



АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ ВЕКТОРОВ ВЕТРА ПО ДАННЫМ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА АРКТИКА-М №1

Докладчик: Блощинский Владислав Дмитриевич

Двадцатая международная конференция «СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА (Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов)»

Цель работы

Получение данных о направлении и скорости ветра (векторов ветра) по данным инфракрасного канала 10.7 мкм прибора МСУ-ГС КА «Арктика-М» №1 для их последующей ассимиляции (усвоения) в прогностическую модель

Методы восстановления вектора перемещения

- Ручное распознавание (первые методики с начала 60-х годов).
- Методы взаимной корреляции (автоматические методы с начала 90-х годов).
- Дифференциальные методы оптического потока.

Модифицированный метод Брокса. Строится на трех предположениях:

- неизменчивость яркости;
- гладкость потока;
- неизменчивость градиента.

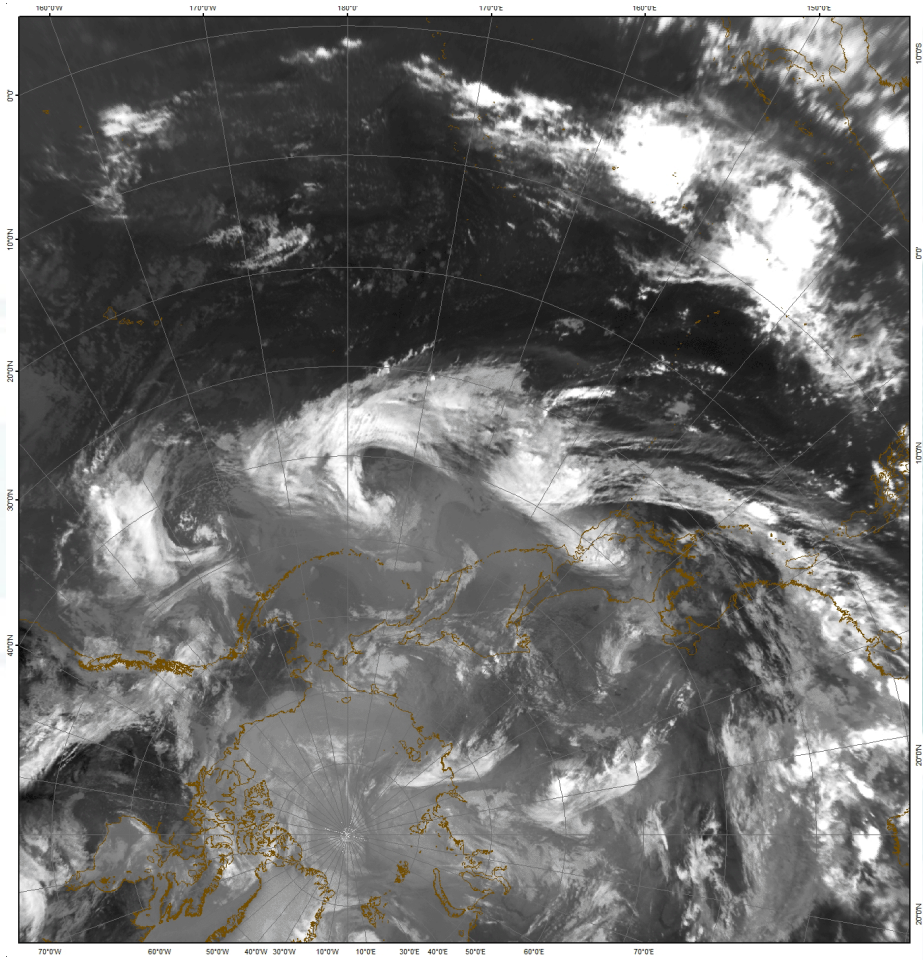
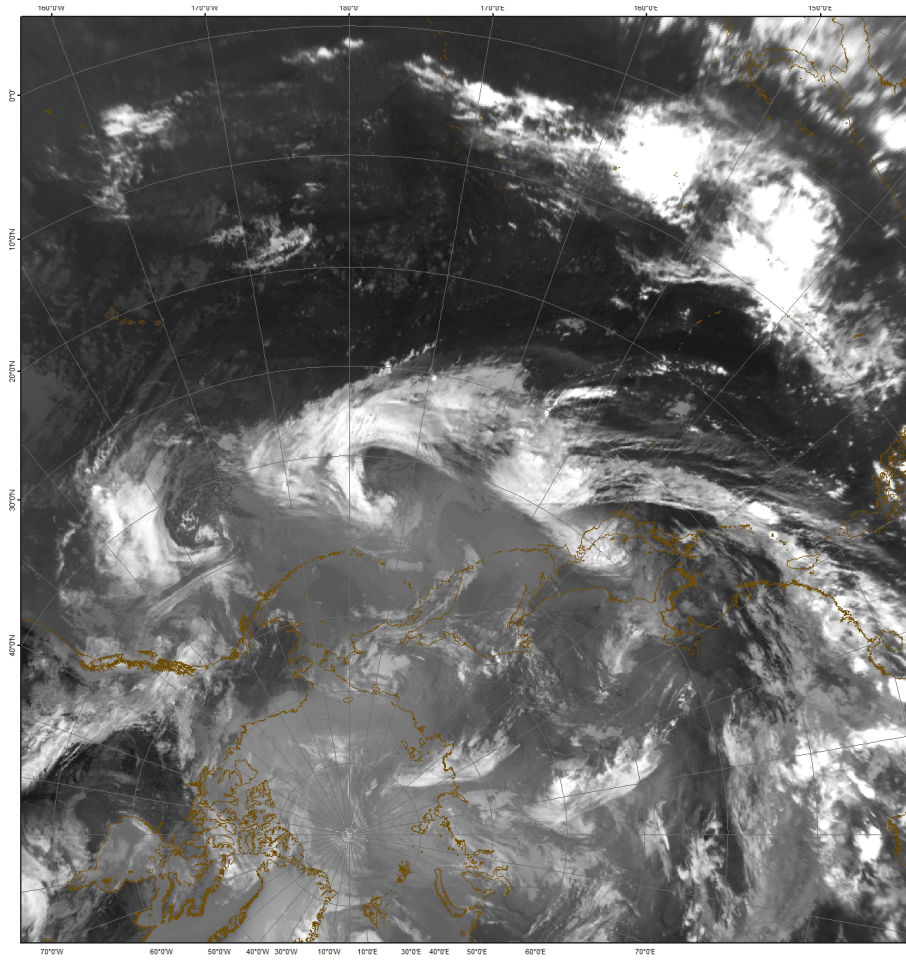
Матрица коэффициентов дифференциальных уравнений:

