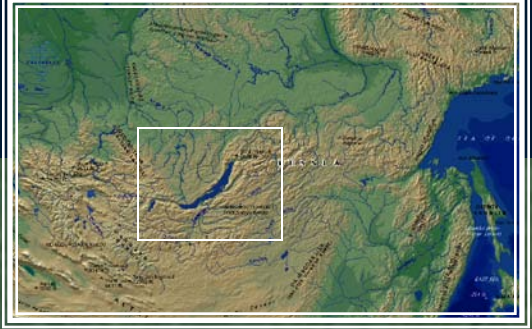
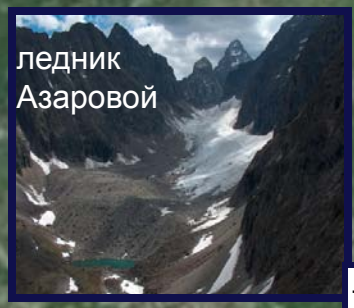
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ГОРНЫХ ЛЕДНИКОВ – ИНДИКАТОРОВ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЮГА ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

Иванов Е.Н.
egoryo@bk.ru

Горы юга Восточной Сибири

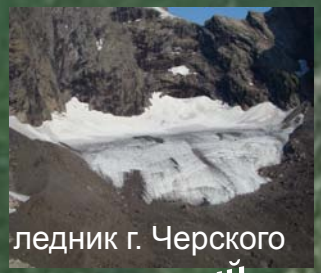
Современное оледенение региона

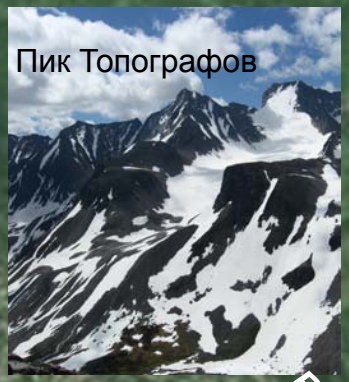




Кодар

1

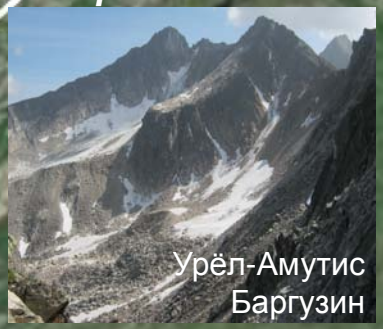




Байкальский хребет

2

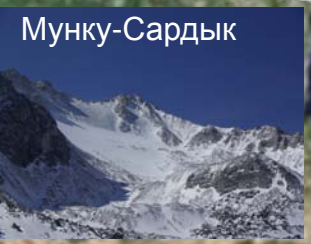
Баргузинский хребет



4

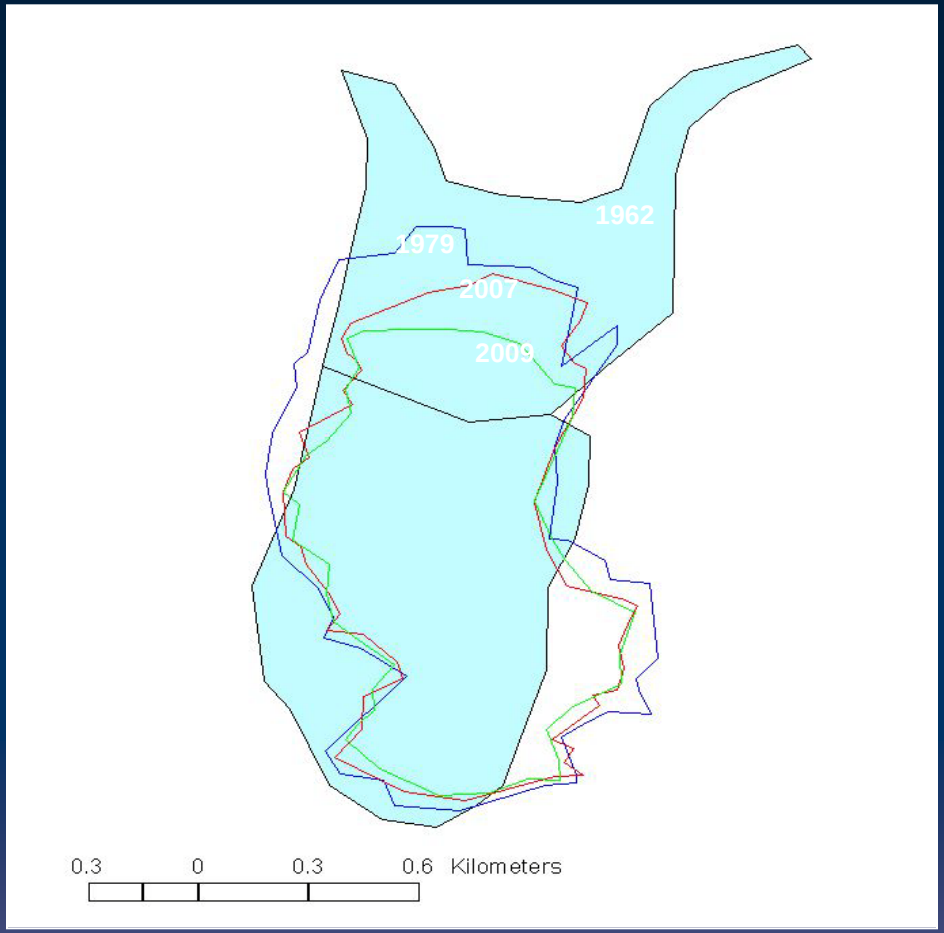
Восточный Саян

3



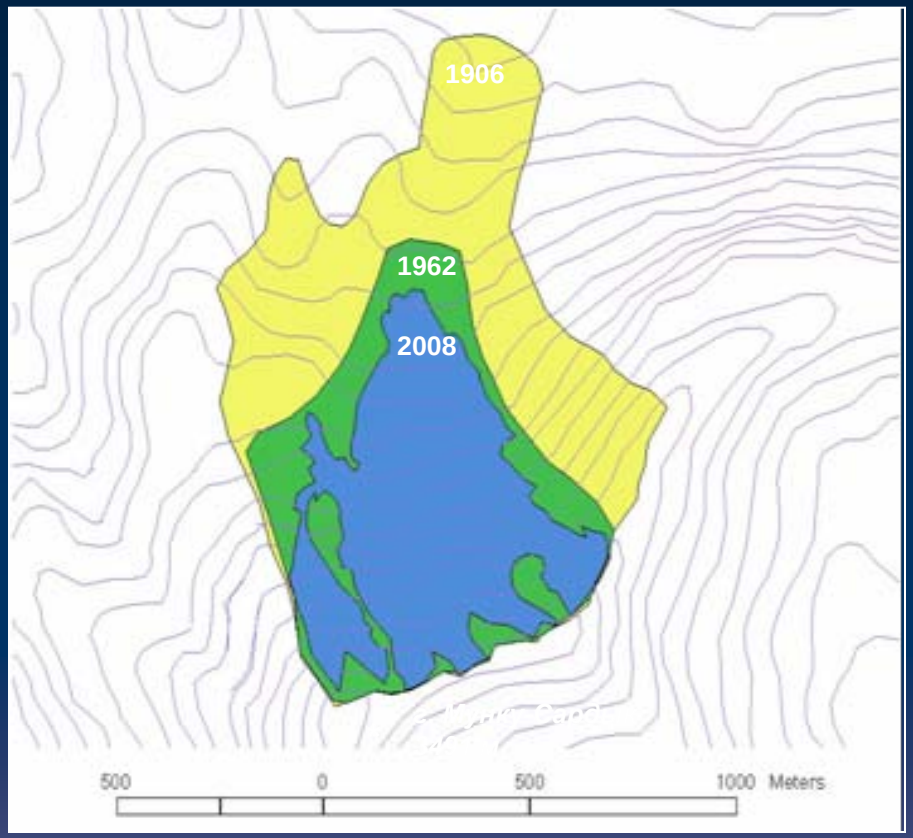
Отличием внутриконтинентальных сибирских ледников является особенность их абляции – эти объекты в меньшей мере подвержены изменениям длин и площадей, и в большей мере убыли массы.

Стадии изменения ледников



Азаровой (хр. Кодар)

1962 - границы ледника по топокарте 1962 г;
1979 - по данным фототеодолитной съемки 1979 г;
2007 - по ДДЗ EROS-B 2007 г;
2009 - по ДДЗ QB 2009 г.



Перетолчина (Мунку-Сардык)

Границы ледника в 2008 году
Границы ледника в 1962 году
Границы ледника в 1906 году

