



Дальневосточный центр ФГБУ «Научно-исследовательский центр
космической гидрометеорологии «Планета»

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЫСТРОЙ РАДИАЦИОННОЙ МОДЕЛИ CRTM ДЛЯ АНАЛИЗА ДАННЫХ МИКРОВОЛНОВОГО РАДИОМЕТРА МТВЗА-ГЯ

Докладчик: Филей Андрей Александрович

ИКИ РАН, 11 - 15 ноября 2024 г.

МТВЗА-ГЯ

Сканер-зондировщик МТВЗА-ГЯ является одним из основных приборов полезной нагрузки КА серии Метеор-М. По своим параметрам и характеристикам радиометр МТВЗА-ГЯ схож с зарубежными аналогами, такими как ATMS, SSMIS, AMSR2. Начиная с КА Метеор-М №2-3, были добавлены 7 каналов на частотах 6,3V/Н, 7,3V/Н, 183,31 ± 4,5V, 183,31 ± 1,8V, 165V ГГц.

№ канала	Центральная частота, ГГц	Поляризация	Пространственное разрешение (кмхкм)
1,2	6,9	V/H	136x280
3,4	7,3	V/H	122x250
5,6	10,6	V/H	89x198
7,8	18,7	V/H	52x116
9,10	23,8	V/H	42x94
11,12	31,5	V/H	35x76
13,14	36,7	V/H	30x67
15,16	42	V/H	26x60
17,18	48	V/H	24x43

№ канала	Центральная частота, ГГц	Поляризация	Пространственное разрешение (кмхкм)
19	52,80	V	21x48
20	53,30	V	21x48
21	53,80	V	21x48
22	54,64	V	21x48
23	55,63	V	21x48
24	F0±0,1	H	21x48
25	F0±0,05	H	21x48
26	F0±0,025	H	21x48
27	F0±0,01	H	21x48
28	F0±0,005	H	21x48
29,30	91,655	V/H	14x30
31	165	V	12x25
32	183,31±7,0	V	9x21
33	183,31 ± 4,5	V	9x21
34	183,31 ± 3,0	V	9x21
35	183,31 ± 1,8	V	9x21
36	183,31 ± 1,4	V	9x21

$$F0=57,290344\pm0,3222$$

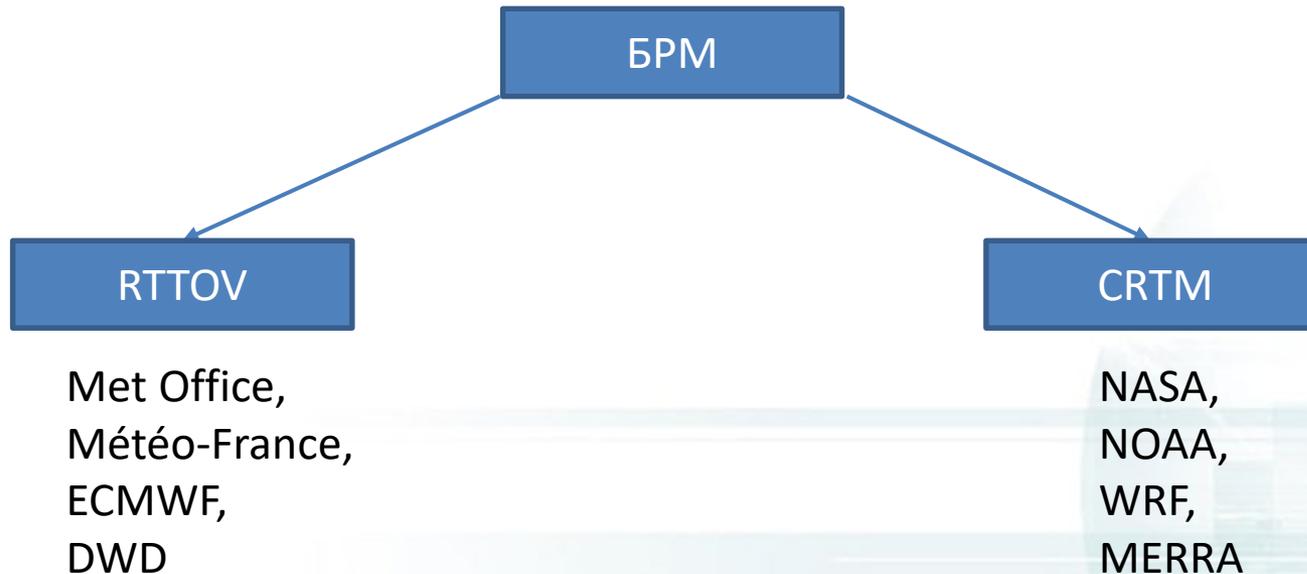
Быстрая радиационная модель

Быстрая радиационная модель (БРМ) – программа, которая позволяет выполнять «быстрый» расчёт сигналов в каналах спутниковых приборов за счёт использования весовых коэффициентов, полученных в результате точных построчных (line-by-line, LBL) вычислений монохроматического излучения, свёрнутого с функцией спектральной чувствительности (ФСЧ) каналов прибора.

Сферы применения:

- 1) Усвоение спутниковых данных в численном прогнозе погоды.
- 2) Восстановление физических параметров состояния «атмосфера - подстилающая поверхность».
- 3) Анализ качества измеряемых спектров уходящего излучения.
- 4) Мониторинг качества абсолютной калибровки каналов спутникового прибора.