$$J = \theta \nabla_3 f \nabla_3 f^T + \gamma (\theta_x \nabla_3 f_x \nabla_3 f_x^T + \theta_y \nabla_3 f_y \nabla_3 f_y^T), \text{ где}$$

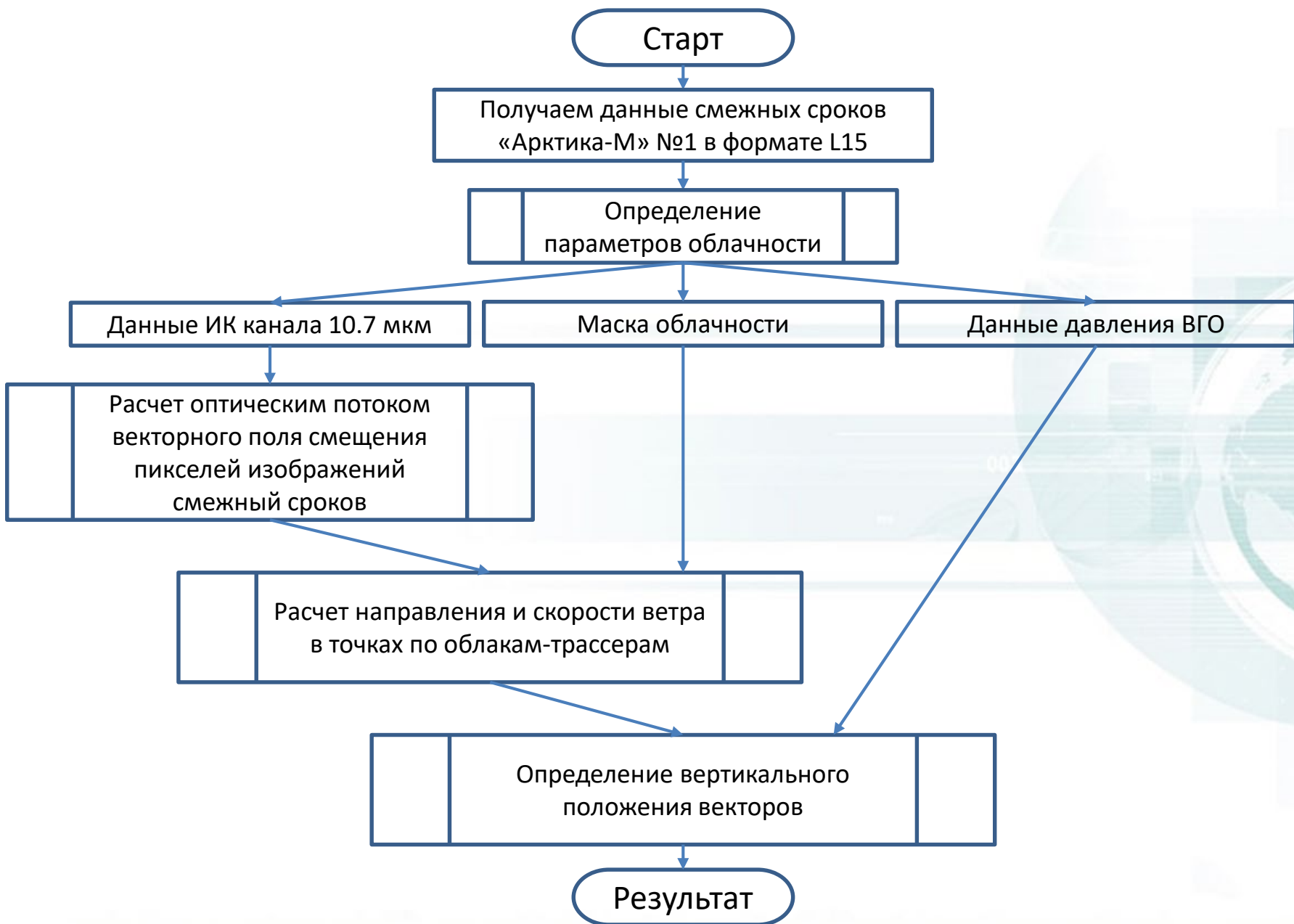
$$\theta = \frac{1}{|\nabla f|^2 + \varepsilon^2}, \theta_x = \frac{1}{|\nabla f_x|^2 + \varepsilon^2} \text{ и } \theta_y = \frac{1}{|\nabla f_y|^2 + \varepsilon^2} - \text{множители для нормализации}$$

