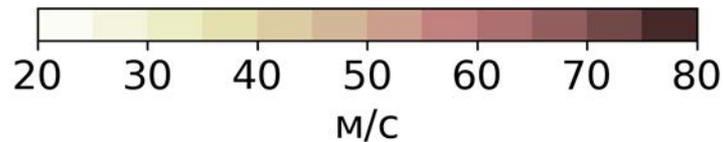
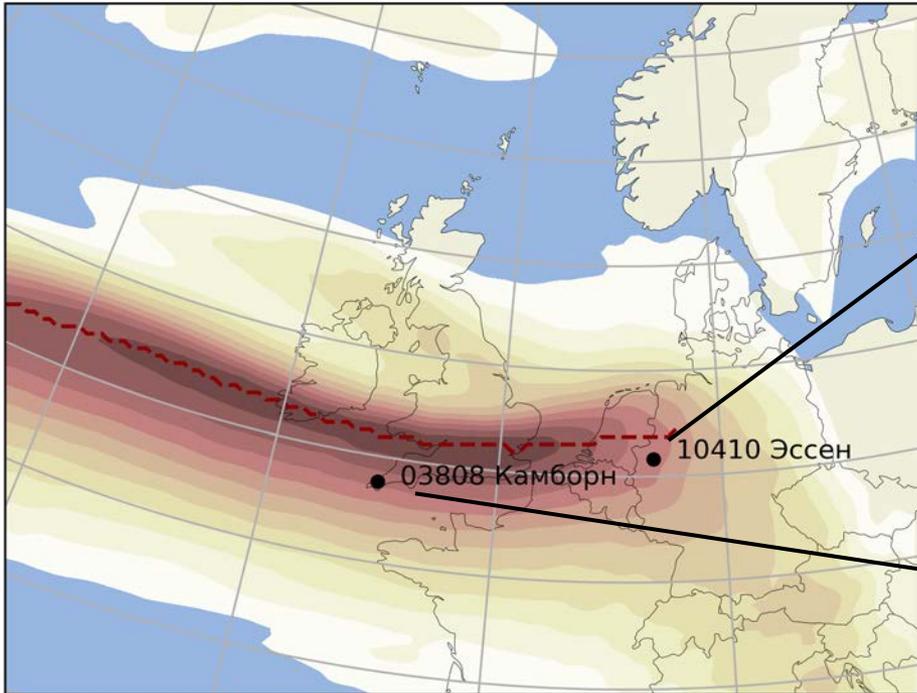
2017-07-28T12:00 UTC



# Вертикальные профили скорости ветра

Скорость ветра, 250 гПа

2017-07-27T12:00 UTC

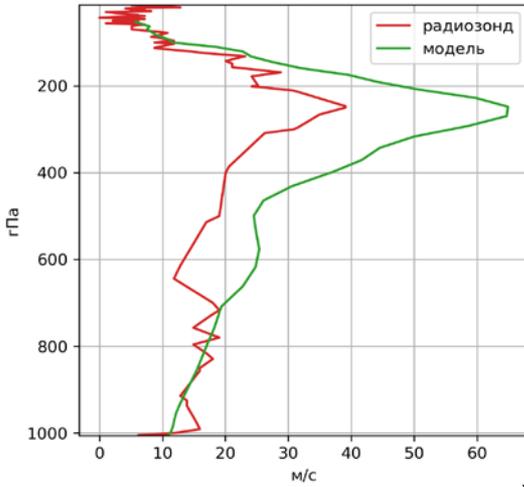


Данные радиозондирования взяты с сайта университета Вайоминга, США:

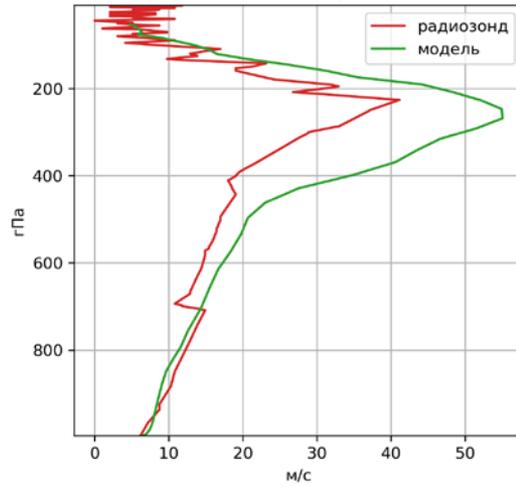
<https://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>