Динамика ледников Восточного Саяна

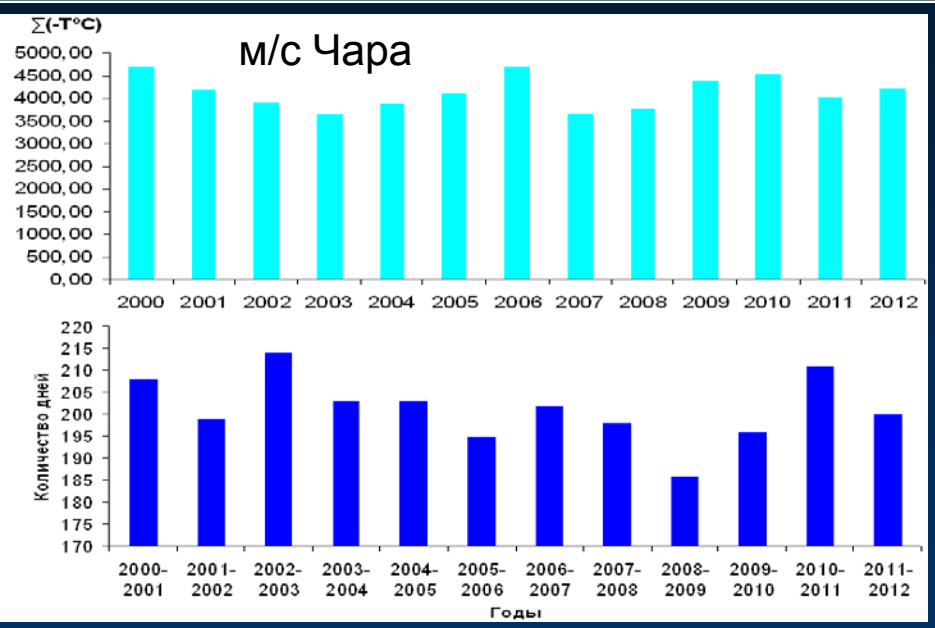
Массив Мунку-Сардык

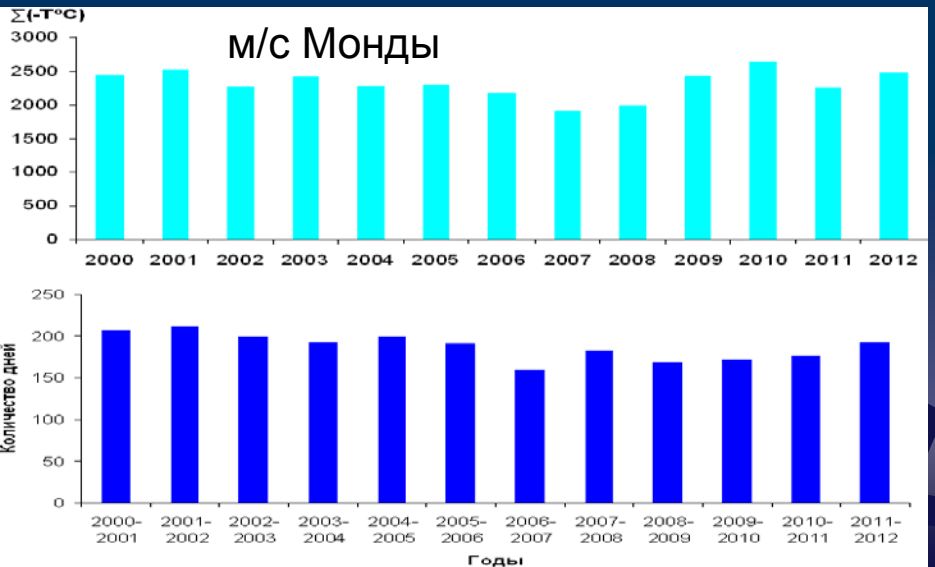
Ледник / морфолог. тип	Период, г.	Площадь, км²	Отступание по высоте, м	Высота конца языка ледника, м. над ур.м.
Перетолчина / карово-присклон.	*1906*	*0.68*		*2784*
	2010	0.35	163	2947
Южный / каровый	*1906*	*0.4*		*3173*
	2010	0.17	42	3215
Радде / каровый	*1906*	*0.3*		*2800*
	2010	0.28	0-5	2800
Жохойский	*1906*	*0.3*		
	2010	Ледник не обнаружен		
Пограничный / каровый	*1906*	*Нет сведений*		
	2008	0.18	-	3068

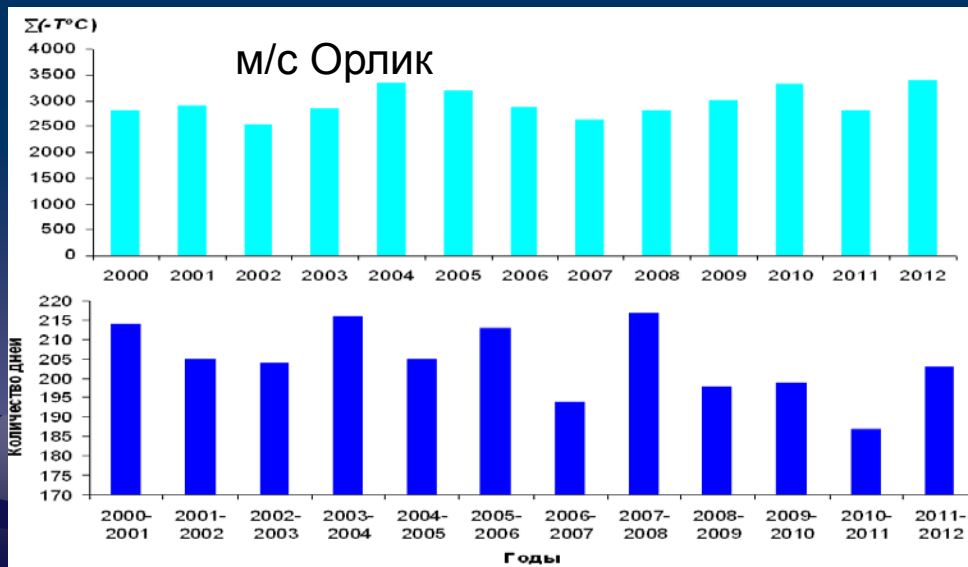
Пик Топографов

Номер ледника по Каталогу ледников СССР / морфолог. тип / период	Площадь, км²	Отступание по высоте, м.	Высота конца языка ледника, м над ур.м.
1 / каровый / 1972-2011	*0,5* – 0,4	*40*	*2400* – 2440
2 / каровый / 1972-2011	*0,2* – 0,15	*130*	*2350* – 2480
3 / карово-дол. / 1972-2011	*1,4* – 1,0	*50*	*2500* – 2550
15 / висячий / 1972-2011	*0,2* –	Ледник не обнаружен	
16 / карово-дол. / 1972-2011	*0,2* – 0,1	*40*	*2320* – 2360
17 / долинный / 1972-2011	*0,5* - 0,4	*260*	*2220* – 2480
18 / долинный / 1972-2011	*1,1* – 1,0	*60*	*2320* – 2380
19 / каровый / 1972-2011	*0,2* – 0,1	*80*	*2320* – 2400
20 / долинный / 1972-2011	*1,0* – 0,7	*50*	*2380* – 2430

