

Министерство энергетики
Республиканское государственное предприятие
«Казгидромет»
Научно-исследовательский центр
Управление климатических исследований



Подходы и результаты оценки вероятного изменения климата Казахстана

Секция 7. Шестнадцатая сессия Климатического форума стран СНГ по сезонным прогнозам (СЕАКОФ-16).

Долгих С.А.

Смирнова Е.Ю.

Белдеубаев Е.Е.

РГП «Казгидромет», <https://kazhydromet.kz/ru>

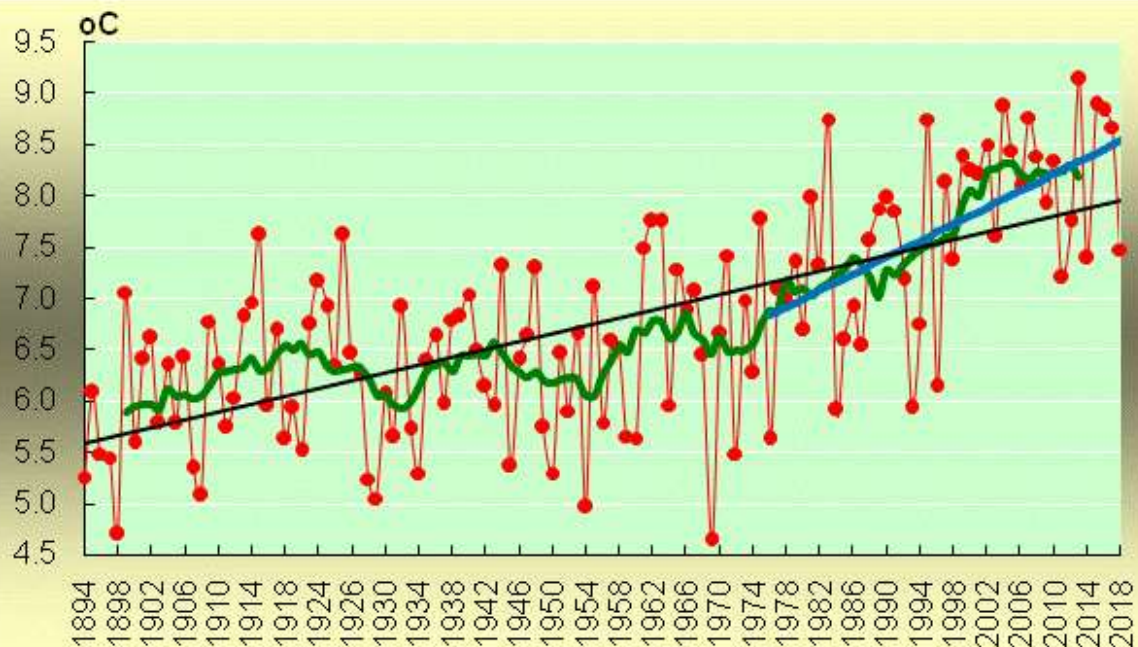
пр. Абая 32, Алматы 050062, Казахстан

тел.: +7(727)2675217, yerke_beldeubayev@mail.ru, svetlana_dolgikh@mail.ru, smirnova_ye@mail.ru

Алматы 2019

Изменение климата Казахстана

Временной ряд среднегодовых температур воздуха за период 1894–2017, осреднённых по длиннорядным станциям



Скорость повышения средней годовой температуры:

