

Воспроизведение современного климата полулагранжевой моделью атмосферы ПЛАВ Simulation of modern climate with the semi-Lagrangian SL-AV model

М.А.Толстых, Р.Ю.Фадеев, Е.М.Володин,
В.В.Шашкин,



Международная конференция CITES2017



Глобальная полулагранжева модель атмосферы ПЛАВ

(ПолуЛагранжева, на основе уравнения Абсолютной Завихренности)



- Конечно-разностный полунявный полулагранжев блок решения уравнений динамики атмосферы собственной разработки, несмещенная сетка (Z grid), конечные разности 4го порядка (Tolstykh, Shashkin, Fadeev, Goyman, Geosci. Mod. Devel. 2017).
- Набор параметризаций процессов подсеточного масштаба ALADIN/ALARO, с модификациями параметризации облачности
- Свободнораспространяемые блоки расчета коротко- и длинноволновой радиации CLIRAD SW + RRTMG LW
- Модель деятельного слоя суши IBM РАН –НИВЦ МГУ

Глобальная полулагранжева модель атмосферы ПЛАВ

(ПолуЛагранжева, на основе уравнения
Абсолютной Завихренности)

<http://nwplab.inm.ras.ru>



Над развитием модели работают:

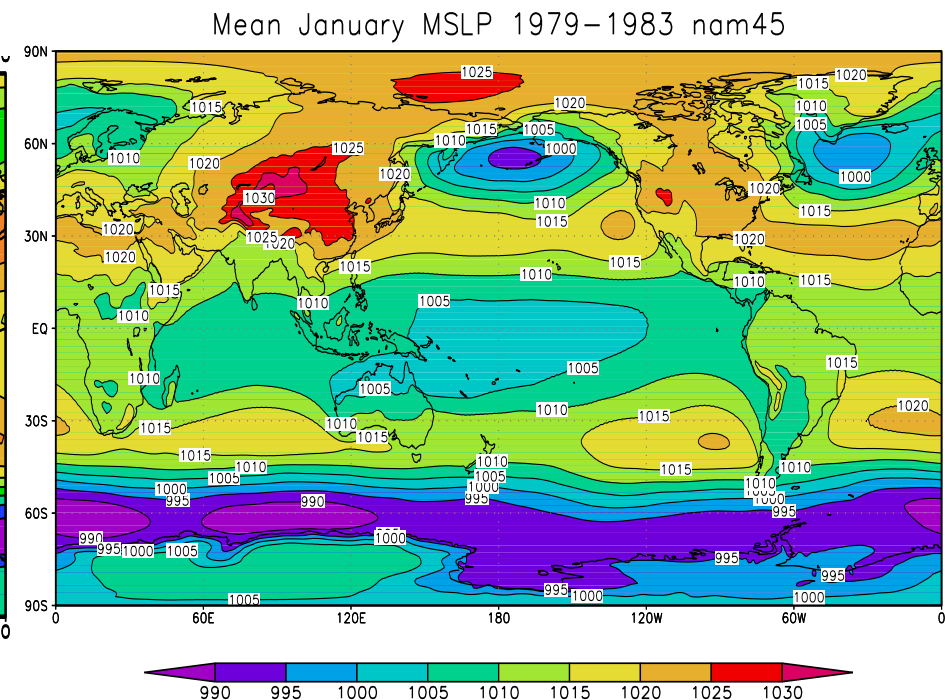
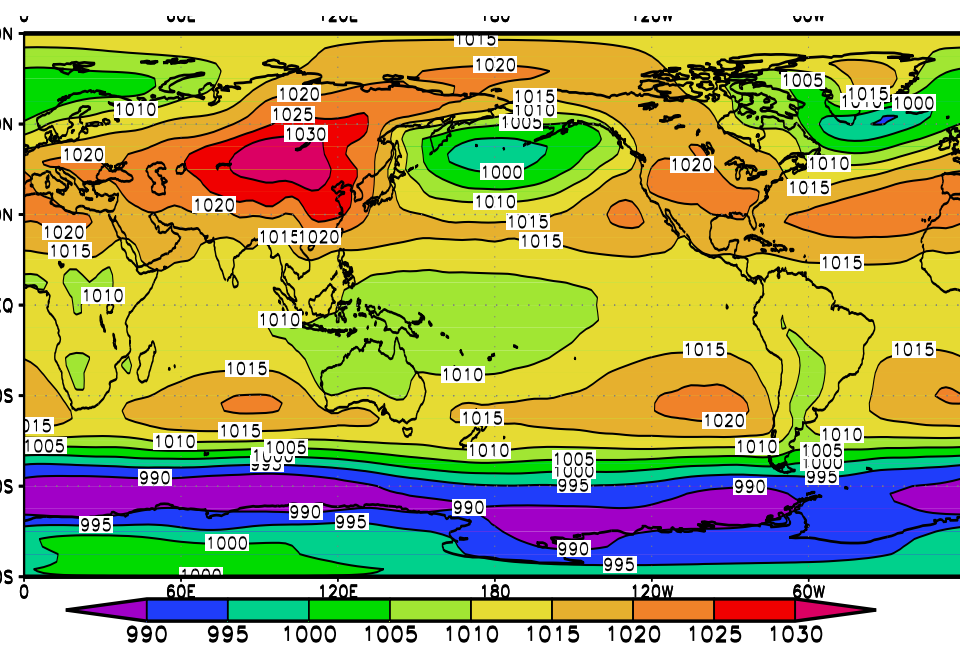


Защищено 3 кандидатские диссертации,
готовятся еще 4.

Дипломы 2 студентов ВМК МГУ,
2 студентов МФТИ и 1 студента МЭИ.

First attempts to simulate climate (2015)

Mean January 1979-1983 MSLP field



GrADS: COLA/IGES

2015-06-23-21:58

Потоки тепла в атмосфере и их интегральные осредненные за год значения, рекомендованные IPCC (Вт/м²).

