

# Атмосферные осадки на территории России: история наземных наблюдений

**Шабанов Павел**



ФГБУН Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН

[pa.shabanov@gmail.com](mailto:pa.shabanov@gmail.com)

(2)

# План доклада / «Дорожная карта»

## Содержание доклада:

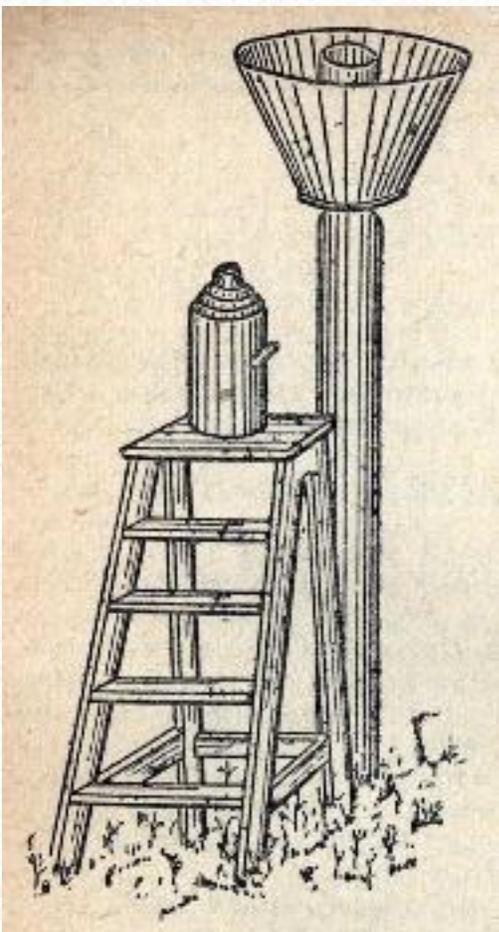
1. История изменения методики измерения количества осадков в России в XX в.;
2. Восстановление однородности климатических рядов осадков;
3. Доступ к историческим архивам стационарных данных об осадках для территории России;
4. Сравнение «исправленных» и «измеренных» сумм осадков.

**Ключевые слова:** наземные наблюдения, осадки, измерение осадков, климатические ряды

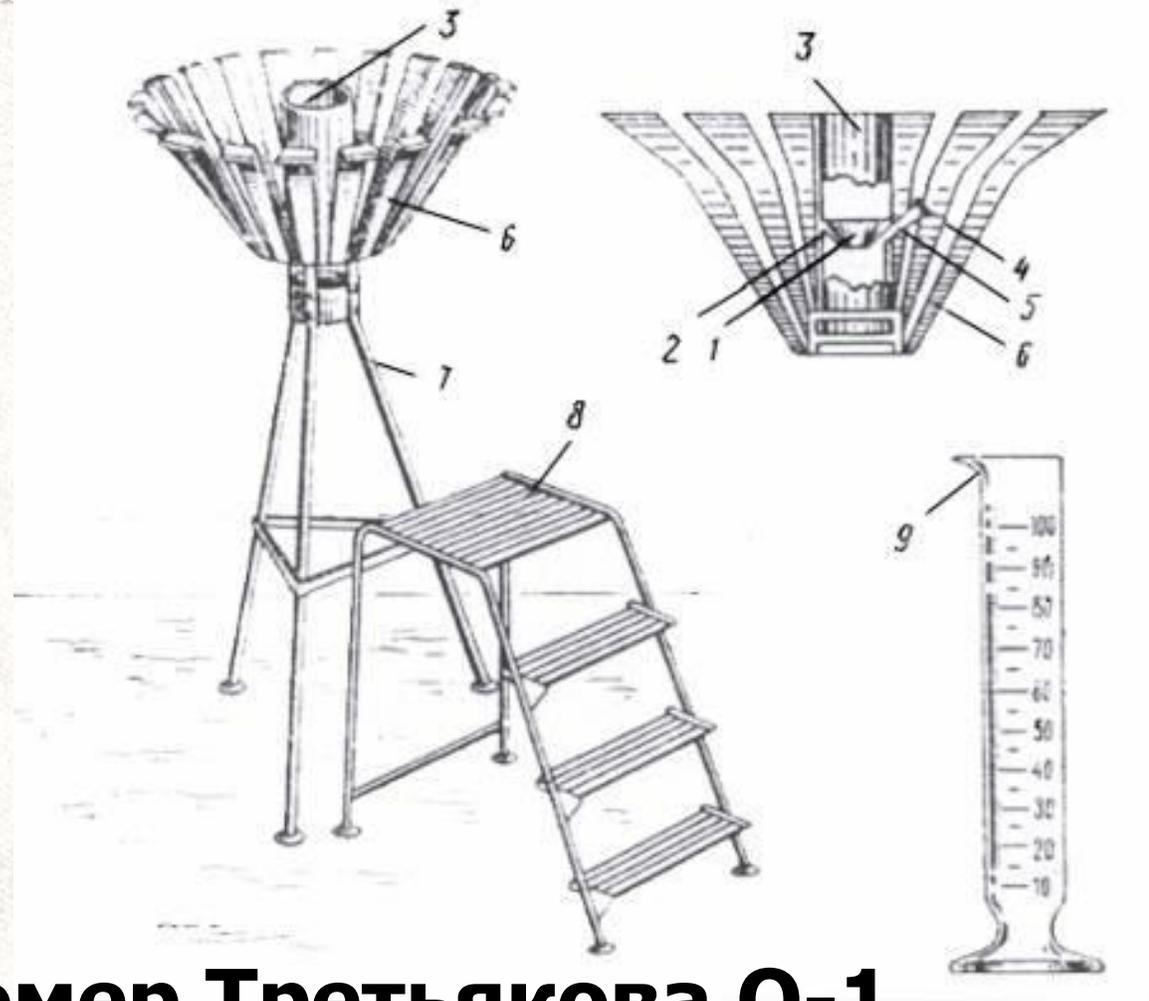
(3)

# Как измеряют атмосферные осадки на НСН?

## Дождемер с защитой Нифера



~1948-1953



Осадкомер Третьякова О-1

(4)

# Источники методологической неоднородности

$K_1$

- Смена измерительного прибора (после ВОВ до ~1953 г.)

?

- Смена частоты измерений (1936 г., 1966 г., 1986 г.)

$K_3$

- Введение поправки на смачивание (1966-1967 гг.)

