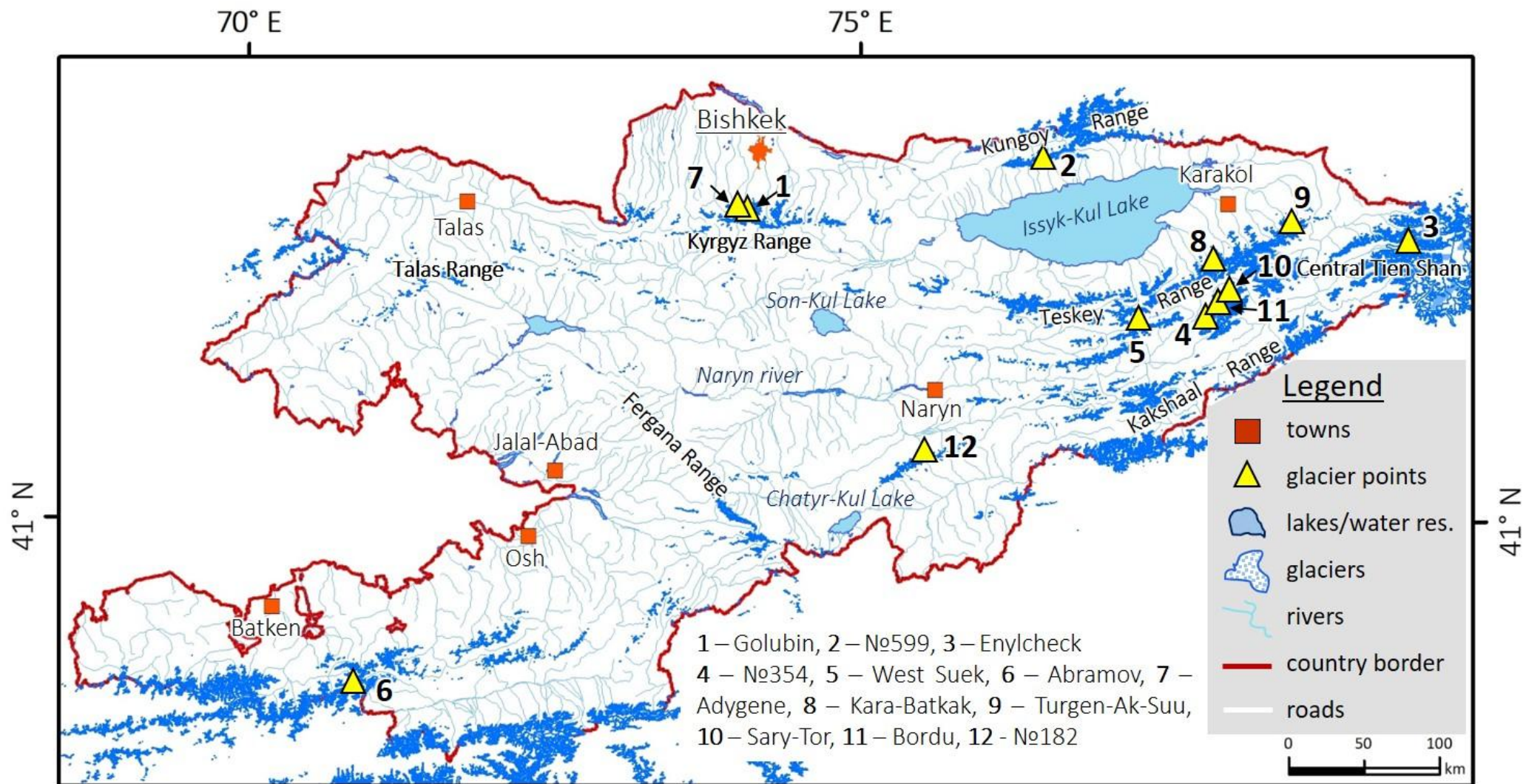


Молдобеков Б.Д., Усубалиев Р.А.,
Мандычев А.Н., Осмонов А., Азисов Э.,
Кенжебаев Р., Эсенаман уулу М.,
Подрезова Ю.А.

Динамика ледников и изменение окружающей среды, мониторинг состояния ледников в Кыргызстане



Месторасположение репрезентативных ледников Кыргызстана



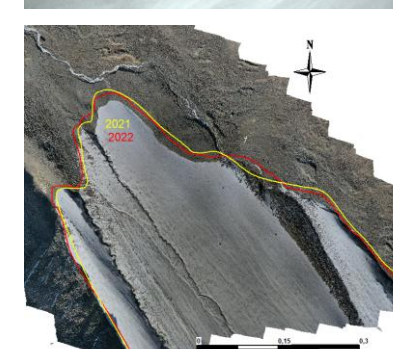
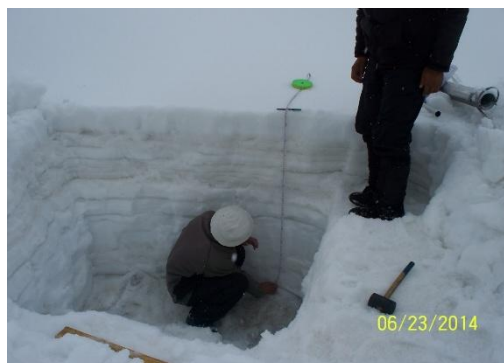
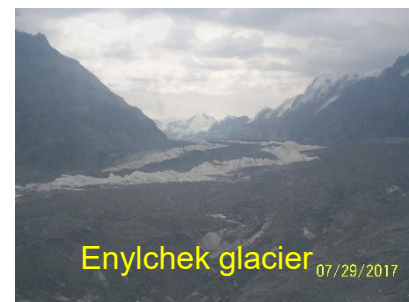
CROMO-ADAPT