1894-2018гг.: 0,19°C за 10 лет

1941-2018гг.: 0,32°C за 10 лет

1976-2018гг.: 0,30°C за 10 лет

Глобальная температура

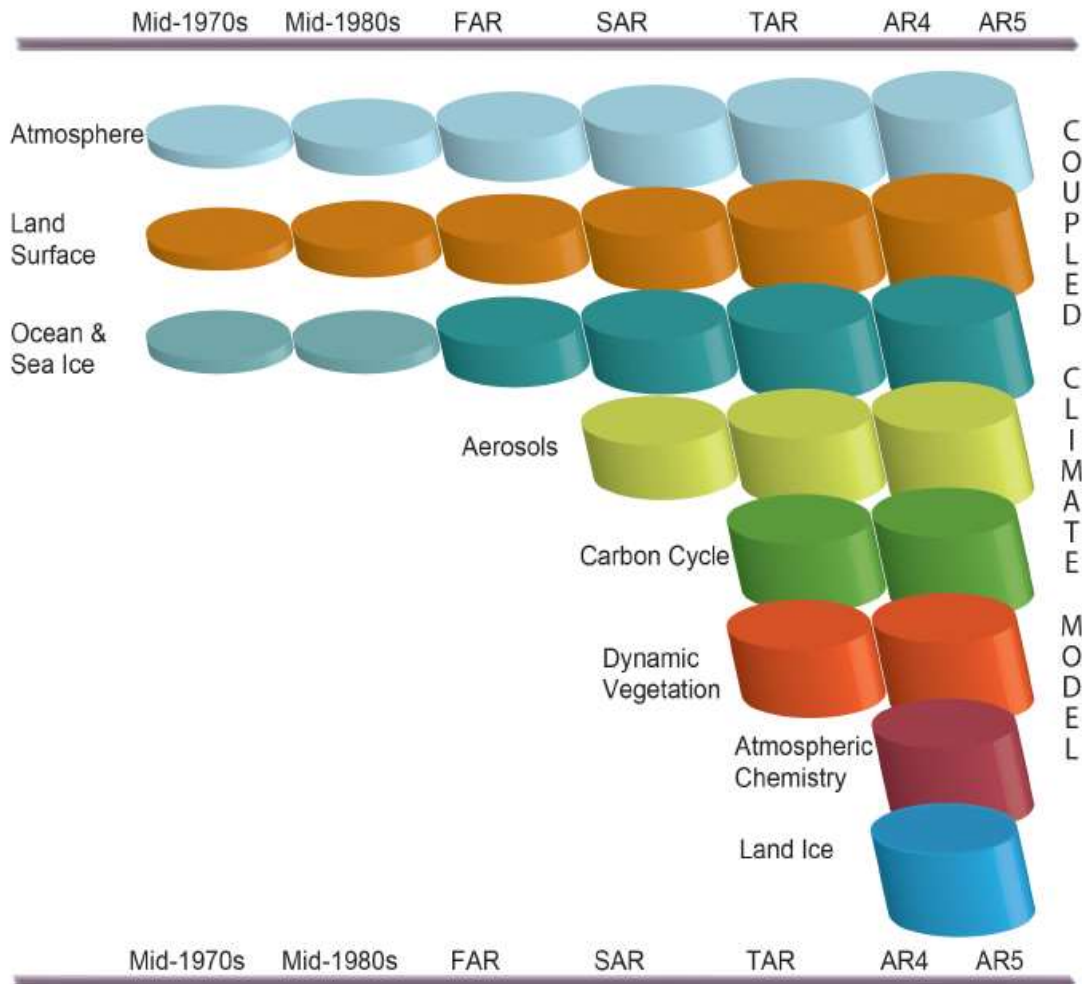
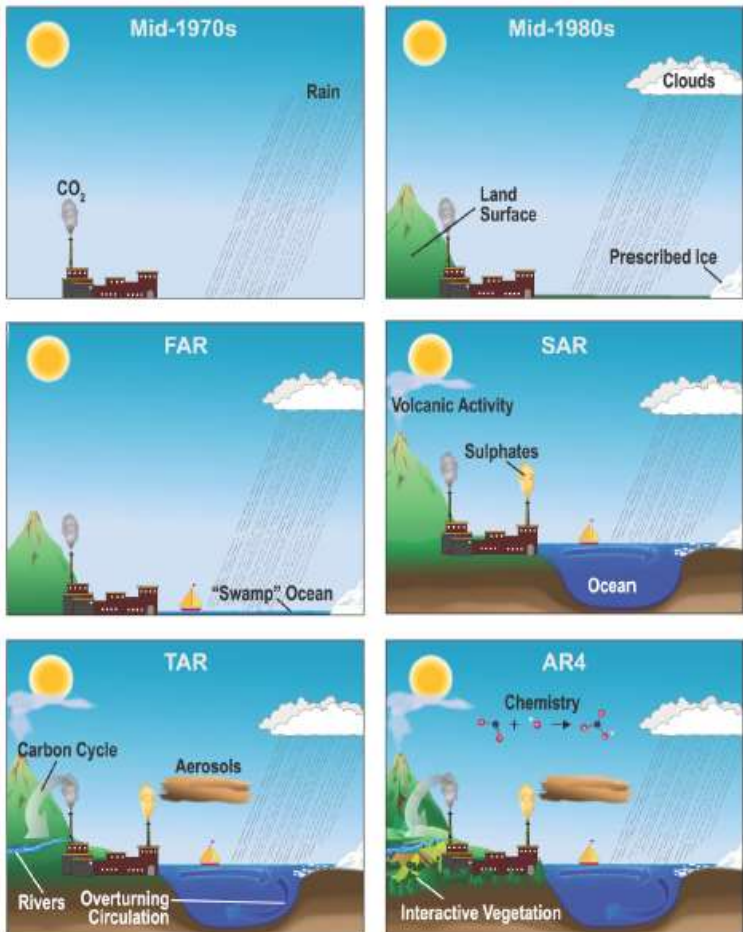
— Временной ряд температуры
— Скользящие 11-летние средние
— Тенденция за период 1894-2018 гг.
— Тенденция за период 1976-2018гг.

1976-2018гг.: 0,18°C за 10 лет

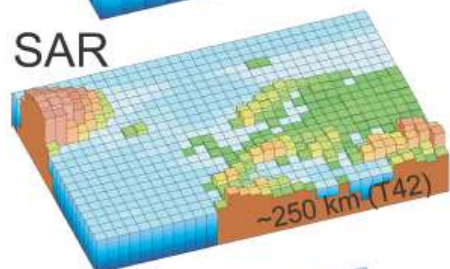
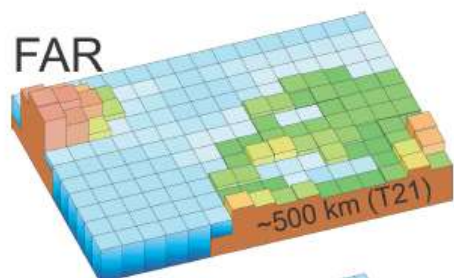


Прогресс в моделировании климата

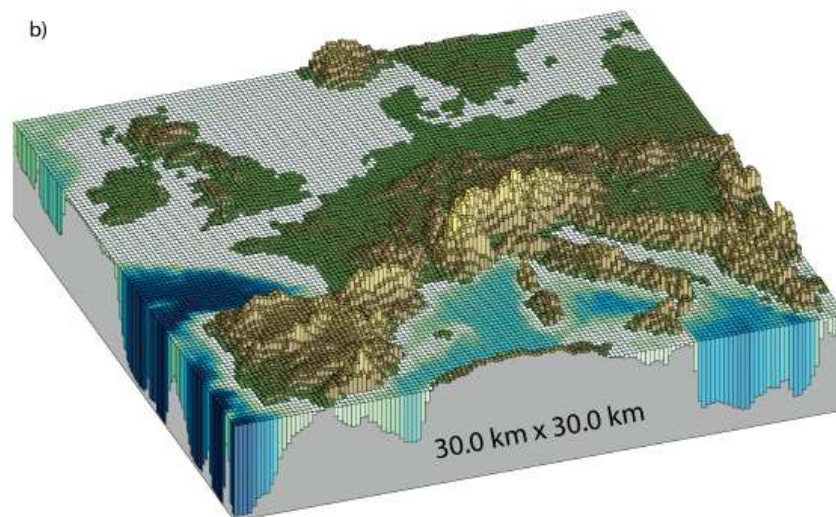
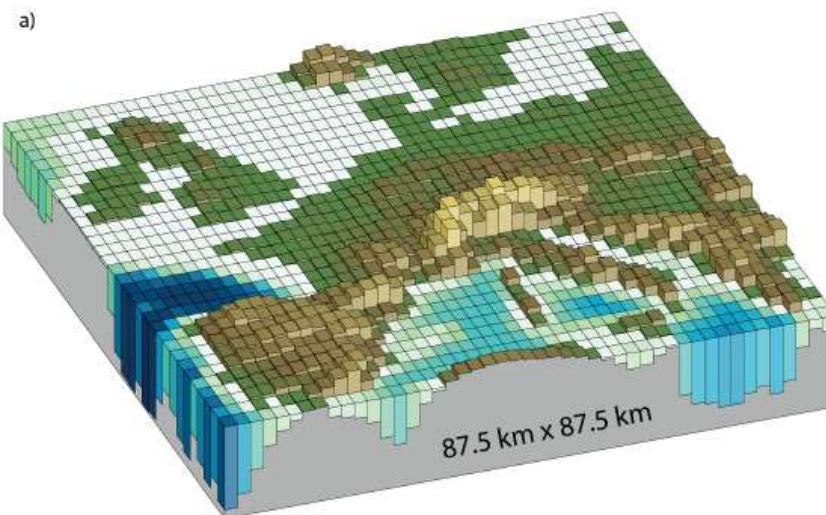
The World in Global Climate Models



