

Пятая международная Школа-семинар
«Спутниковые методы и системы исследования Земли»
Таруса, 25 февраля – 3 марта 2014



Распространение снега и льда на Земле по материалам ДЗЗ: закономерности и аномалии



к.г.н. Михаил Николаевич Иванов

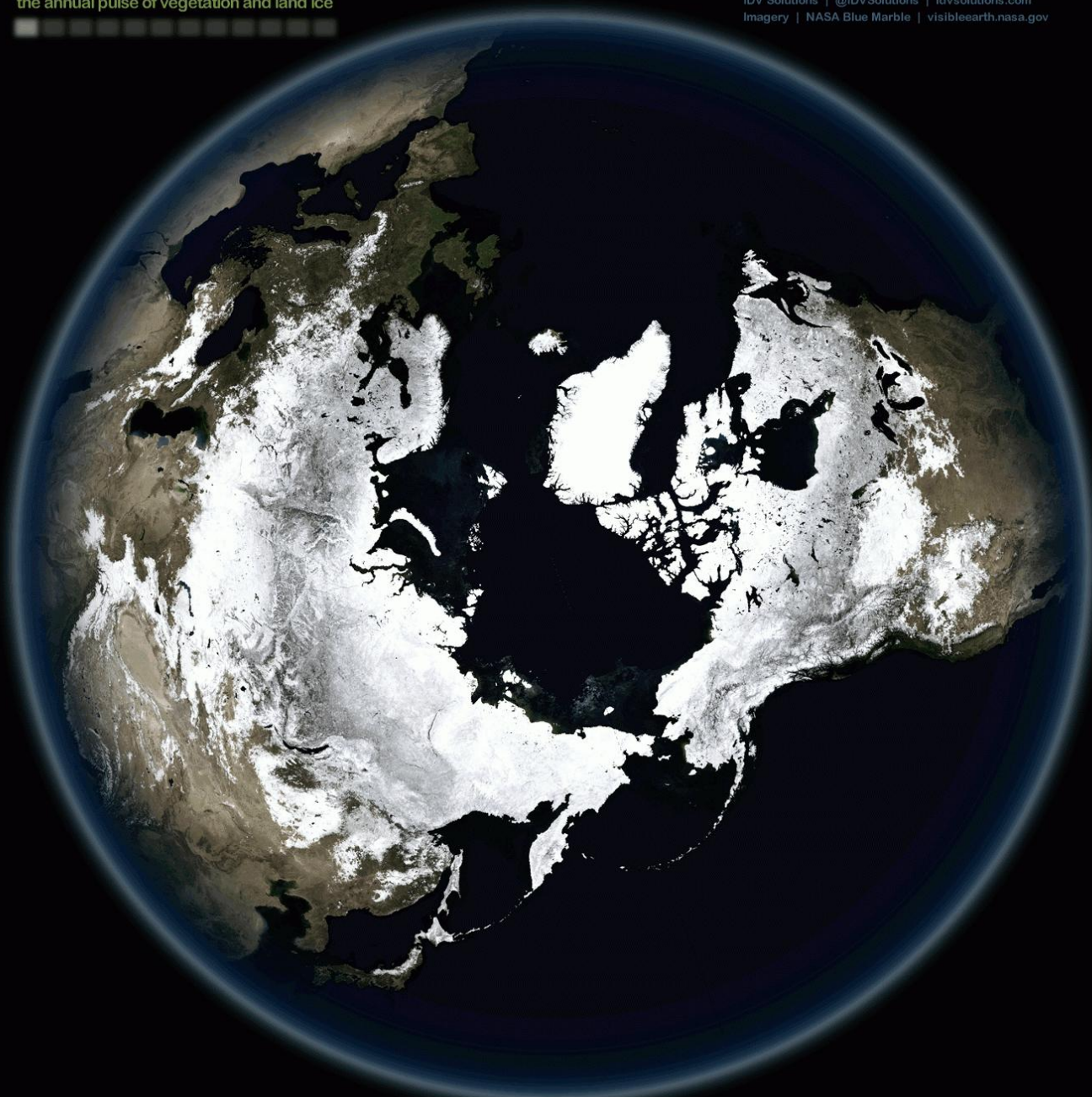


Площадь Земли 510 млн км²

Суша 150 млн км² (29%)



Объём воды и воздуха



Снежный покров 62 млн км²

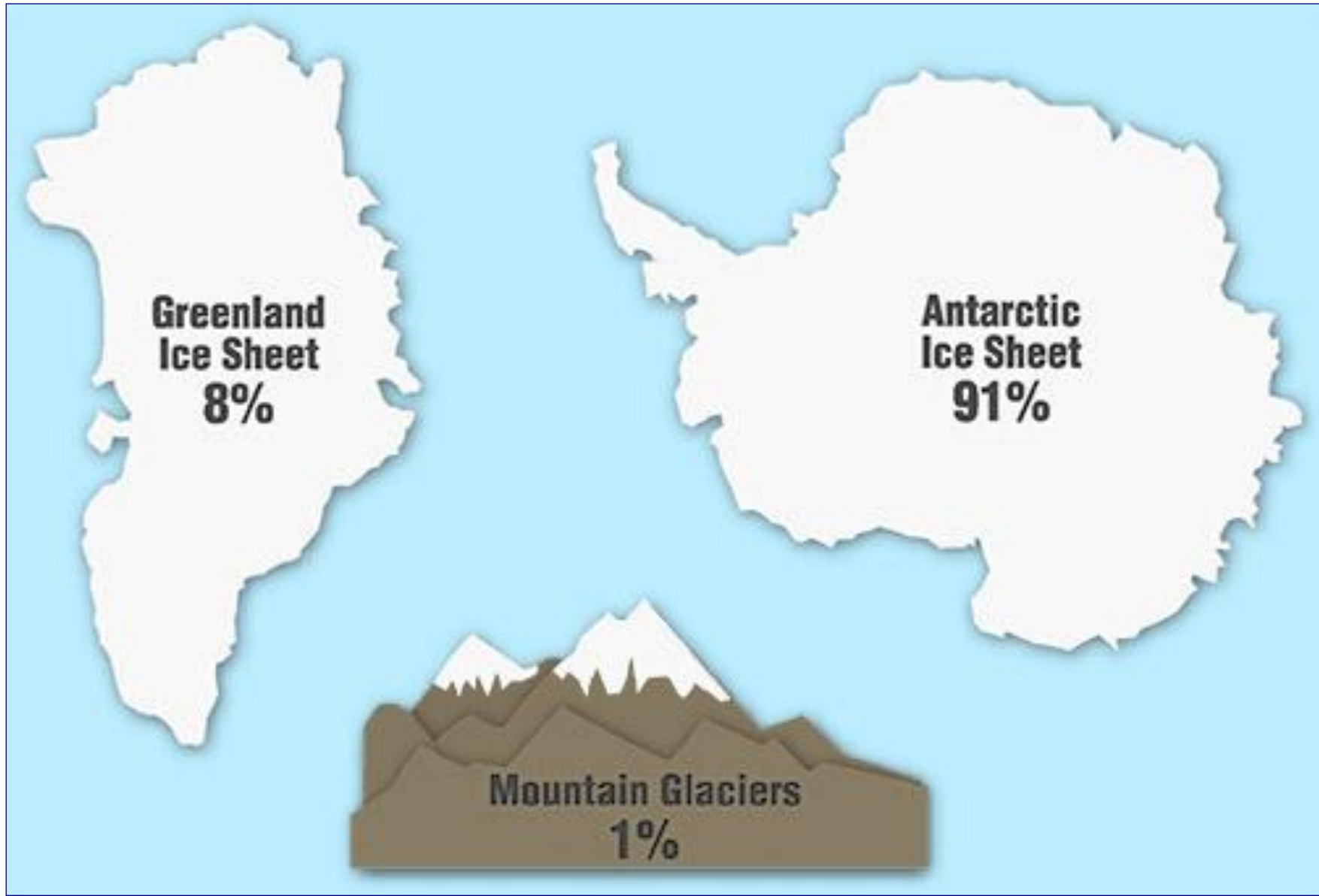
контролирует альбедо,
Т воздуха и климат,
влияет на с/х, животных,
человека

Распространён на суше и
морских льдах

Поверхность снега отражает
до 90% солнечной радиации,
из-за чего Южное полушарие
холоднее северного

на 2⁰С

Распределение ледников по площади

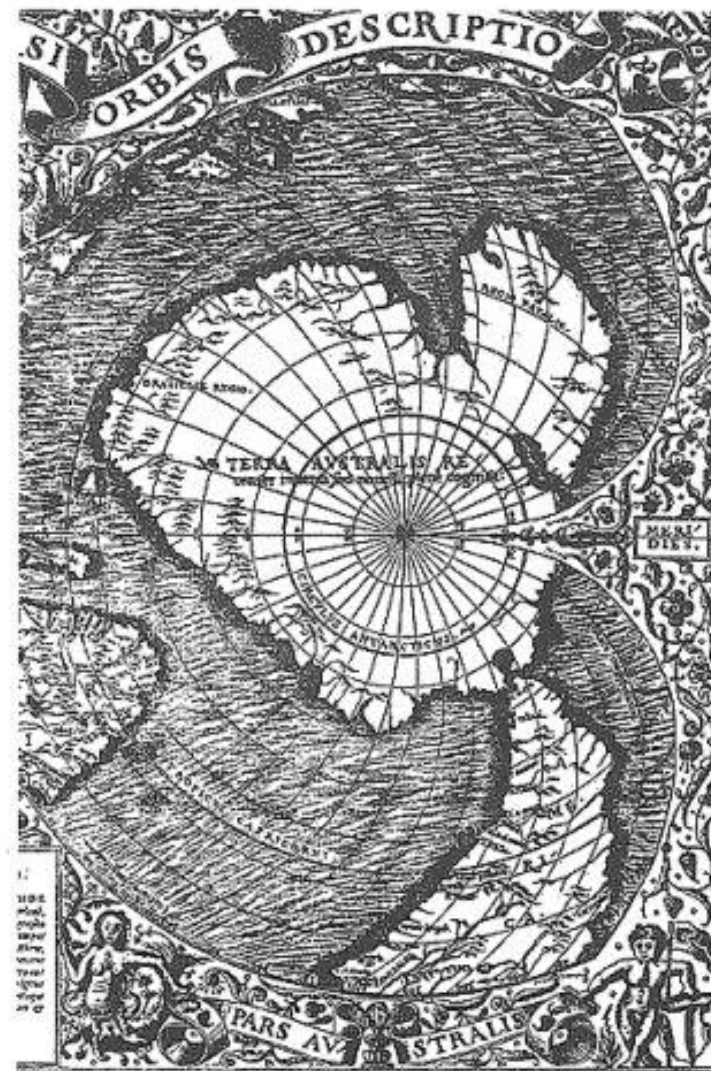
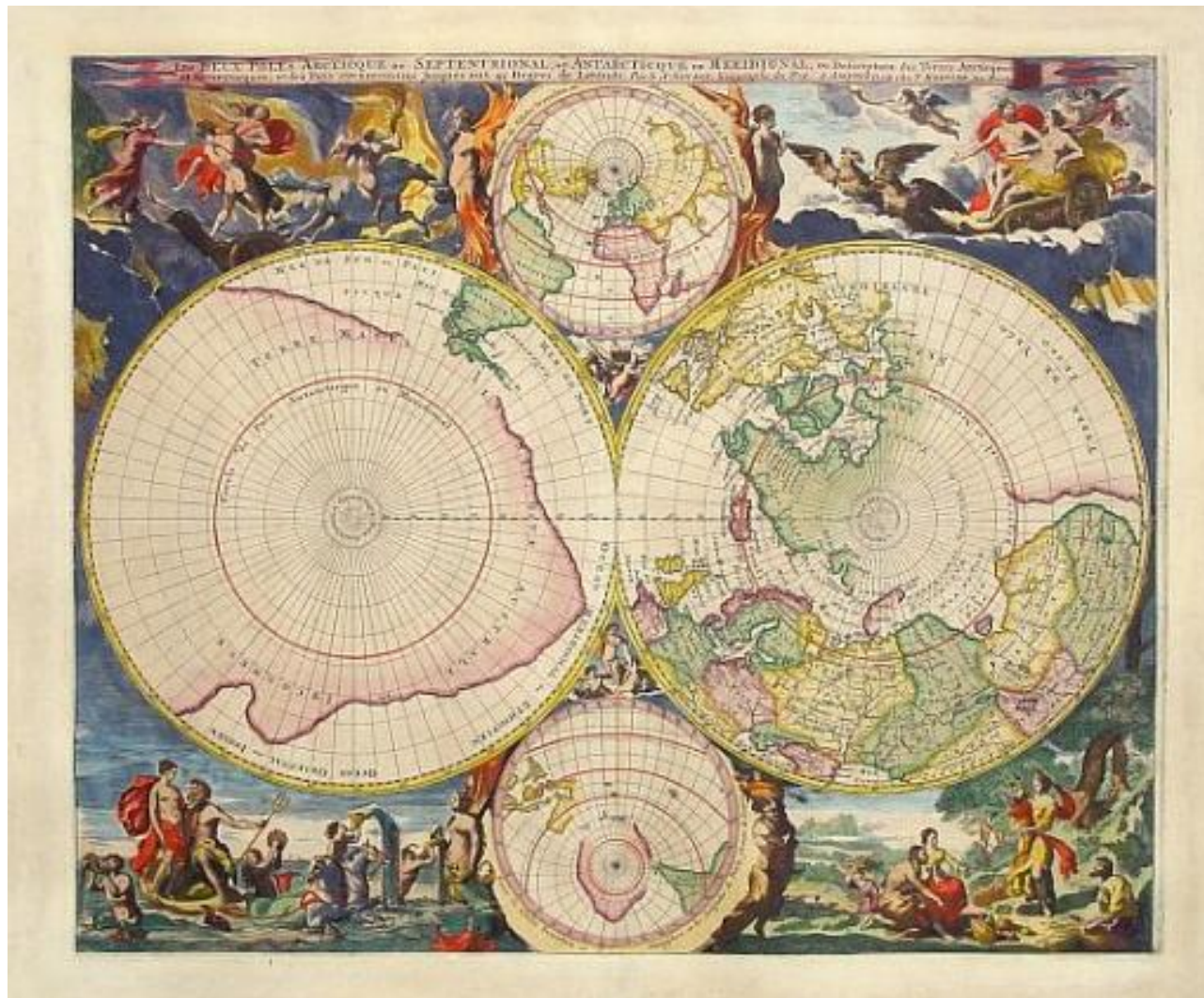


Ледники и ледниковые купола на архипелагах Арктики занимают площадь 250 000 км² (Канада – 151000 км², Шпицберген 36600 км², Россия – более 55000 км²)

ледниковый покров Гренландии 1,71 млн. км² и отдельные ледники и ледниковые купола покрывают ещё около 50000 км².

ИТОГО: более 2 млн. км²

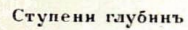
История исследований



Карта Оронтеуса Финеуса 1531-1532

Составил по Шотту, Минлю, Маркгаму и другим источникам. Ю. М. Шокальский.

Масштабъ
1:61.000.000.

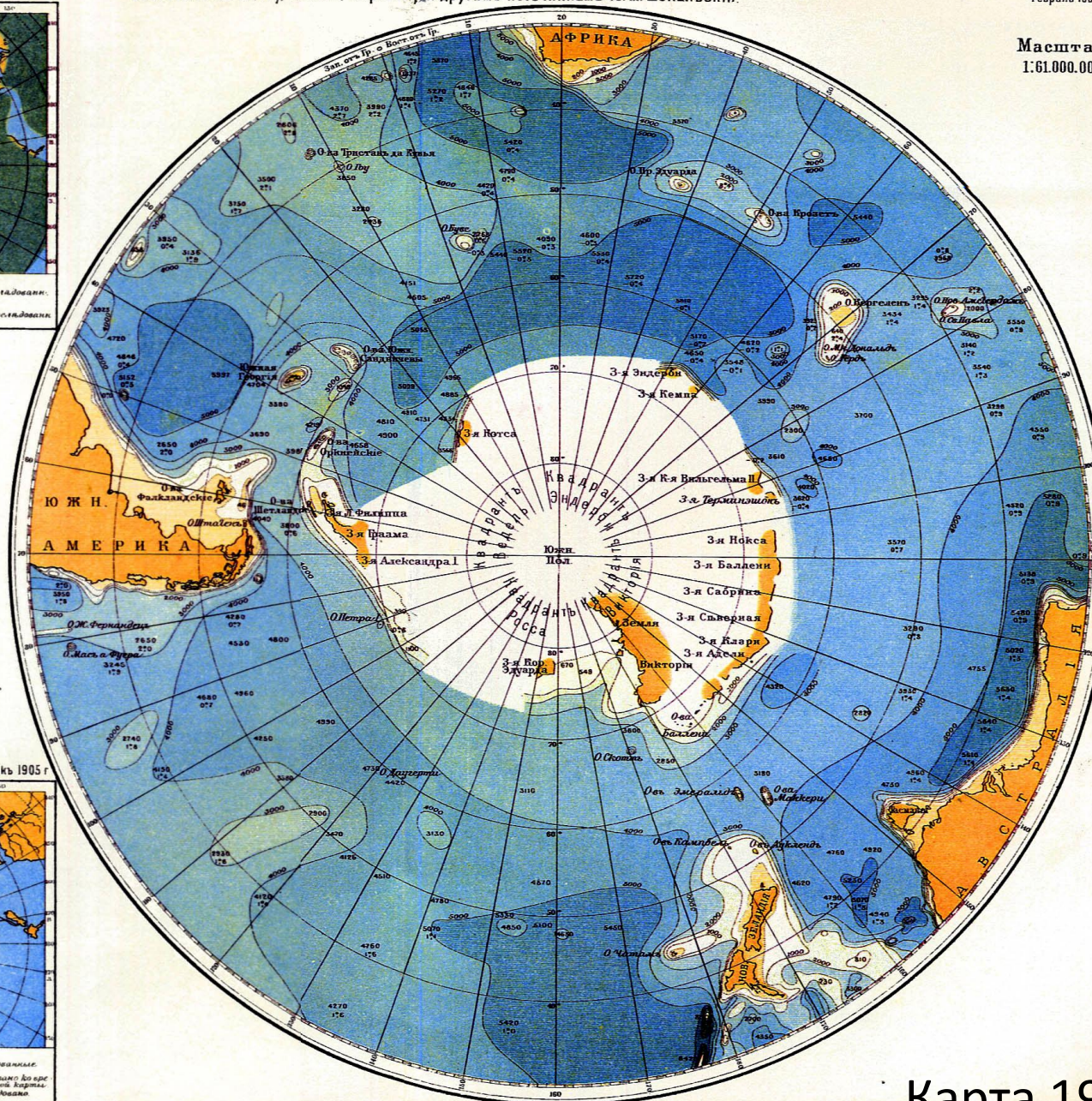
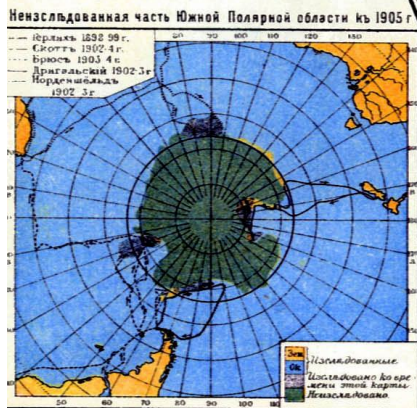


	от 0 до 200 метров
	" 200 - 1000 "
	" 1000 - 2000 "
	" 2000 - 3000 "
	" 3000 - 4000 "
	" 4000 - 5000 "
	" 5000 - 8000 "
	" 6000 - 7000 "
	" 7000 - 8000 "
	Глубже 8000 "

Условные знаки:

Глубины въ метрахъ

Цифры с десятичными долями обозначают температуры придонного слоя воды в градусах Цельсия.



