Изменения климата Земли, Центральной Азии и Кыргызстана, их причины и последствия

Подрезов А.О.

к.г.н., заведующий кафедрой Метеорологии, экологии и охраны окружающей среды КРСУ.

Погода и климат

Земля с космосом находится в тепловом равновесии — она отдает в космос столько же тепла, сколько получает его от Солнца, что поддерживает постоянную температуру планеты. Климат и жизнь на Земле формируется путем преобразования поступающей солнечной энергии в так называемой климатической системе Земли (КСЗ), которая включает атмосферу, океан, сушу, криосферу (ледовый покров) и биосферу.

Погода - это текущее состояние атмосферы в данный момент времени, а климат определяет среднее состояние атмосферы за длительный период времени (минимально - за 30 лет). Если погода меняется очень быстро, то изменения климата идут намного медленнее. За погодой наблюдают, а климат - рассчитывают.

Глобальные климатические модели, которые рассчитывают изменения климата, базируются на данных о нижнем слое атмосферы, 10 метровом слое грунта и 240 метрового поверхностного слоя океана. Именно такие слои участвуют в сезонном энергообмене (летний нагрев и зимнее охлаждение) с атмосферой.

Энергозапасы тепла в атмосфере в 11 раз меньше, чем в грунте и в 70 раз меньше чем в океане.

Основные индикаторы глобального потепления

За период 1880-2020 гг средняя глобальная температура Земли повысилась на 1,1°С и продолжает расти, что неоспоримо показывают данные метеостанций.

Температура верхнего слоя океана (0-700 м) повысилась примерно на 0,3°C и в последние 30 этот рост ускорился.

За этот же период увеличение среднегодовой температуры воздуха на территории Кыргызстана составило 0,89° С.



За период 1901–2020 гг. средний глобальный уровень моря повысился на 19 см. Темпы повышения уровня моря с середины XIX века превысили средние темпы за предыдущие два тысячелетия.

С начала индустриальной эры, поглощение CO2 океаном привело к закислению океана на 0,1 pH, что соответствует повышению кислотности, измеренной в концентрации ионов водорода, на 26 %.

Если эти темпы сохранятся, то к концу столетия уровень океана повысится примерно на 1 м и под воду могут уйти следующие города:



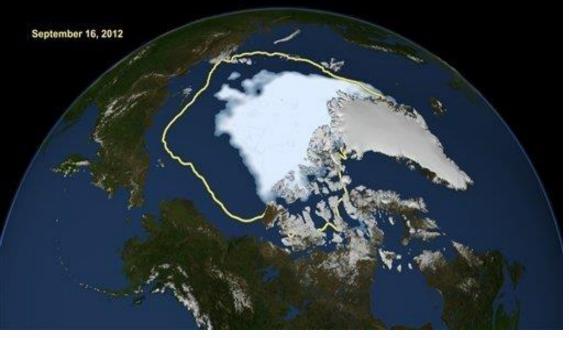
Иокогама, Япония – 3,7 млн. чел **Шанхай**, Китай – 23,0 млн. чел **Венеция**, Италия –

270,8 тыс. чел **Манхэттен**, Нью-Йорк, США – 1,6 млн. чел

Бермуды – 64,3 тыс. чел

Малага, Испания – 568,5 тыс. чел Триполи, Ливия – 2,2 млн. чел

Одесса, Украина – 1,0 млн. чел



В течение периода с 1992 по 2020 гг. Гренландский и Антарктический ледовые щиты теряли массу еще более высокими темпами, чем с1970 гг.

