



Научно-исследовательский центр «Планета»
Дальневосточный центр

МЕТОД ОЦЕНКИ ВЛАГОЗАПАСА АТМОСФЕРЫ ПО ДАННЫМ КА HIMAWARI-8

Докладчик: Андреев Александр Иванович

Восемнадцатая Всероссийская Открытая конференция
«Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса»

г. Москва, 16 - 20 ноября 2020 г.

Цель исследования:

Исследование возможности применения геостационарных КА для оценки влагозапаса атмосферы и ее неустойчивости с целью осуществления среднесрочного прогноза опасных погодных явлений конвективного характера.

Задачи исследования:

- Сформировать обучающие и валидационные наборы данных;
- Реализовать метод восстановления параметра влагозапаса;
- Исследовать возможность восстановления одного из индексов неустойчивости атмосферы, разработать алгоритм для его восстановления;
- Валидировать полученные результаты с использованием данных радиозондирования атмосферы.

Используемая методика:

Машинное обучение полносвязной нейронной сети.

Основные положения

TPW (Total Precipitable Water) – вертикально интегрированное количество осаждаемого в виде осадков водяного пара (**влагозапас атмосферы**).

Параметр TPW совместно с индексами неустойчивости атмосферы полезен при прогнозе «влажной» конвекции и оценки интенсивности осадков (или засухи) [1].

Параметр TPW коррелирует со значением **точки росы** у поверхности [2].

Точка росы (исходя из **температуры и влажности**) может быть измерена с использованием ИК-спектрометров.

ИК каналы геостационарных КА могут использоваться для оценки влагозапаса, в частности, канал «водяной пар» в диапазоне 6.5 – 7.4 мкм [3].

[1] Howell K. M., Kidder S. Q., Vonder Haar T. H. *The relationship between total precipitable water and precipitation rates // 24th Conference of Hydrology, 16-21 January, 2010.*

[2] Viswanadham Y. *The relationship between total precipitable water and surface dew point // Journal of Applied Meteorology. – 1981. – Т. 20. – №. 1. – С. 3-8.*

[3] Tatartchenko V. A. *Infrared characteristic radiation of water condensation and freezing in connection with atmospheric phenomena; part 2: New data // Earth-Science Reviews. – 2011. – Т. 107. – №. 3-4. – С. 311-314.*

Основные положения

$$TPW = \frac{1}{\rho g} \int_0^{p_s} q(p) dp$$

$$q(p) = \frac{0.622e}{p - e}$$

ρ – плотность воды

g – ускорение свободного падения

p_s – давление у поверхности Земли

$q(p)$ – удельная влажность на уровне p

e – давление водяного пара

e зависит от температуры и атмосферного давления

Один из рассматриваемых индексов неустойчивости атмосферы, подходящих для восстановления по данным ИК каналов – К-индекс.

К-индекс описывает температурно-влажностное состояние атмосферы в слое 850-700 гПа и оценивает возможность возникновения конвекции на основе вертикального градиента температуры и влажности и вертикальной протяженности слоя наибольшего влагосодержания.