Мониторинг ледников и гляциологические исследования

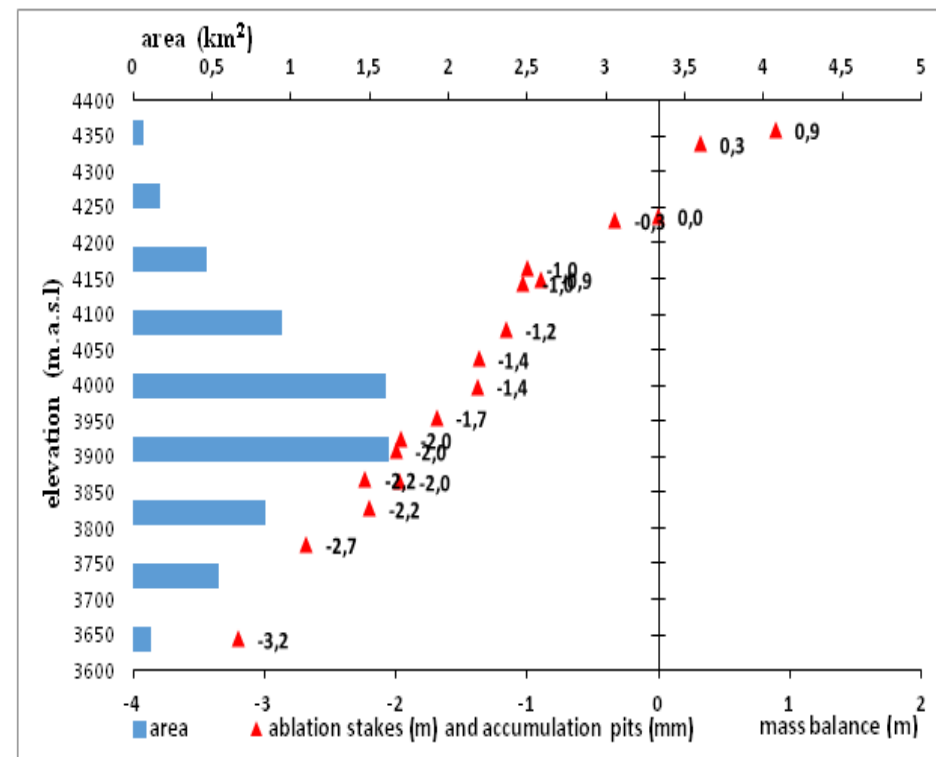
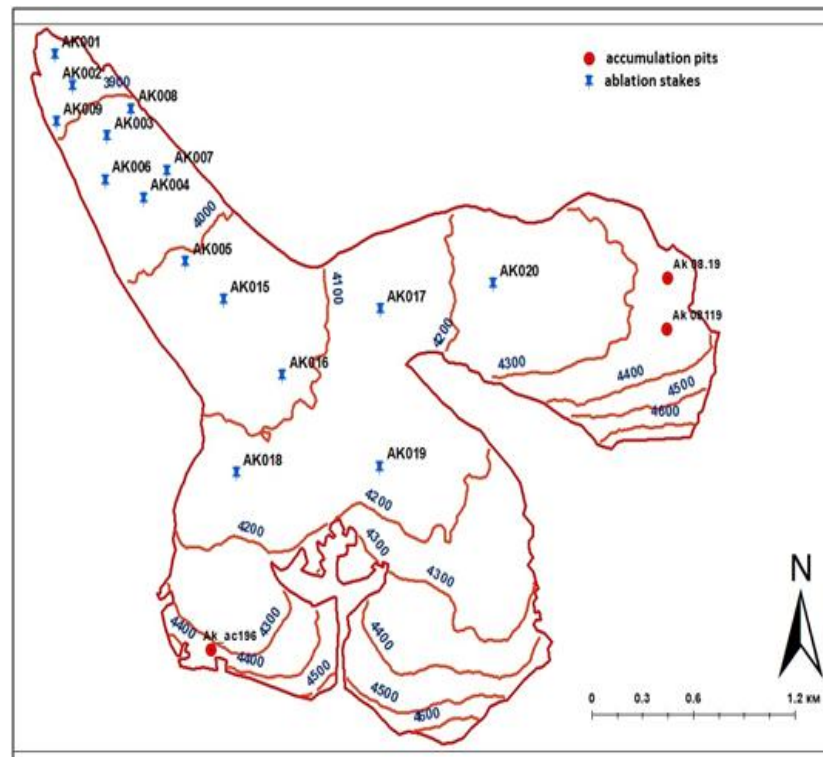
Полевые методы исследования ледников

Измерение абляции, толщины и плотности снега, геодезические, альbedo, и др. измерения.

Автоматические фотокамеры, съемка ледников - за перемещением границы снеговой линии, использование дрона.



Определение баланса массы ледника № 354, (Ак-Шыйрак)

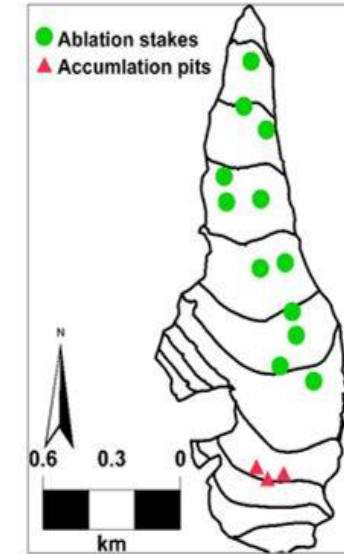


Мониторинг баланса массы на леднике Западный Сук с 2010 по 2022 год.



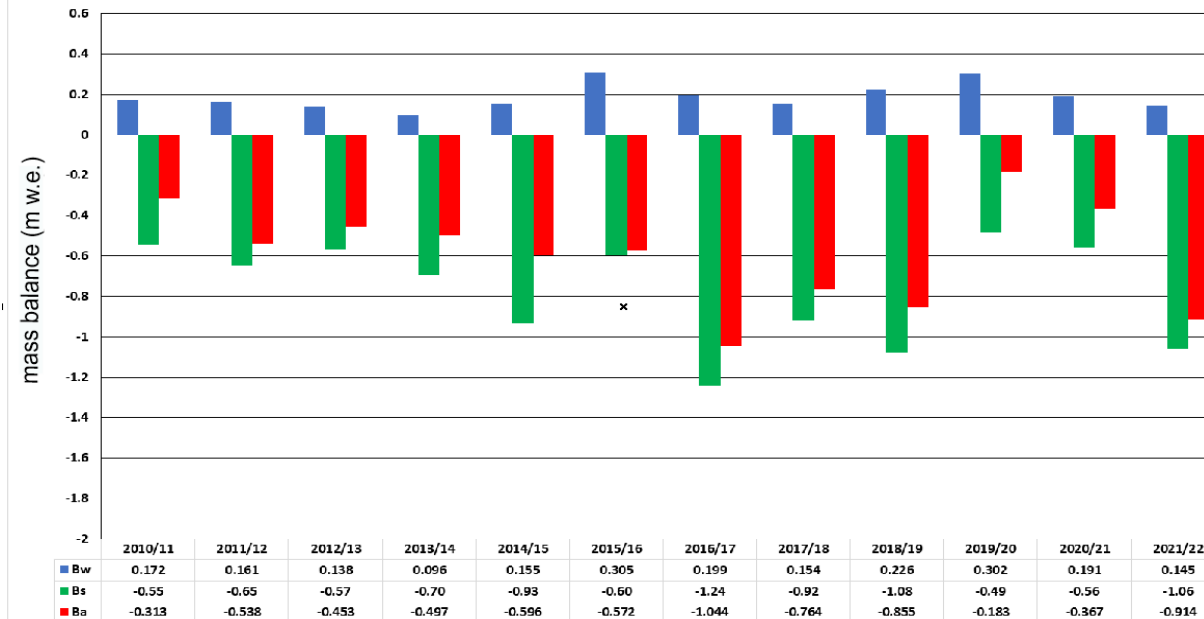
Цифровая модель местности ледника Западный Сук (№419), созданная на основе стерео-аэрофотосъемки 2022 года.

Date	Stakes	Snow pits	Probings
9/1/2010	7	—	—
8/20/2011	7	3	—
8/27/2012	9	3	13
7/26/2013	10	1	—
5/16/2014	—	2	~200
8/29/2014	10	2	12
8/7/2015	12	3	17
7/17/2016	14	4	34
9/13/2016	14	2	6
9/7/2017	12	3	18
9/1/2018	12	2	—
8/1/2019	12	3	—
8/6/2020	12	3	—
8/4/2021	11	3	—
8/20/2022	12	—	—

