



CAMP4ASB
Climate Adaptation & Mitigation
Program for Aral Sea Basin
CENTRAL ASIA

Введение в климатическое моделирование. Сценарии изменения климата.

Калашникова О.Ю.

По материалам Юлия Дидовца, Анастасии Лобановой

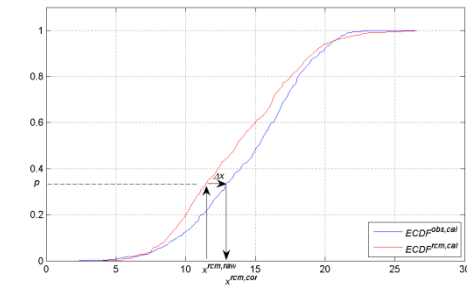
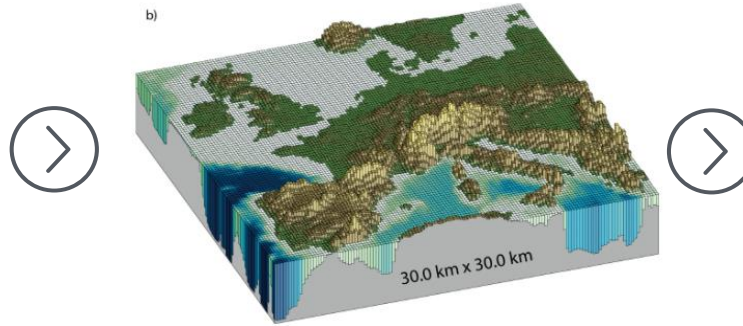
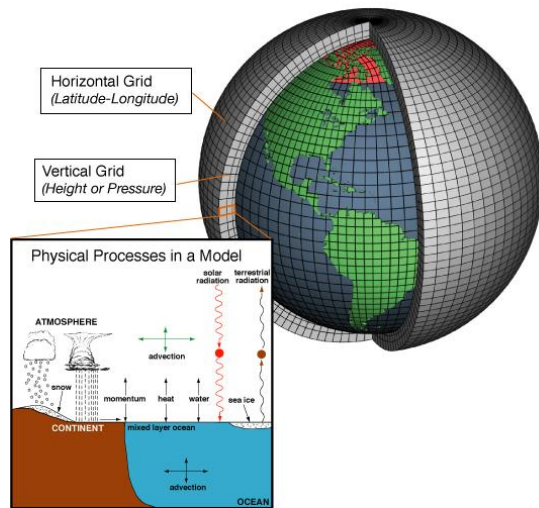
Семинары повышения квалификации

Алматы, Казахстан

Содержание.

- История климатического моделирования.
- Глобальные и региональные модели.
- Сценарии изменения климата CMIP5 (Coupled Model Intercomparison Project 5).
- Работа с данными в формате netcdf .
- Сценарии RCP (RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 8.5)

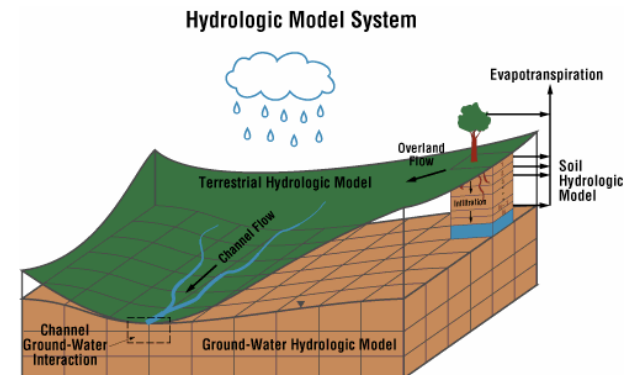
Гидрологическое моделирование. Сценарии



source: IPCC AR5 (2013)

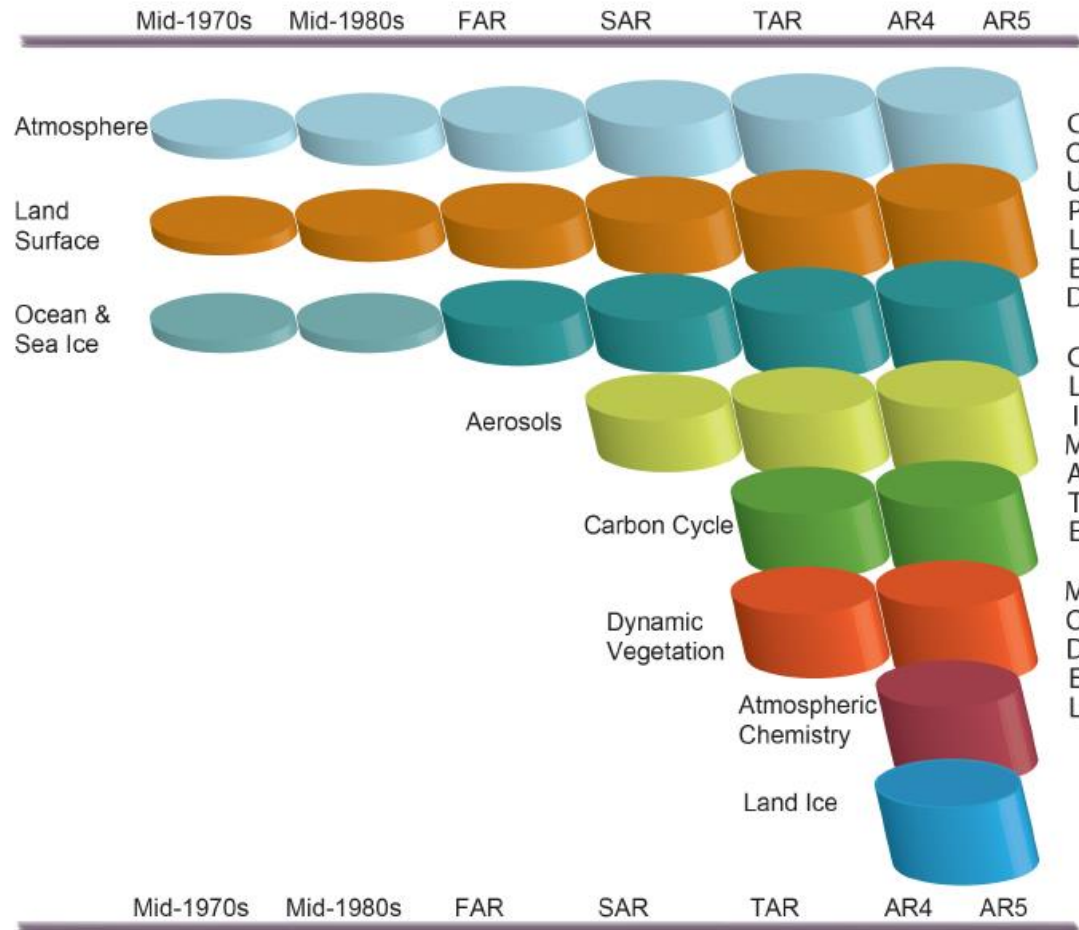
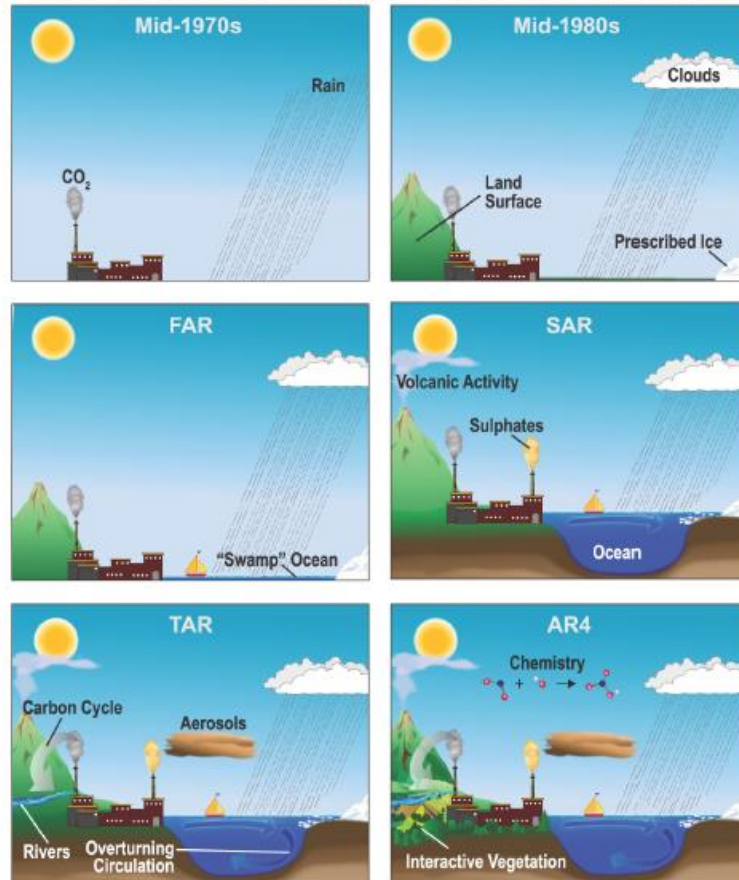


- Симуляции методом „Ансамбли“
- Оценка трендов – 30 лет
- Абсолютные и относительные значения

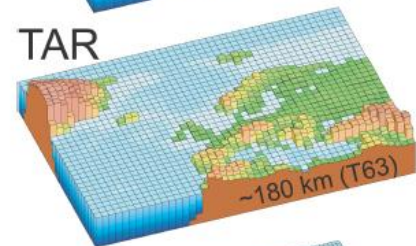
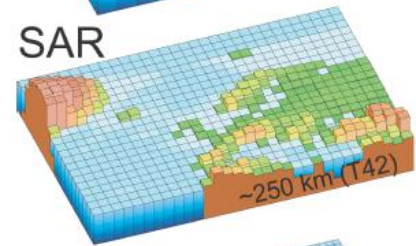
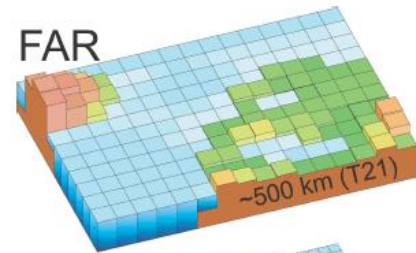


