

Короткопериодные колебания климата
по данным наблюдений,
их закономерности и предпосылки для прогноза
с заблаговременностью более одного года

Б.Г.Шерстюков

Физические предпосылки статистических прогнозов

Краткосрочные процессы (до 1-2 недель) развиваются под действием начальных условий т.е. - исходного распределения энергии в атмосфере.

Обусловленность колебаний на сезон и на год по аналогии часто тоже описывают начальными условиями во всей климатической системе, полагая,

что начальное состояние климатической системы полностью определяет ее эволюцию, а колебания определяются исходным распределением энергии во всех составляющих климатической системы.

При такой трактовке допускается, что причина колебаний кроется в самой климатической системе, как результат сложных нелинейных взаимодействий между элементами климатической системы.

Физические предпосылки статистических прогнозов

В статистическом моделировании главным является правильное представление о физических механизмах колебаний в климатической системе.

Долгое время сезонные прогнозы основывались на анализе преемственности типов атмосферной циркуляции от сезона к сезону.

Еще в 1937 году руководитель Бюро прогнозов СССР Абрам Исаакович Аскназий писал:

«Можно ли считать, что приблизительно одинаковые условия гидро-, лито- и атмосферы в одном сезоне приведут приблизительно к одинаковым условиям следующего сезона, или же, наоборот, . . ., близкие исходные состояния могут . . . привести к совершенно разным синоптическим ситуациям?

Если верно первое предположение, то рано или поздно проблема долгосрочного прогноза будет решена.

Если верно второе, то нужно сказать открыто, что проблема долгосрочной синоптики является . . . неразрешимой».

Прошло около 60 лет, но до сих пор все надежды возлагаются на преемственность атмосферных процессов при переходе от сезона к сезону.

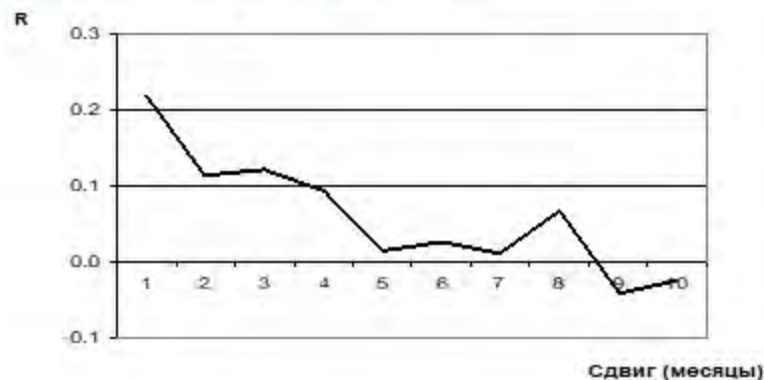
Это ошибка.

Автокорреляционная функция температуры

Межсезонная преемственность процессов

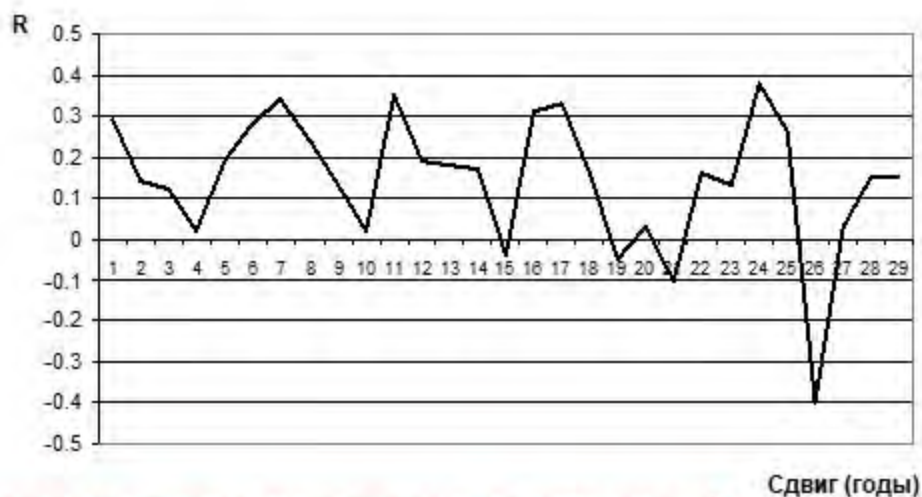
Преемственность внутри года:

- Автокорреляционная функция аномалий T в Москве с аномалиями последующих месяцев (сдвиг до 10 месяцев)



Многолетние ритмы:

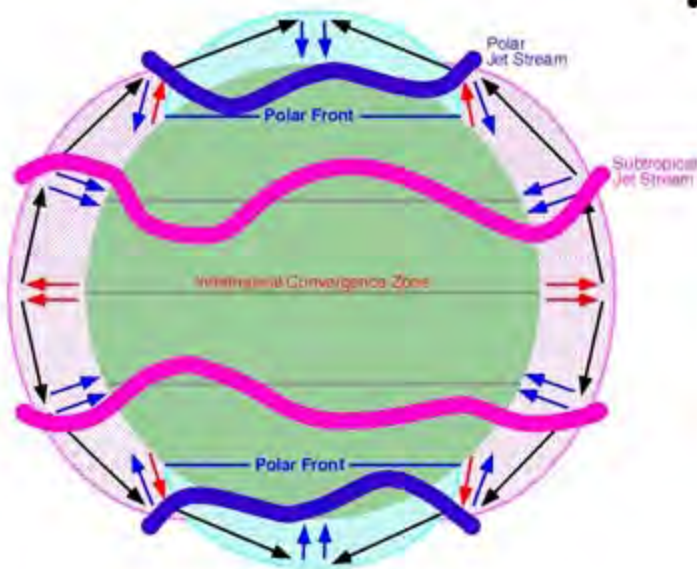
- Автокорреляционная функция (сдвиг до 29 лет) погодичных значений мартовской температуры в Москве



Преемственность при сдвиге на 5 месяцев дает нулевую корреляцию месячной Температуры (T).

А ритмы межгодовых колебаний T дают корреляцию 0.3 до 2-х десятилетий.

Причины слабой преемственности сезонов - сезонная смена частот колебаний на станциях



- На полушарии Земли можно выделить три основных класса воздушных масс (ВМ): тропический воздух, воздух умеренных широт и полярный воздух

Воздушные массы отличаются:
условиями формирования и
циклическими составляющими колебаний

**Погодные условия и Циклы в регионе
определяются типом воздушной массы.**

- Зимой границы между ВМ смещаются к югу, а летом – к северу.
- На каждой станции смена сезона сопровождается сменой Воздушной Массы и сменой всех циклов, поэтому слаба преемственность процессов между сезонами.

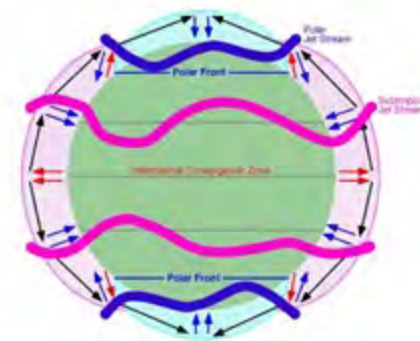
Правило 1:

Прогностические Циклы необходимо искать в межгодовых колебаниях сезонных или месячных значений

Циклы на станции определяются регионом формирования воздушной массы



Движение морских умеренных воздушных масс

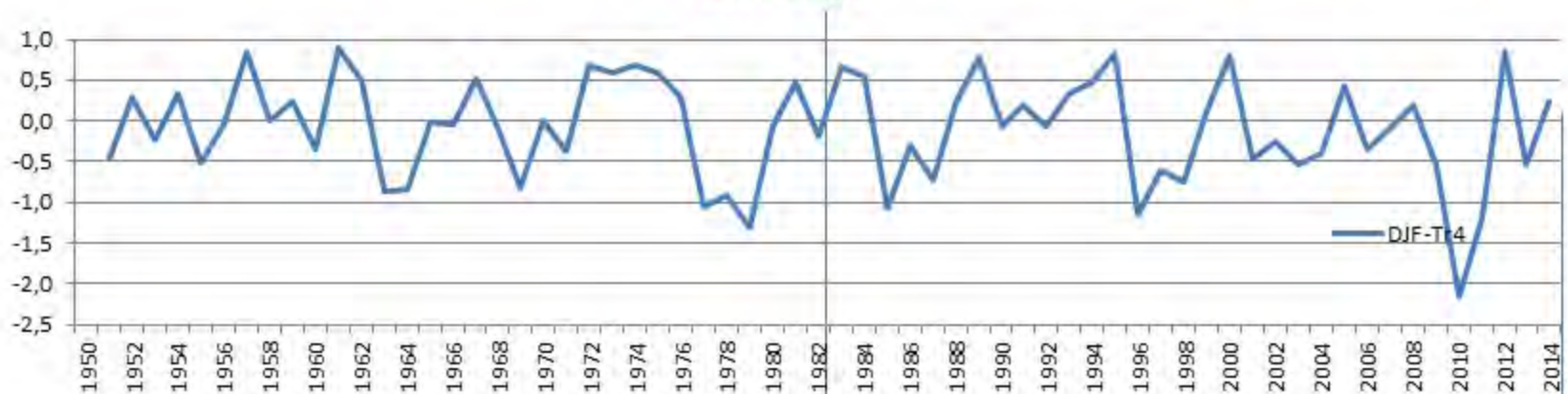


Движение Арктической воздушной массы

Смена сезона или даже смена месяца сопровождается на станции замещением одних циклов другими циклами.
Между сезонами нет преемственности.