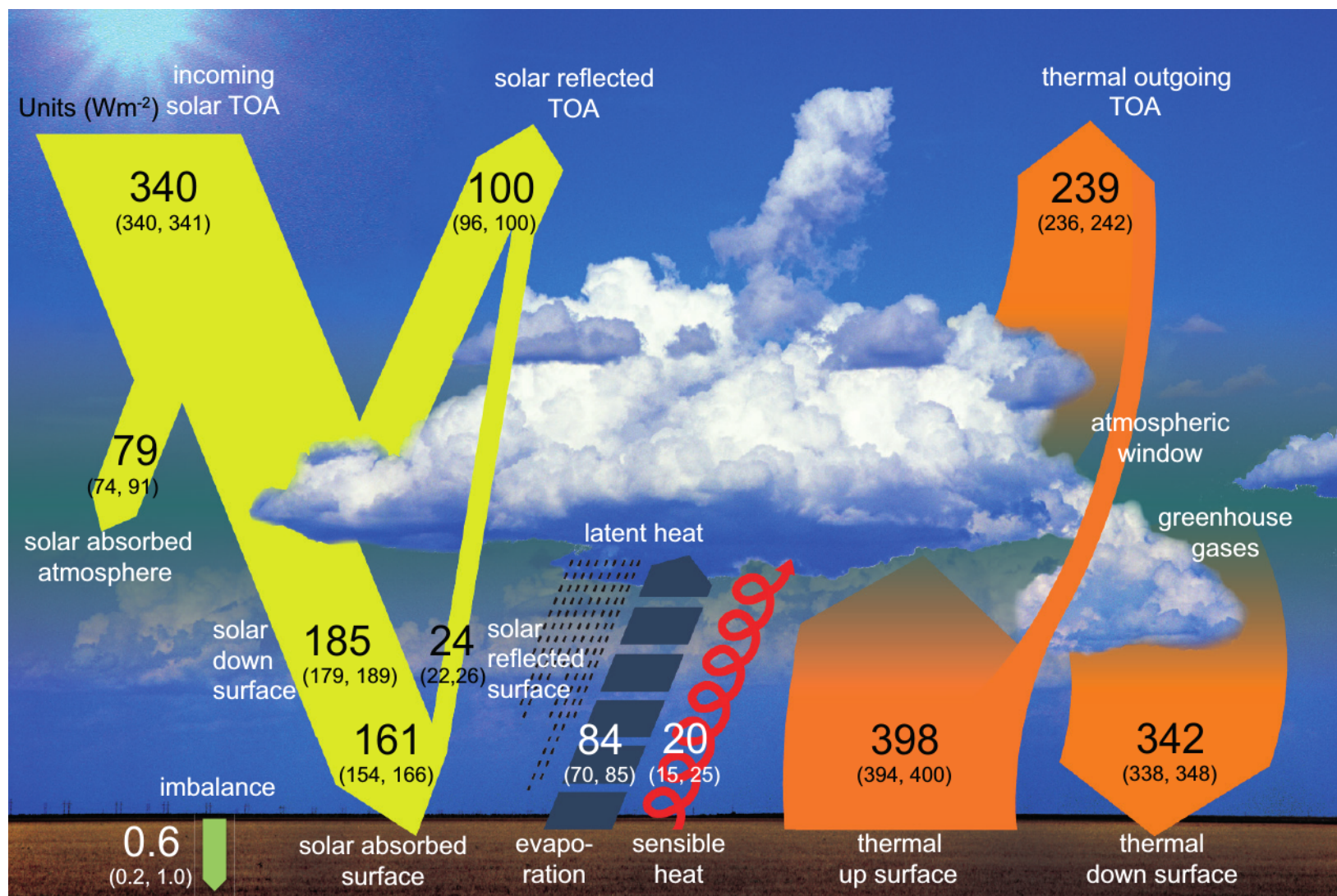
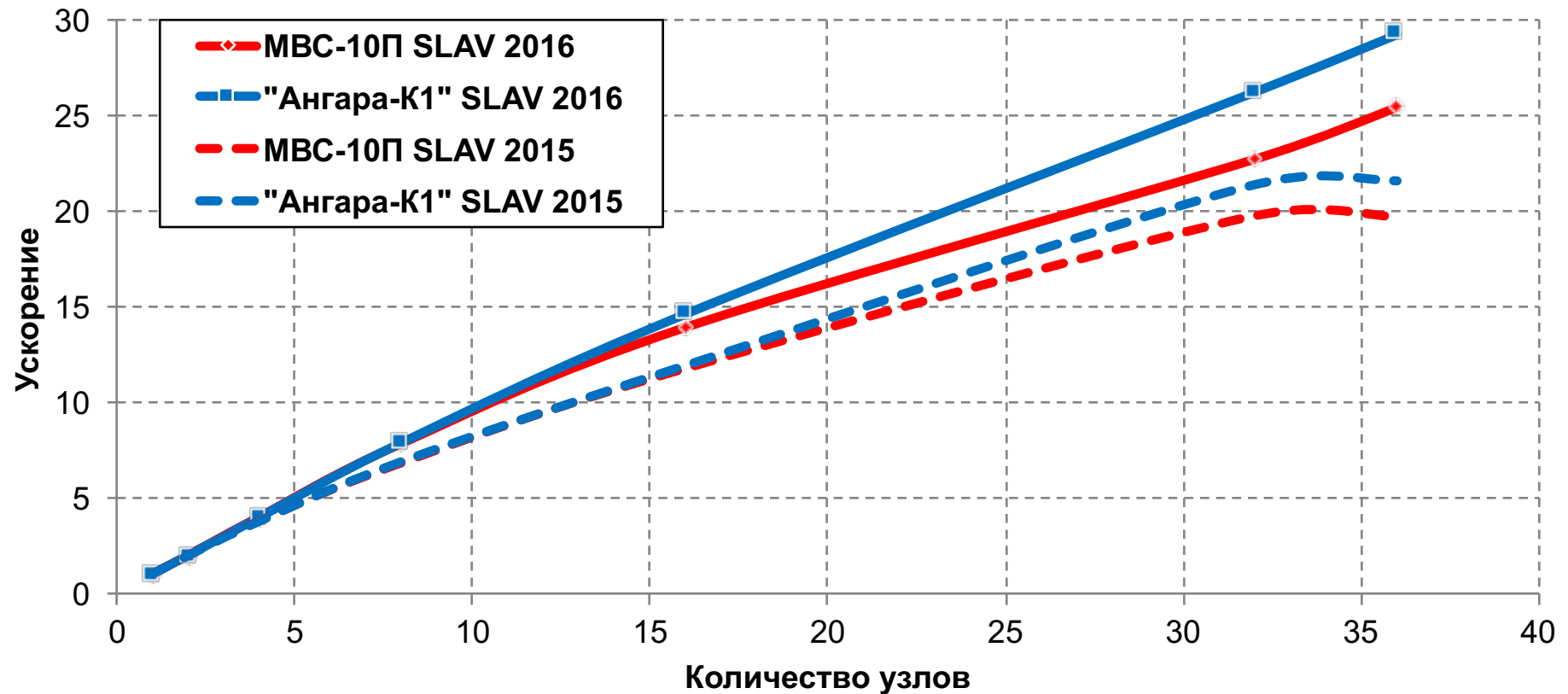