Моделирование климата – от ГЦМ к МЗС

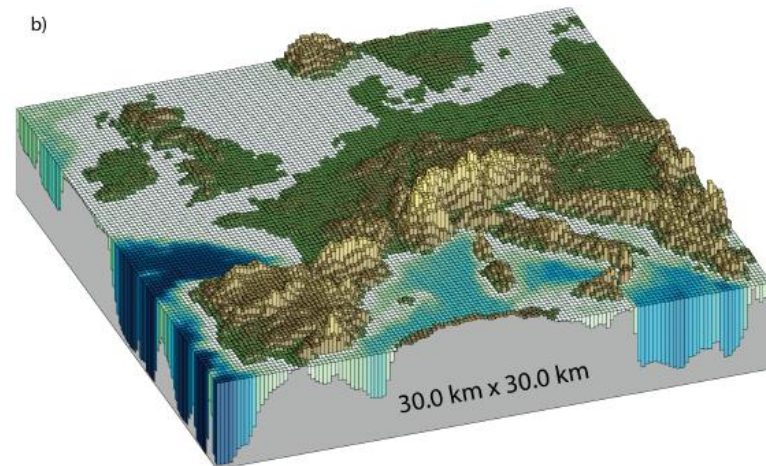
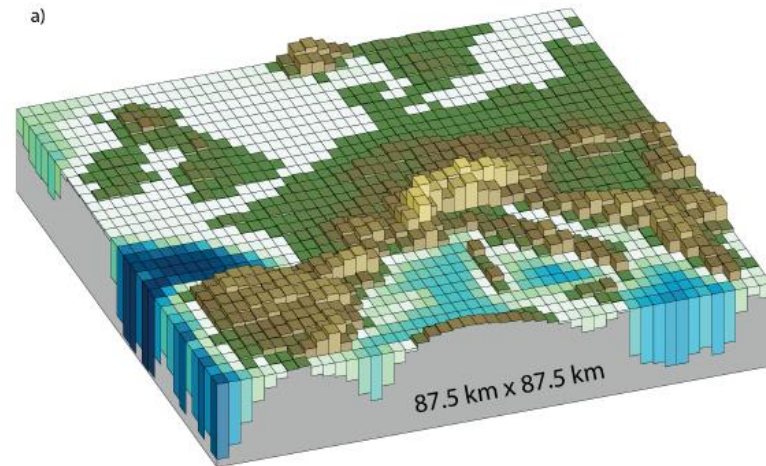
The World in Global Climate Models



Моделирование климата – разрешение моделей

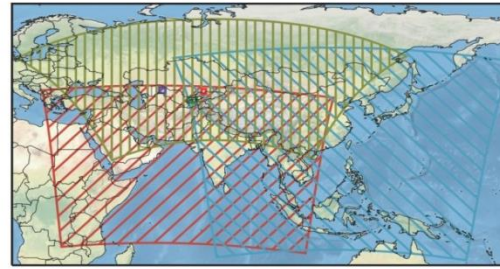


source: IPCC AR4 (2007)



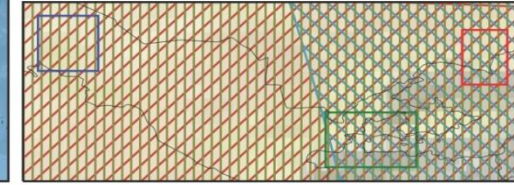
source: IPCC AR5 (2013)

Климатические проекции



CORDEX-Domains:

CORDEX-WAS: South Asia (naming convention)
CORDEX-EAS: East Asia
CORDEX-CAS: Central Asia



Number of Simulations

River Basin	historical	rcp26	rcp45	rcp85
Isfara	17	6	17	17
Chimbay	17	6	17	17
Aspara	19	7	19	19

- CORDEX База Данных

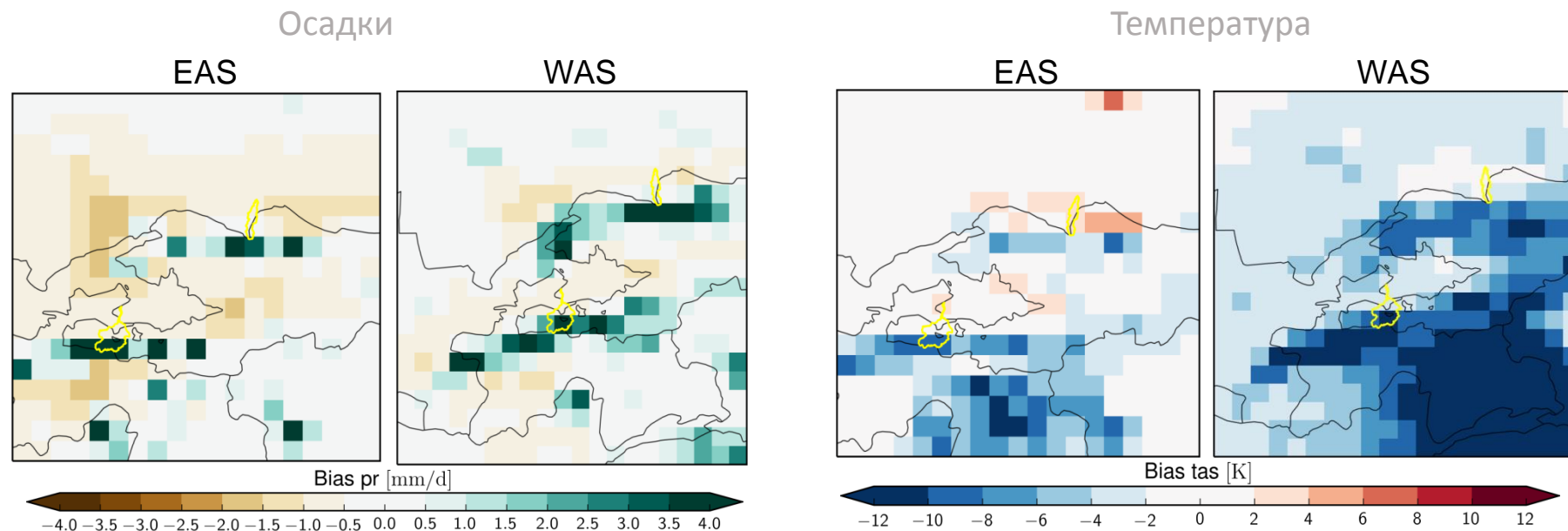
CORDEX база данных которая содержит регионализированные симуляции CMIP5, which are freely available in Internet. Существует 16 доменов, включая Центральную Азию, количество симуляций зависит от домена

- ISI-MIP Сценарии

ISI-MIP содержит 5 Глобальных Циркуляционных моделей CMIP5 GCMs, которые были интерполированы на сетку с разрешением 0.5 градусов, одновременно с коррекцией модельного отклонения к WATCH Era40

Климатические проекции. Сравнение с WATCH

- ISI-MIP → откорректированы по WATCH
- CORDEX показали серьезные отклонения по температуре и осадкам в горных регионах



Гидрологическое моделирование. Неопределённости

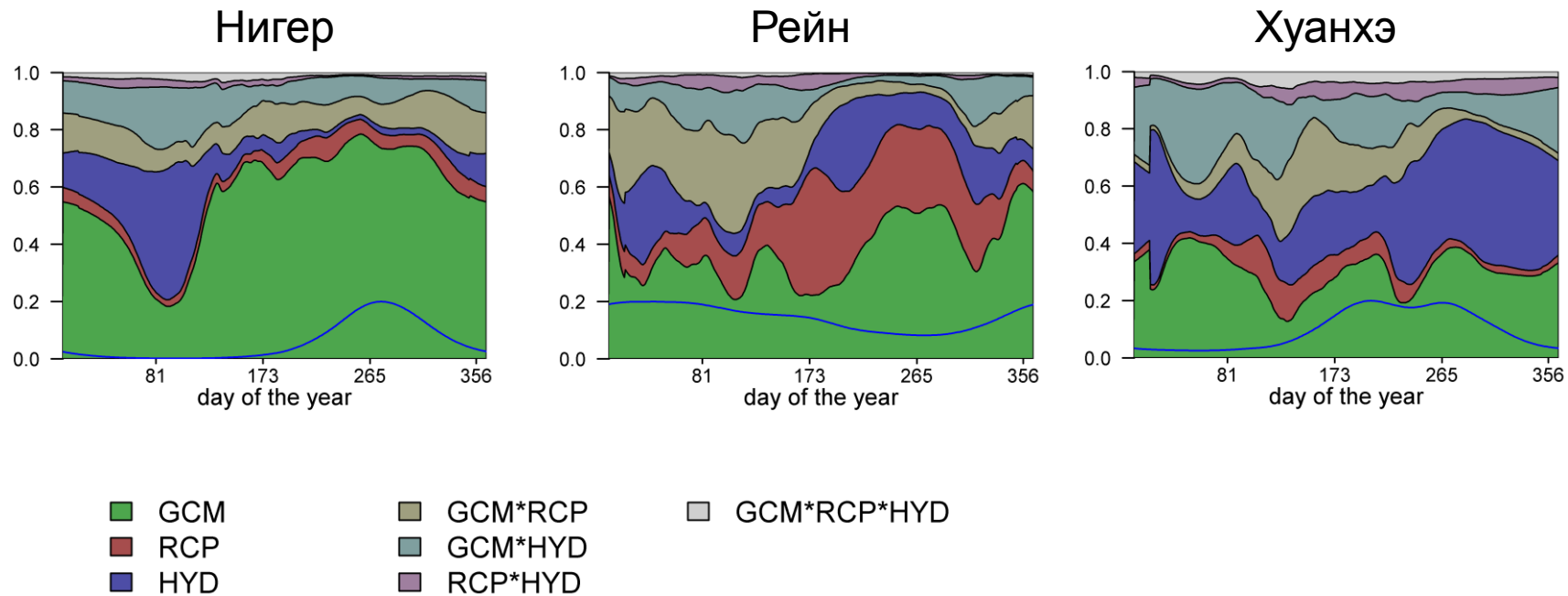
Откуда неопределённости в гидрологическом моделировании?

- структура модели
- входные данные
- наблюдаемые данные
- параметры и их определение

ПЛЮС: Неопределённости в климатическом моделировании – какие?

