

ИНСТРУМЕНТЫ ДИСТАНЦИОННОГО ДИНАМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА МКК

Саворский В.П. (1,2), Чернушич А.П. (1), Панова О.Ю. (1), Кузнецов О.О. (1)

Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН, Фрязинский филиал, Фрязино, Московская обл., Россия
Институт космических исследований РАН, Москва, Россия

Работа выполнена в рамках государственного задания ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН № 075-01110-23-01

Мезомасштабные конвективные комплексы (МКК) являются одними из самых долгоживущих систем глубокой конвекции. Они существуют не менее 6 часов. Такого рода атмосферные явления сопровождаются значительными ливневыми осадками и потому представляют собой достаточно распространенное опасное метеорологическое явление. Наиболее широко используемая классификация МКК, основывающаяся на их геометрии и температуре верхней границы облачного слоя, была предложена в работе (Maddox R.A. Mesoscale Convective Complexes // Bull. Am. Meteorol. Soc. 1980, 61, pp.1374–1387). Согласно этой классификации МКК можно обнаруживать, используя простой пороговый алгоритм для спутниковых, в том числе зарегистрированных с геостационарных платформ, ИК изображений Земли.



В данной работе для обнаружения МКК использованы представленные в формате HRIT (High Rate Image Transmission) данные наблюдений Земли сканером SEVIRY, установленном на геостационарной платформе Meteosat-9 (45,5° в.д.). В формате HRIT содержатся не только калиброванные данные каналов сканера SEVIRY видимого и ИК диапазонов, но и метаданные, позволяющие с точностью до одного пикселя привязать пиксели получаемого изображения к географическим координатам. Это необходимо, прежде всего, для того, чтобы обеспечить сопоставление данных одного и того же МКК, снятых сенсором SEVIRY и СВЧ-радиометрическим комплексом GCOS-W AMSR-2, что необходимо для коррекции процедур восстановления параметров облачного слоя по данным наблюдений в ИК диапазоне.

Геостационарные платформы MSG значительно отклоняются от проектных точек стояния. В частности, их отклонение от плоскости экватора достигает 4,5 градусов. При таком значительном отклонении использование стандартного расчетного алгоритма для определения координат отдельных пикселей изображения, сформированного SEVIRY, приводит к существенным ошибкам и, как следствие, к пространственному рассогласованию пространственных координат геостационарного и СВЧ-радиометрического изображений. Для устранения этих расхождений в координатной привязке в работе использованы функциональные возможности модуля SatPy (Python). А именно, данные SEVIRY, представленные в формате HRIT, преобразовывались в геоцентрированный растровый формат GeoTIFF с помощью функции Scene.resample() модуля SatPy (<https://satpy.readthedocs.io/en/stable/>).