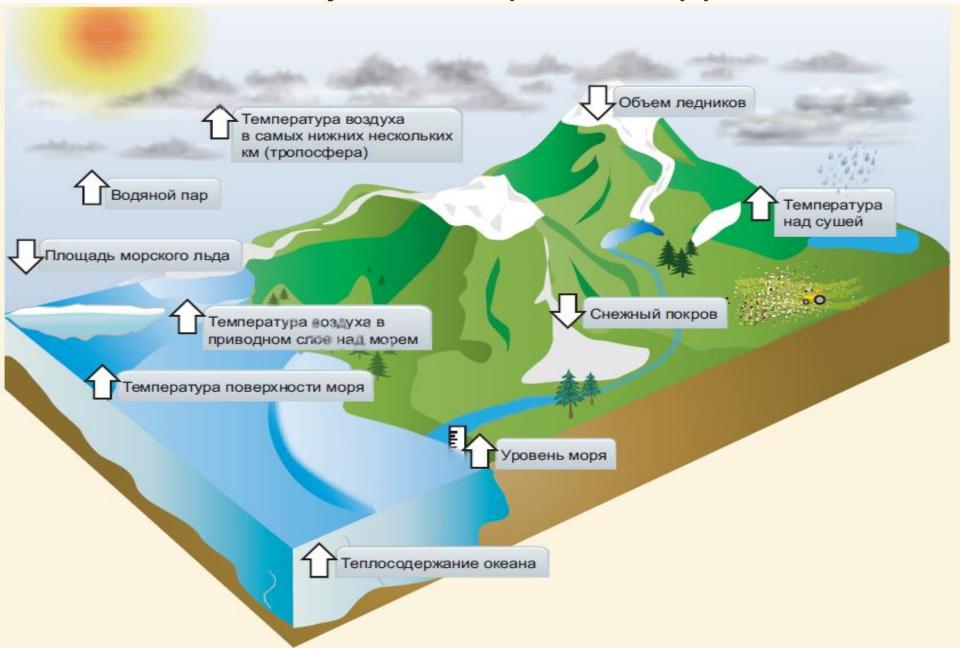
Среднегодовое значение площади арктического морского льда уменьшалось в течение 1979-2018 гг. со скоростью 3,5-4,1 % за десятилетие.

Ледники продолжали сокращаться практически во всем мире, а площадь весеннего снежного покрова в Северном полушарии продолжала уменьшаться.

Температура многолетней мерзлоты повысились в большинстве регионов с начала 1980-х годов в связи с повышением температуры поверхности и изменением площади снежного покрова.

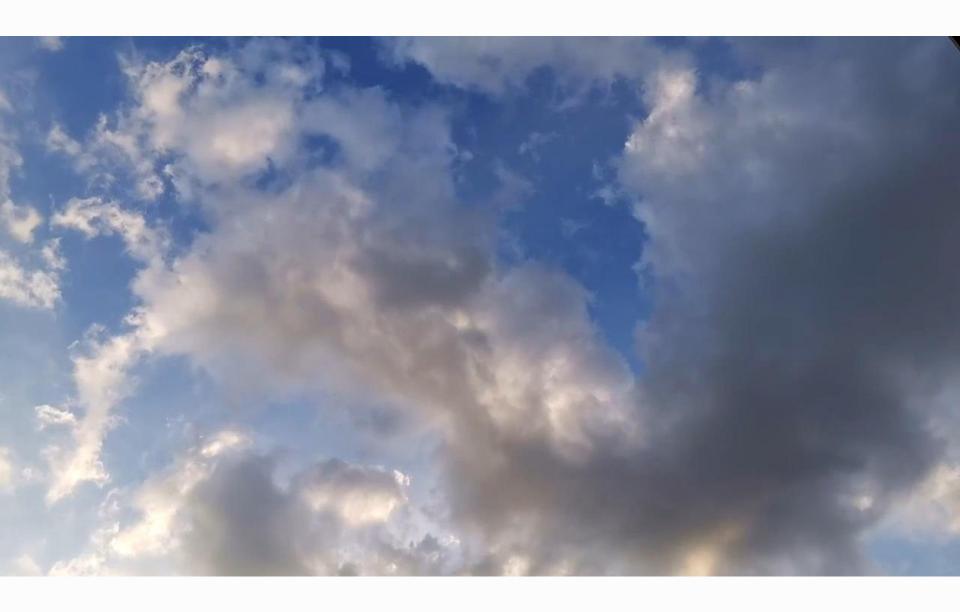


Направления изменений в климатической системе земли вызванных усилением парникового эффекта