Применение оптического потока

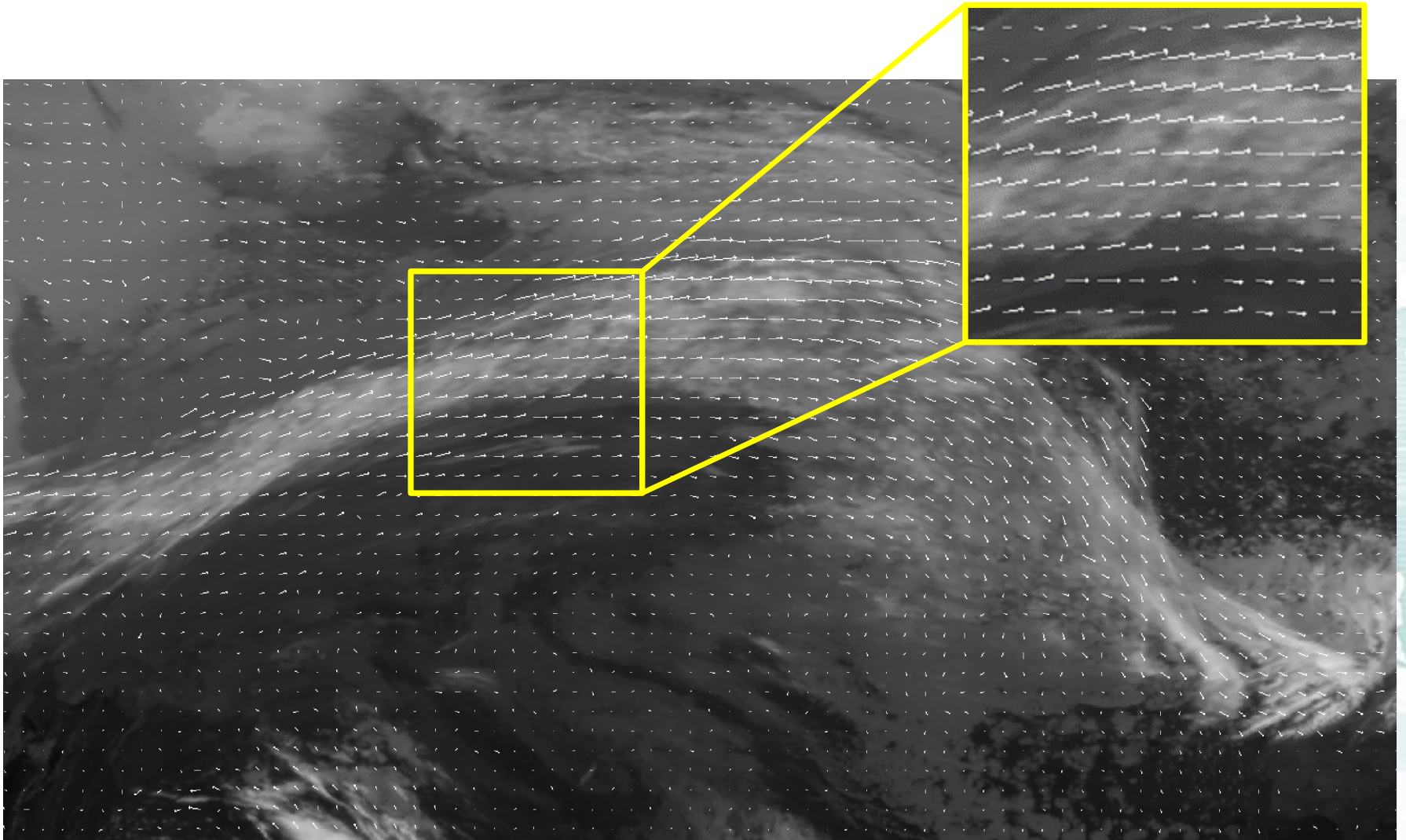
Интерполяция последовательности снимков



Алгоритм определения векторов ветра



Пример карты векторов



Данные канала 10.7 мкм 2022.05.24 06:00 UTC

Валидация алгоритма

GFS – Зонд

| | Корреляция | MAE | BIAS |
|-------------|------------|-----------|-----------|
| Направление | 77% | 9.6 град. | 0.6 град. |