Карта 1906 г.



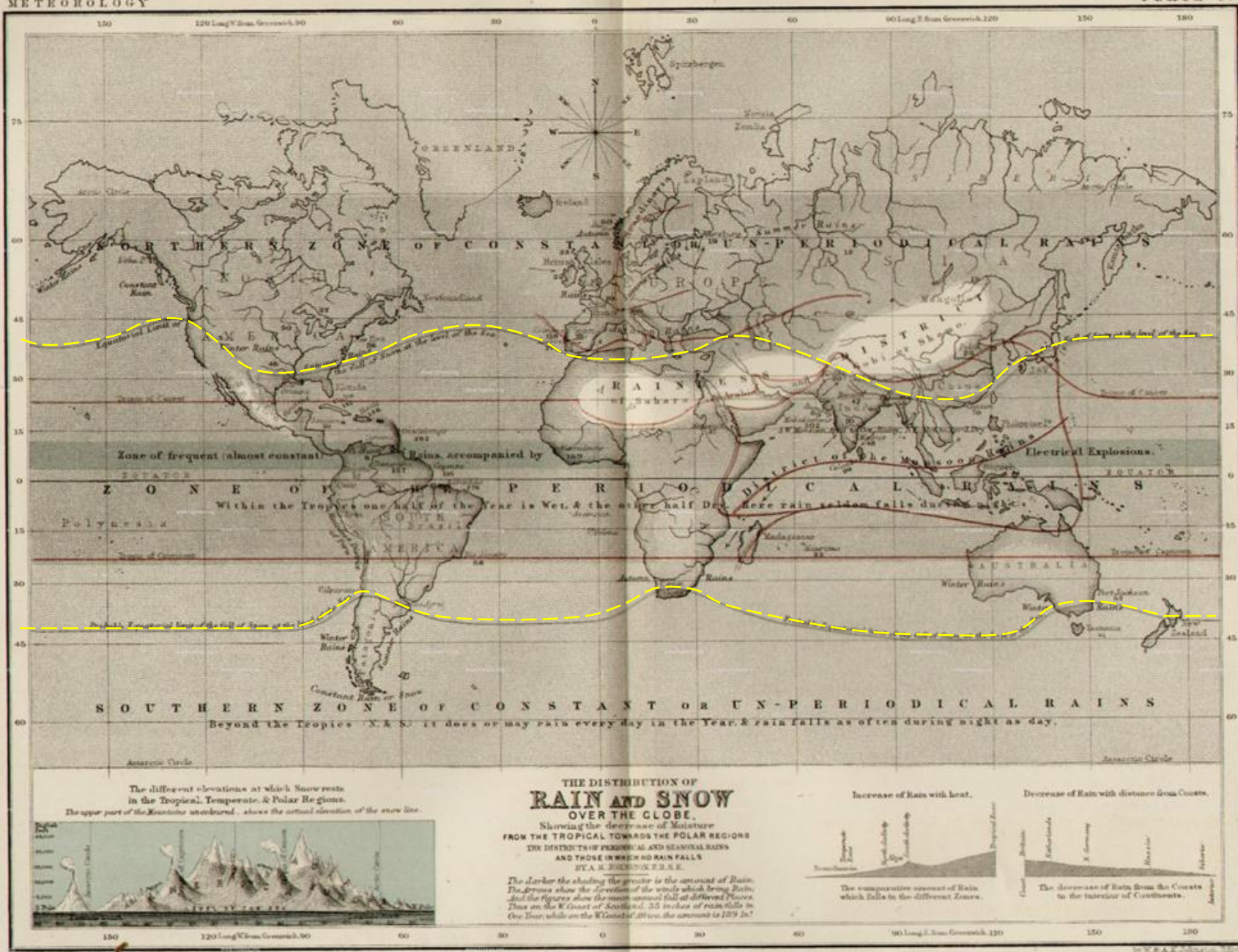
С 1893 г. сведения о ледовых условиях в Гренландском и Баренцевом морях по материалам судовых наблюдений начали обобщать в Датском метеорологическом институте в виде месячных ледовых карт за апрель - август.



Карты морского льда



<http://sidads.colorado.edu/DATASETS/NOAA/G02203/>



Глобальные
снеговые
границы
хионосферы

Keith Johnsons,
1852
Physical school
atlas

Нижняя граница постоянныхъ снѣговъ (снѣжниковъ).

Горы или мѣстность.	Широта С	Высота въ метр.	Горы или мѣстность.	Широ- та С.	Высота въ метр.
Шницберговъ	77°	457	Араратъ, СЗ. склонъ	39 $\frac{1}{2}$ °	4,370
Восточная Грѣландія	74°	1,000	Куэнь-Лунь. { С. склонъ. }	36°	4,450
Лапландія. { Ю. склонъ. }	70°	1,000	{ Ю. склонъ }		4,800
{ С. склонъ. }		900	Каракорумъ. { С. склонъ. }	36°	4,675
Скандинавскія { З. склонъ. }	67°	1,000	{ Ю. склонъ. }		5,920
горы. { В. склонъ. }		1,200	Гималай. { С. склонъ. }	28°	5,300
З. берегъ Америки	61°	1,645	{ Ю. склонъ }		4,920
Скалистыя горы (С. Америка)	52°	2,625	Мексиканскія горы	19°	4,400
Саянъ.	52°	3,380	Горы Тигре, Абиссинія. . . .	13°	4,300
Алтай (ю. склонъ).	50°	2,600		ю. ш.	
Тарбагатай	47°	2,760	Эквадорскія { Котонахи ²⁾ }	1°	4,627
Швейцарскія { С. склонъ . }	46°	2,600	Анды. { Чимборазо }	2°	4,850
Альпы. { Ю. склонъ }	46°	3,300	{ Боливія. . }	16°	5,230
Кавказъ. { Западная { С. склонъ }	44°	3,300	{ Перу . . }	20°	5,750
{ часть. { Ю. склонъ . }	42 $\frac{1}{2}$ °	2,900	{ С. Чили. . }	24°	5,100
{ Восточная { С. склонъ . }	42 $\frac{1}{2}$ °	3,900	{ Средн. Чили }	36°	2,580
{ часть. { Ю. склонъ }	41°	3,500	{ Ю. Чили . }	40°	1,710
Заилійскій Алатау . { Тянь-шань }	43°	3,300	Новозеландскія Альпы. . . .	44°	2,300
Александровск. хреб. { }	42°—43°	3,700	Огненная земля	54°	1,200
Заалайскій хребетъ. { }	39°—40°	4,250	Южно-Оркадскіе о-ва	61°	0



КЛИМАТЫ ЗЕМНОГО ШАРА

ВЪ ОСОБЕННОСТИ РОССИИ.

СЪ ПРИЛОЖЕНИЕМЪ

14-ти графическихъ таблицъ и 10-ти картъ

1884

А. И. Воейкова.

доктора физической географии Императорского Московского университета, доктора философии Геттингенского университета, доцента физической географии из Императорского С.-Петербургского университета, председатели метеорологической комиссии Императорского Русского географического Общества, почтеного члена Лондонского Royal Meteorological Society, действительного члена Общества: Императорского Русского географического Общества, Императорского С.-Петербургского естественного исторического, Императорских Московских испытательных прений и любителей естествознания, антропологии и этнографии в других ученых Обществах, члена-корреспондент Берлинского Gesellschaft für Erdkunde и других ученых Обществ.



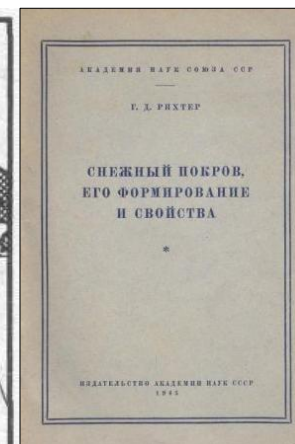
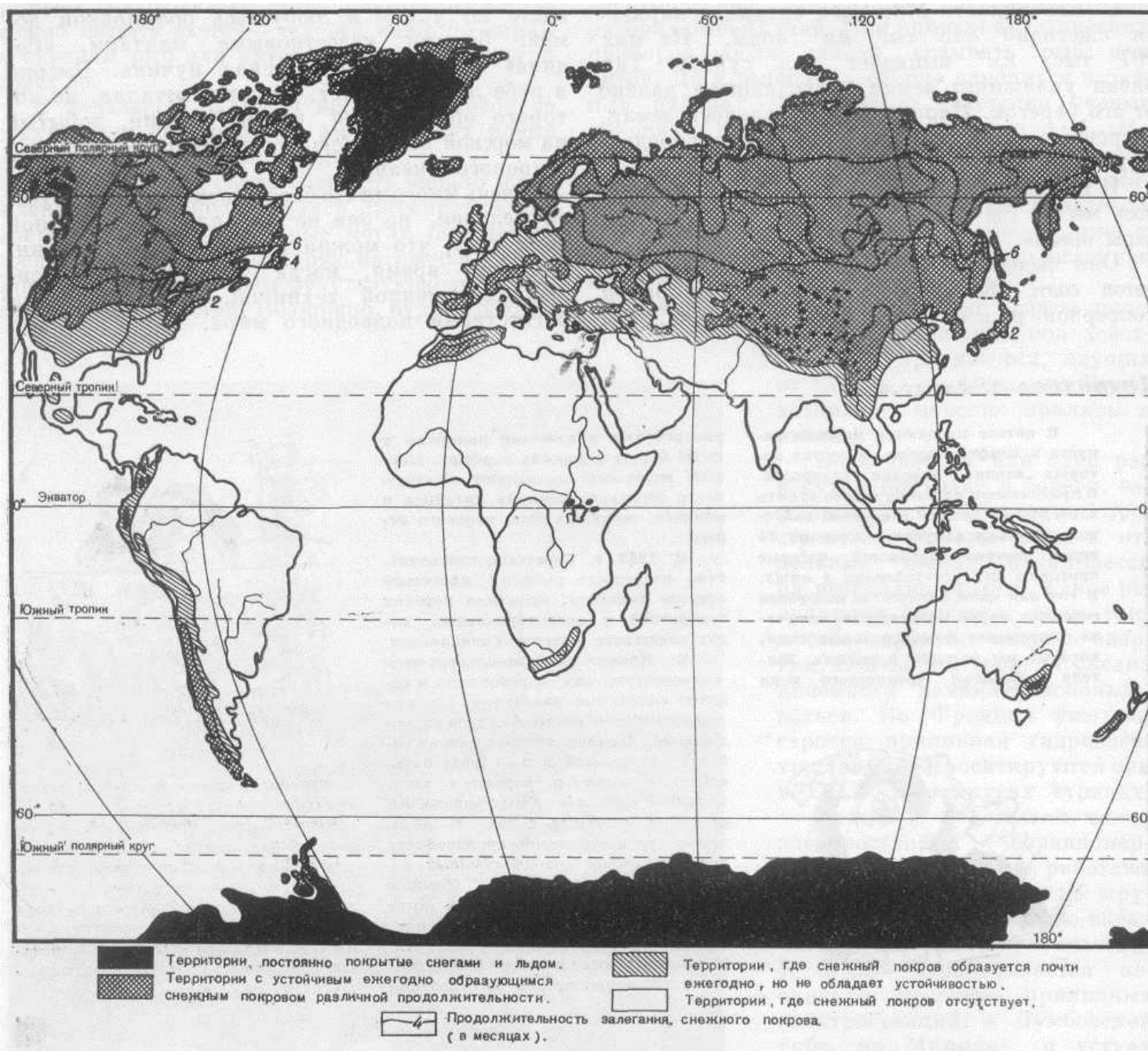
С.-ПЕТЕРБУРГЪ

ИЗДАНИЕ КАРТОГРАФИЧЕСКАГО ЗАВЕДЕНІЯ А. ИЛЬИНА.

(на углу Екатерининск. просп. и Б. Мастерской, д. № 11/13)

1884

Воейков А. И., Снежный покров, его влияние на почву, климат и погоду и способы исследования, «Зап. РГО», 1889, т. 18, №2;



Рихтер Г. Д.

Снежный покров, его формирование и свойства, М.–Л., 1945

Роль снежного покрова в физико-географическом процессе, «Тр. института географии АН СССР», 1948, т. 40;

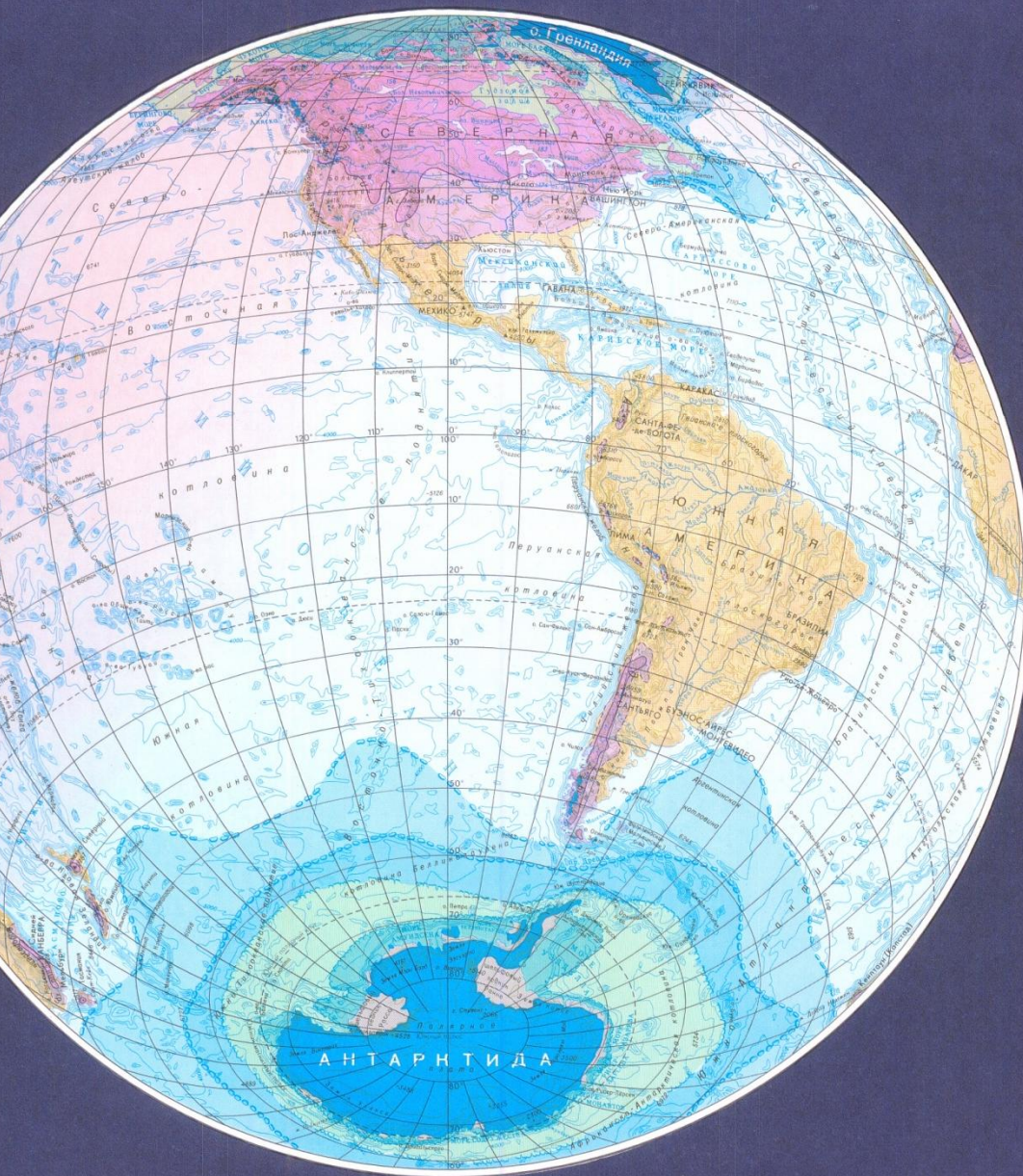
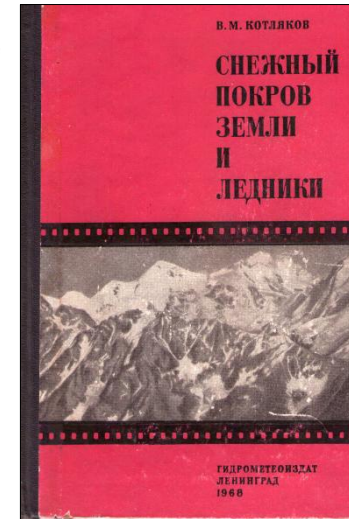


Таблица 8

**Площадь и масса ежегодно образующегося снежного покрова
(средние цифры)**

Снежный покров	Площадь, млн. км ²	Средняя аккумуляция, г/см ²	Масса сезон- ного снега, 10 ¹⁷ г
Северное полушарие			
Постоянный на суше	2	16	3
Временный на суше	59	14	83
На постоянных морских льдах	9	10	9
На сезонных морских льдах	9	12	11
Южное полушарие			
Постоянный на суше	14	16	20
Временный на суше	2	14	3
На постоянных морских льдах	5	18	9
На сезонных морских льдах	15	20	30



Котляков, 1968



Таблица 1

РАСПРОСТРАНЕНИЕ НА ЗЕМЛЕ ОСНОВНЫХ ВИДОВ ЛЬДА

Виды льда	Масса		Площадь распро- странения		Среднее время жизни, год
	г	%	млн. км ²	доля по- верхности, %	
Ледники и ледниковые по- кровы	2,4 · 10 ²²	97,72	16	11 суши	9580
Подземные льды	5 · 10 ²⁰	2,04	32	25 суши	30 – 75
Морские льды	4 · 10 ¹⁹	0,16	26	7 океана	1,05
Снежный покров	1 · 10 ¹⁹	0,04	72	14 Земли	0,35 – 0,52
Айсберги	8 · 10 ¹⁸	0,03	64	19 океана	4,07
Атмосферные льды	2 · 10 ¹⁸	0,01	—	—	4 · 10 ^{–3}

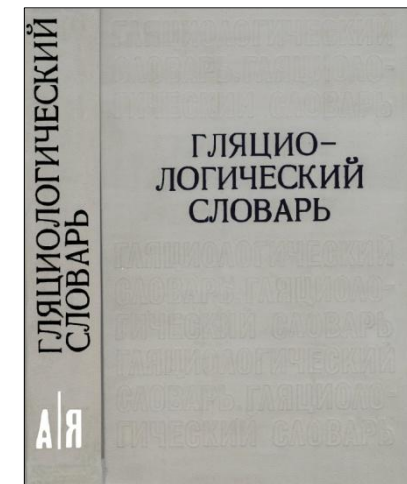


Table 1.1 Areal and volumetric extent of major components of the cryosphere (updated after Goodison *et al.*, 1999).

Component	Area (10 ⁶ km ²)	Ice volume (10 ⁶ km ³)	Sea level equivalent (m) ^{a)}
LAND SNOW COVER^{b)}			
Northern Hemisphere			
Late January	46.5	0.002	
Late August	3.9		
Southern Hemisphere			
Late July	0.85		
Early May	0.07		
SEA ICE			
Northern Hemisphere			
Late March	14.0 ^{c)}	0.05	
Early September	6.0 ^{c)}	0.02	
Southern Hemisphere			
Late September	15.0 ^{d)}	0.02	
Late February	2.0 ^{d)}	0.002	
PERMAFROST (underlying the exposed land surface, excluding Antarctica and S. Hemisphere high mountains)			
Continuous ^{e)}	10.69	0.0097–0.0250	0.024–0.063
Discontinuous and sporadic	12.10	0.0017–0.0115	0.004–0.028
CONTINENTAL ICE AND ICE SHELVES			
East Antarctica ^{f)}	10.1	21.7	52
West Antarctica ^{g)} and Antarctic Peninsula	2.3	3.0	5
Greenland ^{h)}	1.7	2.85	7.3
Small ice caps and ^{h)} mountain glaciers	0.74	0.24	0.6
Ice shelves ^{g)}	1.5	0.66	

^{a)} Sea level equivalent does not equate directly with potential sea-level rise, as a correction is required for the volume of the Antarctic and Greenland Ice Sheets that are presently below sea level. 400,000 km³ of ice is equivalent to 1 m of global sea level.