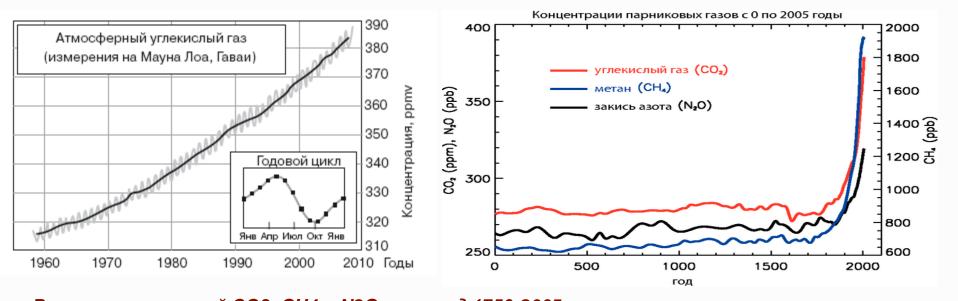


Причины изменения климата

- 1. Изменение размеров и взаимного расположения материков и океанов (временной масштаб сотни млн. лет)
- 2. Изменение светимости Солнца (невелико колебания светимости составляют около 0,1%.)
- 3. Изменение прозрачности атмосферы и ее состава в результате вулканической деятельности (ведет к слабому похолоданию)
- 4. Изменение способности поверхности Земли отражать солнечную радиацию (антропогенные изменения альбедо не вносят значимого вклада в глобальное потепление.)
- 5. Изменение параметров орбиты Земли (временной масштаб сотни тыс. лет)
- 6. Изменение содержания парниковых газов в атмосфере при ее взаимодействии с биосферой и за счет антропогенных выбросов
- 7. Изменение количества тепла содержащегося в океанах.



Парниковые газы – это водяной пар, углекислый газ, метан, озон и оксид азота.



Рост концентраций СО2, СН4 и N2O в период 1750-2005 гг СО2 на 35% с 280 до 392 млн-1 (максимальна за последние 650 тыс. лет) СН4 на 150% с 690 до1775 млрд-1 (максимальна за последние 650 тыс. лет)

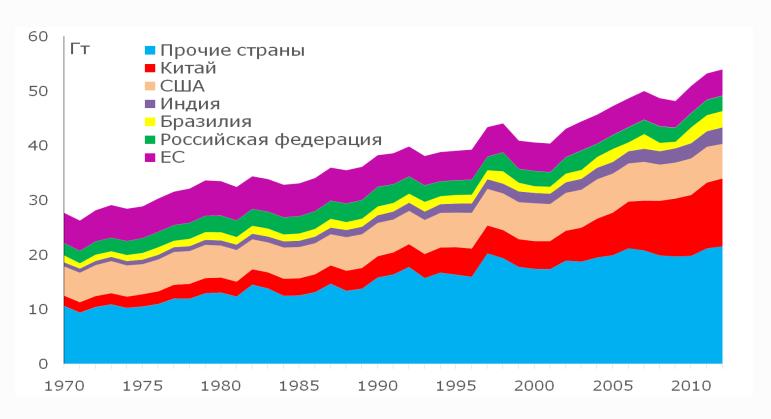
N2O на 17% с 270 до 324 млрд-1 (наивысшая за последние 30 лет)

Считается, что небывалый рост второго по значимости после водяного пара парникового газа - CO2 в последнем столетии связан с интенсификацией *антропогенной деятельности*, хотя существуют и другие версии.

- а) уменьшением содержания углекислого газа в поверхностных водах или уменьшением поглощения CO2 поверхностью океана (например, из-за увеличения температуры);
- б) вызванным чем-то ускорением окисления отмершей растительности;
- в) вызванным чем-то сокращением скорости фотосинтеза или усилением дыхания растений;

Рост выбросов ПГ

Примерно за 50% общемировой эмиссии парниковых газов ответственны три современных экономических гиганта – Китай, США и страны Европейского Союза, на долю десятка прочих развитых стран (в том числе России) приходится около четверти эмиссии и оставшаяся четверть отражает вклад «остального мира».