Моделирование климата: пространственное разрешение моделей



source: IPCC AR4 (2007)

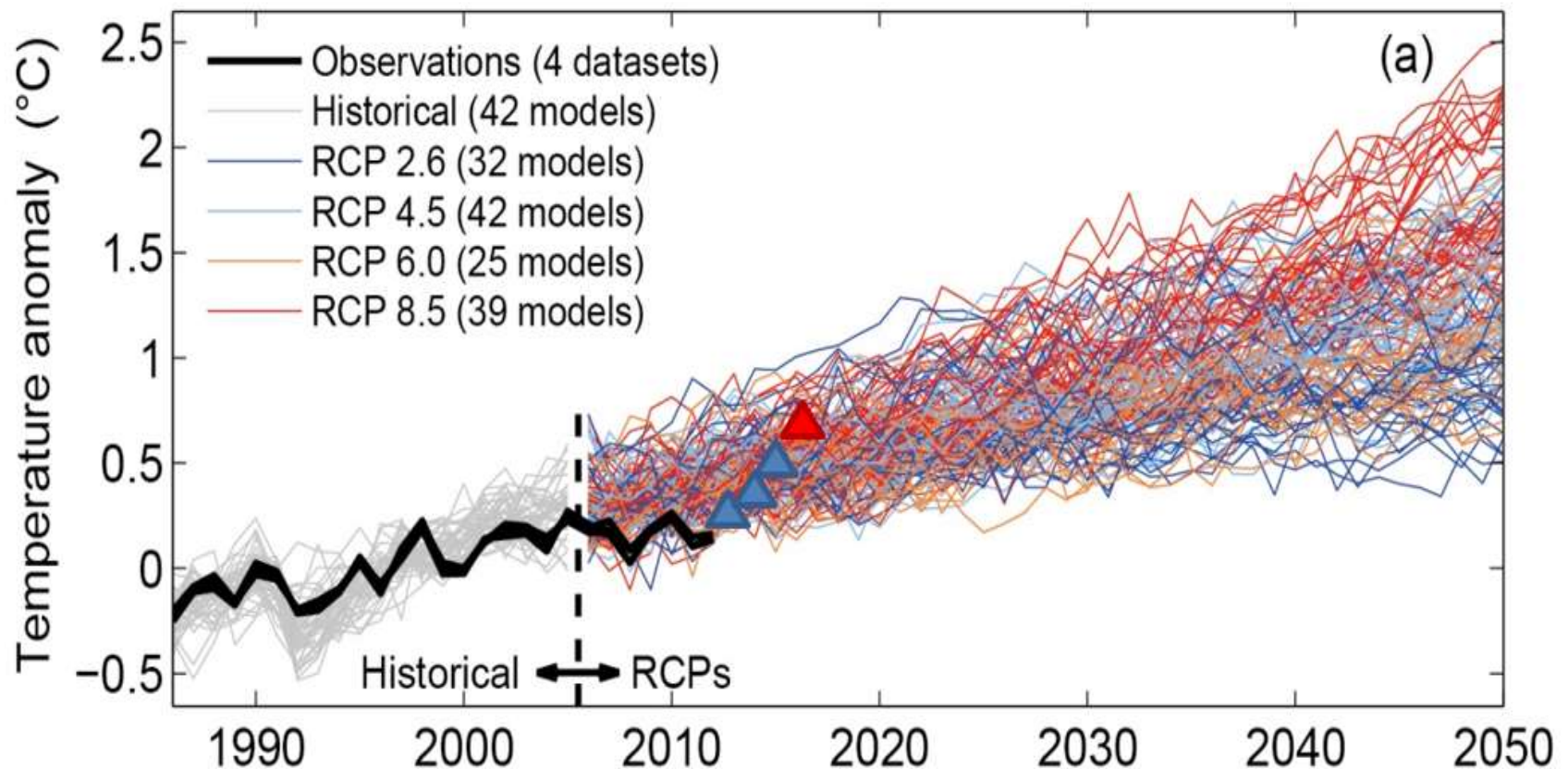


source: IPCC AR5 (2013)

