

Введение в методологию долгосрочного гидрометеорологического прогнозирования



Завалишин Николай Николаевич,

к. ф.-м. н.

ФГБУ «СибНИГМИ»

зав. лабораторией долгосрочных гидрометеорологических прогнозов

**Научно-практическая школа-семинар для молодых ученых и специалистов в области
гидрометеорологии**

31 октября – 2 ноября 2012 года

г. Новосибирск

Классификация сроков метеорологических прогнозов.

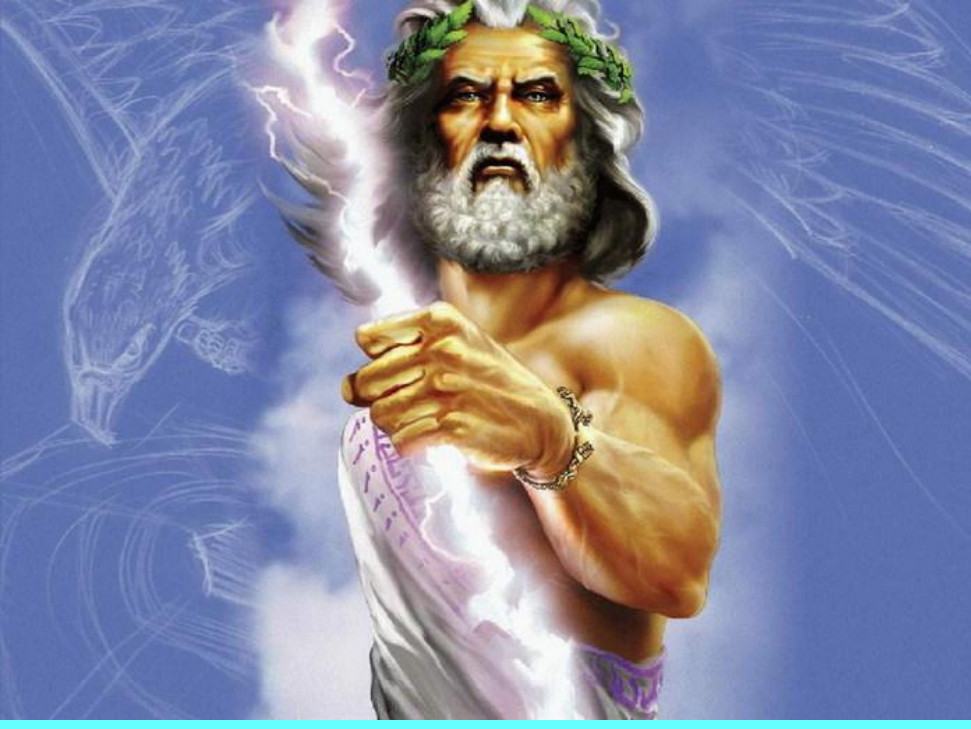
Из наставления по глобальной системе обработки данных. ВМО – №485.

Среднесрочный прогноз погоды	Прогноз метеорологических параметров на период от 72 (3 сут.) до 240 ч. (10 сут.)
Прогноз погоды с увеличенным сроком	Прогноз метеорологических параметров на период от 10 до 30 суток, обычно осредненных и выраженных в виде отклонений от климатических величин для этого периода.
Долгосрочный прогноз	Прогноз на период от 30 суток до 2-х лет
- Месячный ориентировочный прогноз	Описание осредненных метеорологических параметров, выраженных в виде отклонения (девиация, дисперсия, аномалия) от климатических величин для этого месяца (не обязательно для предстоящего месяца)
- 90-суточный ориентировочный прогноз	Описание осредненных метеорологических параметров, выраженных в виде отклонения от климатических для этого 90-суточного периода (не обязательно для предстоящего 90-дневного периода)
- Сезонный ориентировочный прогноз	Описание осредненных метеорологических параметров, выраженных в виде отклонения от климатических величин этого сезона
Прогнозирование климата	На срок свыше 2-х лет

Критерии оценки прогнозов

(что такое «хорошо» и что такое «плохо»)

- Критерий **Q** – отношение дисперсий: остаточной к исходной.
Чем меньше Q , тем лучше, у других критериев наоборот.
- Критерий **P** - 3 класса: меньше, около и больше нормы с матрицей потерь «прогноз-факт»
- Критерий «**po**» - 2 класса: меньше и больше нормы,
$$po = (N1 - N0) / (N1 + N0)$$
- Критерий **K** – если модуль разности прогноз-факт меньше СКО, то 100%, иначе 0%
- Критерий **dT** – 5 классов с матрицей потерь «прогноз-факт»
- Критерий **Рос** - 3 класса: меньше, около и больше нормы с матрицей потерь «прогноз-факт»



Народные приметы о погоде и климате

Название: Народная сельскохозяйственная мудрость в пословицах, поговорках и приметах. В 4-х томах

Автор: Ермолов А.С.

Год издания: 1901 - 1905

Издательство: СПб.: Типография А.С.Суворина

Алексей Сергеевич Ермолов (1847-1917) - русский государственный деятель, действительный тайный советник, министр земледелия и государственных имуществ, академик Императорской Санкт-Петербургской Академии Наук.

Пример проверки народной приметы:

«Если на Анну (7 августа) утренники холодные, то зима будет холодной».

Все пословицы такого типа переводились в математические выражения вида

$$T(07.08_{06})_ф < T(07.08_{06})_н \Rightarrow T(\text{дек-февр})_ф < T(\text{дек-февр})_н$$

Формула читается как условие: если фактическая температура приземного воздуха 7 августа на 06 местного времени меньше нормы, то средняя температура декабря-февраля будет меньше нормы.

В таком виде пословица уже поддается проверке статистическими методами.

День 230

Температура дня

	Меньше	Норм	Больше	Сумма	
З	Меньше	7	13	8 :	28
И	Норма	8	13	4 :	25
М	Больше	5	10	7 :	22
А				
	Сумма	20	36	19	75

Основные подходы к долгосрочному
гидрометеорологическому
прогнозированию:

Синоптический

Гидродинамический

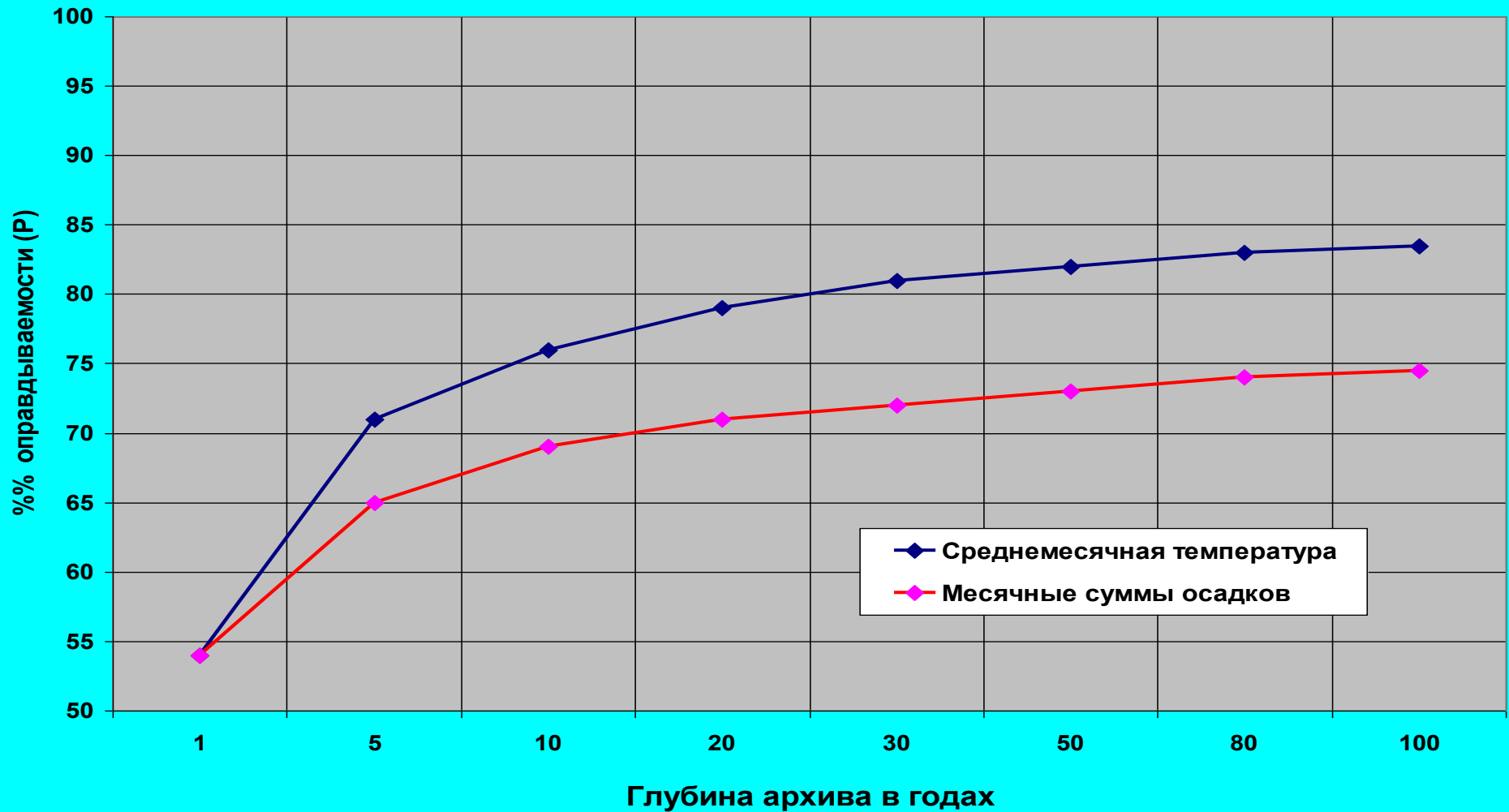
Физико-статистический

Как повысить качество долгосрочных прогнозов?