| Скорость | 98% | 1.4 м/с | 0.3 м/с |

Арктика-М №1 – Зонд

| | Корреляция | MAE | BIAS | RMSE |
|-------------|------------|------------|------------|------------|
| Направление | 95% | 17.2 град. | -6.7 град. | 32.5 град. |
| Скорость | 87% | 3.6 м/с | 0.6 м/с | 5.9 м/с |

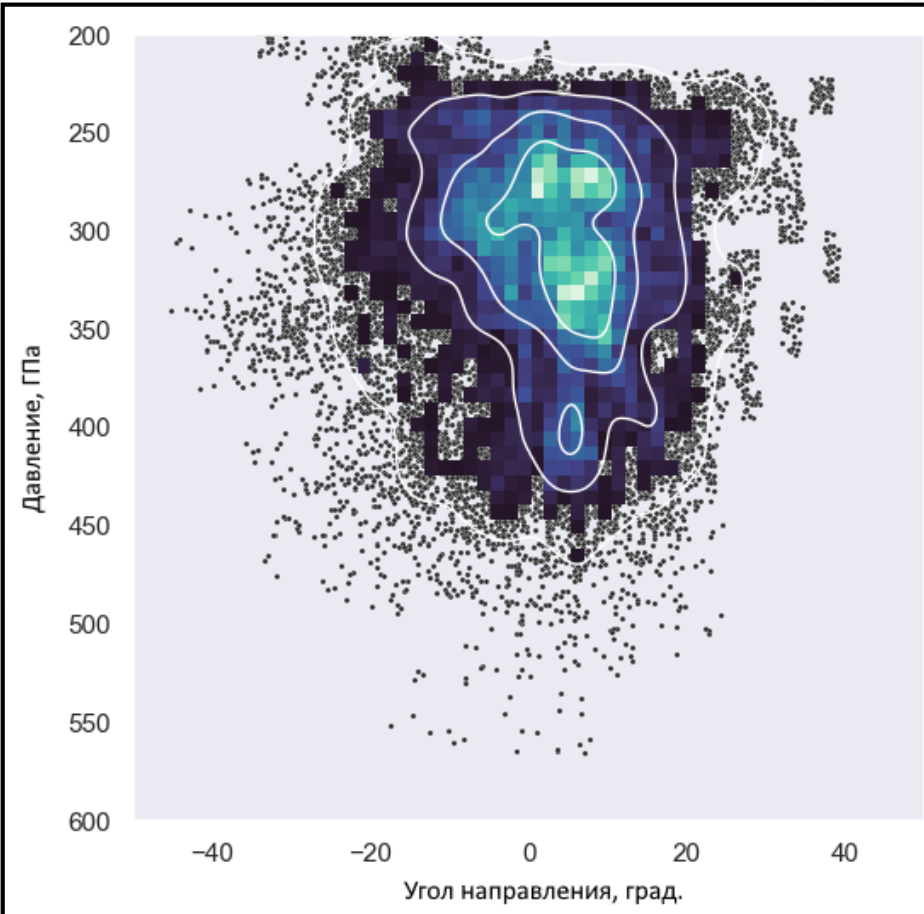
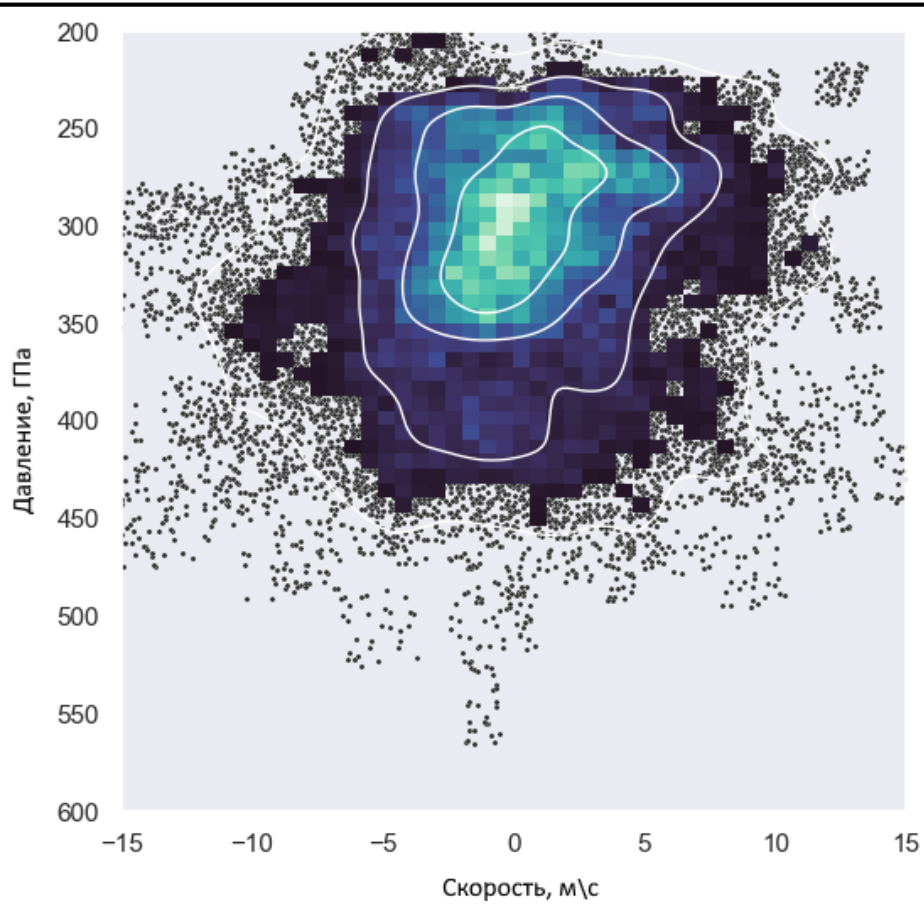
«Арктика-М №1» – GFS