Изменение климата – наблюдения и проекции

Треугольниками
обозначены
температуры до
2015 года

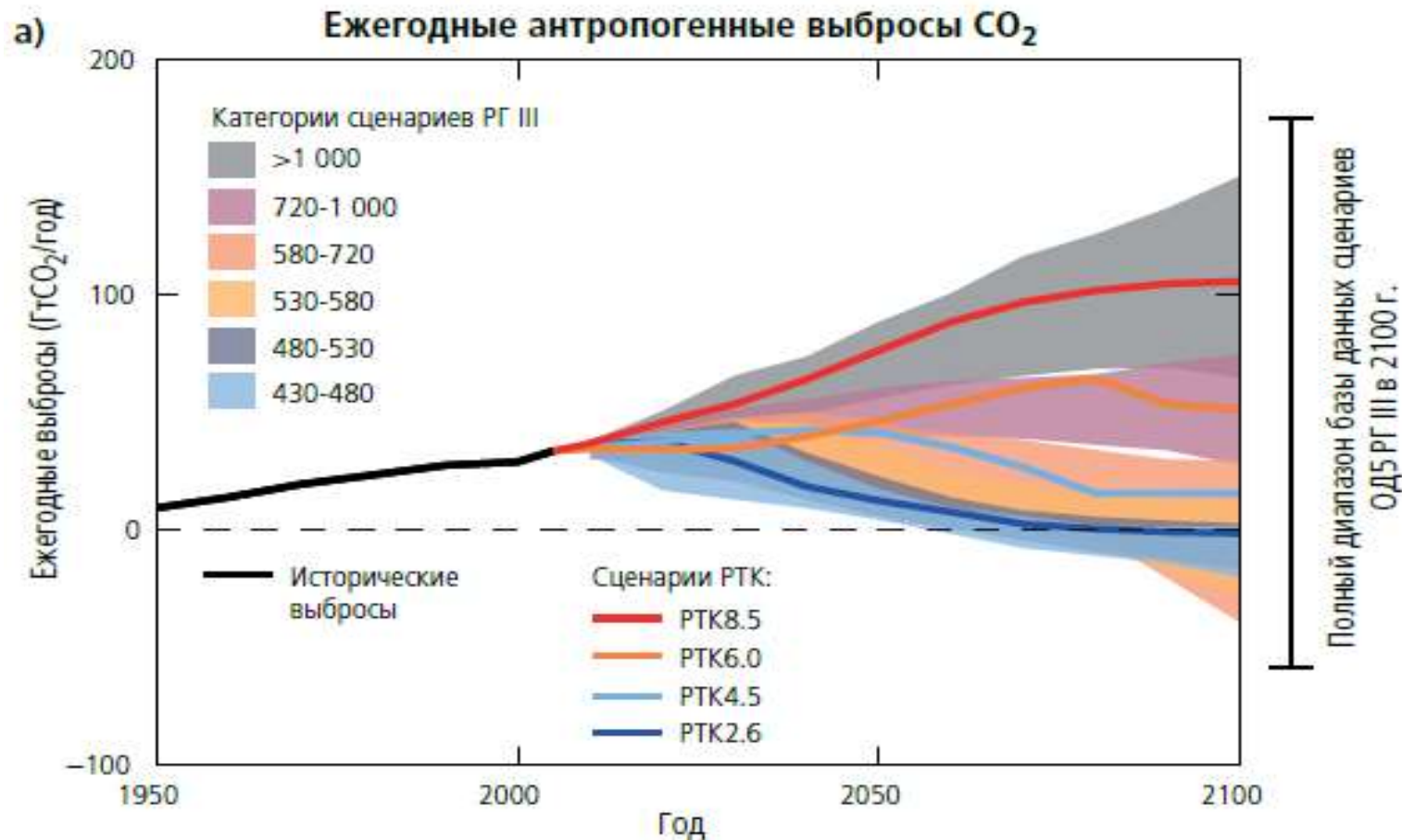
Global mean temperature near-term projections relative to 1986–2005



Репрезентативные траектории концентраций (РТК)

- **РТК** описывают четыре разные траектории выбросов и концентраций в атмосфере парниковых газов (ПГ) в XXI веке. Индекс сценария характеризует величину антропогенного радиационного воздействия, достигаемого в 2100 г., а именно: 2.6, 4.5, 6.0 и 8.5 Вт/м² соответственно.
- **RCP2.6** – сценарий низкого уровня радиационной нагрузки вследствие сокращения выбросов, которая достигает пика к 2100г, в предположении, что выбросы парниковых газов начнут снижаться после 2070г, достигнув 360 ppm к 2300г.
- **RCP4.5** – стабилизационный сценарий, согласно которому радиационное воздействие стабилизируется к 2100г. примерно на уровне 4,5 Вт/м²
- **RCP6.0** – стабилизационный сценарий, при котором уровень концентрации парниковых газов стабилизируется к 2150г.
- **RCP8.5** – сценарий высокой радиационной нагрузки, при котором она стабилизация концентраций произойдет только к 2250г.; при этом концентрация CO₂ будет порядка 2000ppm, что примерно в 7 раз выше ее доиндустриального уровня;
- **РТК** охватывают более широкий диапазон, чем сценарии из Специального доклада о сценариях выбросов (СДСВ), использованные в предыдущих оценках, в то время как они также представляют сценарии, учитывающие климатическую политику. С точки зрения общего воздействия РТК8.5 в целом сопоставима со сценарием A2/A1FI СДСВ, РТК6.0 – с B2, а РТК4.5 – с B1. Для РТК2.6 какой-либо эквивалентный сценарий в СДСВ отсутствует.

Сценарии выбросов парниковых газов, МГЭИК-2014



- РТК - репрезентативные траектории концентрации парниковых газов в CO₂-экв (в млн-1) (Representative Concentration Pathways - RCP)
- Цифры указывают радиационное воздействие, т.е. изменение радиационного баланса поверхности Земли к 2100 г. в Вт/м²
- Закрашенные места показывают диапазон от 5 до 95 %

Источники данных для подготовки проекций климата для территории Казахстана

- результаты проекта NASA NEX-GDDP по регионализации результатов сопряженных моделей общей циркуляции океанов и атмосферы CMIP5 (Coupled Model Intercomparison Project, Phase 5) и корректировки на систематическую ошибку моделей <https://cds.nccs.nasa.gov/nex-gddp/>
- 21 модель
- 2 репрезентативные траектории концентраций парниковых газов: RTK4.5 и RTK8.5
- пространственное разрешение: $0,25^{\circ}$ (или 25×25 км)
- переменные:
 - максимальная суточная температура
 - минимальная суточная температура
 - суточное количество осадков

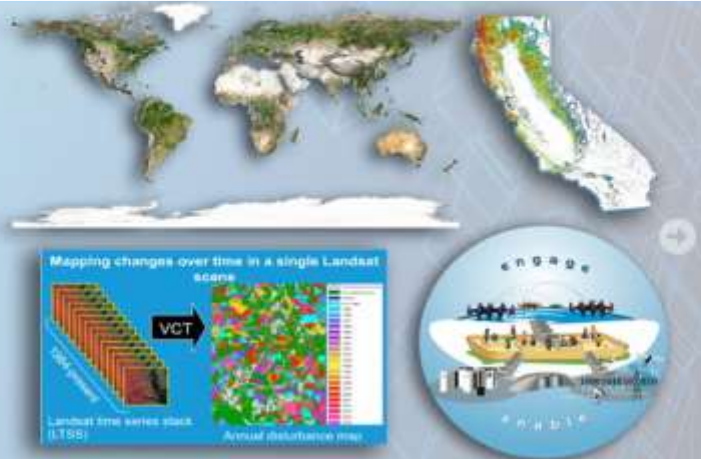
Welcome to the NASA Earth Exchange (NEX)