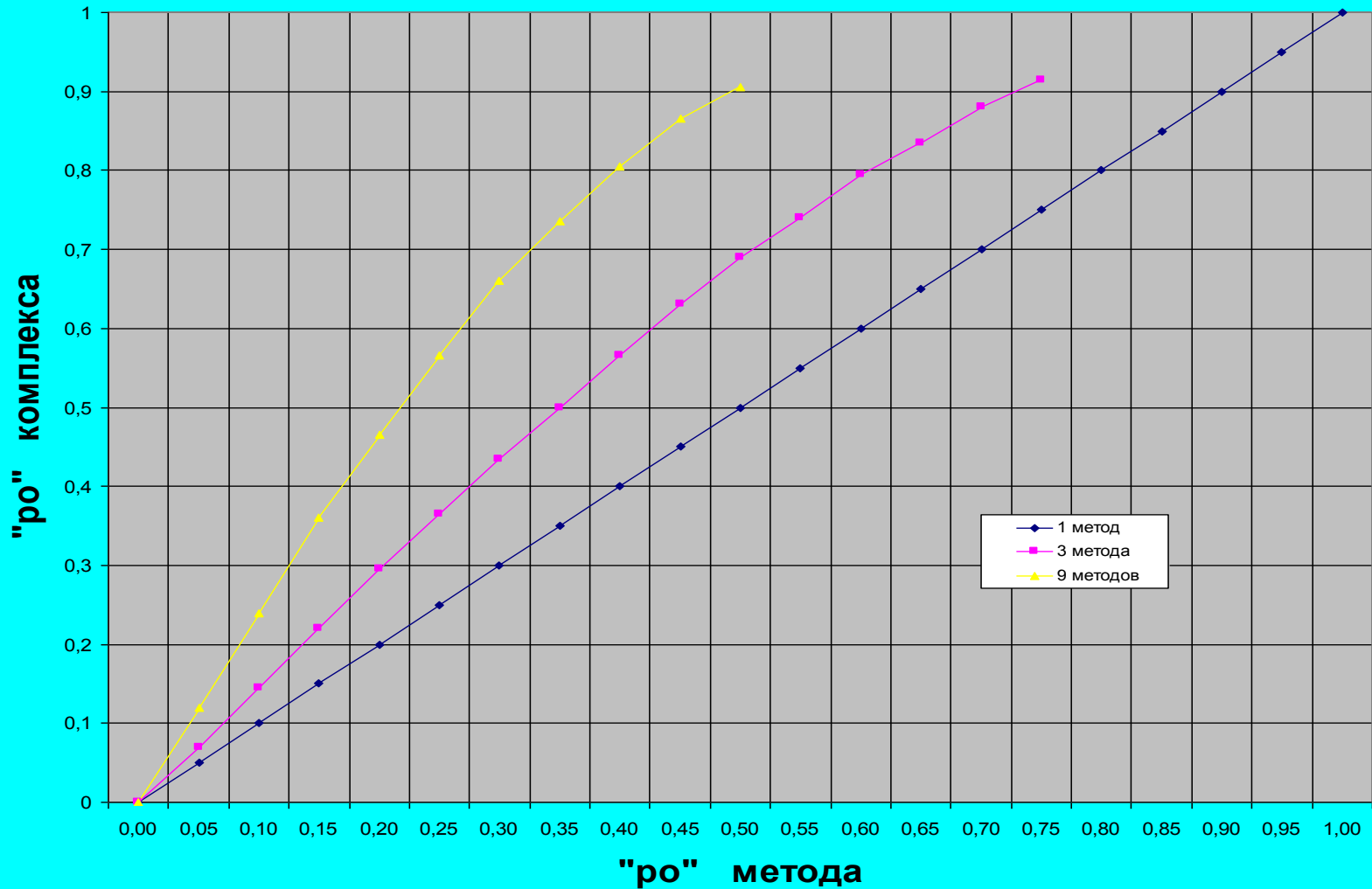
- Комплексация прогнозов
 - методы прогнозов
 - методы комплексации

- Понимание физики процессов
 - адекватные модели
 - новые знания

Потенциал метода аналогов



Потенциал комплексного метода



Новая технология

подготовки долгосрочных прогнозов
изменчивости гидрометеорологических элементов
в Сибирском регионе

«КАССАНДРА-СИБИРЬ»

ФГБУ «Сибирский региональный научно-исследовательский
гидрометеорологический институт»

Западно-Сибирское УГМС

Иркутское УГМС

Назначение технологии «Кассандра-Сибирь»

- Прием, контроль, восстановление, архивация данных, необходимых для прогнозирования.
- Автоматический расчет средне-долго- и сверхдолгосрочных прогнозов гидрометеорологических элементов по Сибири и смежным регионам.
- Комплексация прогнозов
- Возможность добавления новых и удаление устаревших методов прогноза из технологии без изменения ее структуры.
- Автоматическое доведение прогнозов до потребителей

Кусочно-стационарная модель

Общая:

$$A(R, T) = \langle X_1, \dots, X_N \rangle$$

34

$$R=R_0$$

$$T \in I$$

Кусочно-стационарная:

$$Y(t) = \sum_{k=1}^m Y_k(t) \chi(I_k)$$

χ - характеристическая ф-я

$$I = \cup I_k \quad I_i \cap I_j = \emptyset$$

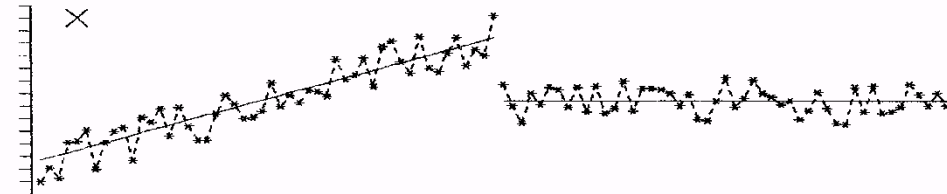
$$Y_k(t) = M_k(t) + Z_k(t)$$

$Z_k(t)$ - стационарный и эргодический процесс

Локально-климатическая модель:

$$M_k(t) = a_k t + b_k$$

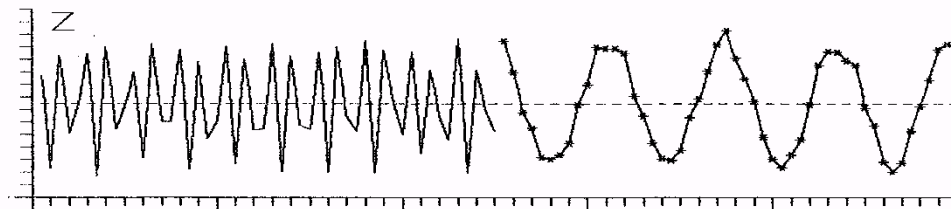
$Z_k(t)$ - "белый" шум



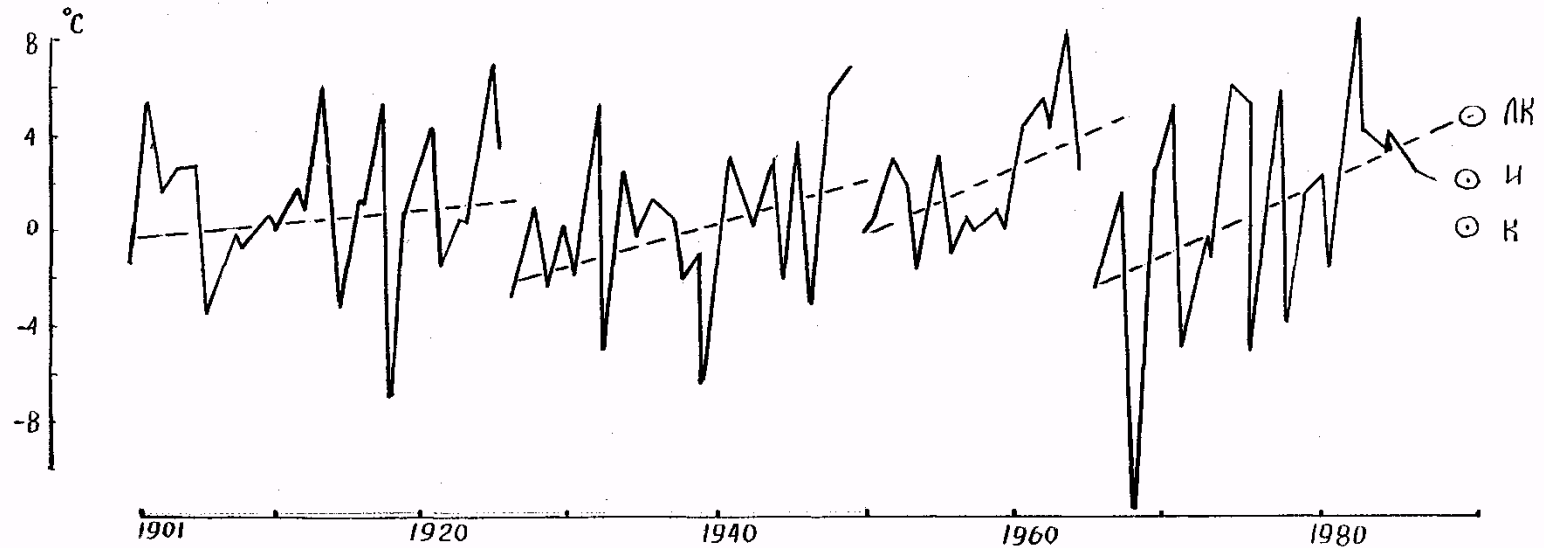
Локально-стационарная модель:

$$M_k(t) = 0$$

$$Z_k(t) = \sum_{k=1}^p c_k \varepsilon_k$$



Локально-климатическая модель

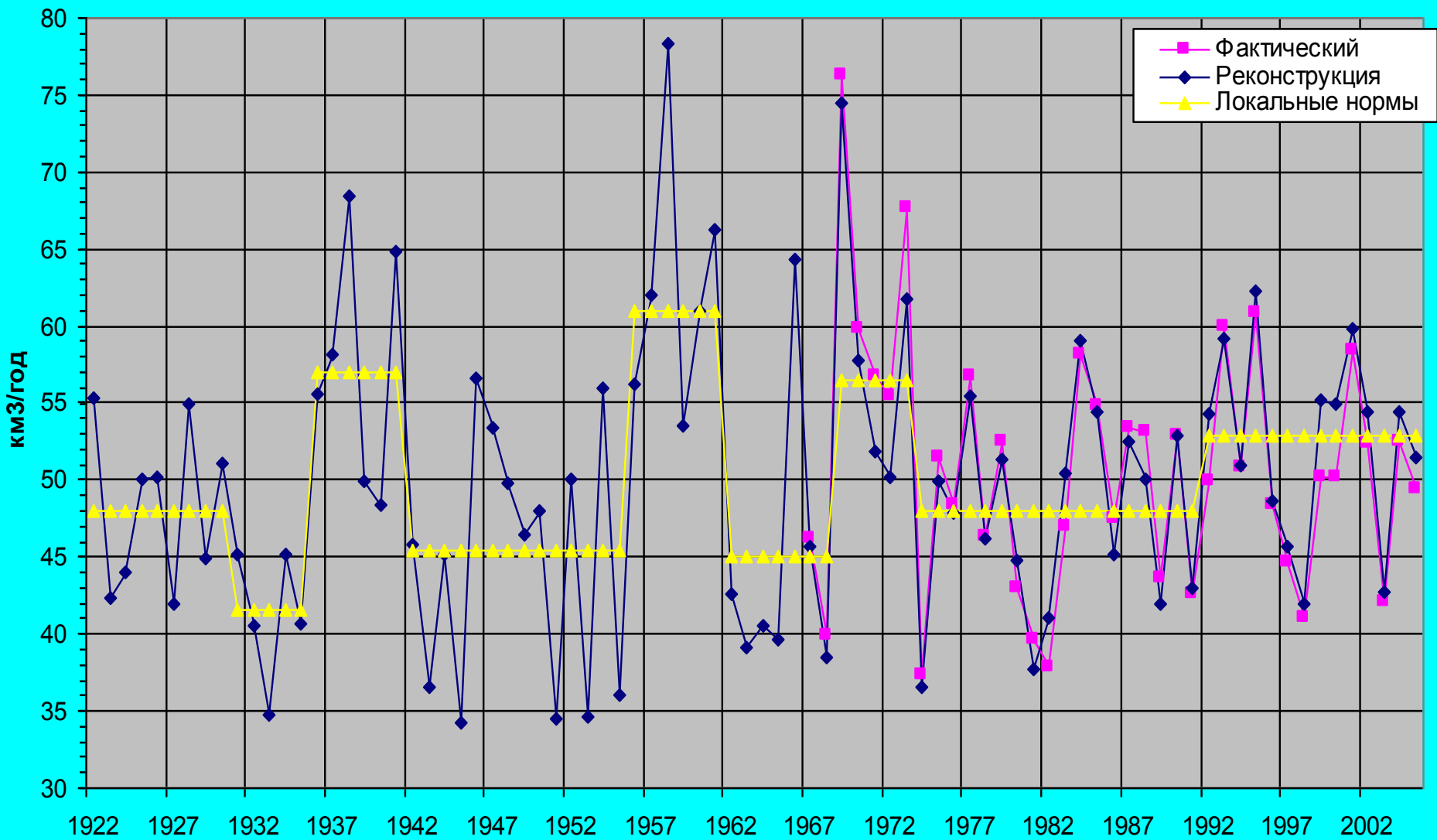


Прогноз аномалии январской температуры воздуха по Новосибирску на 1990 год:

ЛК - локально-климатическая модель,

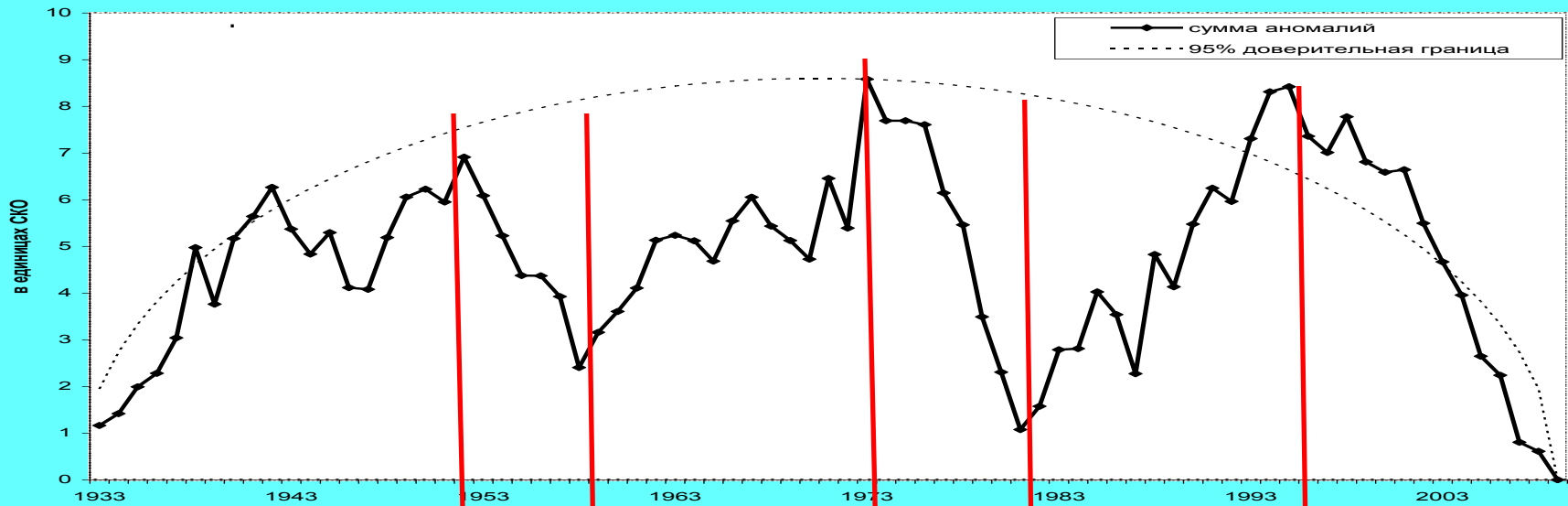
И - инерционный прогноз,

К - климатический прогноз.

