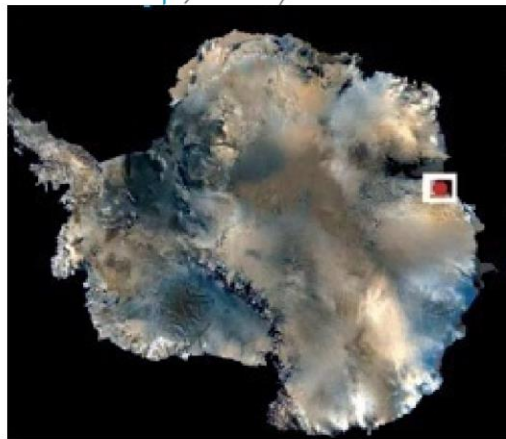
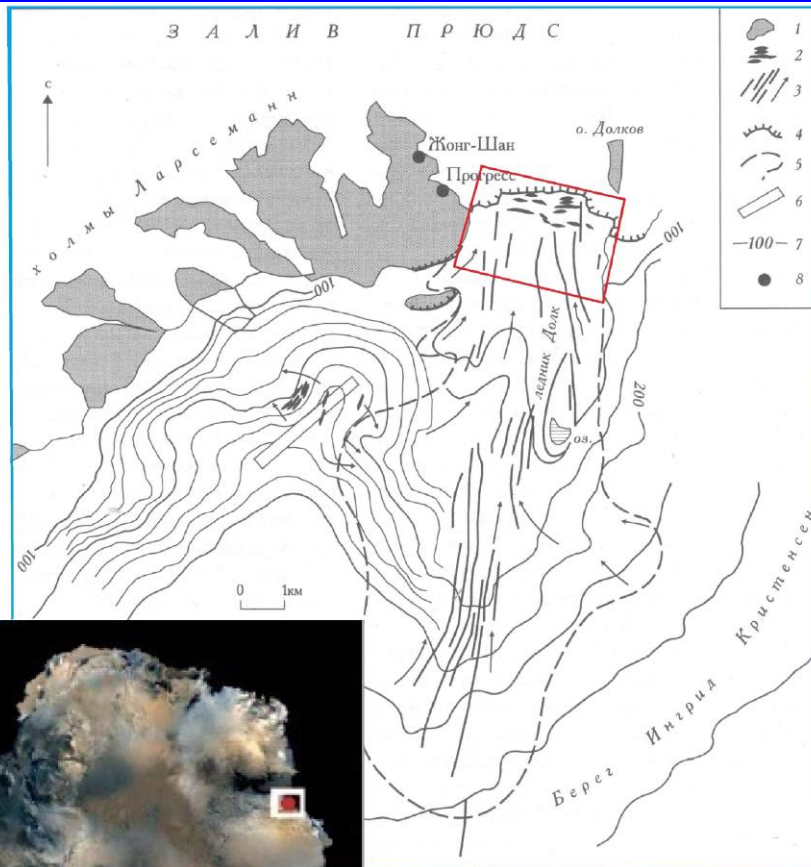


Совместные **российско-австралийские** и **российско-китайские** работы по исследованию ледникового покрова на нижнем участке **санно-гусеничной трассы ст. Прогресс – ст. Восток** (залив Прюдс, Восточная Антарктида)

Захаров В.Г

ГИН РАН, г. Москва, e-mail: zakharov_vg@mail.ru

Выводной ледник Долк (Восточная Антарктида, Холмы Ларсеманн)



Географическое расположение исследуемого региона

Голубой рамкой выделена область российских 1989/90 гг. и российско-австралийских исследований 1993/94 гг.

Красной рамкой выделена область российско-китайских исследований 2016/17 и 2018/19 гг.

Выводной ледник Долк : 1 - Выходы коренных пород, 2 - ледниковые трещины, 3 - линии тока и направление движения льда, 4 - ледниковые обрывы, 5 - границы ледника, 6 - снежно-ледовая взлётно-посадочная полоса 7 - горизонталы снежно- ледовой поверхности, 8 - научные станции

Содержание совместных международных работ

Ниже изложены направления совместных российско-австралийских, а также российско-китайских работ в районе выводного ледника Долк (Восточная Антарктида).