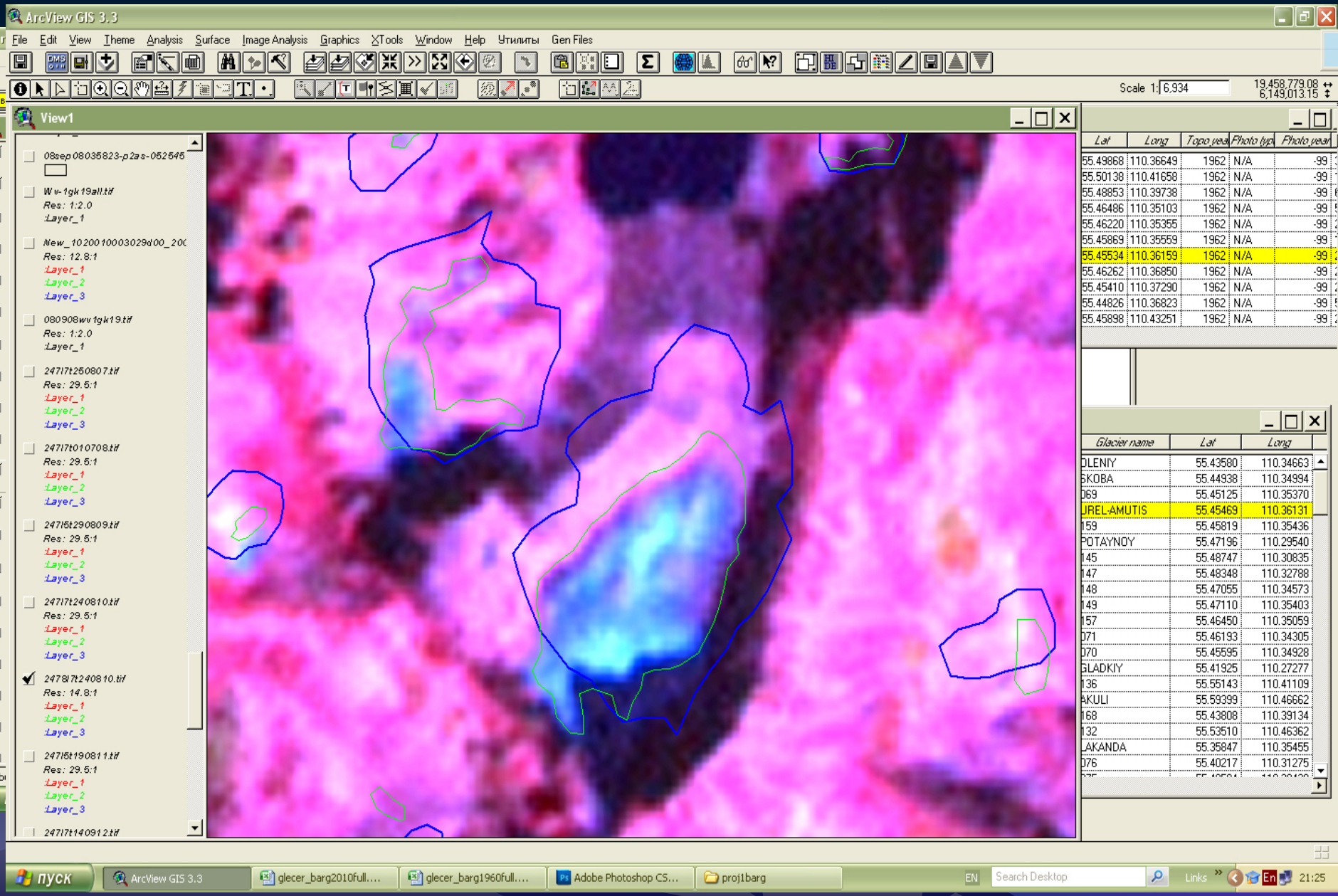
Резкая континентальность климата и широкое распространение криолитозоны в горах юга Восточной Сибири приводит к особой динамике ледников, при которой основным фактором устойчивости является запас холода в подстилающей поверхности и теле ледника, накопленный в период отрицательных температур.