Зимний индекс Северо-Атлантического колебания (NAO)

без тренда



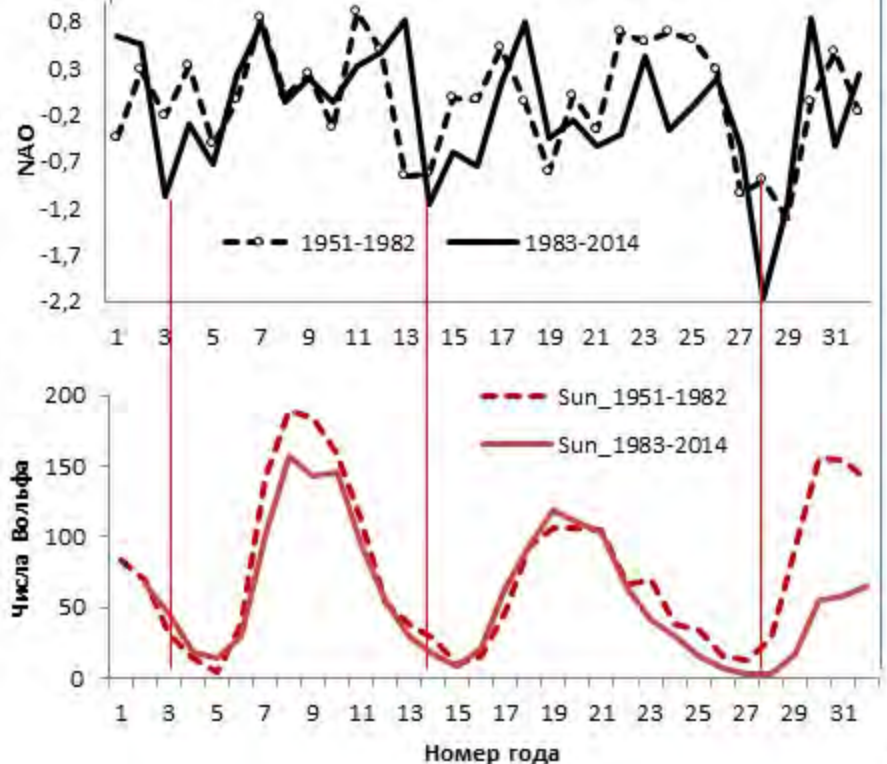
1. NAO содержит ритмы длительностью 32 года, внутри которых наблюдаются серии неперiodических колебаний.

Они повторяются через 32 года.

2. Обнаруженные ритмы 32 года в те же годы наблюдаются в изменениях солнечной активности (СА).

3. Известно о существовании резонансов между внутрисолнечными процессами и циклическими движениями планет. [С.М. Шугрин. Космическая организованность биосферы и ноосферы. РАН «Наука», 1999.]

Гипотеза: ритмы на Земле и на Солнце задаются вращением планет и Луны



Расстояние Земля-Солнце (R) зимой и NAO без тренда.

Сглаженные значения по 3-х летиям



За 1983-2014 годы обнаружено **ритмическое сходство** между изменениями зимнего индекса NAO и расстоянием от Земли до Солнца зимой.

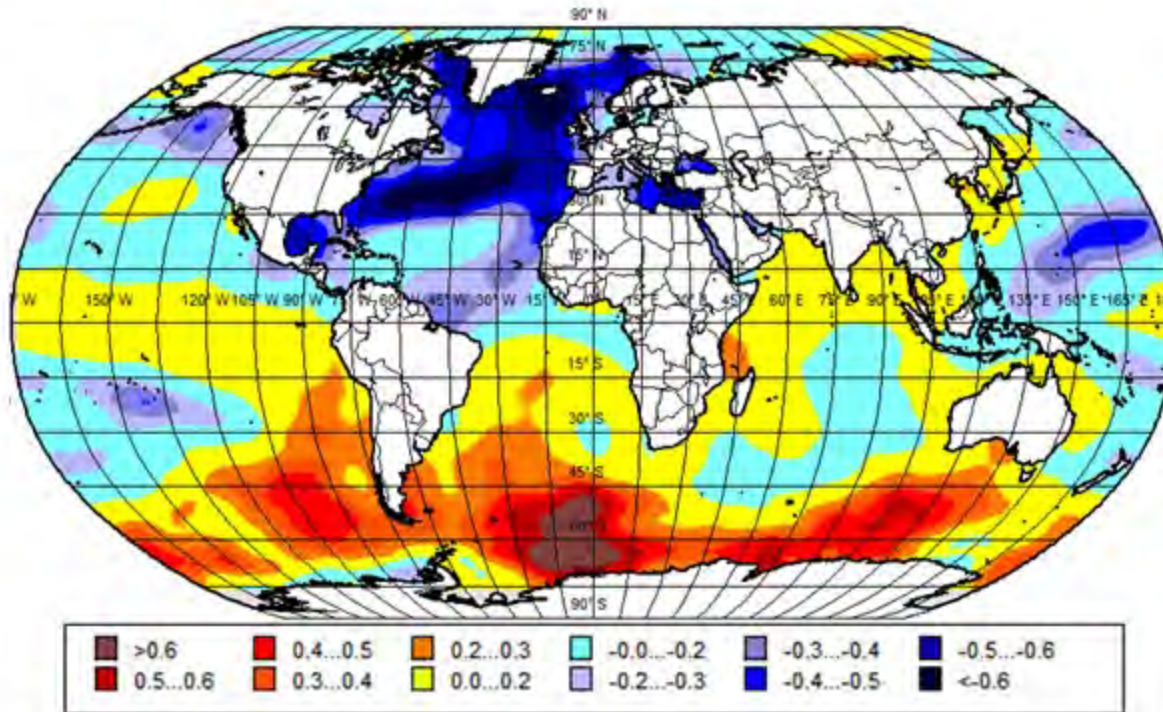
$$R = 0.36$$

При сближении Земли с планетами или Луной изменяется расстояние от Земли до Солнца.