# Вертикальные профили скорости ветра

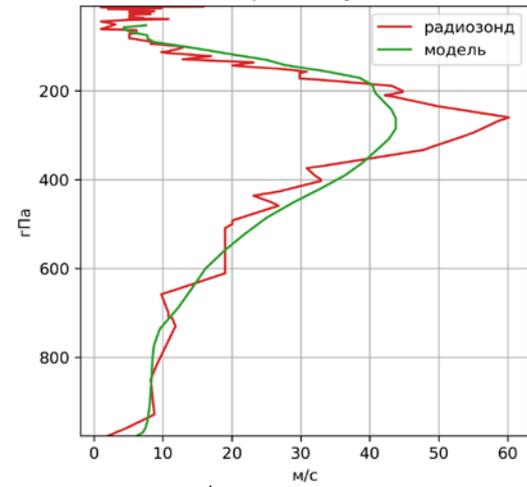
Нордернай



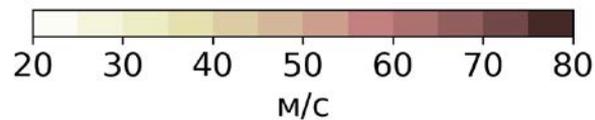
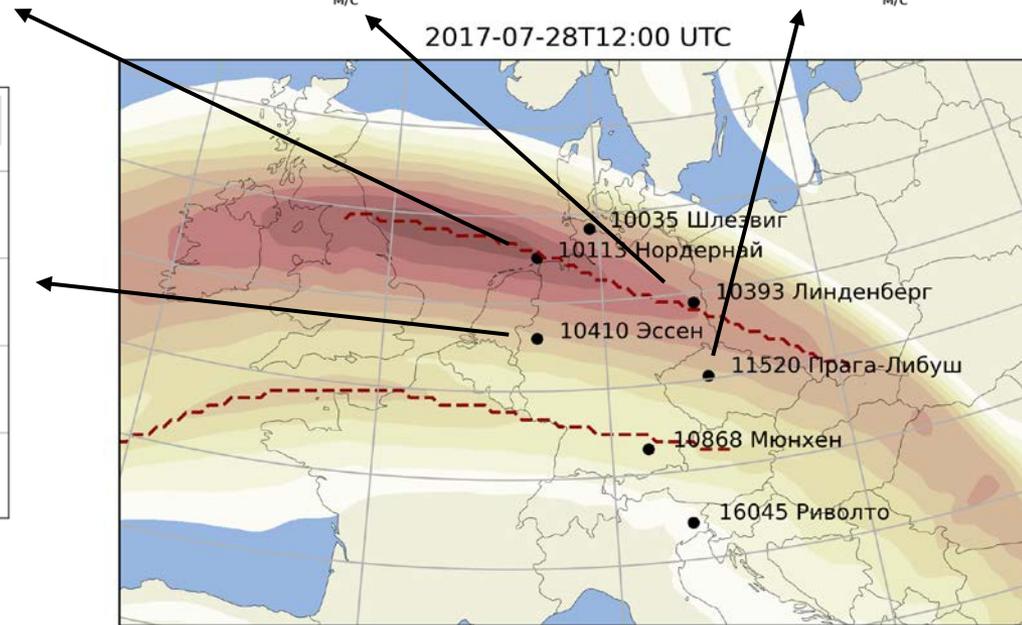
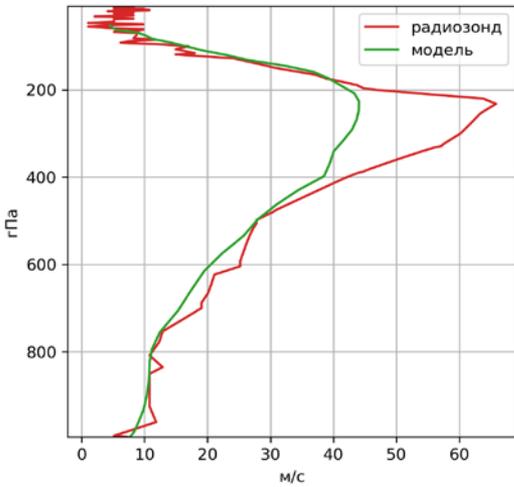
Линденберг