^{b)} Snow cover includes that on land ice, but excludes snow-covered sea ice (Robinson *et al.*, 1995).

^{c)} Actual ice areas, excluding open water. Ice extent ranges between approximately 7.0 and 15.4 × 10⁶ km² for 1979–2004 (Parkinson *et al.*, 1999a).

^{d)} Actual ice area excluding open water (Gloersen *et al.*, 1993). Ice extent ranges between approximately 3.8 and 18.8 × 10⁶ km². Southern Hemisphere sea ice is mostly seasonal and generally much thinner than Arctic sea ice.

^{e)} Data calculated using the Digital Circum-Arctic Map of Permafrost and Ground-Ice Conditions (Brown *et al.*, 1998) and the GLOBE-1 km Elevation Data Set (Zhang *et al.*, 1999).

^{f)} Ice-sheet data include only grounded ice. Floating ice shelves, which do not affect sea level, are considered separately (Huybrechts *et al.*, 2000; Drewry *et al.*, 1982; Lythe *et al.*, 2001).

^{g)} Dahl-Jensen *et al.* (2009).

^{h)} Radić and Hock (2010).

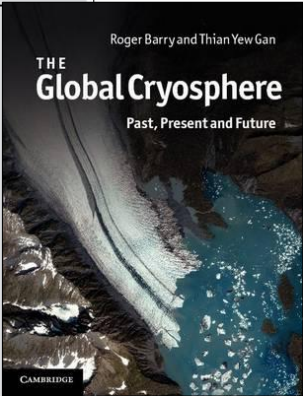


Table 1.1 Area and Volume of the Global Cryosphere Marshall, 2011

Perennial Ice						
Location	Area (10 ⁶ km ²)			Volume (10 ⁶ km ³)	Sea Level Equivalent (m) ^a	
Greenland ice sheet	1.7			2.9	7.1	
Antarctic ice sheet ^b	13.3			25.4	56.2	
Mountain glaciers ^c	1.1			0.22–0.38	0.56–0.97	
Permafrost	22.8			0.01–0.04	0.03–0.10	
Snow and Sea Ice						
Type and Hemisphere	Area (10 ⁶ km ²)			Extent ^d (10 ⁶ km ²)		
	Minimum	Maximum	Mean	Minimum	Maximum	Mean
Sea ice						
Northern	4.8	13.6	9.8	6.6	15.5	11.8
Southern	1.9	14.5	8.7	3.0	18.8	12.0
Snow						
Northern				3.1	46.7	24.9
Southern				13.9	15.1	14.3

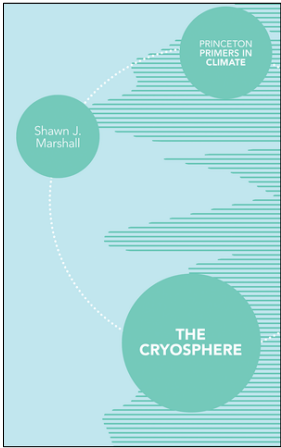
Note: Sea ice data is from January 1979 to March 2011, and Northern Hemisphere snow data is from November 1966 to March 2011.

^aSea level equivalent is the increase in global average eustatic sea level that would occur if all of this ice was transferred to the oceans.

^bIncludes marine-based (floating) ice shelves, but excludes peripheral icefields.

^cMountain glaciers and polar ice caps, excluding the Greenland and Antarctic ice sheets but including dynamically independent icefields peripheral to each ice sheet (see chapter 6).

^d*Extent* is the total area of the region experiencing snow or ice cover. For sea ice, this includes all satellite pixels (with a resolution of ca. 625 km²) with an ice concentration of at least 15%; the remainder of the area in a pixel can be land or open water. Snow extent is defined by the edge of the region with near-continuous snow cover; there can be snow-free patches within this



Параметры криосферы Земли в северном и южном полушариях

Площадь распространения, млн. км ²		Котляков, 1968	Захаров, 1978	Гляциолог. словарь, 1984	Barry, 2011	Marshall, 2011	Данные 2012-2013
снежный покров суши	СП	61	-	72	46,5	46,7	48,84
	ЮП	16	-		0,85	15,1	-
морские льды	СП	18	15,590	26	14	15,5	3,41 (min)
	ЮП	20	18,822		15	18,8	19,8 (max)

Integrated Climate Data Center


[ICDC Home](#)
[Data](#)
[Projects](#)
[Support](#)
[News & Workshops](#)

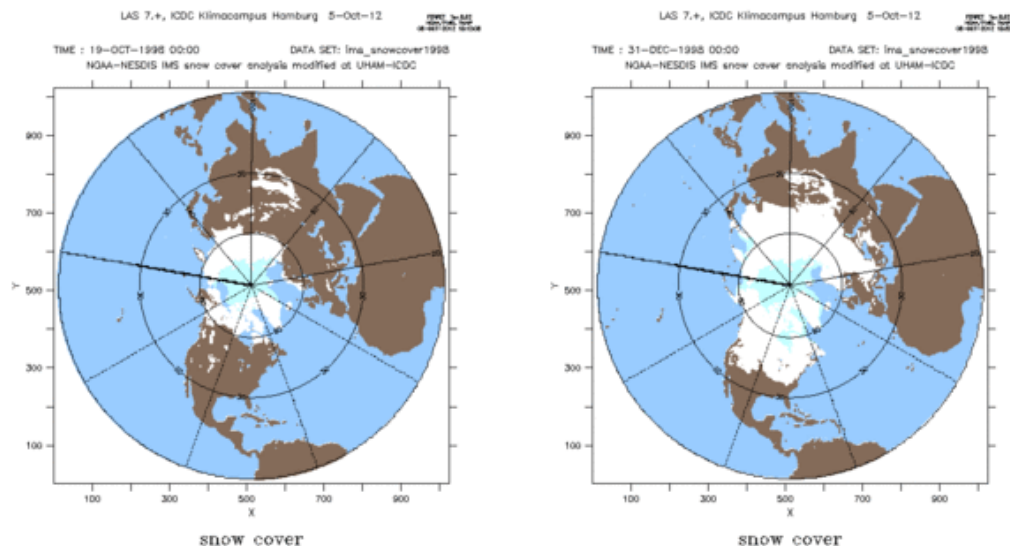
> [ICDC Data Center](#) > [Data](#) > [Ice and snow](#) > [IMS Snow Cover](#)

+ Atmosphere

Ice and snow

- MODIS Snow Cover
- ESA GlobSnow Snow Cover
- [IMS Snow Cover](#)
- Antarctic polynyas
- Sea-Ice concentration for Arctic & Antarctic (OSI-SAF)
- Sea-Ice concentration for Arctic & Antarctic (ASI-AMSRE)
- Sea-Ice concentration for Arctic & Antarctic (ASI-SSM/I)
- Melt ponds on Arctic sea ice
- Lead Area Fraction for Arctic
- L3B SMOS Brightness Temperatures
- L3C SMOS Sea Ice Thickness
- Sea-Ice drift vectors for Arctic & Antarctic (NSIDC)
- Sea-Ice Age for Arctic (NSIDC/CCAR)
- Sea-Ice thickness from ship observations (Antarctic)

IMS Snow Cover



Access

UNRESTRICTED

This data set is only available for a restricted user group, please [contact us](#) if you want to access these data.

RESTRICTED only accessible in ZMAW net or via CliSAP login [What does that mean?](#)

Interactive Multisensor Snow and Ice Mapping System (IMS). By primarily using satellite data of the visible portion of the electromagnetic spectrum maps of the snow cover (on land) and the sea ice cover (over the sea) are generated at 4 km grid resolution. Satellite data used originate from polar orbiting satellites, such as e.g. [AVHRR](#) and [MODIS](#), as well as geostationary satellites such as e.g. [GOES](#) and [METEOSAT](#).

http://icdc.zmaw.de/ims_snowcover.html?&L=1

gsl

RUTGERS UNIVERSITY GLOBAL SNOW LAB

home

publications

data requests

links

NASA MEASURES

PRODUCTS

LATEST SNOW

MONTHLY CHART

Northern Hemisphere

Visible Satellite Charts

- * Daily
- * Weekly
- * Monthly
- * Monthly Departure
- * Monthly Climatology
- * Documentation

Graphs

- * Snow Anomalies
- * Monthly Anomalies
- * Seasonal Extent

Tabular

Area of Snow Extent

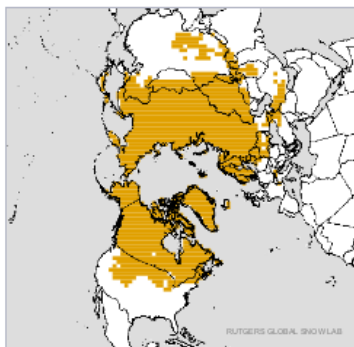
- * Weekly
- * Monthly
- * Rankings
- * Download

North America

Blended Snow Charts

- * 3-Way Pentads
- * Station Pentads
- * Microwave Pentads

January 14, 2014

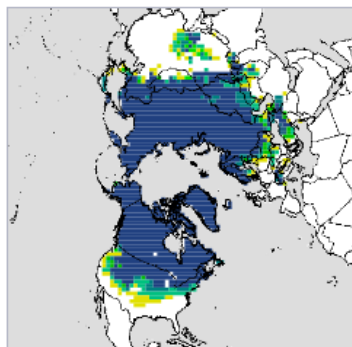


Yesterday's snow cover extent across Northern Hemisphere lands. For more daily charts, including the departure from satellite-era normal, click the map.

Snow Extent CDR Update

Rutgers University Global Snow Lab maps, figures and tabular data are currently in the process of being updated to Northern Hemisphere SCE CDR v01r01. This is the latest version, now available at NCDC.

December 2013



Average snow cover extent for the latest month. Based on Rutgers GSL analysis of NOAA daily snow maps. For more results, including the monthly departure from normal for this and other months back to the late 1960s click the map.

2012 Annual Report

Annual snow cover extent (SCE) over Northern Hemisphere lands averaged 24.6 million square kilometers in 2012. This

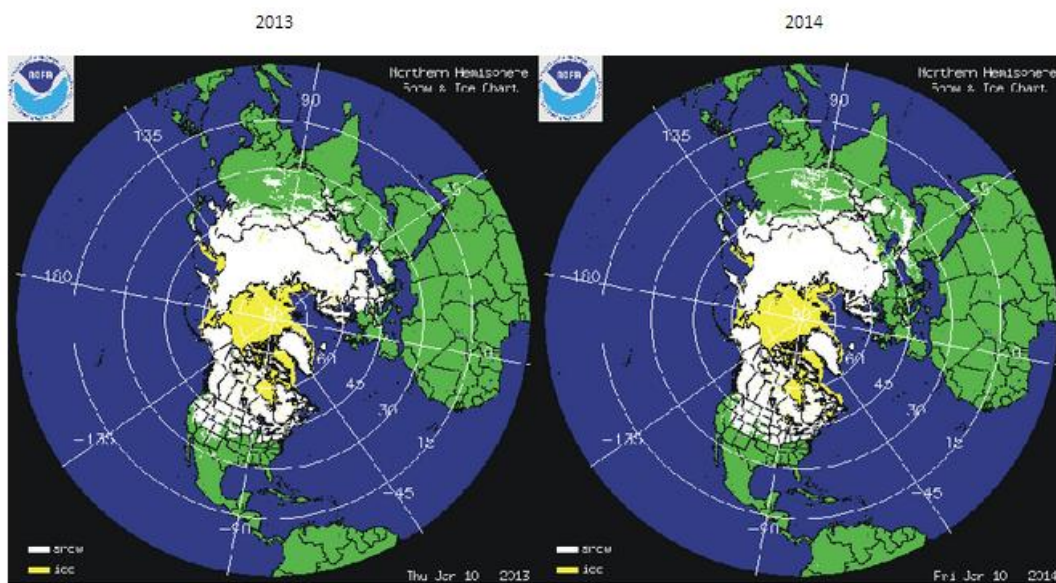
<http://climate.rutgers.edu/snowcover/>

List of contents

- [Recent northern hemisphere snow cover](#)
- [Recent Europe-Asia snow cover](#)
- [Recent Alaska-Canada snow cover](#)
- [Recent USA-Canada snow cover](#)
- [Recent snow water equivalent](#)
- [Northern hemisphere weekly snow cover since 1972](#)
- [Snow cover variations in southern Norway since 1896](#)

Open Climate4you [homepage](#)

Recent northern hemisphere snow cover

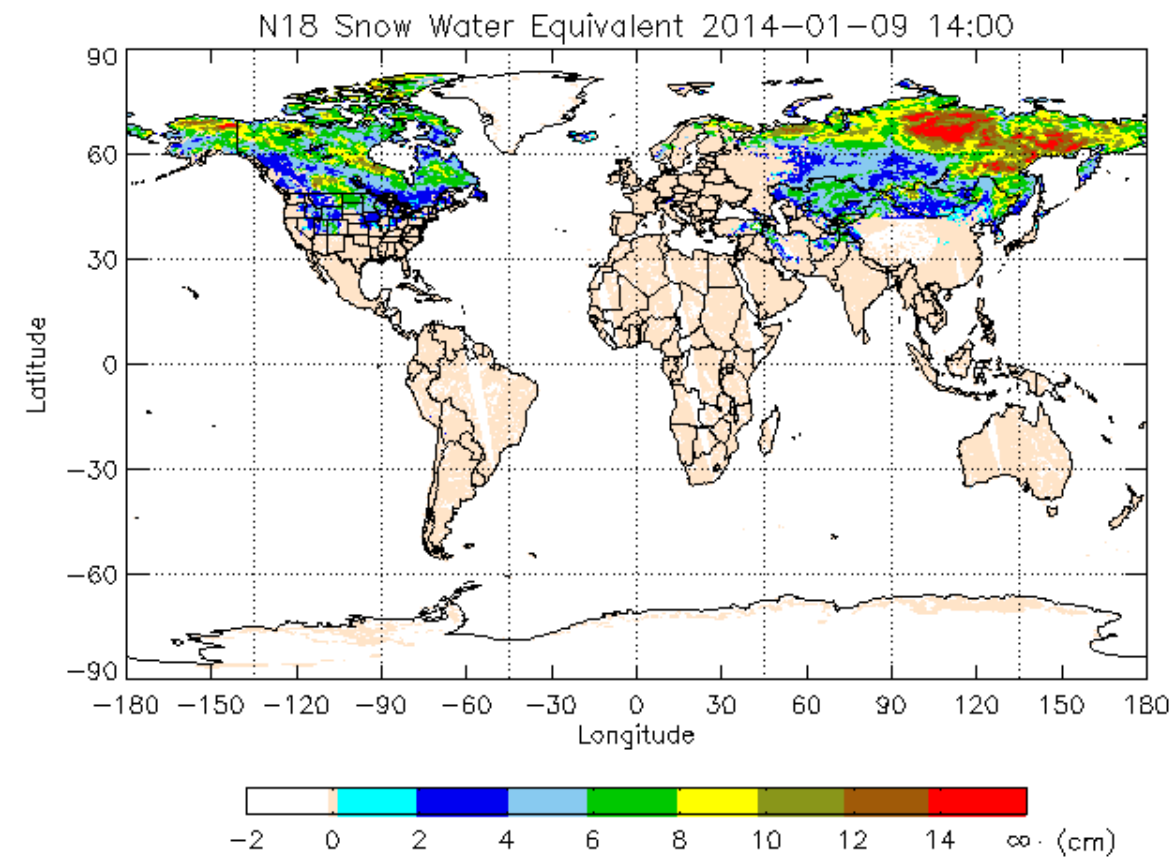


Northern hemisphere snow cover (white) and sea ice (yellow) 10 January 2013 (left) and 2014 (right). Map source: [National Ice Center \(NIC\)](#). Please use [this link](#) if you want to see the original figures or want to check for more recent updates than shown above.

[Click here](#) to jump back to the list of contents

<http://www.climate4you.com/SnowCover.htm>

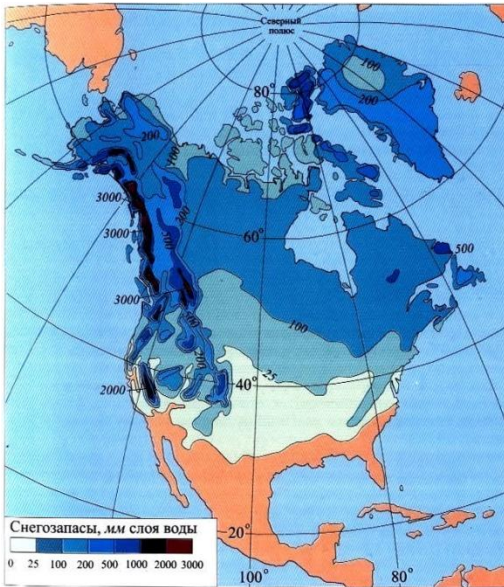
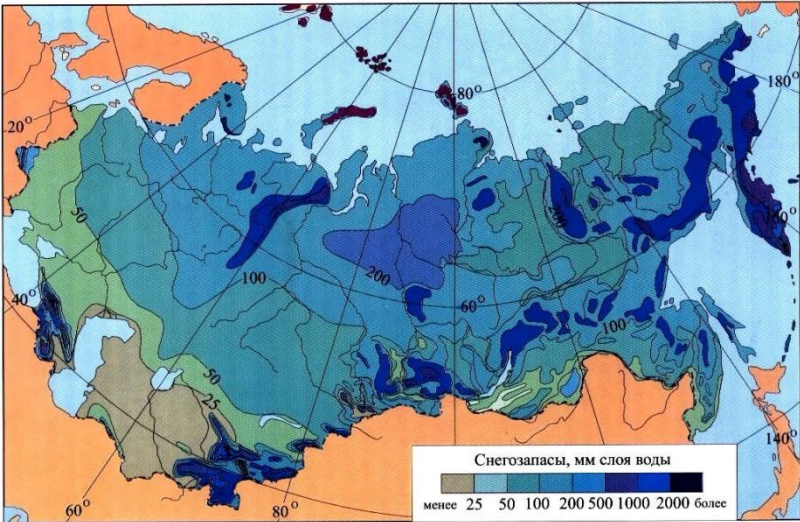
Recent snow water equivalent