Быстрая радиационная модель



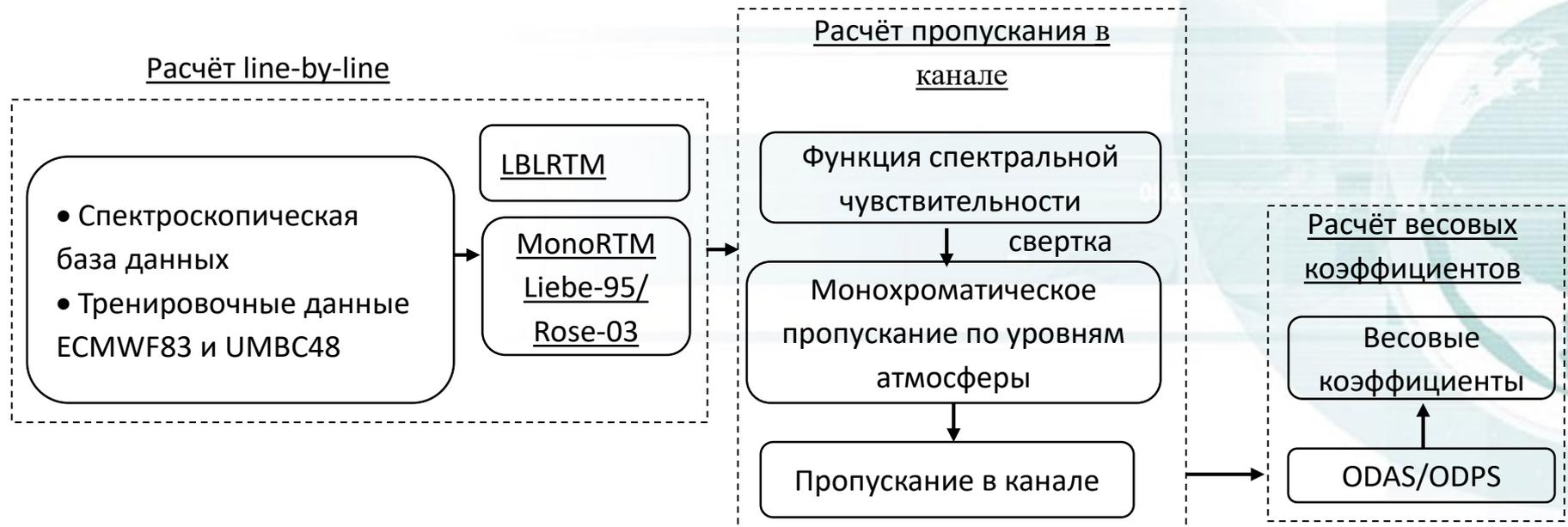
Характеристики:

- 1) Открытый код
- 2) Регулярная техническая поддержка
- 3) Поддержка большинства современных спутниковых приборов
- 4) Широкие функциональные возможности

CRTM

Принцип работы БРМ CRTM основан на «быстром» вычислении пропускания слоёв атмосферы с последующим расчётом излучения в каналах спутникового прибора. Цель работы – расчёт и добавление в CRTM весовых (регрессионных) коэффициентов для быстрого вычисления пропускания атмосферы в 36 каналах радиометра МТВЗА-ГЯ.

Расчет весовых коэффициентов



ODAS (Optical Depth in Absorber Space) - методика расчета пропускания только при вариациях водяного пара и озона.

ODPS (Optical Depth in Pressure Space - методика расчета пропускания при вариациях водяного пара и озона, а также малыми газовыми составляющими атмосферы (CH_4 , N_2O , CO_2 , CO , SO_2 и др.)

CRTM

<https://github.com/JCSDA/crtm>

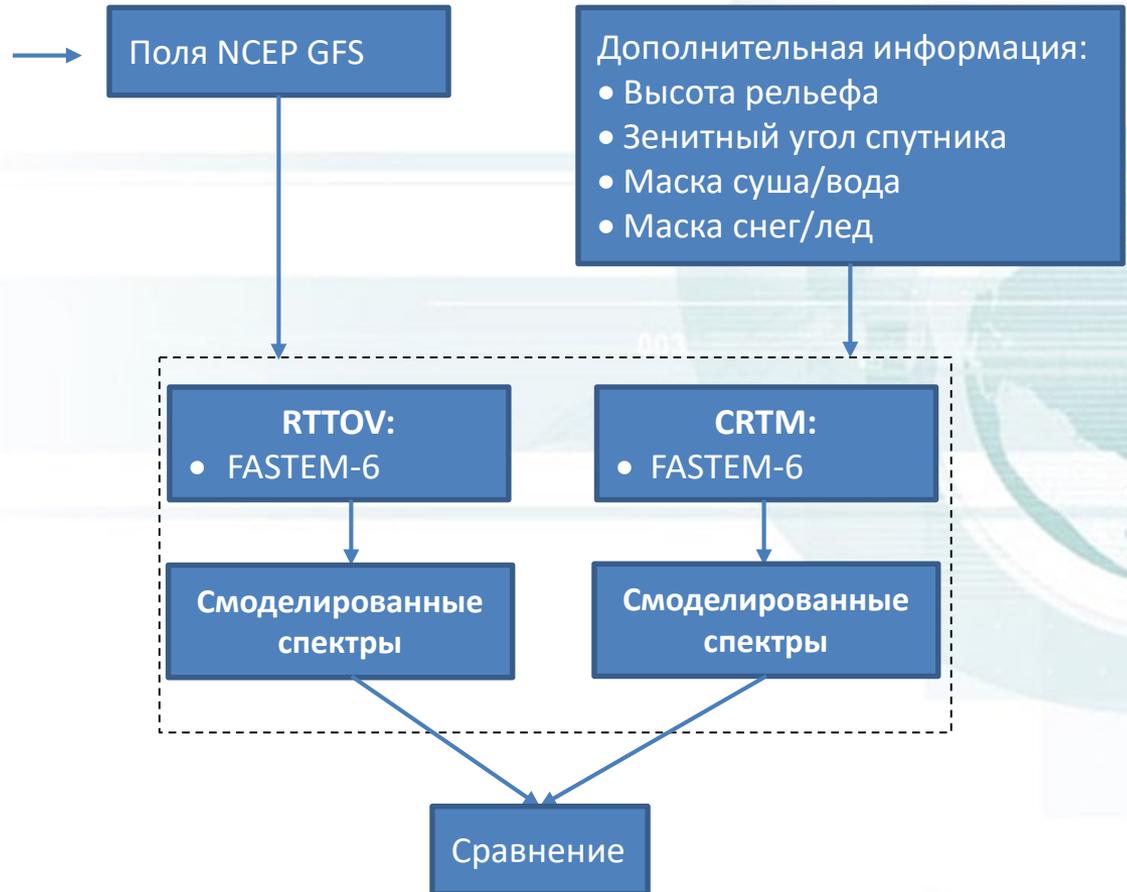
Подпрограмма	Назначение
Create_MW_SRF	Формирует NetCDF файл с описанием характеристик спектральных каналов радиометра МТВЗА-ГЯ, среди которых ФСЧ каналов, поляризация, ширина и количество полос пропускания и т.д.
Create_SpcCoeff	Формирует NetCDF файл с информацией о величине реликтового излучения, величине монохроматической температурной поправки, солнечной постоянной (для каналов видимого диапазона длин волн) и др.
MW_TauProfile	Расчёт монохроматического пропускания по уровням атмосферы и формирование NetCDF файла. Расчет с помощью моделей Liebe89 и Rosenkranz03.
Create_TauCoeff	Свертка монохроматической оптической толщины с ФСЧ, расчёт пропускания в каналах, весовых коэффициентов и формирование NetCDF файла.
NC2BIN	Преобразование формата NetCDF в двоичный формат CRTM