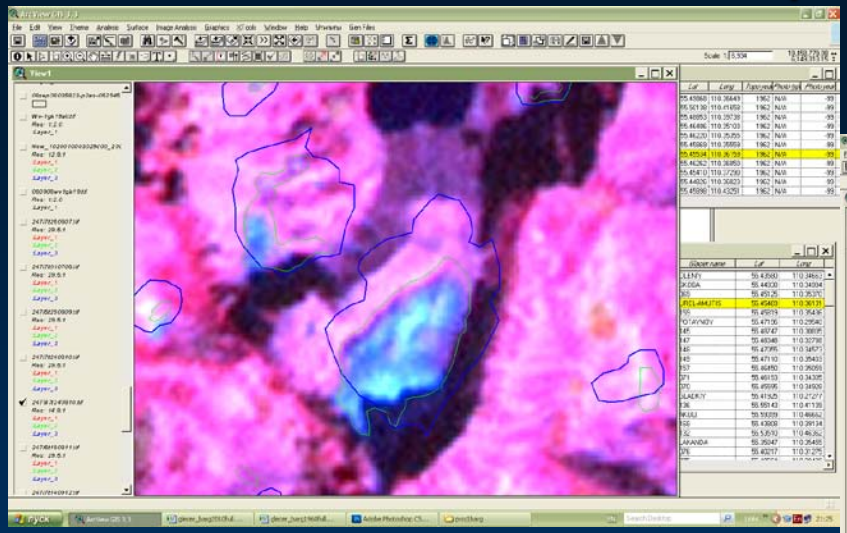


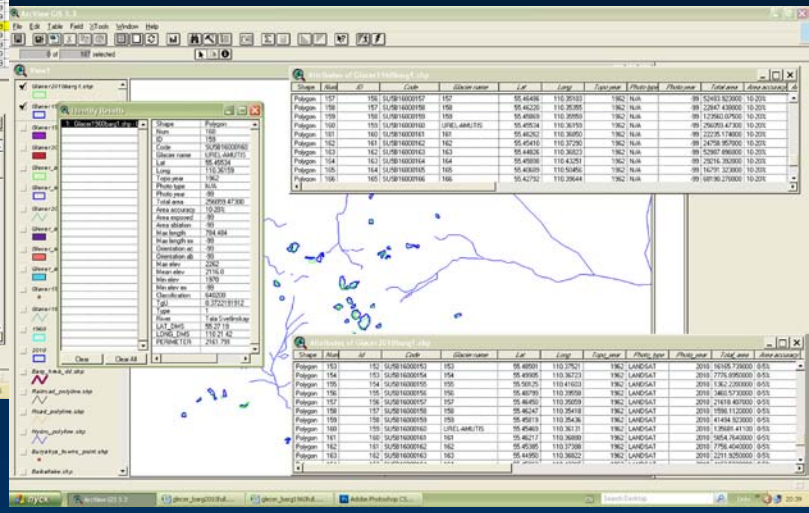


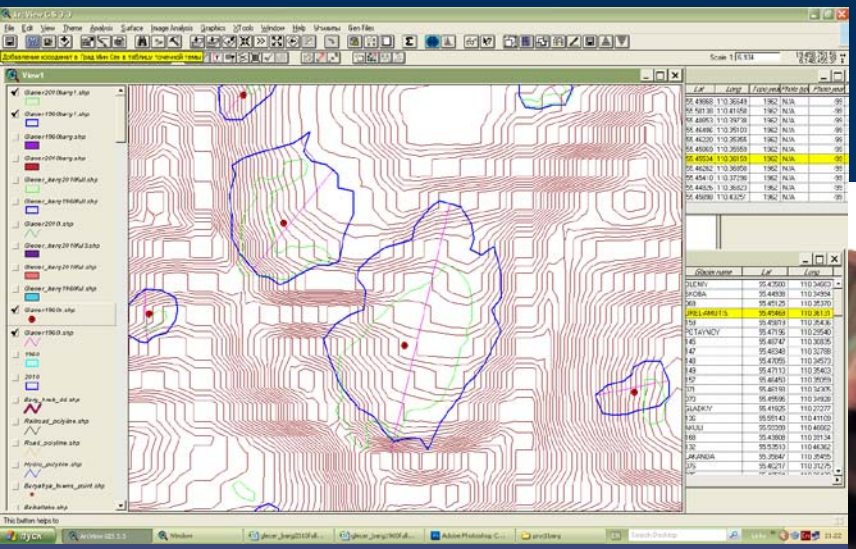
База данных «Ледники Баргузинского хребта»

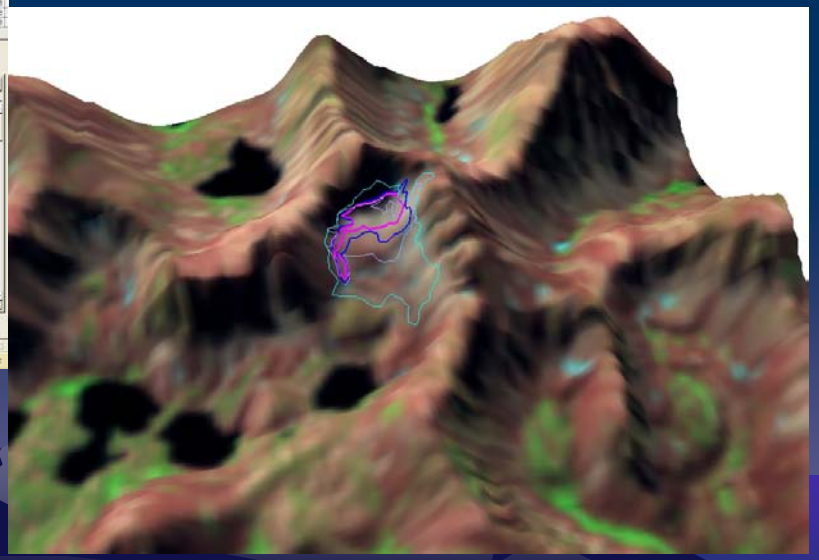


База данных «Ледники Баргузинского хребта»









