



# ДИНАМИКА ВЫСОТНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЁМА ЛЕДНИКОВ ЦЕНТРАЛЬНОГО АЛТАЯ

**Грига Семен Алексеевич**

г. Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский  
государственный университет

Научный руководитель: профессор  
**Ганюшкин Дмитрий Анатольевич**

# Зачем оценивать объём ледников?

---

- Вода в XXI веке – важный стратегический ресурс;
- Рост гляциального риска;
- Хозяйственное освоение, рост потребления воды;
- Рост туристического потока, строительство баз в высокогорных долинах;
- Талые воды формируют большую часть стока горных рек;
- Долгосрочное прогнозирование гидрологического режима рек.

# Район и методы исследования

- **Цель** – оценить динамику высотного распределения объёма ледников Северо- и Южно-Чуйского хребта со времени МЛП.

- Статистическое моделирование объёма ледника (метод Volume-Area scaling)<sup>1</sup>

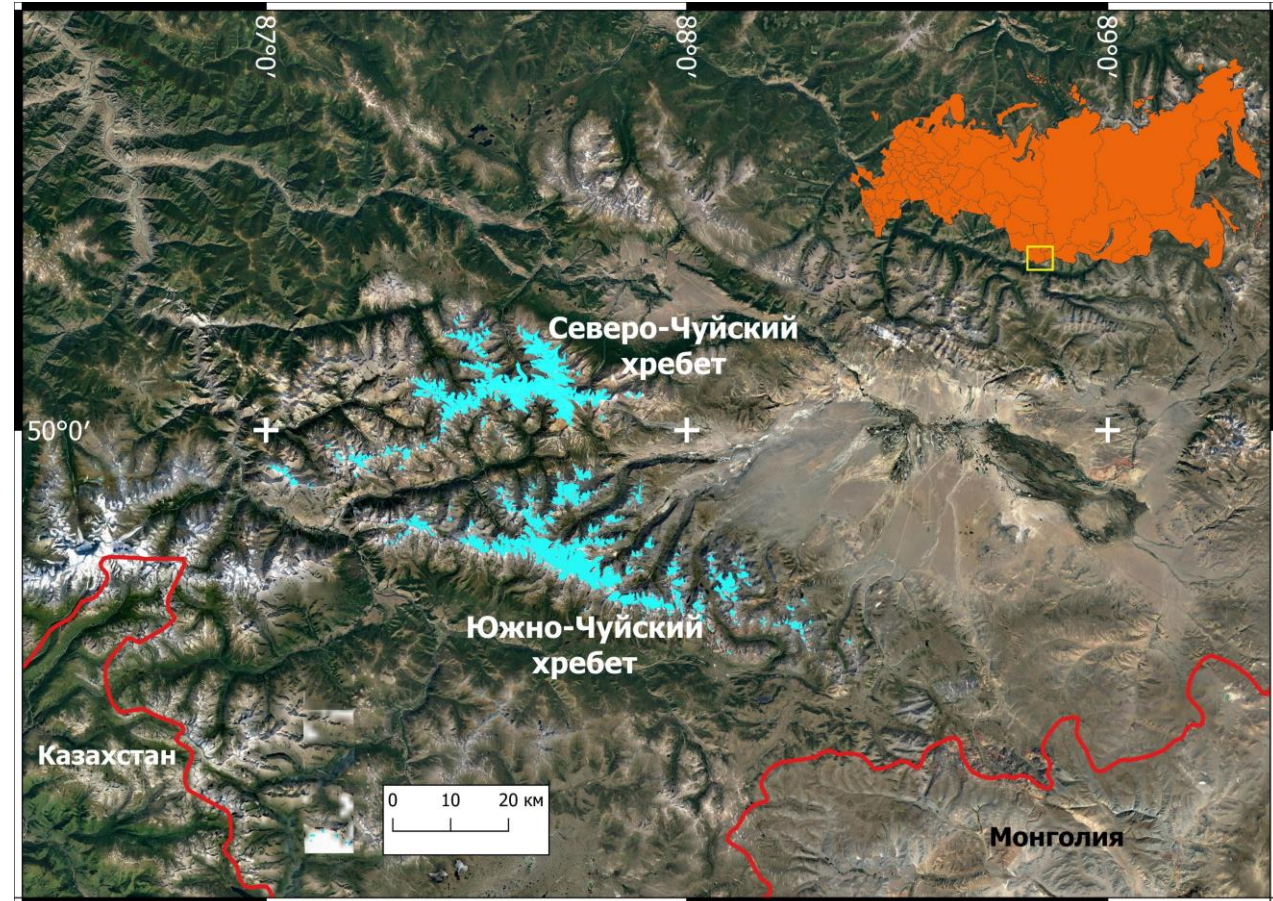
$$V = kS^p$$

S – площадь, эмпирические коэффициенты k и p

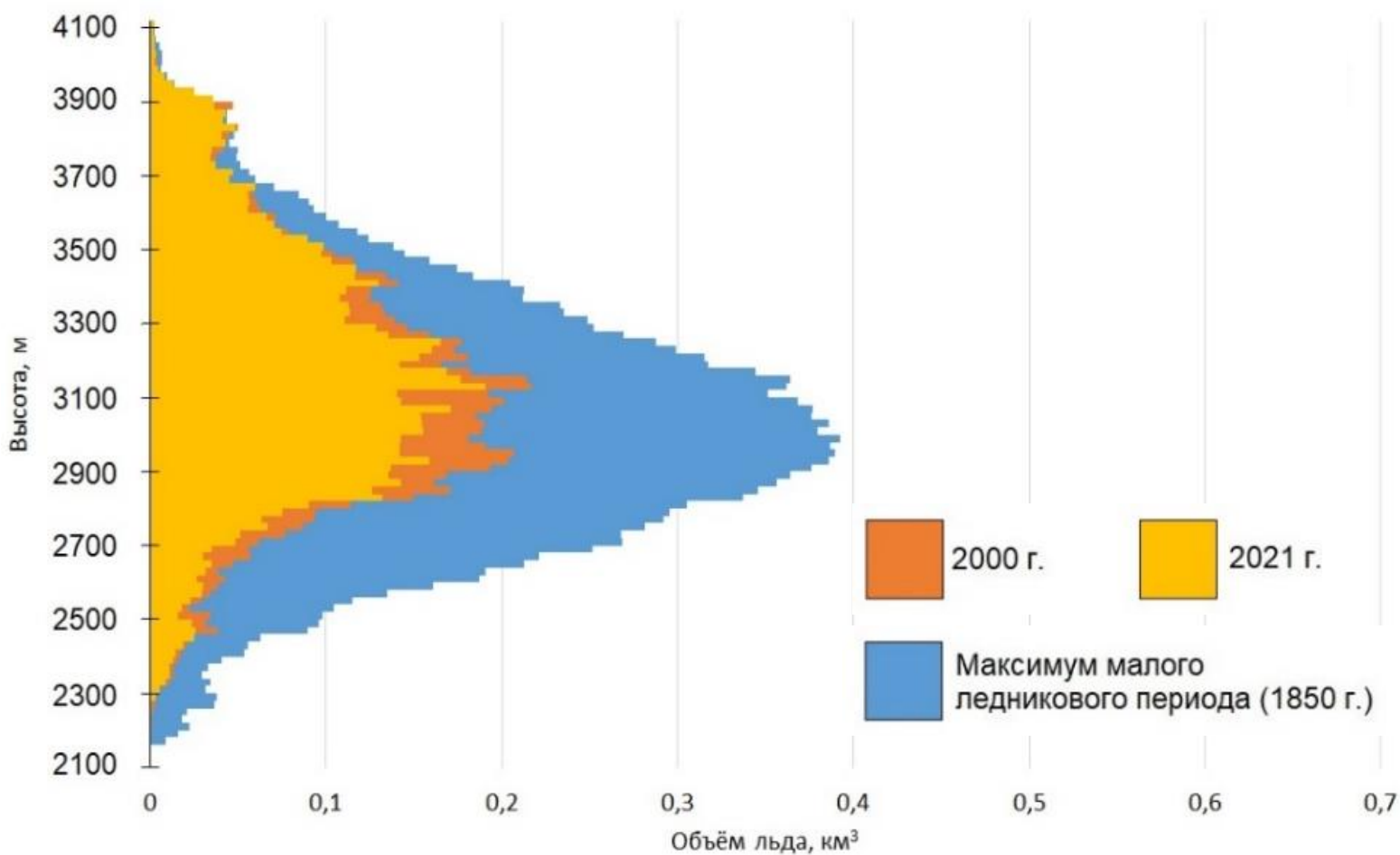
- Математическое моделирование толщины льда  
Модель GlabTop2<sup>2</sup>

$$h = \frac{\tau}{\rho g \sin \alpha}$$

где  $\tau$  – напряжение сдвига на ложе,  $\rho$  – плотность льда,  $g$  – ускорение свободного падения,  $h$  – толщина льда,  $\alpha$  – угол наклона поверхности ледника,  $f$  – коэффициент формы поперечного сечения ледника.