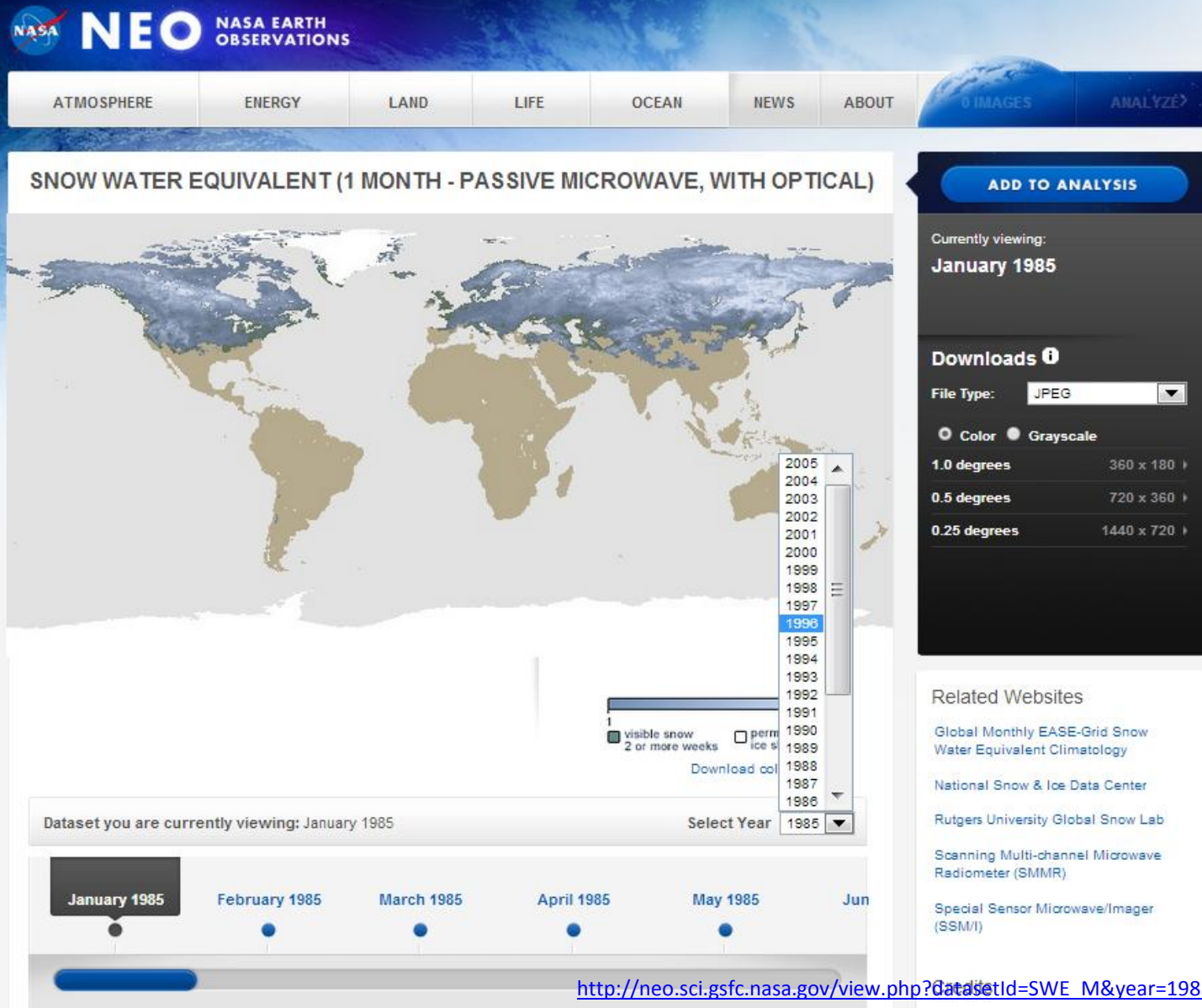
Recent seasonal snow water equivalent (cm) 9 January 2014 ([NOAA 18](#)). Only the terrestrial seasonal snow cover is considered in this analysis, not snow on sea ice or on the ice sheets in Greenland and Antarctic. The values indicate how much water (cm) would be produced by melting all snow present at a certain site. Map source: [NOOA](#). Please use [this](#) link if you want to see the original diagram want to check for a more recent update than shown above.

<http://www.climate4you.com/SnowCover.htm>

[Click here](#) to jump back to the list of contents



Январь 1985 (50,8 млн. км² в Сев. полушарии)



■ Featured Image 01/16/2014

Home

■ About Cryospheric Sciences

■ Research Highlights

■ Data

Antarctic Snow Depth on Sea Ice

Arctic Snow Depth on Sea Ice

Arctic Sea Ice Melt

■ Education

■ Events

■ Interviews

■ Publications

■ Personnel

■ Science Highlights

Antarctic Sea Ice Thickness

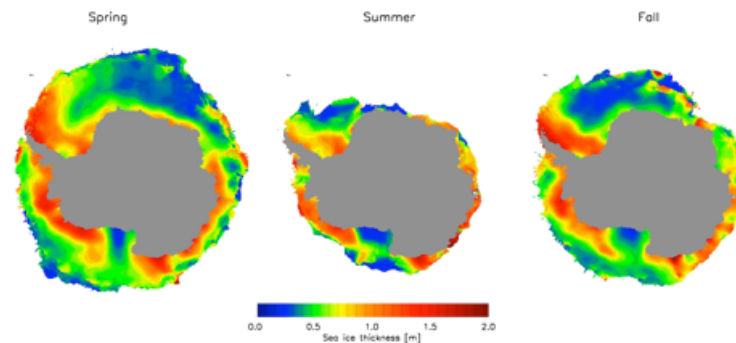
Data Description

Sea ice freeboard (height of sea ice plus snow layer above sea level) and thickness data derived from ICESat laser altimetry data. Data consist of 13 measurement campaigns spanning the time period from October 2003 to March 2008.

References:

Kurtz, N.T., and T. Markus, Satellite observations of Antarctic sea ice thickness and volume, *J. Geophys. Res.*, **117**, C08025, doi:10.1029/2012JC008141, 2012.

Markus, T., Massom, R., Worby, A., Lytle, V., Kurtz, N., and T. Maksym, Freeboard, snow depth, and sea ice roughness in East Antarctica from in-situ and multiple satellite data, *Ann. Glaciol.*, **52**(57), 2011.



<http://neptune.gsfc.nasa.gov/csb/index.php?section=272>

The Cryosphere Today

<http://arctic.atmos.uiuc.edu/cryosphere/>

*A webspace devoted to the current state
of our cryosphere*

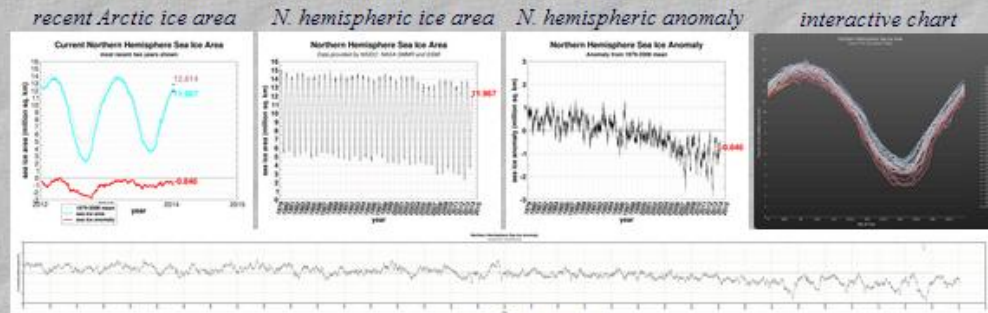
[Archive](#) of daily polar sea ice cap concentrations (1979 - present)

Download the historical sea ice dataset [here](#)

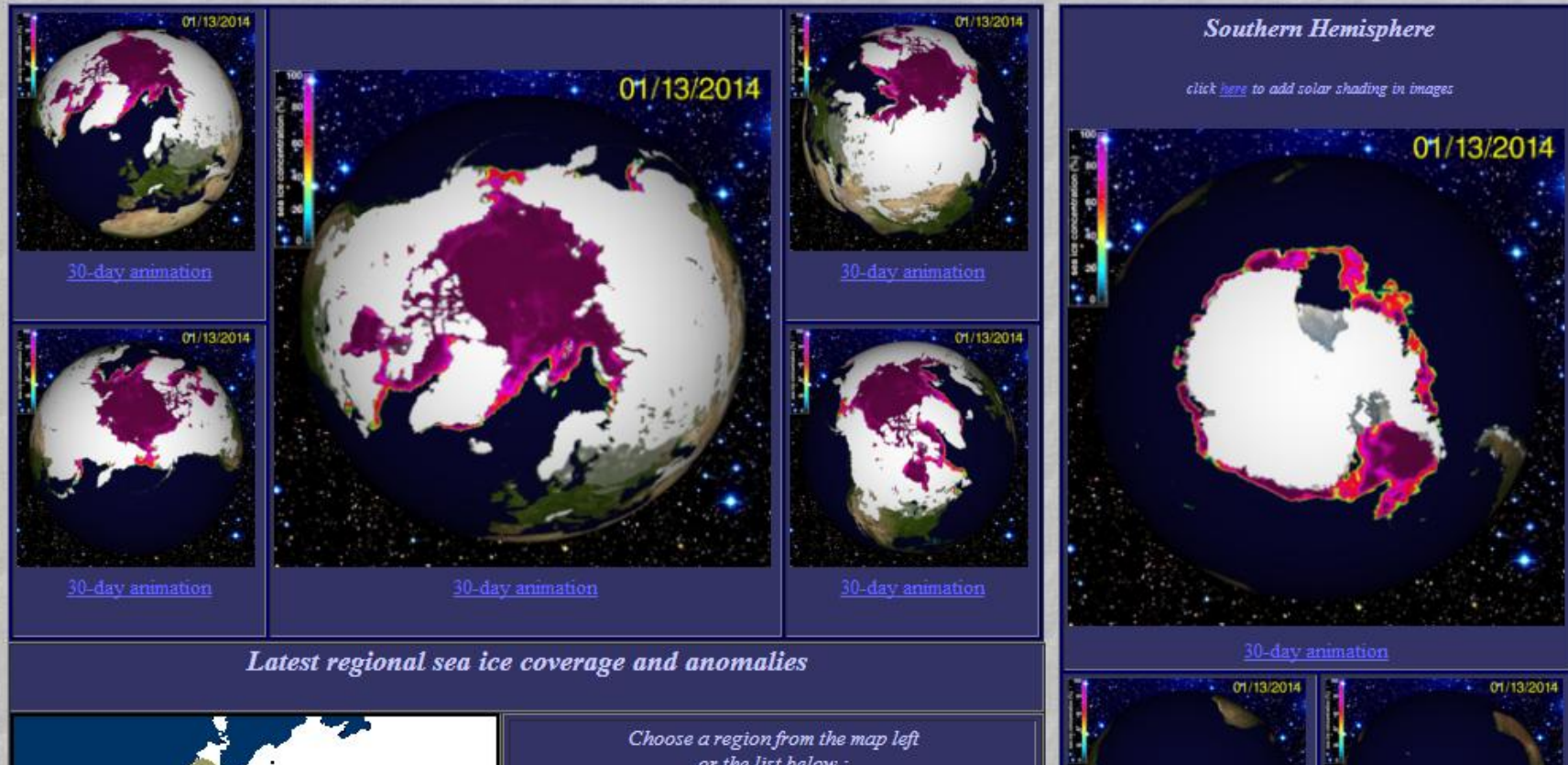
Questions and/or comments about polar science to crvosphere-science@atmos.uiuc.edu

Requests about polar data to crvosphere-data@atmos.uiuc.edu

sea ice animations: [1978-2006 \(46 MB quicktime\)](#) [2001-2006 \(11 MB quicktime\)](#)



tale of the tape





Sea Ice Index

Arctic

Antarctic

July 1, 2013: The Sea Ice Index team has replaced the 22-year base period with a new 30-year version. [Read more.](#)

Animate Monthly Images

Compare Anomalies

Compare Trends

Documentation

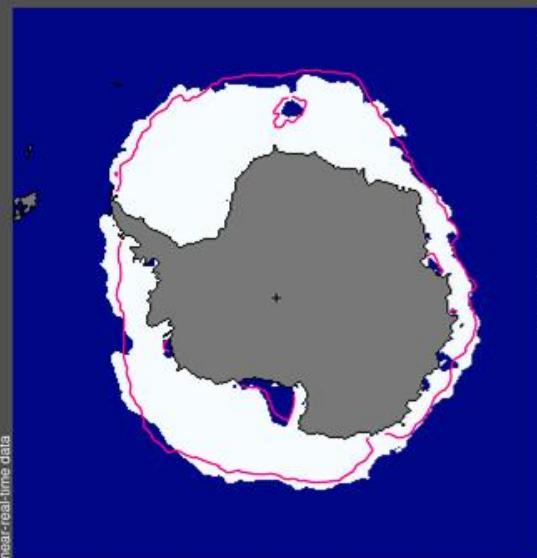
FAQ

Data Archive

Monthly

Daily

Blue Marble View

Sea Ice Extent
Dec 2013

National Snow and Ice Data Center, Boulder, CO

median
ice edge

Total extent = 12.6 million sq km

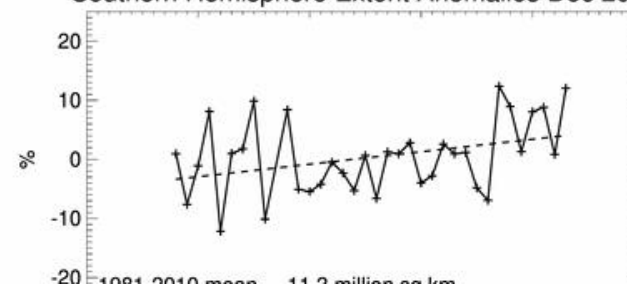
The monthly Sea Ice Index provides a quick look at Antarctic-wide changes in sea ice. It is a source for consistent ice extent and concentration images and data values since 1979. Monthly images show sea ice extent with an outline of the 30-year (1981-2010) median extent for that month (magenta line). Other monthly images show sea ice concentration and anomalies and trends in concentration.

[More about the monthly images »](#)

Monthly Sea Ice Extent Anomaly Graph

About
this
graph

Southern Hemisphere Extent Anomalies Dec 2013



http://nsidc.org/data/seaice_index/

◦ SIGRID Java-browser

Data series (.gifs)

Arctic

Total Concentration

Actual:

◦ 10-days AARI, 1950-

1992

◦ 7-days NIC, 1972-1994

◦ Mixed AARI/NIC charts

◦ J. Walsh monthly, 1901-

1997

Statistics:

◦ Decadal, AARI data

Greenland Sea

Total Concentration

Actual:

◦ 7-days, NIC, 1972-1994

Statistics:

◦ Monthly, NIC data

Baltic Sea

Total Concentration

Actual:

◦ 7 days, NIC, 1972-1994

Statistics:

◦ Monthly, NIC data

Thickness of level ice

Actual:

◦ 7 days, NIC, 1972-1994

Statistics:

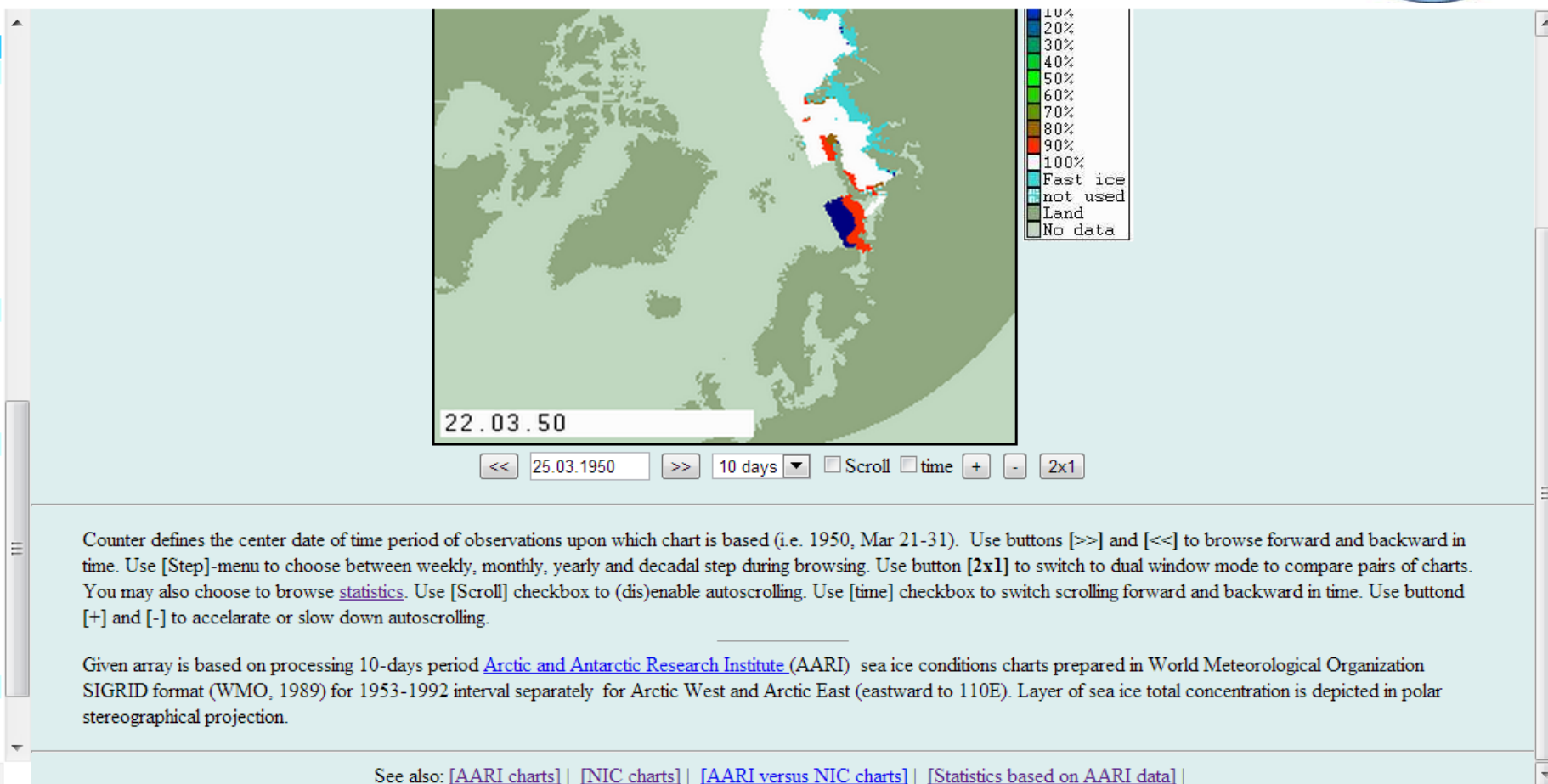
◦ Monthly, NIC data

Antarctic

Total Concentration

Actual:

◦ 10-days, AARI, 1990



http://www.aari.nw.ru/gdsidb/gdsidb_2.html

Current State of the Sea Ice Cover

J. C. Comiso, C. L. Parkinson, T. Markus, D. J. Cavalieri and R. Gersten

The sea ice cover is one of the key components of the climate system. It has been a focus of attention in recent years, largely because of a strong decrease in the Arctic sea ice cover and modeling results that indicate that global warming could be amplified in the region by a factor of about 2 to 3 times on account of ice-albedo feedback. This results from the high reflectivity (albedo) of the sea ice compared to ice-free waters. A satellite-based data record starting in late 1975 shows that indeed rapid changes have been occurring in the Arctic, where the perennial ice cover has been declining at the rate of about 12% per decade and the ice cover as a whole has been declining at the lesser rate of about 5% per decade. In the Antarctic, the trend is opposite to that in the Arctic, with the sea ice cover increasing at about 1 to 2 % per decade. This is despite unusual warming in the Antarctic Peninsula region and declines in the sea ice cover in the Amundsen-Bellingshausen Seas of about 6% per decade. In the Arctic, a slight recovery in the sea ice cover has been observed in 2008 and 2009, following a major decline of the ice in 2007, while in the Antarctic, the sea ice cover was more extensive than normal in 2007, 2008, and 2009. Shown below are up-to-date satellite observations of the sea ice covers of both the Arctic and the Antarctic, along with comparisons with the historical satellite record of more than 30 years. The global and color coded maps are chosen to provide information about the current state of the sea ice cover and how the most current daily data available compare with the record lows and record highs for the same date during the satellite era.

