

**Особенности  
Синхронизации Полушарных  
вариаций температуры  
в масштабах Десятилетий  
по данным:**

- инструментальных наблюдений**
- климатической модели ИВМ РАН**

**Н.В. Вакуленко, Е.М. Володин, Д.М. Сонечкин**

Институт Океанологии им. П.П. Ширшова РАН  
Институт Вычислительной Математики им. Г.И. Марчука РАН

Выявлено, что у вариаций средних температур Северного и Южного полушарий, представленных в рядах инструментальных метеорологических наблюдений, имеют место резкие изменения

**межполушарной фазовой синхронизации**

при довольно небольших изменениях временных масштабов.

Во временных масштабах около **64, 20 и 8 лет** фактически существует **взаимно однозначная связь** между средними полушарными вариациями.

При этом амплитуды этих вариаций велики.

Вместе с тем, такая **связь отсутствует** между вариациями в масштабах **около 32 и 12 лет**. Амплитуды этих несинхронизованных вариаций столь невелики, что их происхождение может быть полностью отнесено на счет ошибок метеонаблюдений.

## МЕТОД

Вейвлетное преобразование (ВП)  $WT_b(a) = a^{-1/2} \sum_{t=t_1}^{t=t_n} X(t) G((t-b)/a)$

Если используется

вейвлетная функция Морле  $G(t) = \pi^{-1/4} \exp\{i \omega t\} \exp\{-t^2/2\}$

тогда  $WT_b(a) \equiv \text{Re} WT_b(a) + \text{Im} WT_b(a)$

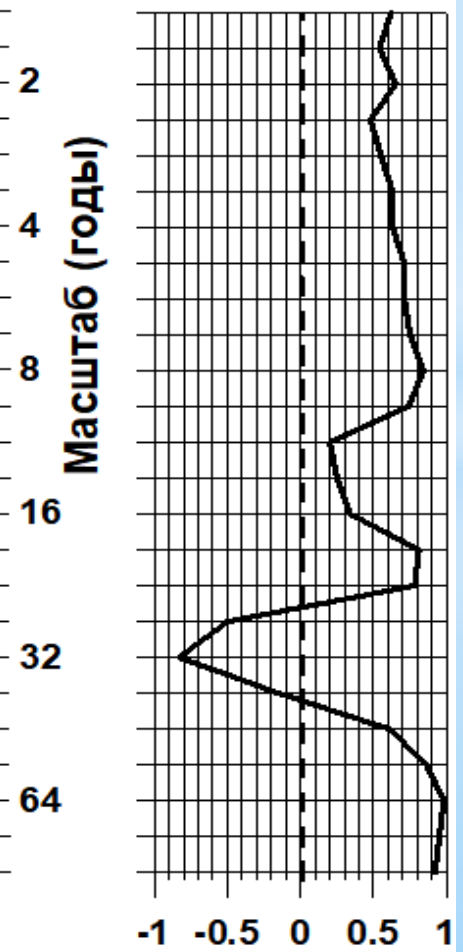
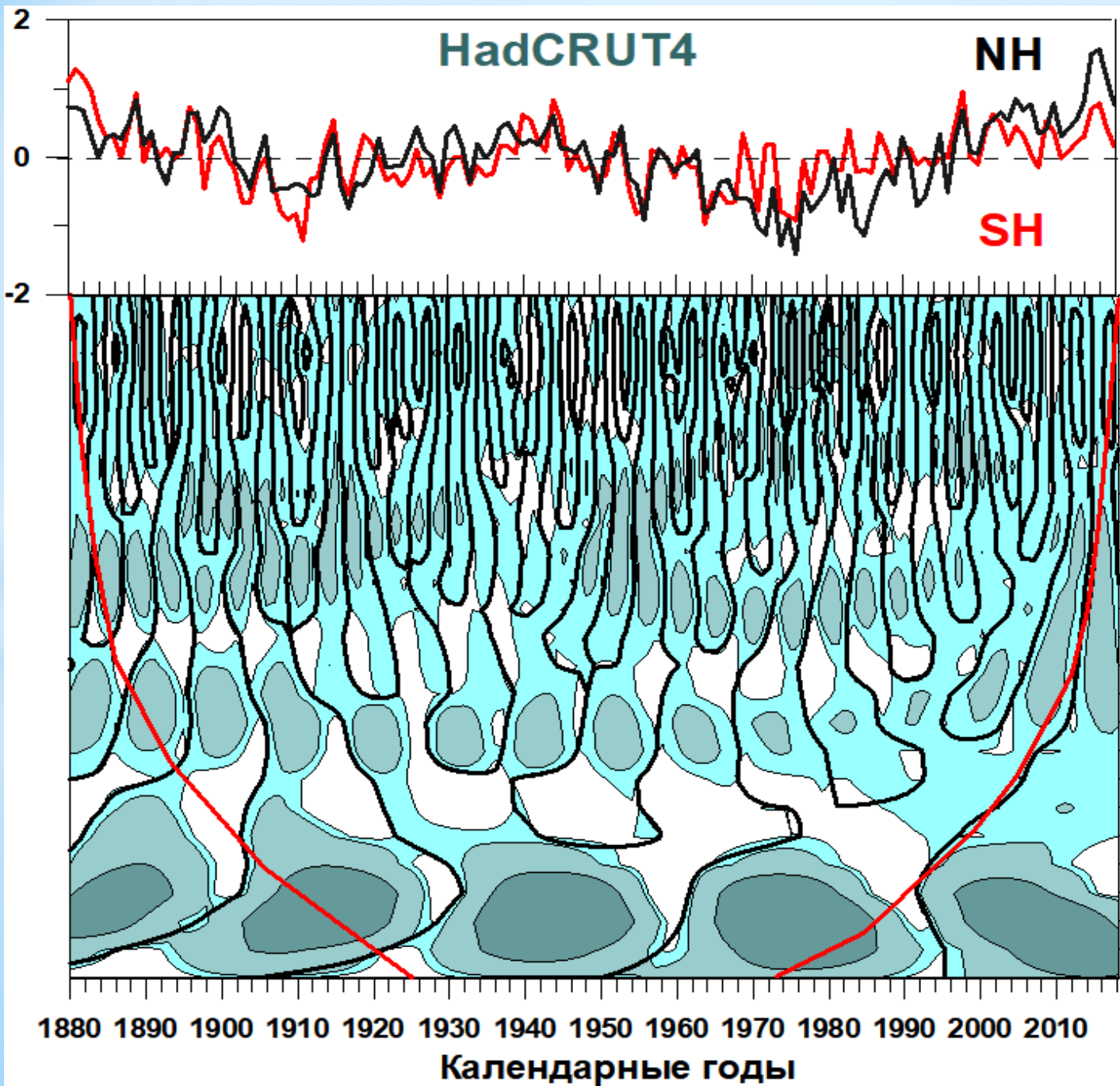
Определим вейвлетную кросскорреляцию между рядами как **произведение вещественных компонент** ВП этих рядов:

$$\text{CROSS}WT_b(a) = \text{Re} WT1_b(a) \cdot \text{Re} WT2_b(a)$$

**Положительная** величина произведения соответствует **синфазным** вариациям в сравниваемых рядах (цветные области), а **отрицательная** – **противофазным** (белые области).

Нулевые изолинии первого ряда  $\text{Re} WT1_b(a)$  показаны жирными линиями.

