



Андреев А.И., Филей А.А., Давиденко А.Н.

УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ИНТЕНСИВНОСТИ ОСАДКОВ ПО ДАННЫМ ГЕОСТАЦИОНАРНОГО КА HIMAWARI-8

Докладчик: Андреев Александр Иванович

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

Введение

Информация о распределении осадков играет ключевую роль при прогнозе паводковых ситуаций, ведущих к значительному материальному и экономическому ущербу.

Кроме того, карты осадков могут быть использованы в климатических исследованиях, а также в целях наукастинга.



г. Комсомольск-на-Амуре

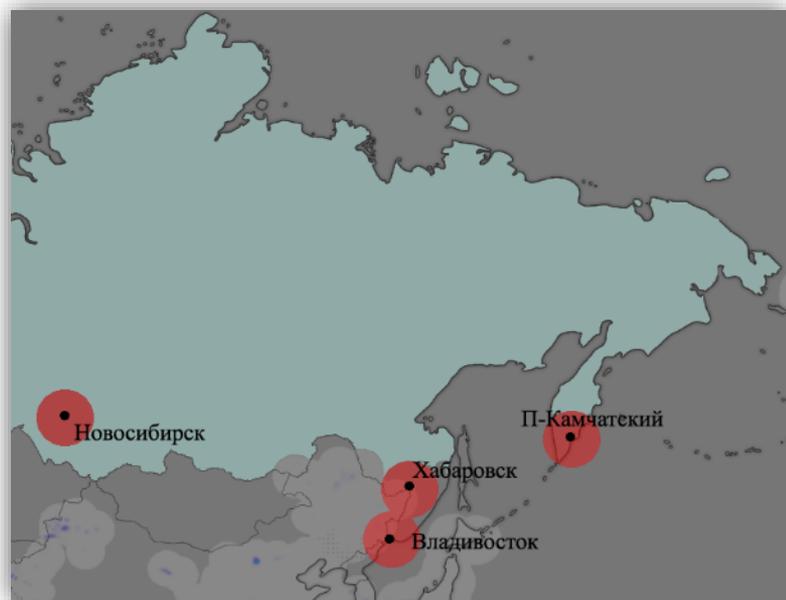


г. Хабаровск

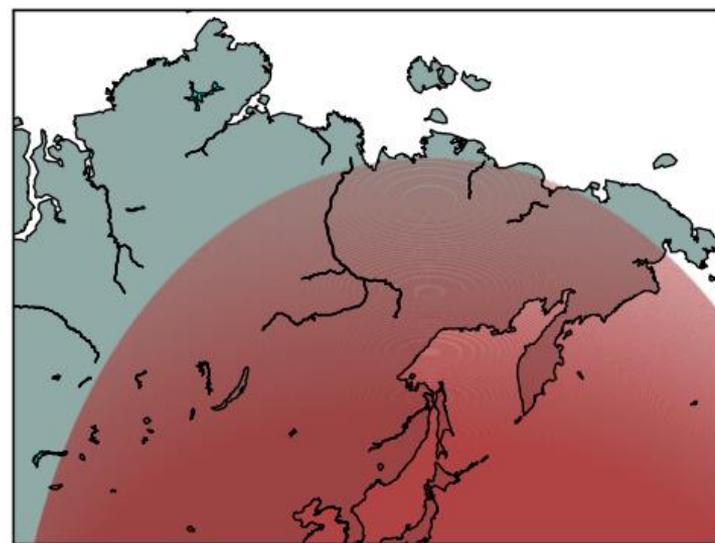
Наводнение на р. Амур в 2013 г.

Введение

- Количество наземных пунктов наблюдений за осадками на территории Сибири и Дальнего Востока существенно уступает среднеевропейским показателям.
- В то же время современные космические системы дистанционного мониторинга позволяют получать данные практически в любой точке Земли.
- Рассчитываемые с использованием геостационарных спутниковых приборов карты интенсивностей осадков способны существенно дополнить и уточнить информацию о распределении осадков, особенно в труднодоступных районах с редкой сетью наземных наблюдений.