# Высотное распределение объёма льда Северо-Чуйского хребта

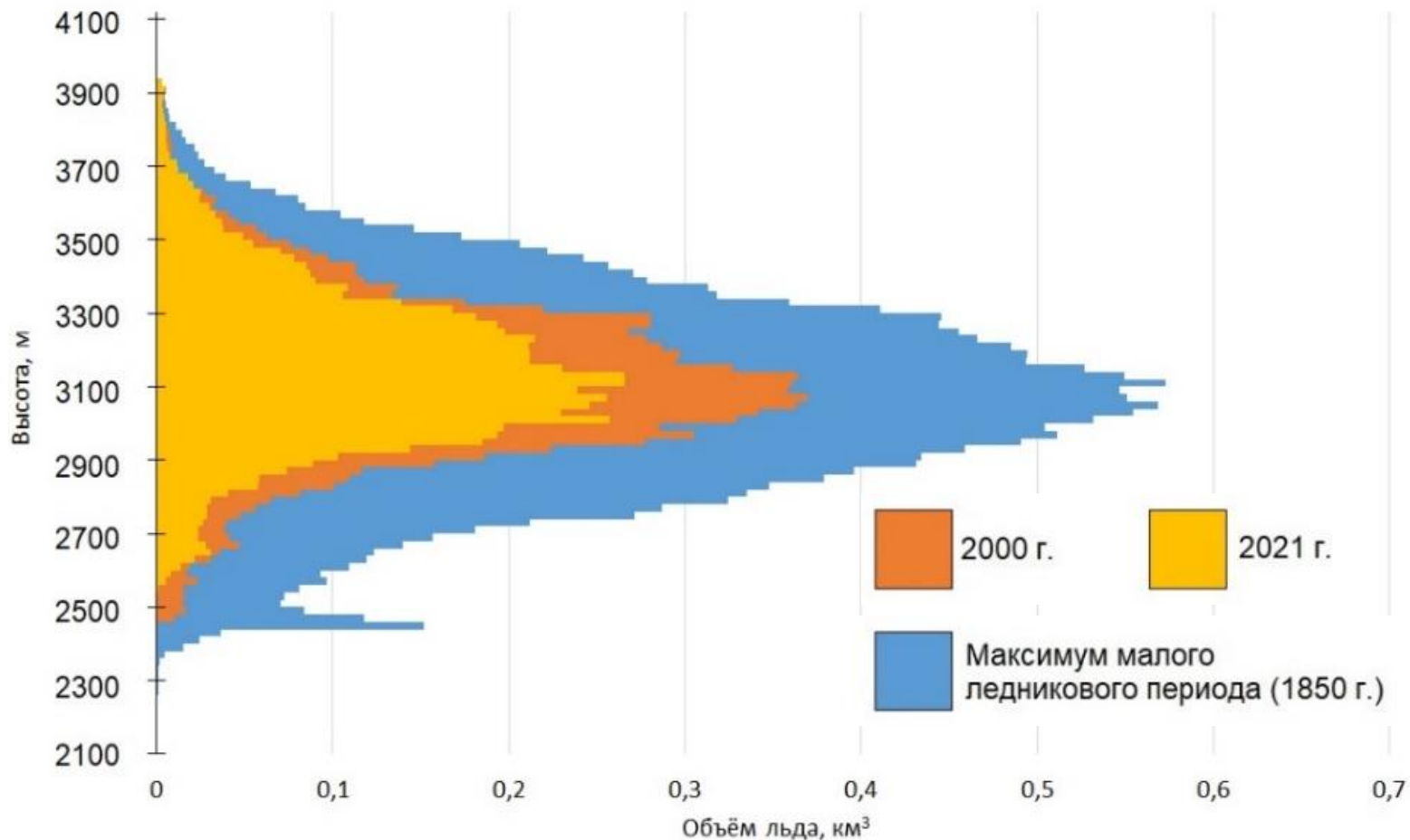


	МЛП	2000	2021
объём, км³	16,039	7,950	6,740
эксцесс	-1,34	-1,19	-1,25
асимметрия	0,42	0,51	0,43

- Диапазон макс. объёма льда +120 м;
- Диапазон макс. сокращения объёма +200 м.



# Высотное распределение объёма льда Южно-Чуйского хребта



	МЛП	2000	2021
объём, км <sup>3</sup>	18,662	8,859	6,157
эксцесс	-1,33	-0,84	-0,93
асимметрия	0,43	0,84	0,79

- Диапазон макс. объёма льда +20 м;
- Диапазон макс. сокращения объёма +220 м.

# Заключение



1. Максимумы распределения объёма льда сместились вверх на величину до 120 м;
2. Максимумы сокращения объёма продвинулись на 200-220 м вверх;
3. Смещение основной потери массы с долин на днища каров и цирков;
4. Здесь же расположена область с наибольшими объёмами льда;
5. Более активная потеря объёма льда в будущем;
6. Распределение льда по высоте стало более островершинное со смещением асимметрии в верхнюю часть;
7. Северо-Чуйский хребет со времени МЛП потерял  $9,299 \text{ км}^3$  (-58,0%);
8. Южно-Чуйский хребет со времени МЛП потерял  $12,505 \text{ км}^3$  (-67,0%).



# Спасибо за внимание!

Работа производилась при поддержке РНФ и в рамках реализации проекта № 22-67-00020 «Изменения климата, ледников и ландшафтов Алтая в прошлом, настоящем и будущем как основа модели адаптации населения внутриконтинентальных горных районов Евразии к климатообусловленным изменениям среды».