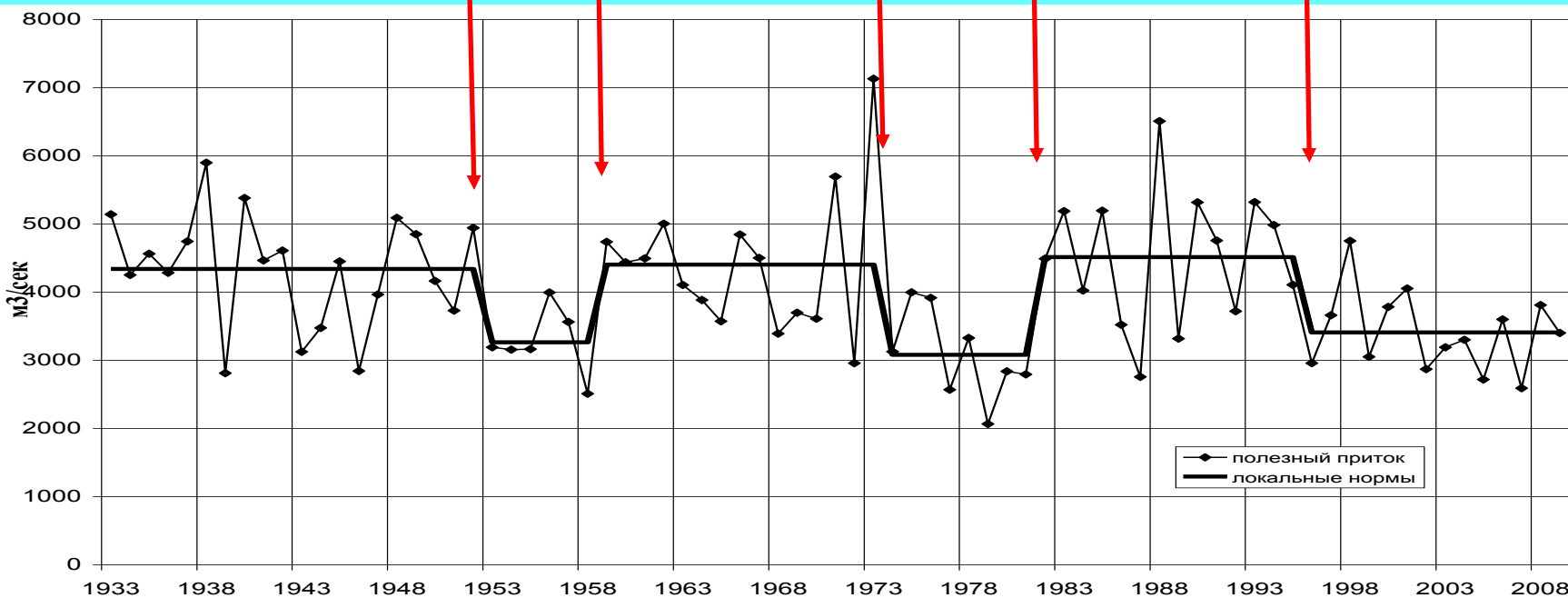


Полезный приток в оз. Байкал. 3-й КВАРТАЛ.

А) – сумма нормированных на СКО аномалий; Б) – полезный приток с локальными нормами

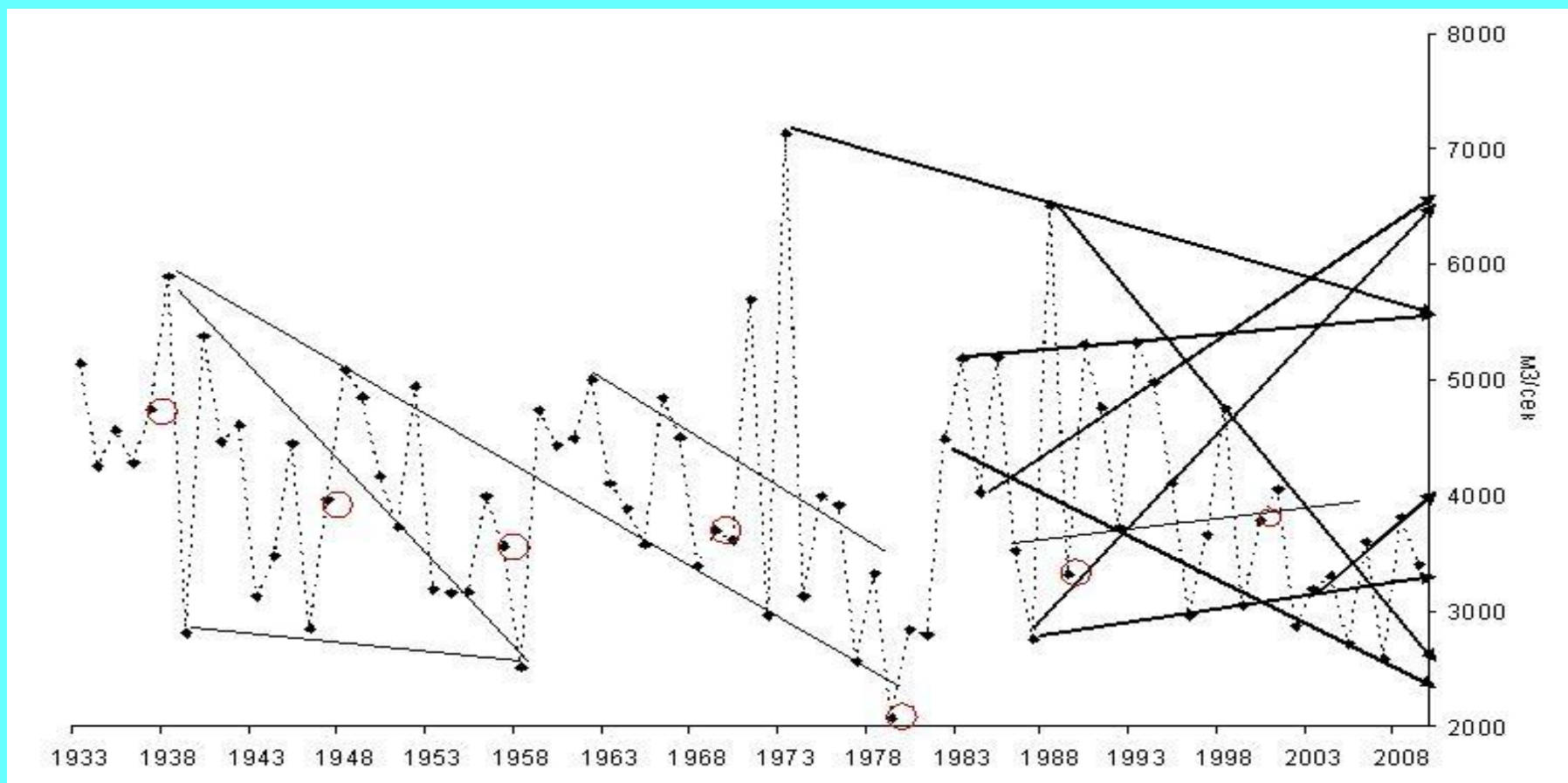


А)



Б)

Огибающие экстремумов и внутренние локальные тренды полезного притока III кв. в озеро Байкал (кружки - года максимумов чисел Вольфа)



Причины:

Земля – открытая система?

«НЕТ»



автоколебательные
модели

Монин А.С.:

«гелиогеофизический энтузиазм»,
«успешные опыты по самовнушению»
и т.п.

«ДА»

