



# Диагностика глубокой конвекции и опасных атмосферных явлений с использованием спутниковых данных



Баданов А. Ю., Юсупов Ю. И.  
ООО «НПЦ МэпМейкерс»

## Обсуждаемая методика на основе спутниковых наблюдений и данных численного прогноза параметров атмосферы позволяет оценить вероятность наступления опасного атмосферного явления в конвективной области

### ПРЕДПОСЫЛКИ РАБОТЫ

- Неравномерное расположение метеорадаров, метеостанций и грозопеленгаторов на территории РФ затрудняет оперативное обнаружение опасных конвективных явлений
- Геостационарные метеоспутники осуществляют сбор данных о состоянии атмосферы на всей территории РФ 24 часа в сутки с интервалом 15 минут, что благоприятствует оперативному обнаружению опасных явлений, связанных с конвекцией
- Результаты численных прогнозов параметров атмосферы покрывают равномерно всё территорию РФ

### ЦЕЛЬ РАБОТЫ

- Используя в качестве начальных и граничных условий данные о параметрах атмосферы, получаемые с геостационарных метеоспутников, а также из численных прогнозов глобальной климатической модели (ECMWF), оценить вероятность появления опасного явления, связанного с конвекцией

### ПОСТАНОВКА ЭКСПЕРИМЕНТОВ

- Глобальная климатическая модель Европейского центра среднесрочных прогнозов с пространственным шагом 2,5°
- Данные ИК-каналов радиометров геоэстационарных метеоспутников Европейской организации спутниковой метеорологии Meteosat-8,10,11, а также Electro-L/GOMS (6,3 мкм, 7,2 мкм, 10,8 мкм, 12 мкм,... - яркостные температуры).
- Данные сети метеорадаров, грозопеленгаторов, данные метеостанций
- Сравнение полученных данных производилось по данным наблюдений на метеорологических станциях,

### ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

- Если в кластере от 1000 пикселей, то чем больше пикселей в кластере и чем выше  $\max(\text{Твп} - \text{Тик})$ , тем вероятнее наличие грозы в кластере. Если  $\max(\text{Твп} - \text{Тик}) > 4$ , то вероятность регистрации грозы ~100% (см. рис.).
- По результатам предварительного анализа (по 27 дням с мая по июль 2020 года), вероятность регистрации грозы в конвективной области тем выше, чем более протяжённая область (от 1000 пикселей (более 400 км)) и чем больше положительное значение  $(\text{Твп} - \text{Тик})$

Таб. 1,2. Характеристики конвективных кластеров в зависимости от макс. (Твп – Тик)

	макс(Твп-Тик)>=10	макс(Твп-Тик)>=1	макс(Твп-Тик)>=0	макс(Твп-Тик)>=1	макс(Твп-Тик)>=2	макс(Твп-Тик)>=2,5	макс(Твп-Тик)>=3	макс(Твп-Тик)>=3,5	макс(Твп-Тик)>=4	макс(Твп-Тик)>=4,2
Всего кластеров	822	331	270	206	124	97	57	32	20	17
Кластеров с конвективными событиями	519	291	242	183	113	89	54	32	20	17
Кластеров без конвективного события	103	40	28	23	11	9	3	0	0	0
Кластеров с грозами	187	146	126	107	73	62	44	29	19	16
Кластеров с градом	83	73	70	66	50	42	33	25	15	14
Кластеров со шквалом	17	17	17	16	16	16	16	14	9	9
Кластеров с ливнем	443	258	218	165	103	82	53	32	20	17
Кластеров с южной облачностью	445	270	234	180	112	88	53	31	19	16
Кластеров с молниями	46	46	46	44	42	32	28	22	15	14
Доля ЛТ	16,56%	12,08%	10,37%	11,17%	8,87%	9,28%	5,28%	0,00%	0,00%	0,00%
Доля успешной регистрации	83,44%	87,92%	89,63%	88,83%	91,13%	91,75%	94,74%	100,00%	100,00%	100,00%
Среднее количество пикселей в кластере	133,87	224,72	245,75	279,62	383,95	459,77	627,58	830,97	965,7	1125,35
Средний линейный размер, км	124,29	174,57	183,14	190,68	215,7	247,61	297,34	370,42	373,6	421,91
Средняя площадь, км2	14959,83	24054,54	26079,47	28142,3	34843,64	42814,24	5898,08	84471,57	91301,39	106801

	макс(Твп-Тик)>=10	макс(Твп-Тик)>=1	макс(Твп-Тик)>=0	макс(Твп-Тик)>=1	макс(Твп-Тик)>=2	макс(Твп-Тик)>=2,5	макс(Твп-Тик)>=3	макс(Твп-Тик)>=3,5	макс(Твп-Тик)>=4	макс(Твп-Тик)>=4,2
Вероятность регистрации грозы	30,00%	44,11%	40,07%	51,94%	58,87%	63,92%	77,19%	90,03%	95,00%	94,12%
Вероятность регистрации града	13,34%	22,05%	25,93%	32,04%	40,32%	43,30%	57,88%	78,13%	75,00%	82,35%
Вероятность регистрации шквала	2,73%	5,14%	6,30%	7,77%	12,90%	16,49%	28,07%	43,75%	45,00%	52,94%
Вероятность регистрации молнии	71,22%	77,50%	80,74%	80,10%	83,00%	84,04%	92,86%	100,00%	100,00%	100,00%
Вероятность регистрации молнии	7,40%	13,90%	17,04%	21,38%	33,87%	32,99%	49,12%	68,75%	75,00%	82,35%