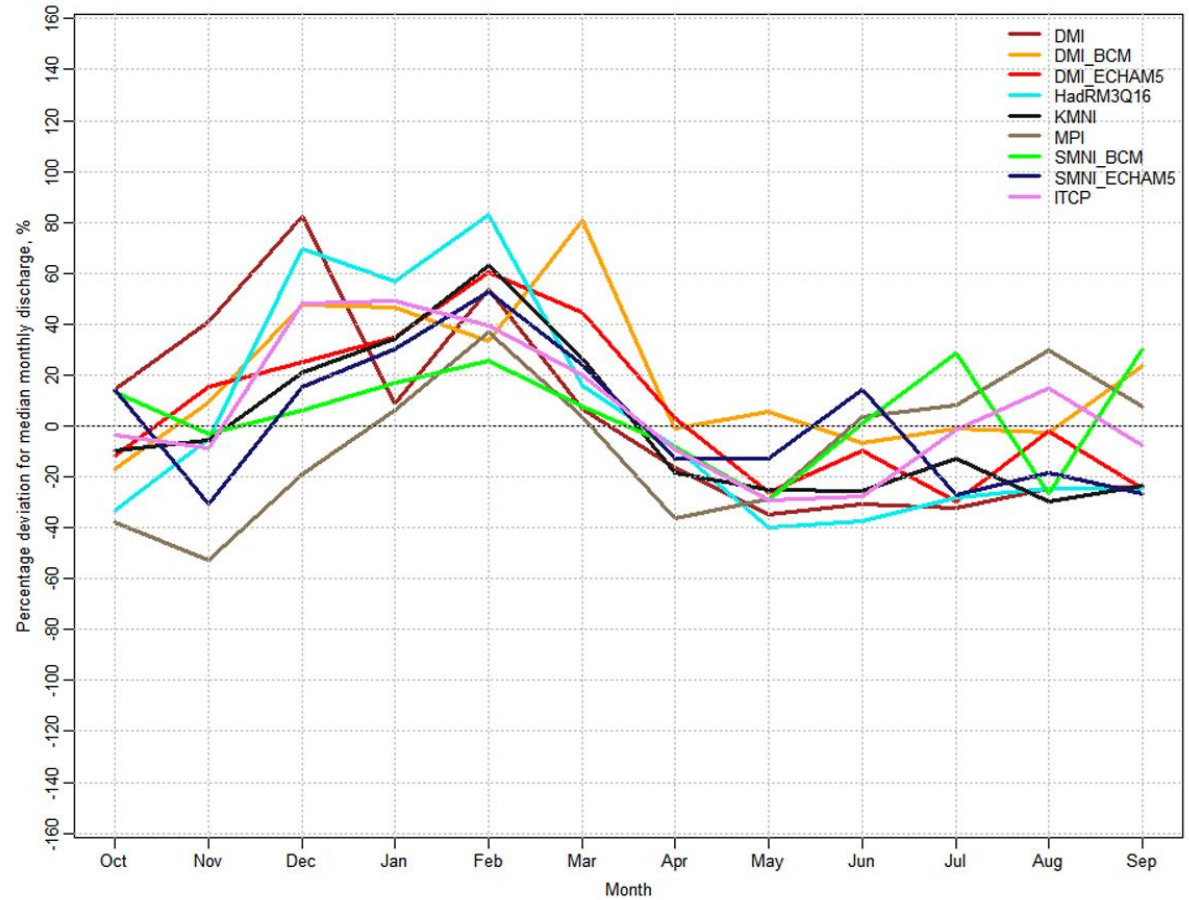
Гидрологическое моделирование. Неопределённости

Источники неопределённости в моделировании гидрологических воздействий изменения климата для рек на трёх континентах.

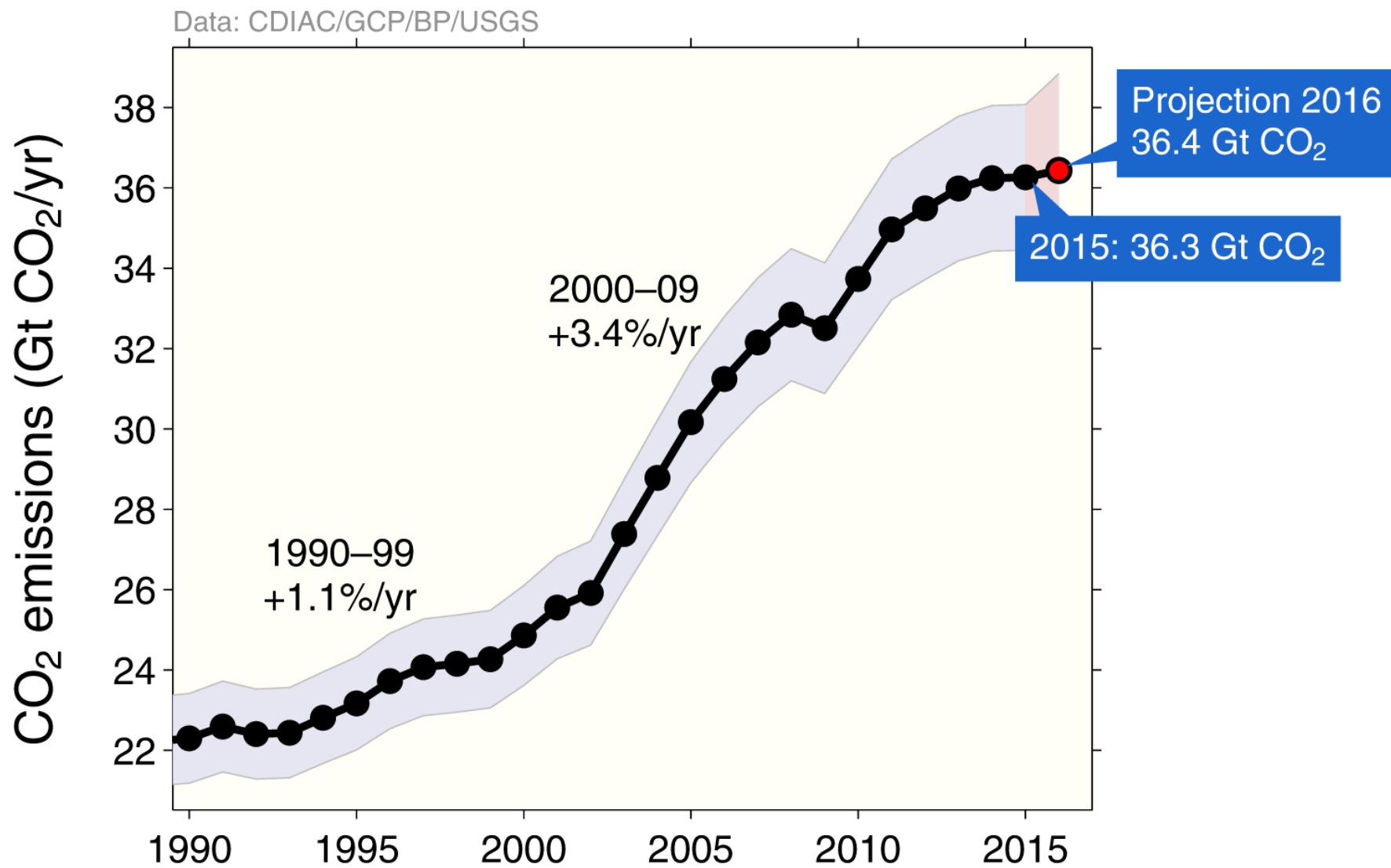


Оценка влияния изменения климата на расход р. Аспары, сценарии ISI-MIP

- Симуляции базового периода с данными ГЦМ



Изменение климата – Парниковый эффект

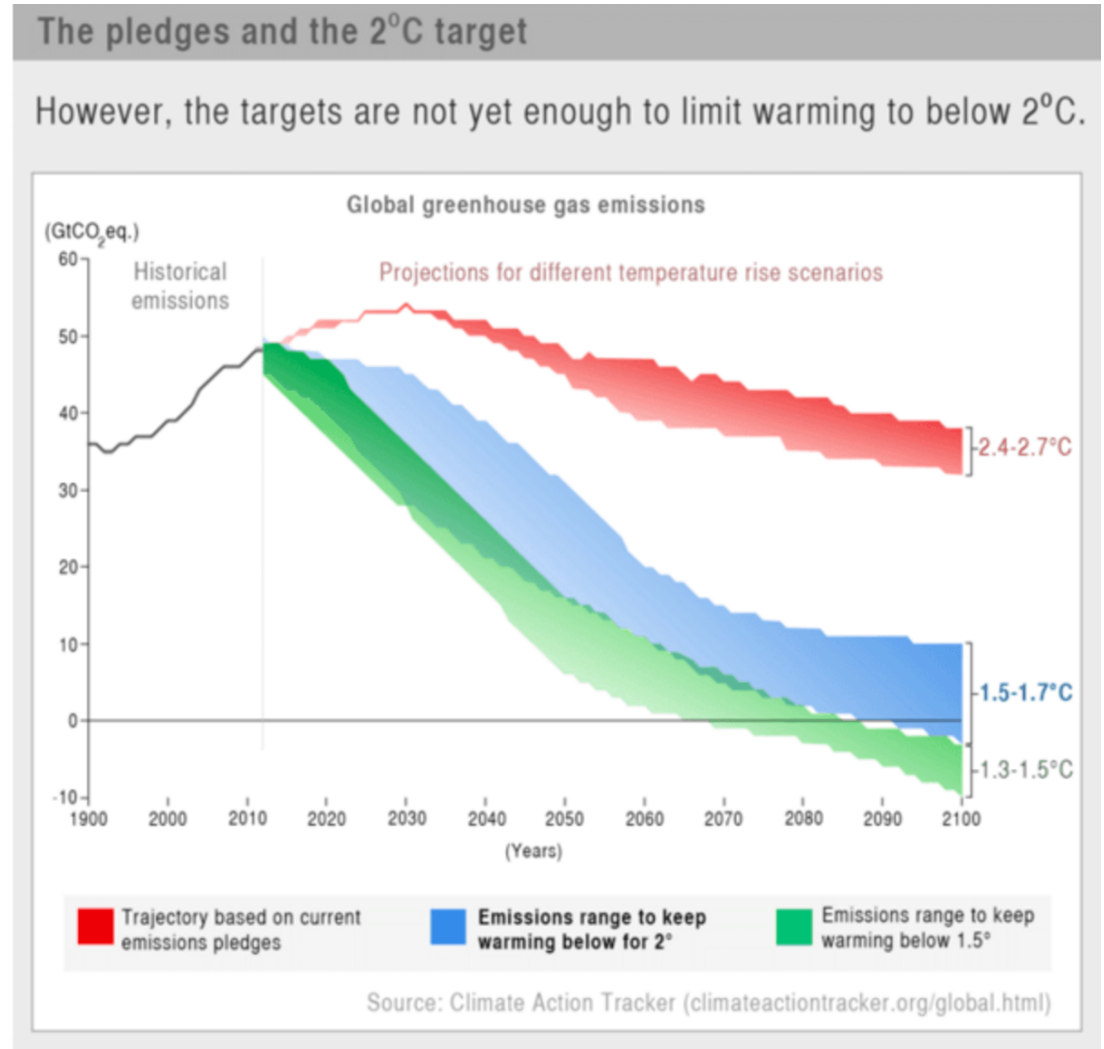


Изменение климата – глобальные инициативы

- Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК)
- Три рабочих группы:
 - Физическая научная основа
 - Последствия, адаптация и уязвимость
 - Предотвращение дальнейшего изменения климата
- Пятый оценочный доклад был выпущен в 2013 – 2014 году
- Шестой оценочный доклад ожидается к 2022 году
- 21 COP Conference of Parties Конференция (ООН) – Парижское соглашение «по достижению цели удержания прироста глобальной средней температуры намного ниже 2 °С, одновременно прилагая усилия по ограничению роста температуры до 1,5 °С»