Зона покрытия радарными данными



Зона покрытия Himawari-8
(угол визирования $< 80^\circ$)

- **Индексные методы** - интенсивность определяется морфологическим типом облака, его конвективной активностью и другими косвенными признаками;
- **Спектральные методы** - анализ видимого и ИК излучения в спектральных каналах. Основная идея - чем ниже температура облака и выше его отражательная способность, оптически оно более плотное и мощное, то, следовательно, вероятность выпадения осадков из него выше (не всегда справедливо);
- Использование **текстурных характеристик** - позволяет принять во внимание масштаб облачной системы, горизонтальный градиент температуры и прочие параметры;
- Моделирование **физических параметров** облачности - оценка характеристики облачности (радиус облачных частиц, содержание воды и льда в облаке и др.) при заданном состоянии атмосферы.

Исходные данные

Основным источником данных являются измерения прибора АИИ (Advanced Himawari Imager) КА Himawari-8.

Пространственное разрешение: 500 м – 2 км
Временное разрешение: 10 мин.

Спектральные каналы:

№	Центральная длина волны, мкм	№	Центральная длина волны, мкм
1	0.45	9	6.95
2	0.51	10	7.35
3	0.65	11	8.60
4	0.86	12	9.63
5	1.61	13	10.45
6	2.26	14	11.20
7	3.85	15	12.35
8	6.25	16	13.30



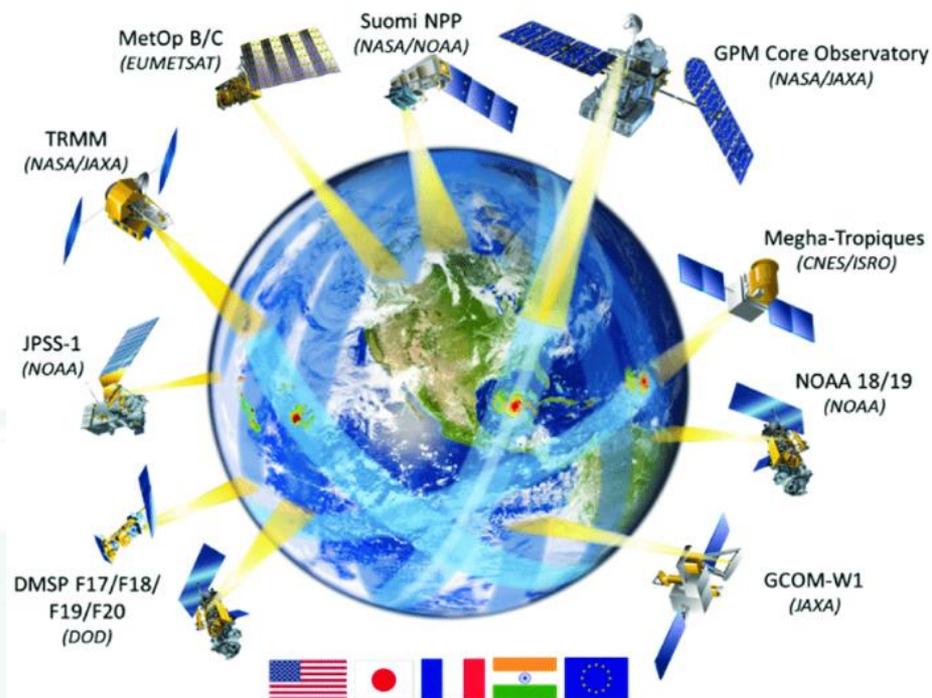
Исходные данные

В виду ограниченности данных наземных наблюдений, в качестве источника «эталонной» информации об осадках выступали измерения, проводимые в рамках международной миссии GPM (Global Precipitation Measurement).

Эти измерения представлены в виде композитных карт интенсивностей осадков по данным МКВ и ИК приборов различных КА.