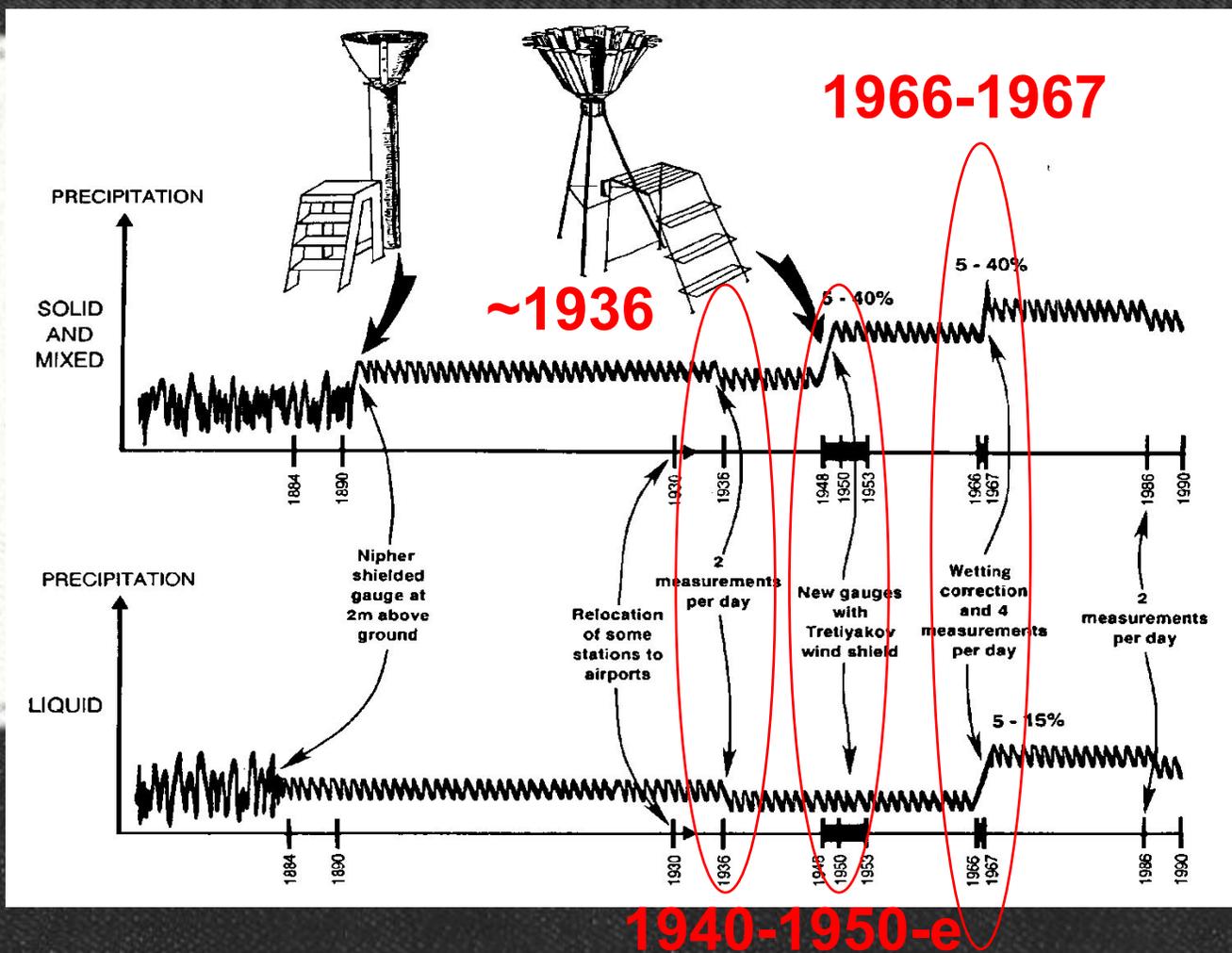
$K_2$

- Аэродинамическая поправка или поправка на ветер (XXI в)



(5)

# Нарушения однородности во временных рядах осадков в XX веке



N	Год	Описание	Примечание
1	1891	Начало инструментально однородных наблюдений за осадками	Основной прибор – дождемер с защитой Нифера, установленный на высоте 2 м
2	1930-е	Массовый перенос станций	При переносе возможно возникновение неоднородностей по всем гидрометеорологическим параметрам
3	1936	Смена частоты измерения количества осадков: с 1 до 2 раз в сутки	Начало фиксирования вида выпадающих осадков (жидкие/твёрдые/смешанные)
4	1948-1953	Замена дождемера с защитой Нифера на осадкомер Третьякова О-1 в качестве основного измерительного прибора количества осадков	1952-1954 – период массовой замены дождемера на осадкомер О-1. Точная дата смены прибора может быть получена из архива станции ("Техническое дело", книжка КМ-1, журнал истории станции)
5	1966	Введение в практику измерений поправки на смачивание. Период с 1966-1967 гг. имеет завышенные оценки количества твёрдых осадков. Смена частоты измерения количества осадков: с 2 до 4 раз в сутки	Поправка для жидких и смешанных осадков – 0.2 мм на измерение. Для твёрдых – 0.1 мм
6	1967	Корректировка поправки на смачивание для твёрдых осадков	Уменьшение для твёрдых осадков поправки на смачивание с 0.2 до 0.1
7	1966-1969	Публикация поправки ( $K_1, K_2, K_3$ ) в выпусках справочника по климату СССР (часть IV, разд. 2, вып. 1 – 34)	Поправки разрабатывались для среднемесячных, месячных и годовых сумм
8	1985	Публикация «Наставления гидрометеорологическим станциям и постам, выпуск 3, часть 1»	Актуальный на осень 2015 г. документ, регламентирующий порядок измерения осадков в РФ
9	1986	Смена частоты измерения количества осадков: с 4 до 2 раз в сутки	Исключения: I и II часовые пояса. В них проводится 4 измерения в сутки
10	2000	Публикация полной модели корректировки осадкомерных измерений.	См. [3]
11	2008	Публикация методики устранения неоднородности временных рядов осадков, вызванной заменой дождемера с защитой Нифера на осадкомер Третьякова	См. [2]

# **(6) Поправки к измеренным суммам осадков**

## **«Систематические» поправки:**

- 1. На смену измерительного прибора ( $K_1$ , актуально для данных до ~1953 гг.);**
- 2. На смачивание ( $K_3$ , актуально для данных до 1966-1967 гг.);**
- 3. На ветровую ( $K_2$ ) или аэродинамическую погрешность (модель Голубева) – актуально всем!**

## **Неочевидные поправки:**

- 1. Изменение количества измерений осадков (?);**
- 2. Перенос станции (1930-е, любое время);**
- 3. Форс-мажорные события (измерения во время ВОВ и др.);**

(7)

## Недостатки поправок

Поправки  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$  (\*) были рассчитаны на приведение средне многолетних значений!

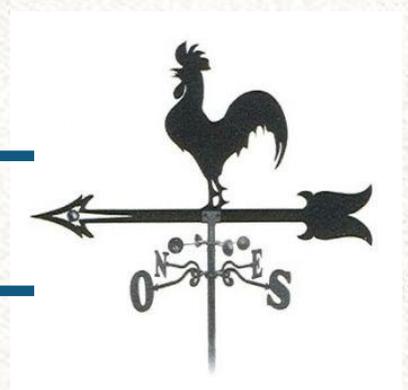
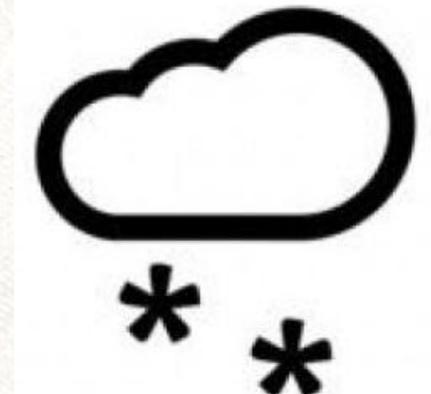
Осадкомерные данные (после ~1953 г.) и дождемерные данные – это разные наборы данных!

\* см. Климатическом справочник СССР, 1966-69 гг.

(8)

# Что «мешает» измерять осадки точно?

- **Ветер**
- **Температура**
- **Тип осадков**



(9)

## Сложность измерения твёрдых осадков

Stations in Russian Arctic	P, mm	P <sub>wmo</sub> , mm	Diff., mm
Dixon Island	415	667	252
Turukhansk	732	837	105
North Pole drifting st-ns	165	256	91

Процедура коррекции на учёт метелей может давать **очень большие** поправки:  
Процедура ВМО (Goodison et al., 1998)