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ

Для оценки корректности рассчитанных весовых коэффициентов было проведено сопоставление результатов моделирования измерений в каналах МТВЗА-ГЯ, полученных с помощью CRTM v. 2,4 и RTTOV v.13,2.

NCEP GFS

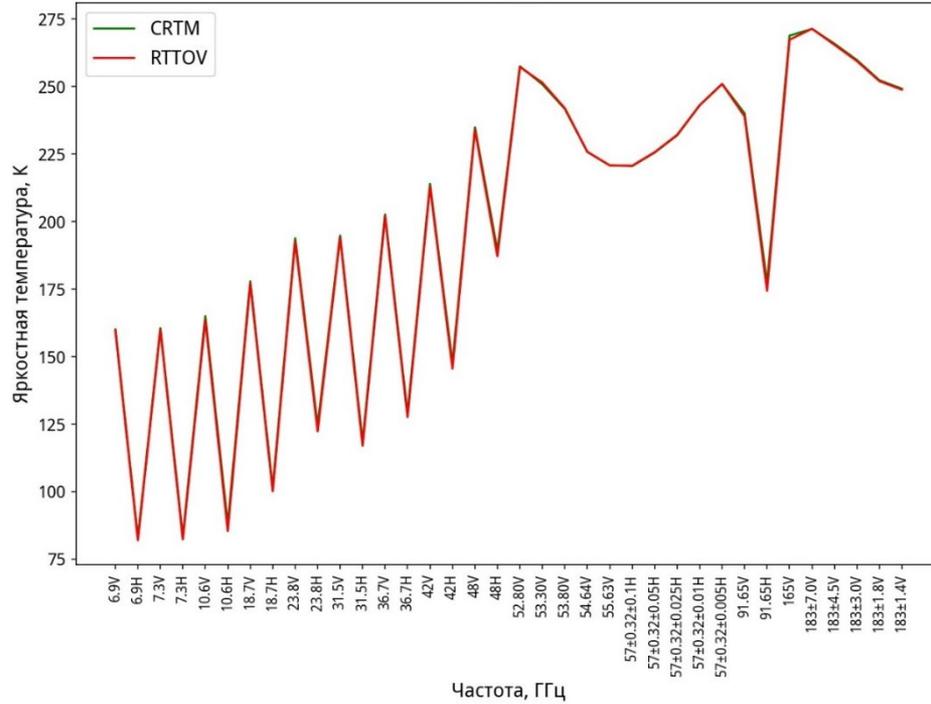
№	Поле
1	Географические координаты
2	Температура на высоте 2 метров н.у.м
3	Давление на высоте 2 метров н.у.м
4	Отношение смеси водяного пара на высоте 2 метров н.у.м
5	Компоненты векторов ветра U и V на высоте 10 метров н.у.м
6	Температура подстилающей поверхности
Вертикальный профиль	
7	Температура
8	Отношение смеси водяного пара
9	Давление
10	Удельное содержание жидкой воды в облаках
11	Удельное содержание льда в облаках
12	Удельное содержание жидкой воды в виде осадков
13	Удельное содержание снега в виде осадков
14	Доля облачности



РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ

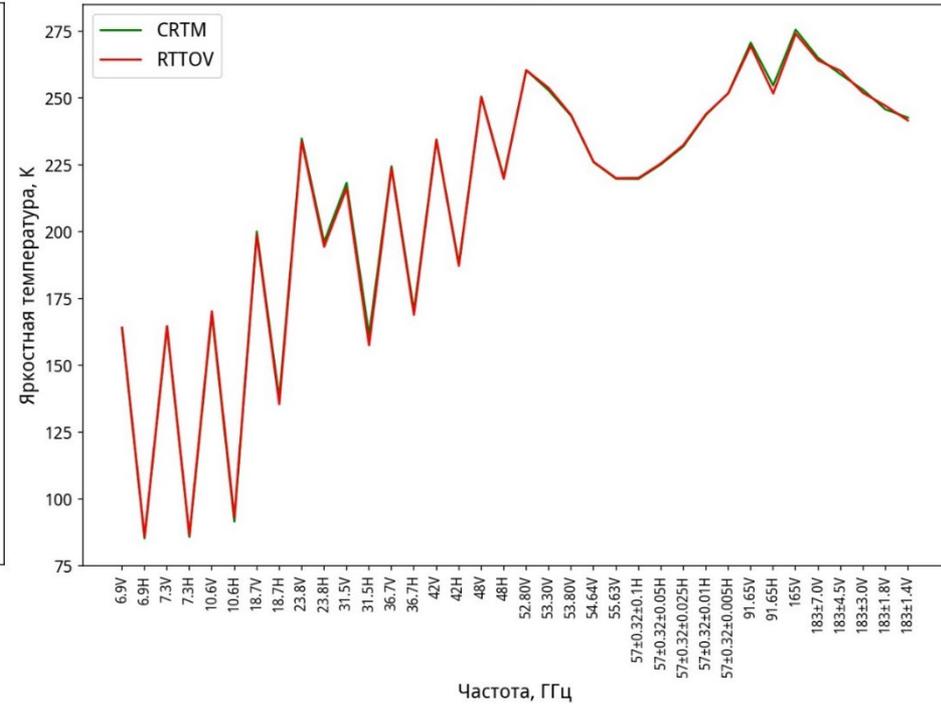
Безоблачная атмосфера

N = 226



Облачная атмосфера

N = 900

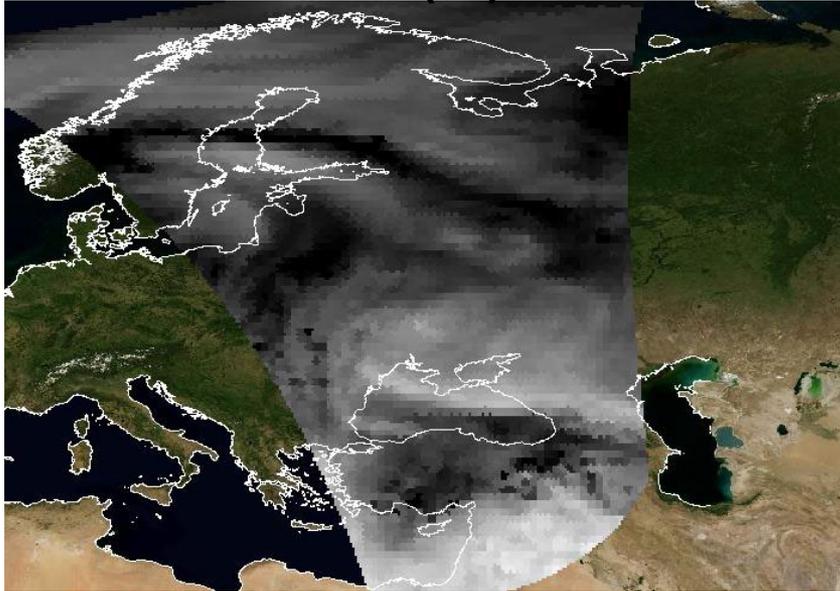


РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ

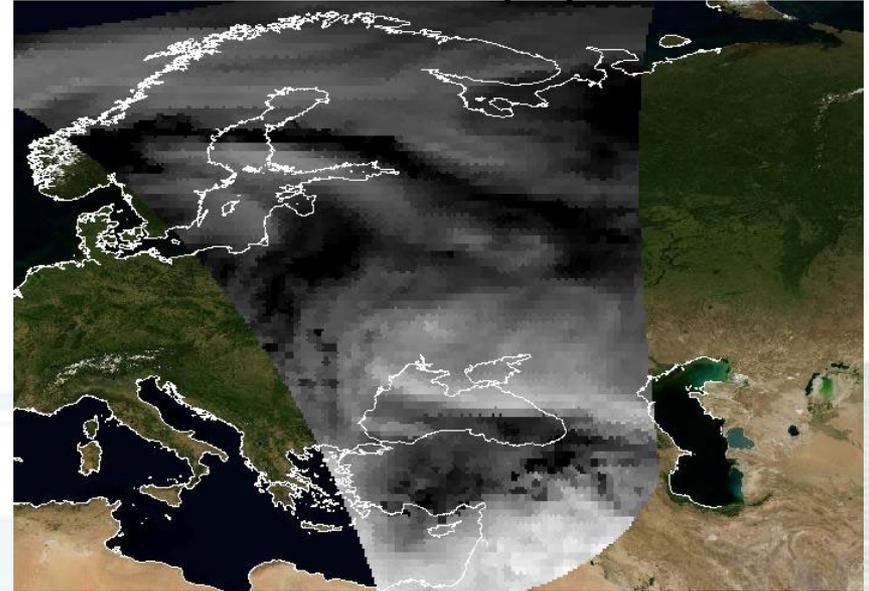
№ канала	Центральная частота, ГГц	$BT_{CRTM} - BT_{RTTOV}$, К (безоблачная атмосфера)	$BT_{CRTM} - BT_{RTTOV}$, К (облачная атмосфера)	Примечание (данные RTTOV)
1	6,9V	0,52	-0,51	AMSR2
2	6,9H	1,05	-0,62	
3	7,3V	0,59	-0,55	
4	7,3H	1,18	-0,67	
5	10,6V	1,37	-1,18	
6	10,6H	2,62	-1,58	
7	18,7V	0,6	1,17	
8	18,7H	1,29	2,17	
9	23,8V	1,11	1,0	
10	23,8H	2,19	1,8	
11	31,5V	0,73	2,04	
12	31,5H	1,61	2,93	
13	36,7V	0,58	0,69	
14	36,7H	1,35	1,55	
15	42V	0,96	0,27	MTB3A-ГЯ
16	42H	2,1	0,81	
17	48V	0,97	0,24	
18	48H	2,12	0,72	
19	52,80V	0,26	-0,07	
20	53,30V	-0,65	-0,88	
21	53,80V	-0,28	-0,38	
22	54,64V	0,01	-0,17	
23	55,63V	0,02	-0,22	
24	F0±0,1H	-0,15	-0,34	
25	F0±0,05H	-0,15	-0,37	
26	F0±0,02H	-0,19	-0,5	
27	F0±0,01H	-0,04	-0,3	
28	F0±0,005H	0,04	0,14	
29	91,655V	1,14	1,25	
30	91,655H	2,83	2,97	
31	165V	1,51	1,52	GMI
32	183,31 ± 7,0V	-0,05	0,95	MTB3A-ГЯ
33	183,31 ± 4,5V	0,42	-1,29	ATMS
34	183,31 ± 3,0V	0,41	1,15	MTB3A-ГЯ
35	183,31 ± 1,8V	0,33	-1,35	ATMS
36	183,31 ± 1,4V	0,38	1,08	MTB3A-ГЯ