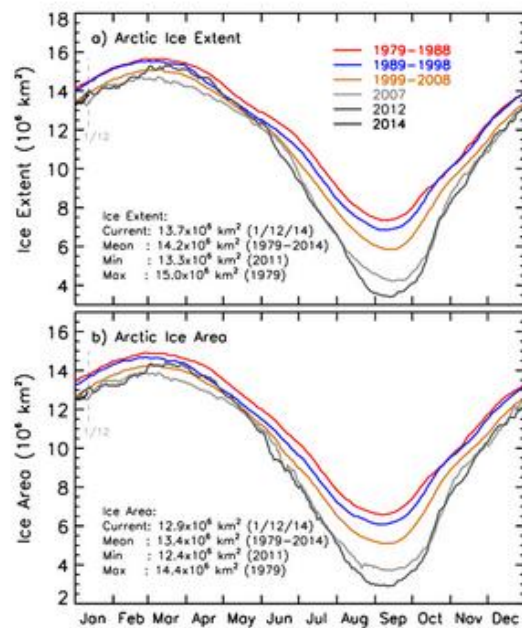
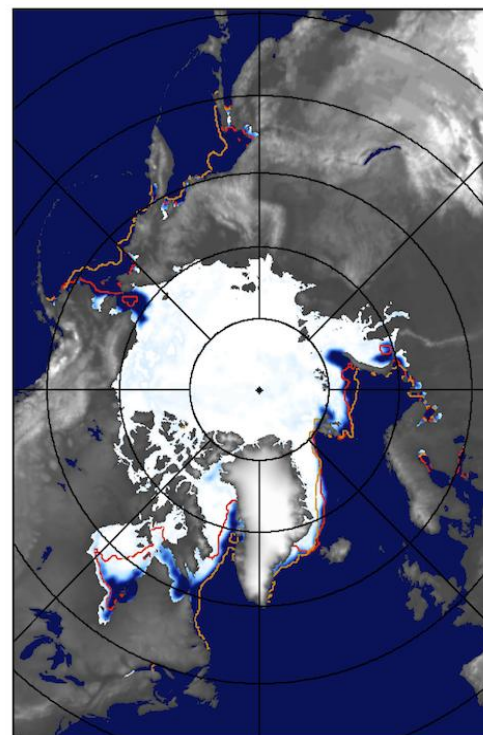


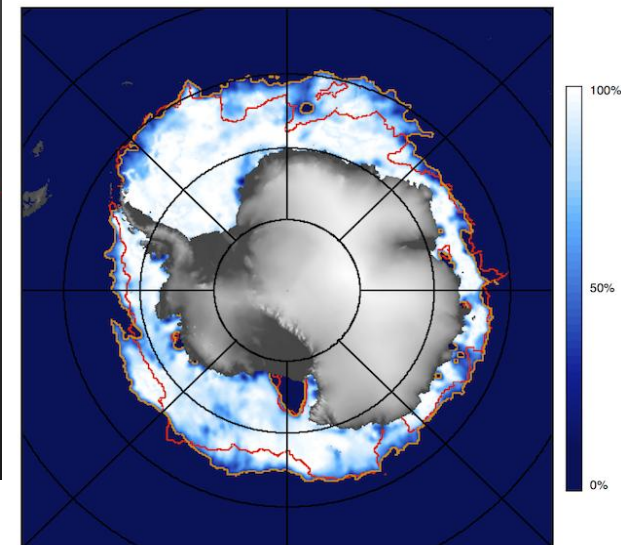
Figure 1: 10-year averages between 1979 and 2008 and yearly averages for 2007, 2012, and 2014 of the daily (a) ice extent and (b) ice area in the Northern Hemisphere and a listing of the extent and area of the current, historical mean, minimum, and maximum values in km^2 .

Northern Hemisphere, December 8, 2013



Current Ice Extent: $13.7 \times 10^6 \text{ km}^2$

Minimum 12/8 Extent Outline, 1982 ($11.0 \times 10^6 \text{ km}^2$)
Maximum 12/8 Extent Outline, 2013 ($13.7 \times 10^6 \text{ km}^2$)

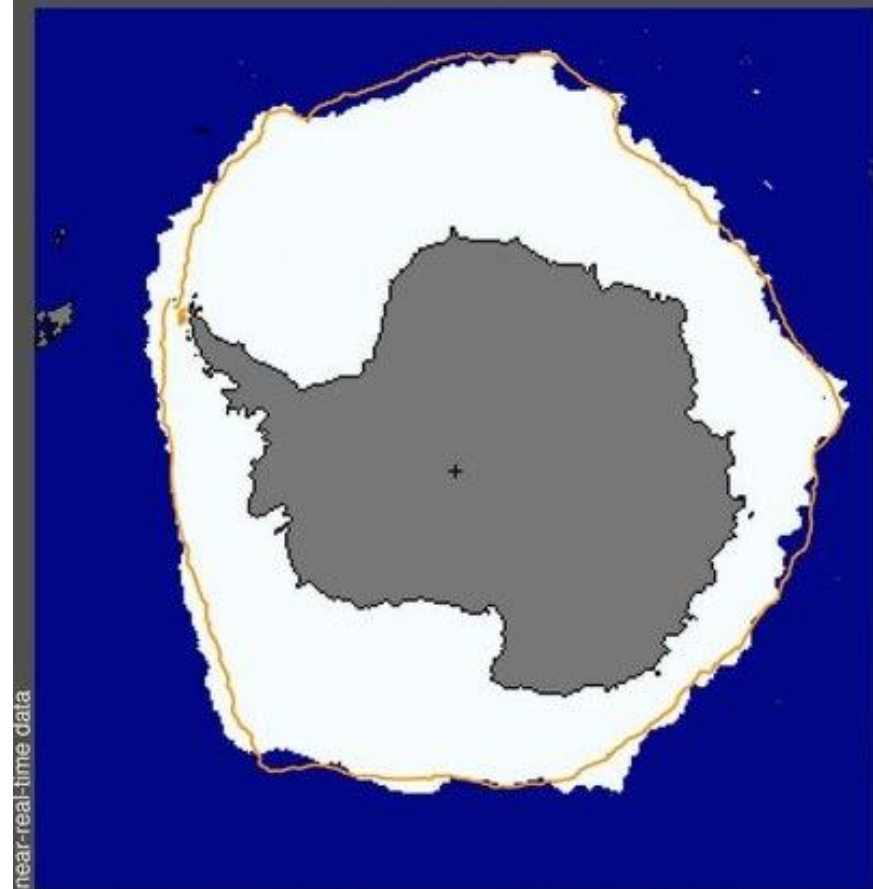


Современные статистические данные

стандартный период NOAA 1980-2010 гг.

ВМО и Росгидромет использует 1960-1990 гг.

Sea Ice Extent
09/16/2013

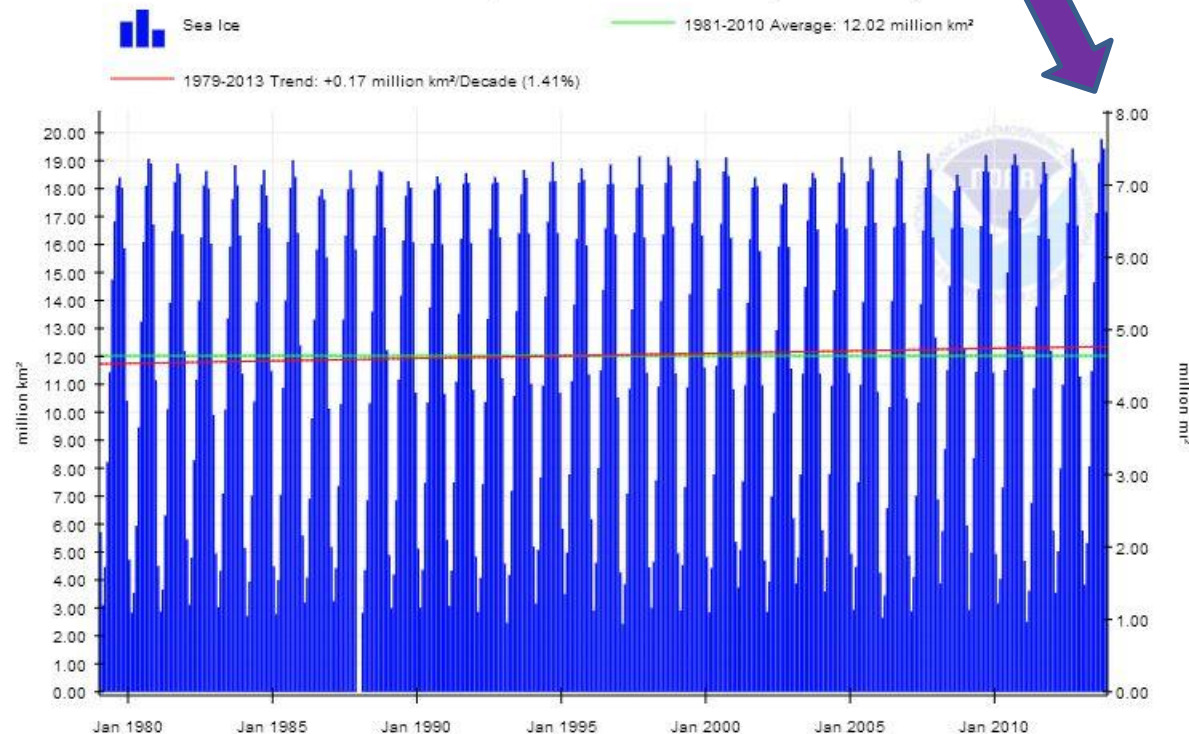


National Snow and Ice Data Center, Boulder, CO

near-real-time data

median
1981-2010

Southern Hemisphere Sea Ice Extent (1979-2013)



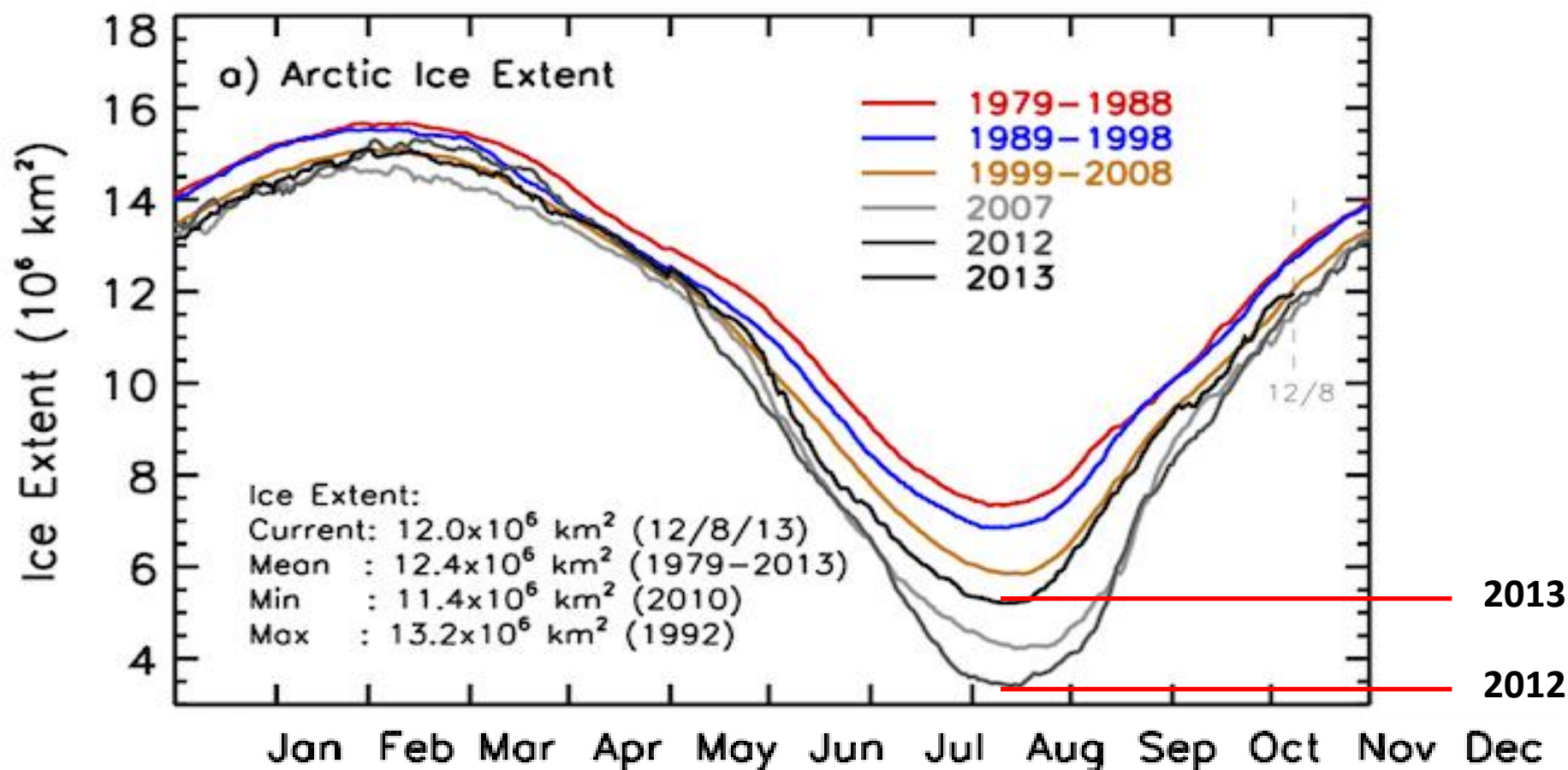
Source: National Snow and Ice Data Center (NSIDC)

В сентябре 2013 г. зафиксировано рекордное увеличение площади морского льда в южном полушарии, он разросся до 19,8 млн. км²

16.09.2012 г. отмечено рекордное сокращение площади морского

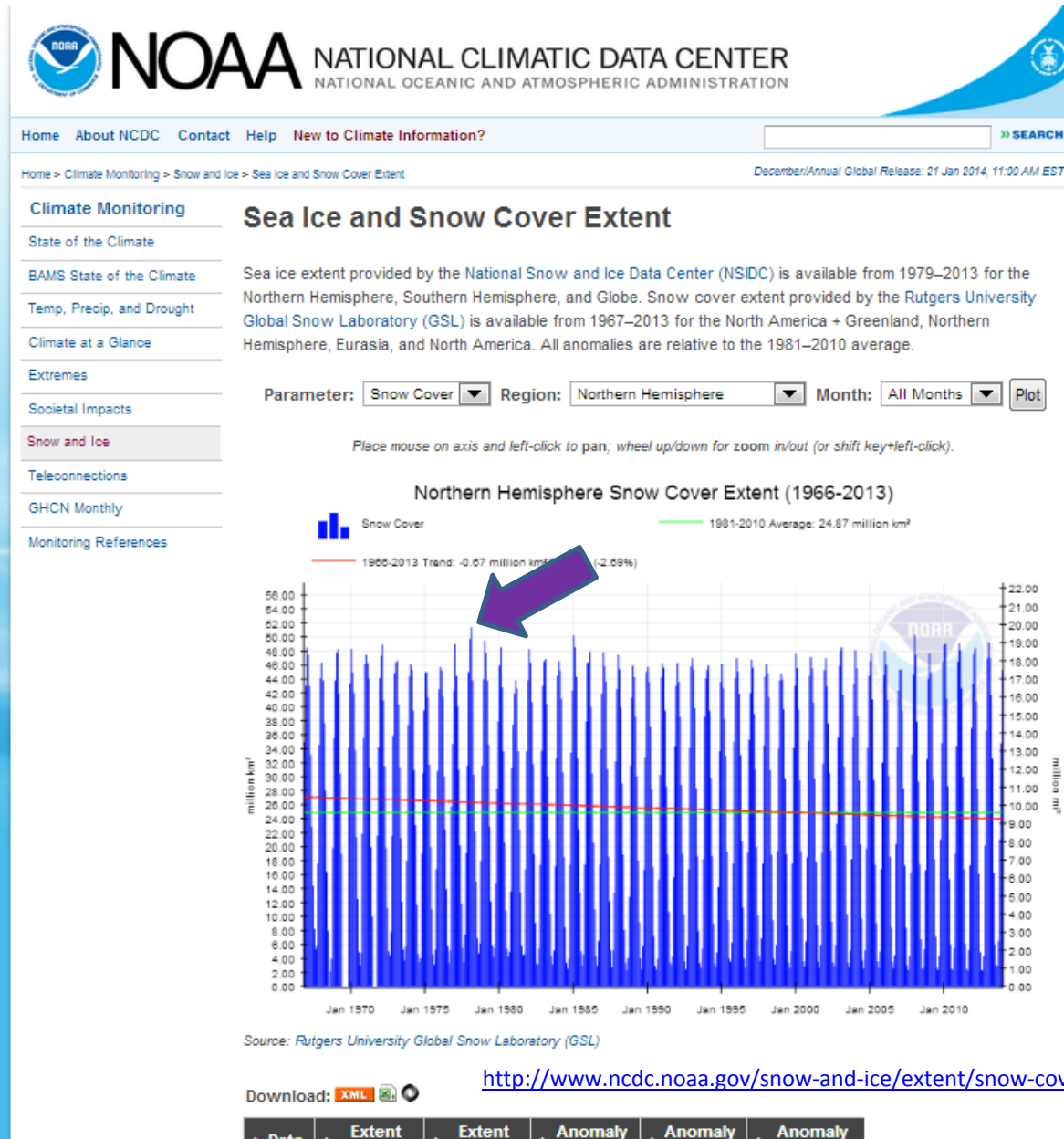
льда в северном полушарии до **3,41 млн. км²**,
пройдя предыдущий минимум сентября 2007 г – 4,17 млн. км².