**(10)**

## **Методики устранения аэродинамической погрешности осадкомерных (1) и дождемерных (2) измерений осадков**

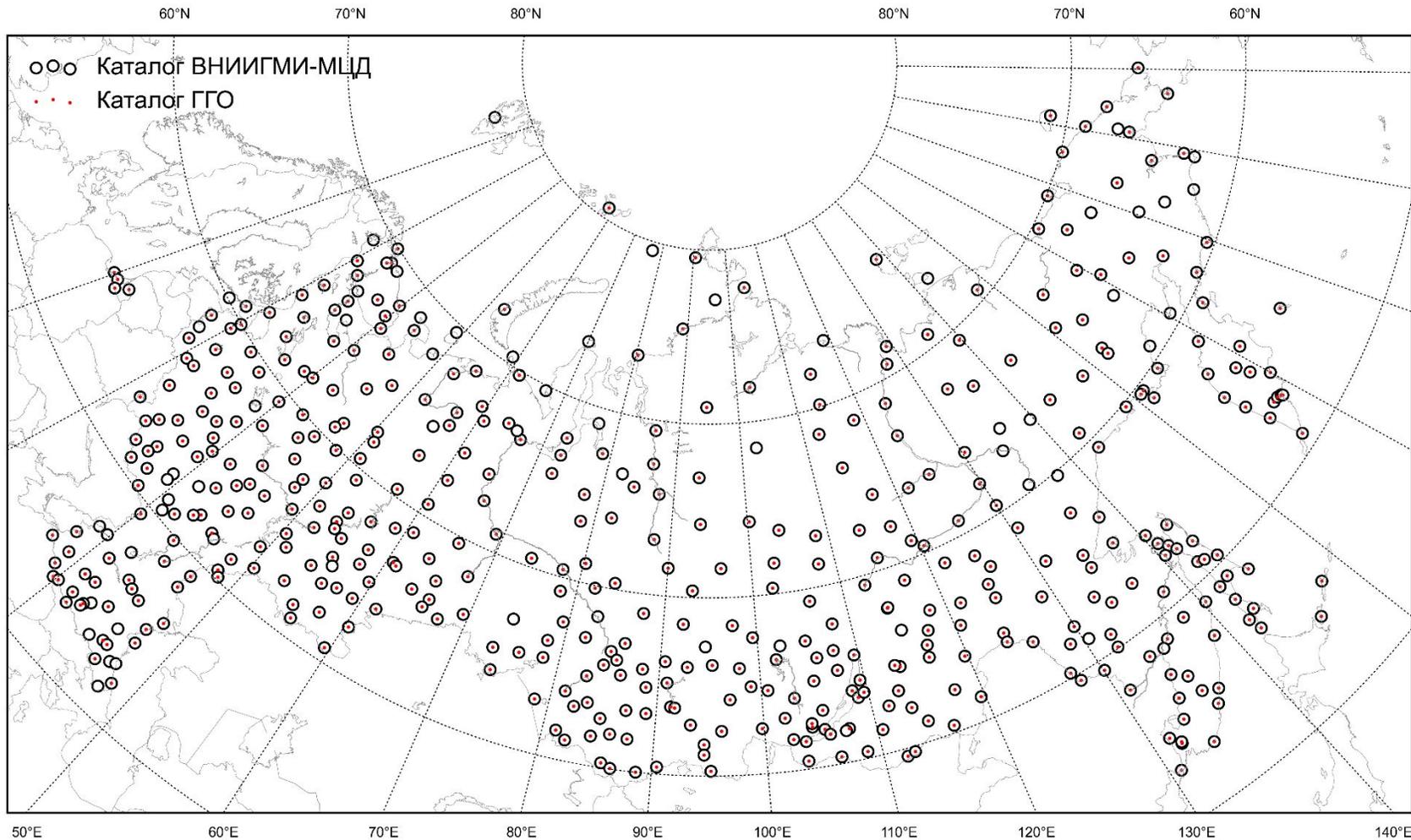
1. Golubev, V.S., D.A. Kononov, E.G. Bogdanova, and B.M. Ilyin, 2000: «Полная модель корректировки осадкомерных данных; методика и алгоритм оценки систематических составляющих погрешности», Geneva, WMO, Instruments and observing methods, report No.74, WMO/TD No.1028, pp. 136-139
2. Богданова Э.Г, Гаврилова С.Ю., «Устранение неоднородности временных рядов осадков, вызванной заменой дождемера с защитой Нифера на осадкомер Третьякова», Метеорология и гидрология , 2008, № 8, с.87-102
3. Богданова Э.Г., Голубев В.С., Ильин Б.М., Драгомилова И.В., «Новая модель корректировки измеренных осадков и её применение в полярных районах РФ»,

### **Насколько это важно?**

*(Богданова Э.Г. и др., МиГ, 2010, №10)*

1. При корректировке осадков «...значения **положительных трендов уменьшаются**, а **отрицательных увеличивается**»
  2. «Недоучёт твёрдых осадков – **56%**, а жидких – **15%**»

# (11) Отечественные источники данных наземных наблюдений за осадками на территории России



- ВНИИГМИ-МЦД (518)

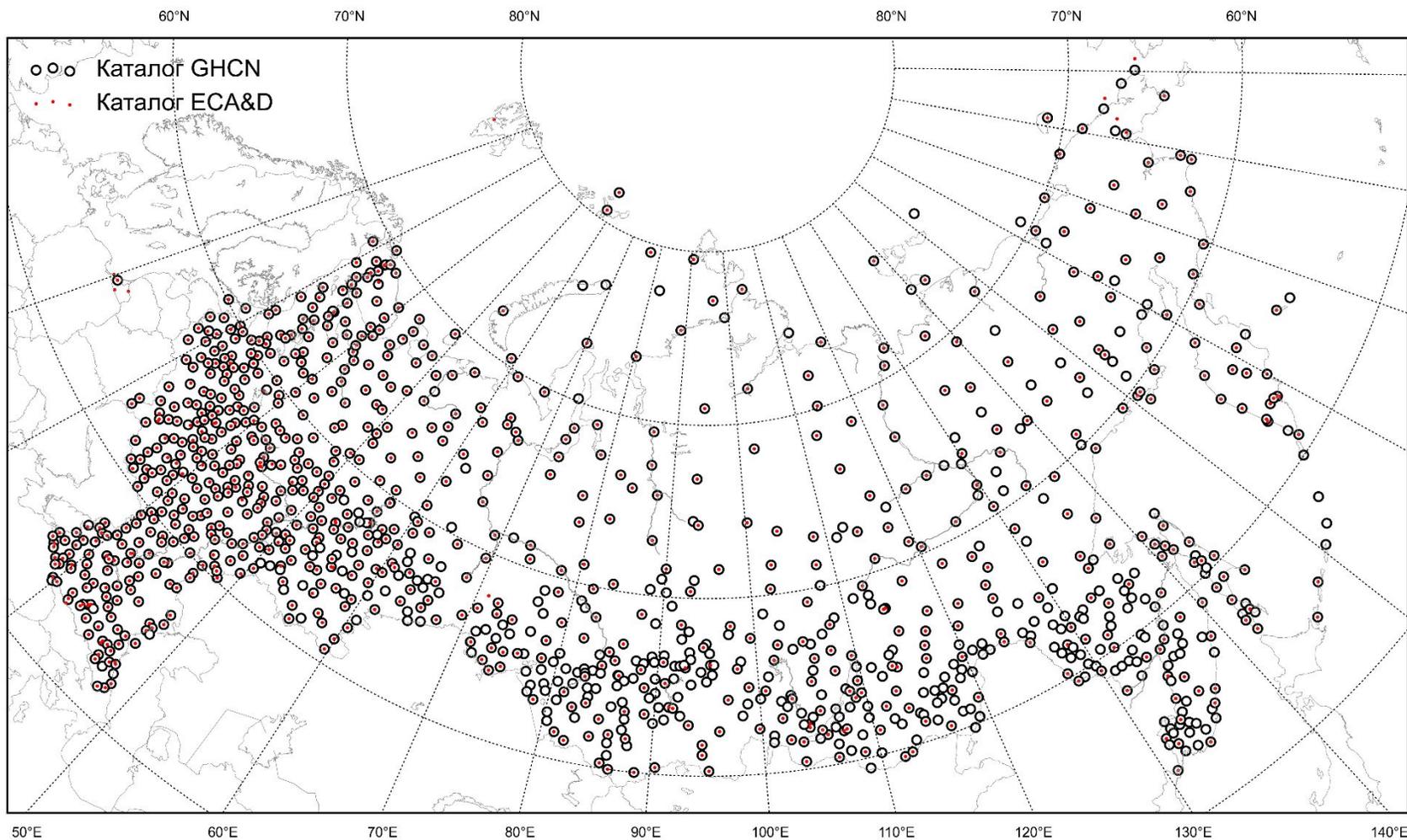
<http://meteo.ru/data>

- ГГО (456)

<http://meteo.ru/data>

- ИКГЭ (455)

