

Национальная модель Земной системы:
современное состояние и перспективы
развития

Володин Е.М.

*Институт вычислительной
математики им. Г.И. Марчука РАН*

Модель климатической системы Земли включает в себя следующие блоки:

1. Динамика атмосферы, включая модель поверхности суши и почвы
2. Динамика океана и морского льда
3. Аэрозольный блок
4. Углеродный цикл (учет эволюции углерода растений, почвы, океана)
5. Электрические явления (молнии, ионосферный потенциал)

Может включать в себя также модели:

1. Динамики ионосферы
2. Эволюции ледниковых щитов
3. Биохимии океана
4. Химии атмосферы

Модель реализована на многопроцессорных вычислительных системах с распределенной памятью.

Например, при разрешении 1.25×1 градус и 73 уровня в атмосфере (верхняя граница около 60 км) и 0.5×0.25 градуса и 40 уровней в океане обычно используется 1120 вычислительных ядер:
480 ядер на динамику атмосферы
480 на аэрозольный блок
160 на динамику океана

Модель используется для:

Моделирования климата и его изменений.

Участие в CMIP3 (2003-2004), CMIP5 (2010-2011),
CMIP6 (2018-2019)

Воспроизведение исторических изменений климата 1850-2014г.

Оценка вероятных будущих изменений климата в 21 веке при различных сценариях

Моделирование климата прошлых эпох:

оптимум голоцена 6 т.л.н.,

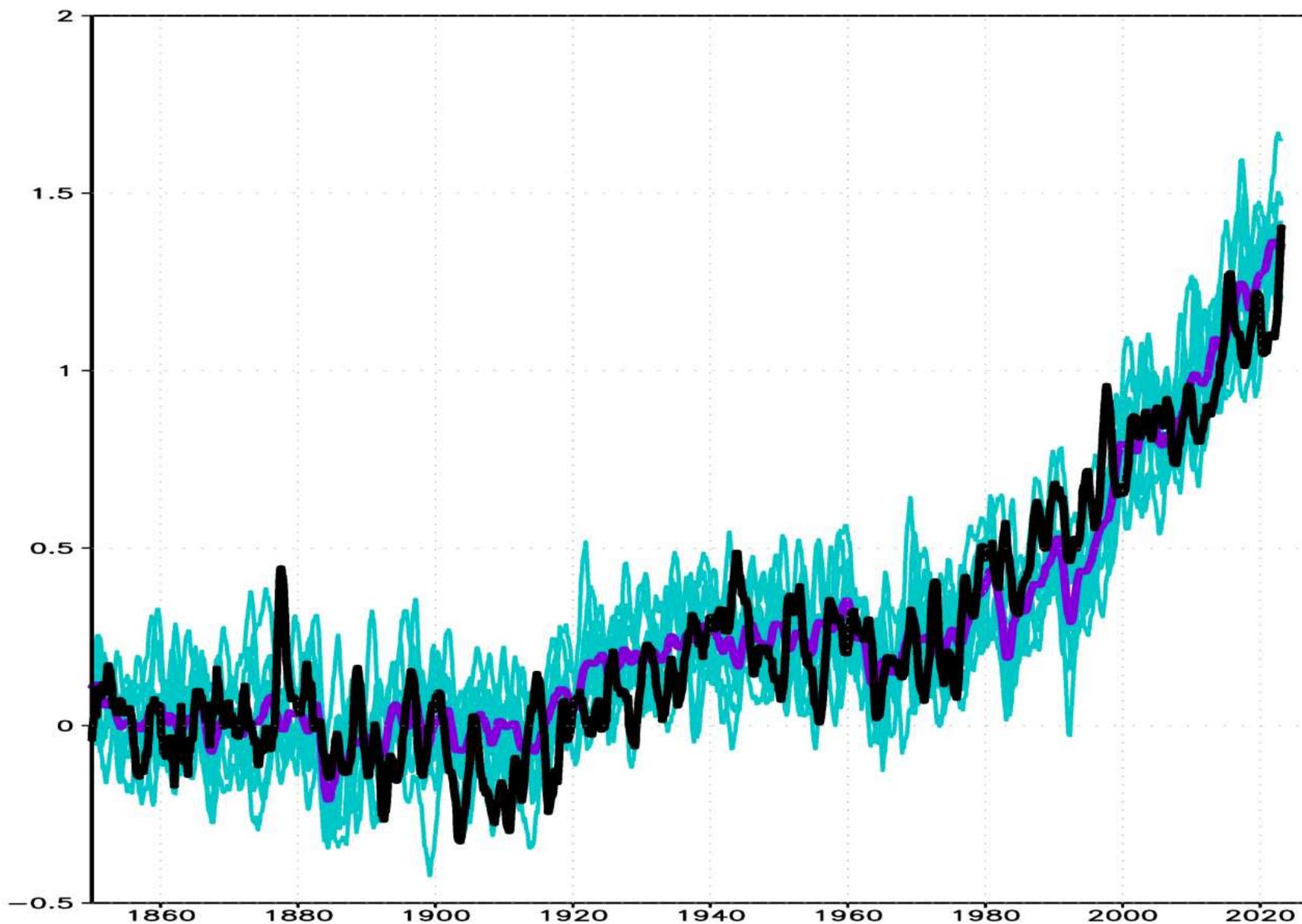
максимум оледенения 21 т.л.н.