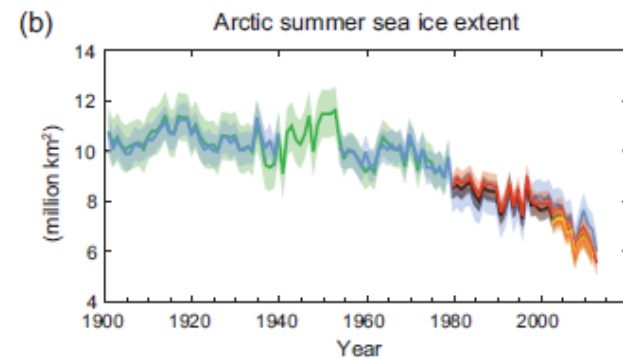
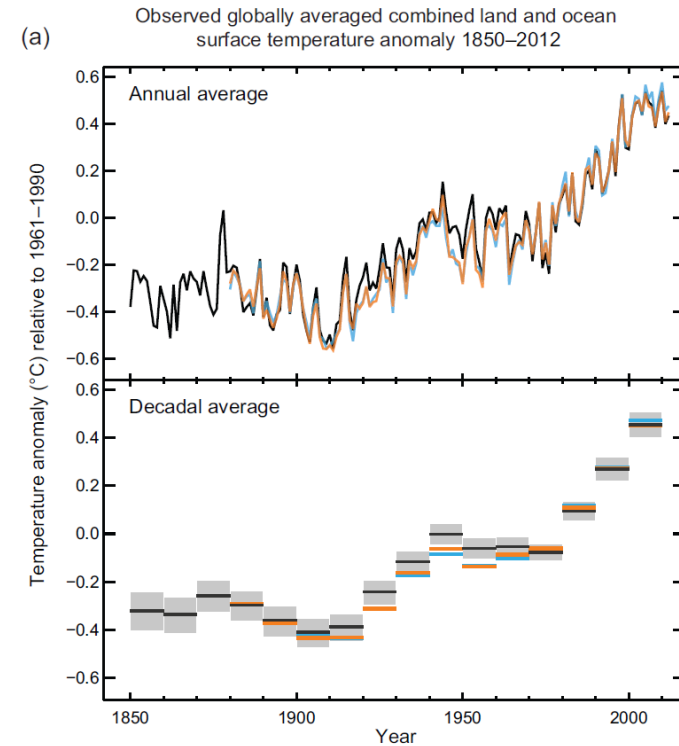
Изменение климата – Парижское Соглашение

- Каждая страна-участник отправила документ с прогнозами будущих выбросов парниковых газов
- Не достаточно уменьшение выбросов парниковых газов, чтобы ограничить потепление климата



Изменение климата – наблюдения

- С 1980 – 2012 до 0.85 градусов общее глобальное потепление
- Океан поглощает до 90% излишков энергии и с большой долей вероятности можно предполагать потепление на как минимум 0.5 градуса
- С 1980, изменение климата привело и ускорило таяние ледников по всему миру



Изменение климата – наблюдения

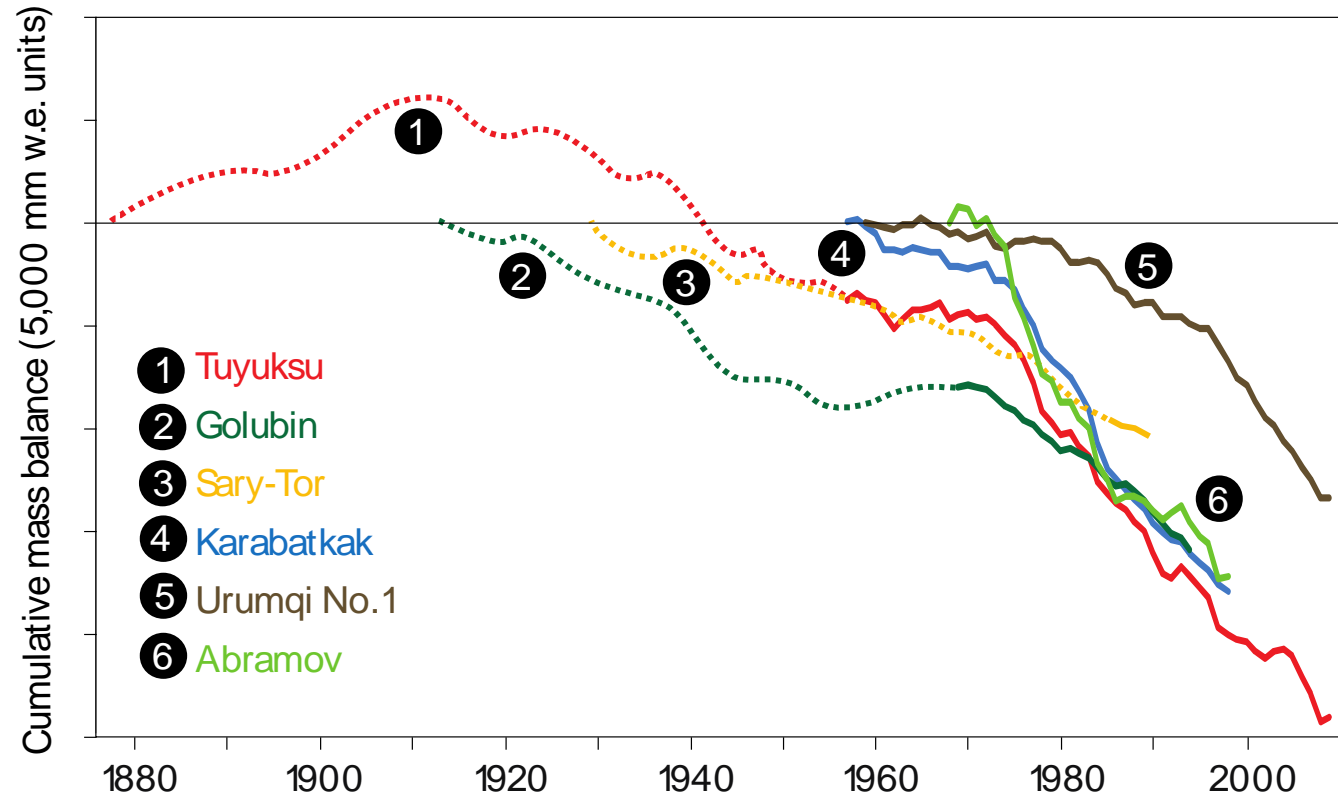


Figure 2 | Net mass balances for selected glaciers in Central Asia.

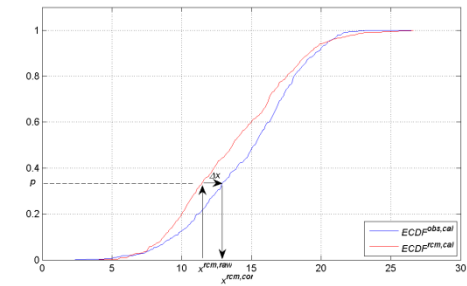
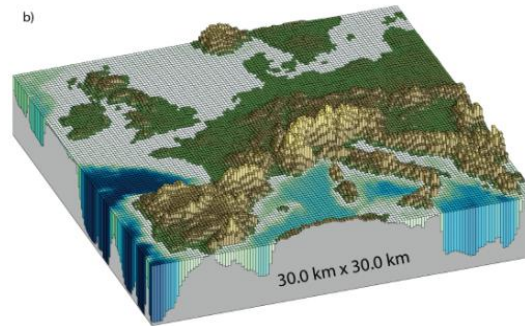
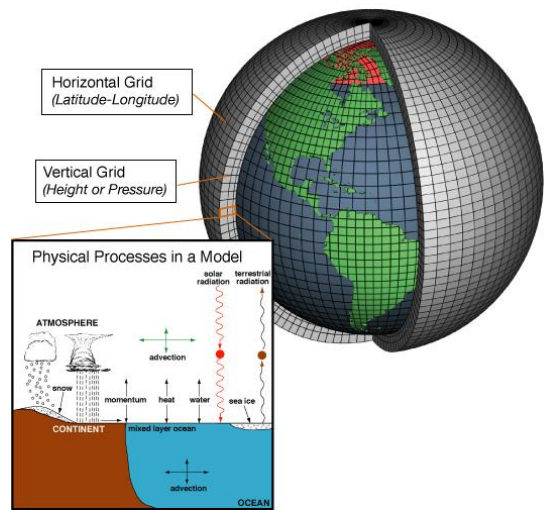
Sorg et al., 2012

Моделирование изменения климата - как получают проекции

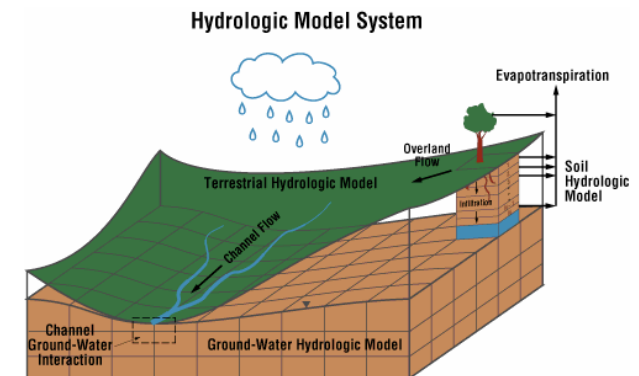
- RCP сценарии развития мира и будущих выбросов парниковых газов
- Симуляция глобальных атмосферных процессов с помощью GCM используя RCP как исходные данные
- Регионализация результатов с помощью RCM и последующих коррекций отклонений от наблюдаемых данных