| | Корреляция | MAE | BIAS | RMSE |
|-------------|------------|------------|------------|------------|
| Направление | 76% | 10.2 град. | -7.9 град. | 45.2 град. |
| Скорость | 83% | 4.3 м/с | -2.3 м/с | 8.1 м/с |

«Арктика-М №1» – GFS (с отсечением)

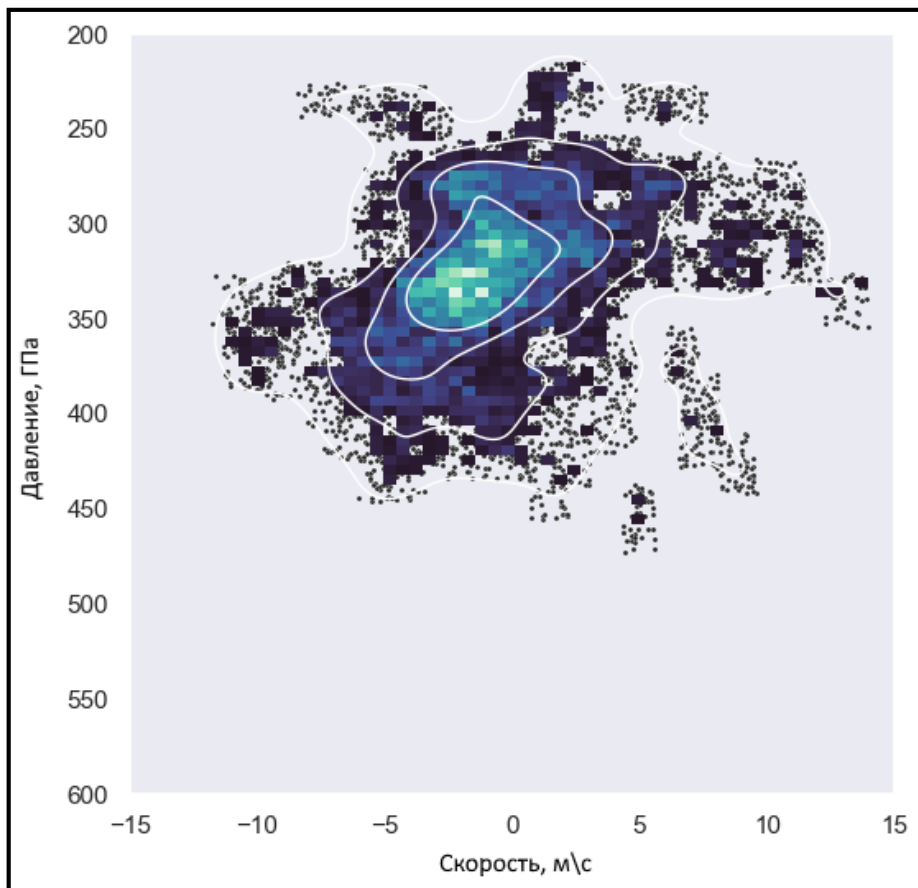
| | Корреляция | MAE | BIAS | RMSE |
|-------------|------------|-----------|------------|------------|
| Направление | 89% | 9.1 град. | -2.5 град. | 21.3 град. |
| Скорость | 85% | 4.1 м/с | -1.2 м/с | 6.1 м/с |