<http://neptune.gsfc.nasa.gov/csb/index.php?section=234>

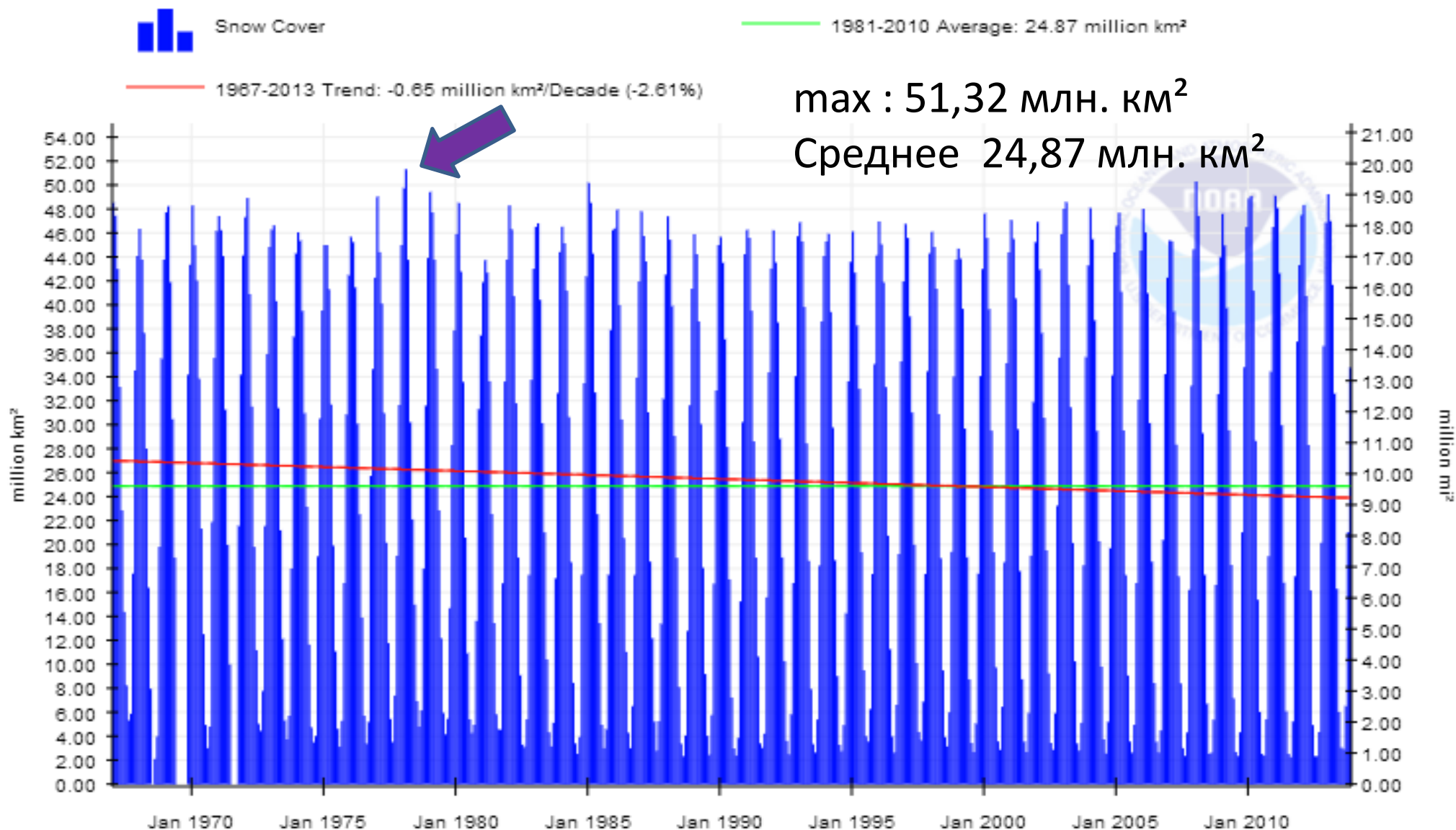


Таяние

в феврале 1978 г.
зафиксировано
рекордное
увеличение
площади снежного
покрова в Северном
полушарии 51,32
млн. км²



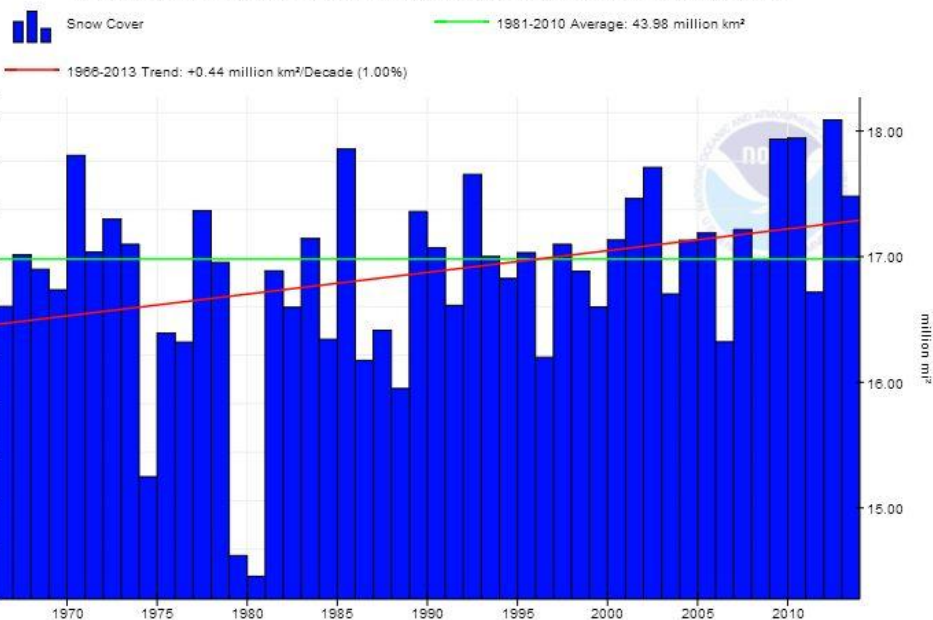
Northern Hemisphere Snow Cover Extent (1967-2013)



Source: Rutgers University Global Snow Laboratory (GSL)

<http://www.ncdc.noaa.gov/snow-and-ice/extent/snow-cover/nhland/0>

December Northern Hemisphere Snow Cover Extent (1966-2013)

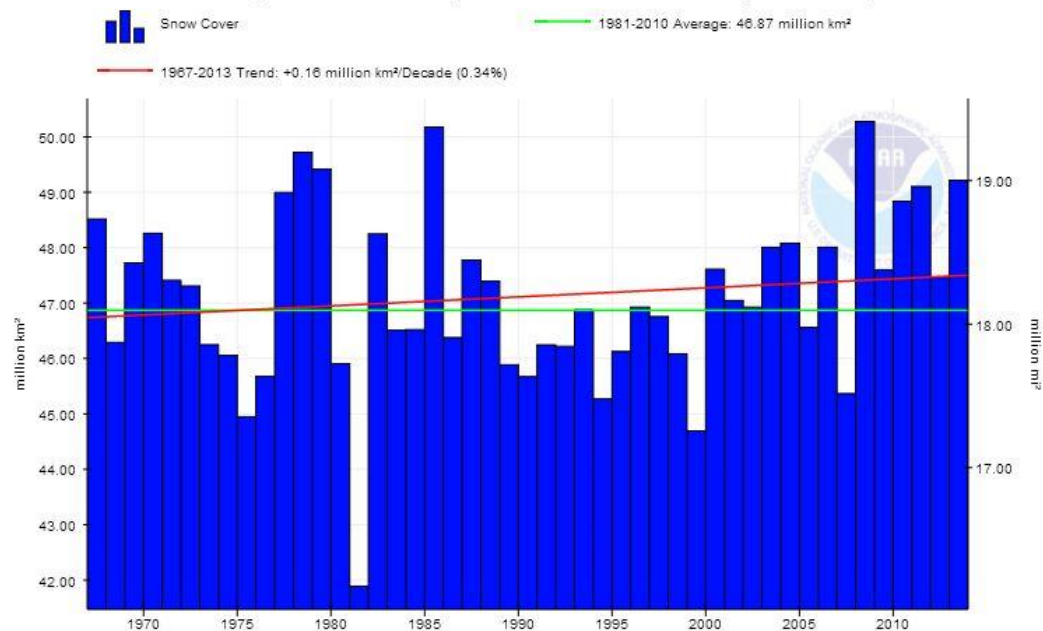


Source: Rutgers University Global Snow Laboratory (GSL)

декабрь 2012 г. стал самым заснеженным
за 1966-2013 гг. (46,85 млн. км²),

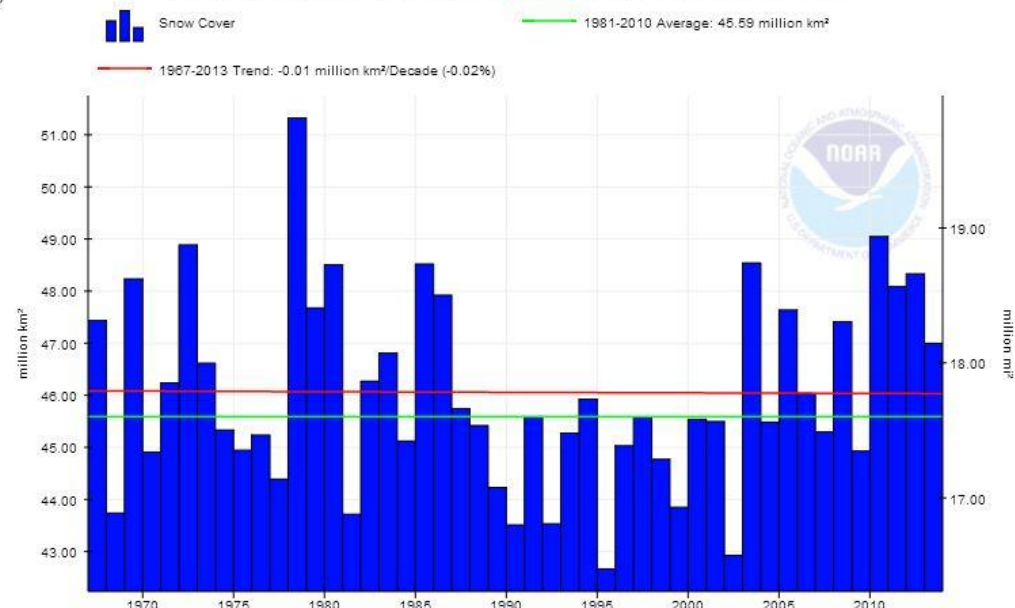
январь 2008 г. стал самым заснеженным
за 1967-2013 гг. (50,28 млн. км²),

January Northern Hemisphere Snow Cover Extent (1967-2013)



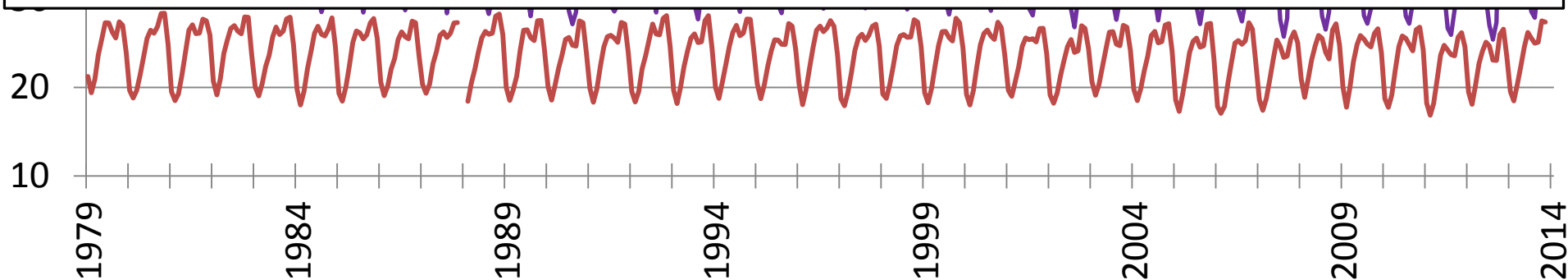
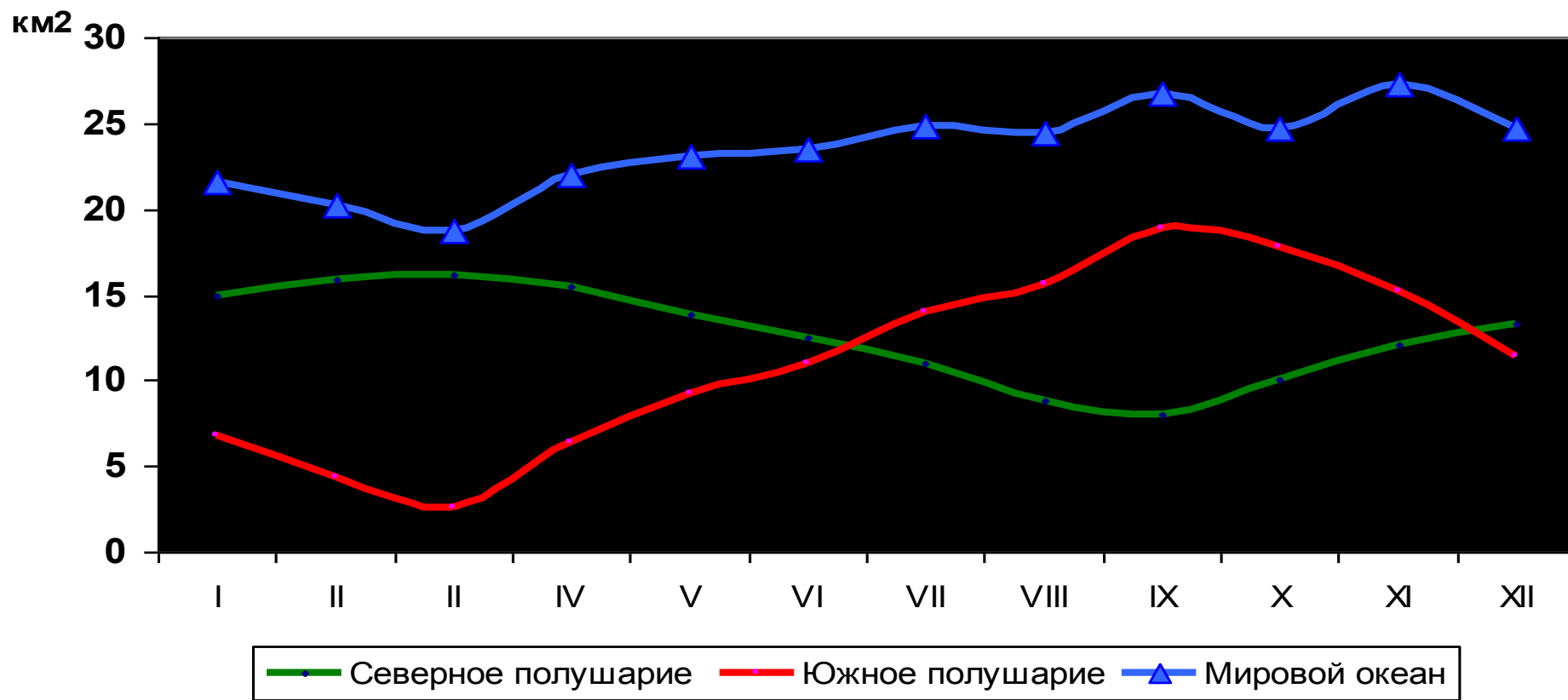
So

February Northern Hemisphere Snow Cover Extent (1967-2013)



Source: Rutgers University Global Snow Laboratory (GSL)

Средние многолетние площади льда в мировом океане, по месяцам, км²



Площадь снежного покрова на Земле

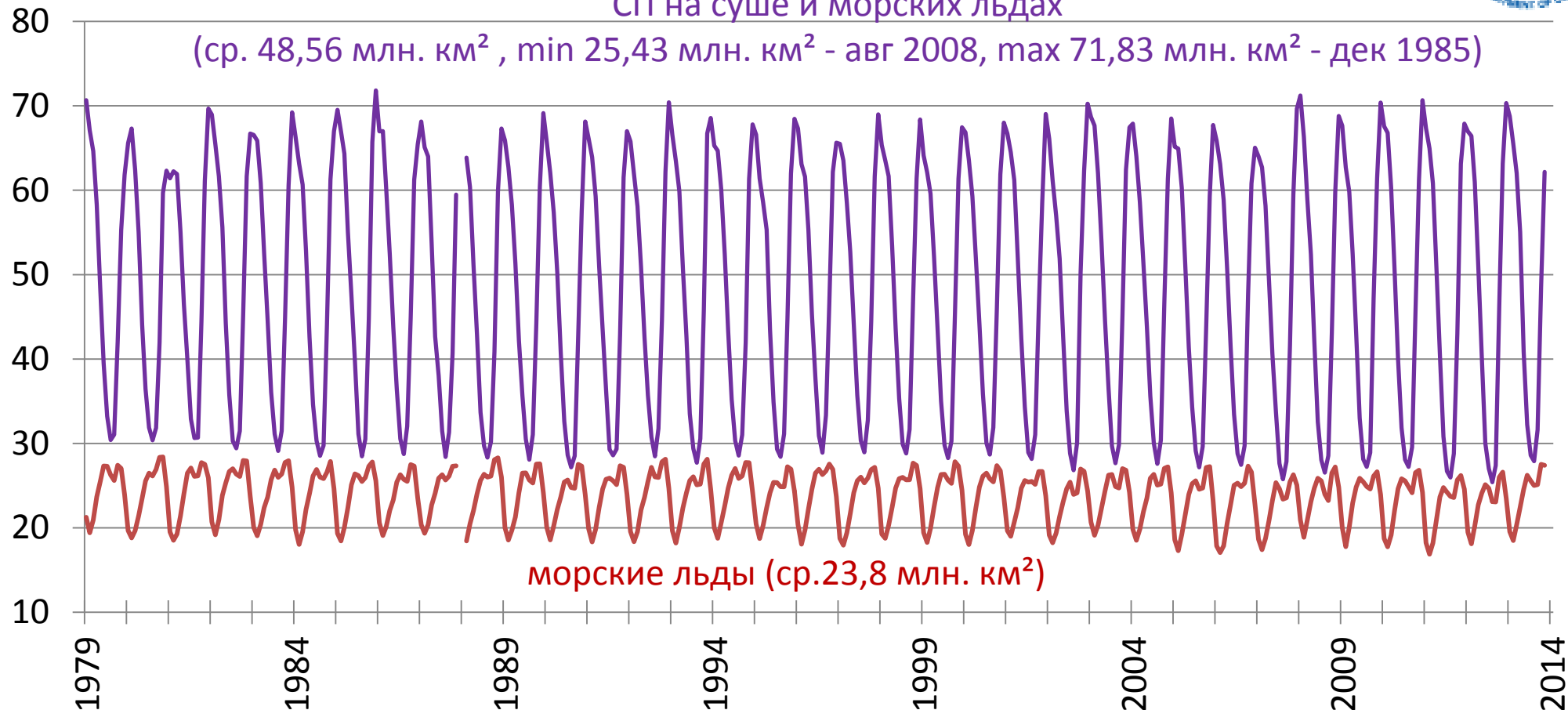
(на суше северного полушария и морских льдах,
без учета 14 млн. км² Антарктиды)



S, млн км²

СП на суше и морских льдах

(ср. 48,56 млн. км², min 25,43 млн. км² - авг 2008, max 71,83 млн. км² - дек 1985)



морские льды (ср. 23,8 млн. км²)

На Земле в среднем постоянно 62 млн. км² (48,56 + 14) снежного покрова
(на суше Северного полушария, морских льдах и в Антарктиде)

Криосфера Земли

Суша 150 млн км² (29% Земли)

62 млн км² снежный покров

(в т.ч. 16 млн км² ледниковые покровы и ледники,
23,8 млн км² снежный покров на морских льдах,
22 млн км² мерзлота на суше)

64 млн км² ареал айсбергов

(в т.ч. **23,8 млн км²** морские льды в ноябре – ср. тах*,
16 млн км² мерзлота под морями)