Одновременно изменяется индекс NAO

Внешний фактор – вариации скорости вращения Земли.

Коэффициент корреляции между среднегодовой продолжительностью суток и среднегодовой температурой поверхности океана в узлах географической сетки за 1935-2005 годы



Увеличение скорости вращения Земли сопровождается повышением ТПО над теплыми течениями и понижением ТПО над холодными течениями.

Колебательная система климата

Правило 2:

Климатическая система является колебательной системой и обладает всеми свойствами диссипативных колебательных систем.

Колебательная система – это физическая система, в которой в результате нарушения состояния равновесия возникают собственные колебания, обусловленные свойствами самой системы.

Колебания на собственных частотах— это колебания под действием внутренних сил после того, как система выведена из состояния равновесия

Собственные частоты климатической системы определяются физико-географическими условиями регионов :

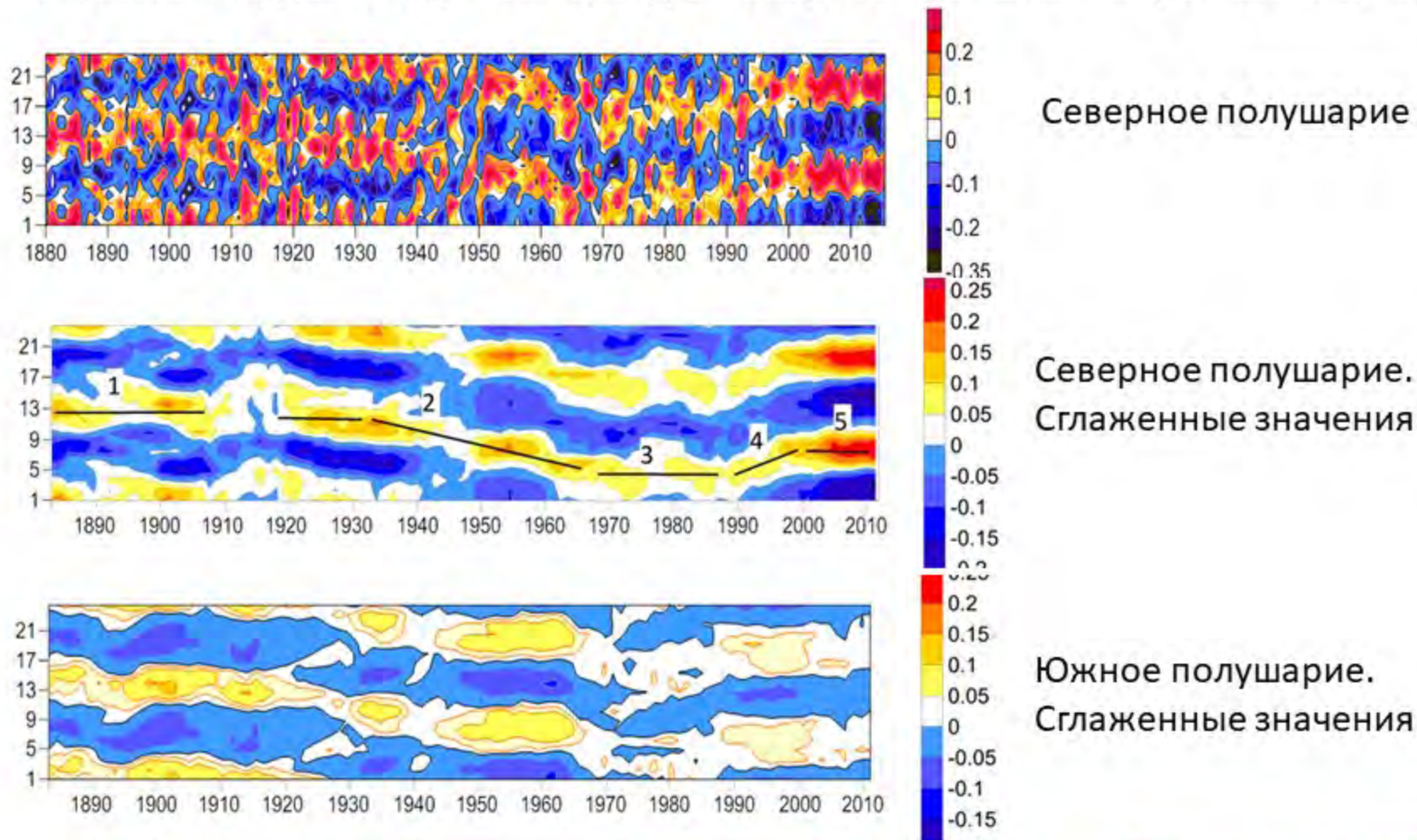
- сезонно-широтных особенностей притока солнечной энергии,
- распределения суши и океанов,
- рельефа суши и морского дна,
- термодинамических характеристик атмосферы, суши и океана
- и т.д.