Image: IPCC Fifth Assessment Report (AR5). Climate Change 2013: The Physical Science Basis // <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1>.

Модернизация модели ПЛАВ (2015-2016)

- Обновление программного комплекса: блоки инициализации, ввода-вывода, диагностики. Подключена к системе совместного моделирования CMF.
- Замена версии параметризации длинноволновой радиации RRTMG на v4.85
- Внедрены новые параметризации:
модель многослойной почвы ИВМ РАН, параметризация морских слоисто-кучевых облаков, расчет температуры льда.
- Комплексная настройка блока параметризаций
параметризация облачности, мелкой и глубокой конвекции, образования и выпадения осадков, процессов турбулентного обмена в пограничном слое атмосферы, ГВС.

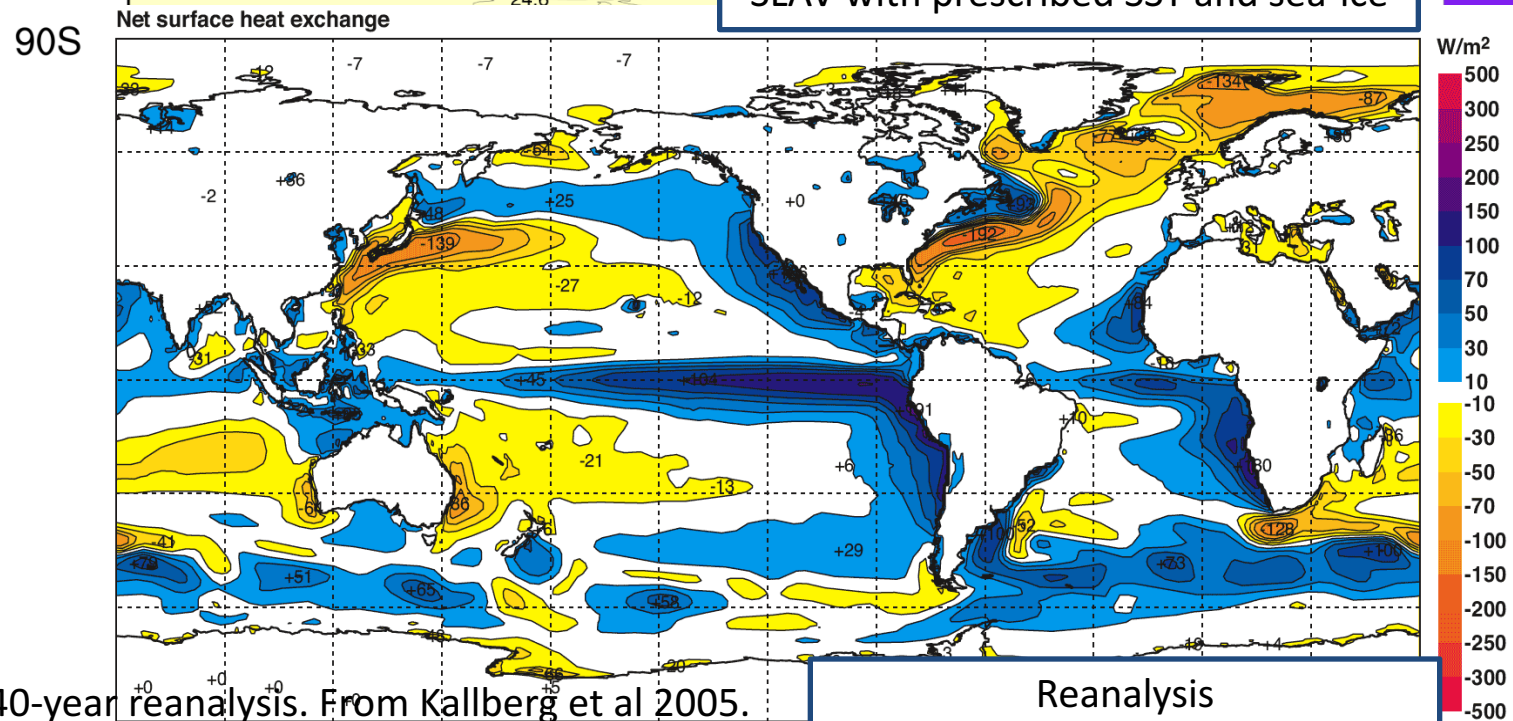
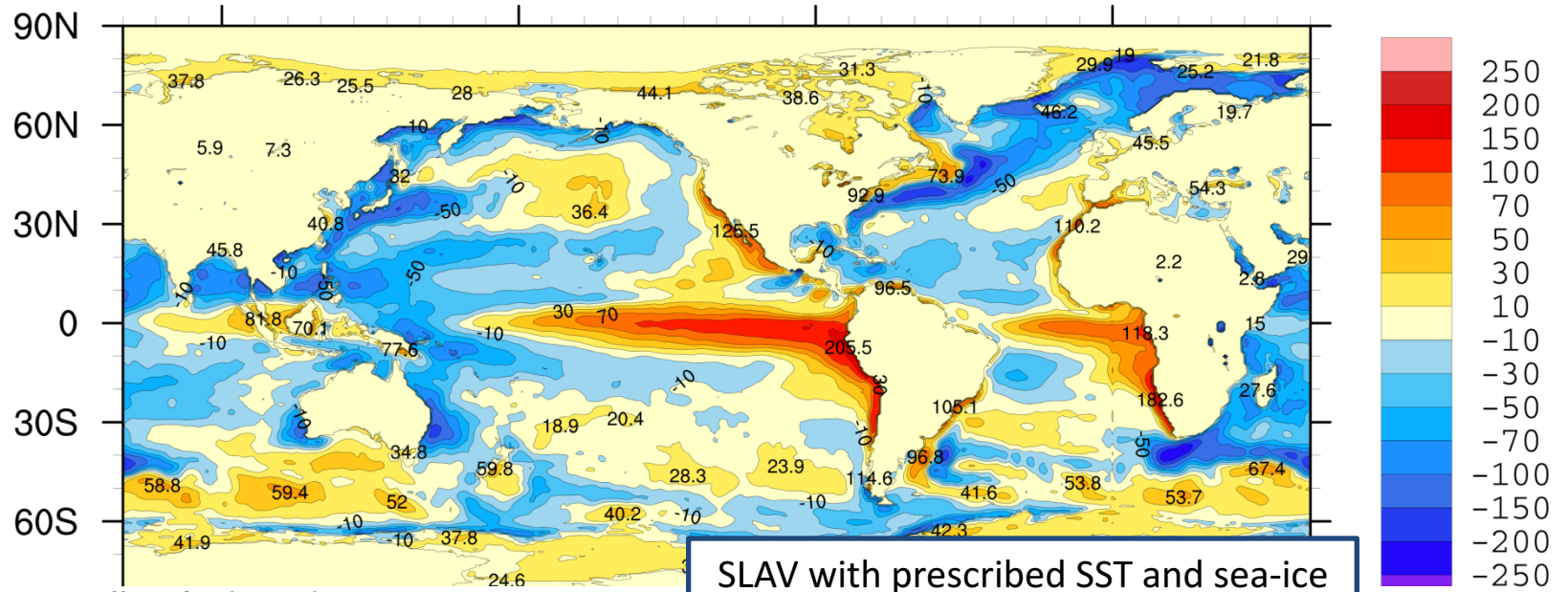
Повышение масштабируемости модели ПЛАВ в 2016 г.