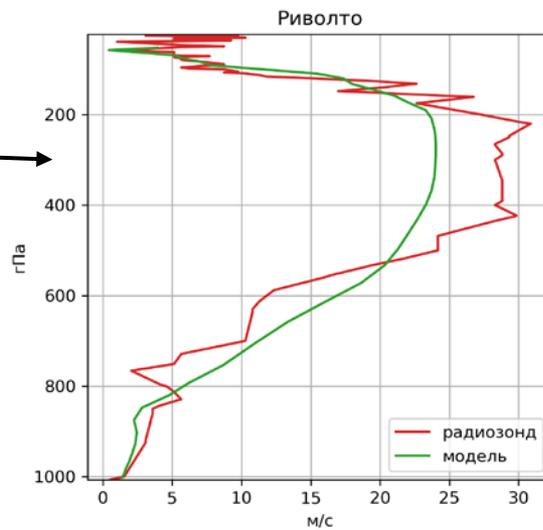
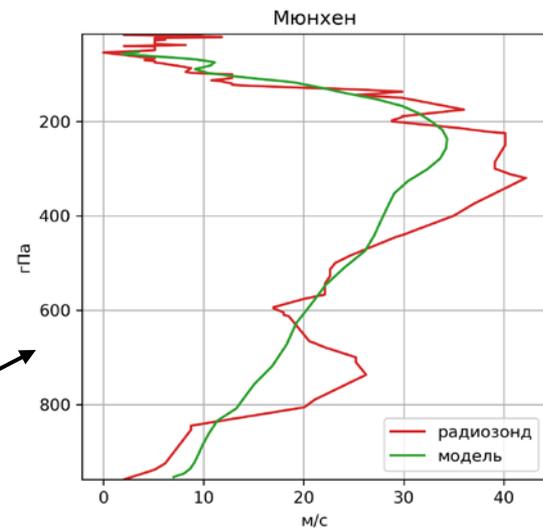
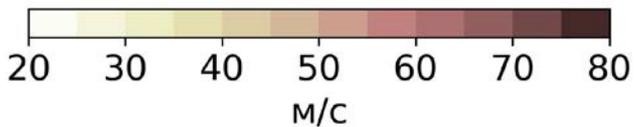
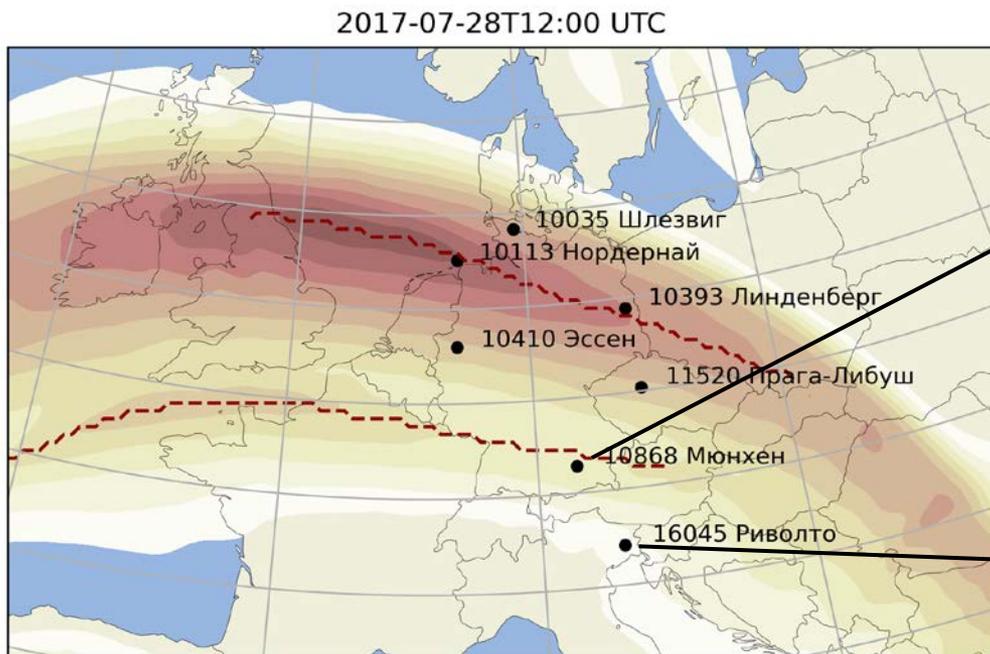
Прага-Либуш



Эссен



# Вертикальные профили скорости ветра



# Выводы

Для типичного летнего зонального участка полярнофронтального струйного течения получены следующие характеристики и особенности распределения вертикальных скоростей:

- в поле ветра средней и верхней тропосферы, а также нижней стратосферы обнаруживается от 3 до 12 максимумов скорости, локализующихся на различных высотах и отличающихся по интенсивности и протяженности. Все максимумы обнаруживаются в системе единого струйного течения, ограниченной изотаксой 30 м/с.
- в большинстве рассмотренных эпизодов поверхность наибольшего ветра расположена выше на антициклональной стороне (11-13 км), и, соответственно, ниже на циклонической стороне струйного течения (9-11 км). Перепад высоты оси максимумов скорости вдоль потока может варьироваться от 25 м до 3 км.
- отмечен неоднородный характер распределения нисходящих и восходящих движений на уровне поверхности наибольшего ветра со значениями скорости, главным образом лежащими в диапазоне от -6 до 6 см/с. Наиболее высокие значения, превышающие 9 см/с, получены на циклонической стороне в области выхода интенсивного струйного течения.

Сравнение вертикальных профилей скорости ветра, построенных по данным радиозондирования и по модельным данным, указывает на различное воспроизведение географического положения максимумов скорости, которое в некоторых случаях может достигать 300 км. В данном случае выбор начальных данных для дальнейших расчетов модели играет важную роль.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда  
(проект № 23–17–00273)