# (12) Зарубежные источники данных наземных наблюдений за осадками на территории России



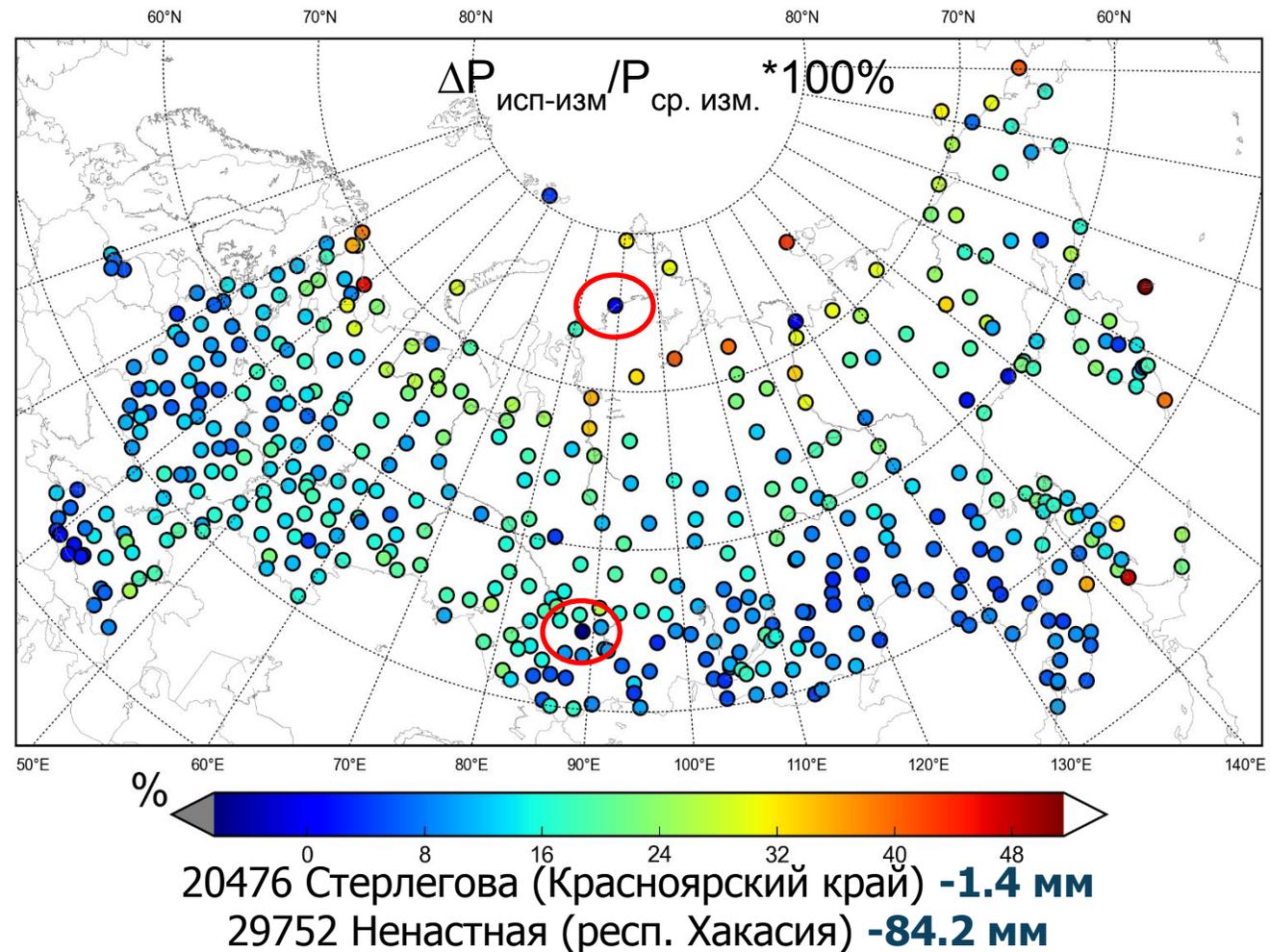
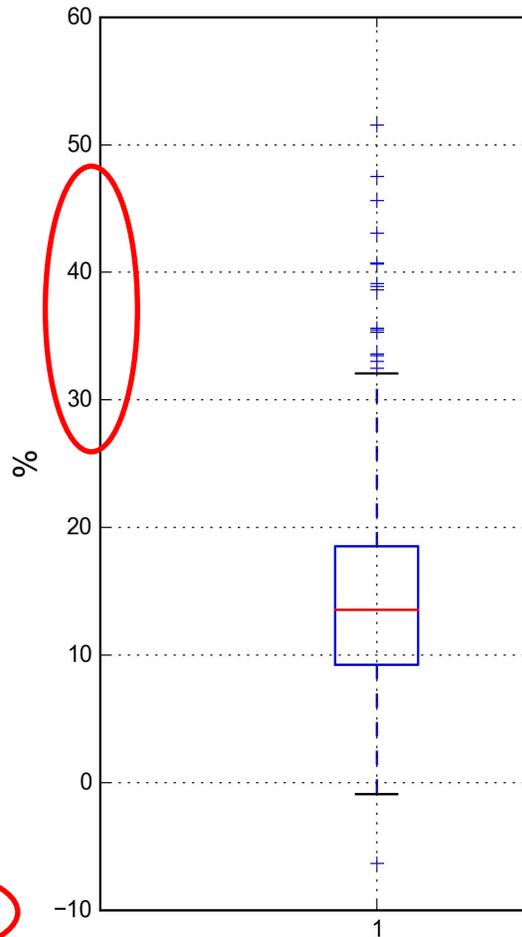
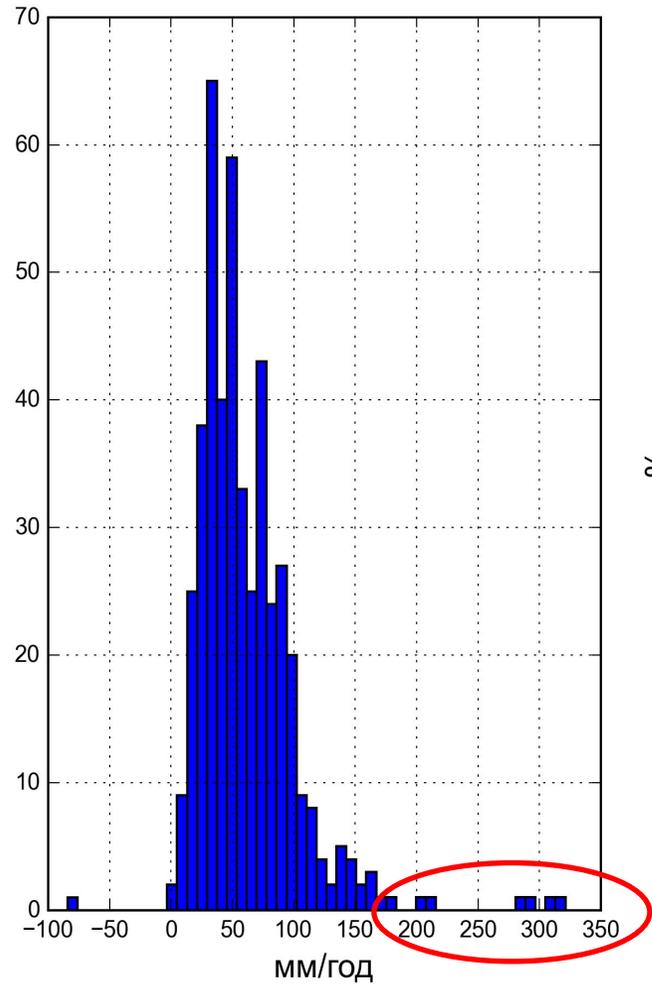
- ***ECA&D*** (821):  
<http://eca.knmi.nl>
- Global Historical Climate Network  
***GHCN*** (1121):  
<http://www.ncdc.noaa.gov/cdo-web/datasets>

(13)

## Открытые для свободного доступа данные наземных наблюдений за осадками для территории России

Источник	Временное разрешение	Количество станций	Доступ к данным
ВНИИГМИ-МЦД	сроки/сутки/месяц	518	<a href="http://meteo.ru/data">http://meteo.ru/data</a>
ГГО	месяц	457	<a href="http://meteo.ru/data">http://meteo.ru/data</a>
ЕСА&D	сутки	821	<a href="http://eca.knmi.nl/dailydata/">http://eca.knmi.nl/dailydata/</a>
GHCSN	сутки	1121	<a href="http://www.ncdc.noaa.gov/cdo-web/datasets">http://www.ncdc.noaa.gov/cdo-web/datasets</a>

# (14) Расхождения исправленных и измеренных среднегоголетним сумм осадков территории России

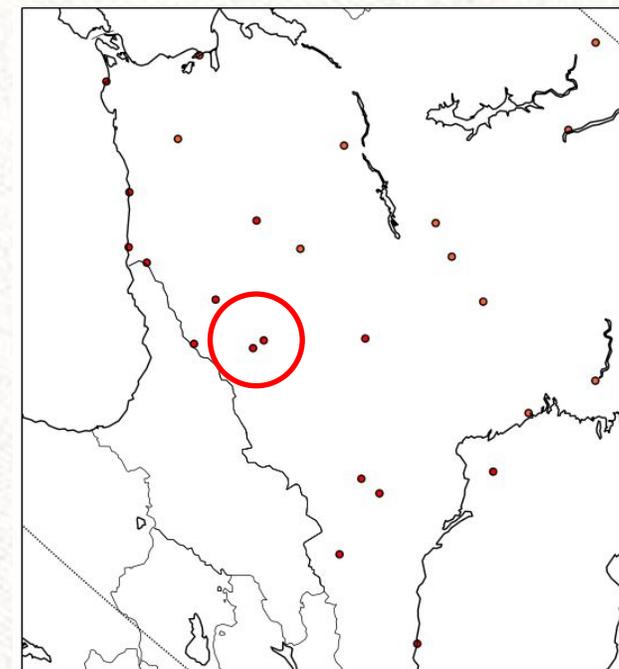


(15)