Российские гляциологические исследования летом 1989/90 и 1993/94 гг. касались динамики ледника Долк, верховья которого переходят в склон ледникового покрова с планируемой санно-гусеничной трассой (СГТ) ст. Прогресс (побережье) - ст. Восток (Центральная Антарктида) [Захаров, 2002].



Санно-гусеничная трасса у западного борта ледника Долк
(космический снимок «Модис» 2021г.)

Австралийские специалисты летом 1993/94 гг. оказывали помощь в проведении российских гляциологических работ с определением спутниковых координат скоростных точек на леднике Долк, координат центров полигонов с лишайниками (российские лихенометрические исследования для оценки возраста морен), предоставляли транспорт при дальних маршрутах.

В свою очередь российские ученые участвовали в работах по формированию австралийского санно-тракторного поезда для гляциологических исследований ледосборного бассейна шельфового ледника Эймери.



Первые совместные российско-китайские работы также осуществлялись в районе выводного ледника Долк.

Две аэрофотосъёмки российских беспилотных воздушных судов (БВС) были проведены **летом 2016/17 гг.**; одна китайская – **летом 2018/19 гг.**

Эти материалы дополняли друг друга в контексте моделирования и анализа **эволюции рельефа поверхности ледника** [Скрыпицына, Захаров, Киселева, Бляхарский, Цяо, Юань, Флоринский, 2021]



Методы съёмок ледников и природные условия в районе исследований



Ранее при гляциологических исследованиях использовались

геодезические и фототеодолитные съёмки для определений скорости и направления движения льда.

С развитием **аэрометодов и космосъёмок Земли** появилась возможность получения реальной картины динамики края антарктических ледников.

Беспилотные воздушные суда (**БВС**) над ледником впервые применялись на **Шпицбергене** [Hodson A., at all., 2007].

Важным достижением явилось также применение ортофотопланов и цифровых моделей поверхности (ЦМП) по аэрофотосъёмкам без наземного опорного геодезического обоснования.

Исследования и БВС проводились **российскими и китайскими специалистами** на востоке **низкогорных Холмов Ларсеманн** у края выводного **ледника Долк** (длина **15 км**, высота поверхности **50 - 140 м** над ур. моря).

Холмы окружены наземным **материковым ледниковым покровом**, в нижней части которого формируются **выводные ледники**.



Станция Прогресс

Растительность и животный мир – на скалах распространены **черные пластинчатые и накипные лишайники**, а также **зеленые мхи**. В летнее время у моря появляются **пингвины Адели**, среди скал гнездятся **буревестники** [Марков, Бардин, Орлов, 1962].



В публикации [Скрыпицына, Захаров, Киселева, Бляхарский и др., 2021] представлены первые материалы указанных выше **российско-китайских БВС** для моделирования рельефа поверхности ледника Долк и получения его планово-высотных характеристик. Особенности данного исследования — использование **БВС** различного типа и применение подхода прямого геопозиционирования

Выводы

В данной работе рассмотрены результаты **российских (1989/90 и 1993/94 гг.)**, совместных **российско-австралийских (1993/94 гг.)**, а также **российско-китайских (2016/17 и 2018/19 гг.)** работ в районе выводного ледника Долк (Восточная Антарктида).

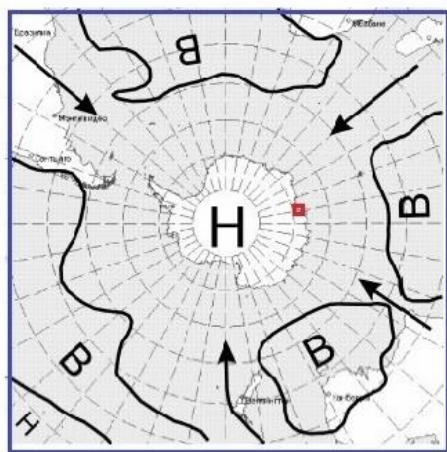
Российские гляциологические исследования касались динамики ледника Долк, верховья которого переходят в склон ледникового покрова с планируемой санно-гусеничной трассой (СГТ) от ст. **Прогресс** до ст. **Восток** (Центральная Антарктида).