**График справа** – осредненные по времени величины произведения.

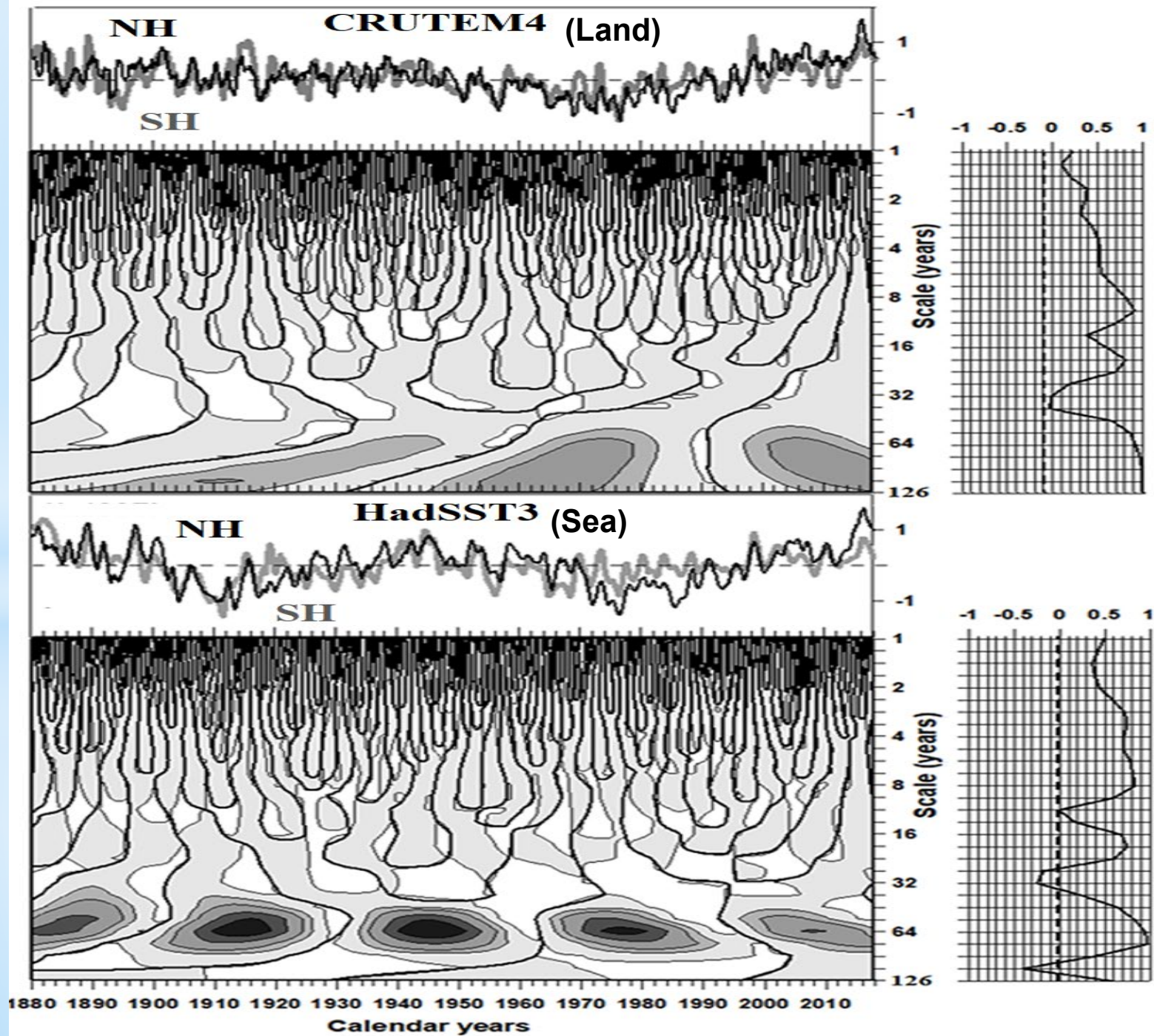


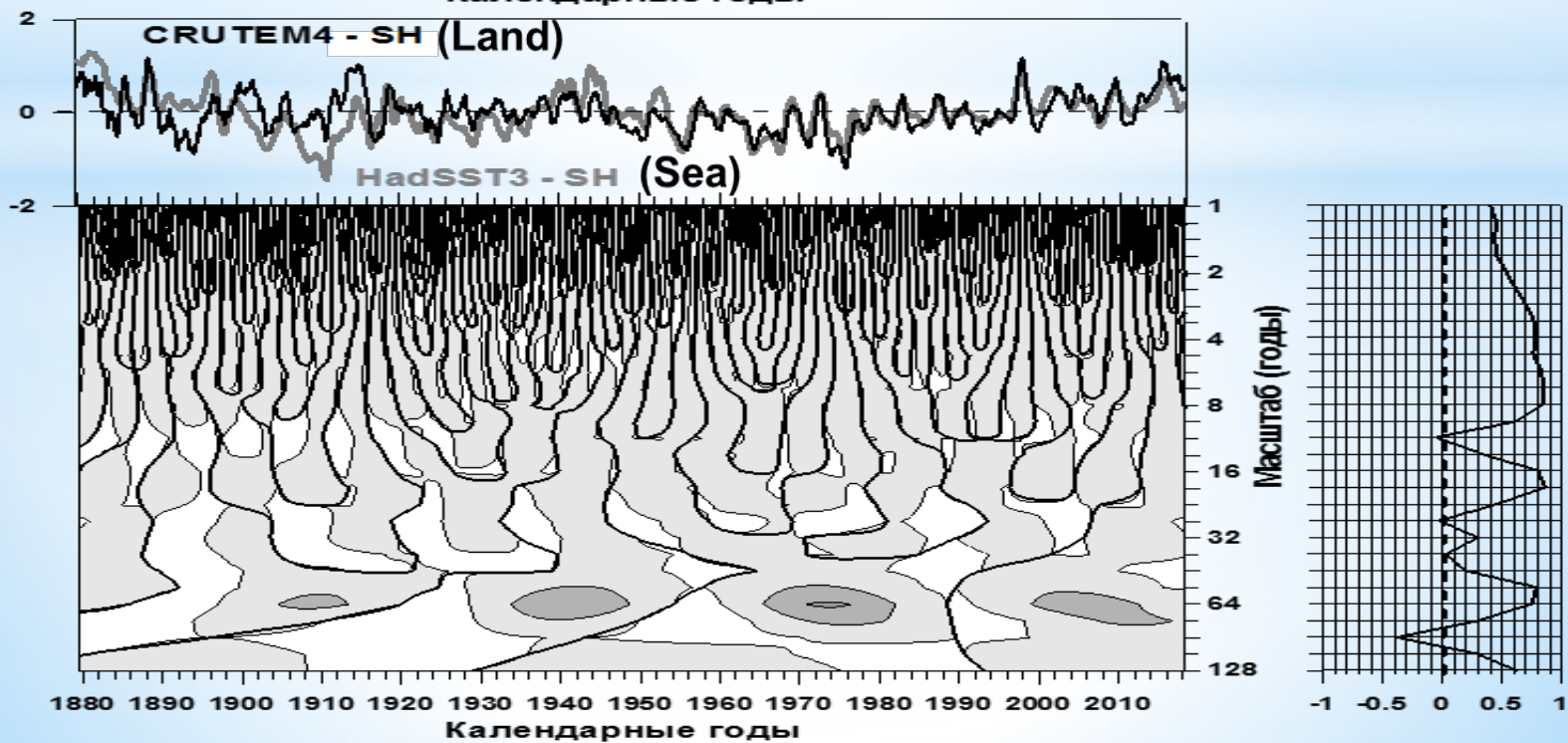
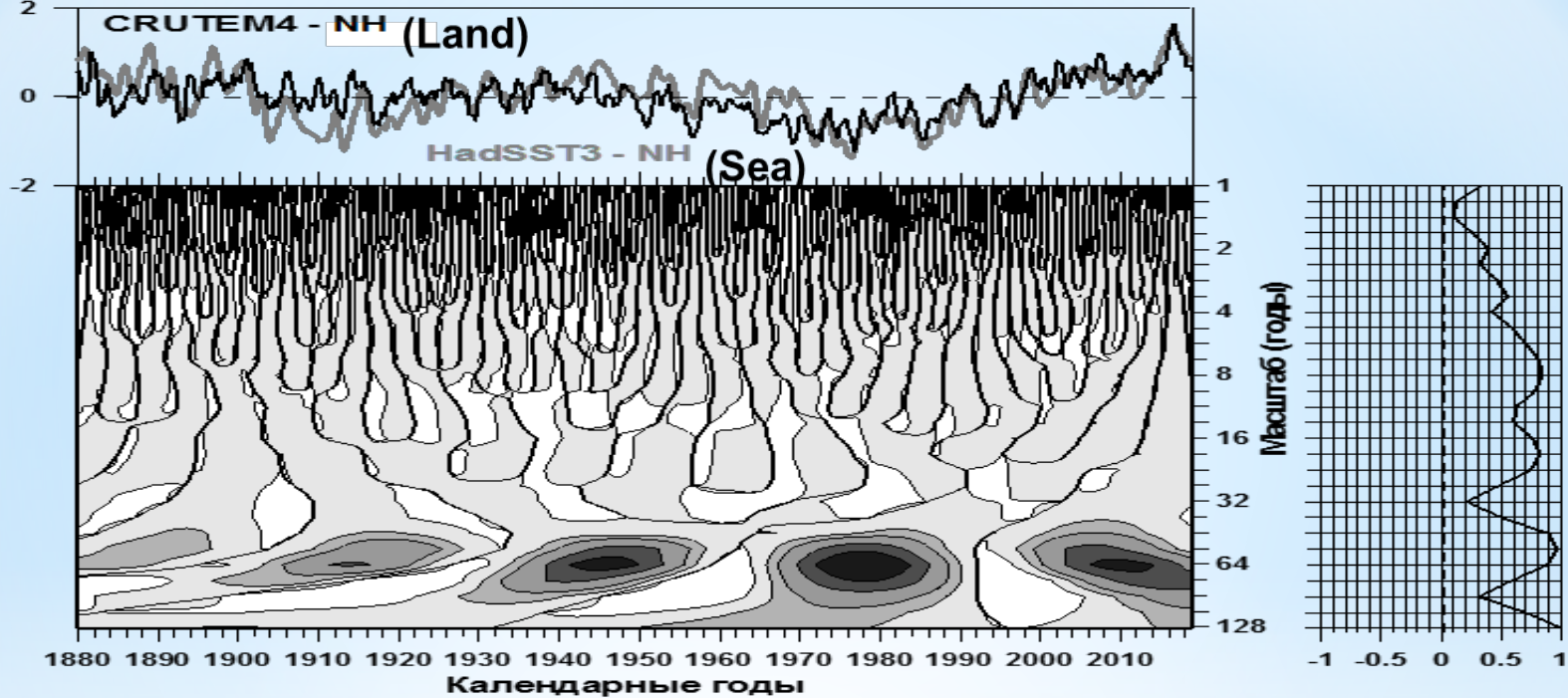
У вариаций средних приземных температур воздуха (СУШИ) – CRUTEM4 Северного и Южного полушарий, а также средних температур водной поверхности (МОРЯ) – HadSST3 Северного и Южного полушарий, представленных в рядах инструментальных наблюдений, обнаружены максимальные кросскорреляции во временных масштабах около 64, 20 и 8 лет и минимальная кросскорреляция в масштабах около 32 лет.