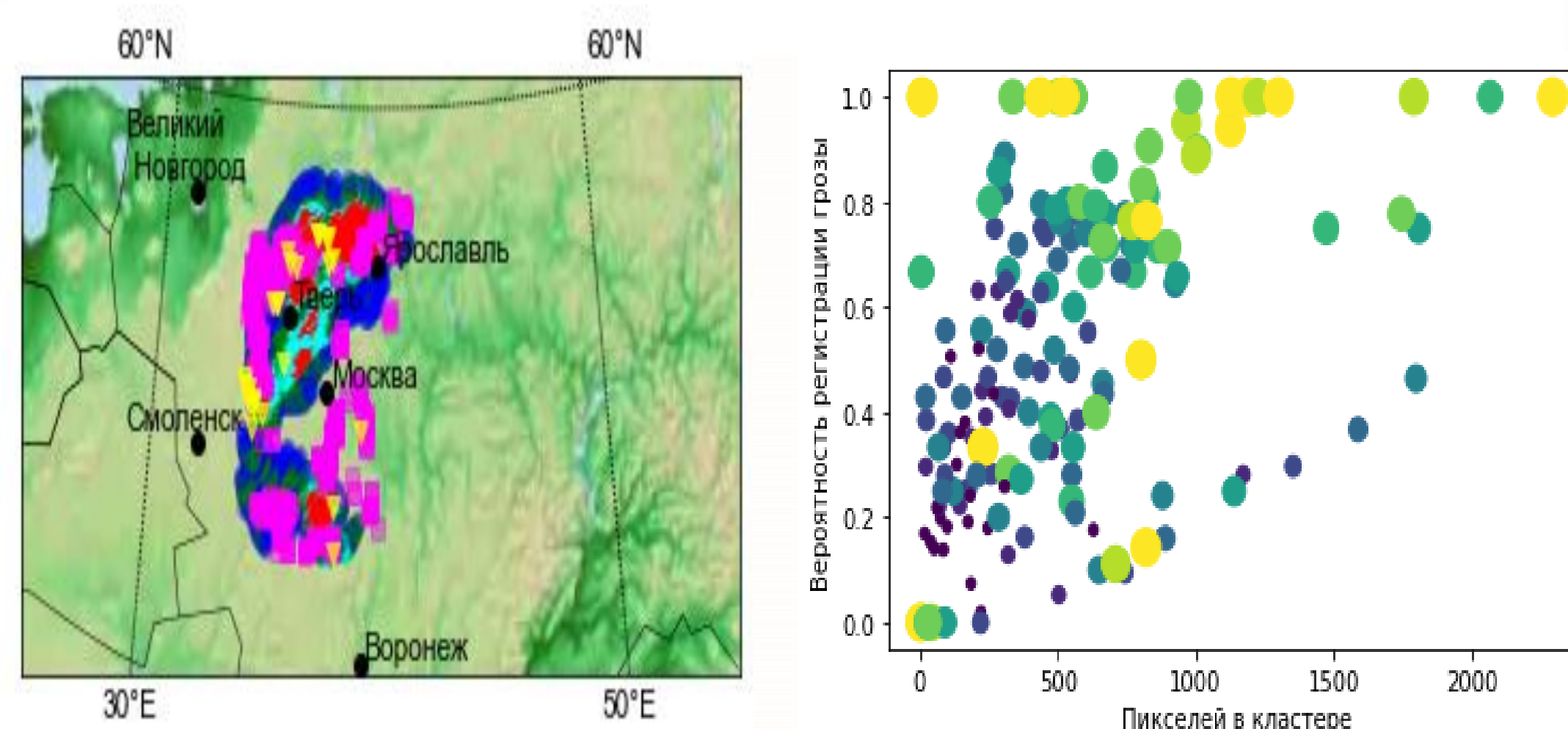


Рис 1 Слева конвективный кластер с радарными грозами (пурпурные квадраты) и грозопеленгаторными молниями (жёлтые треугольники). Справа: зависимость вероятности регистрации радаром кластера с грозой от количества пикселей в кластере и  $\max(\text{Твп} - \text{Тик})$ . Чем ярче цвет и крупнее размер маркера, тем выше  $\max(\text{Твп} - \text{Тик})$ .

Далее при помощи алгоритма Optical flow estimation и данных о ветре, осуществляется экстраполяция (прогноз) поведения конвективной области на срок от 30 мин. до 3 ч. (с шагом 10 мин.).