Продукт IMERG v06b
(Integrated Multi-satellitE Retrievals for GPM)

- Выпускается каждые 30 минут
- Разрешение 0.1°
- Глобальное территориальное покрытие
- Композит измерений доступных на момент наблюдения
- Используются приборы МКВ и ИК спектра
- Минимальная задержка данных – 4 часа
- 3 вида карт осадков: Early Run, Late Run, Final Run



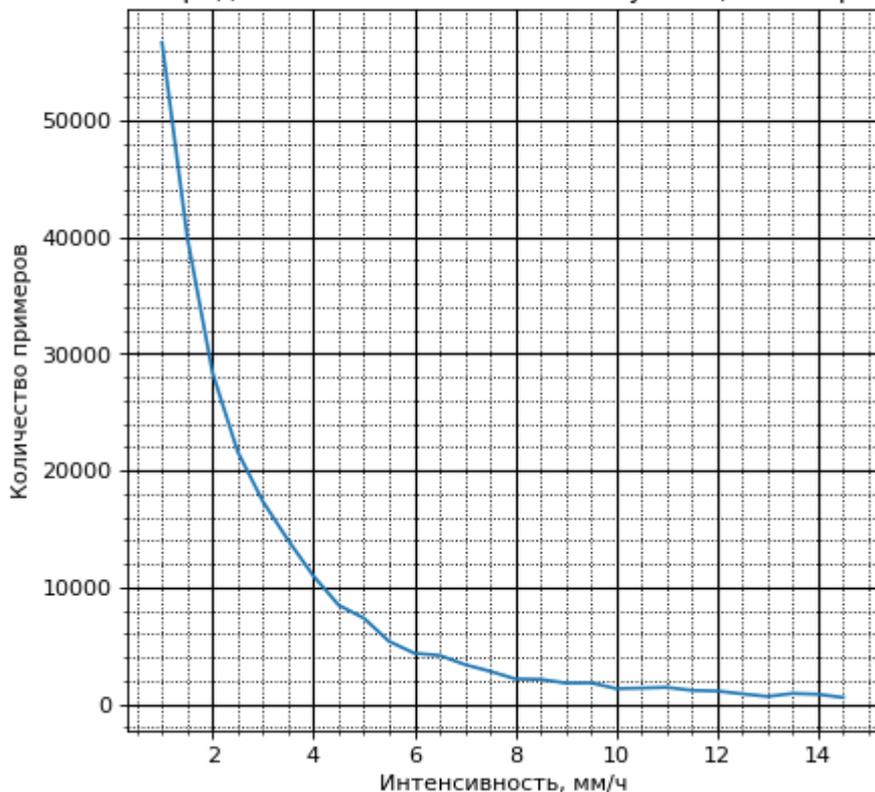
<https://gpm.nasa.gov>

Алгоритм



Алгоритм

Распределение интенсивности в обучающей выборке



$$Loss_{cls} = -\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i \log \bar{y}_i + (1 - y_i) \log(1 - \bar{y}_i)$$

$$Loss_{reg} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y}_i)^2$$

Коэффициенты $Loss_{reg}$ функции:

$$\begin{cases} rate < 2, & 1 \\ rate < 5, & 5 \\ rate < 10, & 20 \\ rate < 30, & 100 \\ rate \geq 30, & 300 \end{cases}$$