Components of the heat balance (Wm-2)

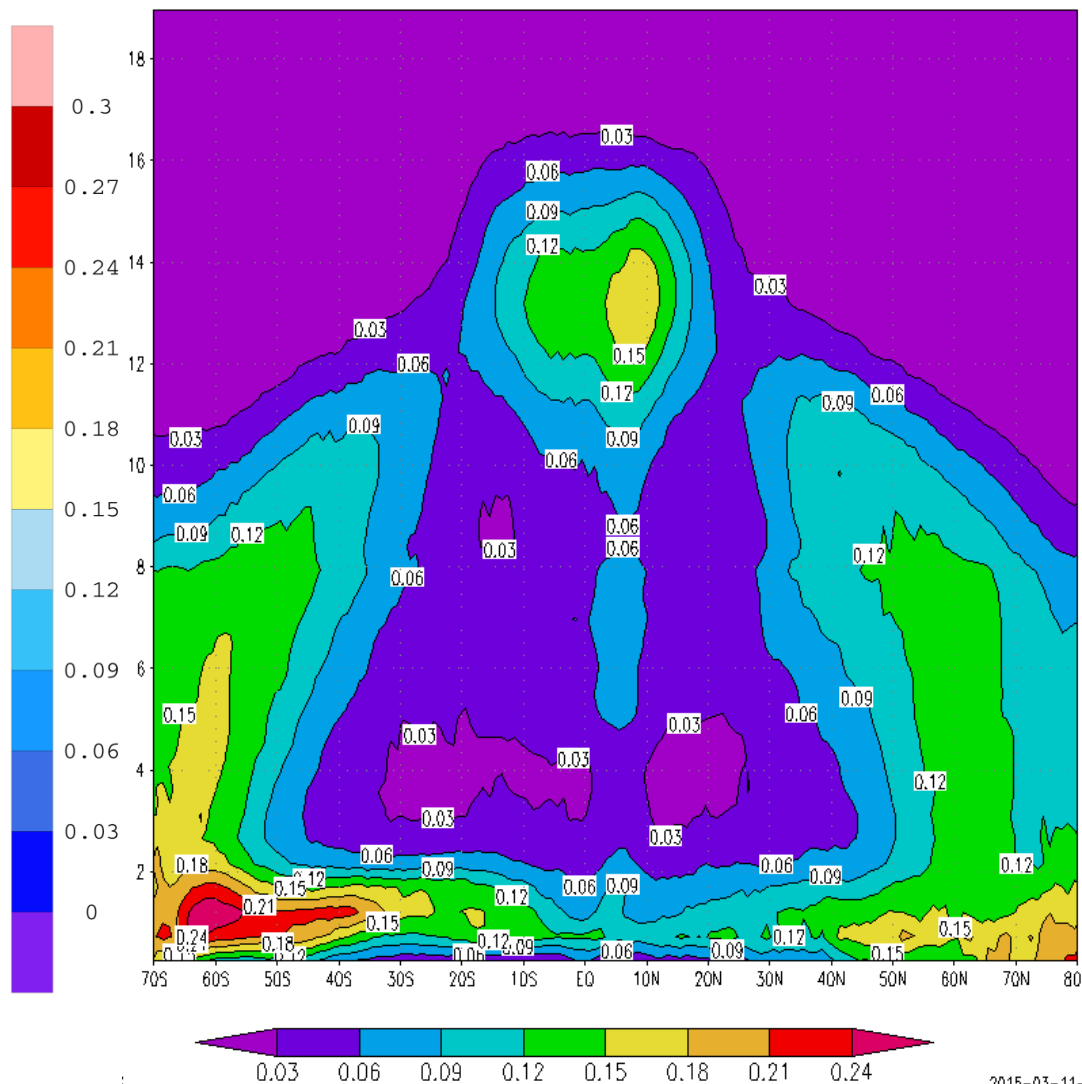
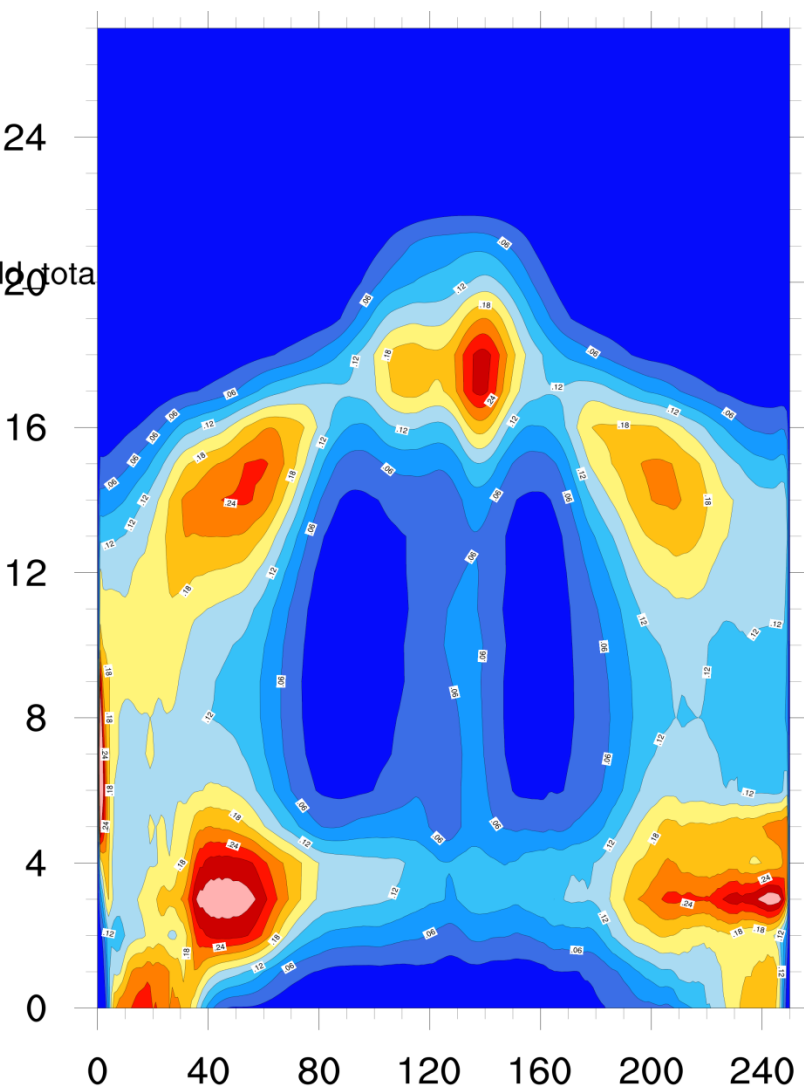
Title	IPCC data (range, abs values)	IPCC data (recommend ed values)	Model with prescribed ocean	Coupled model
Top downward solar radiation	340-:-341	341.3	341.6	341.6
Top upward solar radiation	96-:-100	100	109.3	107.1
Top outgoing longwave radiation	-(236-:-242)	-239	-232.4	-234.6
Solar radiation absorbed by the surface	154-:-166	161	164.9	165,5
LW radiation surface balance	-(54-:-58)	-56	-60.5	-60.4
Surface sensible heat flux	-(15-:-25)	-20	-17.9	-21.8
Surface latent heat flux	-(70-:-85)	-84	-86.4	-83.9
Surface heat balance	-	1	0.1	-0.6

Mean annual surface heat flux (W/m^2)