Плотность распределения ошибок

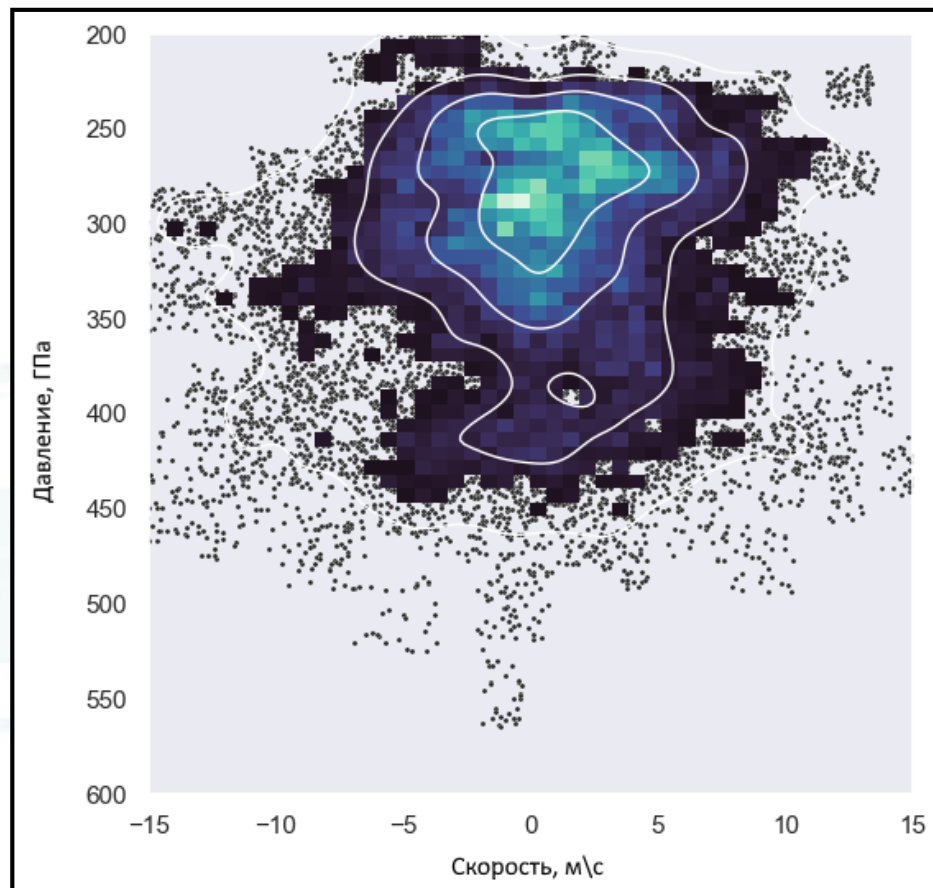


Плотность распределения ошибок по скорости

Над сушей



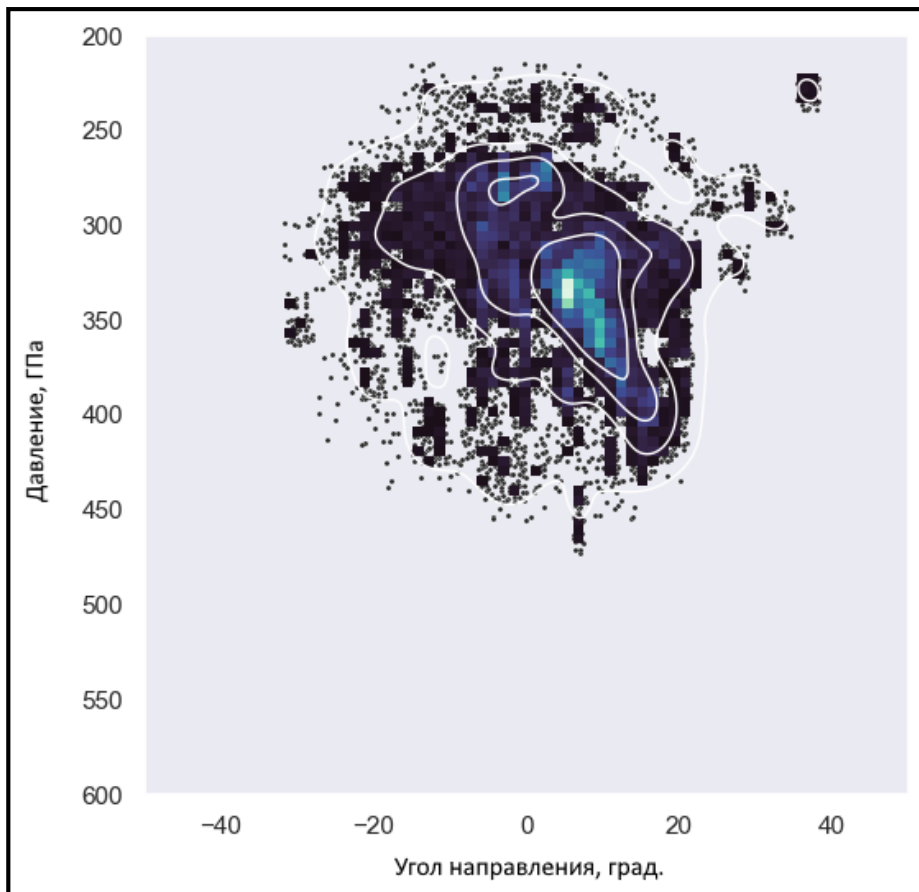
Над морской поверхностью



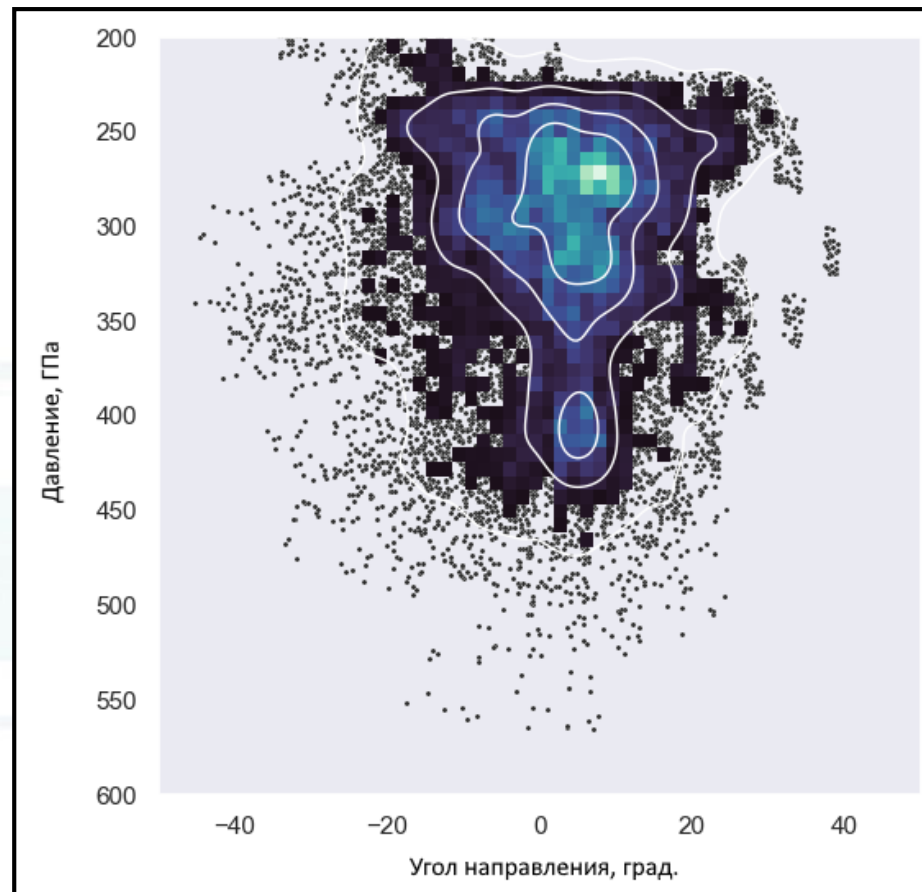
| | Корреляция | MAE | BIAS | RMSE |
|---------------------|------------|---------|----------|---------|
| Суша | 84% | 4.0 м/с | 1.1 м/с | 6.0 м/с |
| Морская поверхность | 86% | 4.1 м/с | -1.9 м/с | 7.5 м/с |