Моделирование изменения климата

Климат в регионе это результат глобальных процессов и региональных физиографических особенностей

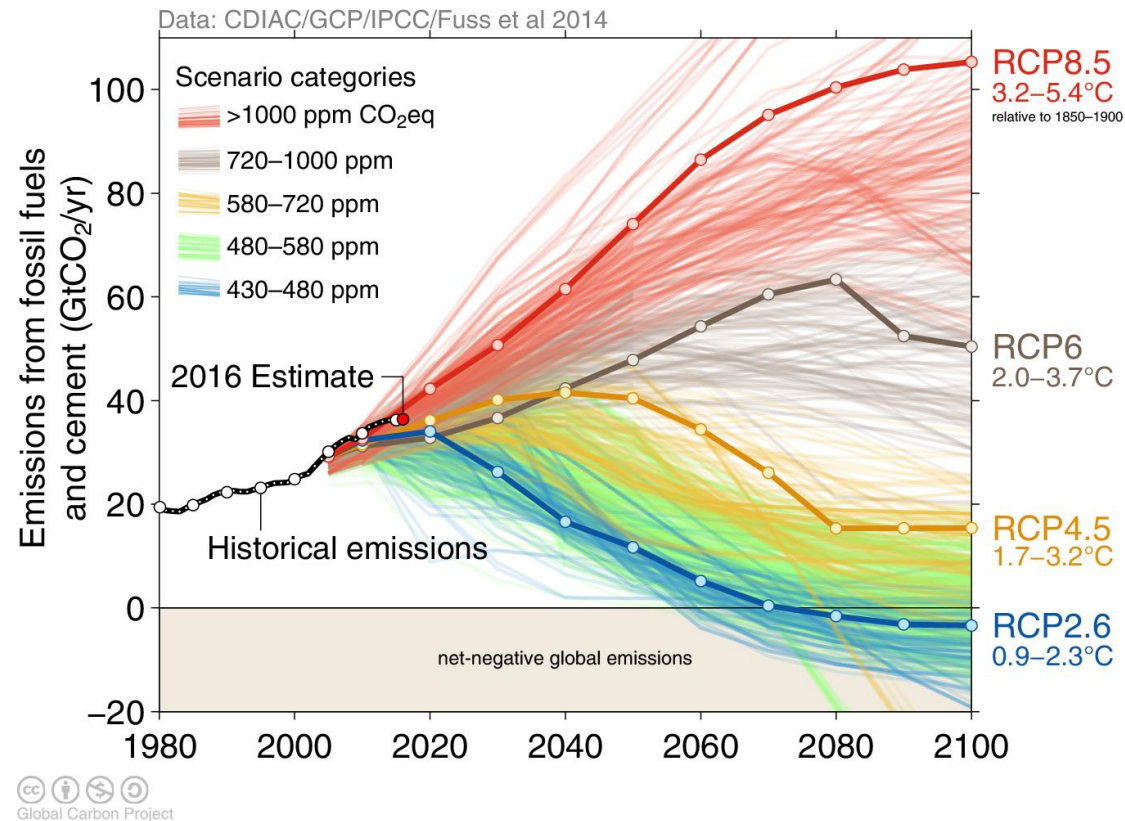


source: IPCC AR5 (2013)

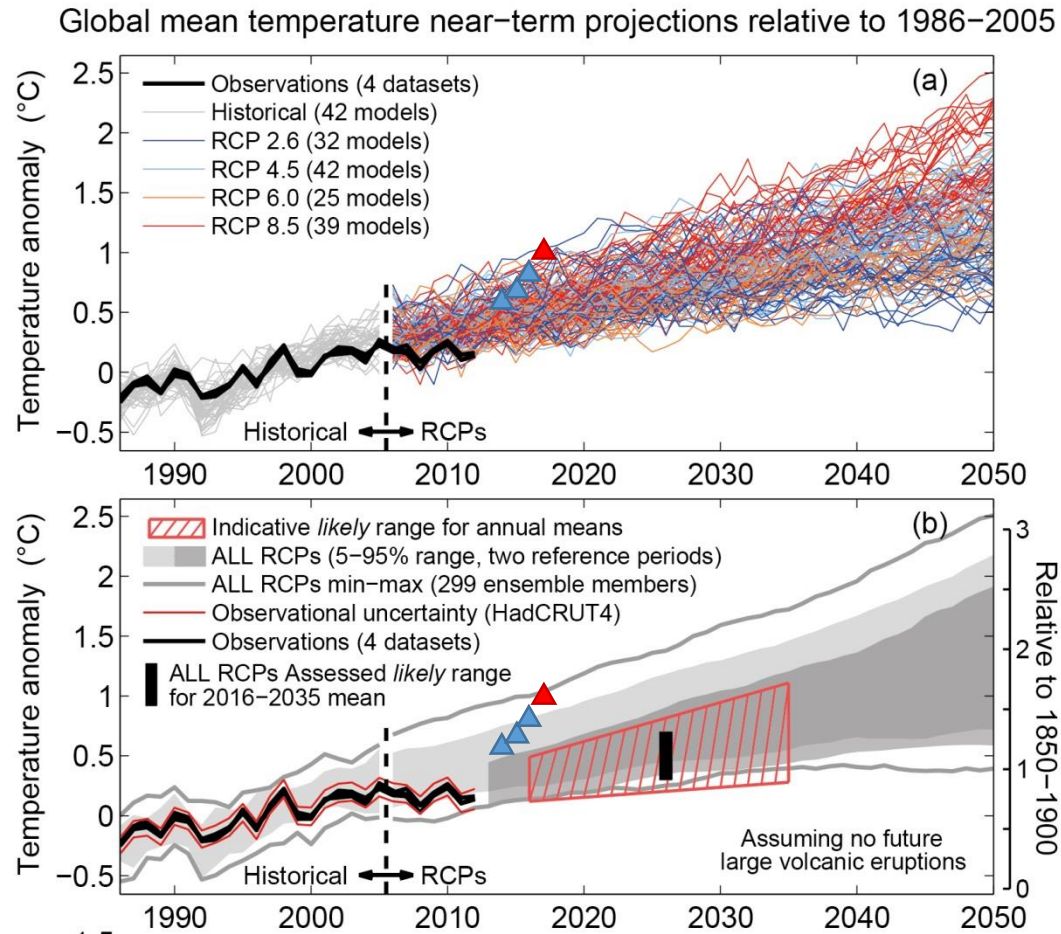


Моделирование изменения климата - проекция

RCP Representative Concentration Pathways: Репрезентативные
концетрации парниковых газов

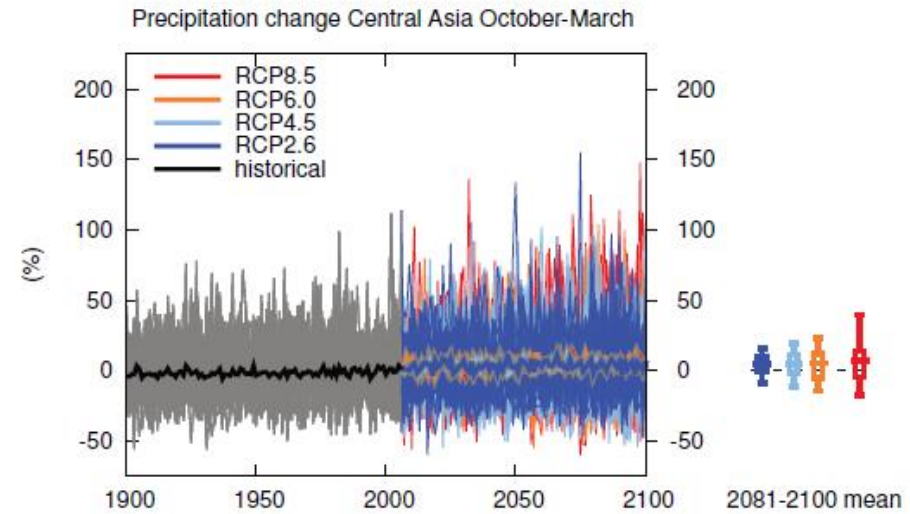
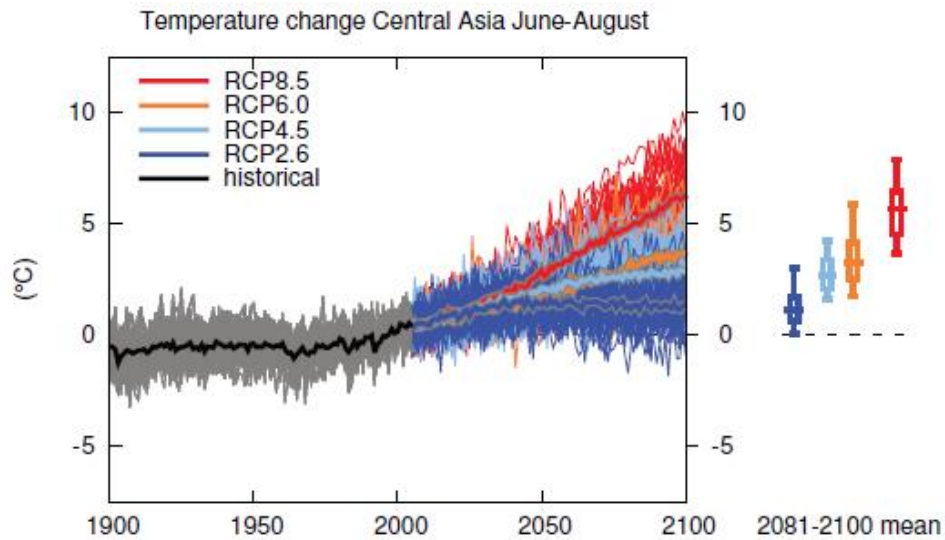


Изменение климата – наблюдения и проекции



Моделирование изменения климата - проекции

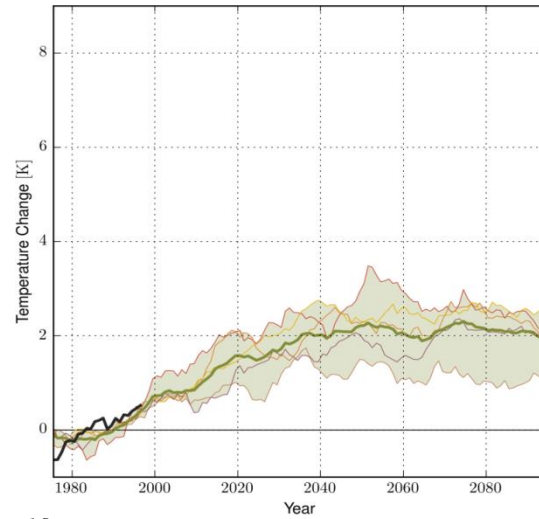
RCP Representative Concentration Pathways: Репрезентативные
концентрации парниковых газов