Алгоритм оптимизации Adadelata, learning rate 10^{-4} , 1000 обучающих итераций

Объем выборки для классификации: ~6 тыс. сегментов

Объем выборки для регрессии: ~2.7 млн. текстур

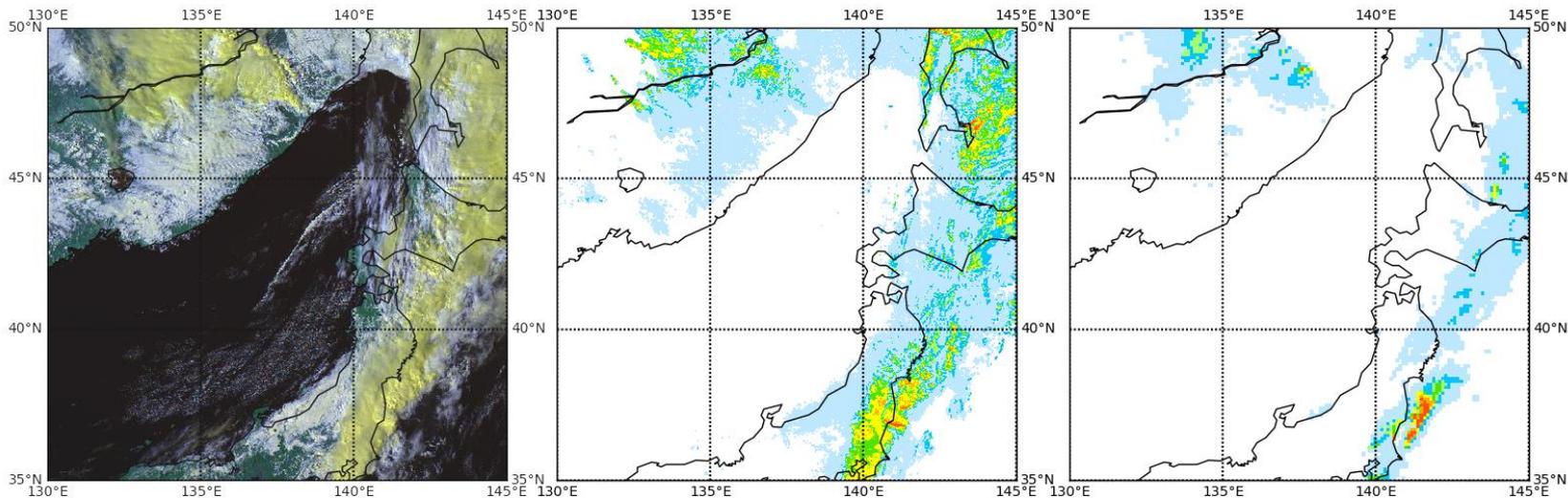
Результаты

RGB синтез
R=0.6, G=0.8, B=1.6 мкм

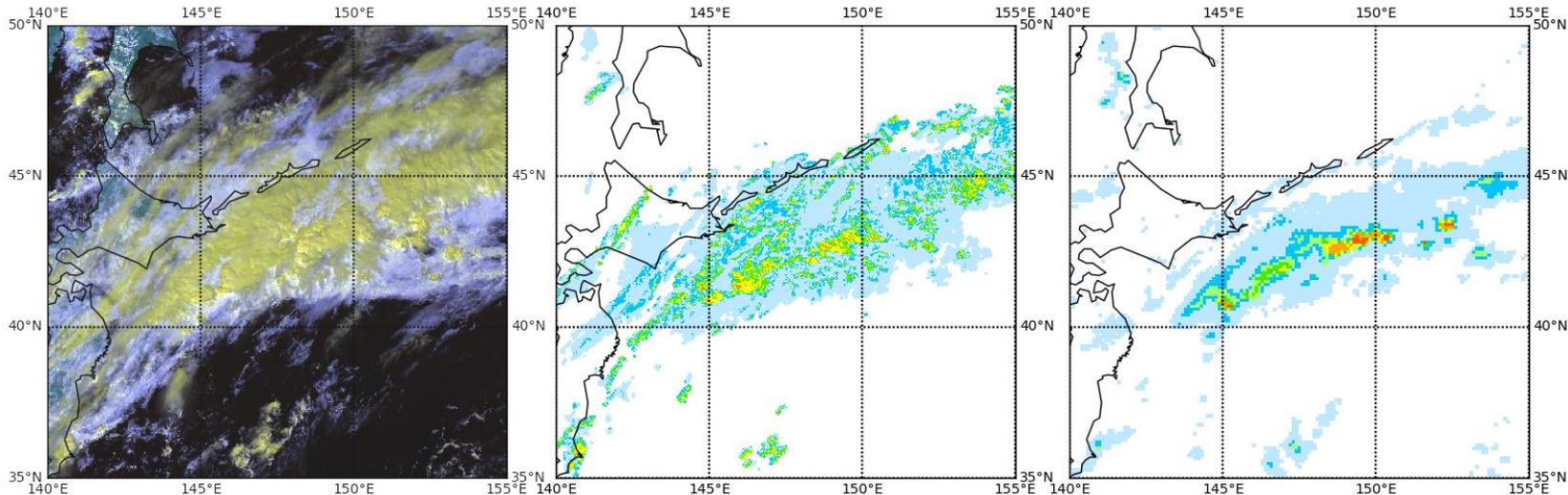
Алгоритм

IMERG GPM

24-09-2022 05:00 UTC



26-08-2022 03:00 UTC

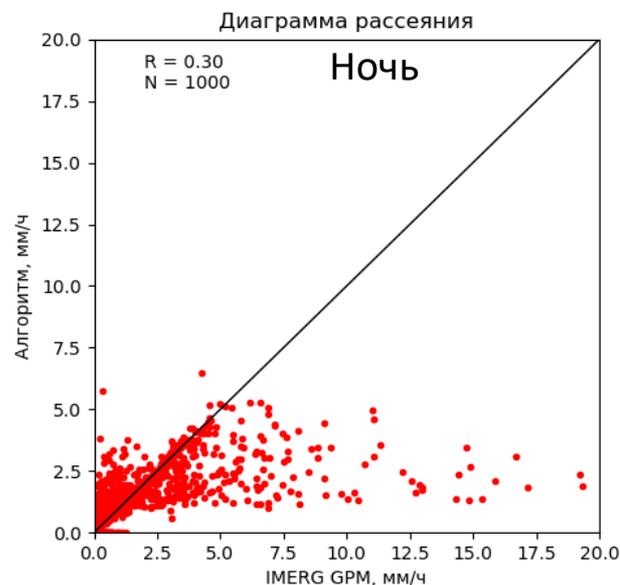
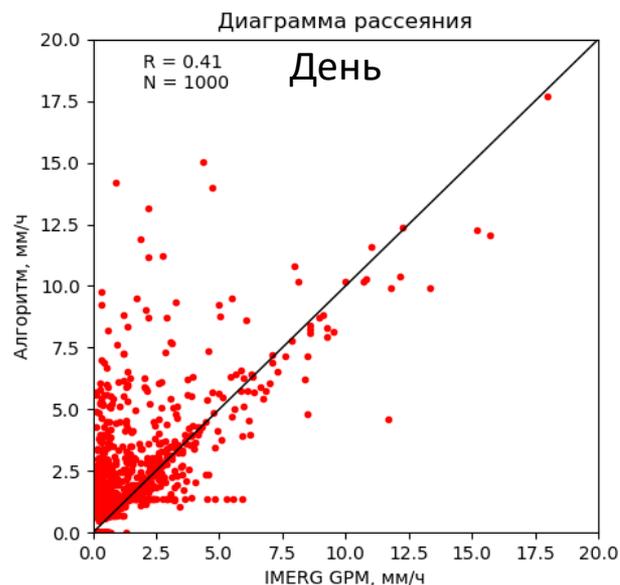


Валидация: GPM

Время суток	POD	FAR	CSI	F1	RMSE, мм/ч	Bias, мм/ч	Pearson
День	0.76	0.27	0.66	0.75	1.28	-0.43	0.45
Ночь	0.74	0.25	0.69	0.76	1.64	0.44	0.46
Сутки	0.73	0.28	0.64	0.73	1.33	-0.13	0.45

Ошибка RMSE по каждому классу (градации) интенсивности

Время суток	< 3 мм/ч	3-10 мм/ч	10-20 мм/ч	20-30 мм/ч
День	1.11	1.93	5.29	14.03
Ночь	0.60	2.82	9.72	19.17
Сутки	0.92	2.09	7.19	16.36



Валидация

Для валидации полученных результатов использовались измерения 20 наземных станций на территории Хабаровского и Приморского краев, Амурской области и ЕАО с мая по сентябрь 2020 г.