Результаты обработки данных термохронов

Горный хребет	Код площадки	Абс. высота	Растительность	Экспозиция
Байкаль-ский хребет	**Б1**	1290 м	Низкотравье	Южная
	Б2	1126 м	Разреженные кустарники	Южная
	Б3	1127 м	Кедровый стланик, моховые	Северная
Мунку-Сардык	**М1**	2877 м	Альпийский луг	Северная
	М2	2684 м	Морена, лишайники	Северная

Термо хрон	Среднегодовая температура	Максимальная температура°С / дата	Минимальная температура / дата	Годовая амплитуда температур	Период устойчивой отрицательной температуры
Б1	-6,5°С	15,0°С / (25.07.2010)	-26,5 °С / (01.02.2010)	41,5°С	18.10.2009 - 26.05.2010
Б2	-3,3°С	21,5°С / (24.07.2010)	-21,0°С / (04.02.2010)	42,5°С	24.10.2009 - 03.05.2010
Б3	-1,8°С	20°С (22.07.2010)	-15,5 °С / (02.02.2010)	35,5°С	26.10.2009 - 10.05.2010
М1	-10,3°С	10,4°С (11.07.2010)	-25,5°С / (13-14.02.2010)	35,9°С	12.10.2009 - 14.06.2010
М2	-9,6°С	7,5°С (09.07.2010)	-22,0°С / (11-16.02.2010)	29,5°С	29.10.2009 - 12.06.2010