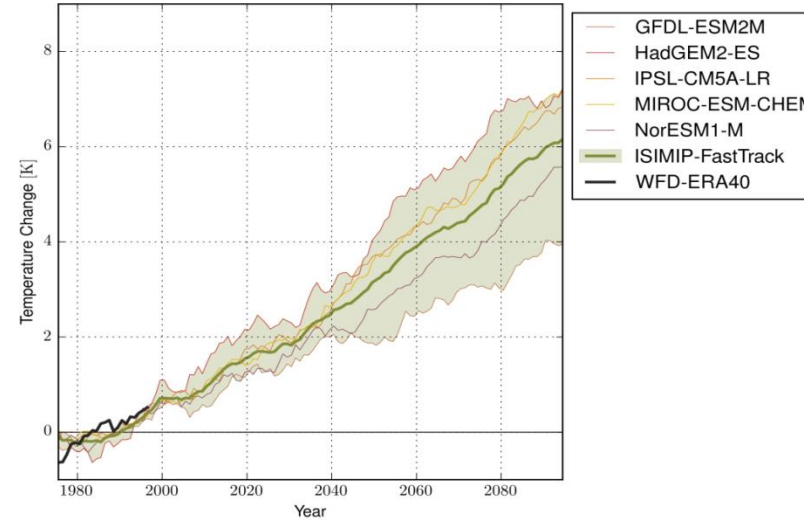
Климатические проекции для региона в Центральной Азии

Температура

RCP 2.6

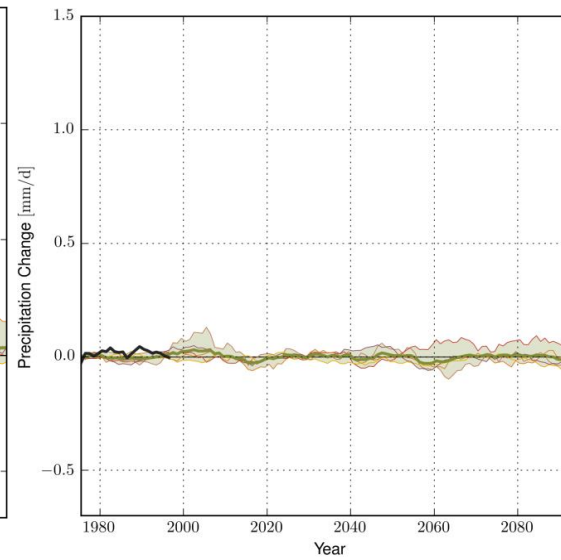
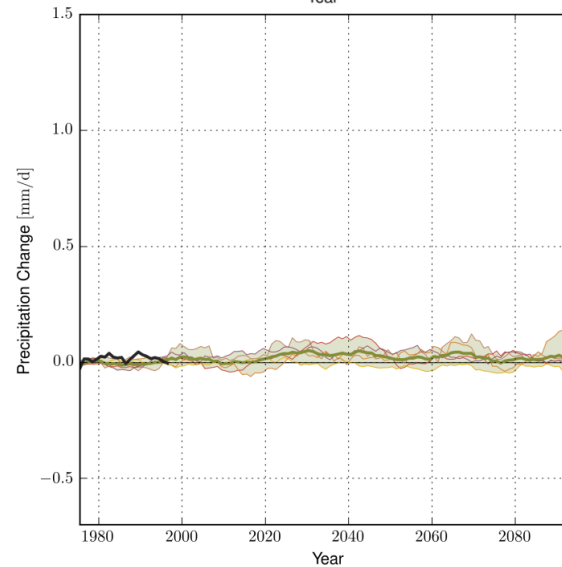


RCP 8.5



- GFDL-ESM2M
- HadGEM2-ES
- IPSL-CM5A-LR
- MIROC-ESM-CHEM
- NorESM1-M
- ISIMIP-FastTrack
- WFD-ERA40

Осадки



- GFDL-ESM2M
- HadGEM2-ES
- IPSL-CM5A-LR
- MIROC-ESM-CHEM
- NorESM1-M
- ISIMIP-FastTrack
- WFD-ERA40

Климатические проекции для региона в Центральной Азии

- К сожалению, глобальные модели не могут моделировать достаточно точно осадки в Центральной Азии
- Осадки с 1900 по 2005 в ЦА немного увеличились, модели показывают также подобные тренды на будущее
- Серьезное увеличение температуры, летом и весной, особенно в экстремальных сценариях
- Несмотря на неопределенности с осадками можно с большой долей вероятности говорить о увеличении проблем с водными ресурсами в ЦА
- Возможно, в некоторых регионах создадутся благоприятные условия для определённых с-х культур
- Нет адаптационных стратегий они должны базироваться на эффективном менеджменте водных ресурсов и адекватном моделировании
- Очень важны дальнейшие исследования!

Работа с данными NetCDF and Panoply

NetCDF (Network Common Data Form)

- это набор программных библиотек и самоописывающихся, машинно-независимых форматов данных, которые поддерживают создание, доступ и совместное использование массивно-ориентированных научных данных.
- Главная страница проекта размещена программой Unidata в университетской корпорации атмосферных исследований (UCAR). Они также являются главным источником программного обеспечения netCDF, разработки стандартов, обновлений и т.д. Этот формат является открытым стандартом.
- В формате netcdf, классические и 64-битный формат смещения международных стандартов открытого геопространственного Консорциума.

["NetCDF Home Page"](#). Unidata/UCAR. [Archived](#) from the original on 2017-12-06. Retrieved 2017-12-05.

[^ "OGC standard netCDF Classic and 64-bit Offset"](#). [Opengeospatial.org](#). [Archived](#) from the original on 2017-11-30. Retrieved 2017-12-05.

NetCDF (Network Common Data Form)

- Этот проект был начат в 1989 году и до сих пор активно поддерживается компанией UCAR.
- Оригинальный двоичный формат netCDF (выпущенный в 1997 году, теперь известный как "классический формат netCDF") по-прежнему широко используется во всем мире и продолжает полностью поддерживаться во всех выпусках netCDF.
- Версия 4.0 (выпущенная в 2008 году) позволила использовать формат файла данных HDF5.
- Версия 4.1 (2010) добавила поддержку клиентского доступа C и Fortran к указанным подмножествам удаленных данных через OPeNDAP.
- Версия 4.3.0 (2012) добавила систему сборки CMake для сборок Windows.
- Версия 4.7.0 (2019) добавлена поддержка чтения объектов Amazon S3.
- Дальнейшие релизы запланированы для повышения производительности, добавления функций и исправления ошибок.

Panoply

- Это средство просмотра файлов netCDF, разработанное в Институте космических исследований имени Годдарда НАСА, которое фокусируется на представлении данных с географической сеткой.
- Он написан на Java и, следовательно, не зависит от платформы.
- Хотя его набор функций перекрывается с ncBrowse и ncview, Panoply отличается широким разнообразием картографических проекций и возможностью работы с различными масштабными цветовыми таблицами.








["Panoply"](#). [Giss.nasa.gov](#). [Goddard Institute for Space Studies](#). [Archived](#) from the original on 2014-06-20. Retrieved 2013-11-27.

Panoply

Ссылки для установки ПО

Java – <https://java.com/en/download>

Panoply – <https://download.cnet.com/>

Name	Date modified	Type	Size
 colorbars	22.06.2018 14:05	File folder	
 jars	22.06.2018 14:06	File folder	
 overlays	22.06.2018 14:06	File folder	
 error.log	22.06.2018 14:41	Text Document	7 KB
 output.log	22.06.2018 14:53	Text Document	2 KB
 Panoply.exe	22.06.2018 14:05	Application	294 KB
 README.txt	22.06.2018 14:05	TXT File	4 KB

Panoply

The screenshot displays the Panoply software interface. On the left is a sidebar with navigation options: Open, Look, Recent Items, Desktop, My Documents, Computer, and Network. The main window is titled 'Sources' and contains a menu bar (File, Edit, View, Bookmarks, Plot, Window, Help) and a toolbar with icons for 'Create Plot', 'Combine Plot', and 'Open Dataset'. Below the toolbar are three tabs: 'Datasets', 'Catalogs', and 'Bookmarks'. The 'Datasets' tab is active, showing a table with the following data:

Name	Long Name	Type
tas_watch_1961_20...	tas_watch_1961_2001_cut.nc4	Local File
lat	latitude	--
lon	longitude	--
tas	Surface (2m) Air Temperature	[lon][lat][time]
time	time	--

Below the table is a checkbox labeled 'List only plottable variables'. To the right of the table, a red-bordered box highlights the metadata for the selected file, titled 'File "tas_watch_1961_2001_cut.nc4"'. The metadata includes the dataset type and a netcdf file definition:

```
File "tas_watch_1961_2001_cut.nc4"
Dataset type: Hierarchical Data Format, version 5
netcdf file:/F:/CATCHMENTS/ASIA_2/Hydrology/presentation/isfara_clim/netcdf/tas_watch_1961_2001_cut.nc4 {
  dimensions:
    lon = 4;
    time = UNLIMITED; // (14975 currently)
    lat = 3;
  variables:
    float tas(time=14975, lat=3, lon=4);
      :standard_name = "air_temperature";
      :long_name = "Surface (2m) Air Temperature";
      :units = "K";
      :_FillValue = 1.0E20f; // float
      :missing_value = 1.0E20f; // float
      :_ChunkSize = 1, 3, 4; // int

    double lon(lon=4);
      :standard_name = "longitude";
      :long_name = "longitude";
      :units = "degrees_east";
      :axis = "X";
      :_CoordinateAxisType = "Lon";

    double time(time=14975);
      :standard_name = "time";
      :units = "days since 1860-1-1 00:00:00";
      :calendar = "proleptic_gregorian";
      :axis = "T";
      :_ChunkSize = 524288; // int
      :_CoordinateAxisType = "Time";

    double lat(lat=3);
      :standard_name = "latitude";
      :long_name = "latitude";
      :units = "degrees_north";
      :axis = "Y";
      :_CoordinateAxisType = "Lat";

  // global attributes:
  :CDI = "Climate Data Interface version 1.7.0 (http://mpimet.mpg.de/cdi)";
  :history = "Wed Jun 28 13:17:52 2017: _cdo sellonlatbox,69.75,71.25,40.25,39.25 tas_watch_1961_2001.nc4 tas_watch_1961_2001_cut.nc4";
}
```

Panoply

The screenshot displays the Panoply software interface. The main window shows a table of datasets with columns for Name, Long Name, and Type. The 'tas' variable is selected, and a context menu is open over it, listing various plot creation options. A dialog box titled 'Select Plot Type' is overlaid on the interface, asking the user to choose between 'Lon-Lat' and 'Time-Lat' plot types for the selected variable. The 'Lon-Lat' option is highlighted with a red box.