микулинское межледниковье (127 т.л.н.)

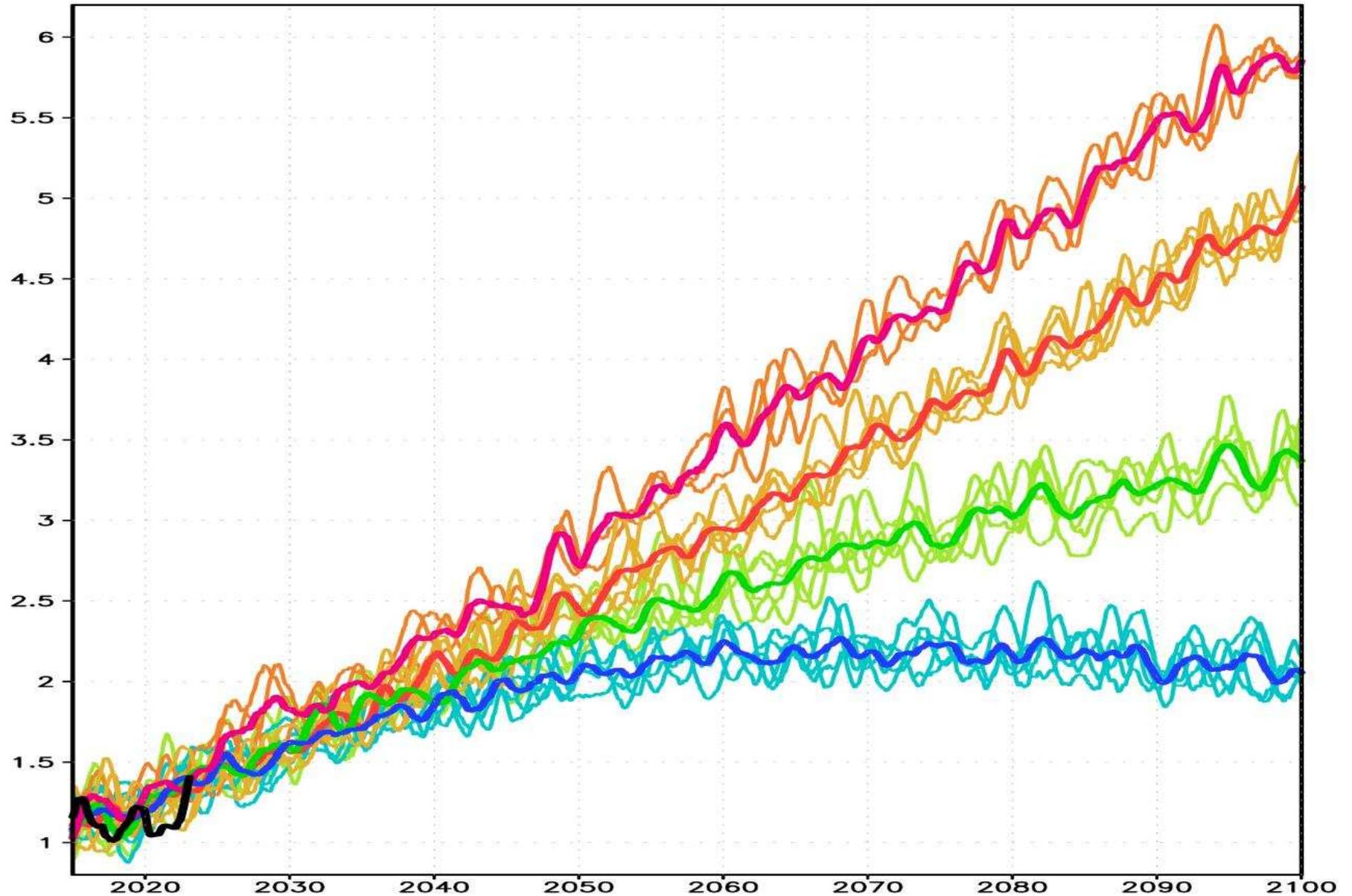
оптимум эоцена 55-60 млн.л.н.