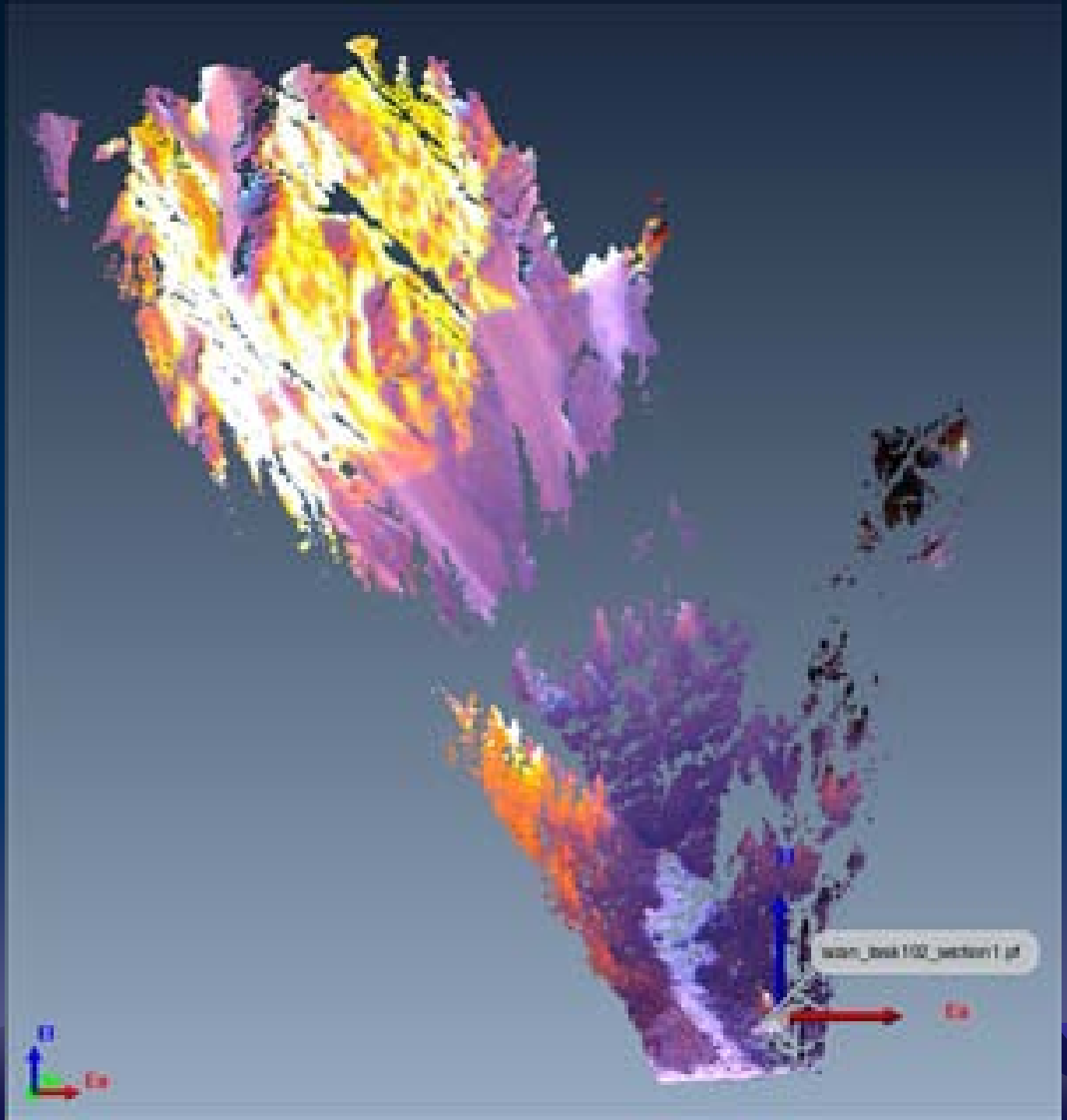
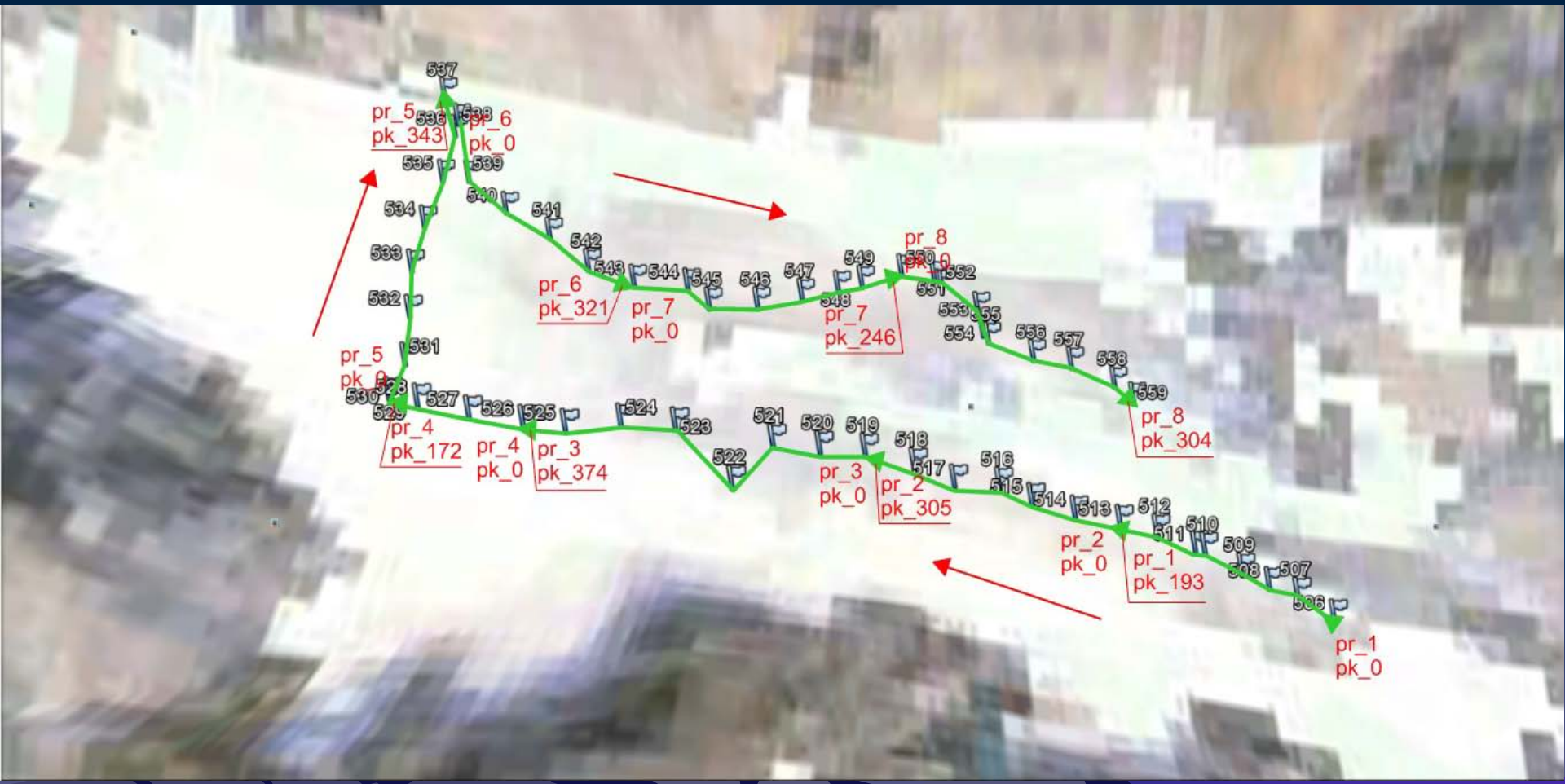


Иллюстрация результата лазерного сканирования ледово-каменного тела системой ILRIS – Optech HD

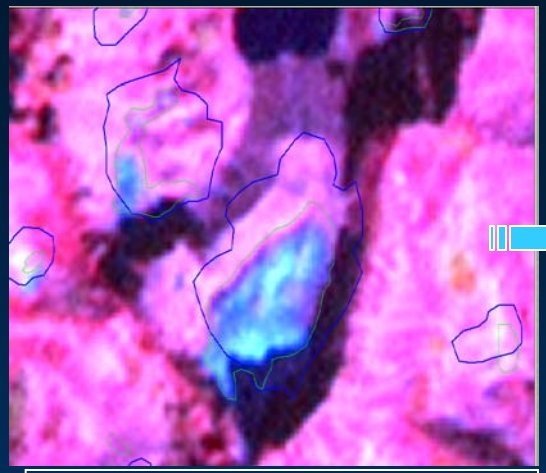
Схема профилей измерения ледника Ячевского на пике Топографов (Восточный Саян) георадаром ОКО-2