# Сравнение измеренных и исправленных сумм осадков за период 1961-1990 гг. – г. Кисловодск

1.0 % -> 6.4 мм

37123 - Кисловодск



Тип Данных	Р ср. (мм/год)	Ампл (%)	ДЯФ (%)	МММ (%)	ИИА (%)	СОИ (%)
Измеренные	642.5	16.3	7.8	28.0	47.3	16.8
Исправленные	660.3 (+2.8%)	16.0	8.3	28.2	46.8	16.6

Период	л. Тренд (мм/год)	P-value	Месяц Макс.	I (%)	Beta
Измеренные	2.69	0.21	VI	45.17	3.10
Исправленные	1.97	0.36	VI	44.32	3.09

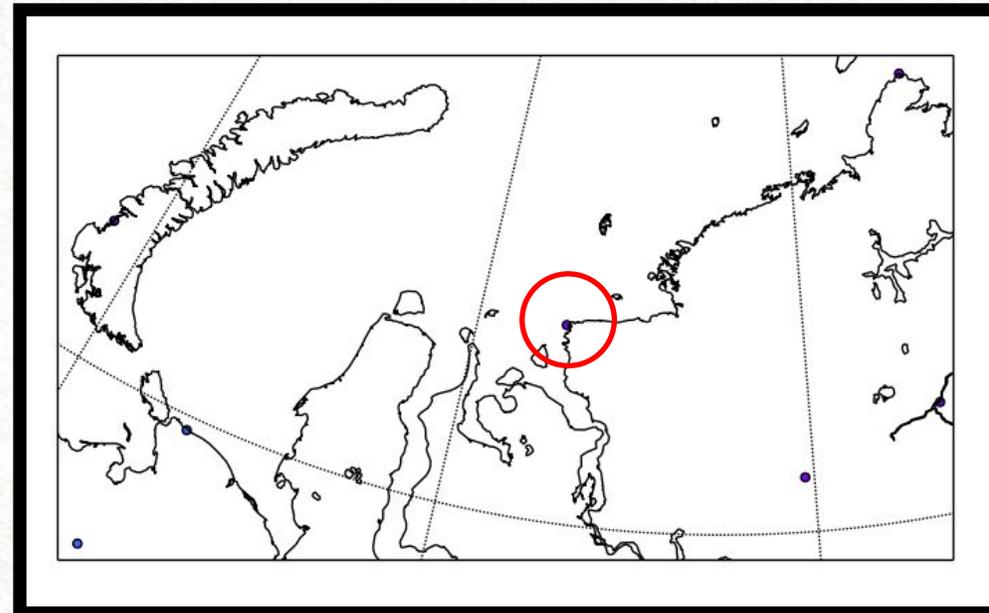
# (16) Сравнение измеренных и исправленных сумм осадков за период 1961-1990 гг. – о. Диксон

Тип Данных	Р ср. (мм/год)	Ампл (%)	ДЯФ (%)	МAM (%)	ИИА (%)	СОИ (%)
Измеренные	353,0	7,2	26,0	16,9	31,0	25,9
Исправленные	395,4 (+12%)	8,5	20,0 (-23%)	17,2	32,7	30,3

1.0 % -> 3.7 мм

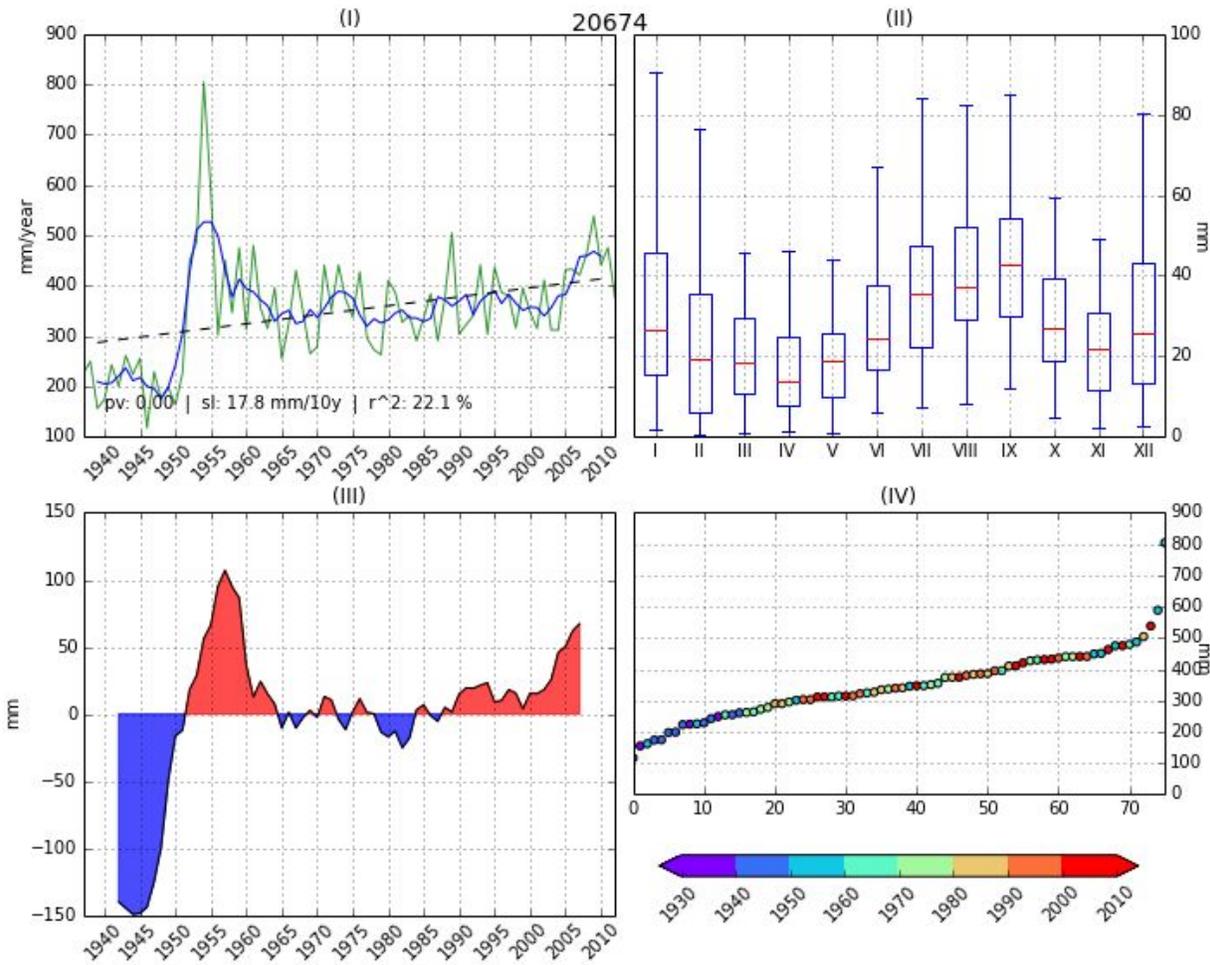
20674 - Диксон

Период	л. Тренд (мм/год)	PV	Месяц Макс.	I (%)	Beta
Измеренные	-0,32	0,82	VIII	11,91	-1,88
Исправленные	-1,80	0,21	IX	20,26 (+70.1%)	-2,12