Таким образом, можно сделать вывод, что

### ХАРАКТЕР СИНХРОНИЗАЦИИ

между полушарными температурами СУШИ (МОРЯ), а также между температурами СУШИ и МОРЯ по каждому полушарию фактически такой же, как у вариаций средних температур Северного и Южного полушарий (HadCRUT4).





Возможными причинами высокой межполушарной фазовой синхронизации вариаций температуры в вышеуказанных временных масштабах могут быть **внешние периодические воздействия** на климатическую систему, одинаковые для обоих полушарий.

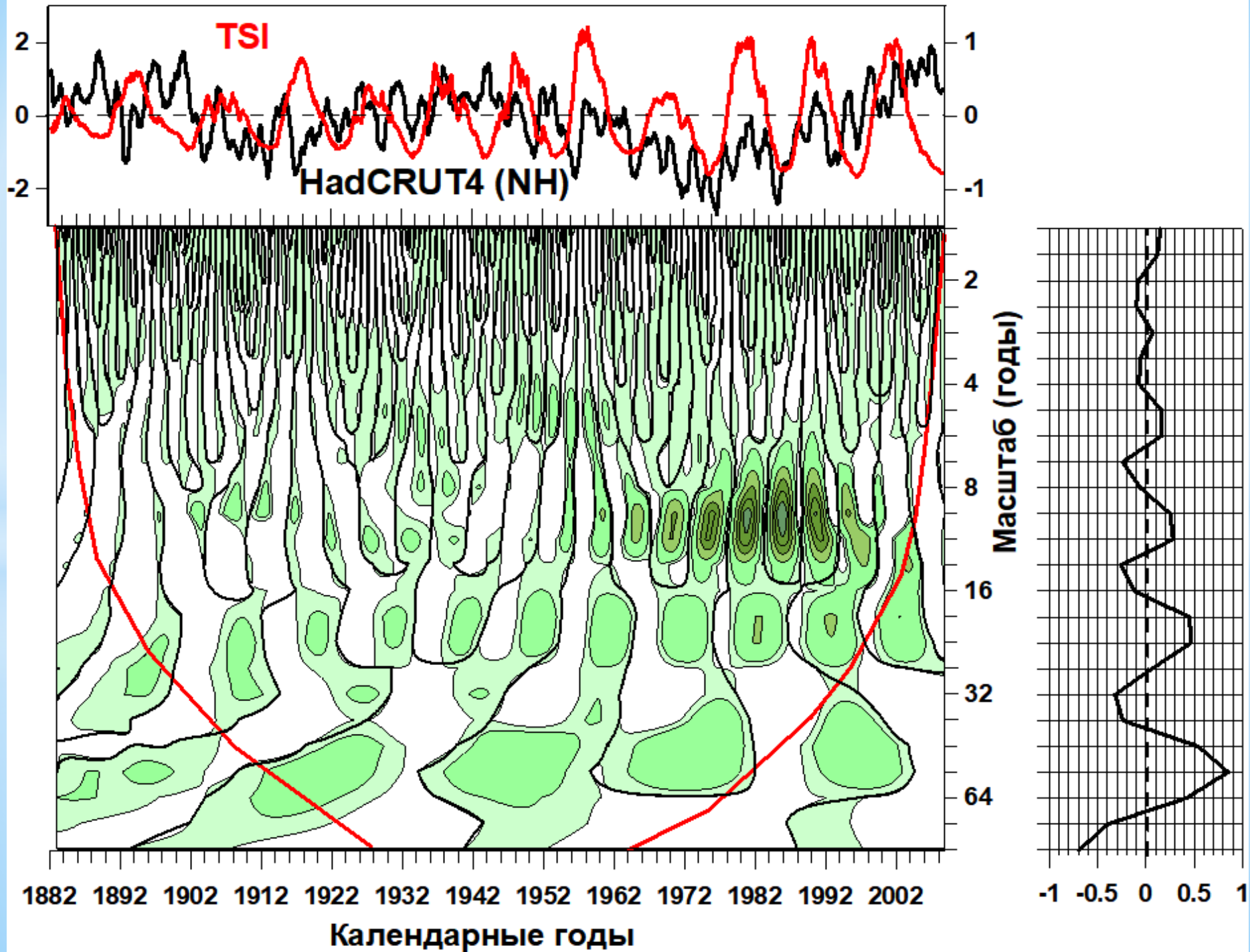
Это предположение подкрепляется анализами с помощью вейвлетов фазовых синхронизаций вариаций **приходящей солнечной радиации** с вариациями средних полушарных температур по данным наблюдений.