По геодезическим наблюдениям, данным гидропоста и метеостанции ст. Прогресс (1989/90, 1993/94 гг.), а также космическим фотоснимкам установлена смена сжатий и растяжений ледника.

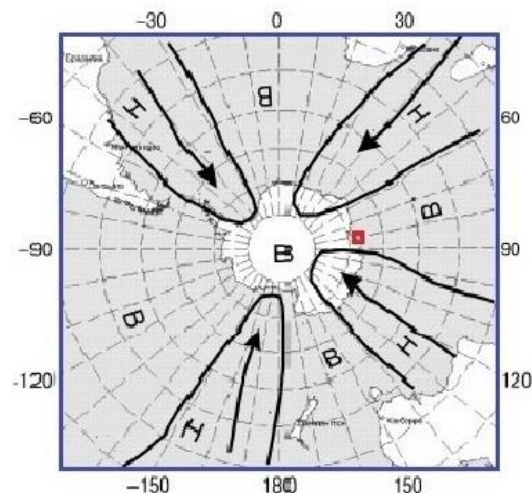
Смена зон сжатия на леднике (при сгонах воды и понижениях уровня моря) на зоны растяжения сопровождалась подвижками ледника при нагонах воды и повышениях уровня моря.

Через трещины зон растяжения происходил спуск воды из прискальных ледниковых озёр с появлением осушенных провалов) [Захаров, 2002].

Подвижки ледника происходили при элементарном циркуляционном механизме (**ЭЦМ 13 з**), замедления движения наблюдались при **ЭЦМ 12 а** [atmospheric-circulation.ru].



Динамическая схема ЭЦМ 13з. Южное полушарие
Стрелки - траектории циклонов



Динамическая схема ЭЦМ 12а. Южное полушарие

Австралийские специалисты в течение **лета 1993/94 гг.** оказывали содействие **российским гляциологическим исследованиям** с определением спутниковых координат скоростных точек на леднике Долк, центров полигонов с лишайниками (лихенометрические наблюдения) для оценки возраста боковых морен, предоставляли транспорт при дальних маршрутах.

В свою очередь **российские ученые** участвовали в загрузке платформ австралийского санно-тракторного поезда. В задачи поезда входили гляциологические измерения снежного покрова по тыловой границе ледосборного бассейна шельфового ледника Эймери, необходимые для расчёта его **баланса массы.**