Валидация выполнялась по виде суммам осадков, накопленных за достаточно продолжительный период.

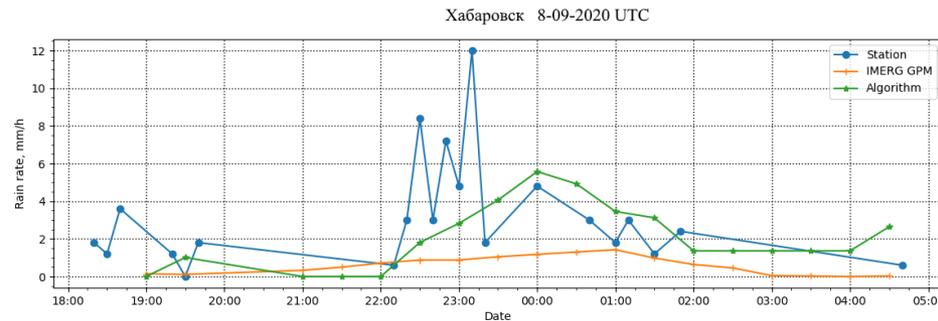
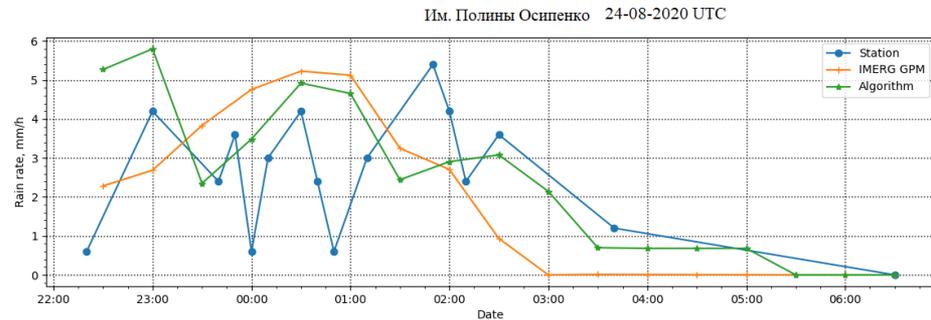
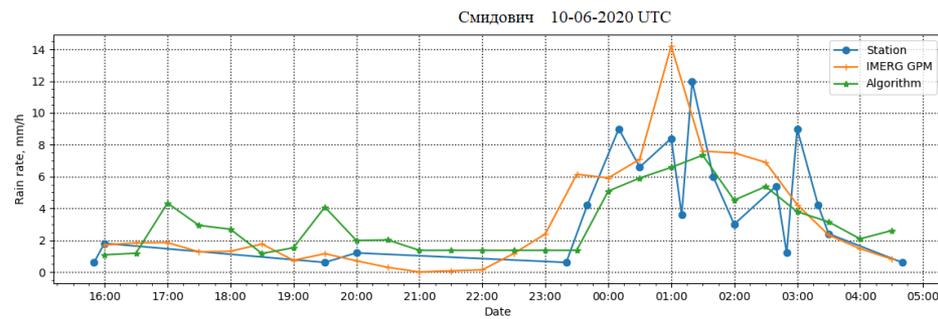
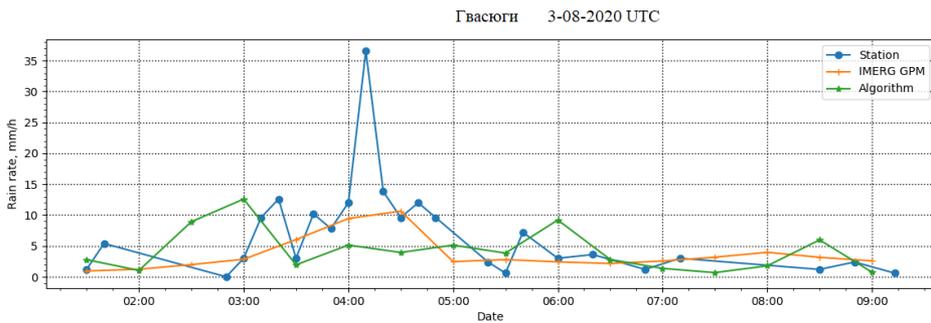
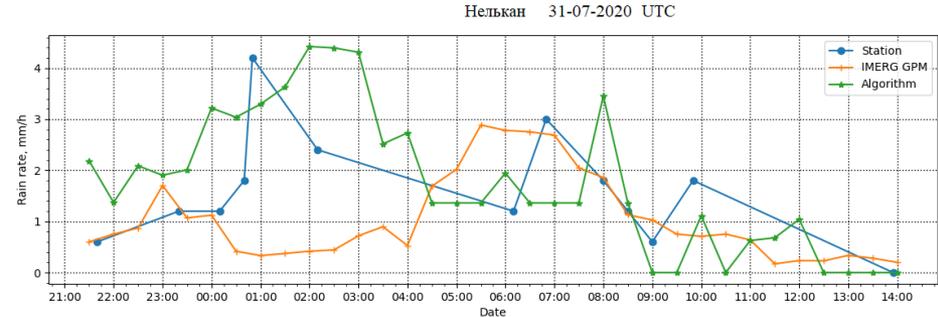
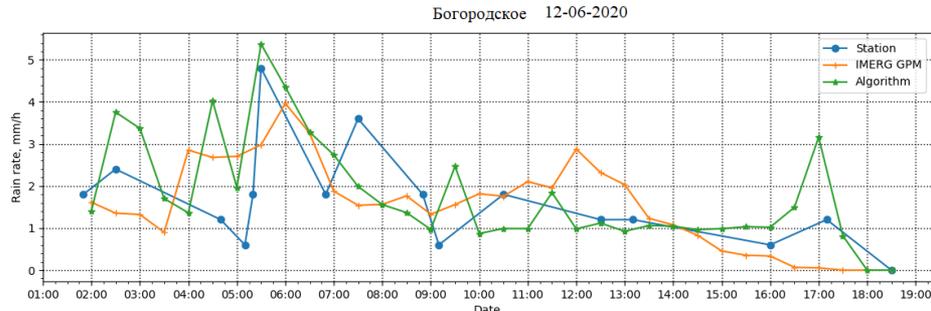
- Доступность данных Himawari не менее 90%
- Линейная интерполяция недостающих сроков
- Продолжительность осадков не менее 2 часов
- Для мгновенных интенсивностей рассматривалось среднее значение в квадрате 30x30 км