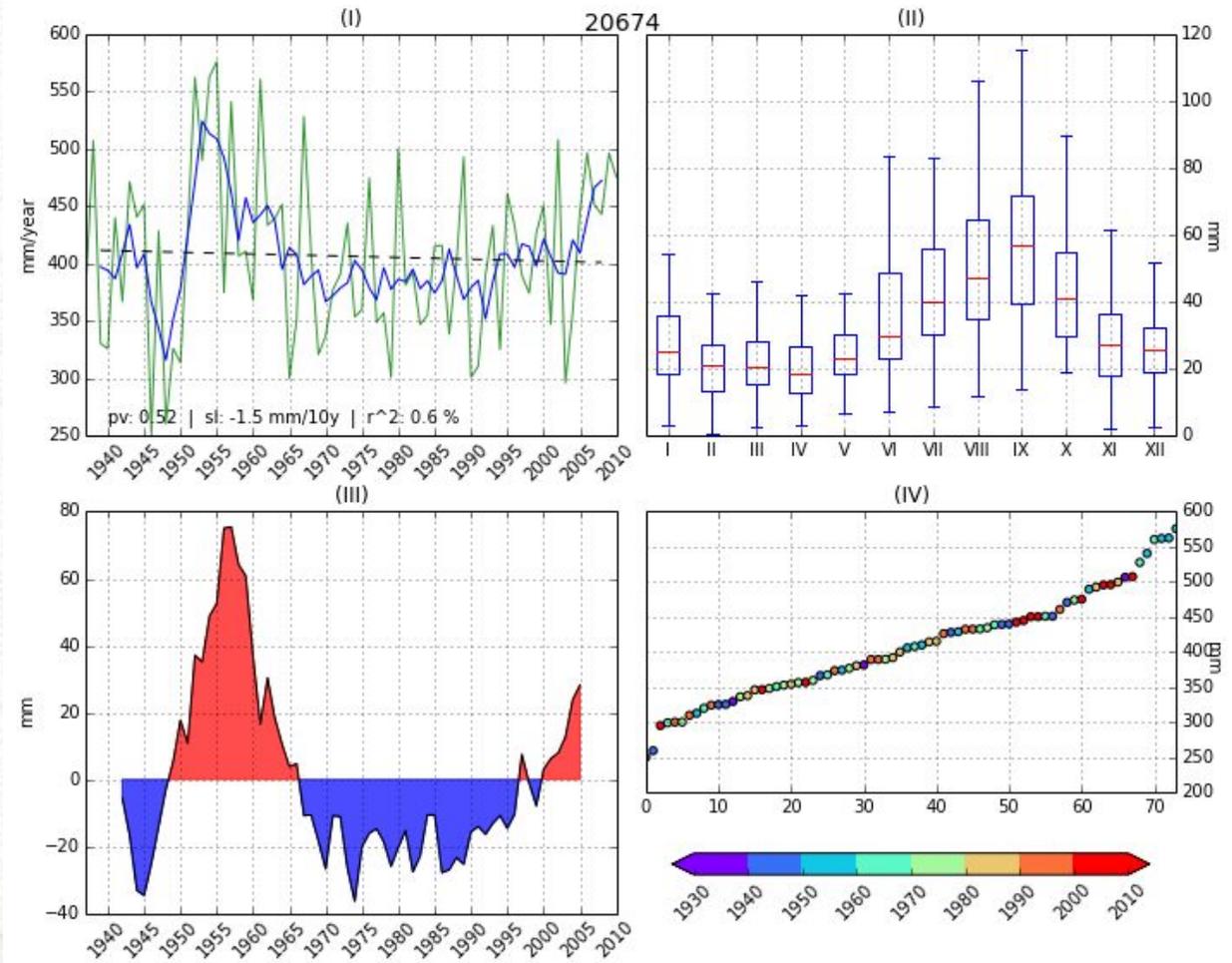


# (17) Временные ряды измеренных и исправленных сумм осадков (о. Диксон)

## Измеренные



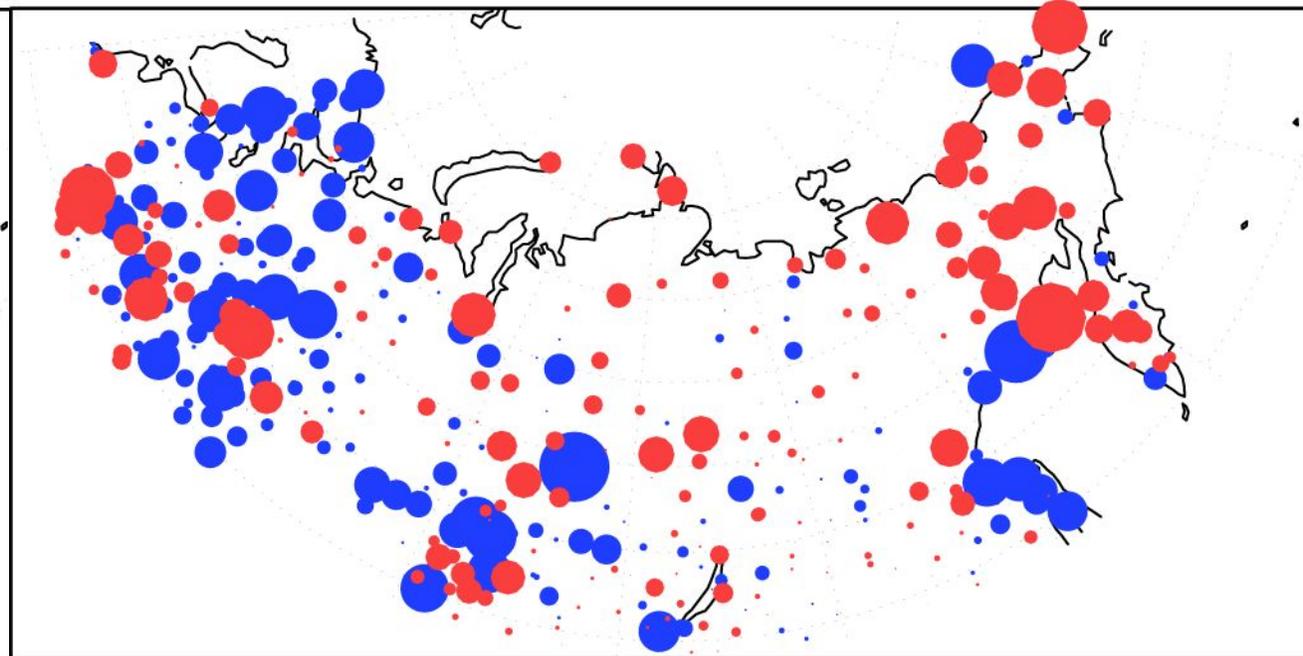
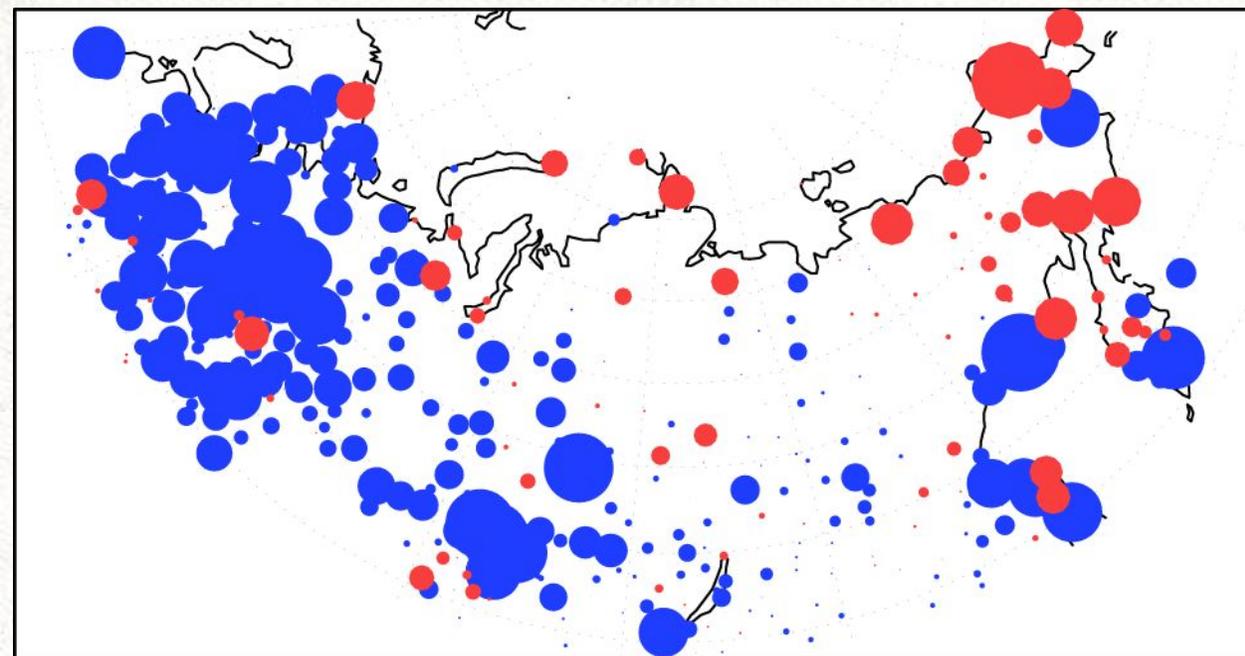
## Исправленные