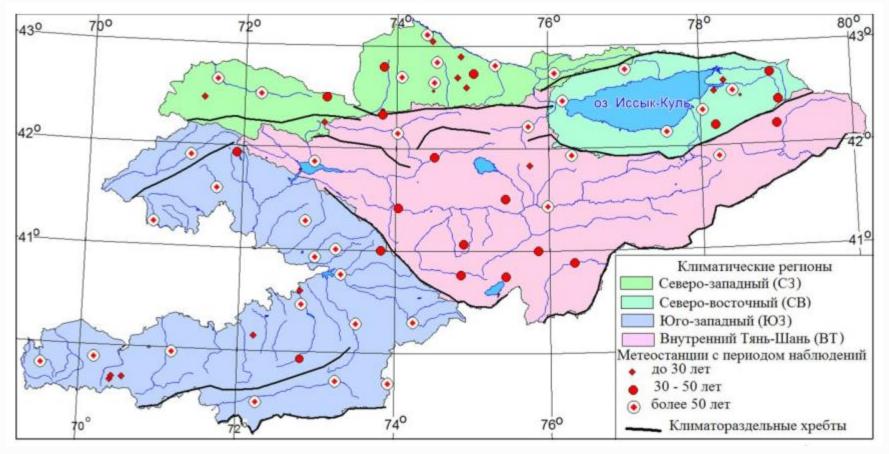


К 2100 гг. рост средней глобальной температуры приземного слоя воздуха составит от 1,5 до 4°С от доиндустриального уровня 1750 г. (сейчас превышение достигло 1,1°С).

Основные последствия глобального потепления для планеты

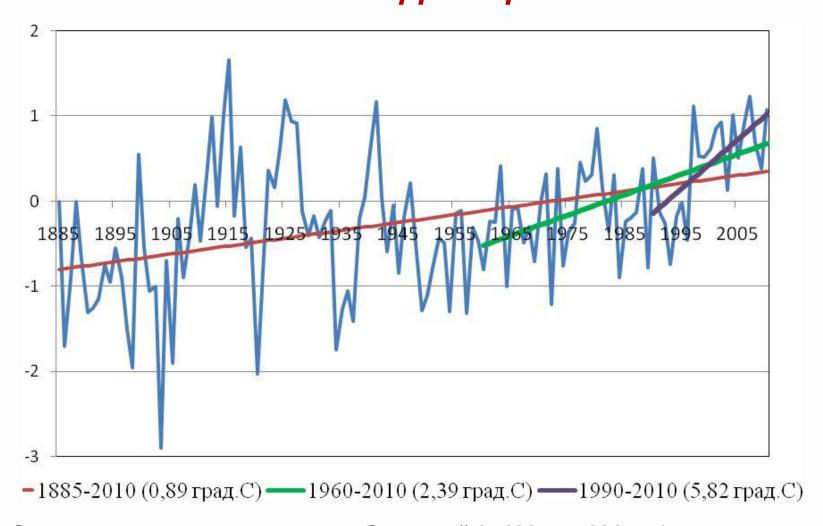
- 1. Рост средней глобальной температуры Земли продолжится в зависимости от сценария на 1,5 4°C.
- 2. Температура верхнего слоя океана (0–700 м) будет повышаться, причем со скоростью 0,11°C за десятилетие и более.
- 3. За период 1901–2010 гг. средний глобальный уровень моря повысился на 20 см и к концу XXI века он может повыситься на 1 м. Темпы повышения уровня моря с середины XIX века превысили средние темпы за предыдущие два тысячелетия.
- 4. С начала индустриальной эры, поглощение СО2 океаном привело к закислению океана на 0,05 рН. Прогнозируемое на XXI век повышение кислотности поверхностного слоя вод океана может составить от 0,06 до 0,32 рН, что представляет серьезную опасность для кораллов и рыбных ресурсов.
- 5. В течение периода. Гренландский и Антарктический ледовые щиты будут терять массу еще более высокими темпами, чем сейчас.
- 6. Горные ледники будут сокращаться практически во всем мире, а площадь весеннего снежного покрова в Северном полушарии уменьшаться.
- 7. Таяние многолетней мерзлоты в большинстве регионов будет повышаться в связи с ростом температуры поверхности и изменением площади снежного покрова.
- 8. Арктические льды и далее будут сокращаться. К концу XXI века в сентябре их будет меньше на 43–94 %, а в феврале на 8–34 % по сравнению с концом XX века. По максимальному сценарию выбросов Арктика может стать практически свободной ото льда в сентябре уже до середины XXI века.