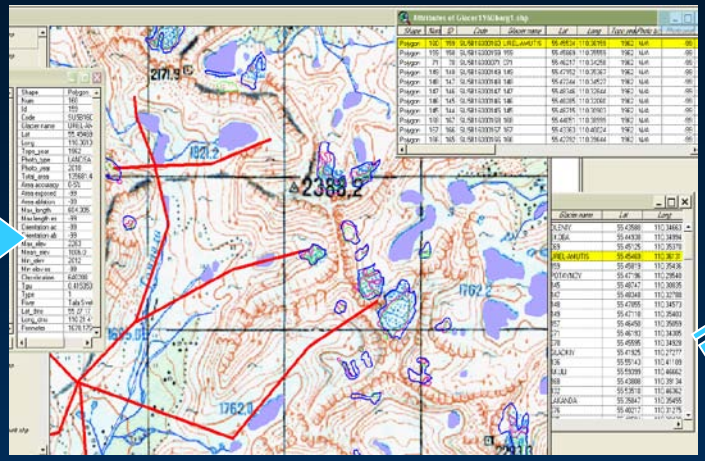
Результаты измерений остаточной прочности морен склерометром ADA Schmidt Hammer 225

Место измерения	Координаты	Абс. высота	Расстояние от области питания	Средняя прочность корки выветривания
Мунку-Сардык, русло р. Белый Иркут	N 51.45475 E 100.39265	1700 м	3500 м	38 у.е.
Мунку-Сардык, морена ледника Сев. Перетолчина	N 51.44202 E 100.36083	2600 м	400 м	44 у.е.
Мунку-Сардык, морена ледника Сев. Перетолчина	N 51.43445 E 100.36012	2900 м	200 м	47 у.е.
Пик Топографов, морена склона ледника № 18,	N 52.51550 E 98.82975	2228 м	1700 м	61 у.е.
Пик Топографов, морена ледника № 18,	N 52.50153 E 98.81875	2566 м	150 м	42 у.е.
Пик Топографов, морена ледника Ячевского	N 52.48477 E 98.86296	2028 м	1200 м	53 у.е.

Исследование горных ледников Восточной Сибири сегодня

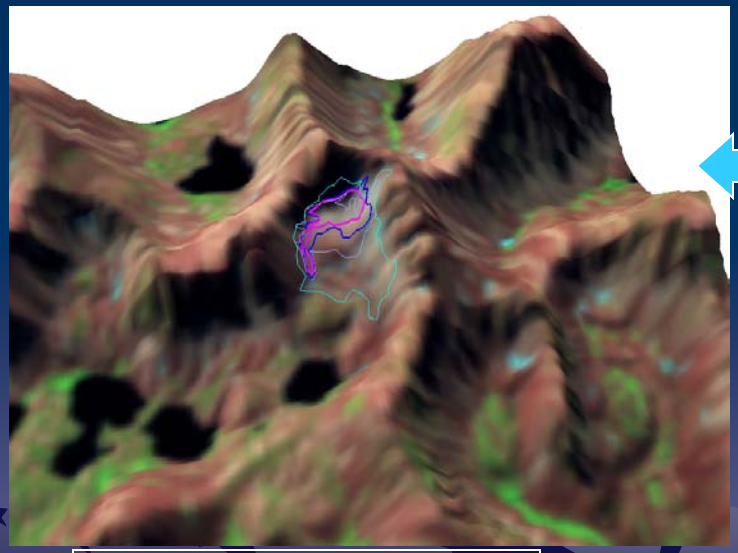


Дистанционная информация



Архивная информация

Полевые исследования



Моделирование и прогноз

Разработанная методика сбора и обработки пространственных и климатических данных горных районов юга Восточной Сибири, имеющих современное оледенение, включает:

- Анализ космических снимков, архивных материалов
- Полевые исследования: GPS-съемка, лазерное сканирование, измерение остаточной прочности, измерения георадаром, энергонезависимыми температурными датчиками (термохронами), портативными метеостанциями
- Применение ГИС- технологий и обобщение материалов в виде баз данных

Проекты (мечты):

- Полноценная сезонная масс-балансовая съемка
- Применение БПЛА
- Бурение тела ледника для верификации измерений георадаром

Разработанная методика сбора и обработки пространственных и климатических данных горных районов юга Восточной Сибири, имеющих современное оледенение, включает:

- Анализ космических снимков, архивных материалов
- Полевые исследования: GPS-съемка, лазерное сканирование, измерение остаточной прочности, измерения георадаром, энергонезависимыми температурными датчиками (термохронами), портативными метеостанциями
- Применение ГИС- технологий и обобщение материалов в виде баз данных

Проекты (мечты):

- Полноценная сезонная масс-балансовая съемка
- Применение БПЛА
- Бурение тела ледника для верификации измерений георадаром