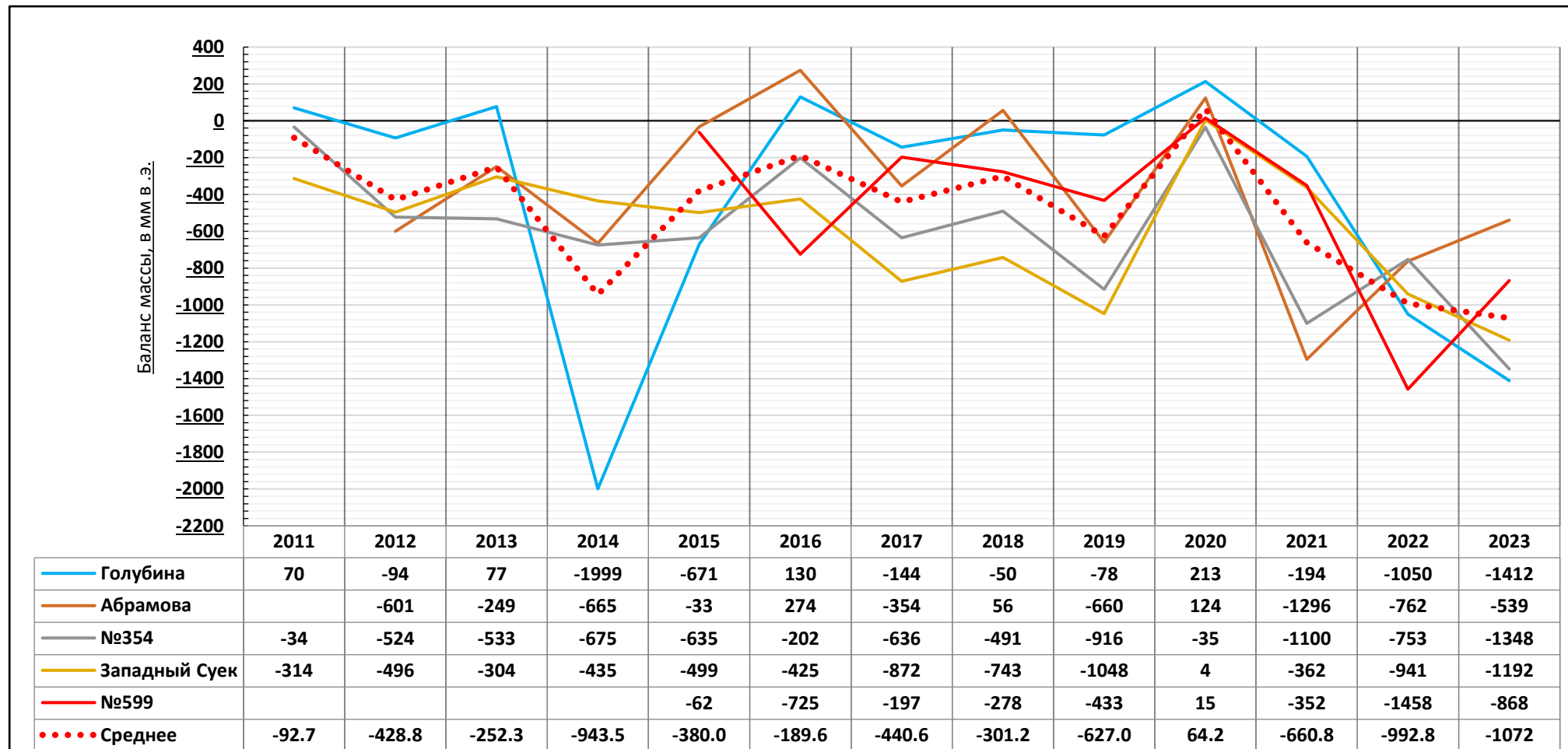


Зимний (Bw, синий), летний (Bs, зеленый) и годовой (Ba, красный), масс баланс ледника Западный Сук с 2010/11 по 2021/22 гг.