$$K = (T_{850} - T_{500}) + T_{d\ 850} - D_{700}$$

T_{850} – температура окружающей среды на уровне 850 гПа

T_{500} – температура окружающей среды на уровне 500 гПа

$T_{d\ 850}$ – температура точки росы на уровне 850 гПа

D_{700} – дефицит точки росы на уровне 700 гПа

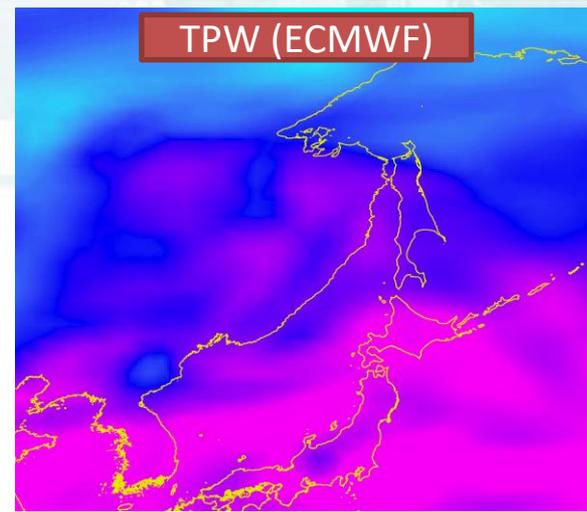
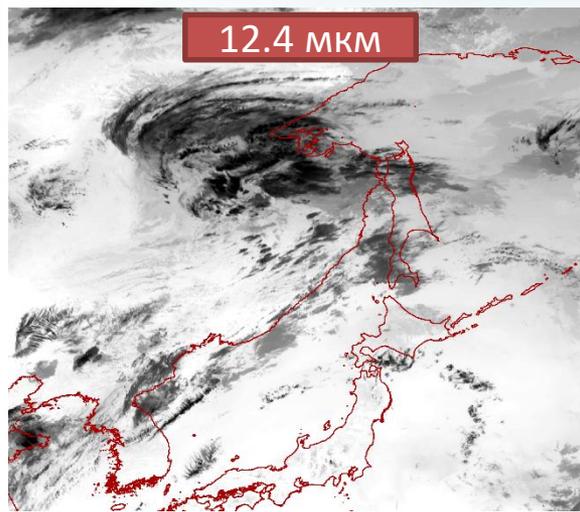
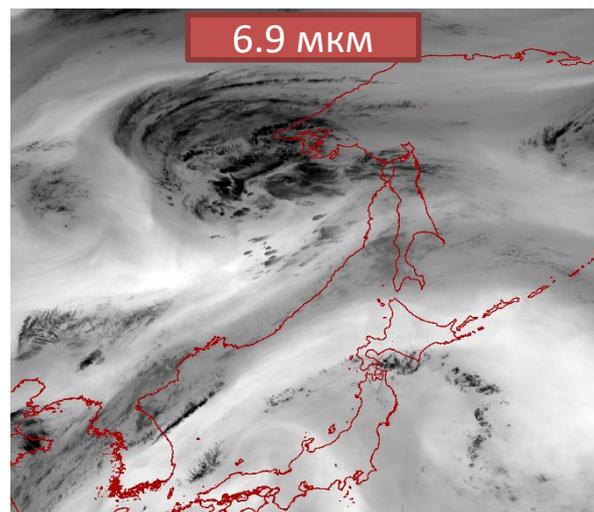
Используемые данные

В работе используются ИК каналы (значения яркостной температуры) прибора АНІ геостационарного КА Himawari-8: **6.2, 6.9, 7.3, 8.6, 9.6, 10.4, 11.2, 12.4, 13.3 мкм.**