Воздействия на колебательную систему

5. Любой колебательной системе можно придать колебания большой амплитуды двумя способами:
 - а) однократно передать ей высокоэнергичное возмущение – колебания большой амплитуды возникнут в системе незамедлительно;
 - б) минимальными усилиями многократно в резонанс добавлять возмущающую энергию – колебания в этом случае будут раскачиваться постепенно и достигнут большой амплитуды через некоторое время.
6. Из состояния равновесия систему выводят внешние воздействия;
7. Внешнее воздействие может быть: параметрическое; резонансное и квазирезонансное
8. Квазирезонансное воздействие вызывает биения колебаний.
9. В моменты наступления резонанса или биений колебания усиливаются за счет высвобождения внутренней энергии.
10. Воздействие космоса многочастотное, но из всех частот воздействий космоса только резонансные или квазирезонансные частоты являются эффективными.

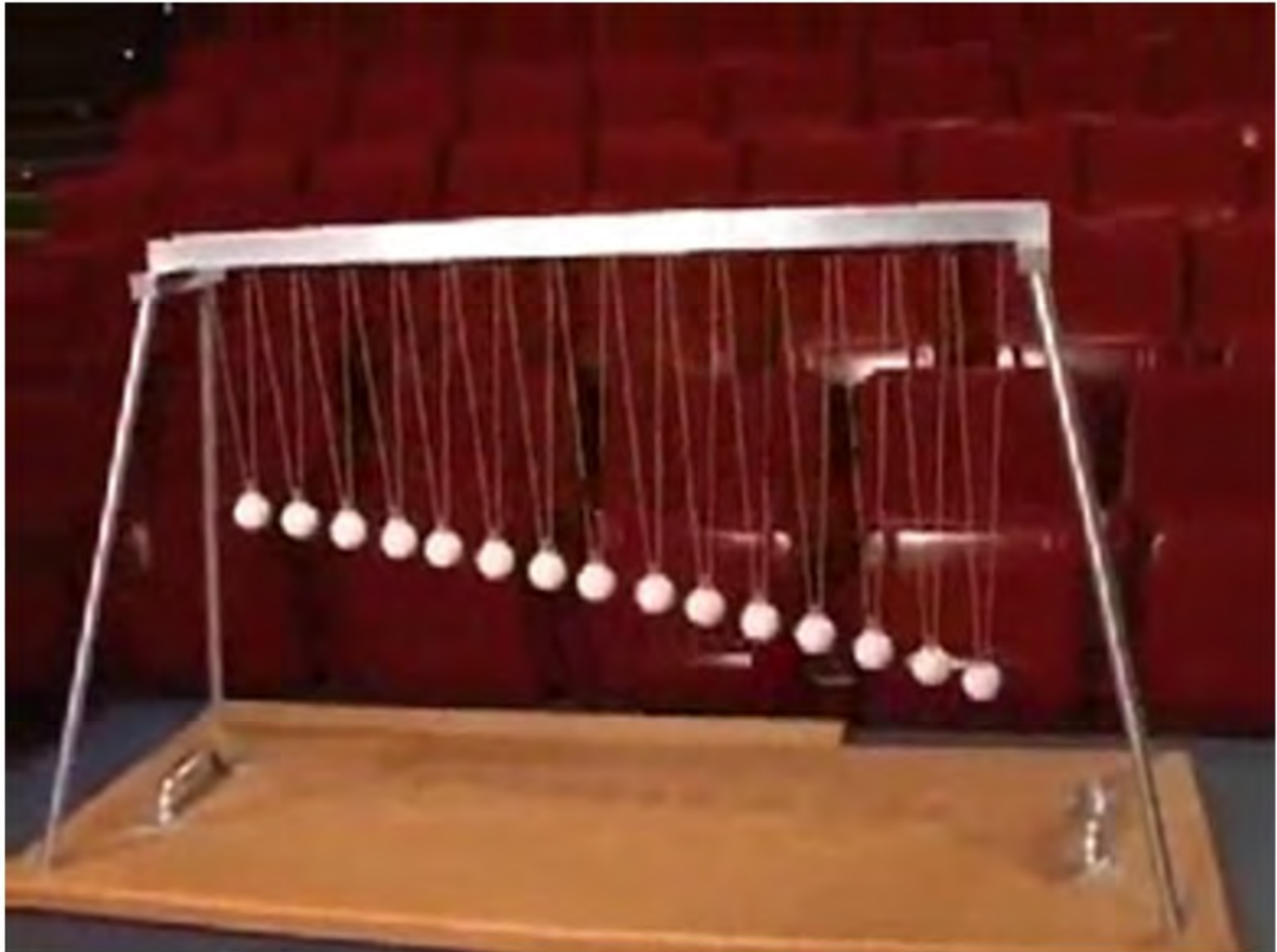
Биения и резонанс Лунно-Солнечных приливов с периодом 27.32 сут. и колебаний ТПО с собственным периодом 28.095 сут

Аномалии годового хода температуры поверхности океана в широтной зоне 45-70°.