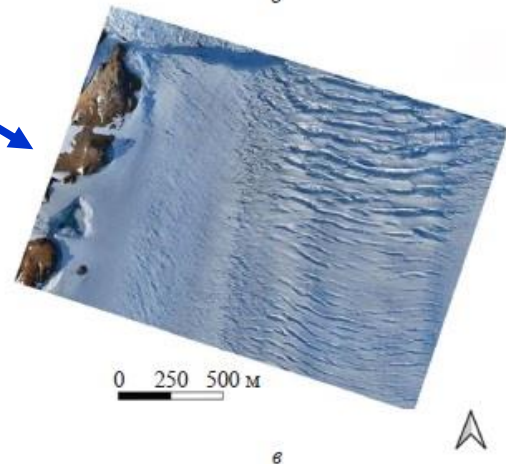
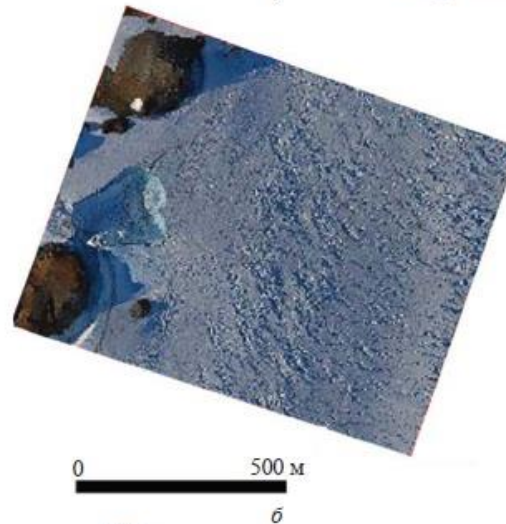
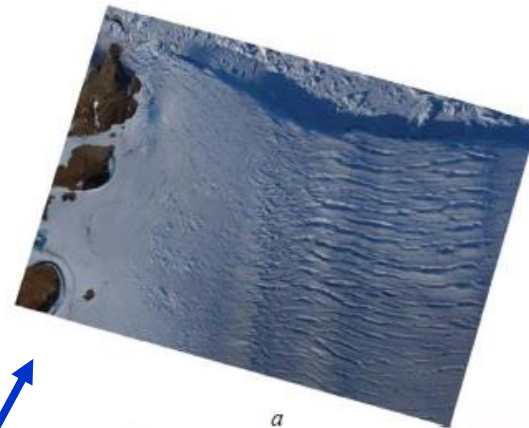
Совместные **российско-китайские работы** также осуществлялись в районе выводного ледника Долк.

Две аэрофотосъёмки **российских беспилотных воздушных судов (БВС)**

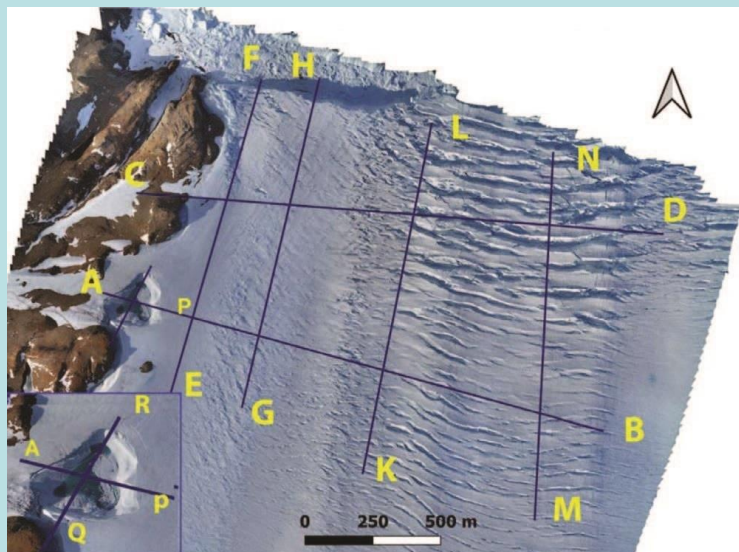
были проведены **летом 2016/17 гг.;**

одна китайская – **летом 2018/19 гг.**

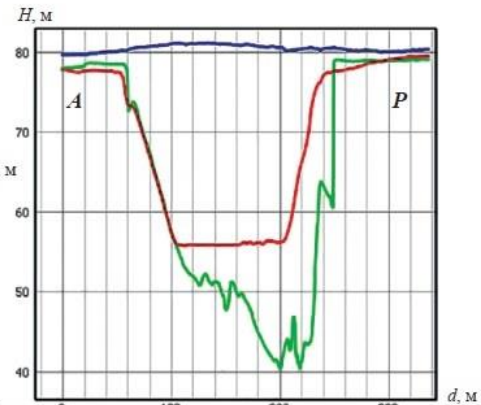
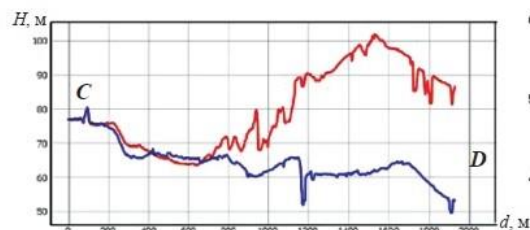
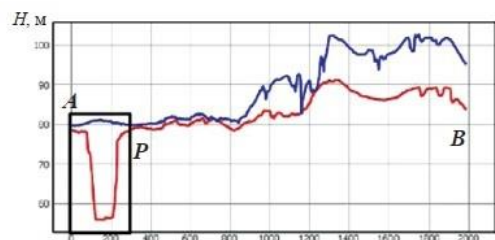
По данным трех беспилотных аэрофотосъемок были получены **ЦМП и ортофотопланы** высокого разрешения, по которым строились **поперечные и продольные профили.**