Для обучения алгоритма в качестве эталонных используются данные реанализа Европейского центра ECMWF (продукт «**Total Column Water Vapor**» [4]).

Для валидации собрана информация по данным радиозондирования атмосферы на территории Дальнего Востока (60 тыс. измерений с 383 станций в период с мая 2016 по август 2019).

Общий объем обучающей выборки: 0.7 млн. точек.



[4] <https://apps.ecmwf.int/datasets/data/interim-full-daily>

Алгоритм

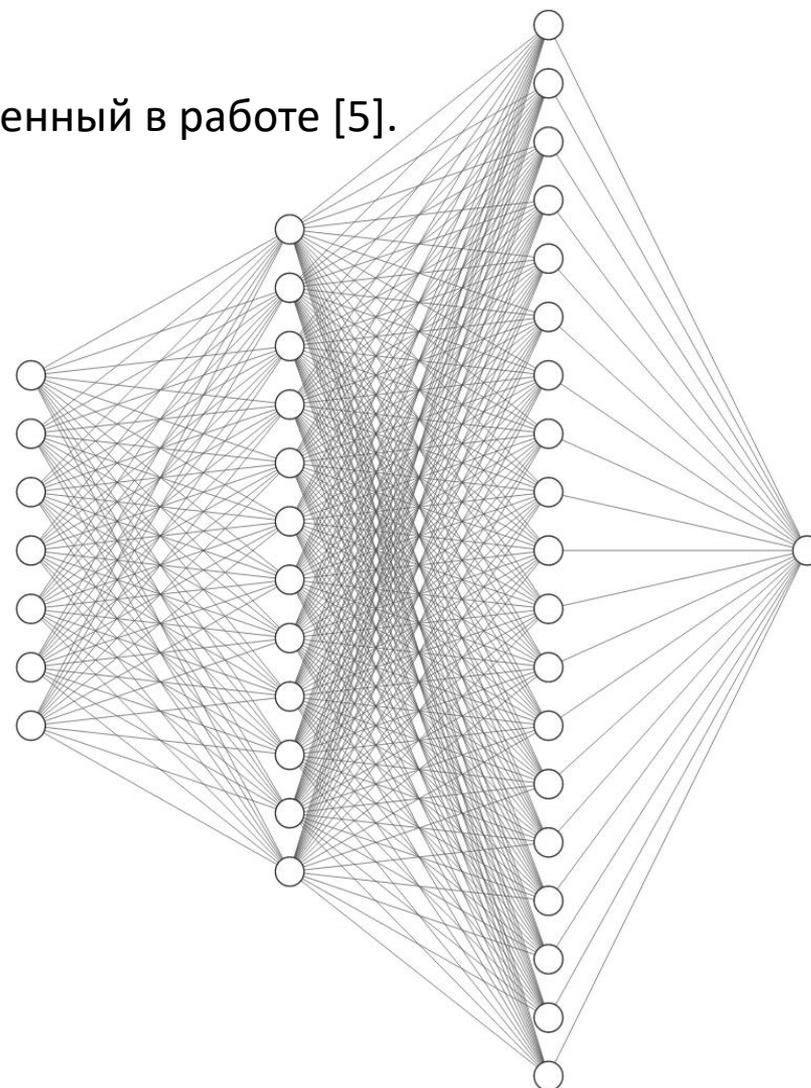
За основу взят нейросетевой метод, предложенный в работе [5].