Эта синхронизация видна не только

на главном **11-летнем периоде солнечных пятен**, но и на его **супер- (5.5 лет) и суб- (22.0 года) гармониках**.

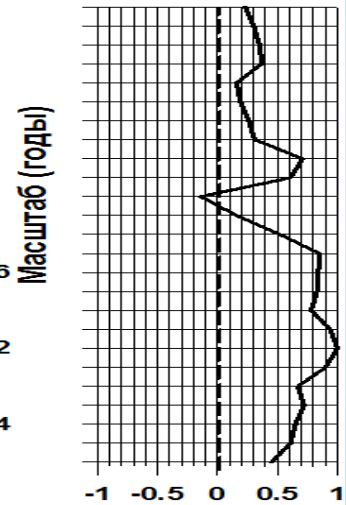
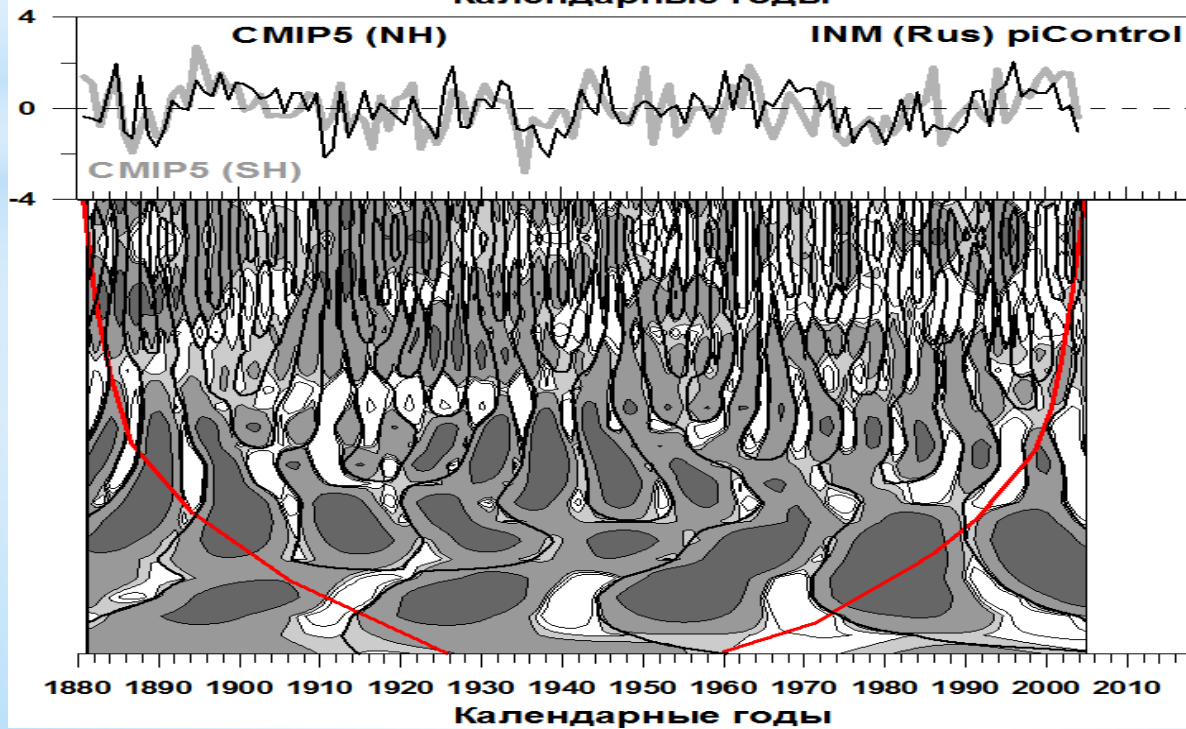