NASA Earth Exchange

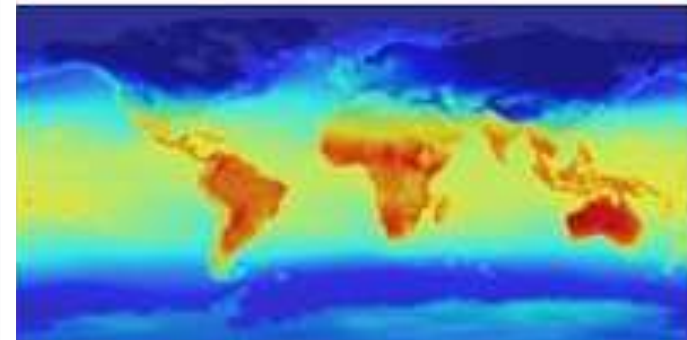
NEX PROJECTS

The NEX portal is a collaborative sharing network for researchers in Earth science

[Learn More](#)



NEX-GDDP



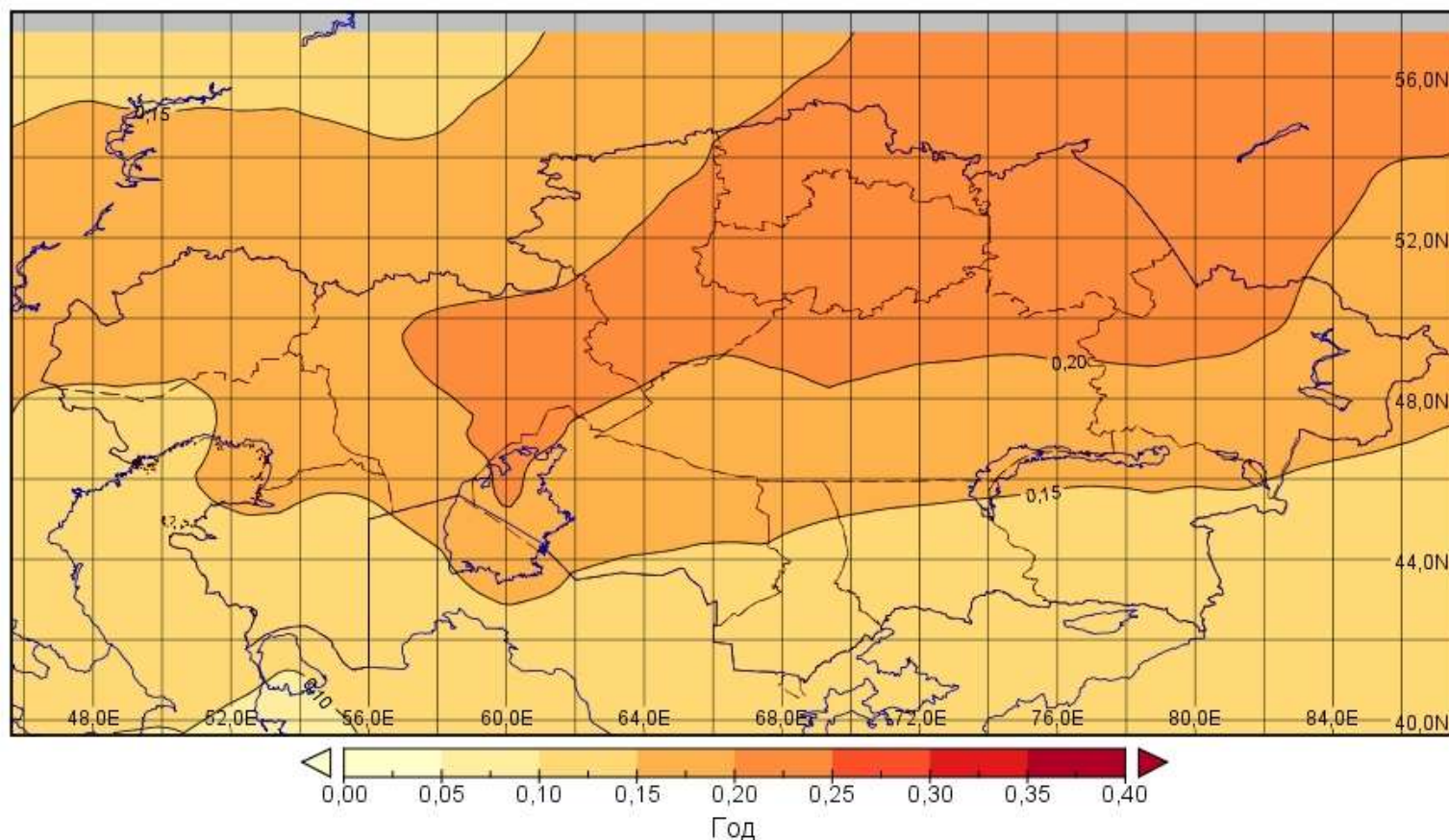
NEX Global Daily
Downscaled Climate
Projections

Ансамбль моделей для Казахстана

№	Индекс модели	Научные организации, страна	№	Индекс модели	Научные организации, страна
1	ACCESS1-0	CSIRO&BOM, Австралия	12	INM CM4	ИВМ, Россия
2	BCC-CSM1.1	BCC, Китай	13	IPSL-CM5A-LR	IPSL, Франция
3	BNU-ESM	BNU, Китай	14	IPSL-CM5A-MR	IPSL, Франция
4	CanESM2	CCCMA, Канада	15	MIROC5	A&ORI/NIES/JAMES&T, Япония
5	CCSM4	NCAR, США	16	MIROC-ESM	JAMES&T/ A&ORI/NIES, Япония
6	CESM1-BGC	NSF-DOE-NCAR, США	17	MIROC-ESM-CHEM	JAMES&T/ A&ORI/NIES, Япония
7	CNRM-CM5	CNRM, Франция	18	MPI-ESM-LR	MPI, Германия
8	CSIRO-Mk3-6-0	CSIRO, Австралия	19	MPI-ESM-MR	MPI, Германия
9	GFDL-CM3	GFDL, США	20	MRI-CGCM3	MRI, Япония
10	GFDL-ESM2G	GFDL, США	21	NorESM1-M	NCC, Норвегия
11	GFDL-ESM2M	GFDL, США			