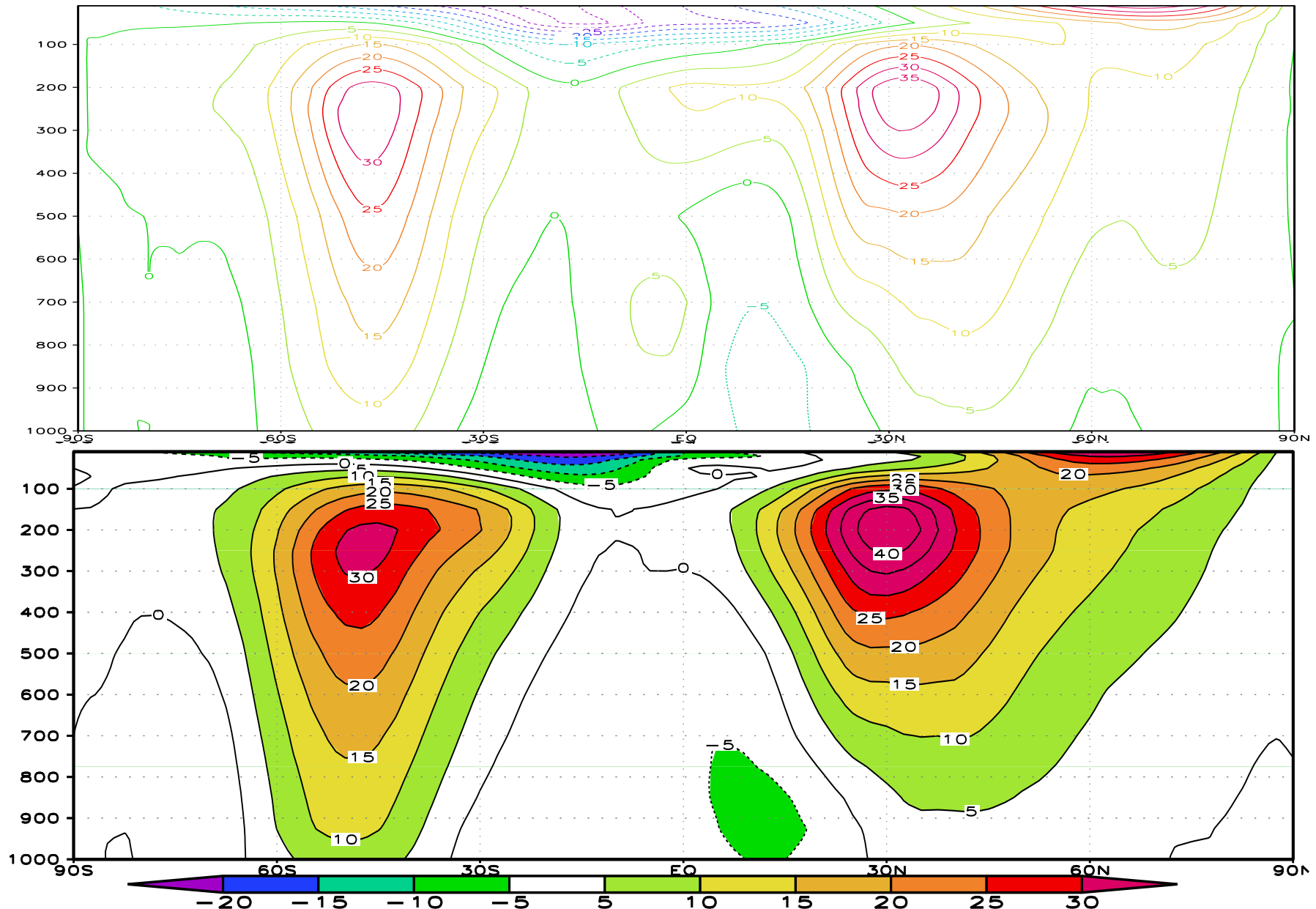


ECMWF 40-year reanalysis. From Kallberg et al 2005.

Зонально осредненные облака: наблюдения (слева), модель (справа)



Mean January zonal wind: model (top), ERA (bottom)



Успехи и недостатки (начало 2017 г)

- ✓ Баланс потоков на поверхности
- ✓ Облачный покров (почти)
- ✓ Годовой ход
- - Завышенные среднегодовые осадки (3.7 вместо 2.9), расширенная ВЗК
