

Akademii Nauk ice cap, Severnaya Zemlya — an example of a glacier grown in Late Holocene

D. Fritzsche¹, R. Schütt¹, H. Meyer¹, H. Miller², F. Wilhelms², L.M. Savatyugin²

¹Alfred Wegener Institute, Foundation for Polar and Marine Research, Potsdam, Germany, ²Alfred Wegener Institute, Foundation for Polar and Marine Research, Bremerhaven, Germany, ³Арктический и Антарктический

научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург

Изложены предварительные результаты датирования керна, полученного при бурении ледника Академии Наук в 1999–2001 гг., базирующиеся на данных по изотопному составу и электропроводности льда.

In the Eurasian Arctic, the archipelago of Severnaya Zemlya is the easternmost one which is covered by considerable ice caps. This gives the opportunity to get regional paleo-climate information from ice core records. In 1986/87 the first ice core was drilled on Akademii Nauk ice cap, the northernmost one on Severnaya Zemlya [5, 8]. This core was analyzed with relatively low data resolution. A chronology was published indicating a Late Pleistocene bottom age [2, 8, 9]. From 1999 to 2001 a new 724 m long ice core was drilled on Akademii Nauk to proof the maximum resolution possible to be obtained and to check the time-scale published so far for this glacier [4, 6]. This project was carried out in co-operation between the Alfred Wegener Institute (AWI), Germany, the Arctic and Antarctic Research Institute (AARI) St. Petersburg and the Mining Institute St. Petersburg, Russia. The knowledge of annual layer thickness is the basis for the chronology of the core. One of the main problems is that infiltration processes caused by melting and even rain during summer time will smooth or destroy seasonal signals. The variation of stable isotopes of water (δD and $\delta^{18}O$) is the most common tool to reconstruct the annual layer thickness in such areas [11] but sometimes oscillations in D-excess values better resolve the annual variation [13]. We used D-excess and $\delta^{18}O$ for determination of layer thickness.

A recent mean accumulation rate of about $460 \text{ kgm}^{-2}\text{a}^{-1}$ was found at the drilling site close to the summit of Akademii Nauk using horizons with increased ^{137}Cs radioactivity as time markers. Two such peaks were found caused by nuclear weapon tests in the beginning of 1960s and by the accident of Chernobyl nuclear power station in 1986 [7, 10]. Zagorodnov et al. reported the same value of $460 \text{ kgm}^{-2}\text{a}^{-1}$ as mean accumulation rate of two years of observation (1986/87) in the area of station "Mir" at summit on the Akademii Nauk ice cap [1]. The data of electrical conductivity, $\delta^{18}O$ and melting content are published in high resolution for the upper 136 m of the new drilled ice core. These data cover about 275 years following the preliminary dating basing on counting of annual variations of D-excess and $\delta^{18}O$ supported by peaks in the electrical

conductivity signal, assumed to be produced by historical volcano eruptions [6]. The highest peak in electrical conductivity was found in a depth of 25.79–25.94 m connected with huge increased SO_4^{2-} content observed by ion chromatographic analyses of the dissolvable constituents. This indicates that this horizon was influenced by a volcano event most likely the eruption of Bezimyanny in 1956. The recent mean accumulation rate could be confirmed by studies of core chemistry [14]. The annual layer thickness is decreasing with depth because of thinning under the pressure of the upper layering ice. An annual layer thickness of app. 11 cm could be observed close to the bottom using stable isotope variations.

We have calculated a basal age of app. 2500 years for the Akademii Nauk ice cap interpolating the annual layer thickness between the upper part of the core studied in detail [6] and the range close to the bottom where data are available in high resolution. In this calculation we assume that annual layers were never eroded by melting. This age and the annual layer thickness we found can be explained only giving up an equilibration assumption for the Akademii Nauk ice cap at least for the past. That means we assume that the glacier was growing up to its today's altitude from an initial stage almost at sea level. This has to be considered for paleo-climate interpretation of $\delta^{18}O$ data.

The oxygen isotope data of the Akademii Nauk ice core drilled in 1999/2001 are shown in Fig. 1 using our preliminary chronology. The $\delta^{18}O$ values had been corrected assuming a continuous growing of the ice cap and an altitude effect of $4\text{‰}/100\text{m}$. The data show the trend of temperature of the last 2500 on Akademii Nauk ice cap. They are indicating a relatively warm period about 2300 years BP followed by a relatively long lasting colder time span with minima at about 300 AD and 1800. The little ice age couldn't be found as a characteristically drop down in temperature but a dramatically warming was observed since app. 1800. For the same period this warming was found in surface temperatures reconstructed from temperature depth profile of the drill on Akademii Nauk in 1986/87 [3]. Since 1875 the warming is documented in meteorologi-