* в ноябре до 19,8 в Южном,

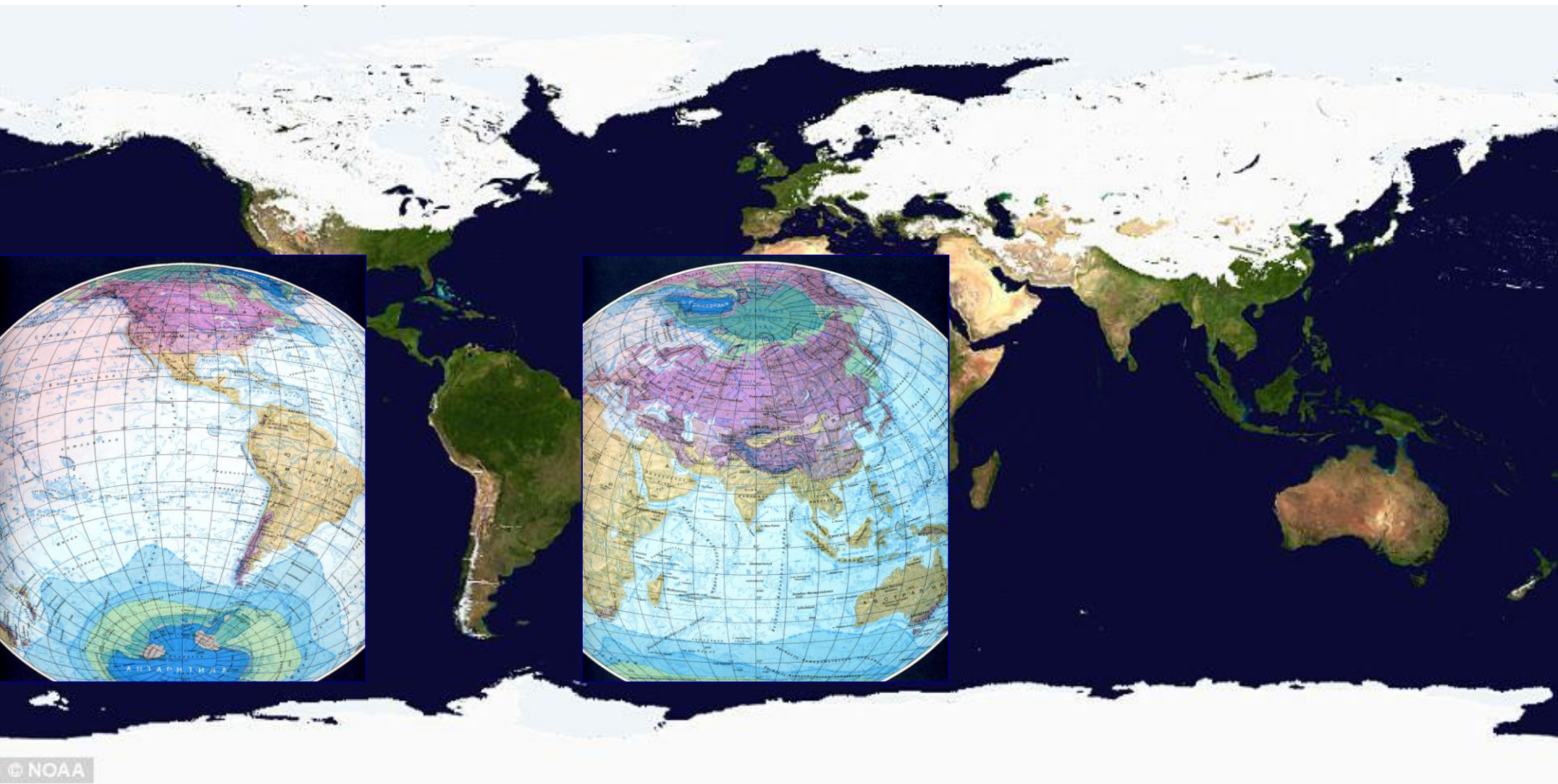
* в марте до 16,45 в Северном полушарии



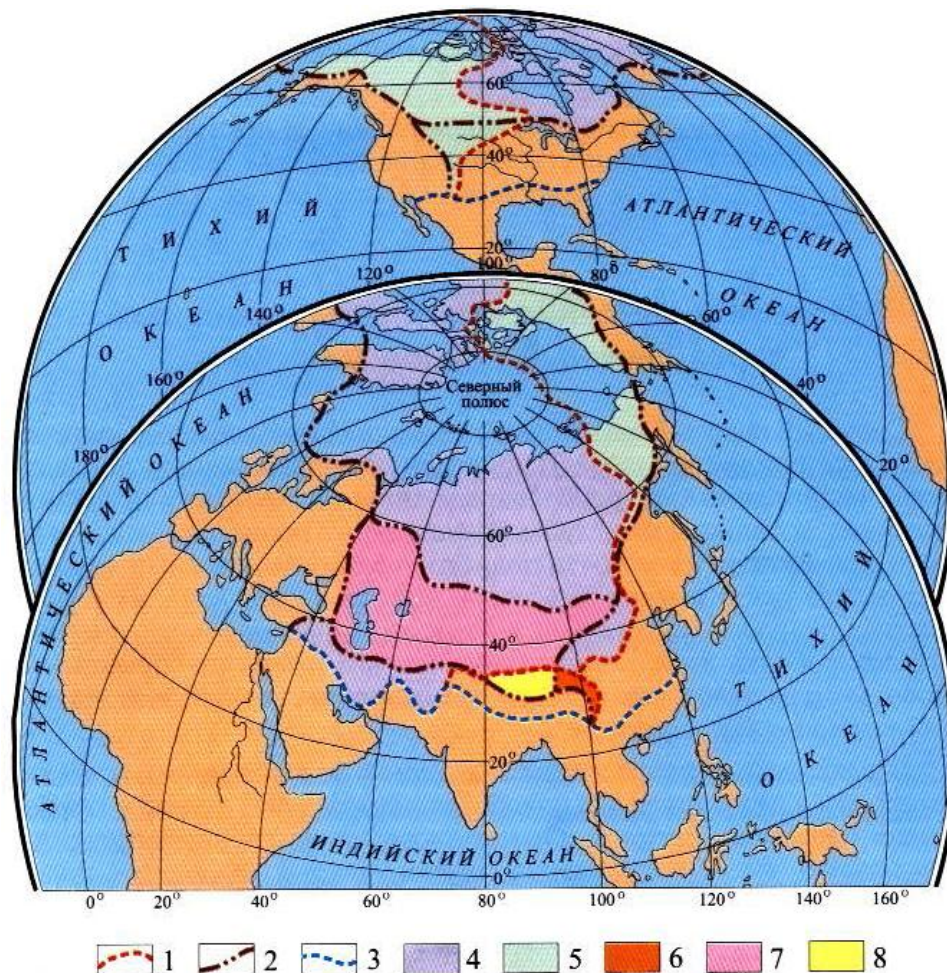
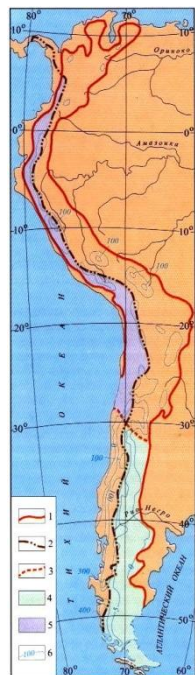
**102 млн км²
площадь
криосферы
(20% Земли)**

Россия 17,098 млн км²

Январь 2011 (49,1 млн. км² в Сев. полушарии)



Соотношение ареалов снежного покрова и мерзлоты



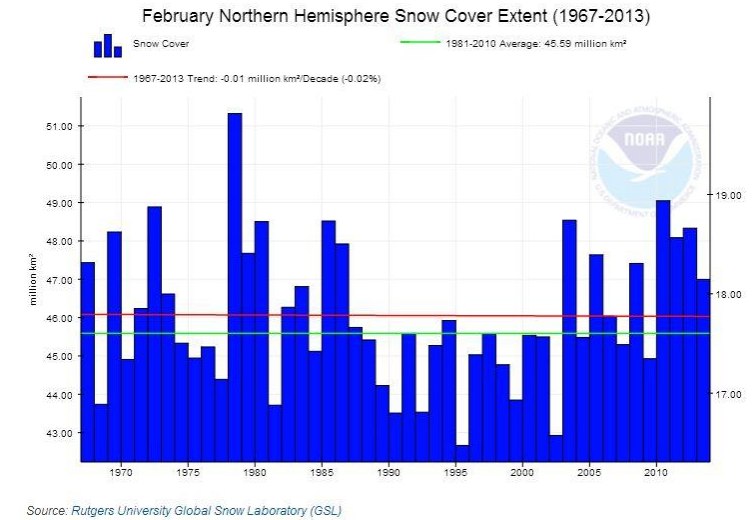
Котляков, 2004

Рис. 1.25. Соотношение снежного покрова и некоторых континентальных границ в Северном полушарии

1 – граница влагораздела между океанами, 2 – материковые водоразделы, 3 – южная граница распространения снежного покрова. Территории, на которых снежный покров, формирующийся из влаги одного океана, растаяв, поступает в другой океан или бессточную область: 4 – из Атлантического в Северный Ледовитый, Тихий и Индийский океаны, 5 – из Тихого в Северный Ледовитый и Атлантический океаны, 6 – из Индийского в Тихий океан, 7 – из Атлантического в бессточную область, 8 – из Индийского в бессточную область

18.02.1979 г. и 13.02.2012 снег выпадал в Сахаре

Снежный покров продержался всего сутки.
Однако сам факт того, что в Сахаре некоторое
время была метель, достоин внимания.
Подобные природные явления происходят крайне редко.





Вьетнам



Амман (Иордания)



Иерусалим (Израиль)



Каир (Египет)

Самый снежный город в мире – Саппоро, Япония



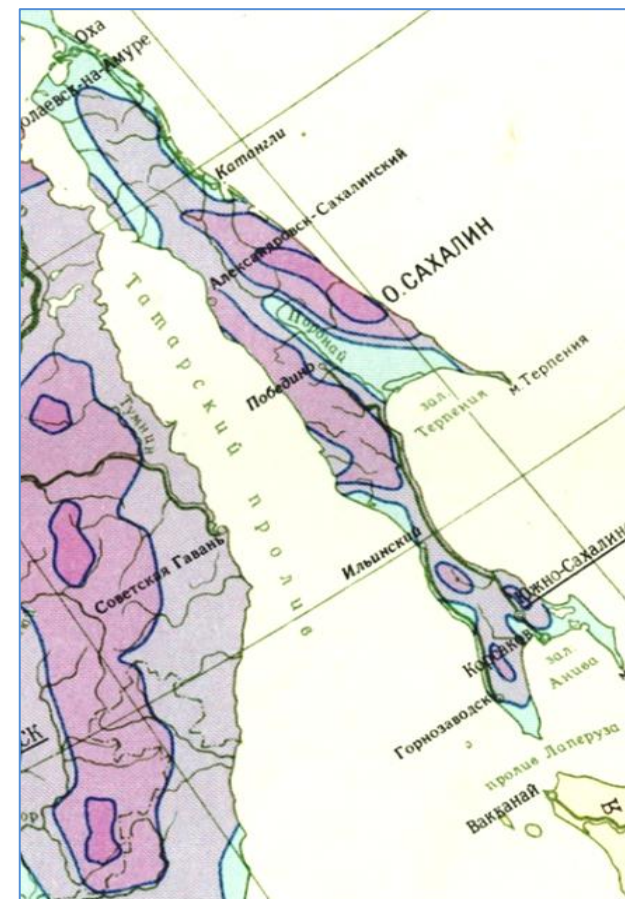
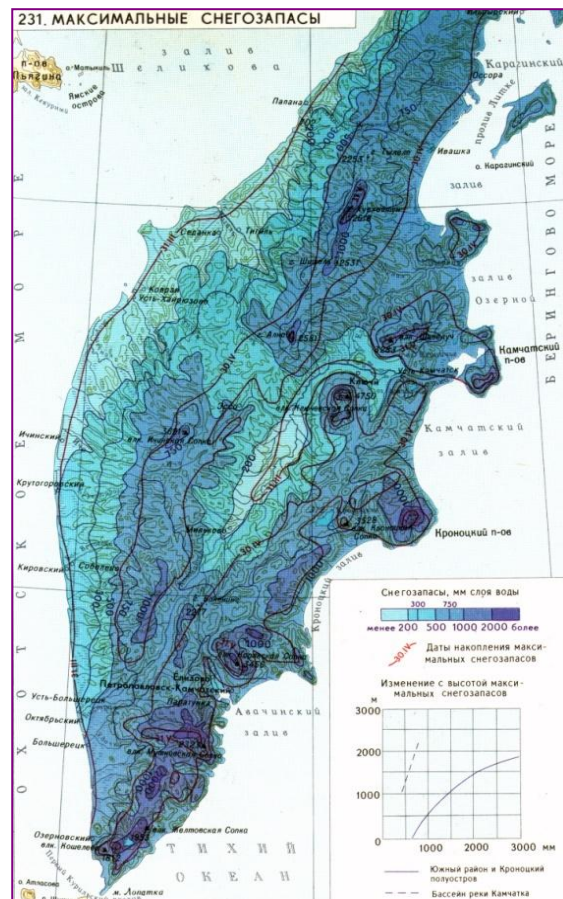
Самые многоснежные места в России

Метеостанция Ачишхо, Западный Кавказ (район Красной Поляны) –
зима 1986/1987 до 11м снега