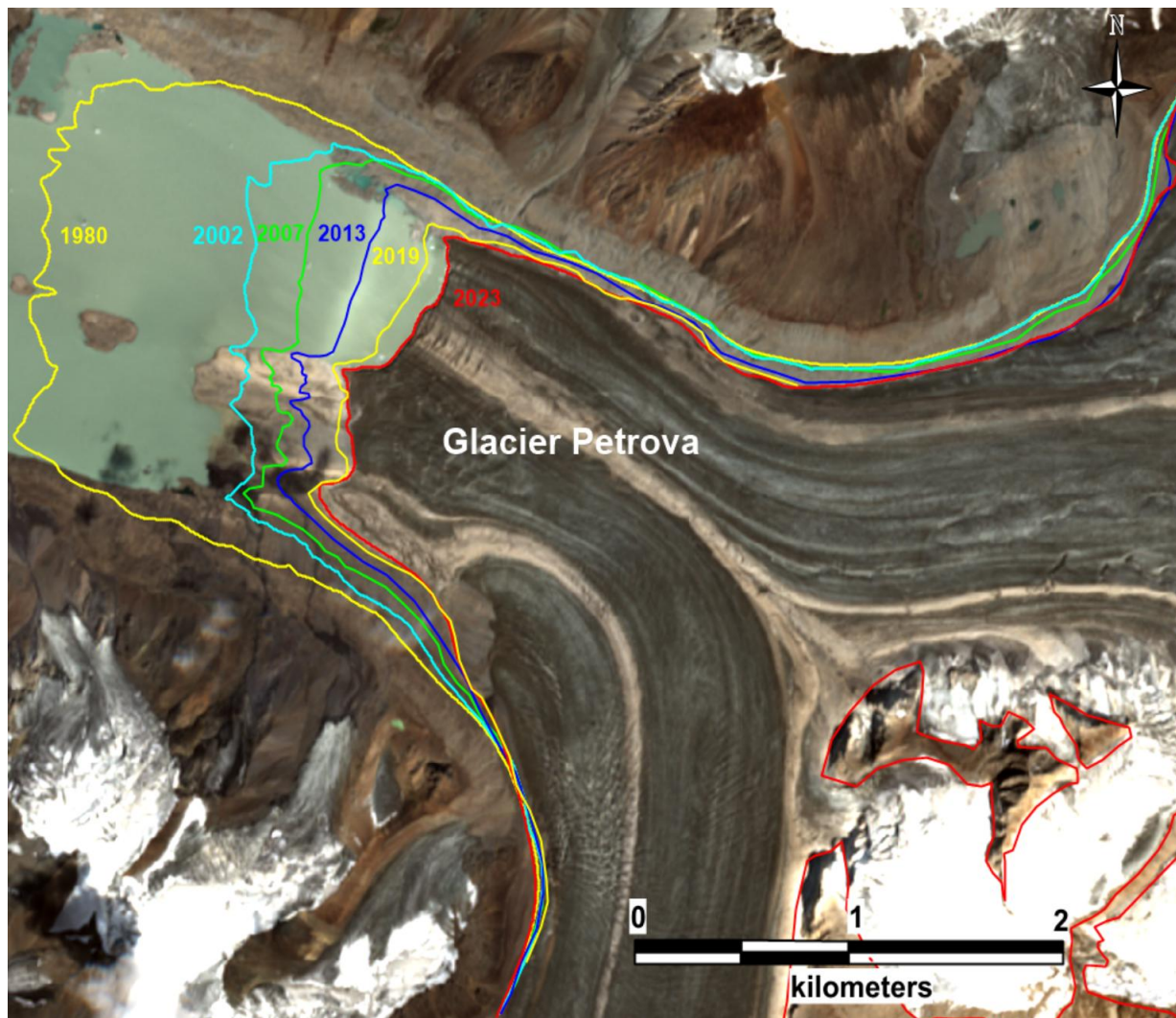
Западный Сук West Suk



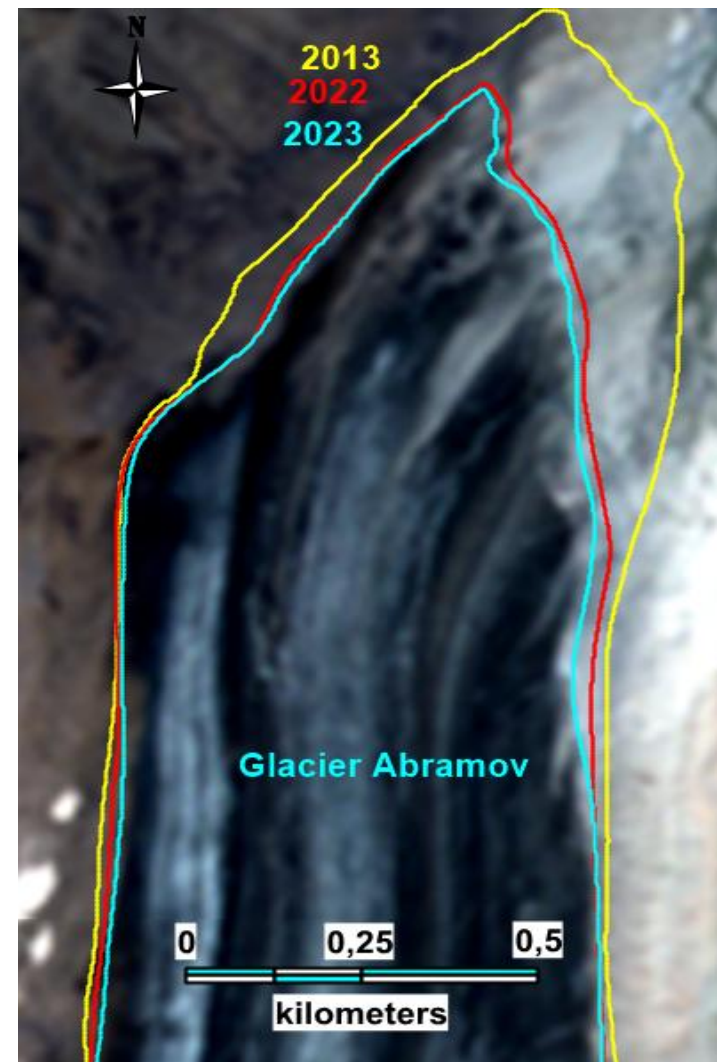
Баланс массы ледников Кыргызстана в период 2011-2023 гг. (мм водного эквивалента)



Границы языков ледников Абрамова и Петрова в 2013-2023 и 1980-2023 годах по данным космических снимков спутников «Landsat 8», «Sentinel 2», «Planet Scope», «WorldView-2».

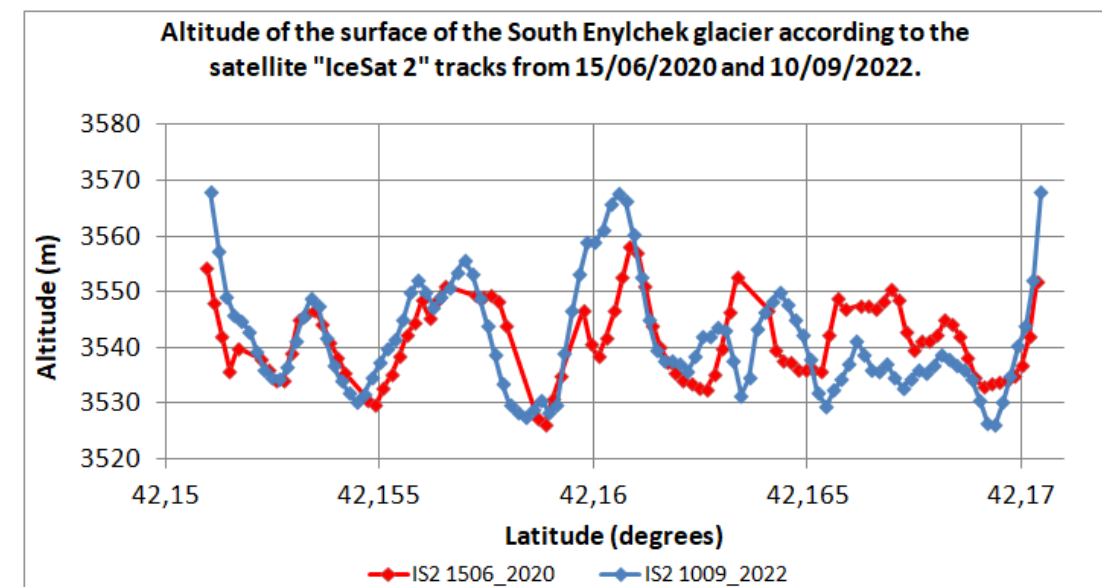
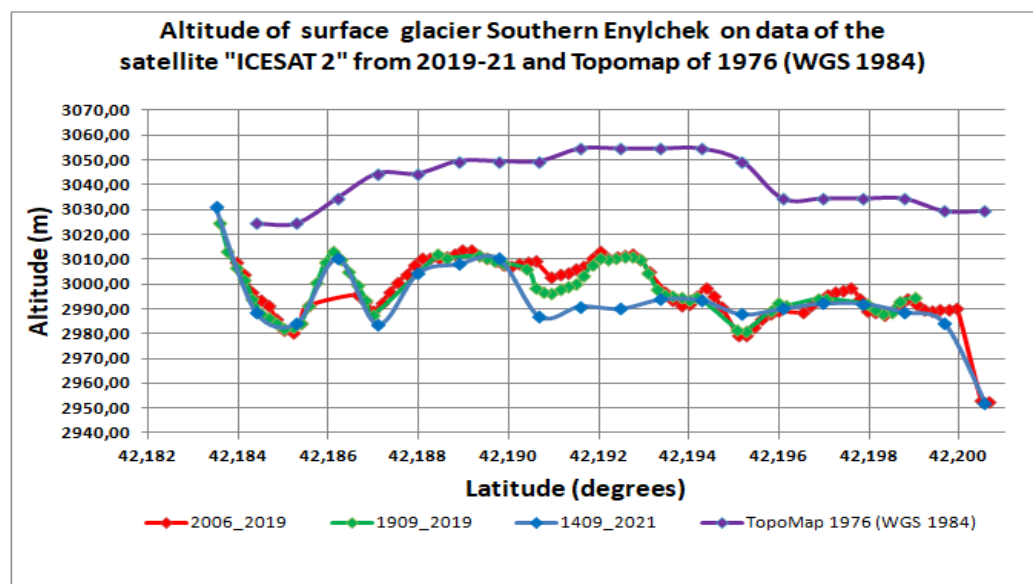
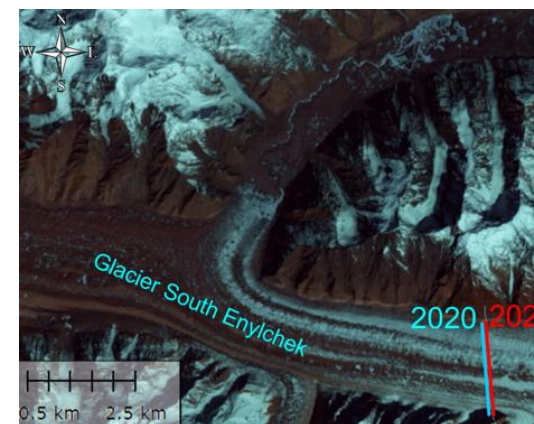


1980-2023 гг. средняя скорость сокращения площади - 0,08 км²/год.



Средний темп сокращения площади в 2013-2023 гг. - 0,017 км²/год.

Изменение высоты поверхности ледника Южный Энилчек с 1976 по 2019, 2020, 2021 и 2022 годы по данным альтиметрии спутника «IceSat 2».



Высота поверхности ледника с 1976 по 2021 год уменьшилось максимум на 60 м и, преимущественно на 30-40 м. То есть, тенденция уменьшения толщины ледника Южный Энилчек в 2021 году продолжится темпами 1-1,5 м/год.