1935-1965гг период биения около 355 суток. В 1990-1997 году биения через 382 сут. Известно, что 355 или 382 суток – это Лунно-Солнечный год

Пример свободных колебаний и резонансов

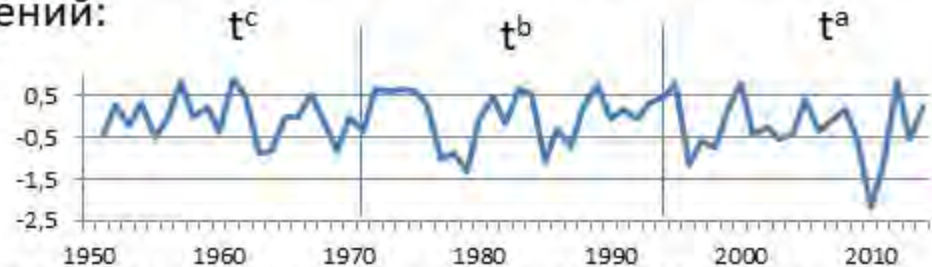


Выделение ритмов и прогноз

Ритмические повторения бывают не более 3-х раз

1. Задаем пробный период τ и строим три отрезка (a, b и c) ряда t_j длительностью τ , каждый из которых состоит из значений:

- a) $t_{n-\tau+1}, t_{n-\tau+2}, t_{n-\tau+3}, \dots, t_n$
- b) $t_{n-2\tau+1}, t_{n-2\tau+2}, t_{n-2\tau+3}, \dots, t_{n-\tau}$
- c) $t_{n-3\tau+1}, t_{n-3\tau+2}, t_{n-3\tau+3}, \dots, t_{n-2\tau}$



2. По отрезкам рядов t_i^b и t_i^c получаем осредненные значения эталона

$$t_i^s = (t_i^b + t_i^c) / 2 \quad \text{где} \quad i = \overline{1, \tau}$$

3. Сравниваем значения t_i^s с независимыми данными отрезка t_i^a

4. Повторяем вычисления при разных пробных значениях τ и из всех вариантов выбираем τ , при котором различия были минимальными.

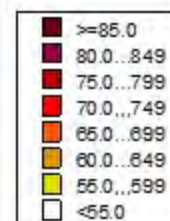
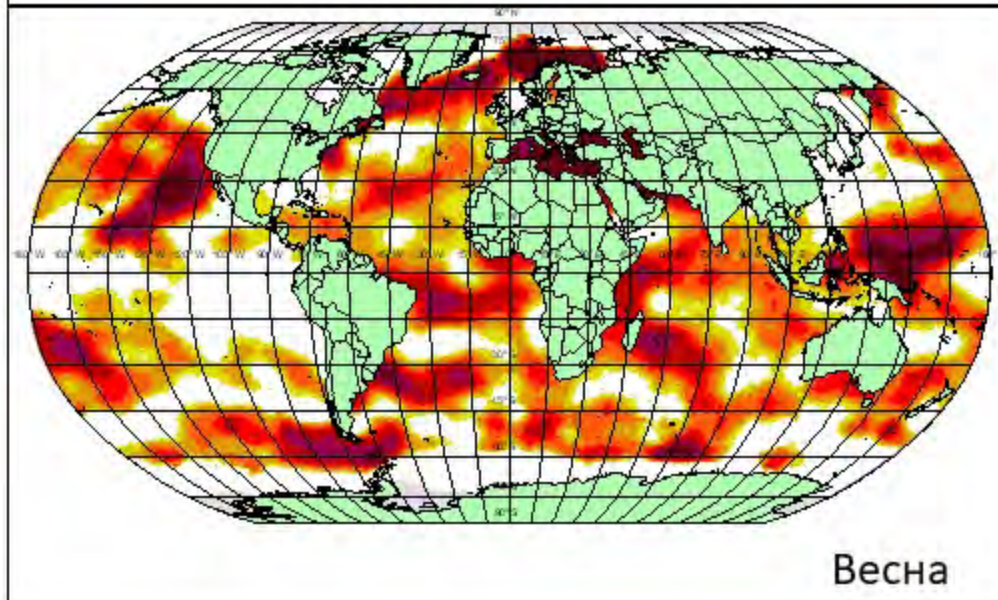
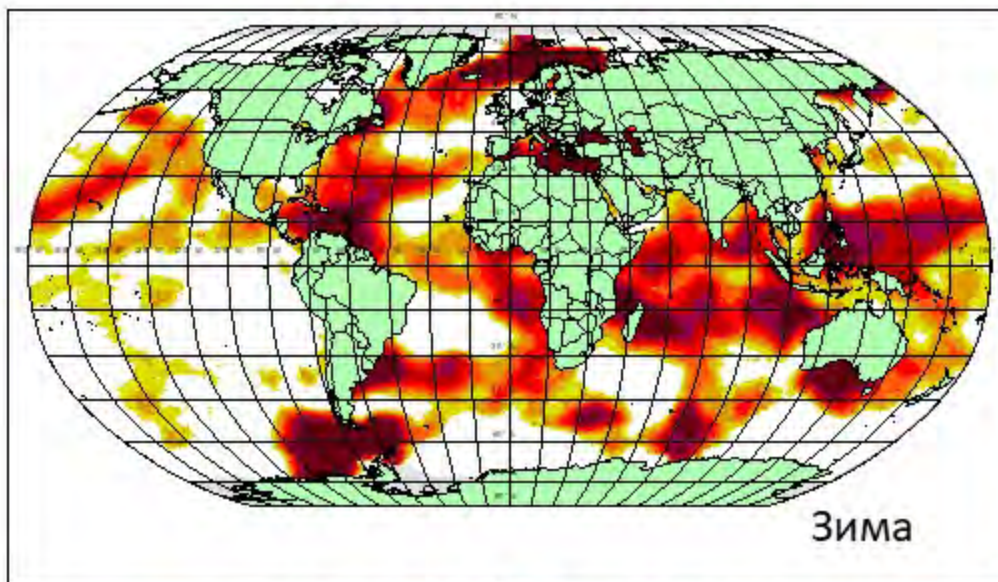
5. Из отрезков $t_i^{1e} = (t_i^a + t_i^b + t_i^c) / 3$ получаем первый эталон колебаний и вычитаем его из исходного ряда.