2024.07.14 11:40 UTC, канал 183,31 ± 7,0V

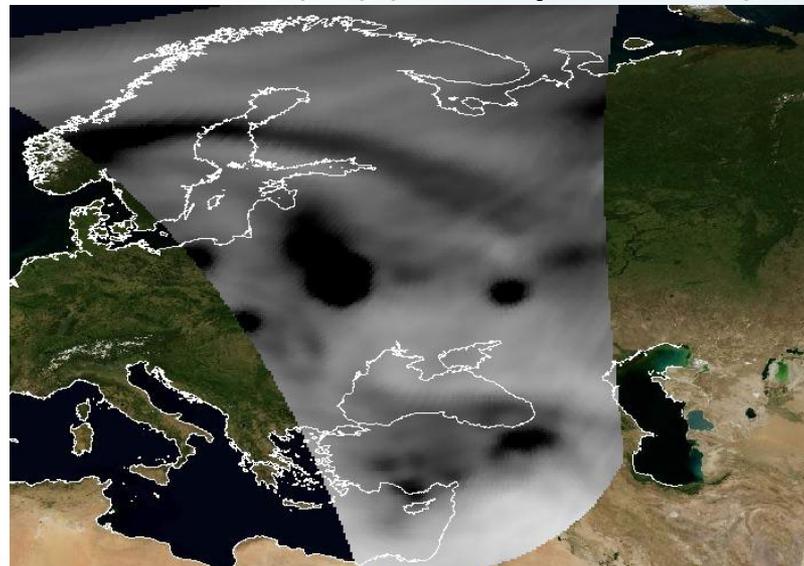
CRTM (BT)



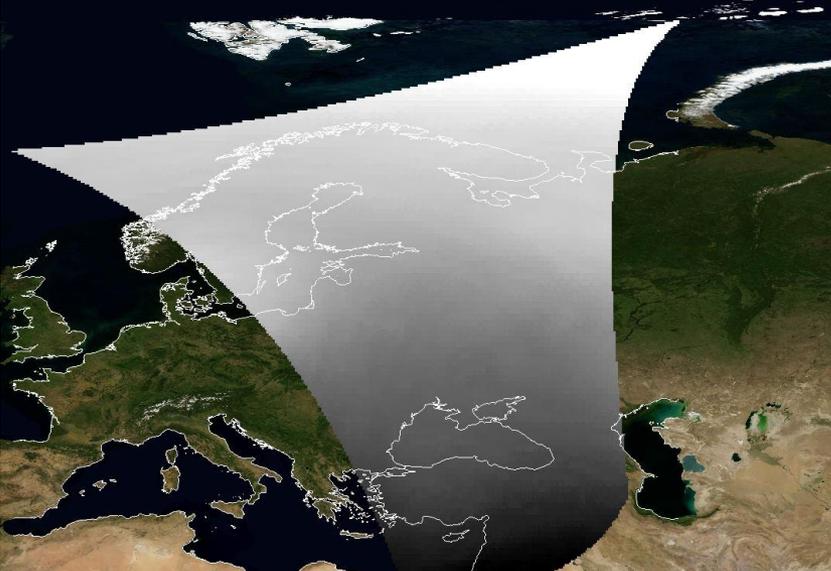
RTTOV (BT)



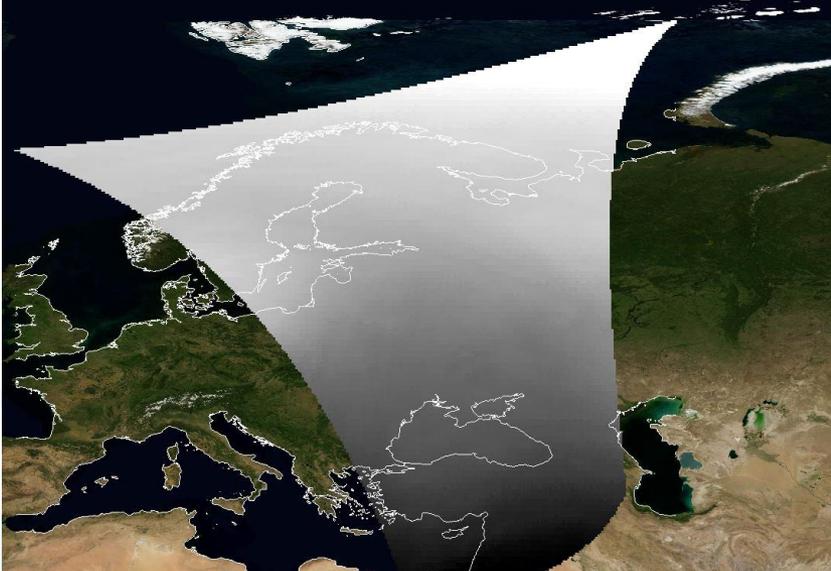
МТВЗА-ГЯ (АТ) (Метеор-М №2-4)



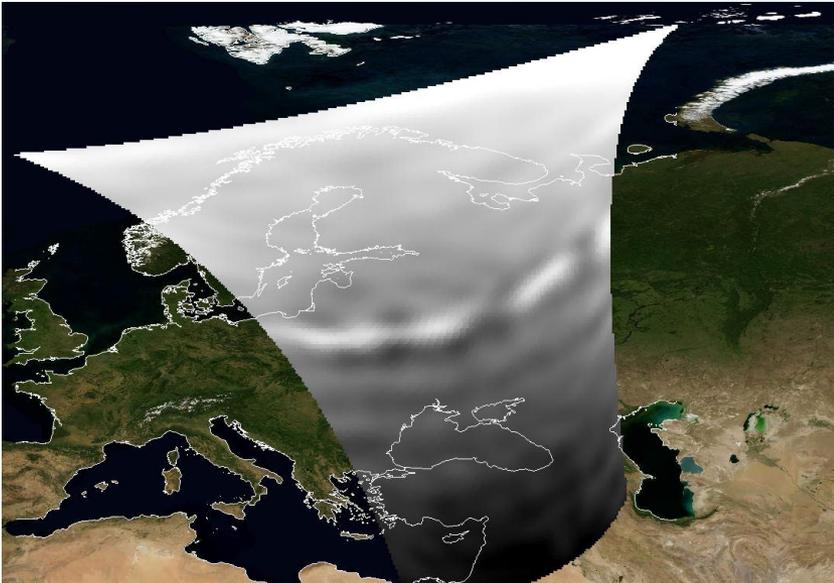
CRTM (BT)