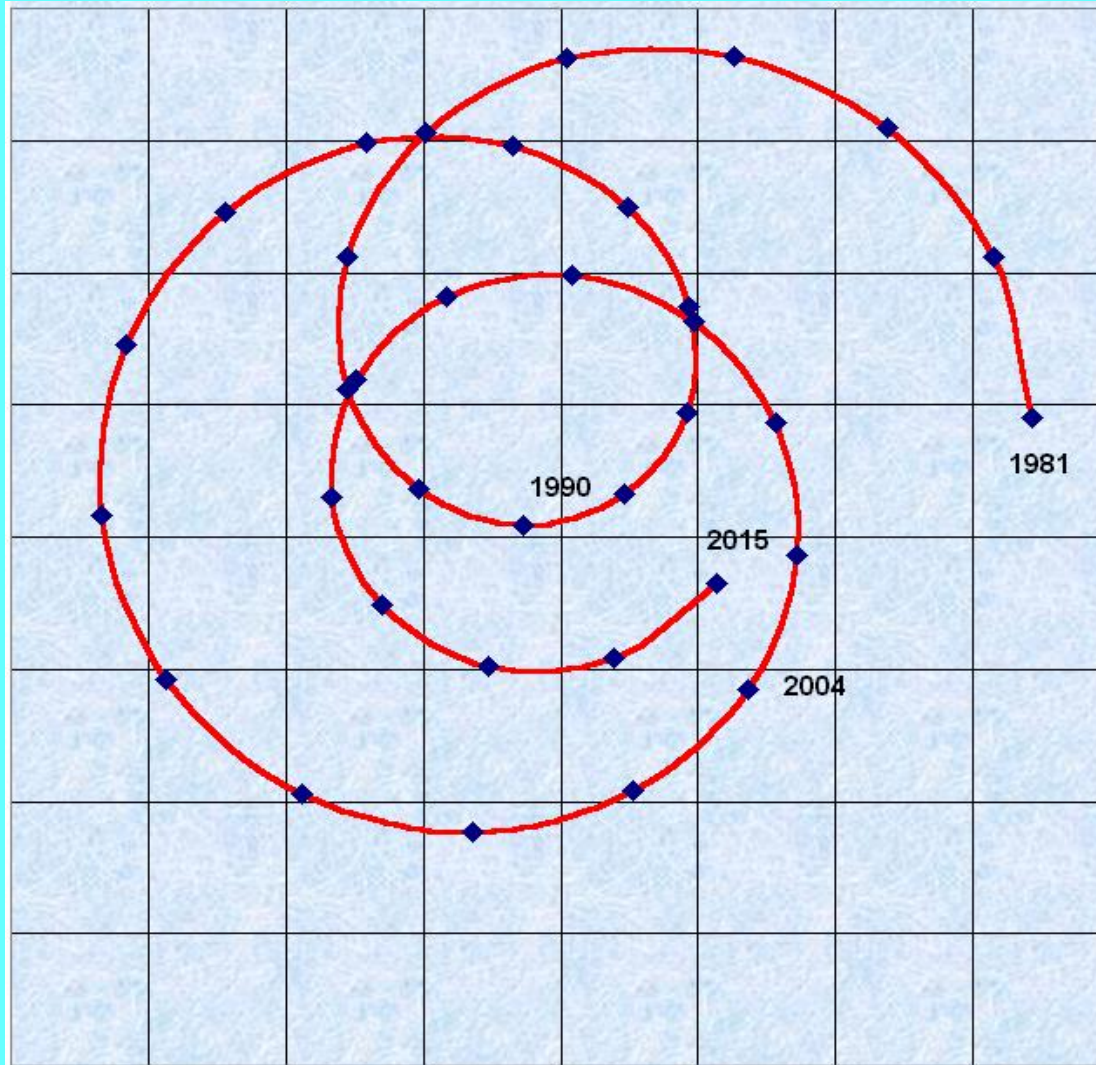


гелиогеофизические
модели

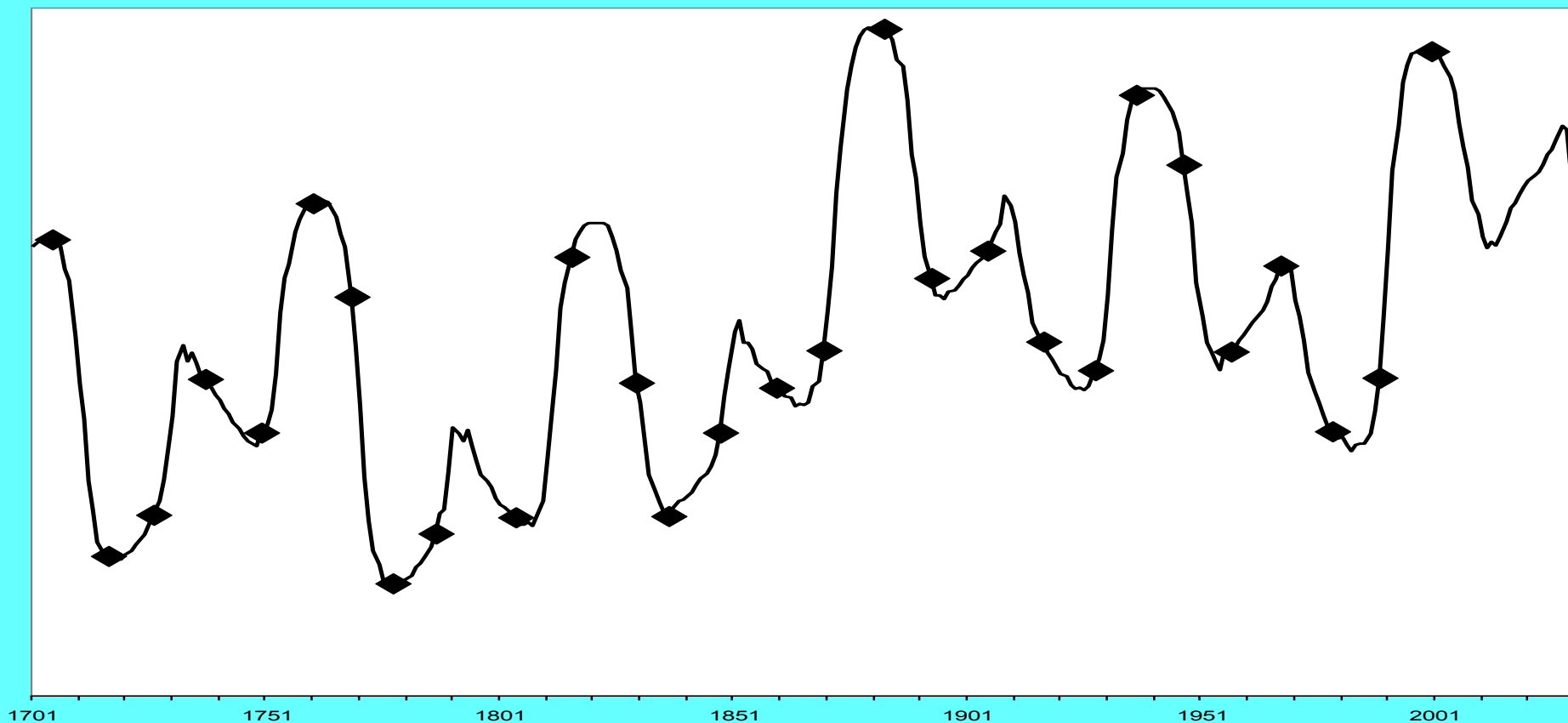
Дружинин И.П.:

«солнечно-обусловленные переломы
в ходе гидрометеорологических
процессов»

Движение Солнца относительно центра инерции Солнечной системы



Сумма годовых кручений траектории Солнца вокруг центра инерции Солнечной системы и года максимумов чисел Вольфа



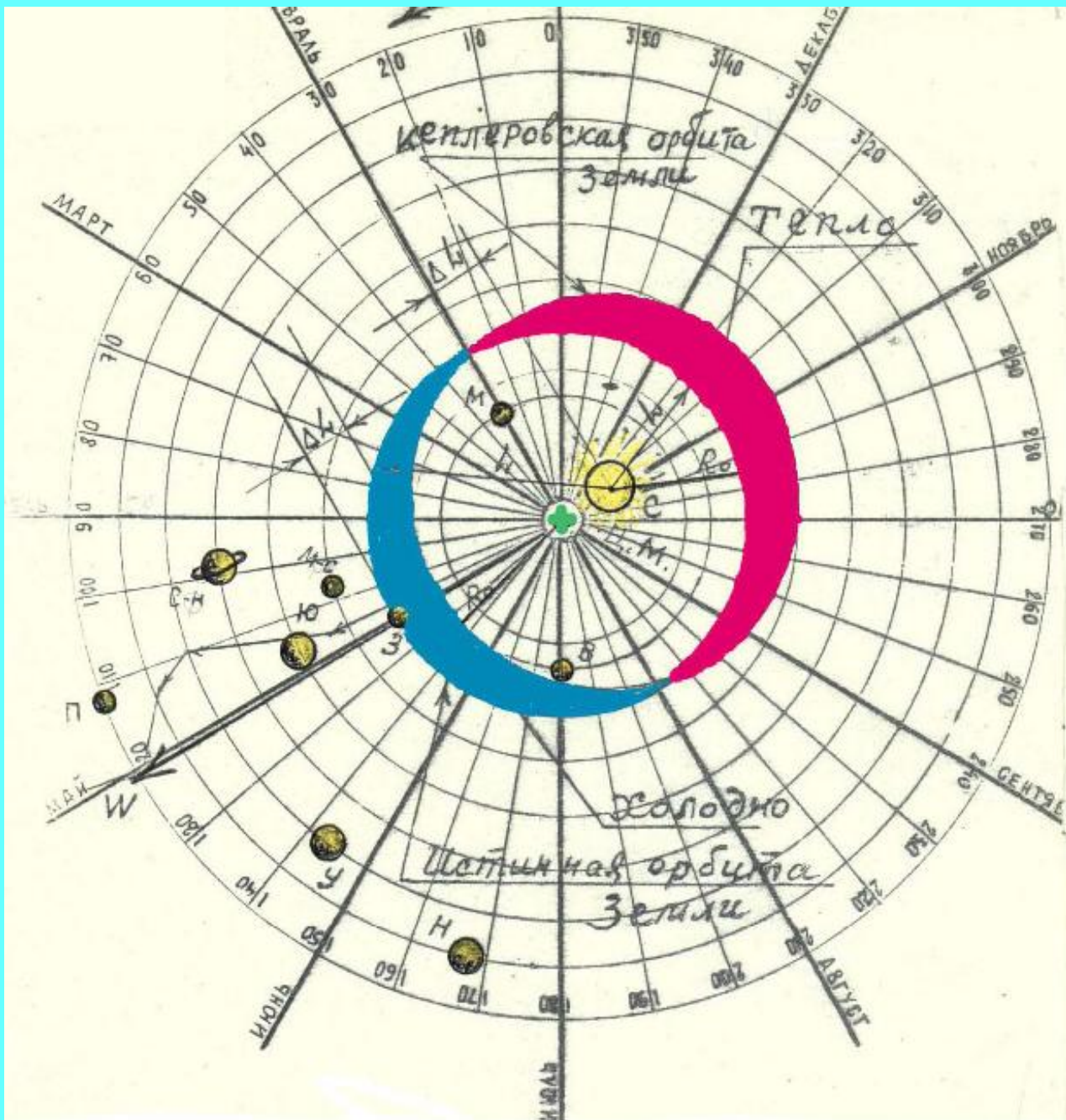
Завалишин Н.Н. О зависимости максимумов чисел Вольфа от кривизны и кручения траектории движения Солнца относительно центра инерции Солнечной системы. //Труды СибНИГМИ. 2011, вып. 106. С.208-218.

Диссимметрия Солнечной системы на 2 мая 1982 г.