Автоматическая метеостанция на леднике Абрамова

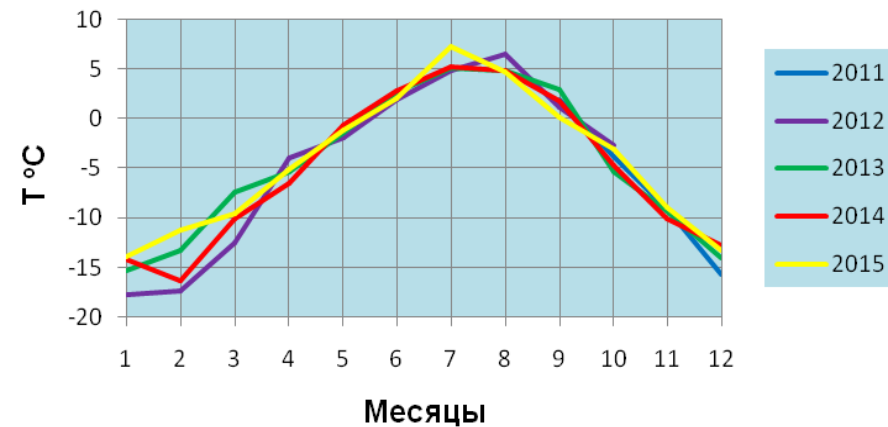
Is established within the framework of the project

“Water in Central Asia” (CAW)

<http://www.caiag.kg/en/departments/departments-3/monitoring-system/monitoring-network>

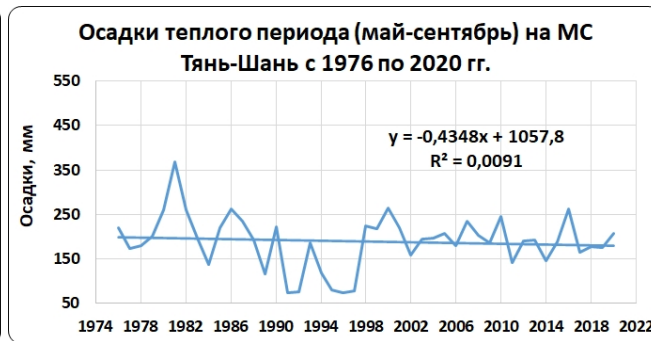
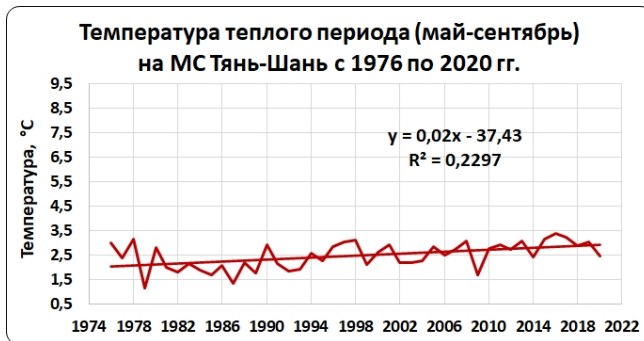
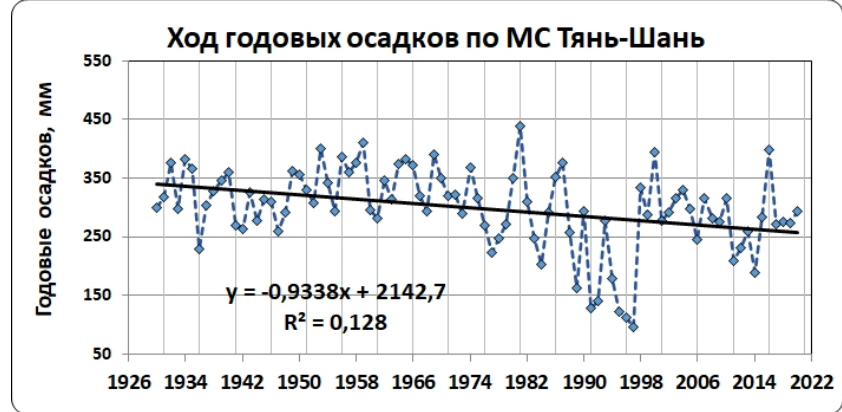
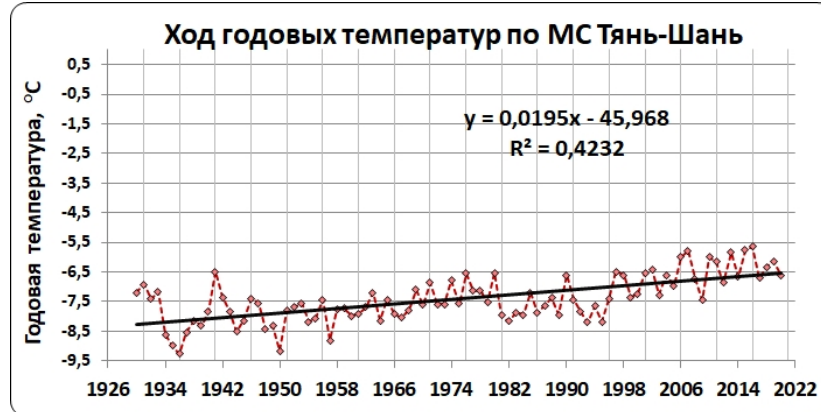


Температура приземного слоя воздуха
по АМС "Абрамов" в 2011-15 годах



Изучение климатических условий высокогорных зон и их изменений

Временной ход годовых температур воздуха и годовых сумм осадков по МС «Тянь-Шань» (Н=3610 м.)



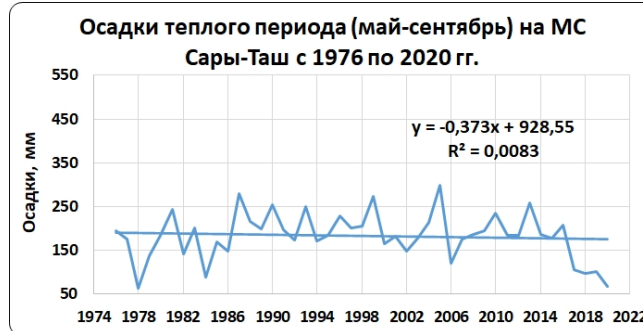
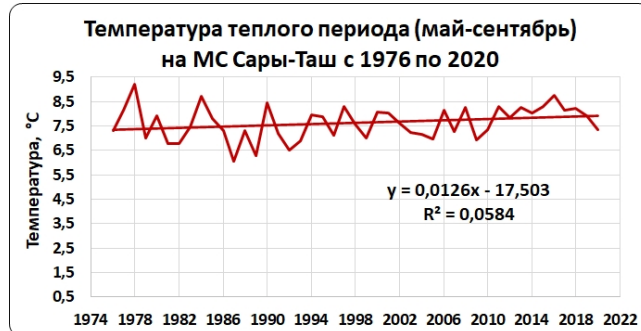
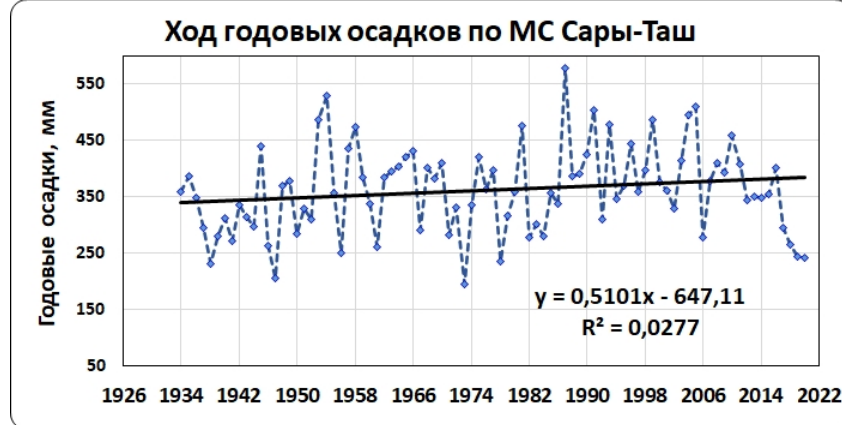
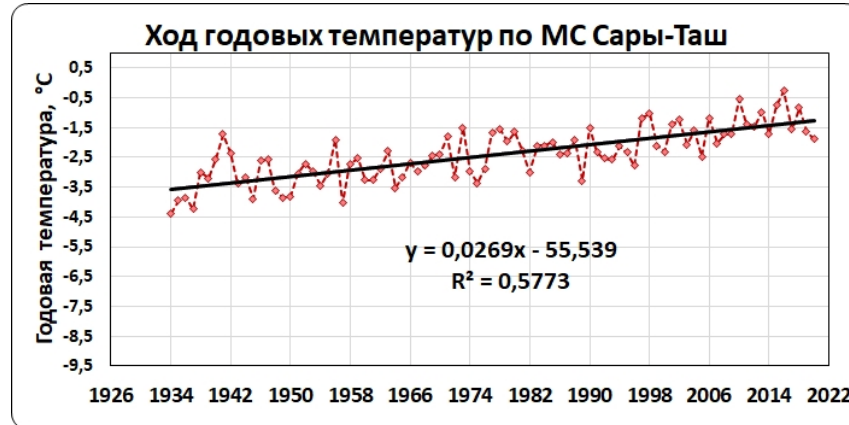
В период глобального потепления климата, начиная с 1976, в среднем для **теплого периода** года (май-сентябрь) расчетное трендовое увеличение температуры составило **0,9°C**. По осадкам в теплый период года с 1976 по 2020 г. отмечается отрицательный тренд $b = -4,35$ мм/10 лет, что дало уменьшение осадков на **20 мм**.