Полносвязная нейронная сеть MLP
в качестве аппроксимирующей функции
 $tpw = f(bt, btd, lat, lon, doy)$

bt	Температура в ИК-каналах 6.2 – 13.3 мкм
btd	Разность каналов 11.2 – 6.2, 11.2 – 6.9, 11.2 – 7.3, 11.2 – 8.6, 11.2 – 12.3, 7.3 – 6.2 мкм
lat, lon	Широта и долгота
doy	День в году

Передачная функция: линейная ReLU

[5] Lee Y. et al. Retrieval of total precipitable water from Himawari-8 AHI data: a comparison of random forest, extreme gradient boosting, and deep neural network //Remote Sensing. – 2019. – Т. 11. – №. 15. – С. 1741.



Результаты

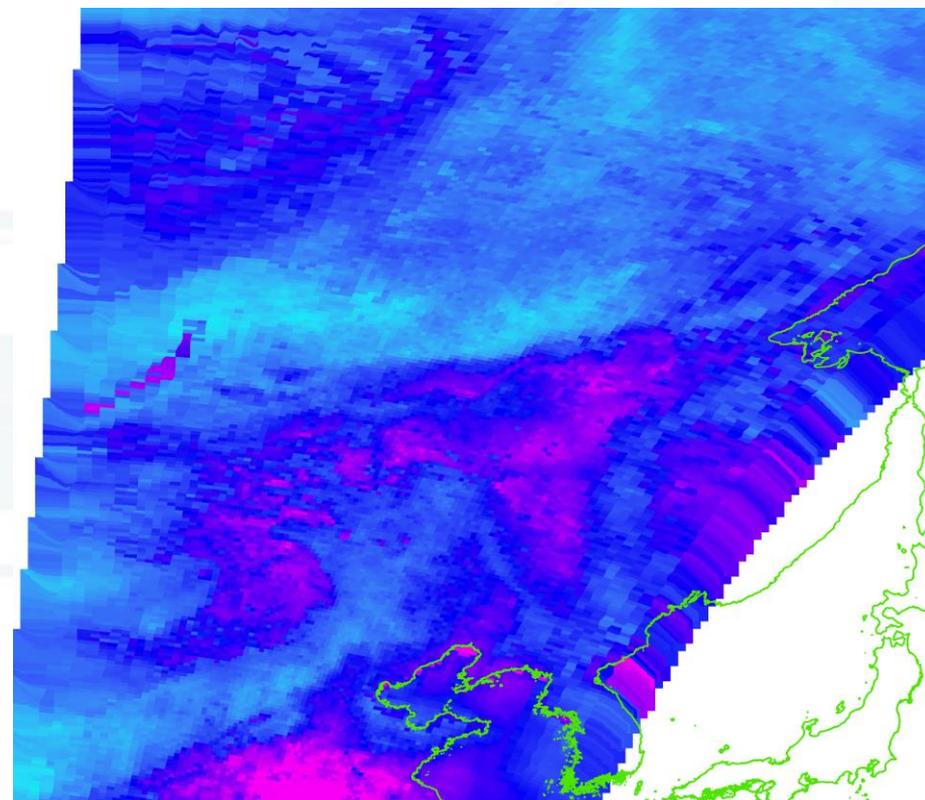
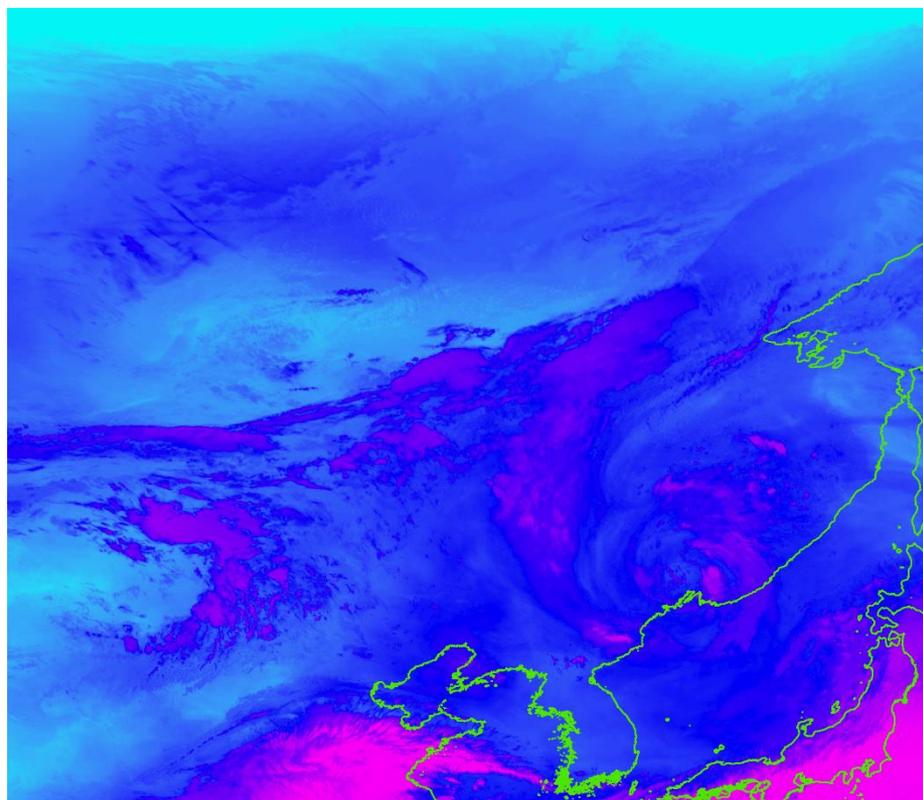
4-07-2019 2-10 UTC