изменения климата последнего тысячелетия: 850-1850г

Наблюдаемое (черный) и модельное (сине-зеленый) изменение температуры воздуха у поверхности в 1850-2023г



Изменение глобальной температуры в 2015-2100г при сценариях SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0, SSP5-8.5

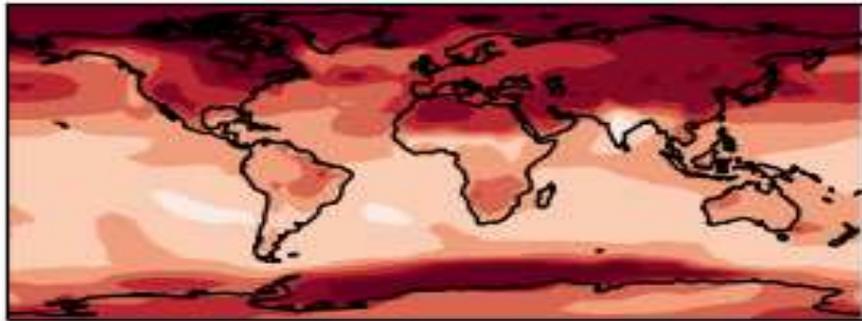


Модель используется для:

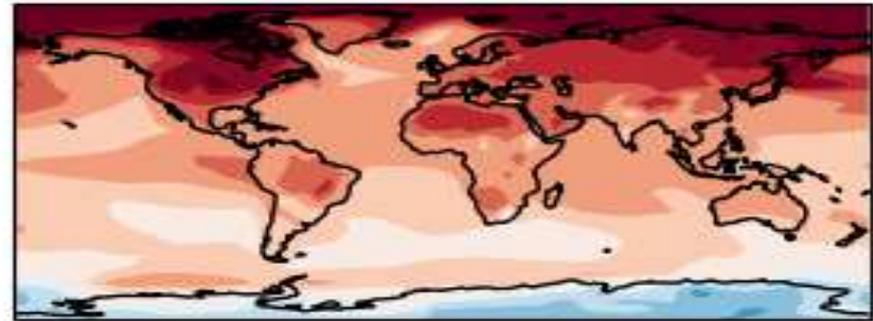
Прогноза аномалий климата на 1-5 лет

<https://hadleyserver.metoffice.gov.uk/wmolc/> 2024-2028 from 2023

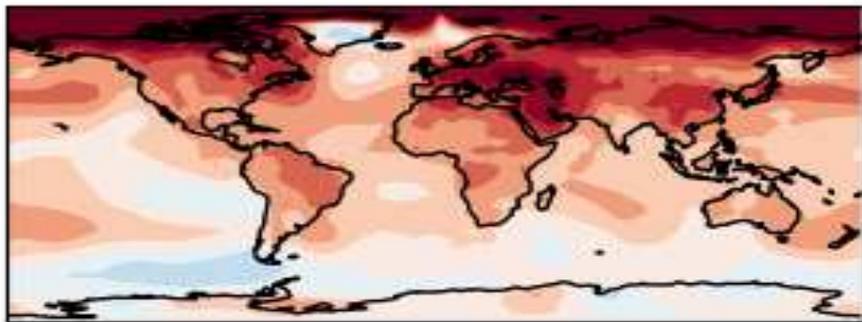
MRI



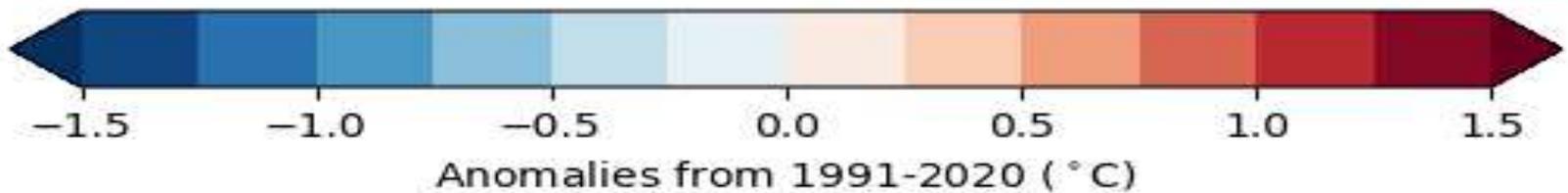
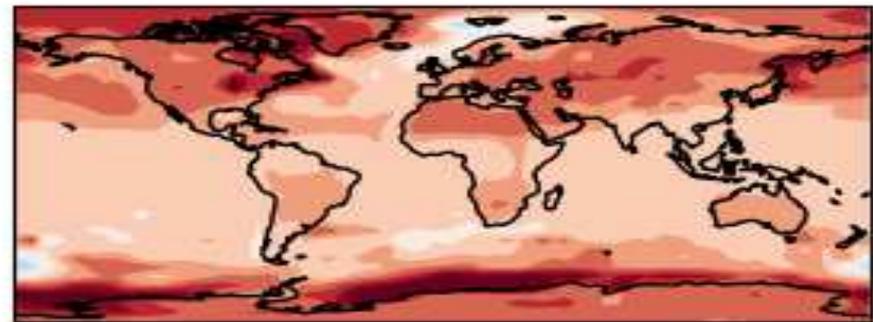
NCAR