- Для **всего периода наблюдения 1930-2020 гг.** потепление в среднем для года шло с достаточно высокой скоростью, $b = 0,20^\circ\text{C}/10$ лет и ΔT составило **1,8°C** за 91 летний период. т.е. отмечался положительный и существенный тренд (значимый). Годовые осадки имели существенный отрицательный (значимый) тренд с $b = -9,34$ мм/10 лет, который дал уменьшение осадков на **85 мм**.

**Данные метеостанции «Тянь-Шань» характеризует климатические условия
Внутреннего и Центрального Тянь-Шаня**

Данные метеостанции «Сары-Таш» характеризует климатические условия Памиро-Алайского района

Временной ход годовых температур воздуха и годовых сумм осадков по МС «Сары-Таш» (Н=3155 м.)



В период **глобального потепления** климата, начиная с 1976, в среднем для теплого периода года (май-сентябрь) расчетное трендовое увеличение температуры составило **0,6°C** ($b = 0,13^\circ\text{C}/10$ лет). По осадкам в теплый период года с 1976 по 2020 г. отмечается отрицательный тренд $b = -3,73$ мм/10 лет, что дало **уменьшение осадков на 17 мм**.

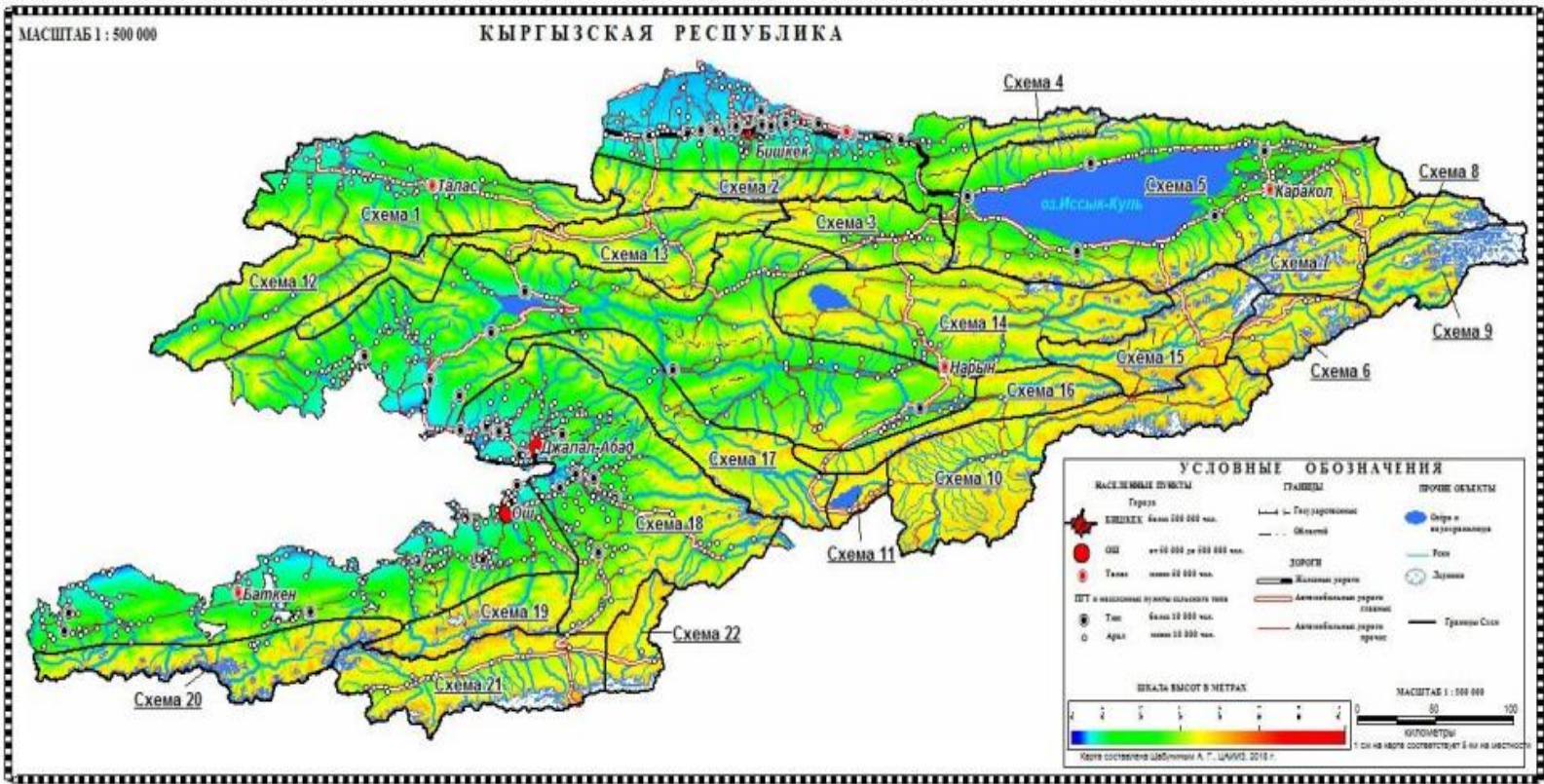
- Для **всего периода наблюдения 1930-2020 гг.** потепление в среднем для года шло с очень высокой скоростью, $b = 0,27^\circ\text{C}/10$ лет и ΔT составило **2,3°C** за 87 летний период. т.е. отмечался положительный и существенный тренд (значимый).
- Годовые осадки имели существенный положительный тренд с $b = 5,1$ мм/10 лет, который дал **увеличение осадков на 44 мм**.