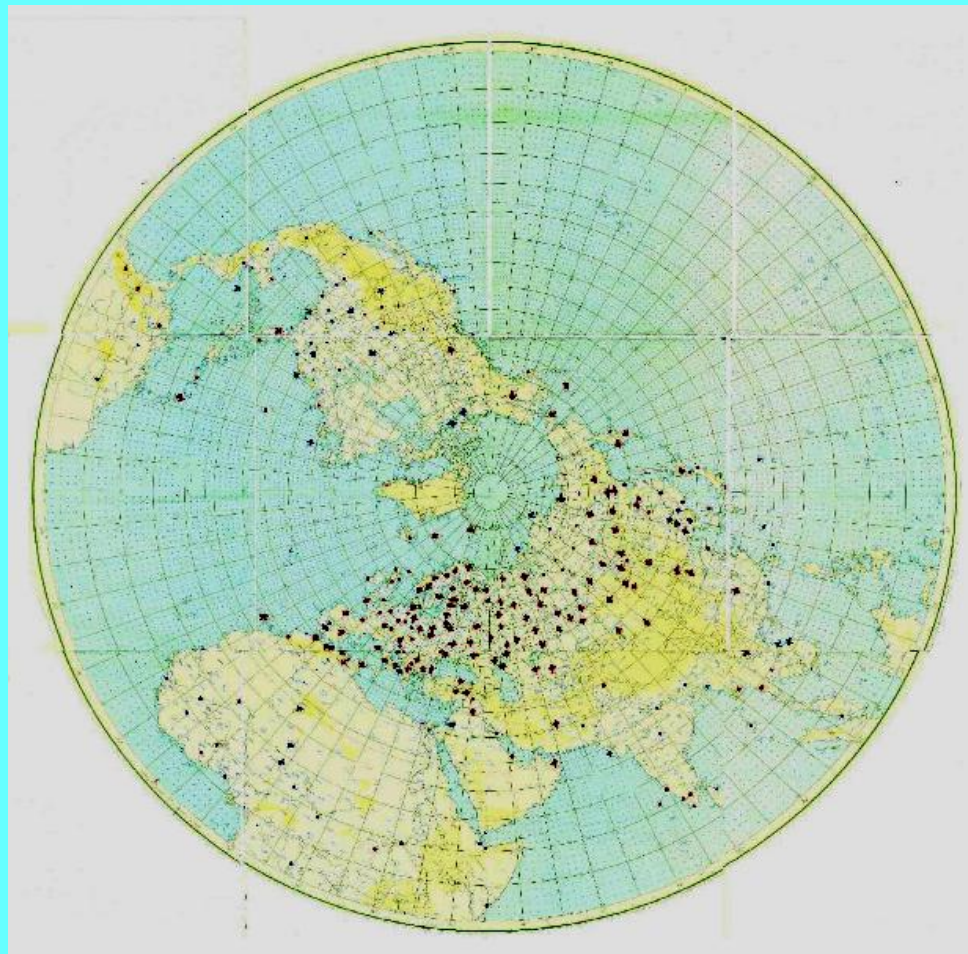
Коваленко В.Д.

Гелиоэнергетическая теория
изменчивости климата и
космическое будущее планеты
Земля.

//Труды ЗапСибНИГМИ,
1990, вып. 93, с.33-58.

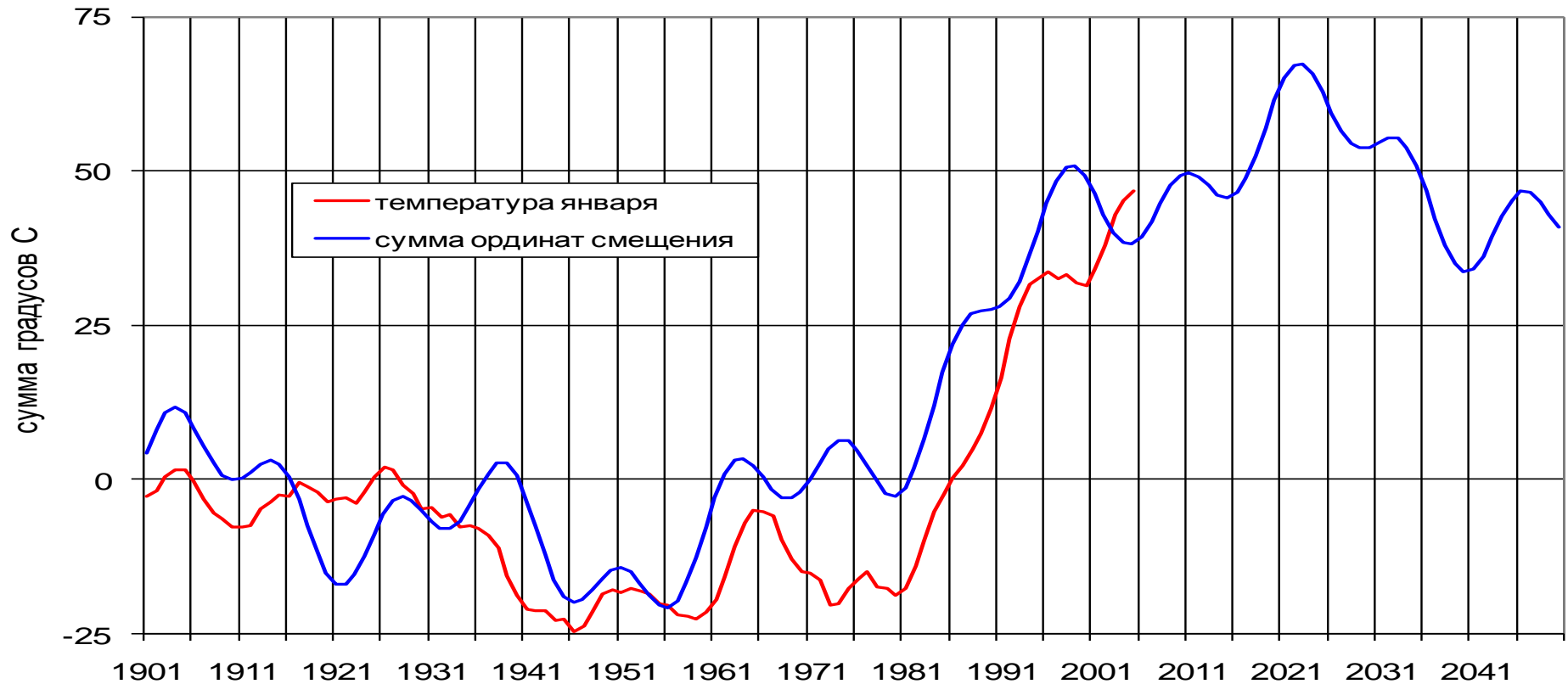


Влияние смещения Солнца на зимние аномалии температуры воздуха(1901-1977 гг)



Завалишин Н.Н., Виноградова Г.М. О связи аномалий месячных температур воздуха с циклом Хейла и динамикой расстояния Солнце-Земля. //Труды ЗапСибНИГМИ, 1990, вып. 93, с.25-32.

Суммы январских аномалий температур воздуха юга Западной Сибири и суммы проекций на январь вектора смещения Солнца



Завалишин Н.Н. Оценка влияния смещения Солнца от центра инерции на температуру тропосферы.
//Оптика атмосферы и океана. 2009. т.22, №1, с.31-33.

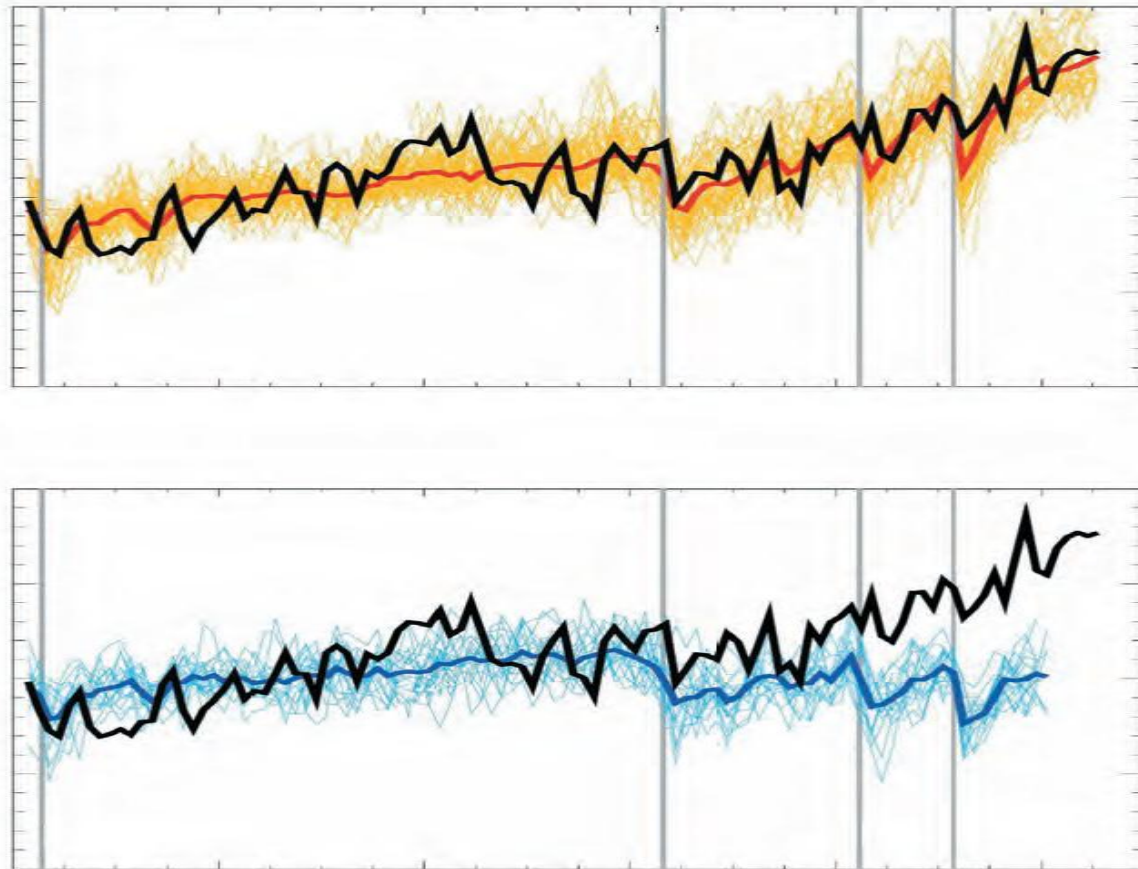
Частота случаев аномального развития Сибирского антициклона
(давление в центре не менее 1040 гПа)
по периодам изменения угловой скорости вращения Земли ω
($+\Delta\omega$ - увеличение, $-\Delta\omega$ - уменьшение)