- - Заниженное давление на уровне моря в тропиках

Усовершенствования модели ПЛАВ в 2017 г.

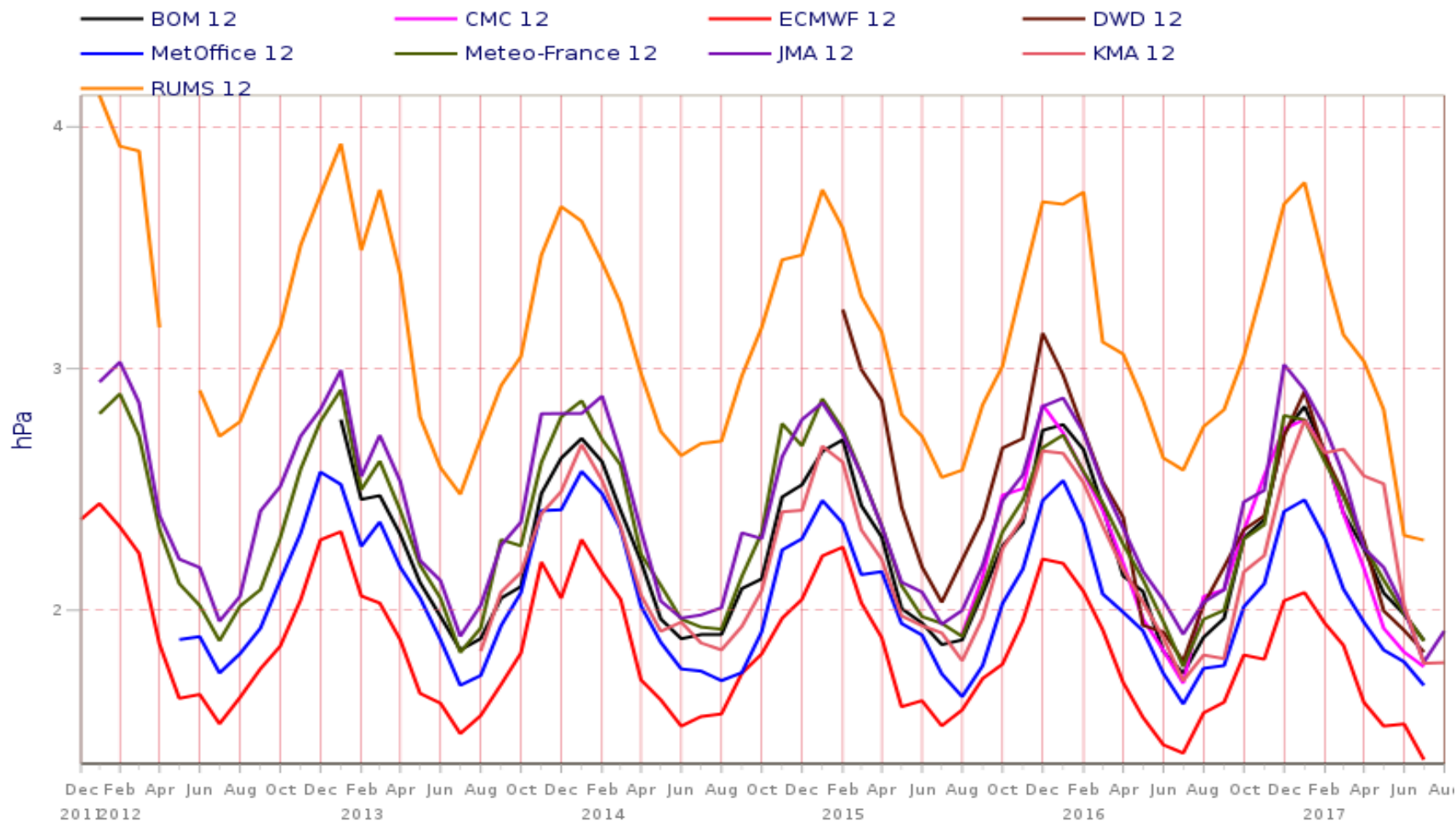
- Усовершенствование параметризации глубокой конвекции
- Новая параметризация мелкой конвекции
- Усовершенствование параметризации облачности и микрофизики
- Новая параметризация погранслоя (прогностическая полная энергия турбулентности, учет третьих моментов, отсутствие крит. числа Ri)