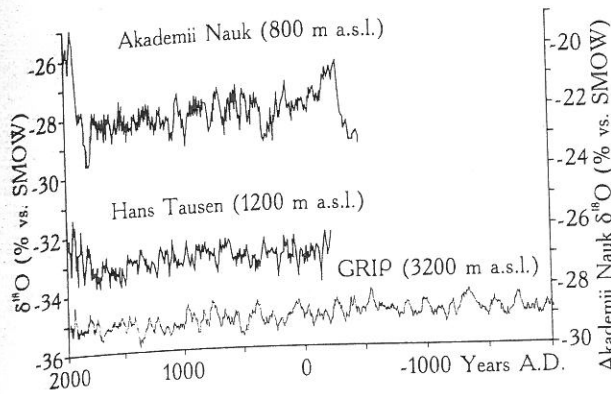


Fig. 1. Comparison the $\delta^{18}\text{O}$ records of the Akademii Nauk ice cap, Hans Tausen ice cap (North Greenland) and GRIP (Central Greenland). Data for the Akademii Nauk ice cap are corrected assuming an altitudinal effect as a result of the ice cap growing

Рис. 1. Сравнение данных $\delta^{18}\text{O}$ по кернам покровных ледников Академии Наук, Hans Tausen (Северная Гренландия) и GRIP (Центральная Гренландия). Данные для ледникового купола Академии Наук скорректированы с учетом высотного эффекта под влиянием его роста

cal data for the whole Eurasian Arctic [12]. Similarities like this warming were found in $\delta^{18}\text{O}$ values from Hans Tausen ice cap (North Greenland) and Akademii Nauk (see Fig.1) which could not be observed in the record from Central Greenland (GRIP). It makes clear that summit of the Greenland ice cap has special climate conditions which not necessarily reflect climate changes in the maritime Arctic at least in Late Holocene. Such changes seem to be the stronger the lower the altitude of the ice cap.

Acknowledgements.

The drilling project was funded by the German Ministry of Education and Research (03PL027A/3).

REFERENCES

1. Загороднов В.С., Клементьев О.Л., Никифоров Н.Н. и др. Гидротермический режим и льдообразование в центральной части ледника Академии Наук на Северной Земле. — МГИ, вып. 70, 1990, с. 36-43.
2. Клементьев О.Л., Коротков И.М., Николаев В.И. Гляциологические исследования в 1987–1988 гг. на ледниковых куполах Северной Земли. — МГИ, вып. 63, 1988, с. 25-26.
3. Котляков В.М., Архипов С.М., Хендерсон К.А. и др. Глубокое бурение ледников Евразийской Арктики как источник данных о палеоклимате. — МГИ, вып. 96, 2004, с. 3-24.
4. Саватюгин Л.М., Архипов С.М., Васильев Н.И. и др. Российско-германские гляциологические исследования на Северной Земле и прилегающих островах в 2001 г. — МГИ, вып. 91, 2001, с. 150-162.
5. Саватюгин А.М., Загороднов В.С. Гляциологичес-

- кие исследования на ледниковых куполах Академии Наук. — МГИ, вып. 61, 1988, с. 228.
6. Fritzsche D., Schütt R., Meyer H. et al. A 275 year ice core record from Akademii Nauk ice cap, Severnaya Zemlya, Russian Arctic. — *Annals of Glaciology*, v. 42, 2004 (submitted)
7. Fritzsche D., Wilhelms F., Savatyugin L.M. et al. A new deep ice core from Akademii Nauk ice cap, Severnaya Zemlya, Eurasian Arctic: first results. — *Annals of Glaciology*, v. 35, 2002, p. 25-28.
8. Klement'yev O.L., Potapenko V.Yu., Savatyugin L.M., Nikolaev V.I. Studies of the internal structure and thermal-hydrodynamic state of the Vavilov glacier, Archipelago Severnaya Zemlya. — *Intern. Association of Hydrol. Sciences*, v. 208 (Symposium at St. Petersburg 1990 — *Glaciers-Ocean-Atmosphere Interactions*), 1991, p. 49-59.
9. Kotlyakov V.M., Zagorodnov V.S., Nikolaev V.I. Drilling on ice caps in the Soviet Arctic and on Svalbard and prospects of ice core treatment. — *Arctic Research*. Moscow, 1990, p. 5-18.
10. Pinglot J.F., Vaikmäe R.A., Kamiyama K. et al. Ice cores from Arctic sub-polar glaciers: chronology and post-depositional processes deduced from radioactivity measurements. — *Journ. of Glaciology*, v. 49, № 164, 2003, p. 149-158.
11. Pohjola V.A., Martma T.A., Meijer H.A.J. et al. Reconstruction of three centuries of annual accumulation rates based on the record of stable isotopes of water from Lomonosovfonna, Svalbard. — *Annals of Glaciology*, v. 35, 2002, p. 57-62.
12. Polyakov I.V., Bekryaev R.V., Alekseev G.V. et al. Variability and trends of air temperature and pressure in the maritime Arctic, 1875–2000. — *Journ. of Climate*, v.16, № 12, 2003, p. 2067-2077.
13. Stichler W., Baker D., Oerter H. et al. Core drilling on Vernagtferner (Oetztal Alps, Austria) in 1979: Deuterium and oxygen-18 contents. — *Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie*, Bd. 18, Ht. 1, 1982, S. 23-35.
14. Weiler K., Fischer H., Fritzsche D. et al. Glaciochemical reconnaissance of a new ice core from Severnaya Zemlya. — *Journ. of Glaciology*, 2004 (submitted).