NRL



RHMC

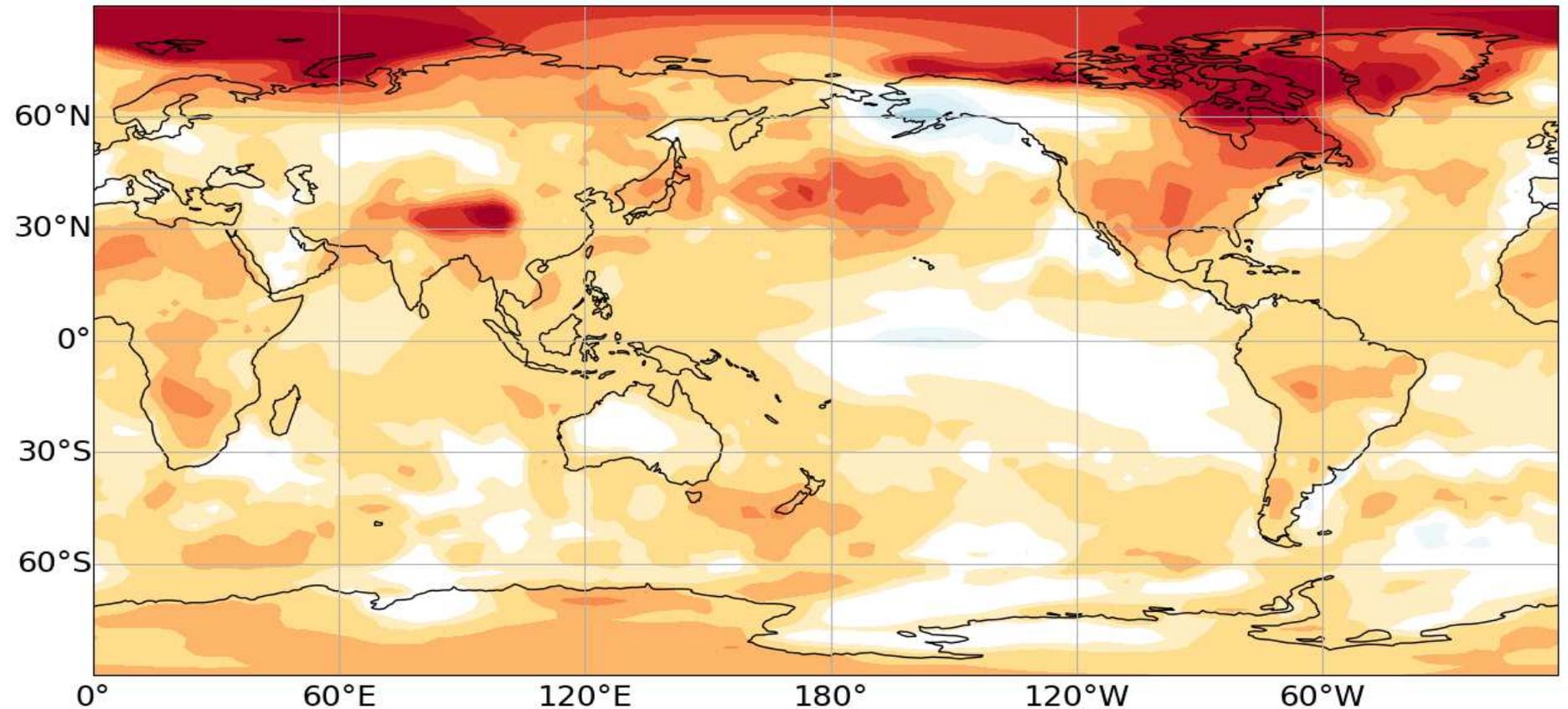


Модель используется для: сезонного прогноза

<https://esm-ru.ru/forecasts/seasonal-forecasts/>

T2 NDJ from 22-10-2024