RMS error of MSLP forecasts

20-90 N (2012-2017) <http://apps.ecmwf.int/wmolcdnv/>

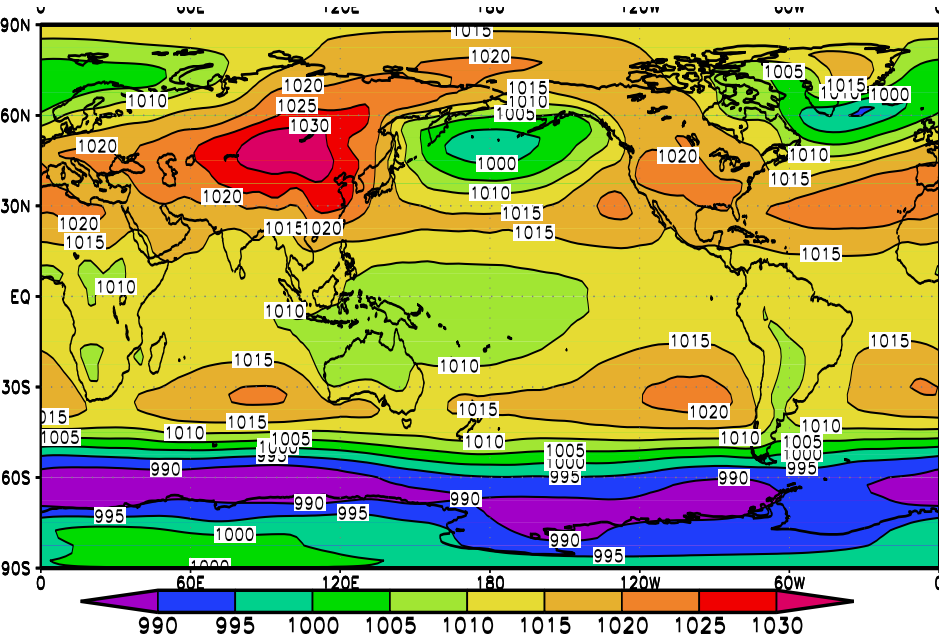
(с июня 2017 г. в ПЛАВ20 – усовершенствования глубокой конвекции, облачности, температура на морском льду)

Step: 72 RMSEF/msl/n.hem/analysis (new method)

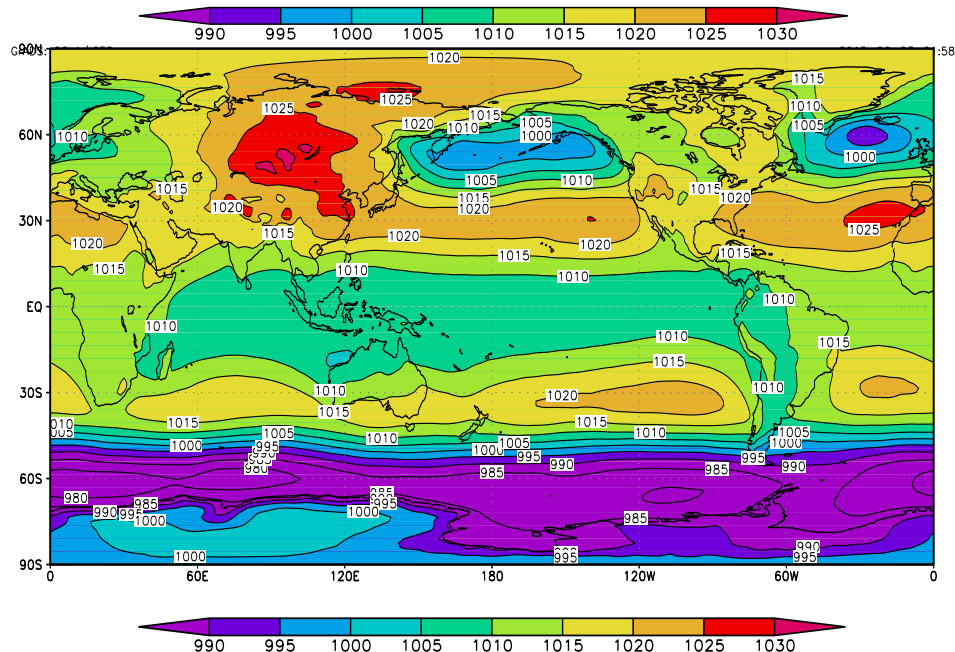
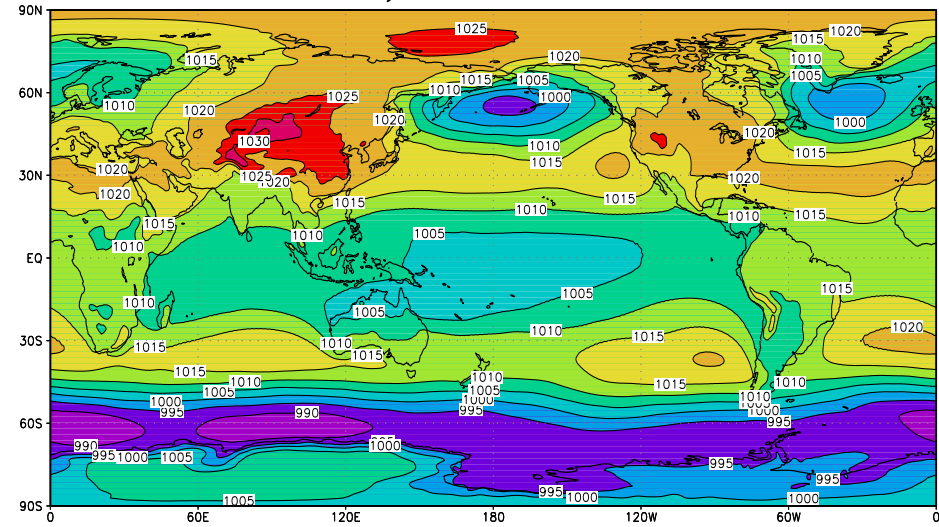