Основные климатические области Кыргызстана



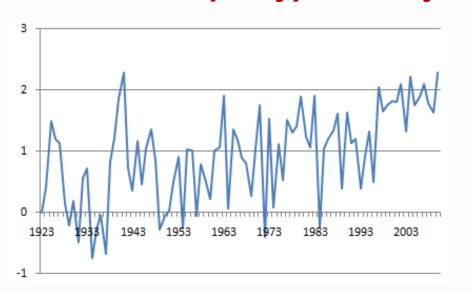
- 1. Северно-западный регион-Чуйская и Таласская долины, с умеренно теплым и достаточно увлажненным климатом и с весенним максимумом осадков.
- 2. Северо-восточный регион Иссык-Кульская котловина, климат имеет заметные черты морского за счет влияния озера с летним максимум осадков.
- 3. Юго-западный регион Ферганская, Алайская и Чаткальская долины, наиболее теплая и увлажненная территория, где в холодный период года, в отличие от других регионов, выпадает значительное количество осадков.
- 4. Внутренний Тянь-Шаня характеризуется наиболее холодным и недостаточно увлажненным климатом. Максимум осадков приходится на май, июнь и июль.

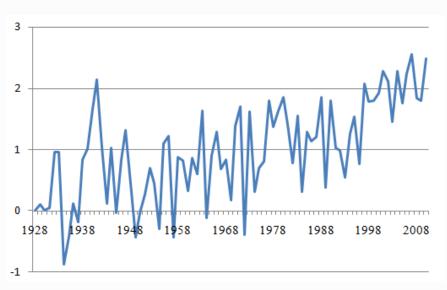
Динамика роста среднегодовой температуры воздуха для всей территории КР



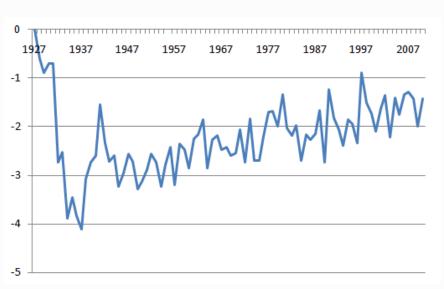
За период инструментальных наблюдений (с 1885 по 2015 гг.) увеличение среднегодовой температуры воздуха составило 0,89оС Внутри года наибольшее повышение средней годовой температуры наблюдается в холодные месяцы.