Средняя ошибка RMSE для сумм осадков в сравнении с данными осадкомеров, мм

Время суток	Алгоритм, мм	IMERG GPM, мм	Кол-во случаев
День	7.57	7.30	149
Ночь	10.32	9.94	101

Данные осадкомеров



Заключение

- Представленный ранее алгоритм* значительно усовершенствован:
 - повышено разрешение до 2 км
 - улучшено качество за счет перехода к данным IMERG GPM
 - 2-х этапный алгоритм для обнаружения осадков и их оценки
- Проведена валидация по данным наземных и спутниковых измерений:
 - ср. точность обнаружения осадков в дневное и ночное время (F1) ~73%
 - ошибка RMSE для значений интенсивности ~1.33 мм
 - ошибка RMSE для сумм осадков ~8.95 мм
- Дальнейшая работа:
 - учет твердой фазы осадков
 - алгоритм для КА Арктика-М №1
 - улучшение алгоритма для темного времени суток

В работе использовались ресурсы
Вычислительного центра «Центр данных ДВО РАН»
<http://lits.ccfеbras.ru>

*Андреев А. И. и др. Разработка метода оценки интенсивности осадков по данным геостационарного КА Himawari-8 //Материалы 18-й Всероссийской открытой конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». – 2020. – С. 59.



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@dvrpod.ru
<https://www.dvrpod.ru>