Name	Long Name	Type
tas_watch_1961_20...	tas_watch_1961_2001_out.nc4	Local File
lat	latitude	—
lon	longitude	—
tas	Surface (2m) Air Temperature	[lon][lat][time]
time	time	—

```
Variable "tas"  
float tas(time=14975, lat=3, lon=4);  
:standard_name = "air_temperature";  
:long_name = "Surface (2m) Air Temperature";  
:units = "K";  
:_FillValue = 1.0E20f; // float  
:missing_value = 1.0E20f; // float  
:_ChunkSize = 1, 3, 4; // int
```

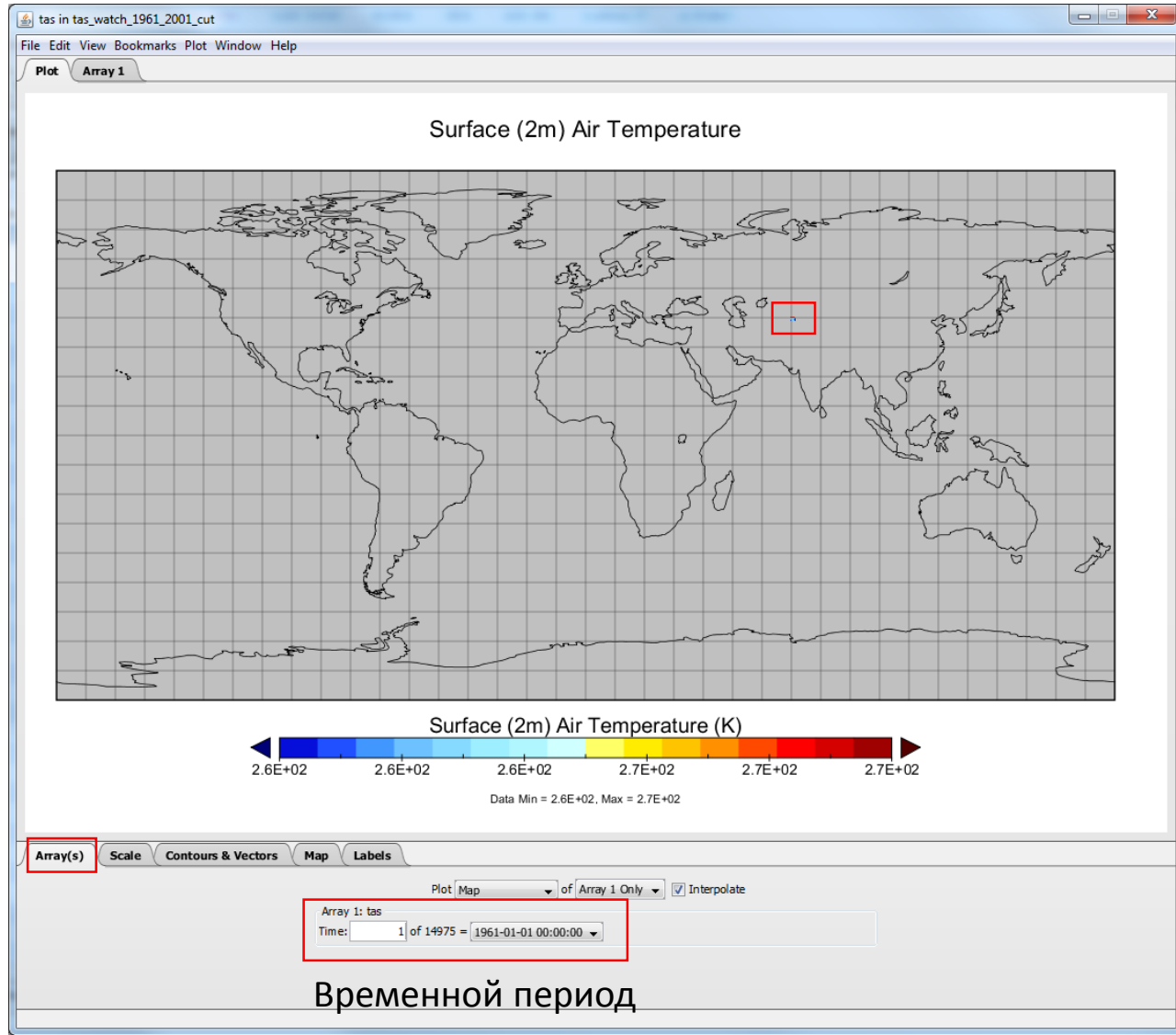
Select Plot Type

This variable has dimensions of longitude, latitude, and time. What kind of plot would you like to create?