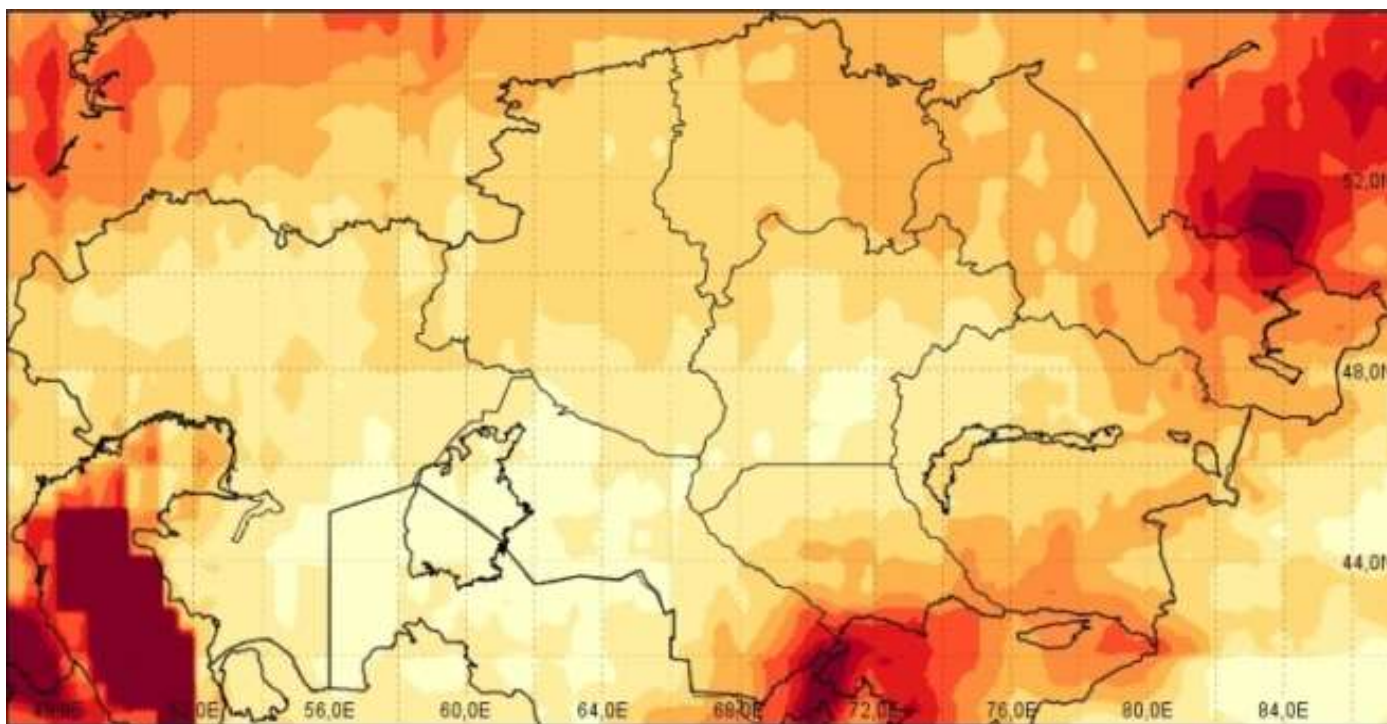
Межмодельный разброс средних многолетних значений температуры за период 1981-2000 гг.

- Для годовых температур стандартное отклонение составляет $\pm 0,25$ °C, причем максимальные отклонения в некоторых центральных и северных районах Республики, что соответствует районам с наибольшей изменчивостью температуры.
- Для температур зимнего и весеннего сезонов максимальные значения отклонения достигают $\pm 0,4$ °C,
- летнего и осеннего $\pm 0,3$ °C.



Межмодельный разброс средних многолетних значений осадков за период 1981-2000 гг.

- Для годовых сумм осадков стандартное отклонение составляет $\pm 12\%$, причем максимальные отклонения в восточных и юго-восточных горных районах Республики $\pm 21\%$, что соответствует районам с наибольшей изменчивостью осадков.
- Для осадков зимнего и весеннего сезонов максимальные значения отклонения достигают $\pm 6\%$,
- летнего и осеннего $\pm 12\%$.



Постпроцессинг

- Подготовка массивов данных для региона Центральной Азии
 - 34-57° широты, 45-91° долготы (более 15500 файлов)
- Пересчет температуры из шкалы Кельвина в шкалу Цельсия
- Пересчет количества осадков из мм/сек в мм/сутки
- Расчет статистических характеристик климата по ансамблю моделей за различные периоды
 - Средние значения и стандартные отклонения за различные периоды
 - Изменения относительно периода 1980-1999 гг.

Полученные массивы мультимодельных данных (в формате netCDF)

- Периоды
 - базовый период: 1980-1999
 - прогнозный период: 2016-2099
- Температура приземного воздуха (абсолютные значения и изменение относительно базового периода)
 - средняя суточная
 - суточный максимум
 - суточный минимум
 - средняя месячная
 - средняя сезонная
- Количество атмосферных осадков (абсолютные значения и изменение относительно базового периода)
 - суточная сумма осадков
 - месячная сумма осадков
 - сезонная сумма осадков

Изменение климата в соответствии с РТК 4.5

температура, год



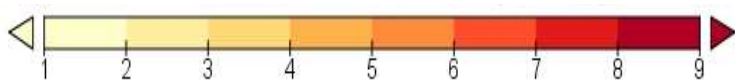
2040-2059 гг.

<2°C, >2°C



2080-2099 гг.