Mean January 1979-1983 MSLP field

ERA

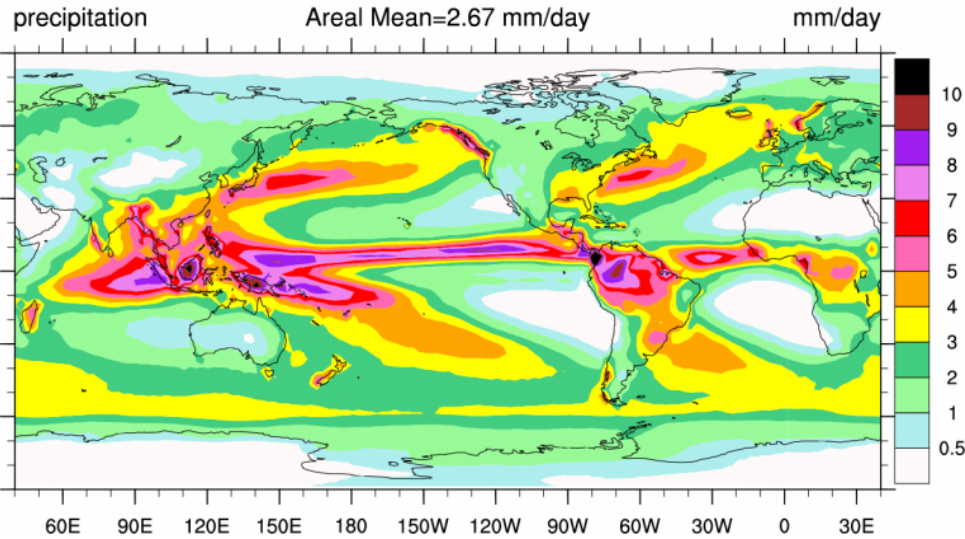


Mean January MSLP 1979-1983 nam45

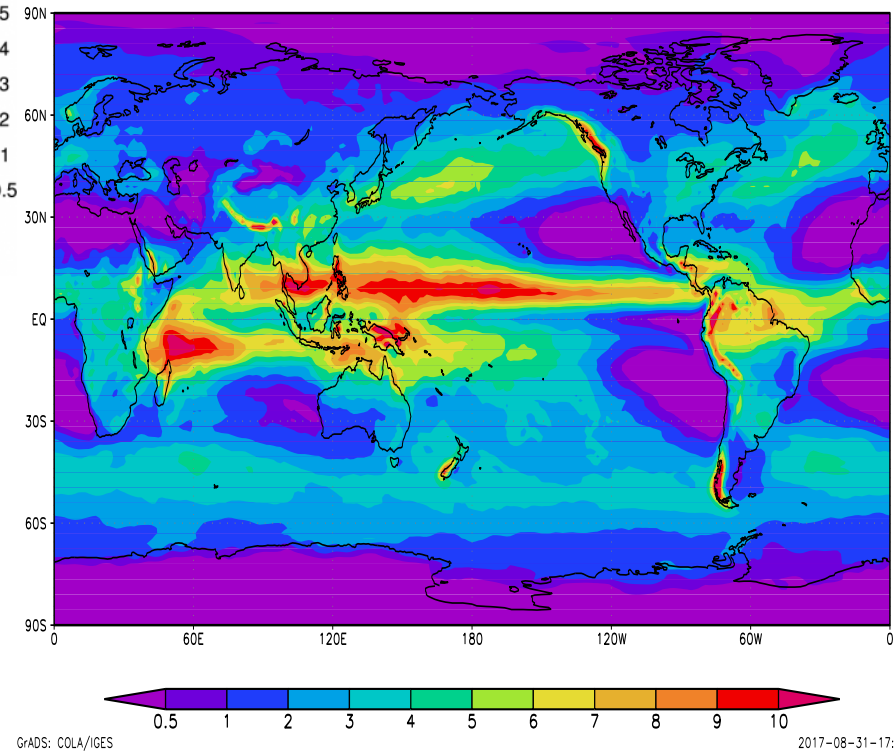


Precipitation

TRMM GPCP: 1979-2010



Annual mean = 2.99 mm/day



Планы

- Завершение настроек, «полный» эксперимент AMIP2
- Эксперименты совместно с моделью океана: сезонные и декадные прогнозы
- Новая параметризация глубокой конвекции «с памятью» 3MT (Gerard et al, MWR 2009) (прогностические updraft и downdraft)

Заключение

- Модель ПЛАВ воспроизводит современный климат на масштабах нескольких лет.
- Усовершенствование модели собственной (в достаточной мере) разработки:
 - гораздо легче, потому что известно, что где находится;
 - гораздо тяжелее, потому что много времени уходит на поиск причин проблем и собственно разработку усовершенствований;
 - восхитительный творческий процесс!

Спасибо за внимание!