Ледник Академии наук на Северной Земле — пример ледника, растущего в позднем голоцене

С 1999 по 2001 г. в рамках совместного проекта между Институтом полярных и морских исследований им. Альфреда Вегенера (Германия), Арктическим и Антарктическим научно-исследовательским институтом и Горным институтом в Санкт-Петербурге на самом северном леднике архипелага — куполе Академии Наук — была пробурена скважина и получен ледниковый керн длиной 724 м. Изложены предварительные результаты датирования керна, базирующиеся на данных по изотопному составу и электропроводности льда. В качестве временных реперов использованы начало 1960-х годов (назем-

ные испытания атомных бомб) и 1986 г. (авария на атомной электростанции в Чернобыле). С помощью комбинации данных $\delta^{18}\text{O}$ и дейтериевого эксцесса и горизонтов с высокой электропроводностью, полученных методом диэлектрического профилирования, удалось определить временную шкалу для верхних 350 м керна, охватывающих около 1100 лет.

В основании ледника лежит лед возрастом приблизительно 2500 лет. Полученные результаты указывают на то, что этот покровный ледник не находится в равновесном состоянии, а продолжает расти до настоящего времени. Установлен ход температур за 2500 лет, приводится интерпретация изменений климата.



МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ ПО ПРОБЛЕМЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЛЕД–ВУЛКАНИЗМ НА ЗЕМЛЕ И ДРУГИХ ПЛАНЕТАХ

Международное гляциологическое общество проводит Международный симпозиум по проблеме взаимодействия лед–вулканизм на Земле и других планетах (International Symposium on Earth and Planetary Ice–Volcano Interactions). Он будет проходить в Исландии в Рейкьявике с 19 по 23 июня 2006 г.

Основными темами симпозиума станут:

1. Влияние ледникового покрова на вулканические системы: (а) теплоотдача магмы в талые воды: наледниковое и подледниковое таяние, (б) влияние ледниковой нагрузки и давления воды на вулканическую и сейсмическую активность и подледниковые геотермальные системы, (с) древние подледниковые вулканы как свидетельство распространения и толщины прошлых ледниковых покровов.
2. Влияние геотермальных и вулканических систем на ледники и ледниковые купола: (а) баланс массы (подледниковое таяние, влияние тefры на альбедо (б), влияние подледниковой геотермальной деятельности и извержений на течение льда, (с) воздействия на атмосферу и океан, (д) исследования подледниковых озер.
3. Геофизические исследования подледниковых вулканов: (а) взгляд сквозь лед (радиоэхозондирование и пр.), (б) выявление подледниковой геотермической активности (депрессии поверхности, химический состав талых вод).
4. Информация на основе данных о внутренних кислотных и пепловых горизонтах: (а): вулканической активности, (б) балансе массы.
5. Ледниково–вулканические угрозы: (а) Слежение за подледниковыми вулканами и геотермическими областями (инфляция вулканов, сейсмика, химия талых вод, термальная активность, уровень озер), (б) йокульлаупы, лахары.
6. Внеземные аспекты взаимодействия лед–вулканизм.

Если вы хотите участвовать в симпозиуме и получить второй циркуляр со всей дополнительной информацией, вышлите прилагаемую регистрационную форму

INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON EARTH AND PLANETARY ICE–VOLCANO INTERACTIONS

Reykjavik, Iceland, 19–23 June 2006

Family Name: _____

First Name(s): _____

Address: _____

Tel: _____ Fax: _____ E-mail: _____

I hope to participate in the Symposium in June 2006

I expect to submit an abstract

My abstract will be most closely related to the following topic(s): _____

I am interested in an accompanying person's programme

PLEASE RETURN AS SOON AS POSSIBLE TO:

Secretary General, International Glaciological Society,
Scott Polar Research Institute, Lensfield Road, Cambridge, CB2 1ER, UK

Tel: +44 (0)1223 355 974 Fax: +44 (0)1223 354 931

E-mail: igsoc@igsoc.org Web: <http://www.igsoc.org>