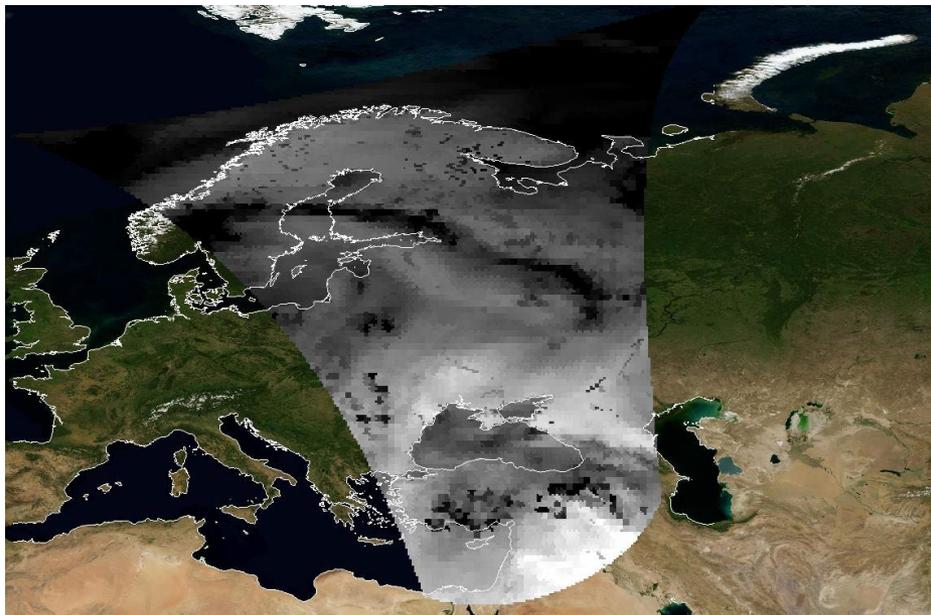
RTTOV (BT)



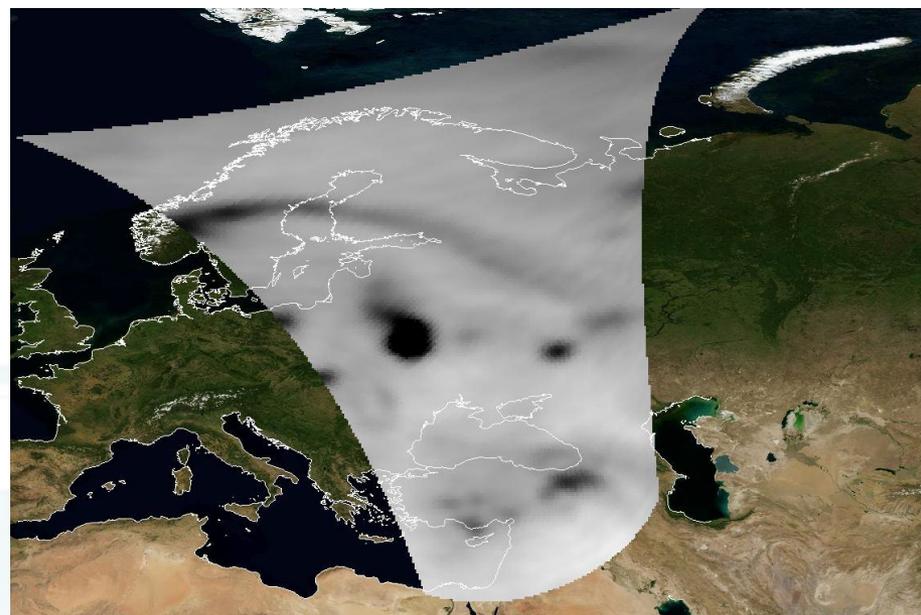
MTB3A-ГЯ (AT) (Метеор-М №2-4)



CRTM (BT)

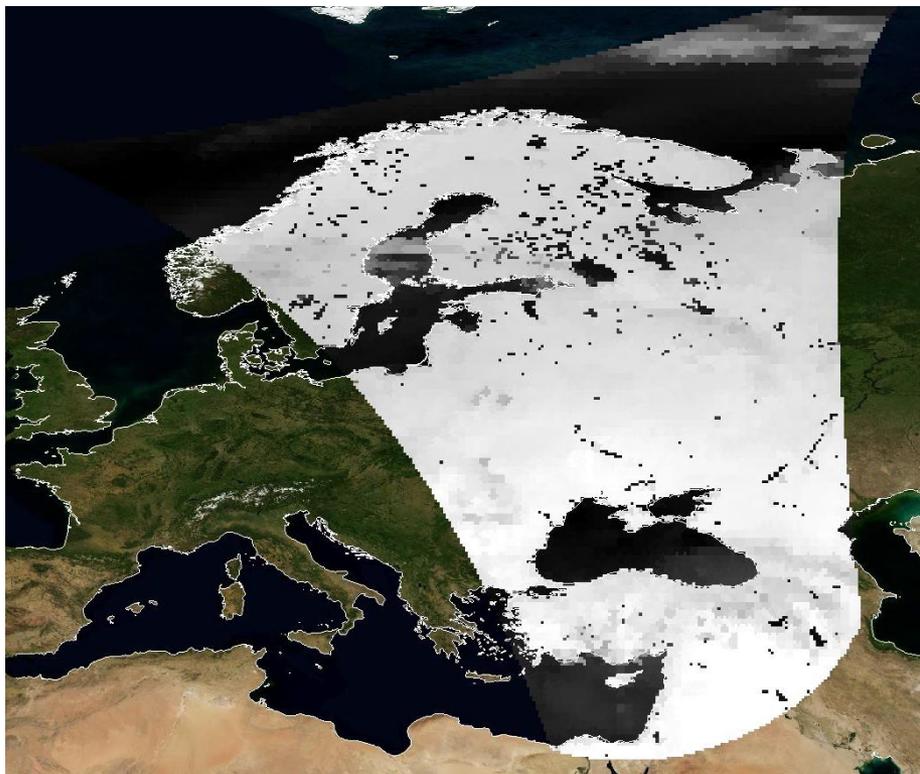


МТВЗА-ГЯ (АТ)