Период	Изменение ω	К-во случаев	В среднем за 10 лет
1901-1932	$+\Delta\omega$	5	1,6
1933-1972	$-\Delta\omega$	31	10,0
1973-2003	$+\Delta\omega$	8	2,6
2004-2009	$-\Delta\omega$	6	10,0

Виноградова Г.М., Завалишин Н.Н. Антициклогенез приземного барического поля в зимний сезон, блокирование и нестабильность угловой скорости вращения Земли. //Метеорология и гидрология. – 2011, №11. Стр. 42-49.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)

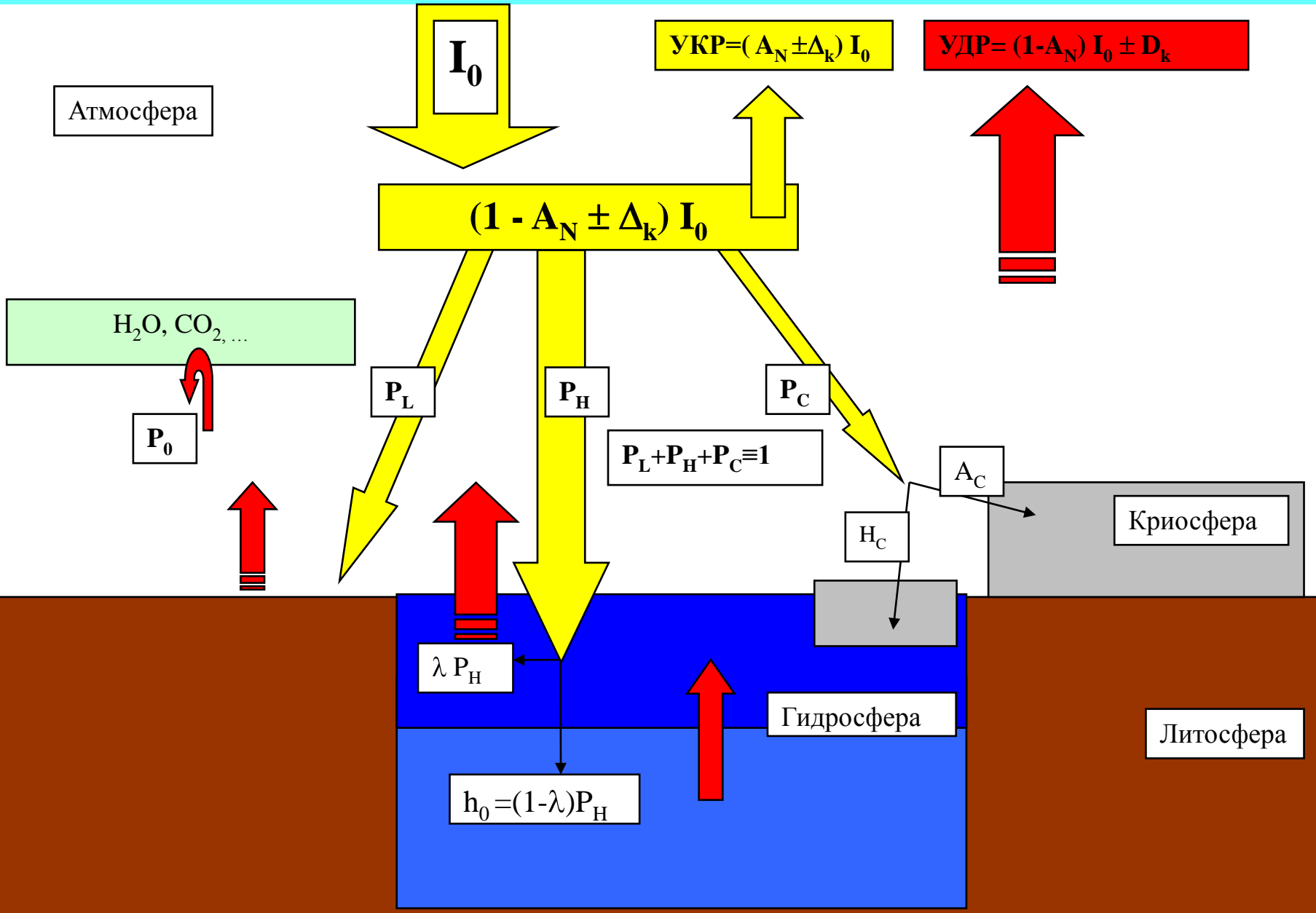
Межправительственная группа экспертов по изменениям климата (МГЭИК)



IV Доклад IPCC, 2007 г.

Рис. 6.2. Аномалии средней глобальной температуры приземного воздуха по данным наблюдений (черная линия) и моделирования с учетом антропогенных и естественных внешних воздействий (а) и только естественных воздействий (б). К естественным воздействиям, в частности, относятся изменения приходящего солнечного излучения и влияние вулканической деятельности на аэрозольный состав атмосферы, а к антропогенным — изменения концентрации атмосферных парниковых газов и сульфатного аэрозоля. Аномалии рассчитаны по отношению к среднему за 1901–1950 гг.

Схема годового энергетического дисбаланса Земли.

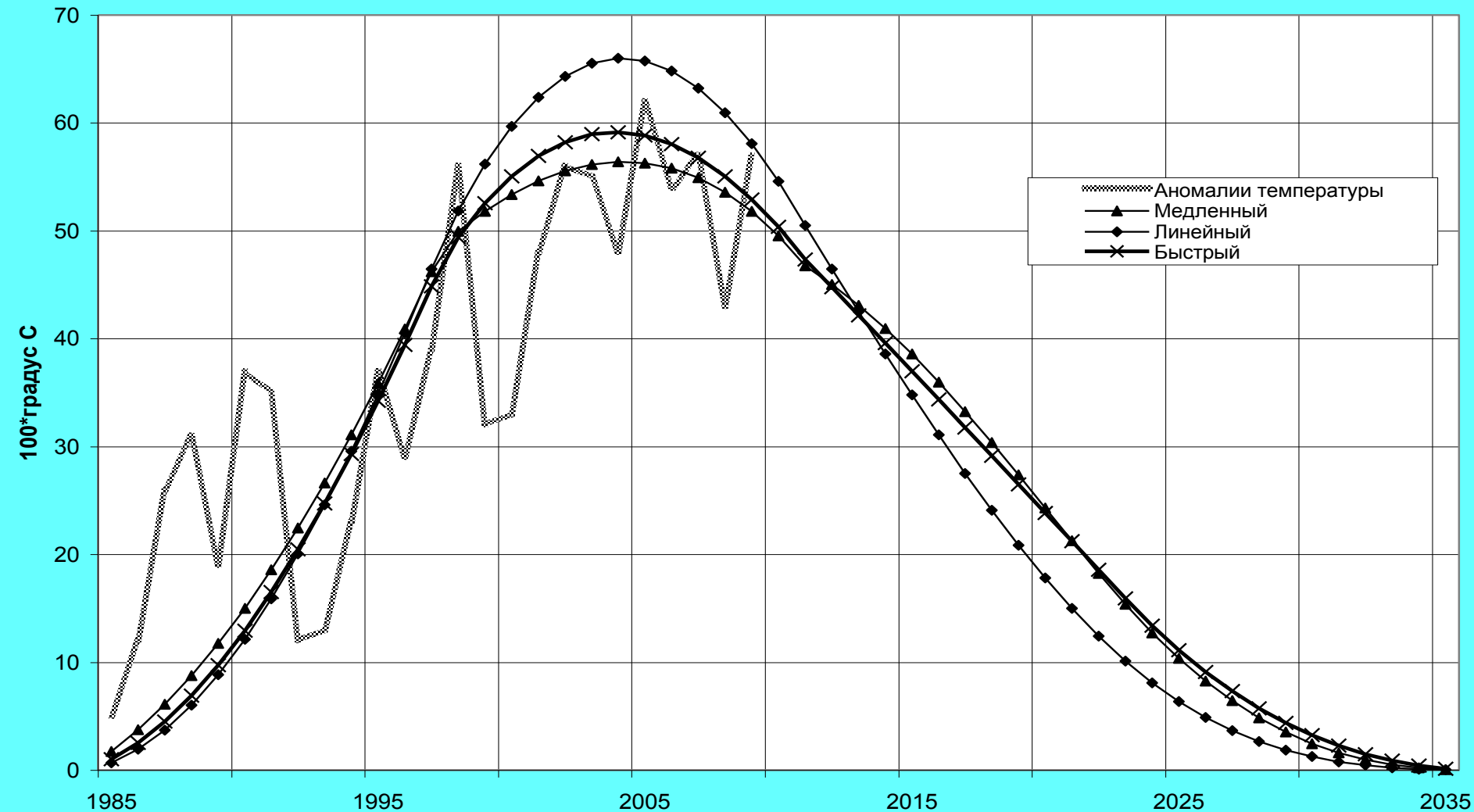


Модель «альбеда-температура»^{*)}

$$4 \frac{T_k - T_N}{273 + T_N} = \frac{A_N - A_k}{1 - A_N} + \frac{h_0}{d_0} \sum_{j=1}^L e_j \frac{A_k - A_{k-j}}{1 - A_k}$$

- A_k - среднегодовое альбеда Земли в k -ом году,
- T_k - среднегодовая температура приповерхностной атмосферы в k -ом году,
- A_N, T_N - «норма» альбеда и температуры приземного воздуха,
- h_0 - доля солнечной радиации, переданной в глубинные слои Мирового океана в нормальном году,
- d_0 - доля энергии, уносимая уходящей длинноволновой радиацией,
- L - глубина (в годах) учёта тепловой инерции гидросферы.
- e_j - коэффициенты, сумма которых равна единице.