Составлен обновлённый Каталог ледников Кыргызстана



Каталог ледников Кыргызстана
ЦАИИЗ 2018, редакция 2023

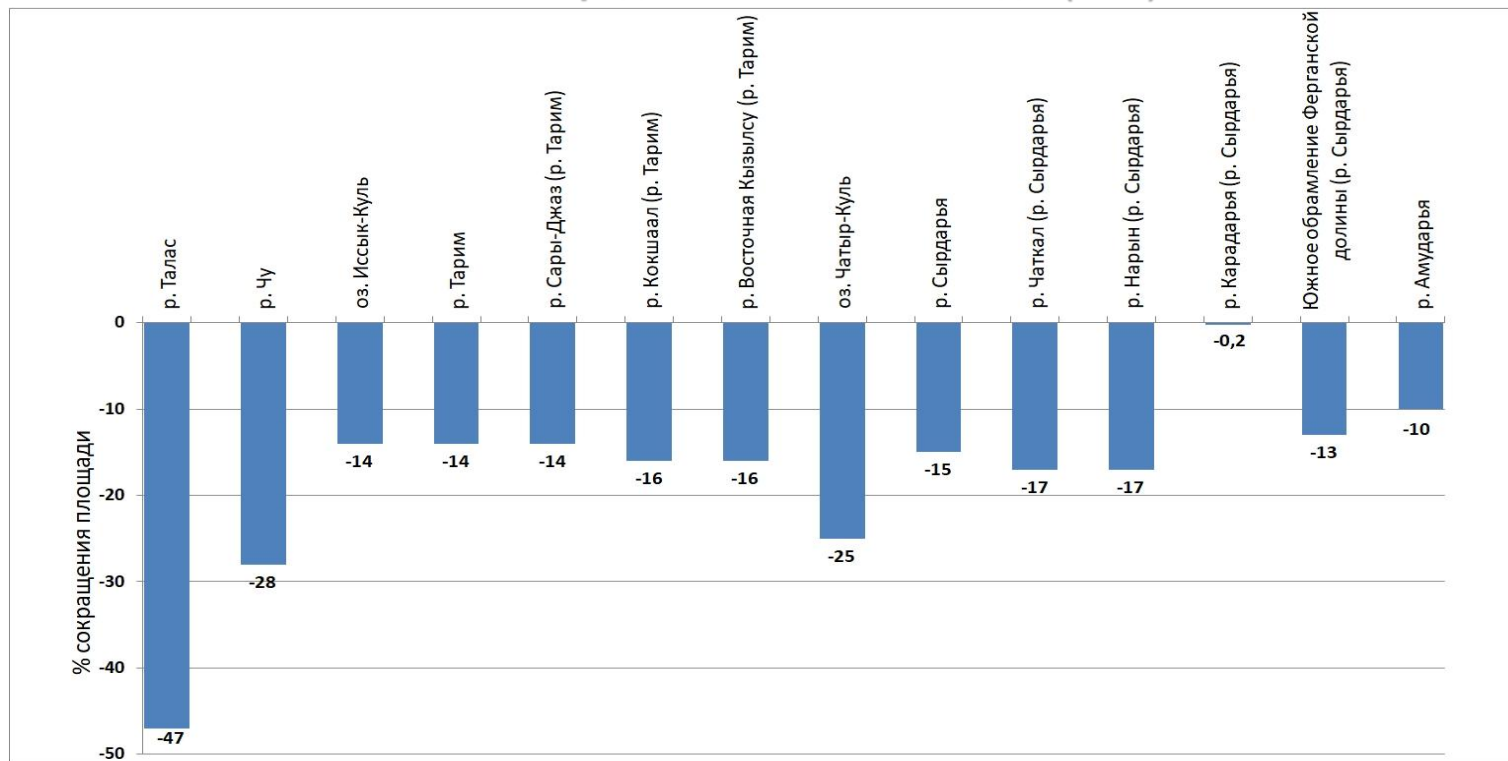
Основные сведения о ледниках



**Инвентаризация ледников на основе спутниковых снимков «Landsat 8» от 2013 – 2015 гг.
и «Каталога ледников СССР»(1971-1976)**

Речной бассейн	Изменение ледников					
	Количество			Площадь, км ²		
	По каталогу СССР	“Landsat 8”	В %	По каталогу СССР	“Landsat 8 ”	В %
Кыргызский хребет	483	597	+19,1	471,2	262,9	- 44,2
Бассейн р. Талас и Асса	281	323	+13	164,7	87,9	- 46,6
Бассейн оз. Иссык-Куль	843	957	+11,9	650,4	560,8	-13,8
Бассейн р. Кокшаал	575	705	+18,4	691,5	577,9	-16,4
Бассейн р. Ат-Башы	284	303	+6,3	113,7	84,1	- 26,0
Бассейн реки Нарын	376	543	+30,8	142,9	118,8	-16,9
Бассейн р. Ак-Шийрак	300	410	+26,8	412,8	300,1	-27,3
Бассейн р. Сары-Джаз	257	291	+11,7	368,2	308,4	-16,2
Бассейн р. Чаткал	124	211	+41,2	51,2	42,3	-17,4

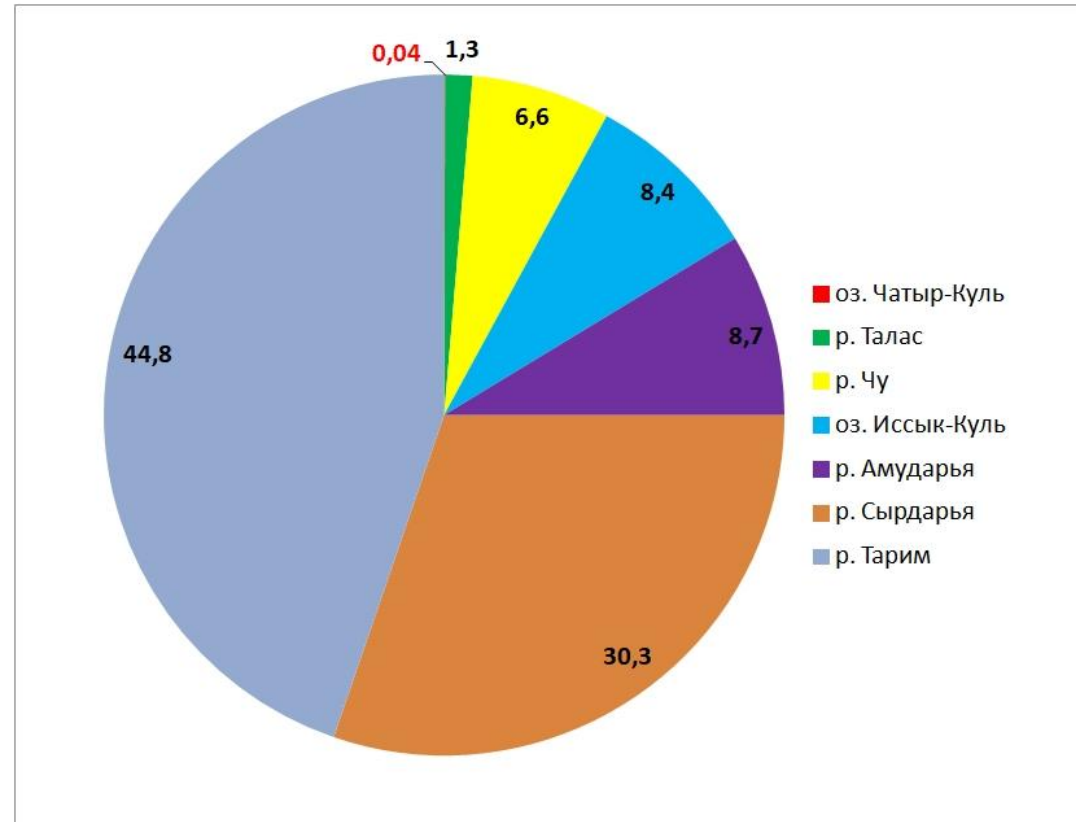
**Сокращение площади ледников по основным речным
бассейнам Кыргызстана
с середины 1940 по 2016 годы (в %)**



Примерно 70 - ти летний период, площадь оледенения Кыргызстана сократилась в среднем на **16 %**, площадь крупных ледников при этом сократилась на 17 %, в то же время как площадь небольших ледников увеличилась в два с половиной раза (на 245 %).