6. Задаем второй пробный период τ и повторяем действия пп.1-5, получаем второй эталон и т.д.

7. Решаем уравнение множественной регрессии между исходными данными и всеми эталонами составляющих колебаний.

8. По уравнению и проекциям эталонов вычисляем прогностическое значение

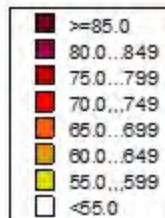
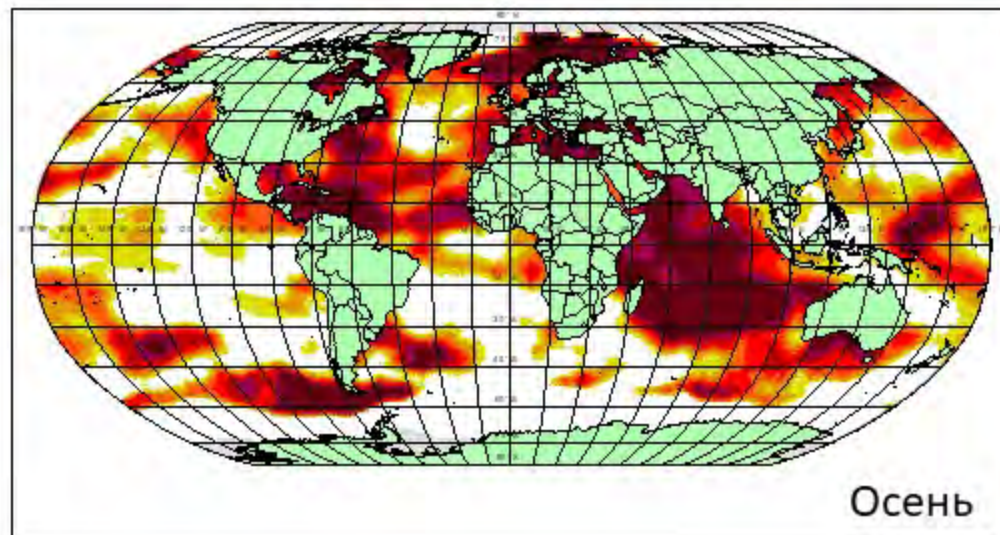
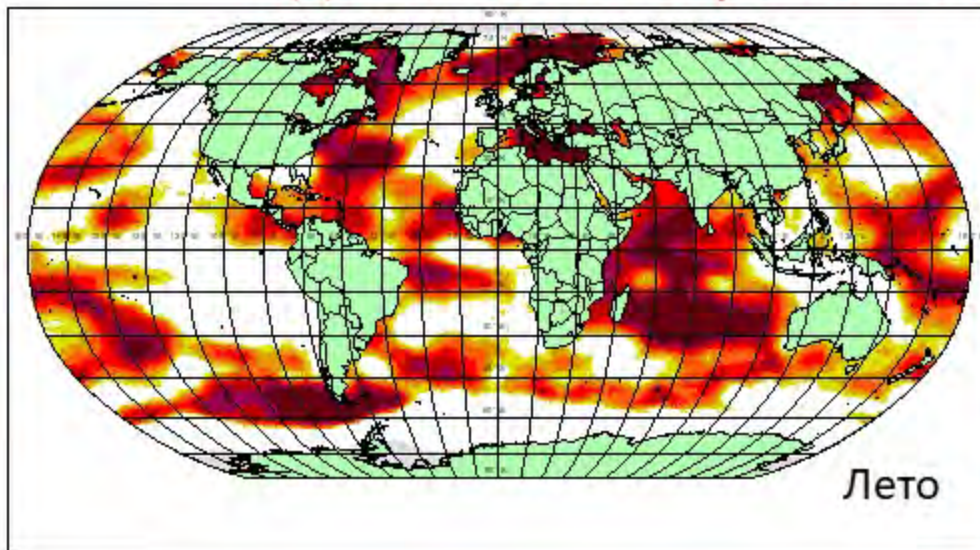
Оправдываемость (%) прогноза знака сезонных аномалий ТПО с годовой заблаговременностью. Зима и весна



Оценки по прогнозам за 2001-2016 гг.:

Оправдываемость >70% достигается преимущественно в местах океанических течений

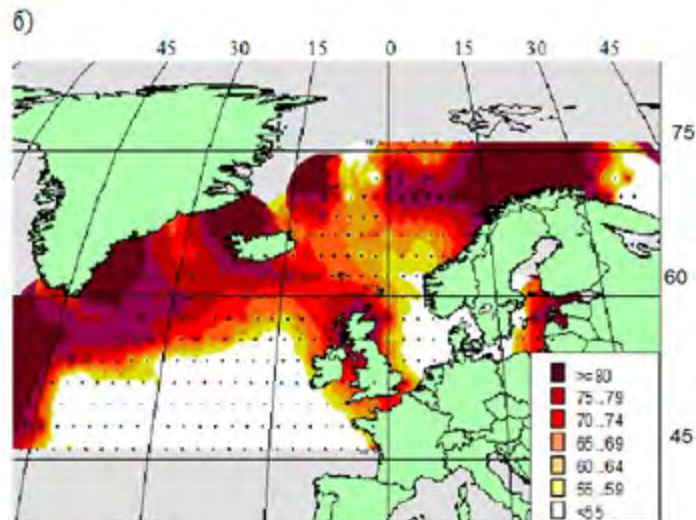
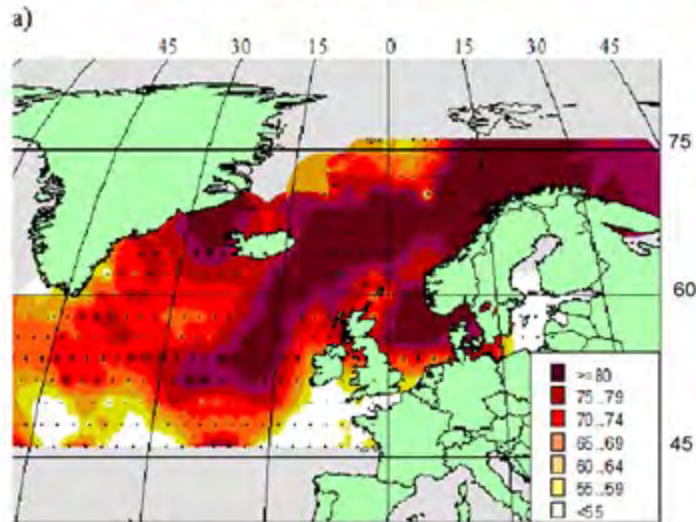
Оправдываемость (%) прогноза знака сезонных аномалий ТПО с годовой заблаговременностью. Лето и осень



Оценки по прогнозам за 2001-2016 гг.:

Оправдываемость >70% достигается преимущественно в местах океанических течений

Оценки оправдываемости прогноза месячных аномалий ТПО с заблаговременностью один год в районе Северо-Атлантического, Норвежского и Восточно-Гренландского течений.



Оценки по прогнозам за 2001-2016 гг.:
а) январь; б) июль

Оценки месячных прогнозов ТПО с заблаговременностью 1 и 2 года по региону Северной Атлантики

Среднеквадратические ошибки прогноза аномалий ТПО с заблаговременностью 1 и 2 года и среднеквадратическое отклонение исходных данных (СКО) (°C) по месяцам

Месяц	Янв	Фев	Мар	Апр	Май	Июн	Июл	Авг	Сен	Окт	Ноя	Дек
На 1 год	0.47	0.48	0.56	0.53	0.58	0.69	0.67	0.68	0.60	0.60	0.50	0.57
На 2 года	0.56	0.53	0.58	0.54	0.59	0.66	0.71	0.62	0.60	0.58	0.56	0.53
СКО	3.11	3.09	3.11	3.02	3.11	3.43	3.61	4.00	3.62	3.56	3.12	3.02

Оправдываемость (%) прогноза знака аномалий температуры в Северной Атлантике с заблаговременностью 1 и 2 года по месяцам

Месяц	Янв	Фев	Мар	Апр	Май	Июн	Июл	Авг	Сен	Окт	Ноя	Дек
На 1 год	75.8	79.9	73.9	76.9	75.5	71.7	67.9	68.2	75.8	76.2	82.6	74.3
На 2 года	77.9	78.6	73.2	78.1	75.6	72.8	67.9	70.1	76.9	78.5	78.4	77.2

Заключение

1. Климатическая система является колебательной системой со своими собственными частотами в каждой воздушной массе в зависимости от региона формирования воздушной массы.
2. Смена сезона сопровождается смещением по широте климатологических фронтов и сменой воздушной массы на фиксированной станции.
3. Поэтому циклы температурных изменений не переходят в следующий сезон, но имеют продолжение через год в одноименном сезоне.
4. Зависимость температурных условий одного сезона от другого слабее циклических межгодовых связей температуры одноименных сезонов.
5. Колебания на собственных частотах— это колебания под действием внутренних сил после того, как система выведена из состояния равновесия.
6. Из состояния равновесия колебательную систему климата выводят внешние квазирезонансные воздействия космоса;
7. Квазирезонансное воздействие вызывает биения колебаний.
8. В моменты наступления резонанса или биений колебания в климатической системе усиливаются за счет высвобождения внутренней энергии.
9. Прогностические Циклы необходимо искать в межгодовых колебаниях сезонных или месячных значений температуры.
10. Предложенный подход позволяет прогнозировать с годовой заблаговременностью среднемесячную ТПО в районах океанических течений с оправдываемостью знака аномалий более 70%