Рост температуры воздуха за 100 лет по регионам КР



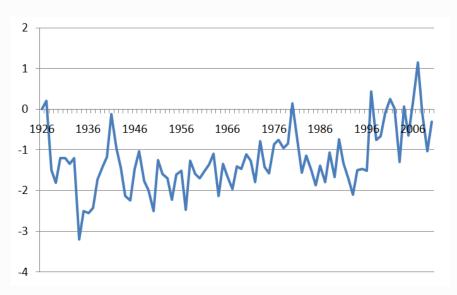


Северо-Западный Кыргызстан, рост 1,65оС



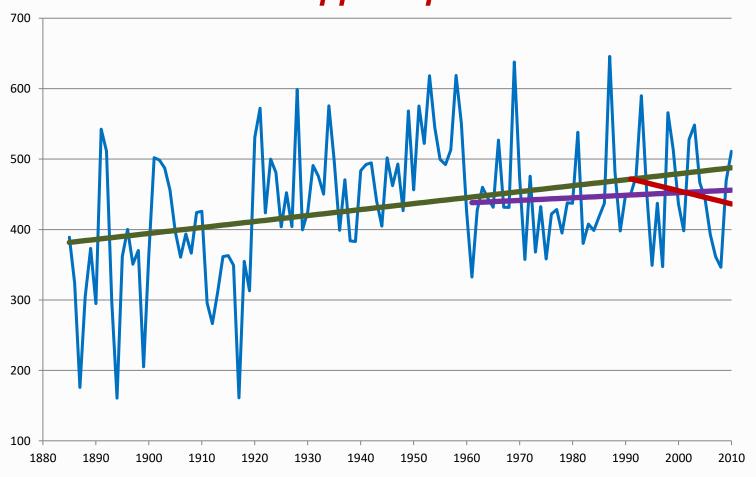
Иссык-Кульская котловина, рост 1,04оС

Юго-Западный Кыргызстан, рост 2,14оС



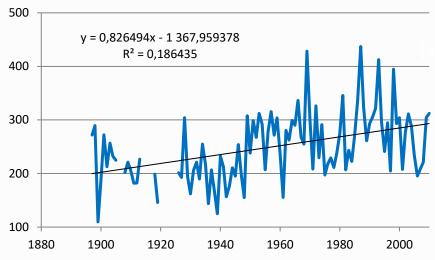
Внутренний Тянь-Шань, рост 1,41оС

Изменение годового количества осадков по всей территории КР

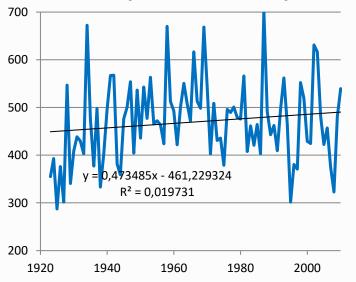


Для всех метеостанций наблюдается увеличение количества осадков в период 1991 – 2010 гг. по сравнению с базовым периодом, а также положительный тренд за период 1961 – 2010 гг. Причем, это увеличение наблюдается даже для тех метеостанций, для которых выявлена общая тенденция к сокращению количества осадков за весь период наблюдений. (НД о состоянии ОС 2006-2011 гг.)

Осадки по климатическим регионам КР

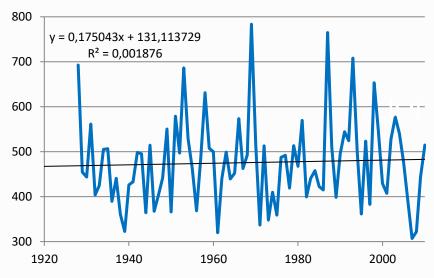






Иссык-Кульская котловина





Внутренний Тянь-Шань

Для всех климатических регионов Кыргызстана за весь период инструментальных наблюдений наблюдается слабое (4-6%) увеличение количества осадков.

Сокращение ледников



На 2000 г. объем ледников Кыргызстана оценивался в 417,5 км3. С 1960 по 2000 гг. ледники потеряли около 15 % своего объема и сокращаются на 0,2 - 1 % в год.

Их таяние становится только интенсивней, увеличивается НО И продолжительность его периода - с ранней весны и до поздней осени. В высокогорных районах стали чаще выпадать осадки виде дождя, а не снега.

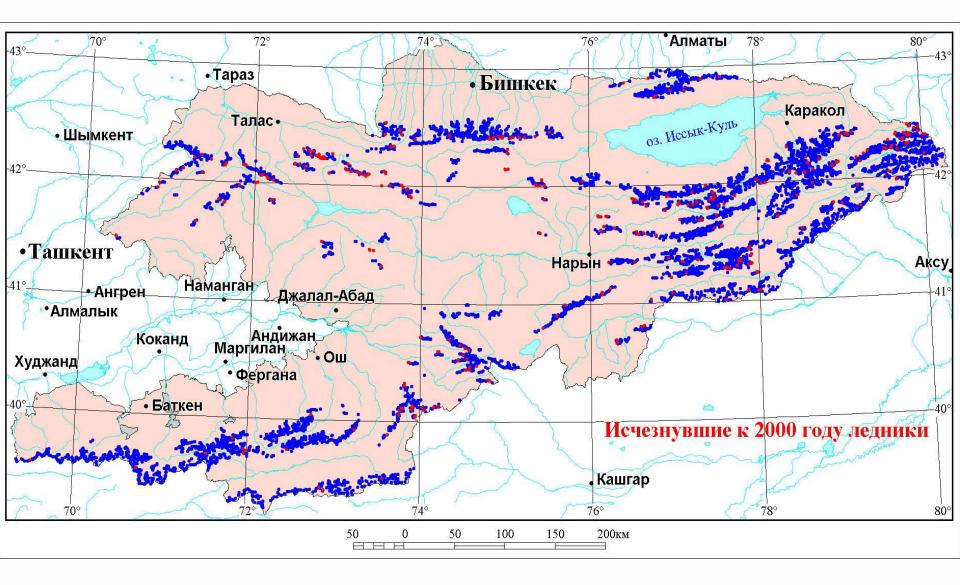
По оценкам на 2010 г. объем ледников КР составил около 390 км3.

К 2100 г ледники по прогнозам сократятся на 60-90%.