**(18) Лин. тренды (мм/год) сумм осадков  
в холодный период года (ноябрь - март)  
за период 1958-2010 гг.**

**Измеренные**

**Исправленные**



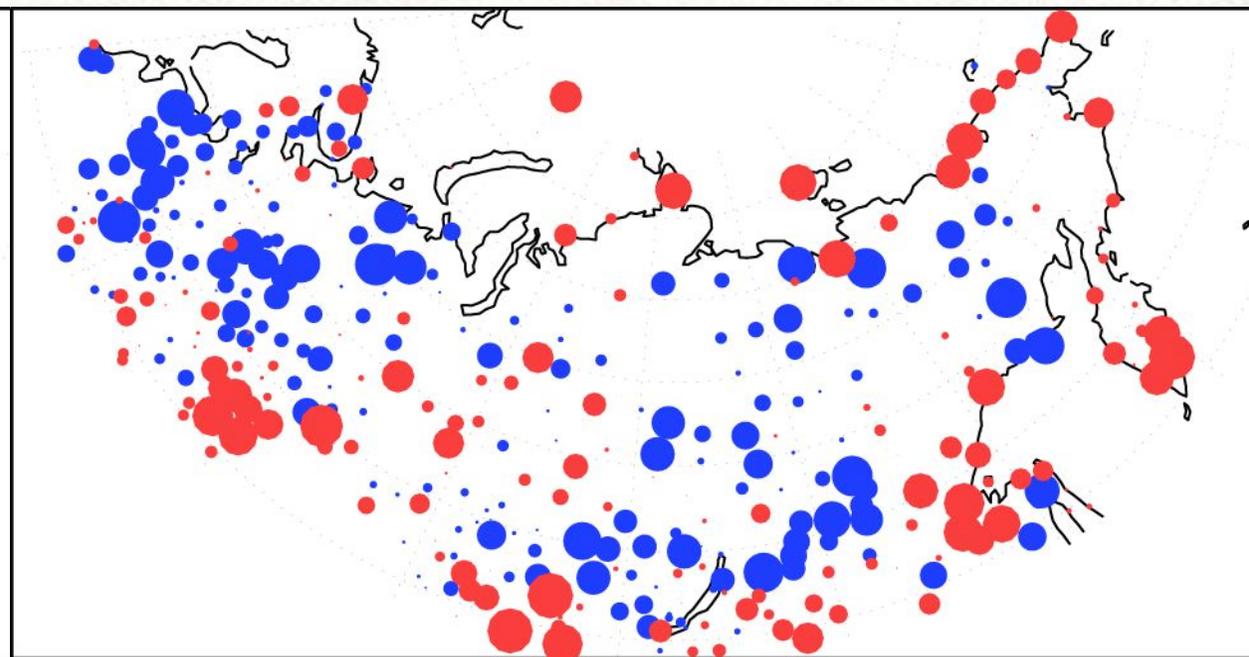
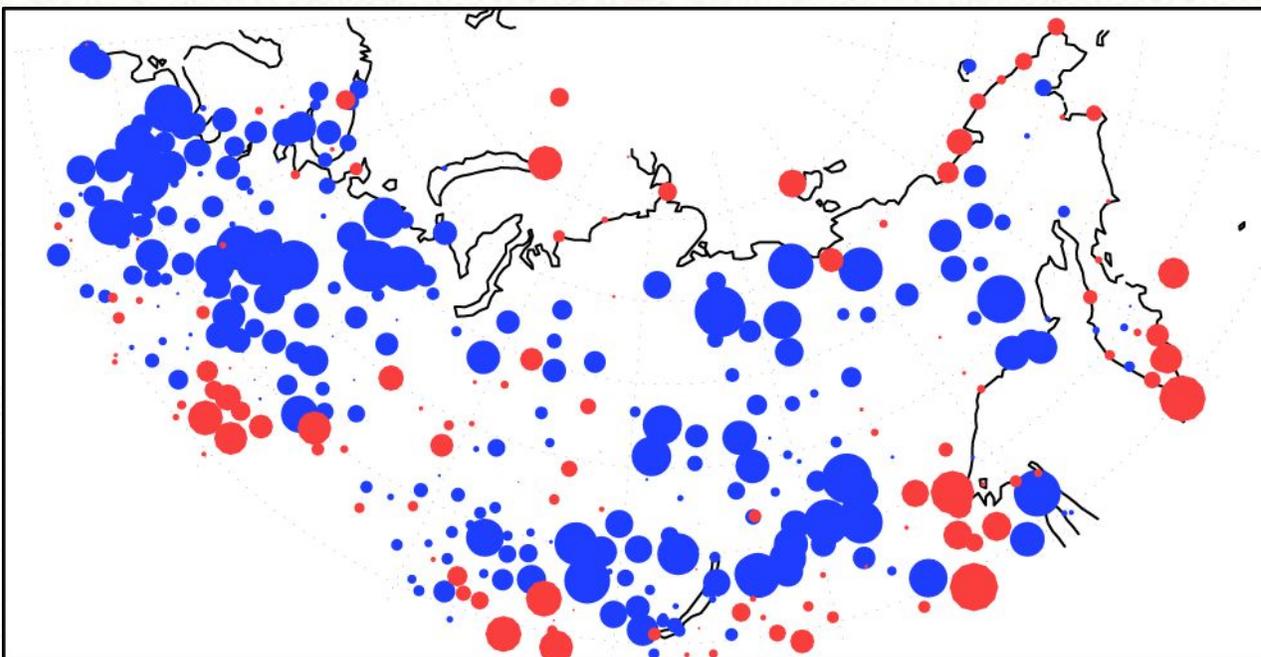
● +2 mm/year

● +2 mm/year

**(19) Лин. тренды (мм/год) сумм летних осадков (июнь - август) за период 1958-2010 гг.**

**Измеренные**

**Исправленные**



● +2 mm/year

● +2 mm/year

# Основные итоги доклада

- ❑ Временные ряды осадков на территории России содержат существенные **неоднородности**, связанные с изменением методики их измерения;
- ❑ В РФ разработаны методики восстановления методологической однородности временных рядов осадков на территории РФ (Голубев и др., 2000; Богданова и др., 2008) ;
- ❑ В 2015 г. на [www.meteo.ru/data](http://www.meteo.ru/data) стал доступен **новый архив** месячных **исправленных сумм** осадков. На сегодня это самые близкие к истинному данные о количестве выпавших осадков.
- ❑ Исправленные суммы заметно больше измеренных: значения положительных трендов **уменьшается**, а отрицательных – **увеличивается**.

(21)

# Практические рекомендации

- ✓ В период с 1891 – 1936 гг. данные также могут считаться методологически однородными. Однако методика этого периода отлична от современной;
- ✓ Данные с 1936 г. проще корректировать (закончился перенос станций + измерения 2 р./сут + фиксирование типа осадков);
- ✓ Суточные и срочные данные до ~1953 г. существенно отличаются от последующих;
- ✓ С 1967 г. данные можно считать инструментально однородными.
- ✓ Все данные, кроме данных ГГО, не учитывают аэродинамическую погрешность.

(22)



# СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

Шабанов П.А.

[www.ocean.ru](http://www.ocean.ru) – сайт ИО РАН

[pa.shabanov@gmail.com](mailto:pa.shabanov@gmail.com)

[www.sail.msk.ru](http://www.sail.msk.ru) – сайт ЛВОАМКИ

<http://progeoru.blogspot.ru/> - мой научный блог



(23)

# http://progeoru.blogspot.ru/

## PROGEORU

Заметки по программированию в науках о Земле

СУББОТА, 2 СЕНТЯБРЯ 2017 Г.

### Электронный учебник "Научные вычисления в python"

**НАУЧНАЯ ГРАФИКА В PYTHON**

Автор: Шабанов Павел Александрович

E-mail: [pa.shabanov@gmail.com](mailto:pa.shabanov@gmail.com)

Дата последнего обновления: 31.08.2015

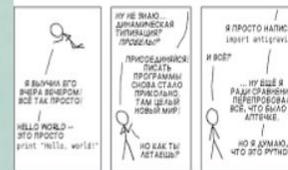
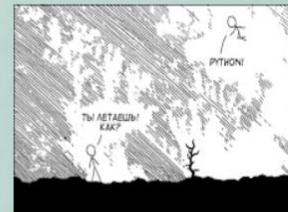
УДК 004.432.2 python

#### Введение

Данное электронное пособие на русском языке посвящено работе с научной графикой с помощью графической библиотекой `matplotlib` языка программирования `python`.

Учебник предназначен для всех желающих освоить библиотеку `matplotlib` для создания научной графики в `python`. Книга будет интересна студентам, аспирантам и научным сотрудникам всех возрастов.

МОТИВАТОР БЛОГА



УЧЕБНИК

"Научная графика в python" (рус.)