<3°C, >3 °C



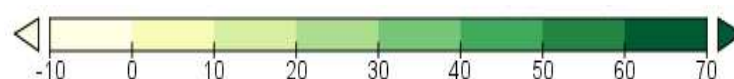
осадки, год



<10%, >10%

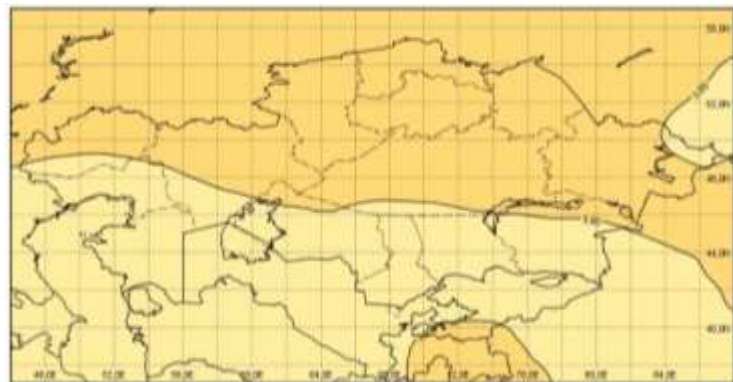


<10%, >10%



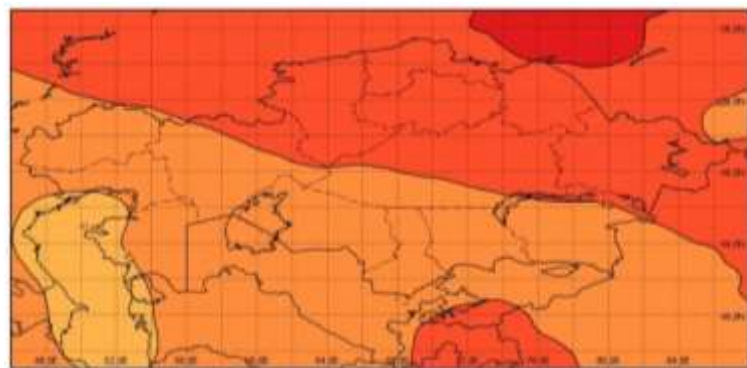
Изменение климата в соответствии с РТК 8.5

температура, год



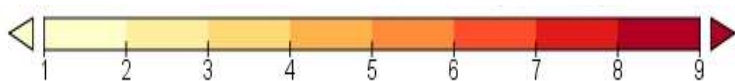
2040-2059 гг.

<3°C, >3°C



2080-2099 гг.

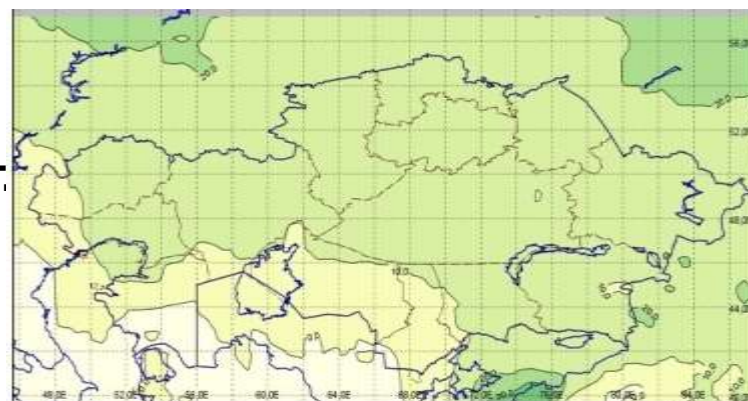
<5°C, 5-6°C, >6°C



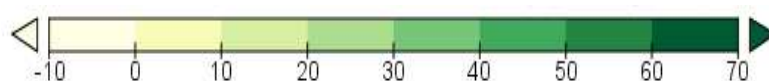
осадки, год



<0, 0-10%



<0, 0-10%, >10%



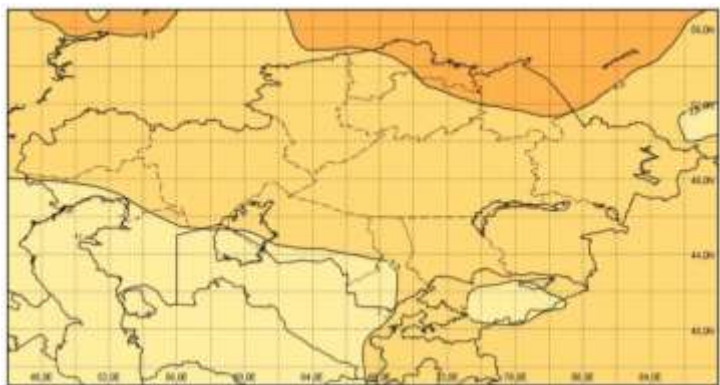
Изменение климата в соответствии с РТК 4.5

температура, зима



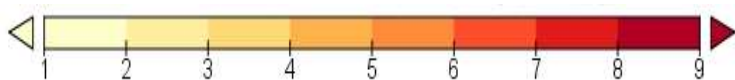
2040-2059 гг.

<2°C, >2°C



2080-2099 гг.

<3°C, 3-4°C, >4°C



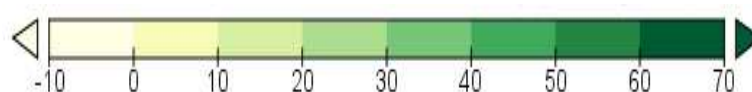
осадки, зима



<10%, 10-20%, >20%



<10%, 10-20%, >20(30)%



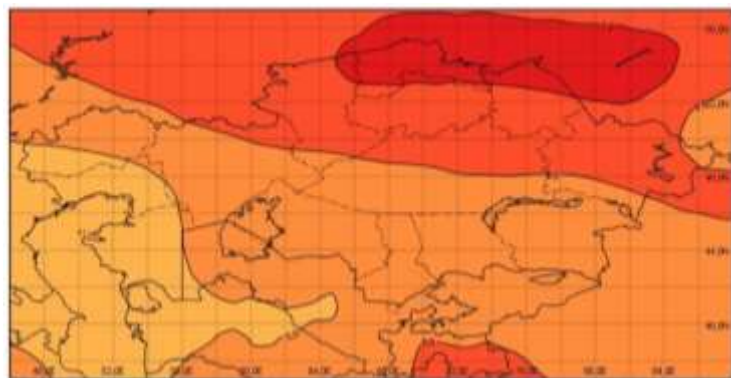
Изменение климата в соответствии с РТК 8.5

температура, зима



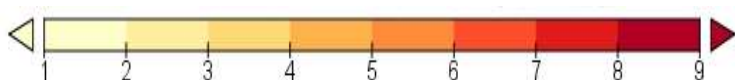
2040-2059 гг.