Плотность распределения ошибок по углу направления

Над сушей

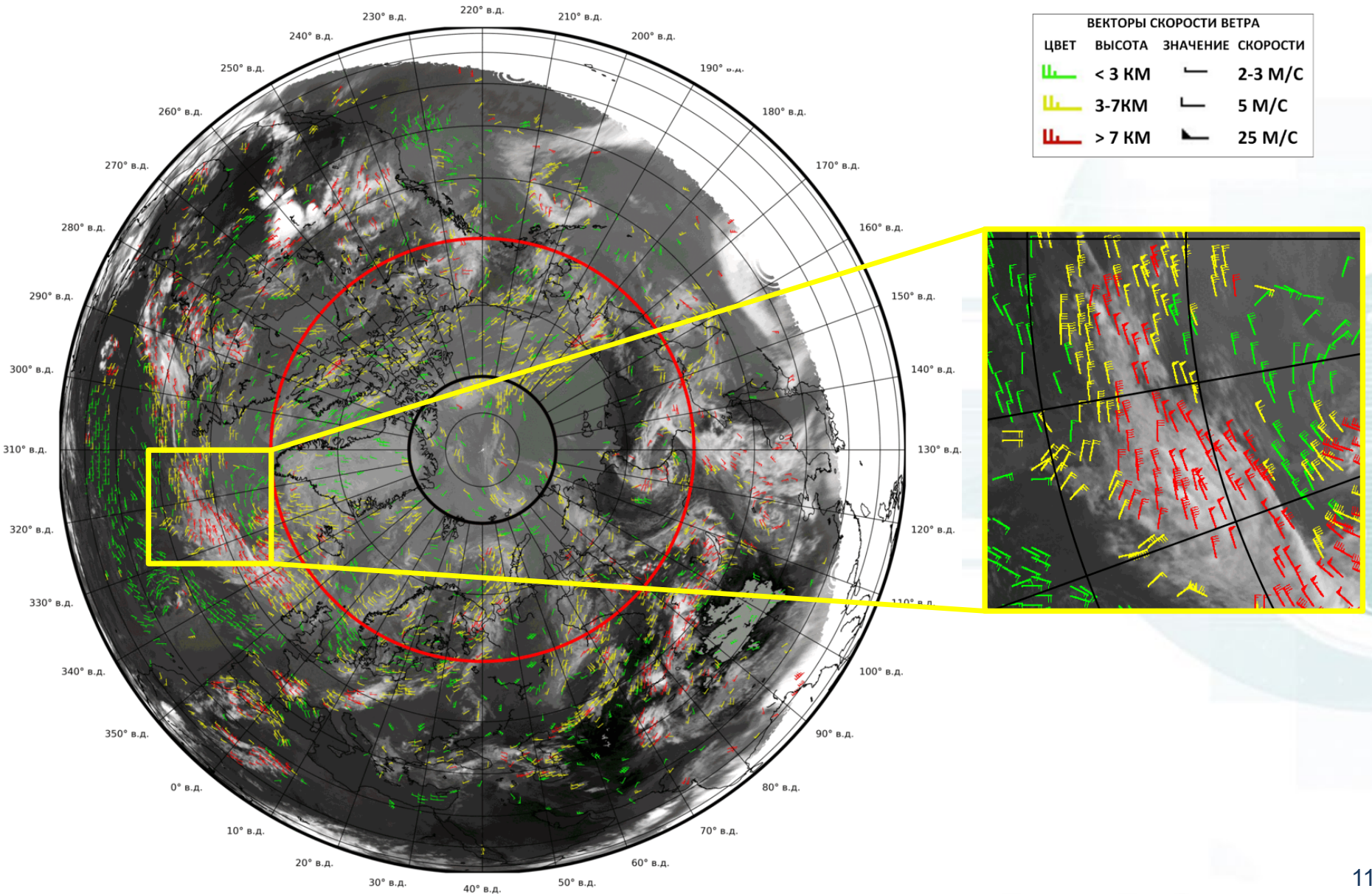


Над морской поверхностью



| | Корреляция | MAE | BIAS | RMSE |
|---------------------|------------|-----------|------------|------------|
| Суша | 91% | 9.0 град. | -1.9 град. | 10.9 град. |
| Морская поверхность | 88% | 9.1 град. | -2.7 град. | 32.1 град. |

Пример карт векторов ветра



Заключение

- Разработан алгоритм восстановления векторов ветра по данным ИК канала 10.7 мкм КА «Арктика-М» №1.
- Проведена валидация алгоритма, показавшая приемлемую точность работы.
- Ведутся совместные работы с Гидрометцентром по вопросам ассимиляции данных в модель.
- Ведутся работы по восстановлению векторов ветра по данным ИК канала 6.3 мкм.



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

Дальневосточный центр ФГБУ «НИЦ «Планета»
Россия, г. Хабаровск,
ул. Ленина, д. 18
тел.: 8-(4212) 21-43-11
факс: 8-(4212) 21-40-07
e-mail: niokr@dvrspod.ru
<https://www.dvrspod.ru>