СТРАНИЦЫ

[geoblog](#)

[python](#)

## Электронный учебник «Научная графика в python»

- ❖ Python в науках о Земле
- ❖ Наборы данных и работа с библиографией
- ❖ Актуальная информация CV
- ❖ Обзор новых инструментов Технологии и практические примеры

(24)

**17:15 12 ноября, НИВЦ МГУ**

3 этаж, большой конференц-зал

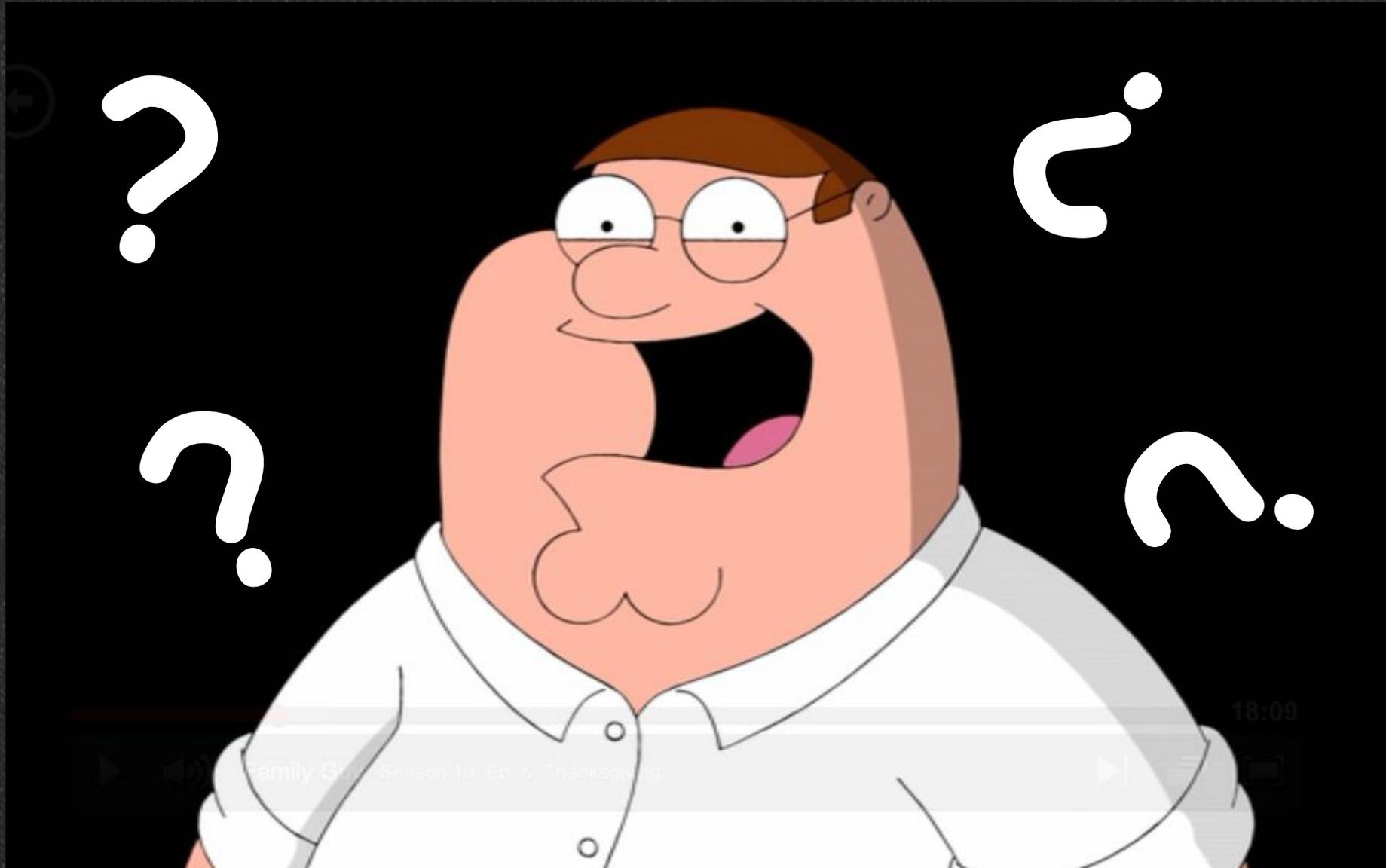
**д.г.н. А.В. Кислов**

*зав. каф. Метеорологии и климатологии  
географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова*

## **ЭКСТРЕМУМЫ В АРКТИКЕ: СТАТИСТИКА И МОДЕЛИРОВАНИЕ**

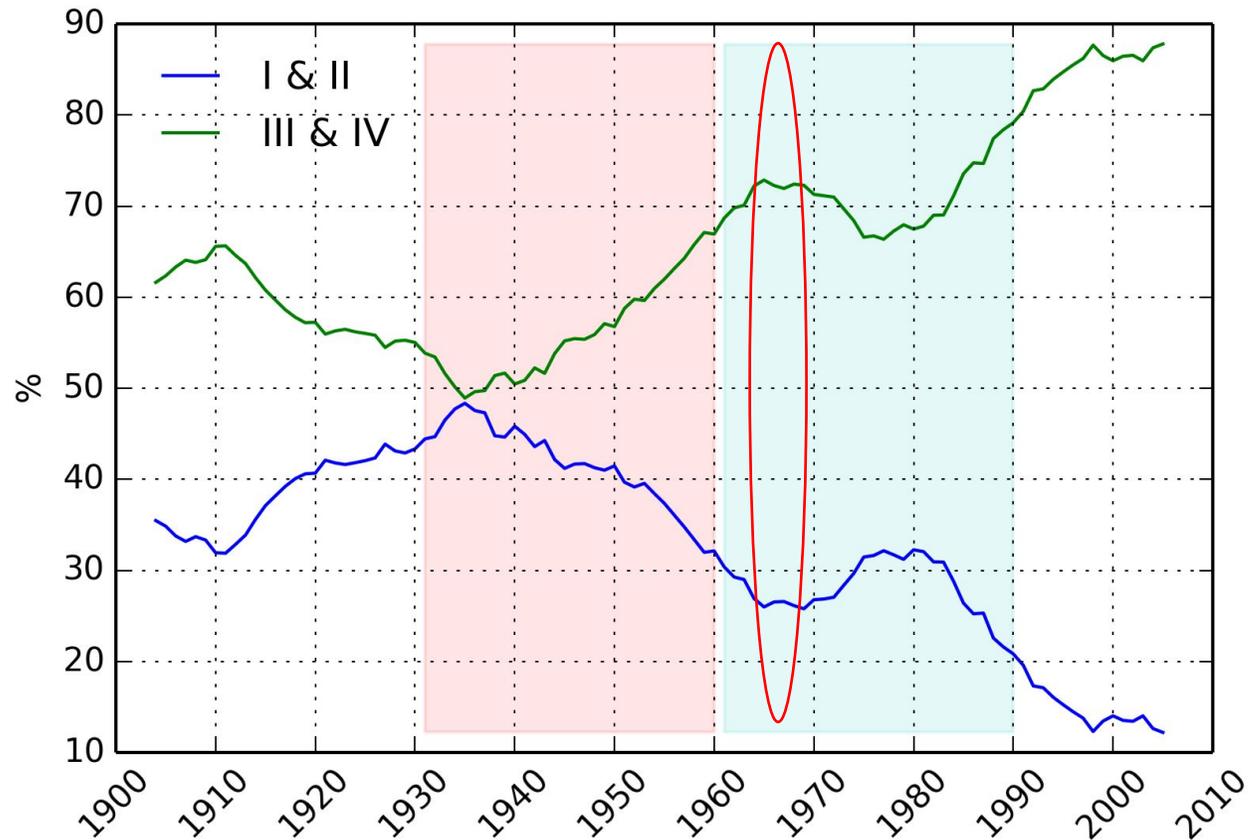
*«По данным наблюдений показано, что **массив экстремумов скорости ветра** содержит данные, принадлежащие к **двум различным генеральным совокупностям**. Используя начинающуюся складываться метафорическую терминологию, эти наборы экстремумов... эти наборы экстремумов названы "чёрными лебедями" и "драконами..."»*

# ВОПРОСЫ?



# Циркуляционные эпохи северного полушария в XX в.

<http://atmospheric-circulation.ru>



**I и II** – зональные  
типы циркуляции

**III и IV** – меридиональные  
типы циркуляции

*Н.Н. Кононова «Основы типизации  
циркуляции атмосферы Северного  
полушария по методу Б.Л.  
Дзержеевского»*