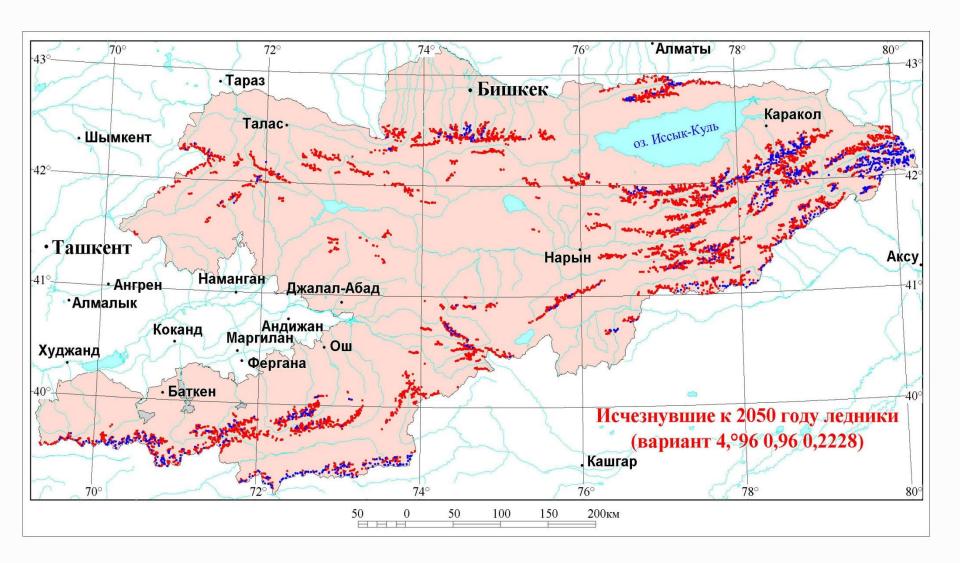
Утрата ледников приведет к сокращению суммарного поверхностного стока к 2100г. примерно на 40%



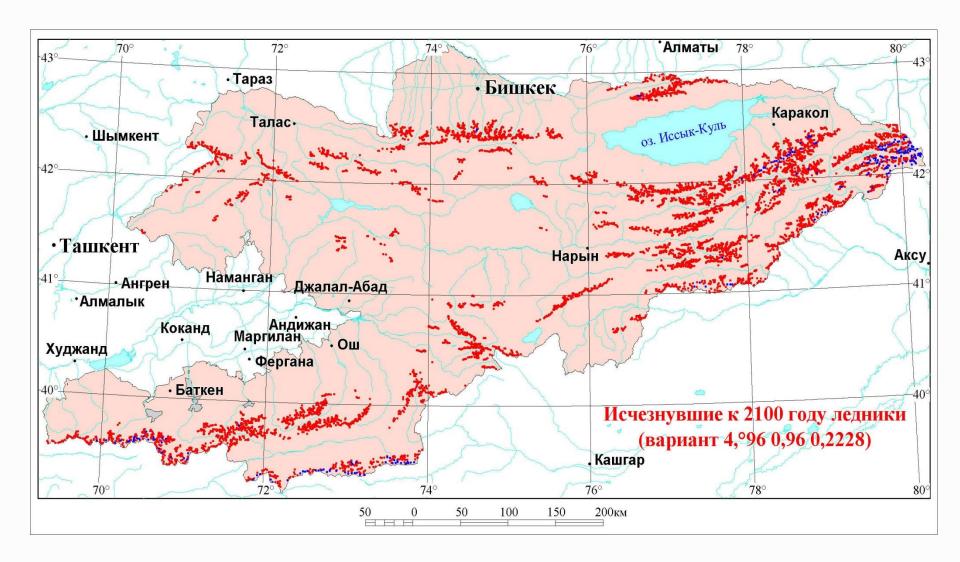
Ледники исчезнувшие к 2000 г



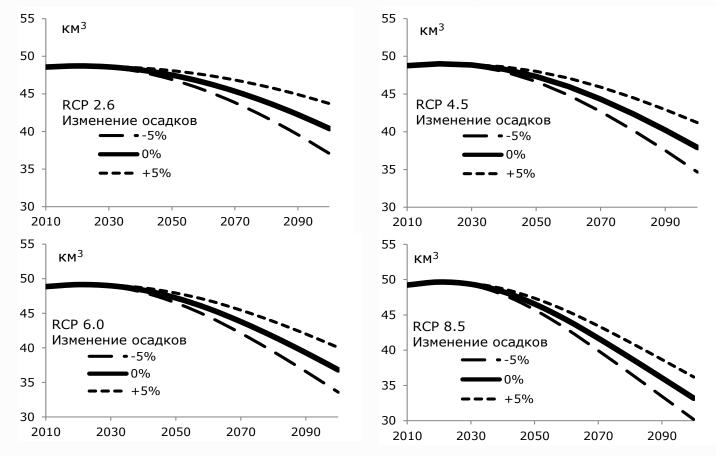
Моделирование исчезновения ледников к 2050 году для варианта прогнозируемых климатических изменений



Моделирование исчезновения ледников к 2100 году для варианта прогнозируемых климатических изменений



Изменение поверхностного стока в сумме по всем бассейнам



По оценкам на 2010 г. водные ресурсы Кыргызской Республики включают ледники (около 390 км3), поверхностный сток (около 50 км3/год) и подземные воды.