^{*)} Завалишин Н.Н. Модель зависимости температуры приземной атмосферы от альбеда Земли и тепловой инерции гидросферы. // Оптика атмосферы и океана. 2010. Том 23, № 6. Стр.480-484.

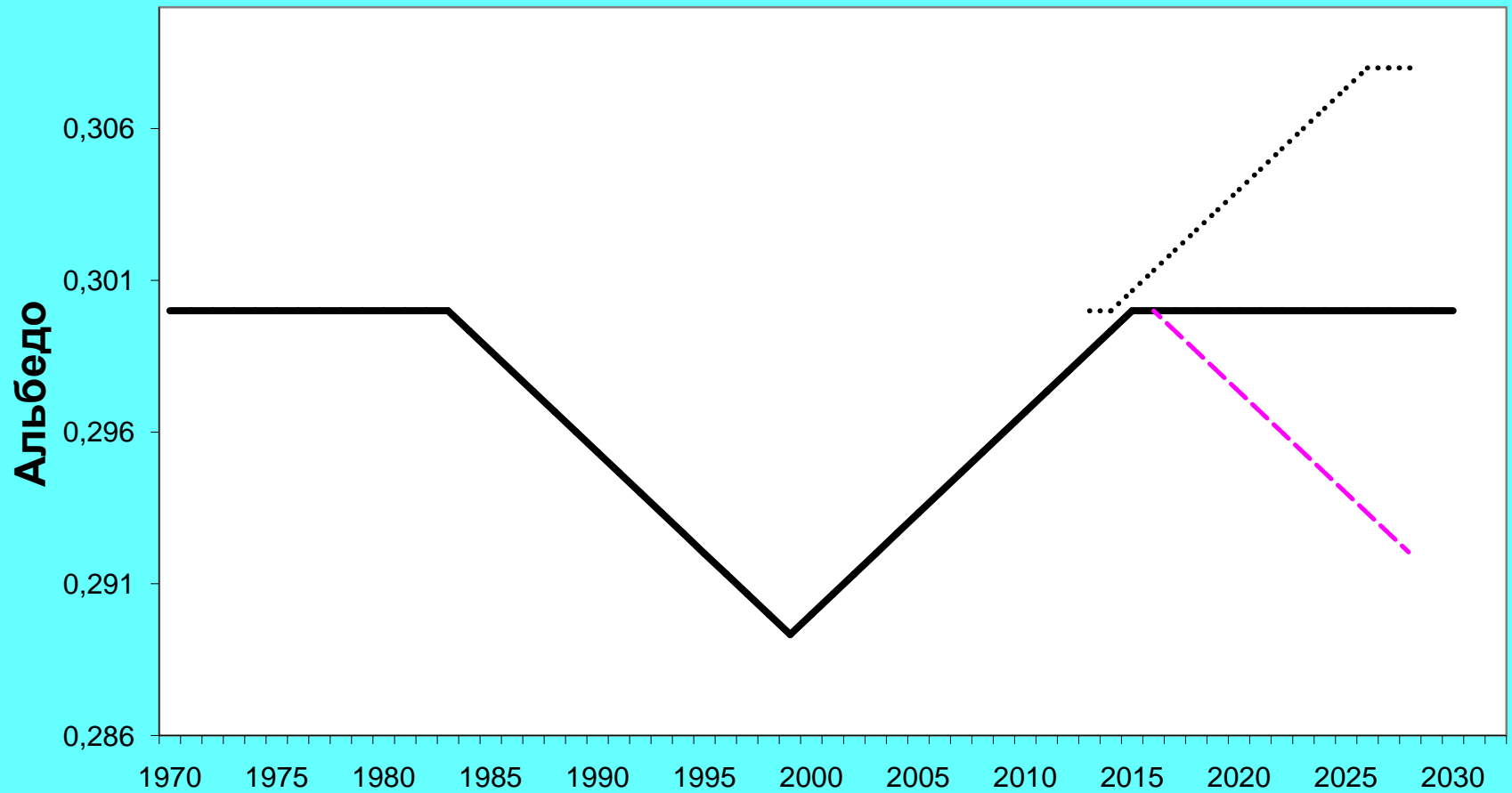


Завалишин Н.Н.

Перспективная оценка температуры нижней тропосферы моделью «альbedo-температура».

//Оптика атмосферы и океана. - 2011. Том 24. №1. Стр.47-51.

Сценарии изменения альбедо



Модель «температура-альбедео»

$$\frac{\bar{A}_k}{\bar{A}_N} = \frac{1 + Z_0}{2} + 2 \frac{\Theta_k - \Theta_N}{\Theta_N} + \sqrt{\left(\frac{1 + Z_0}{2} + 2 \frac{\Theta_k - \Theta_N}{\Theta_N} \right)^2 - Z_0 \sum_{j=1}^L e_j \frac{\bar{A}_{k-j}}{\bar{A}_N}}$$

$\bar{A}_k = 1 - A_k$ - дополнение к альбедео k-го года,

Θ_k - температура приземной атмосферы k-го года (в градусах Кельвина),

A_N, Θ_N - «нормы» альбедео и температуры,

Z_0 - относительная часть солнечной радиации, переданная в глубинный слой
Мирового океана в среднем за один год,

e_j - константы, сумма которых равна единице

Без учёта тепловой инерции Мирового океана (при $Z_0=0$)

$$\frac{\bar{A}_k - \bar{A}_N}{\bar{A}_N} = 4 \frac{\Theta_k - \Theta_N}{\Theta_N}$$

Завалишин Н.Н. О проблеме реконструкции среднегодовых значений альбедео Земли.

// Оптика атмосферы и океана. (в печати).

Список литературы:

1. Багров Н.А. и др. Долгосрочные метеорологические прогнозы. - Л., Гидрометеиздат. 1985. 248 с.
2. Руководство по месячным прогнозам погоды. / под ред. Пагавы С.Т. И др.Л., Гидрометеиздат. 1972. 366 с.
3. Jose P.D. Sun`s motion and sunspots. // The Astronomical Journal, 1965. – v.70, N3. - P.193-200.
4. Войчишин К.С., Драган Я.П., Куксенко В.И., Михайловский В.Н. Информационные связи био-гелио-геофизических явлений и элементы их прогноза. – Киев: Наукова думка, 1974.- 208с.
5. Дружинин И.П., Сазонов Б.И., Ягодинский В.Н. Космос-Земля. Прогнозы. - М., «Мысль». 1974. 288 с.
6. Солнечно-земные связи, погода и климат. /под ред. Б.Мак-Кормака и Т.Селиги. М., «Мир», 1982. 382 с.
7. Кузнецов А.Д., Логинов В.Ф. Космические воздействия на атмосферу. – Л., изд. ЛПИ, 1984 160 с.
8. Landscheidt T. Solar rotation, impulses of the torque in the Sun`s motion, and climatic variation. //Climatic Change, 1988. - v.12. – P.265-295.
9. Сидоренков Н.С. Атмосферные процессы и вращение Земли. С.-П., Гидрометиздат. 2002. 366 с.
10. Коваленко В.Д., Кизим Л.Д., Пашестюк А.М. Влияние изменчивости гравитационного поля Солнечной системы на климат Земли. //Известия ВГО. 1991. Т..123, вып. 4. С. 328-339.
11. Понько В.А. Введение в систему «Экопрогноз». - 2000, Москва. Институт устойчивого развития. 136 с.
12. Завалишин Н.Н., Виноградова Г.М., Пальчикова Н.В., Романов Л.Н., Бочкарева Е.Г., Орлова З.С. «Кассандра-Сибирь» – технология подготовки долгосрочных гидрометеорологических прогнозов по Сибири. //Труды СибНИГМИ. 2011, вып.106, с.13-25.
13. Арушанов М. Л. Климатический спектр планеты Земля. /Ташкент, 2010.
<http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/9860.html>
14. Шерстюков Б.Г. Изменения, изменчивость и колебания климата. – 2011. Обнинск, ФБГУ «ВНИИГМИ-МЦД». 294 с.
15. Дьяков А.В. Предвидение погоды на длительные сроки на энерго-климатической основе. (теория и практические результаты опыта, примененные в период 1943-1953 гг./Темиртау- Иркутск, 1953...2011. 158 с.



Дьяков А. В.

**«Предвидение погоды на
длительные сроки
на энерго-
климатической основе»**

1953, 2011 - Иркутск.

(к 100-летию со дня рождения)

<http://www.rhythmjournal.com/index.php>



Спасибо за внимание!