Камчатка

Сахалин

Субарктика



Воркута



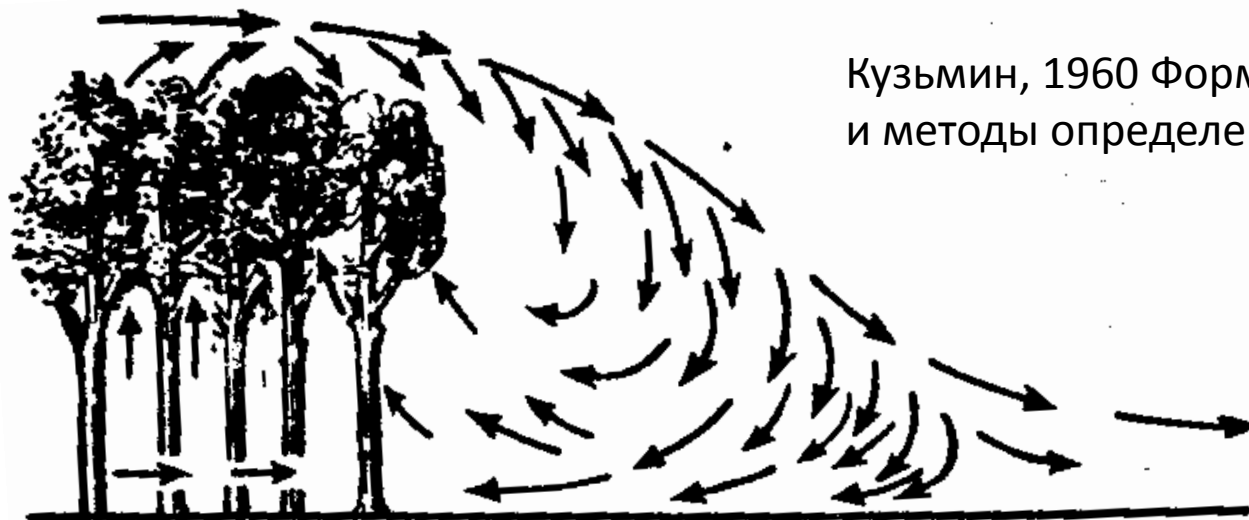
Камчатка



Норильск

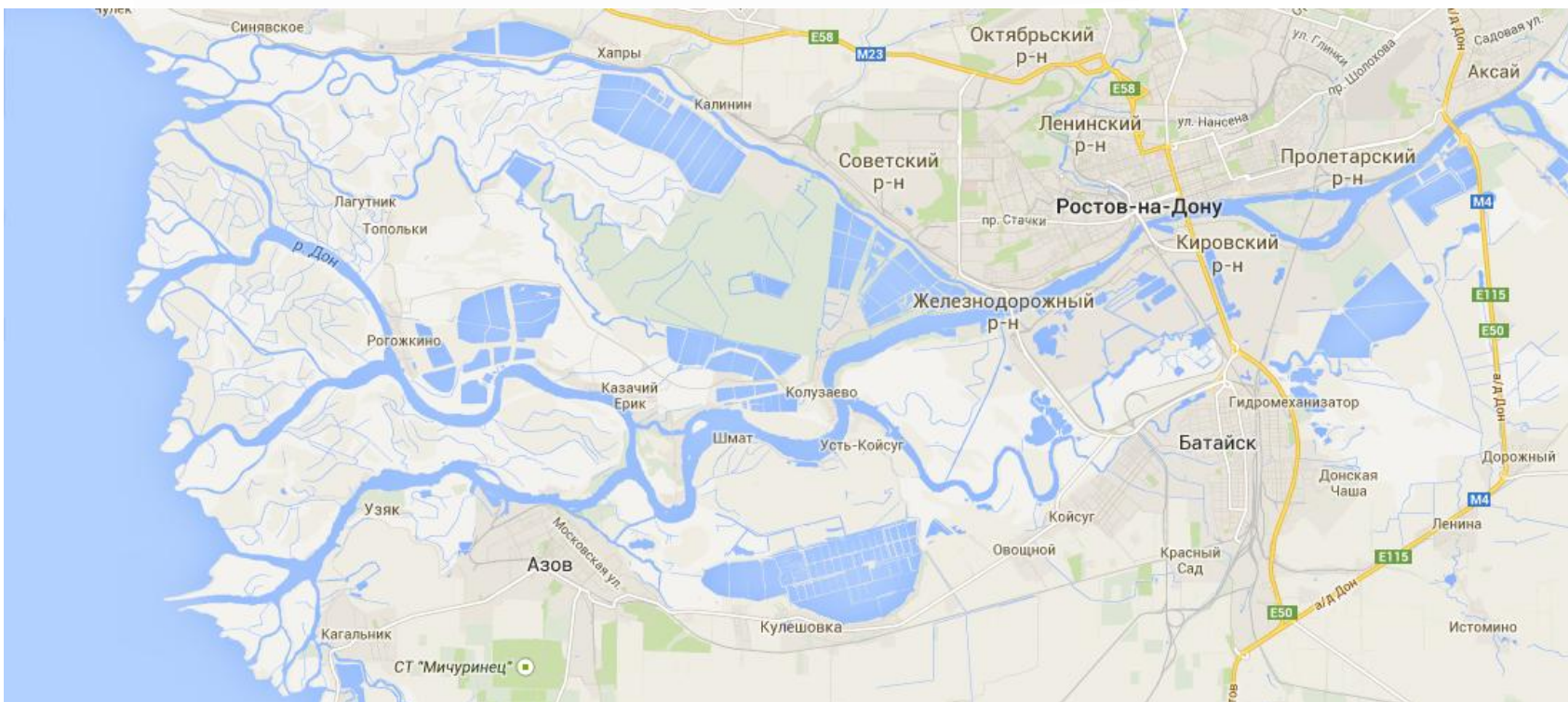
Хибины





Кузьмин, 1960 Формирование снежного покрова
и методы определения снегозапасов

Ростов на Дону



Обрушение крыш зданий

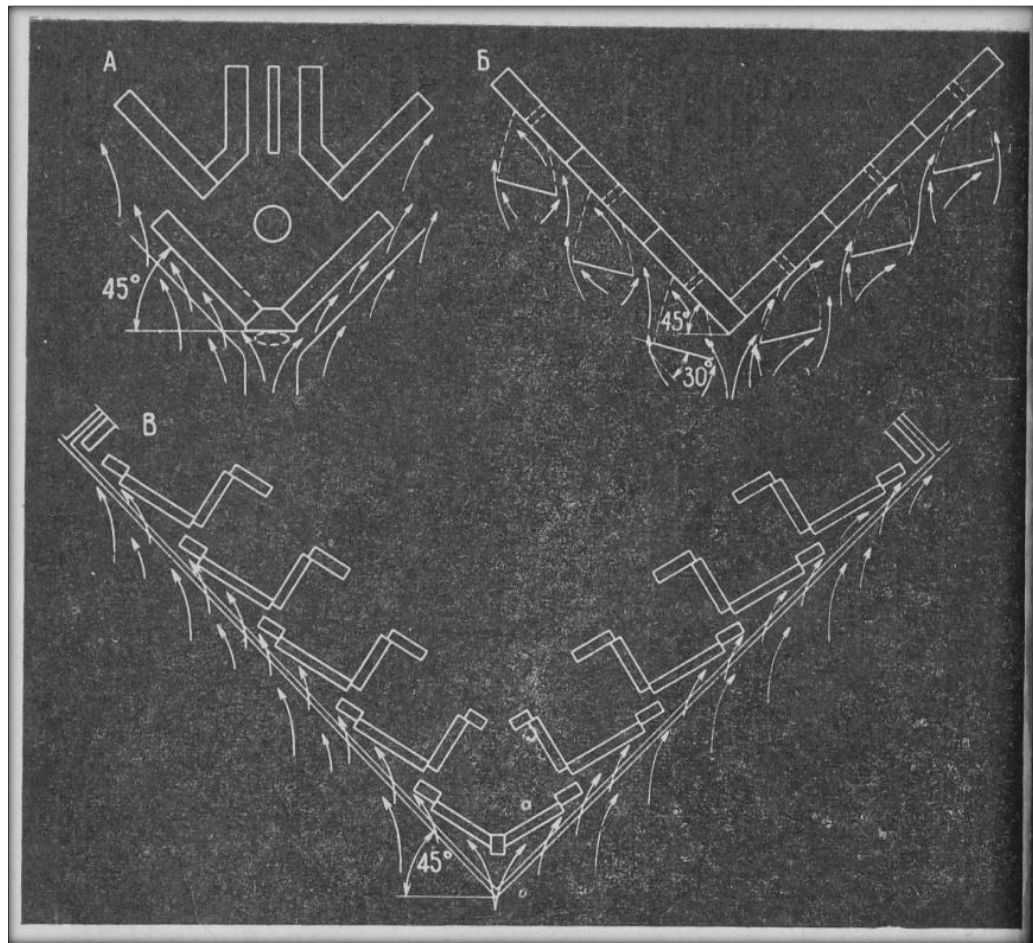


Снег обрушил крышу офисного здания в Новосибирске 5 апреля 2013

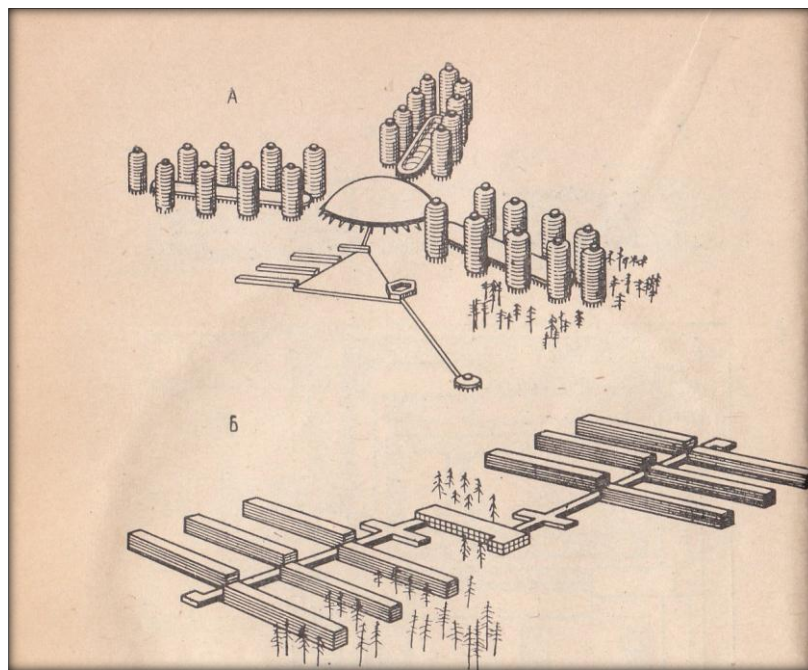
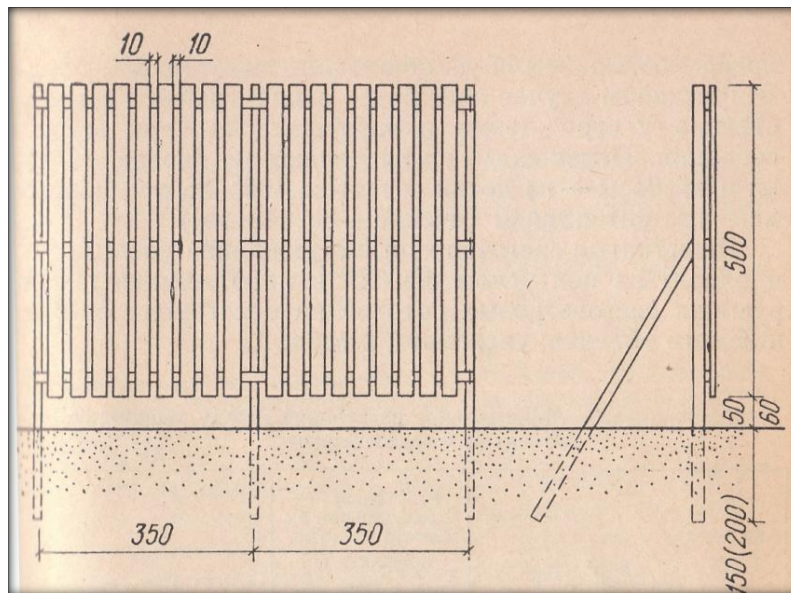


Обрушение крыши в городе Бейтар Илит 14 декабря 2013

Архитектурные и инженерные средства снегозащиты



Назаров Л.Г., Полуэктов В.Е. Опыт проектирования и строительства городов крайнего севера



Волны Россби

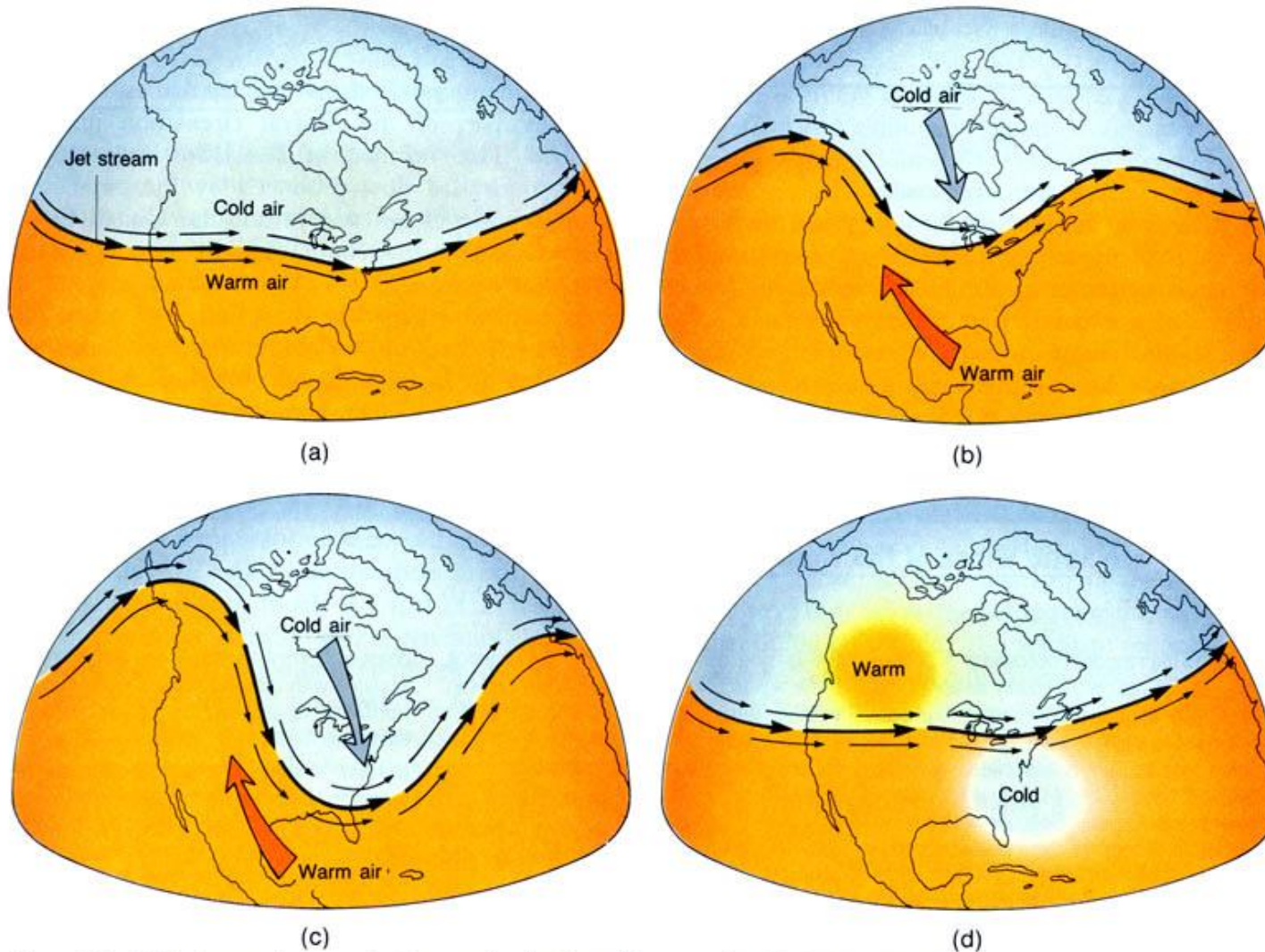
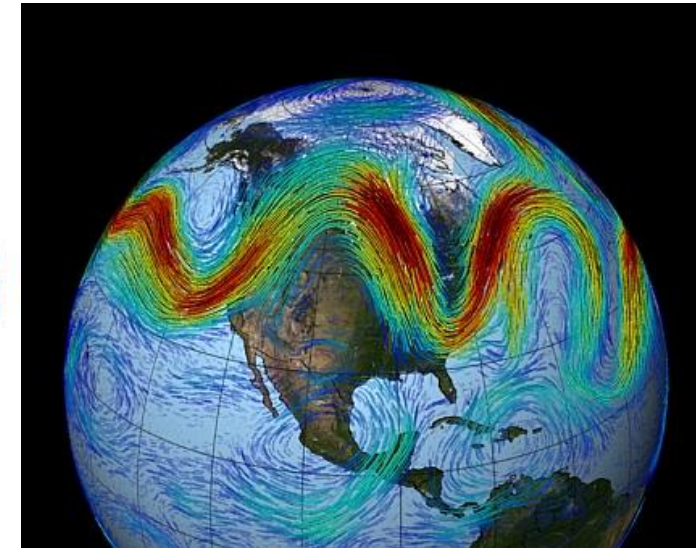
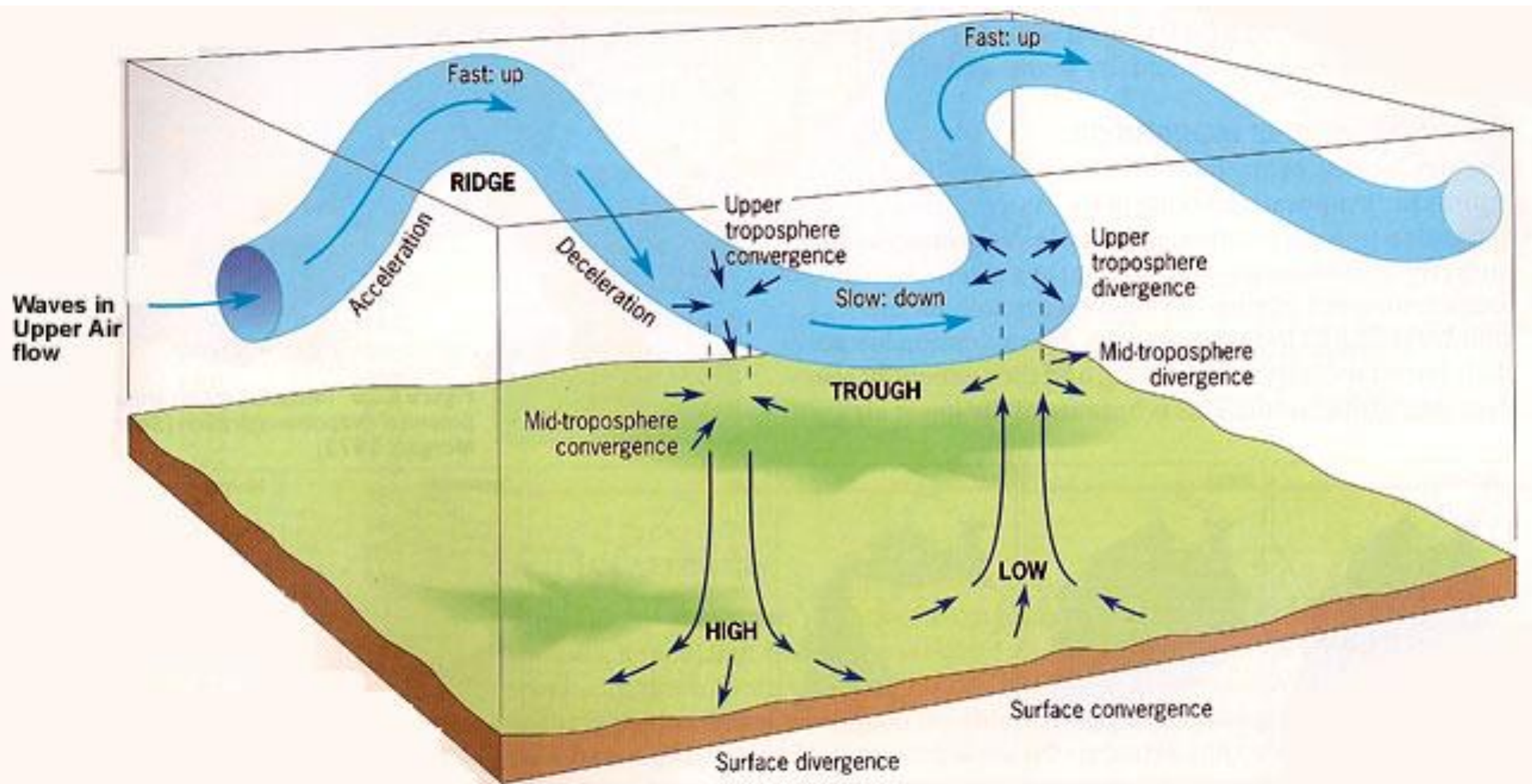


Figure 8•9 Cyclic changes that occur in the upper-level airflow of the westerlies. The flow, which has the jet stream as its axis, starts out nearly straight and then develops meanders that are eventually cut off. (After J. Namias, NOAA)



http://www.ees.rochester.edu/fehnlab/ees215/fig17_9.jpg



Relationships between surface convergence and divergence and upper air flows

http://www.ees.rochester.edu/fehnlab/ees215/fig17_9.jpg

Выводы

В последние годы расширяется область распространения снежного покрова зимой,

- декабрь 2012 г. стал самым заснеженным за 1966-2013 гг. (46,85 млн. км²),
- январь 2008 г. стал самым заснеженным за 1967-2013 гг. (50,28 млн. км²),
- август 2011 г. стал самым бесснежным (2,24 млн. км²) за 1968-2013 гг.

Увеличивается частота аномальных снегопадов на пределе зоны распространения снежного покрова (Африка, Ближний восток, Юго-Восточная Азия).

В северных районах России участились циклоны и метели. Инфраструктура городов не рассчитана и не выдерживает напора стихии. Разработанные методы снегозащиты (градостроительные, ветронаправляющие и др.) используются недостаточно.

Возросла амплитуда колебаний площади морского льда за 1979-2013 гг. , что приводит к интенсивному выносу айсбергов в судоходные районы мирового океана:

- зарегистрирован минимум в Северном полушарии 16.09.2012 г. (3,41 млн. км²),
- зарегистрирован максимум в >жного полушарии в сентябре 2013 г. (19,8 млн. км²),

-В среднем на Земле постоянно 62 млн. км² снежного покрова (на суше) и морских льдах)

Снеговикка



Благодарю за внимание!

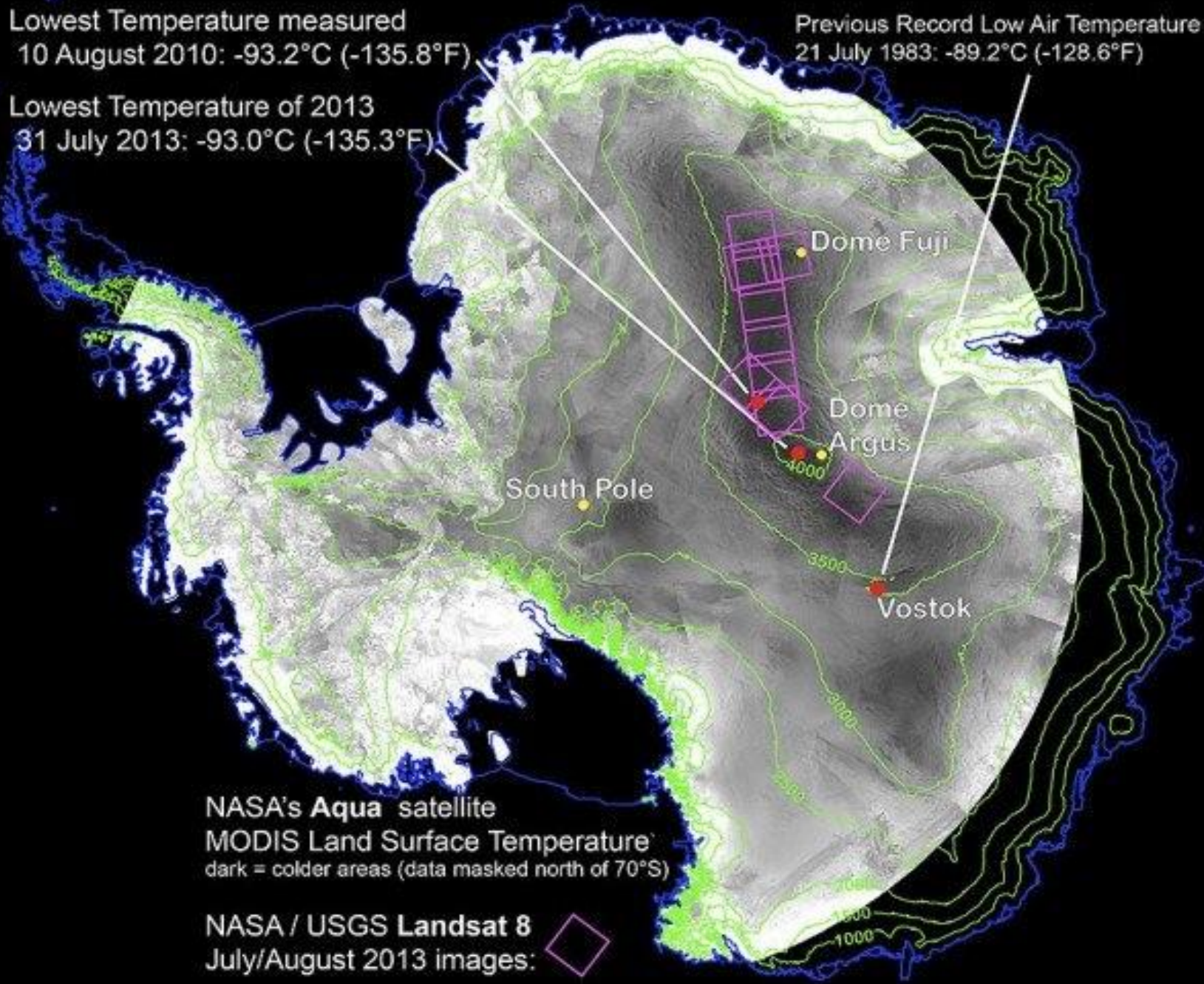
Михаил Николаевич Иванов

misha_scout@mail.ru

Lowest Temperature measured
10 August 2010: -93.2°C (-135.8°F)

Lowest Temperature of 2013
31 July 2013: -93.0°C (-135.3°F)

Previous Record Low Air Temperature
21 July 1983: -89.2°C (-128.6°F)



NASA's Aqua satellite
MODIS Land Surface Temperature
dark = colder areas (data masked north of 70°S)

NASA / USGS Landsat 8
July/August 2013 images:

Со спутников дистанционного зондирования, ученые НАСА и Геологической службы США обнаружили самое холодное место на Земле на востоке Антарктиды на Куполе Валькирии (высота 3.810 м),

температура понижалась до $-93,2^{\circ}\text{C}$ 10.08.2010, -93.0°C 31 .07.2013.

Купол Валькирии— холодная антарктическая пустыня. Осадков очень мало: около 25 мм в год, и они там выпадают только в виде кристаллов льда.

Данные обнародованы на встрече Американского геофизического союза в Сан-Франциско 9.10.2013.

Полюса холода

Северное полушарие

Оймякон – самое холодное обжитое место

–73,2°C 1924

Южное полушарие

– станция Восток (3488 м)

–89,2°C 21.07. 1983

Купол Валькирии на востоке Антарктиды (высота 3810 м)

–93,2°C 10.08.2010

–93.0 °C 31.07.2013