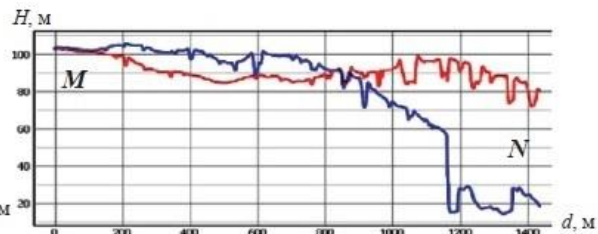
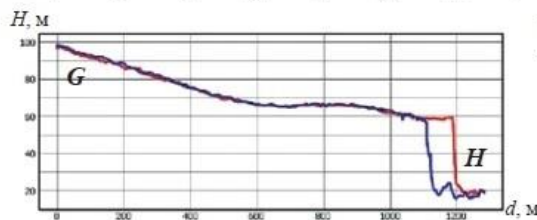
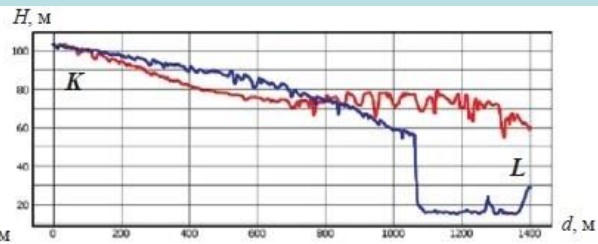
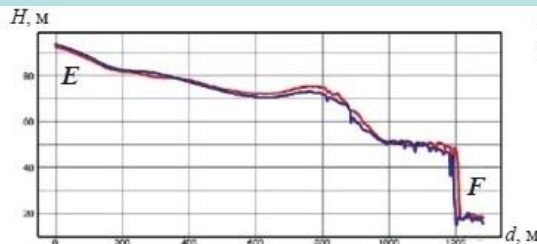
ПОПЕРЕЧНЫЕ И ПРОДОЛЬНЫЕ ПРОФИЛИ КРАЕВОЙ ЧАСТИ ВЫВОДНОГО ЛЕДНИКА ДОЛК



Расположение профилей на ортофотоplane 2019 г.