Нимавари-8 , прибор АНП

по данным разрабатываемого алгоритма

Метор-В, прибор AMSU

по данным комплекса MIRS



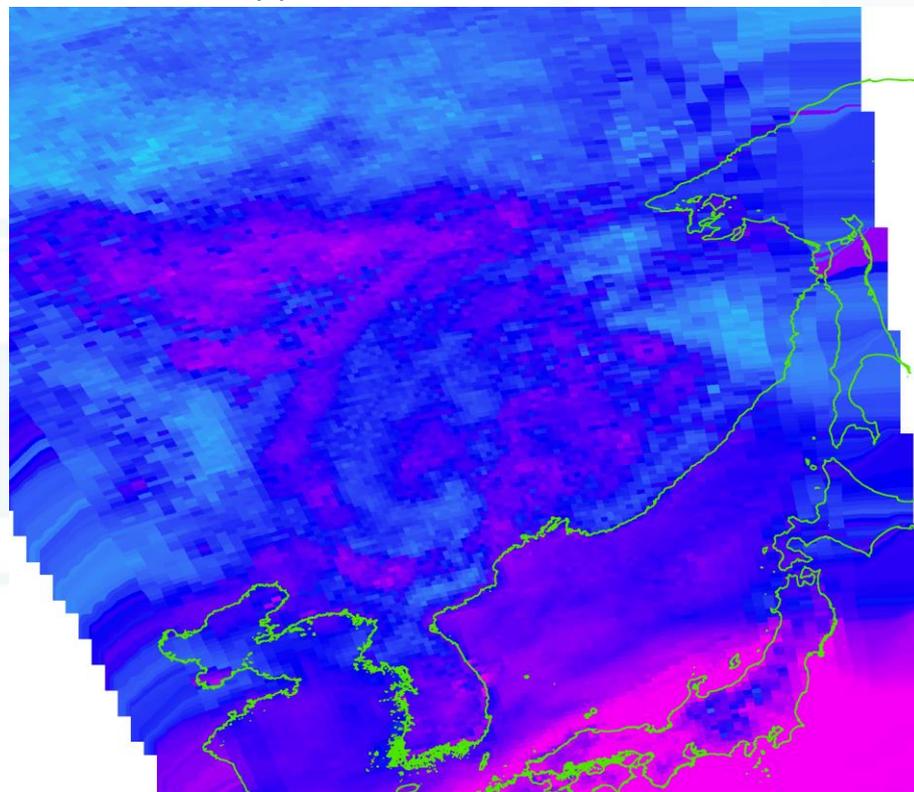
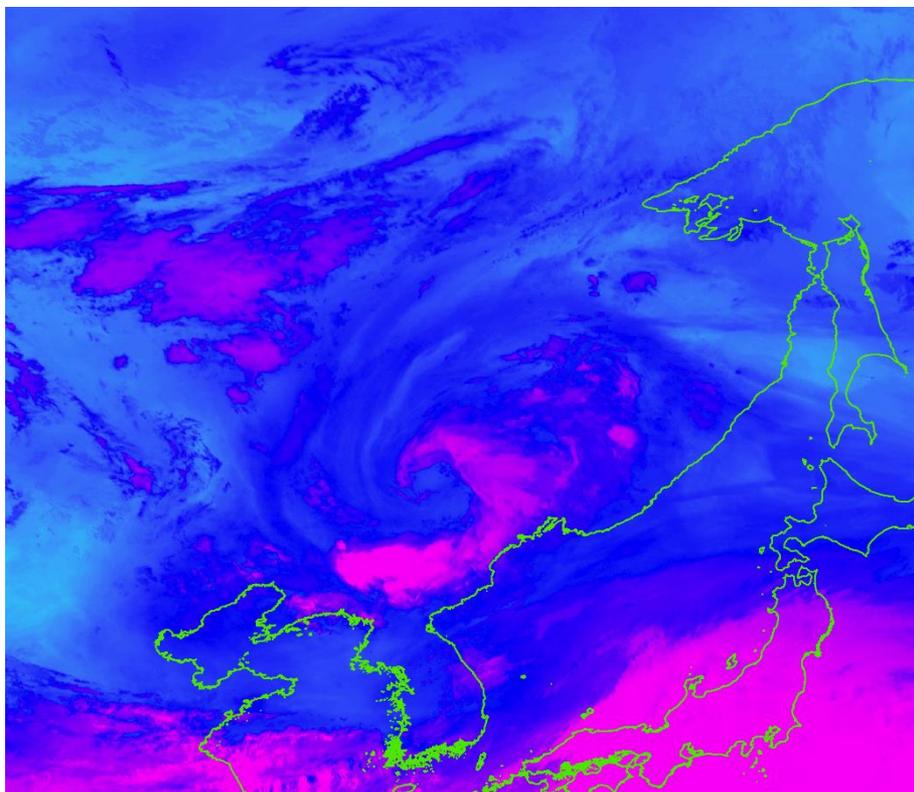
Total precipitable water, мм

Результаты

3-07-2019 12-20 UTC

Нимавари-8 , прибор АНП
по данным разрабатываемого алгоритма

Метор-В, прибор AMSU
по данным комплекса MIRS



Total precipitable water, мм

Дальнейшие исследования

В настоящее время алгоритм находится в стадии активной разработки, планируются исследования по следующим направлениям:

- Учет различных типов подстилающей поверхности для повышения точности оценки TPW;
- Разработка алгоритма для оценки К-индекса неустойчивости атмосферы;
- Валидация полученных результатов с использованием данных температурно-влажностного зондирования атмосферы;
- Комбинирование с результатами численного моделирования для создания композитных карт (для облачных участков), а также в качестве основы для повышения пространственного разрешения.

Заключение

Параметр влагозапаса TPW, а также различные индексы неустойчивости, могут быть получены исходя из данных численного моделирования прогностическими моделями (WRF, GFS и др.).

Однако пространственно-временное разрешение (около 25 км, 3 ч.) моделей существенно ограничивает возможность их применения для прогнозирования опасных погодных явлений.

Процесс изменения параметра TPW и индексов неустойчивости необходимо рассматривать в динамике.

Разрабатываемый алгоритм призван компенсировать этот недостаток, позволяя получать оценочные значения TPW и K-индекса практически в реальном времени с высоким пространственным разрешением (2 км).



Научно-исследовательский центр «Планета»
Дальневосточный центр

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: a.andreev@dvrspod.ru
<https://www.dvrspod.ru>