<3°C, >3°C

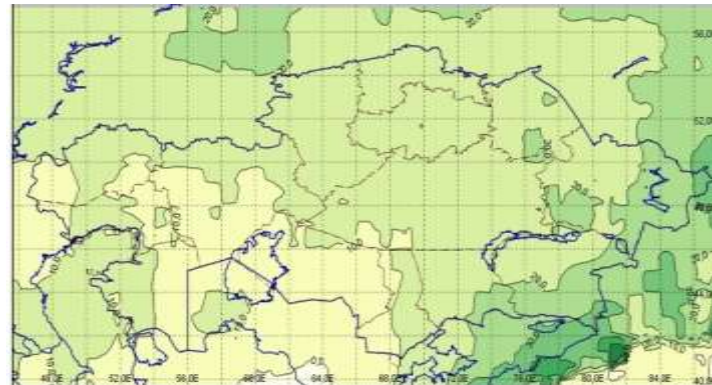


2080-2099 гг.

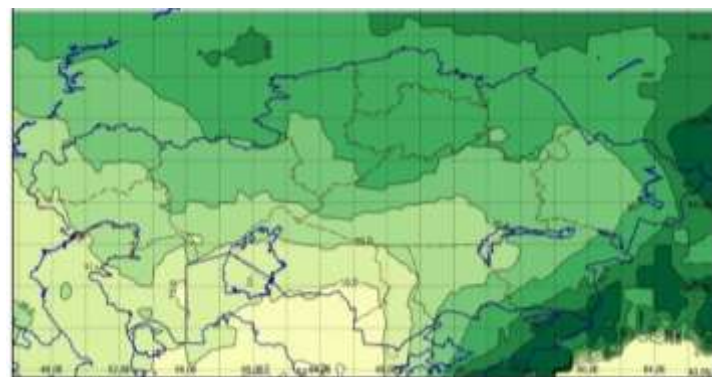
<5°C, 5-7°C, >7°C



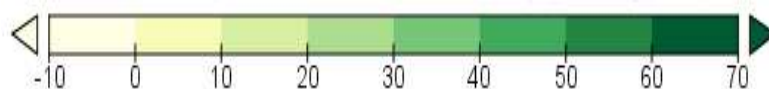
осадки, зима



<10%, 10-20%, >20%



<10, 10-50%, >50%



Изменение климата в соответствии с РТК 4.5

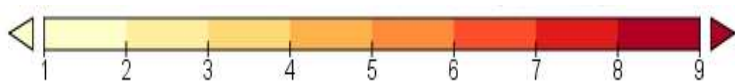
температура, лето



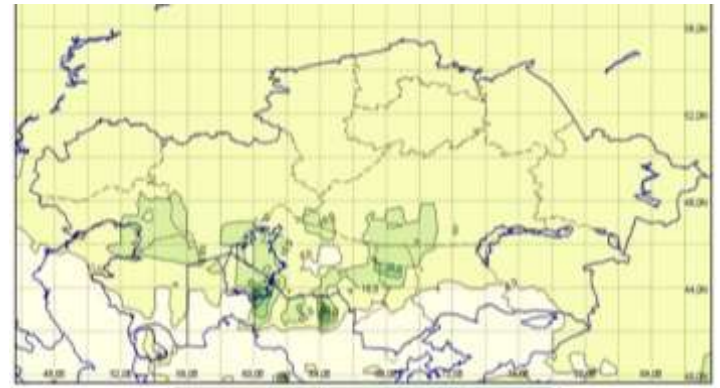
>2°C



<3°C >3°C



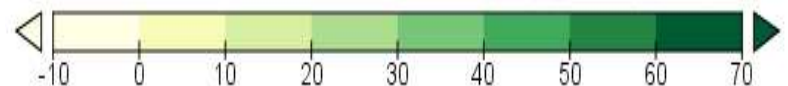
осадки, лето



<0%, 0-10%, >10%



<0%, 0-10%, >10%



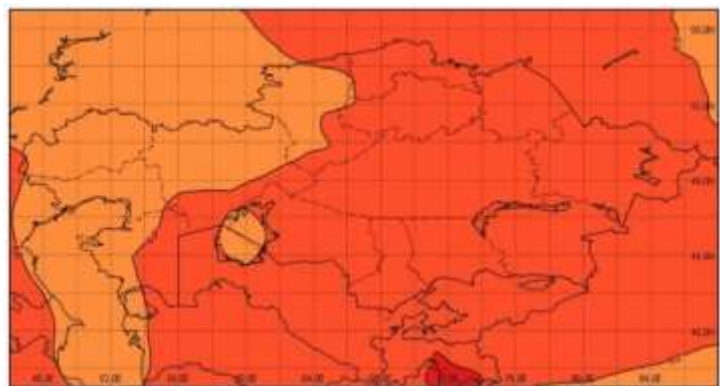
Изменение климата в соответствии с РТК 8.5

температура, лето



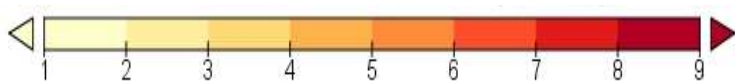
2040-2059 гг.

<3°C, >3°C



2080-2099 гг.

<6°C >6°C



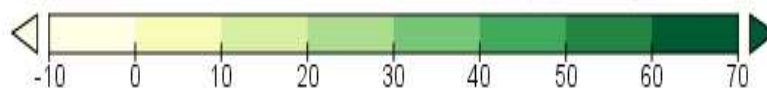
осадки, лето



<0%, >0%



<0%, >0%



Основные черты ожидаемого изменения климата РК

- Дальнейшее повсеместное повышение температуры воздуха во все сезоны
- Годовые температуры повысятся:
 - на 2-3°C к 2050, на 3-6°C к 2090
- Изменение годовых сумм осадков:
 - на 0-10% к 2050, несколько более 10% к 2090
- Зимы будут более теплыми и влажными. Особенно это характерно для северных, предгорных и горных регионов
- В летний период жесткий сценарий по температуре сочетается с жестким сценарием по осадкам, когда в южных и юго-западных регионах вероятно даже уменьшение осадков
- К сожалению, глобальные модели не так хорошо могут моделировать осадки в ЦА, нет четкого сигнала относительно изменения осадков в будущем

Спасибо за внимание !