0° 60°E 120°E 180° 120°W 60°W



-3.50 -2.50 -1.50 -0.50 0.25 1.00 2.00 3.00

Информацию о консорциуме модели Земной климатической системы можно найти на

<https://esm-ru.ru/>

Данные моделирования изменений климата
можно скачать на

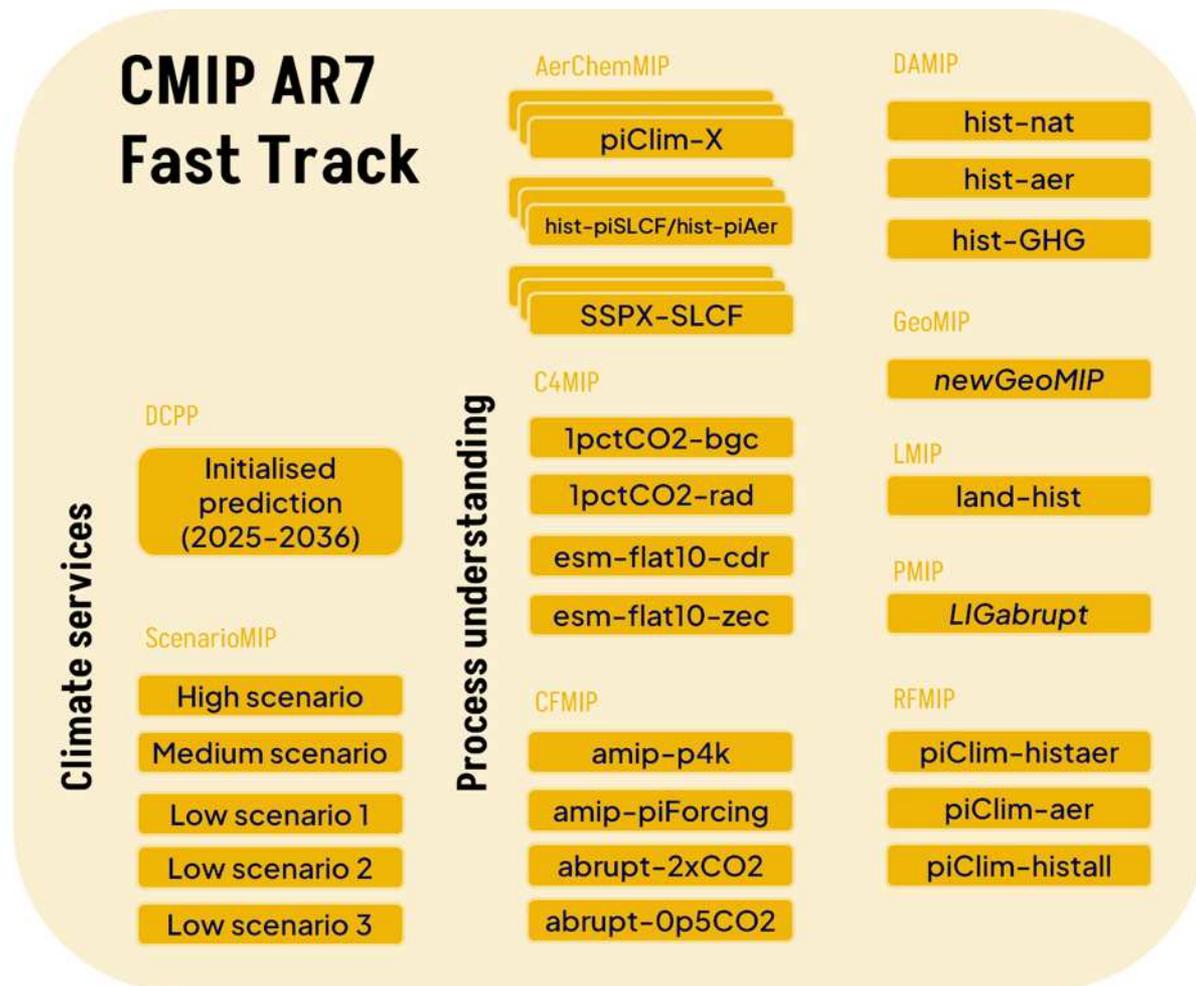
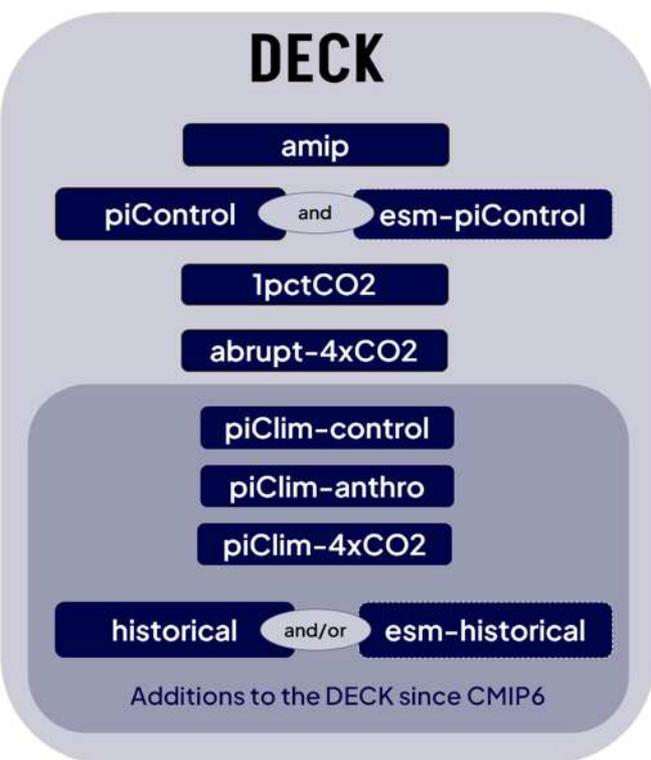
<https://esm-data.inm.ras.ru/>