Прогнозы на текущий век предполагают о существенное уменьшении стока при любых возможных сценариях и вариантах изменения осадков. Уменьшение поверхностного стока будет, естественно, тем большим, чем большим ожидается рост приземной температуры и уменьшение атмосферных осадков.

Для наиболее неблагоприятного варианта климатических изменений (сценарий RCP 8.5 и сокращение суммы годовых осадков на 5%), сток может уменьшиться примерно на 40%. (Центр по изменению климата. http://climatechange.kg)

Сводное сообщение о состоянии и изменении климата на территориях стран СНГ за 2020 год. (Росгидромет)

За последние 10 лет рост температуры воздуха в странах СНГ составил:

```
•Беларусь — +0,63 градуса;
•Украина — +0,62;
•Молдова — +0,6;
•Россия — +0,51;
•Армения — +0,4;
•Туркменистан — +0,36;
•Казахстан — +0,32;
•Узбекистан — +0,32;
•Кыргызстан — +0,22;
•Таджикистан — +0,16.
```

Быстрее всего теплеет в Беларуси. Высокие темпы наблюдаются в равнинных странах СНГ — более 0.5 градуса за 10 лет.

Изменение средней глобальной приземной температуры по ансамблю климатических моделей в град. цельсия относительно средних начений за период 1986–2005 гг.

Сценарий	2046 – 2065 гг.		2081 – 2100 гг.	
	Среднее	Вероятный диапазон	Среднее	Вероятный диапазон
RCP2.6	1,0	0,4 - 1,6	1,0	0,3 – 1,7
RCP4.5	1,4	0,9 - 2,0	1,8	1,1 – 2,6
RCP6.0	1,3	0,8 – 1,8	2,2	1,4 – 3,1
RCP8.5	2,0	1,4 - 2,6	3,7	2,6 – 4,8

По результатам расчетов по 17 ГКМ, средние годовые температуры на территории Кыргызской Республики вырастут по сравнению с современной на 1 - 3,7 оС (средний рост составит 1,8 оС), тогда как сумма годовых осадков практически не изменится (±3-5%).

Ожидаемые изменения климата являются неблагоприятными для экономики республики (в первую очередь для сельского хозяйства), здоровья населения и природных экосистем

Последствия для ЦА и КР

По прогнозам МГЭИК:

- В Центральной Азии летом и весной осадков, вероятно, будет меньше, а рост температур в равной степени придется на зиму и на лето. Уменьшение осадков наложится на сокращение массы и исчезновение ледников, которые аккумулируют осадки и постепенно «отдают» их в виде речного стока. К 2100 году ледники могут исчезнуть и тогда условия ведения сельского хозяйства для обеспечения населения продовольствием в данном регионе будут особенно тяжелыми.
- При применении современных методов ведения сельского хозяйства и новых сортов зерновых проблемы продовольствия в Центральной Азии можно избежать, но затраты предстоят большие.

По результатам наших 20 летних исследований основанных на фактических данных сети гидрометеостанций КР:

- 1. Рост температуры в КР продолжится, но вряд ли будет выше 2,5-3°С к концу столетия. Осадки незначительно возрастут на 10-15%.
- 2. В 2-3 раза выше, чем летние, растут и будут расти температуры холодного периода года, что приведет к уменьшению его длительности и смягчению. Летние температуры увеличиваются незначительно.
- 3. Деградация ледников продолжиться, но не такими высокими темпами, как прогнозирует МГЭИК, которая ожидает по худшему сценарию полной потери ледников в ЦА к концу 21 века.
- 4. Опустынивание может затронуть относительно незначительную часть равнинной территории КР, в низкогорной и среднегорной зоне оно вряд ли проявится в полной мере.