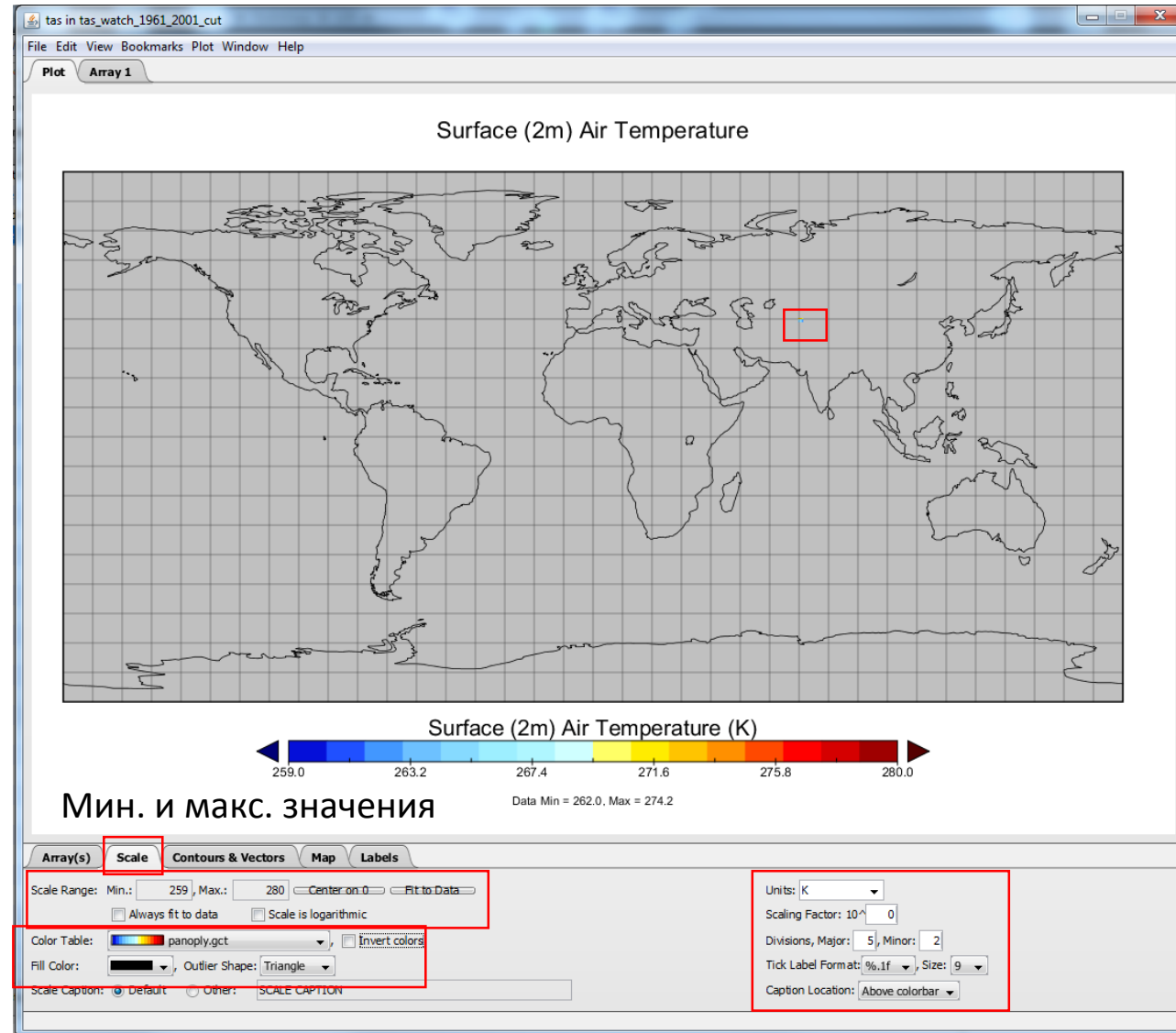
Lon-Lat Time-Lat

Перемennые

Panoply



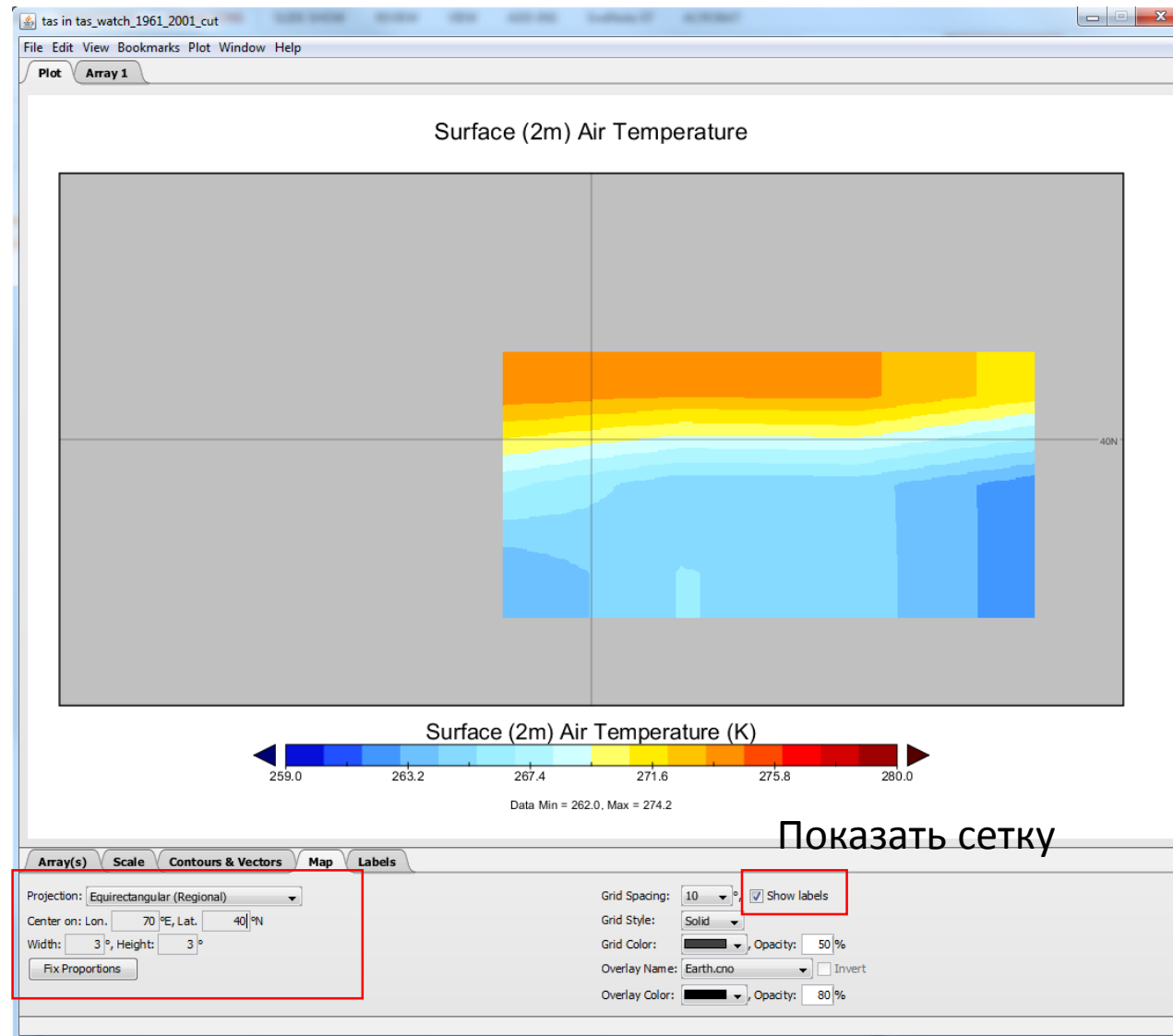
Panoply



Изменение цвета

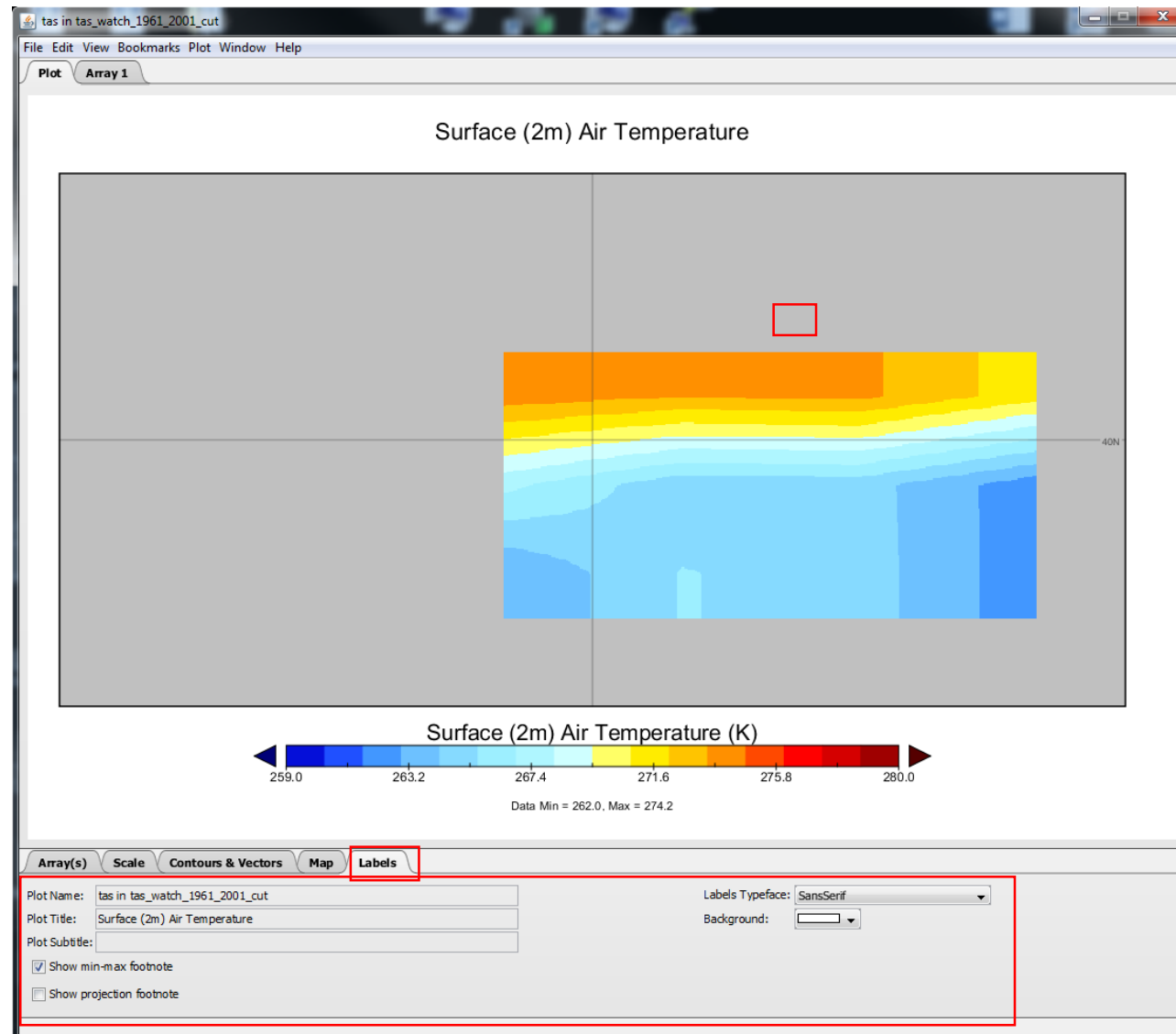
Значения и подписи

Panoply



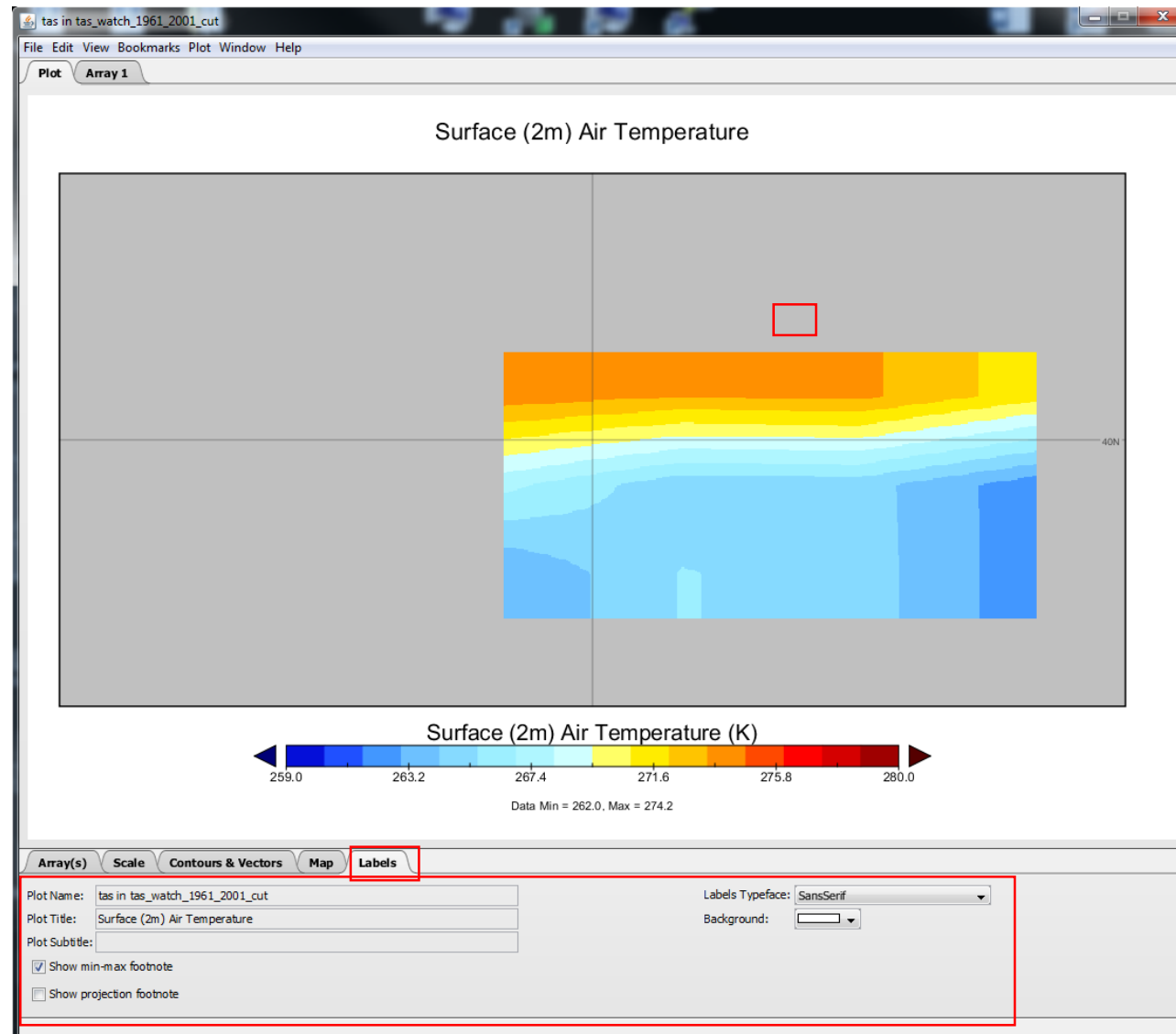
Проекция, координаты центральной точки, размер окна

Panoply



Подписи и оформление

Panoply



Подписи и оформление

Panoply

Экспорт карт и анимации