<https://esgf.llnl.gov/nodes.html>

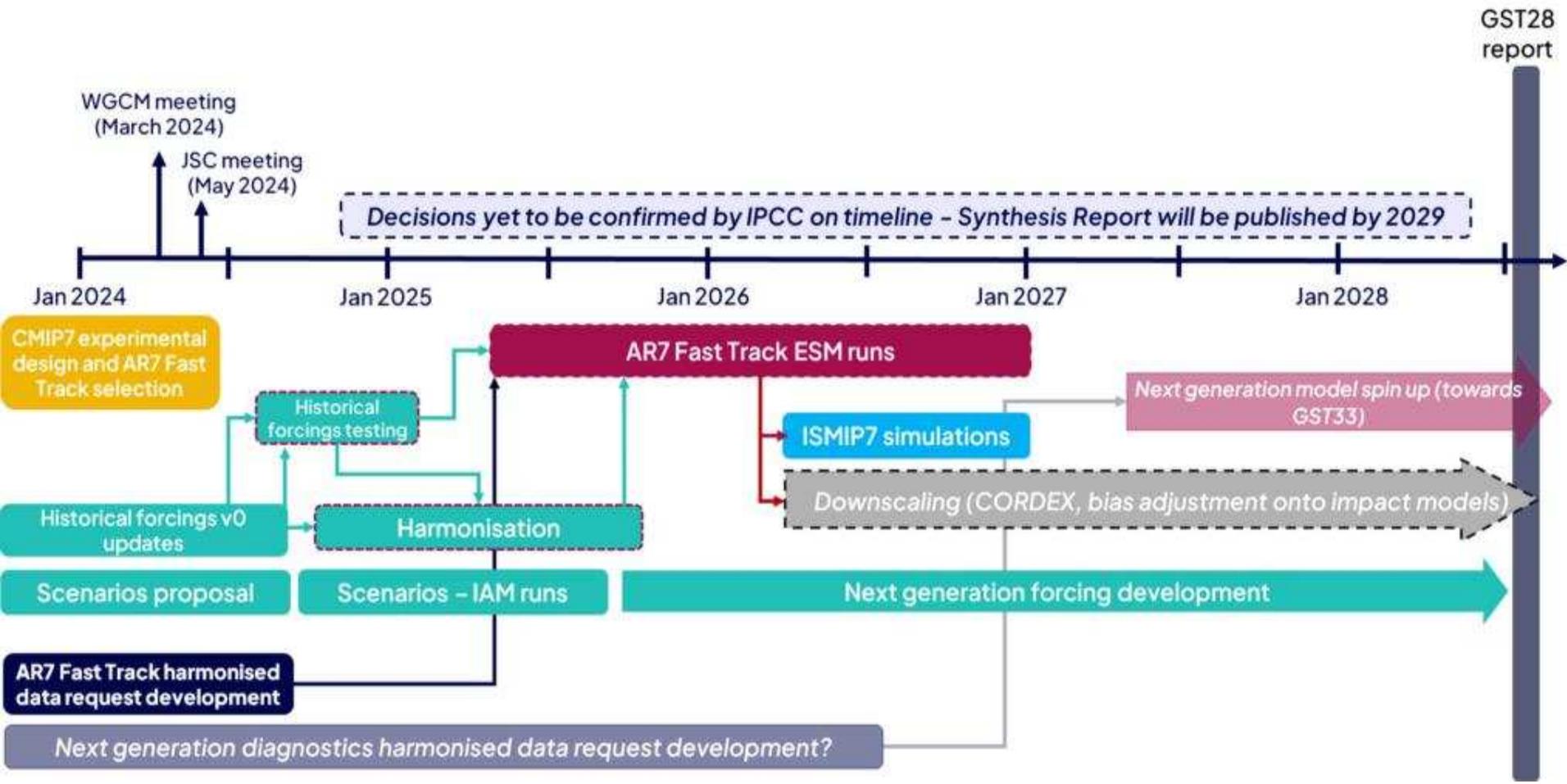
Обязательные и быстрые эксперименты CMIP7.

<https://airtable.com/appVPW6XAZfbOZjYM/shrq9I4NJThwOT9W/tblkc1lkKEtiYKcho> - interactive experiment viewer

<https://wcrp-cmip.org/cmip7/> - описание CMIP7



Примерное расписание CMIP7



Планы по дальнейшему развитию модели климатической системы:

Тестирование нового динамического ядра динамики атмосферы на сетке “кубическая сфера”

Адаптация модели к графическим процессорам

Использование ИИ в некоторых параметризациях физических процессов