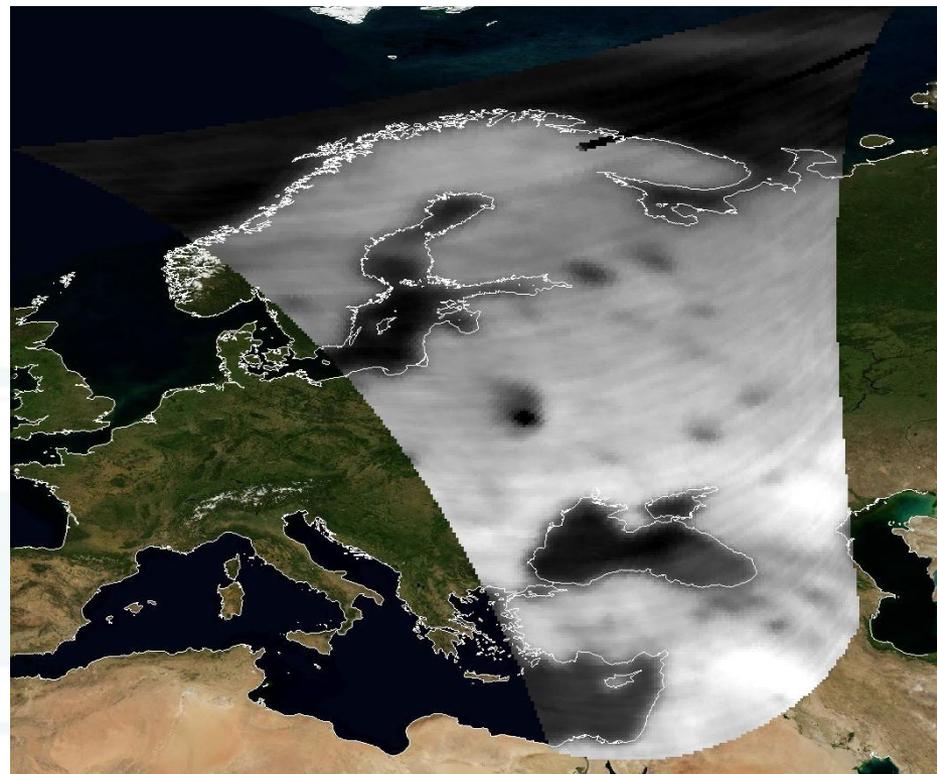


2024.07.14 11:40 UTC, канал 42V

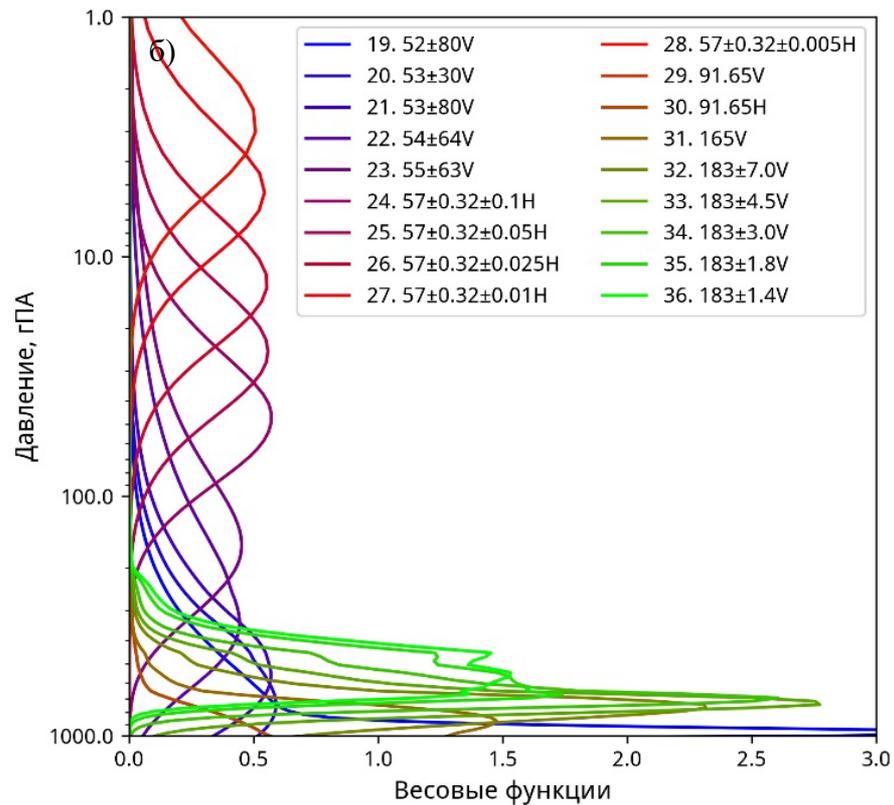
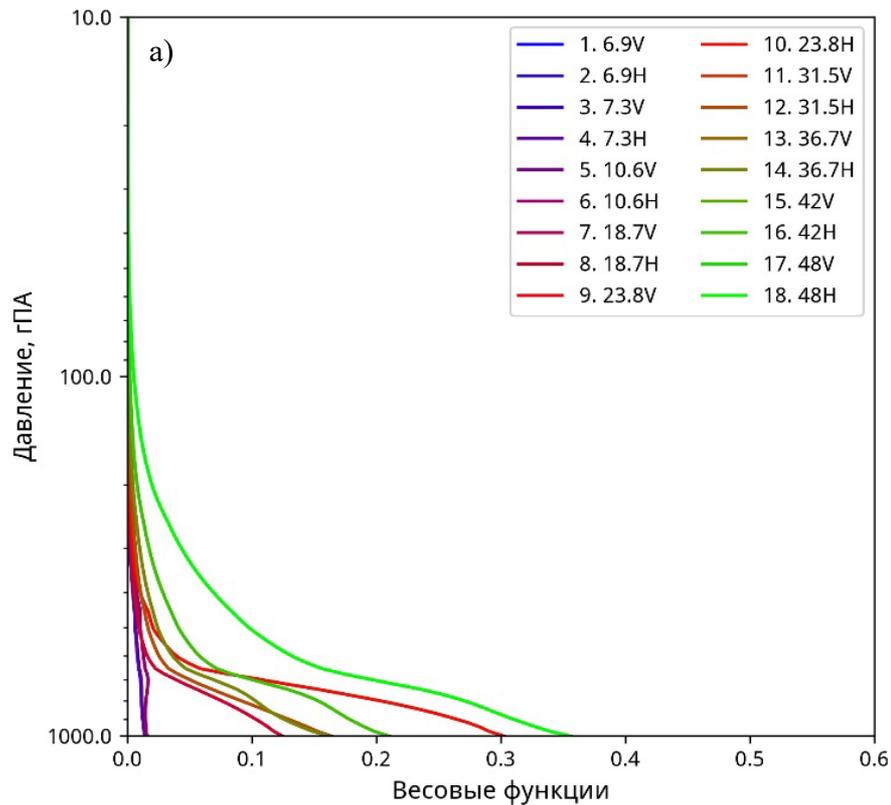
CRTM (BT)