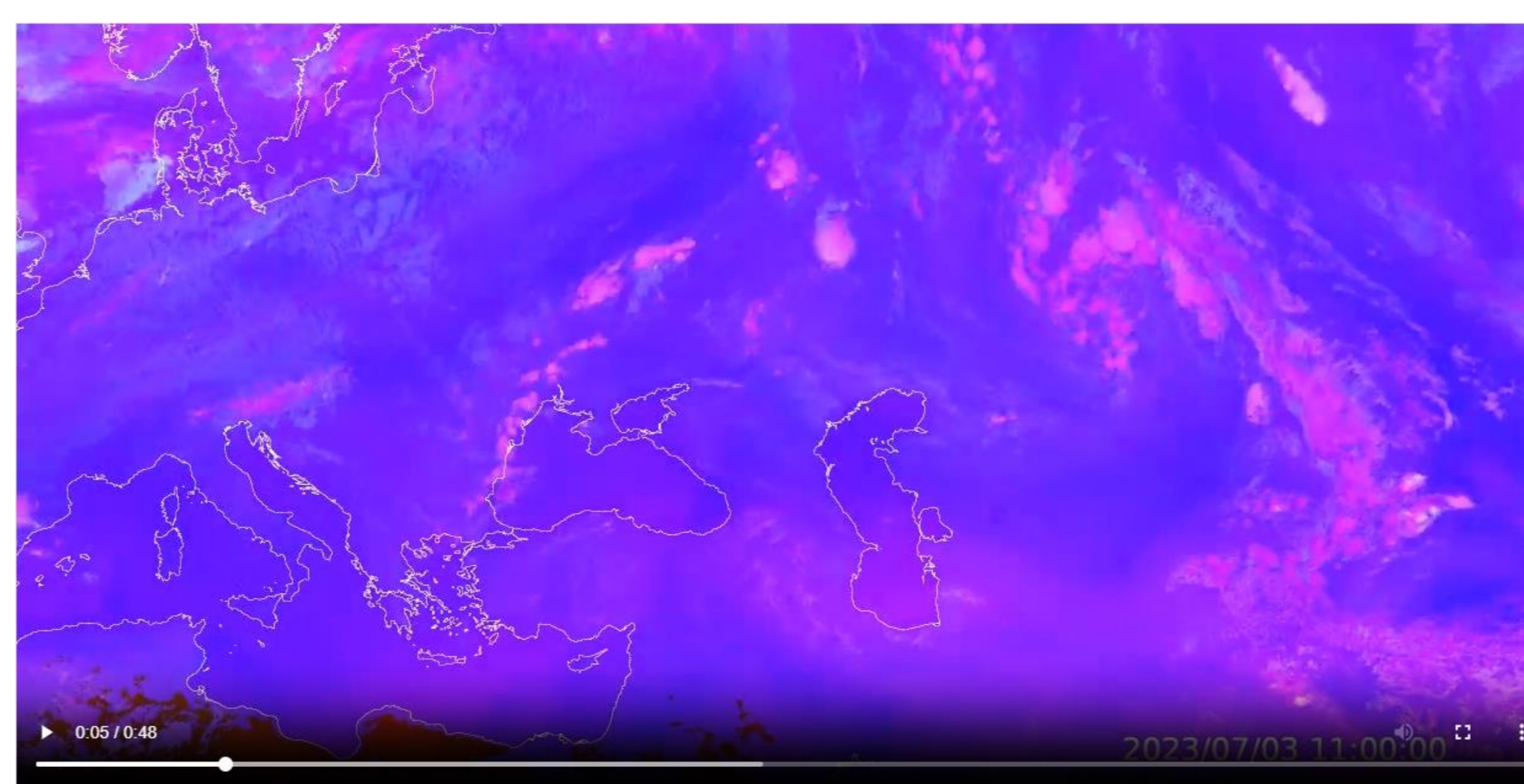
ДЕМОНСТРАЦИЯ МЕЗОМАСШТАБНЫХ КОНВЕКТИВНЫХ КОМПЛЕКСОВ (МКК)

Для определения степени развития конвекции целесообразно использовать подход, основывающийся на повышении излучательной способности собственного теплового излучения ИК диапазона 3,9 мкм при уменьшении кристалликов льда на вершине облачного слоя. Эту особенность в работе [1] было предложено использовать для RGB композита «Convection», отражающего особенности мощных конвективных (восходящих) потоков воды в атмосфере. К настоящему времени композит «Convection» [2,3] введен в состав стандартных продуктов обработки данных научной аппаратуры SEVIRY, включенных в модуль SatPy. В данной работе композит «Convection» используется для формирования видеоклипа «Deep Convection Evolution» (DCE).

DCE, как показала практика, является эффективным инструментом, поскольку наглядно показывает эволюцию, или динамику развития, глубокой конвекции, от ее зарождения до полного распада (см. <https://fireras.su/mcc/mcc.html>).

Это позволяет обнаружить зоны глубокой конвекции на ранних стадиях развития МКК и, тем самым, построить новые либо уточнить существующие прогностические модели их развития. Возможность создания аналитических видеоклипов является непосредственным следствием коррекции географической привязки изображений, полученных с геостационарных платформ, позволяющей приводить данные геостационарных наблюдений к однородному ряду изображений.

1. Kerkmann J. Applications of Meteosat Second Generation (MSG). RGB Images: Part 4. RGB Composites with Channels 01-11 and Their Interpretation //Eumetsat. Version 0.6. - 2004. – URL:<https://www.slideserve.com/calix/applications-of-meteosat-second-generation-msg> (дата обращения: 12.09.2023).
2. Zeschke B. The Day Convection RGB product //Australian Bureau of Meteorology - 2015. – URL: http://www.virtuallab.bom.gov.au/files/2814/4100/7318/DayConvectionRGBTOTALoneslide_Compatibility_Mode.pdf (дата обращения: 12.09.2023).
3. Kerkmann J. RGB 05-06, 04-09, 03-01 ("Day Convective Storms") //Eumetsat. - 2010. – URL: https://www-cdn.eumetsat.int/files/2020-09/pdf_il_10_08_04.pdf (дата обращения: 12.09.2023).