Поперечные профили цифровой модели поверхности ледника



a

б

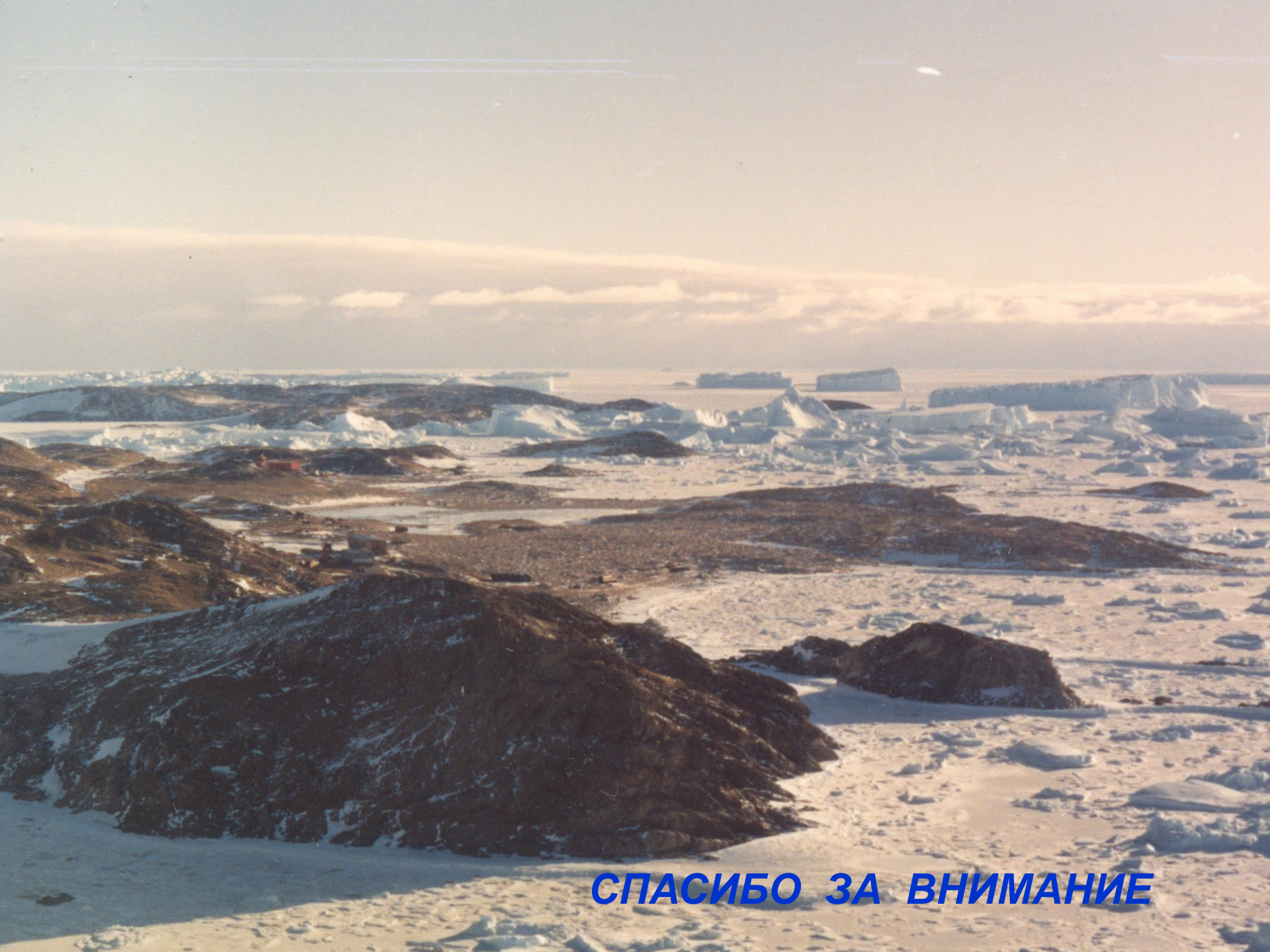
Продольные профили цифровой модели поверхности ледника

В результате анализа двухлетней эволюции рельефа ледника, поперечных и продольных профилей **ЦМП** выявлены:

- подвижка ледника;
- определены гляциотектонические и циркуляционные причины спуска воды из двух прискальных подледных озер.
- при ледниковых подвижках происходило растяжение ледника с понижением поверхности и образованием зон трещин.

Через такие **зоны растяжения** происходил спуск воды внутрь ледника Долк, в результате на поверхности санно-гусеничной трассы (СГТ) у скал проявлялись провалы бывших подледных озер [Скрыпицына, Захаров, Киселева, Бляхарский, Цяо, Юань, Флоринский, 2021].

Работа выполнена при поддержке **РФФИ** и **ГФЕН Китая**, гранты **№ 20- 51-53016** и **№ 42011530088**, а также по теме госзадания **№ 0135-2019-0076** "Геологические опасности в Мировом океане и их связь с рельефом, геодинамическими и тектоническими процессами.



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