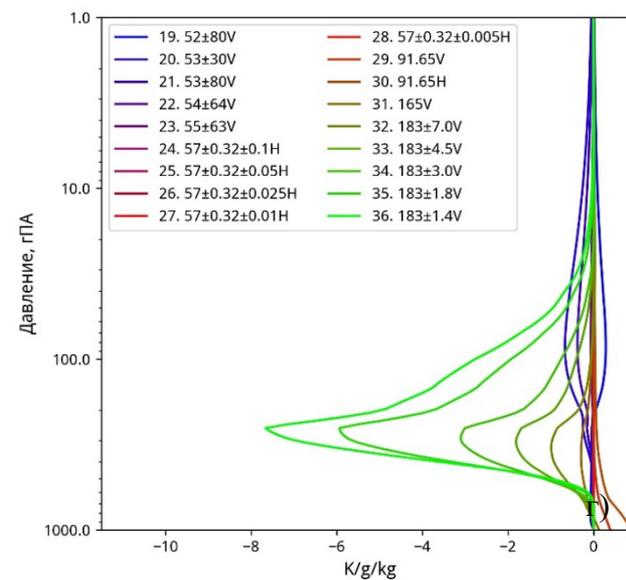
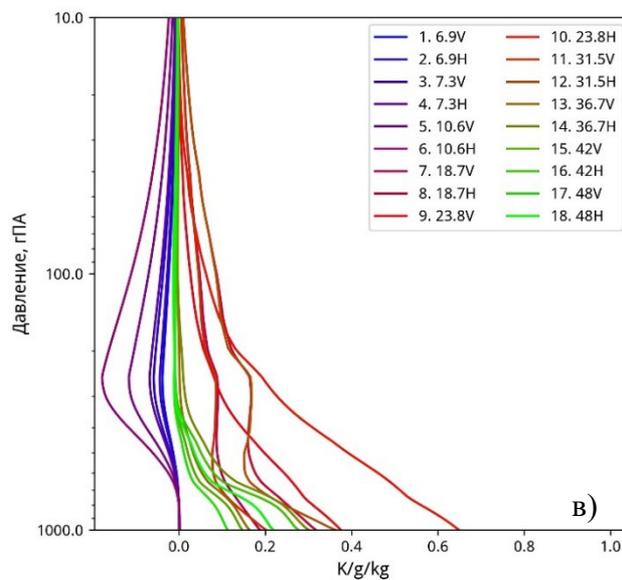
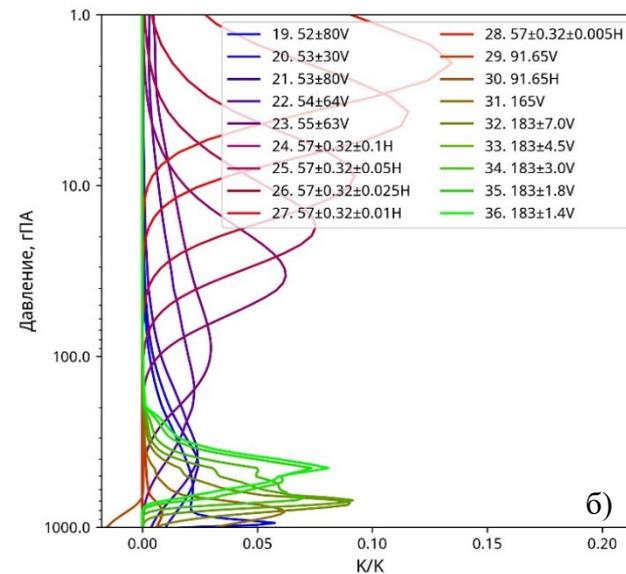
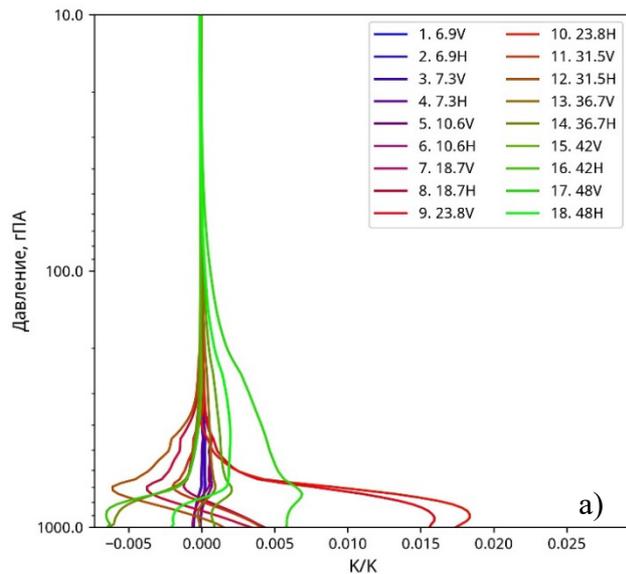
МТВЗА-ГЯ (АТ) (Метеор-М №2-4)



Весовые функции



Якобианы



Выводы

- 1) Высокая точность полученных с помощью CRTM значений яркостных температур в каналах МТВЗА-ГЯ подтверждает корректность рассчитанных весовых коэффициентов.
- 2) Широкий функционал CRTM открывает возможность разработки методик по решению обратных задач переноса МКВ излучения в атмосфере с целью получения различного вида информационной продукции по данным МТВЗА-ГЯ.
- 3) Разработанный подход по добавлению весовых коэффициентов в модель CRTM позволяет в будущем реализовать функциональные возможности расчёта измерений в каналах любых российских спутниковых приборов.



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