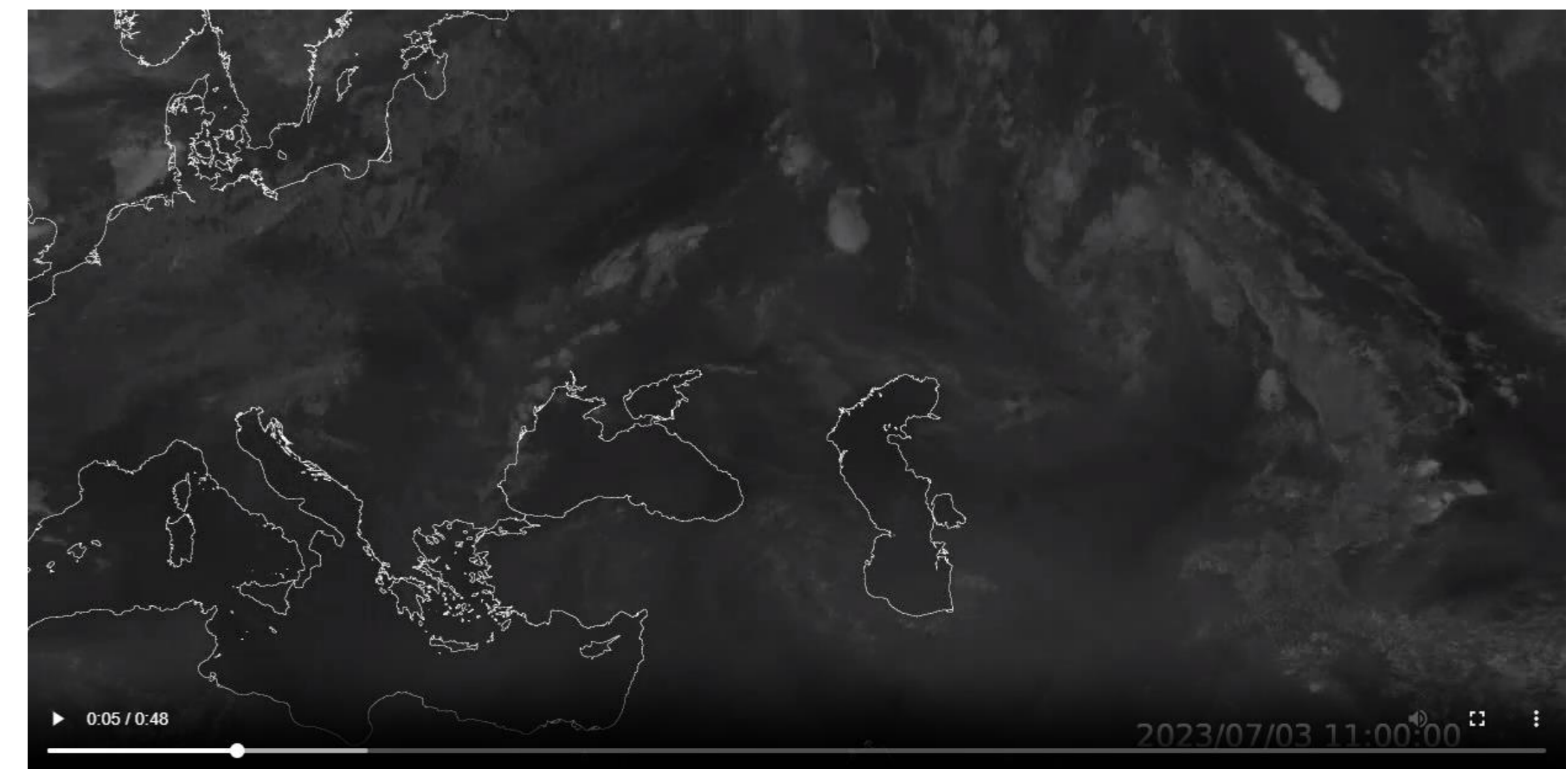
<https://fireras.su/mcc/mcc.html>

Представлены два типа видео для июля 2023 г., первое: классическое Day Convection RGB, второе, преобразование первого видео в расстояние в цветовом пространстве RGB по формуле:

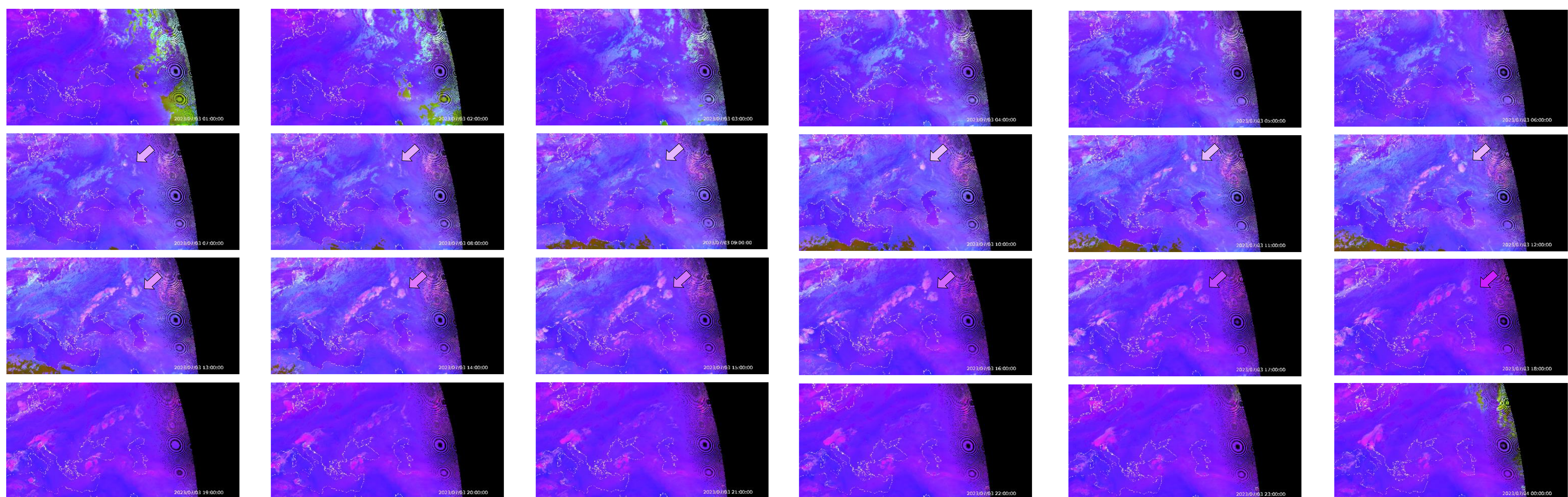
$$I_i = 255 - (\sqrt{(255 - R_i)^2 + (255 - G_i)^2 + (B_i)^2})/\sqrt{3}$$

Day Convection RGB

Convection color space distance



СУТОЧНЫЙ ТРЕК RGB КОМПЗИТА “CONVECTION”



Для привязки данных СВЧ-радиометрического комплекса GCOS-W AMSR-2 использованы координатная информация для каждого из наборов данных AMSR-2, формируемых Японским космическим агентством (JAXA) (см. описание <https://remss.com/missions/amsr>). Для равномоощных статистических оценок наборов ИК и СВЧ данных проведено усреднение наборов данных SEVIRY в пределах размеров пикселей СВЧ комплекса AMSR-2.

Уточнение временной привязки данных SEVIRY проведено в рамках методики описанной в [7]. При этом данные SEVIRY интерполируются на времена проведения СВЧ наблюдений. Совмещение, усреднение и синхронизация наборов ИК и СВЧ данных формирует единый однородный ансамбль данных наблюдений МКК. Это и позволяет использовать данные СВЧ наблюдений для коррекции моделей, используемых для восстановления параметров облачного слоя и оценки интенсивностей осадков (в том числе и их прогноза).

Работа выполнена в рамках государственного задания ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН №075-01110-23-01

"Разработка радиофизических методов и средств для исследования и дистанционного зондирования природных объектов Земли, околоземного космического пространства и тел Солнечной системы"

Институт радиотехники и электроники им. В.А.Котельникова РАН, Фрязинский филиал, 141190, Фрязино, Московской обл., пл. Введенского, 1

Тел. +7-496-5652566, факс +7(496)565-25-66

E-mail: savor@ire.rssi.ru