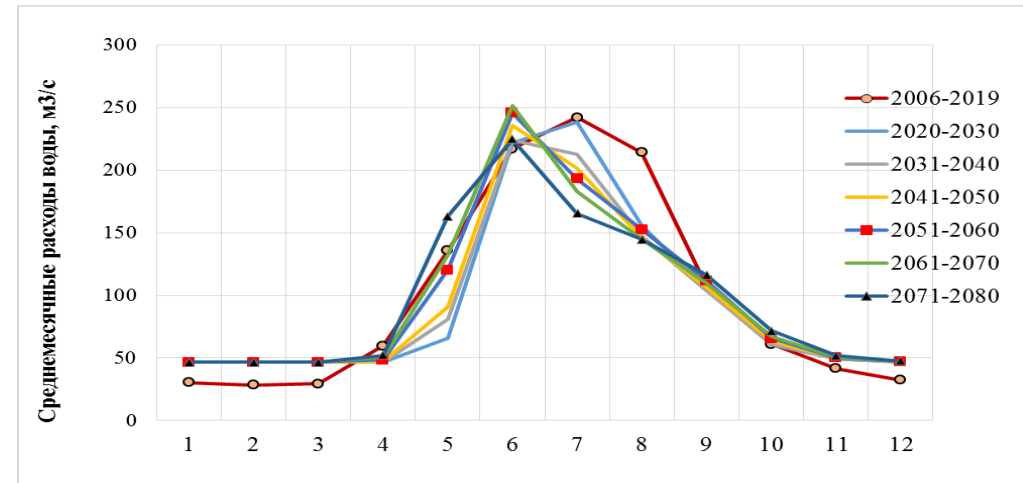
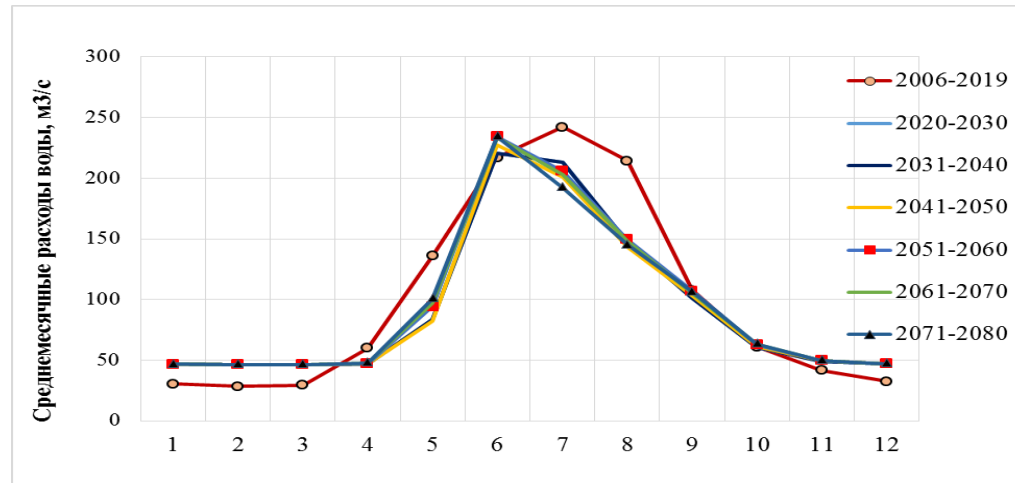
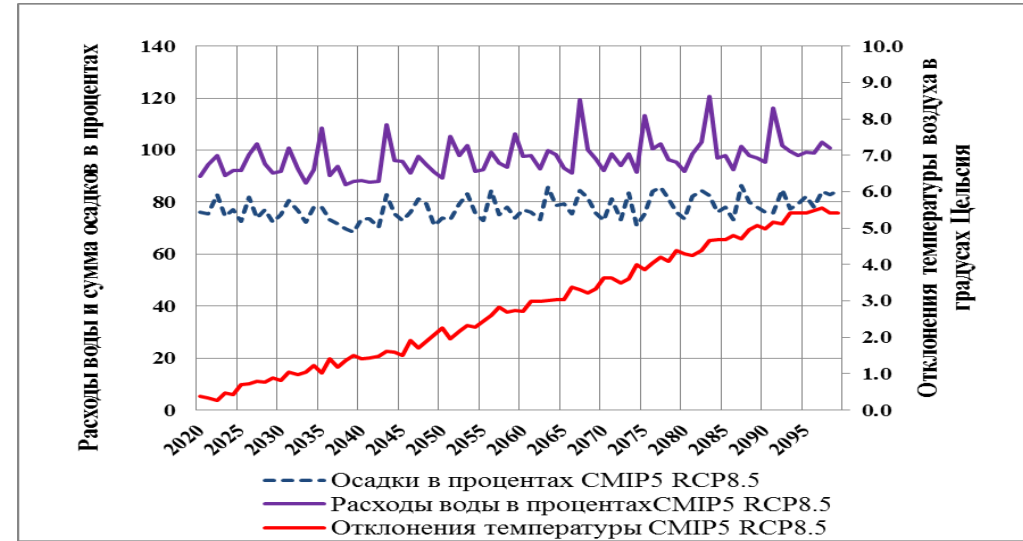
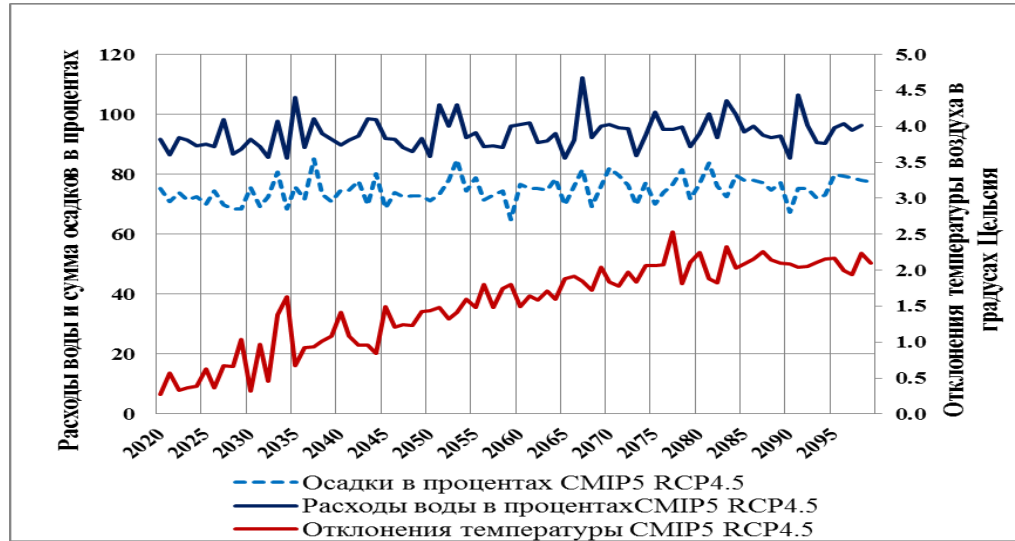
Современное распределение площадей ледников по основным речным бассейнам Кыргызстана

Почти половина
оледенения
приходится на
бассейн р. Тарим (45
%) и третья часть на
бассейн р. Сырдарья
(30 %).



- По Каталогу ледников СССР (выполненные на основе аэрофотоснимков 40-70-е годы XX века), на территории Кыргызской Республики насчитывалось **8164 ледника** общей площадью **7944,2 км²** (**3, 976%**, округленно **4% от общей площади КР**).
- По состоянию на 2013-2016 гг, по данным спутниковым снимкам «Landsat-8», на территории Кыргызской Республики насчитывается **9959 ледников** общей площадью **6683,9 км²** (**3,345 % от общей площади КР**).
- Общее количество ледников увеличилось на **22 %**.
- Площадь оледенения, в целом, и крупных ледников (площадью более 0,1 кв. км) сократилась, в среднем, на **16 % и 17 %**, соответственно.
- При этом объем воды сосредоточенные в ледниках уменьшился примерно на **155 км³**
- В настоящее время, деградация ледников Кыргызстана продолжают и отступают они с различной интенсивностью.

Прогнозирование изменений водных ресурсов на основе методов гидрологического моделирования в моделях HBV-light и HBV-EHT.



Межгодовая (сверху) и внутригодовая (снизу) изменчивость стока рек преимущественно ледникового питания (тип ледниково-снеговое питание). Слева CMIP5 RCP45 и справа CMIP5 RCP8.5.

Спасибо за внимание!



ЦАИИЗ