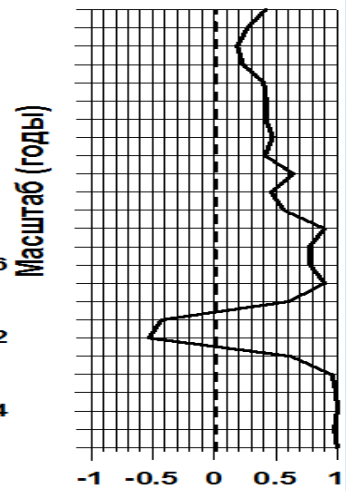
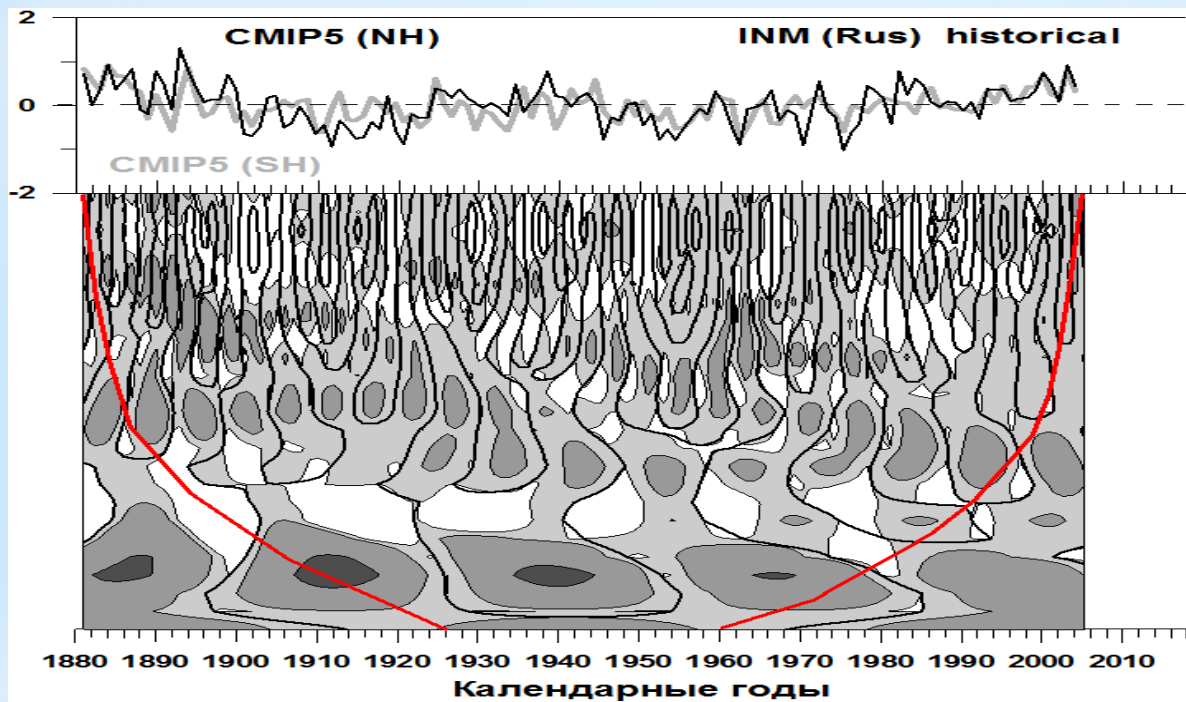
Из-за низкого качества метеонаблюдений в ранние годы эта связь проявляется только со второй половины 20-го века.





Моделированные температурные ряды (ИВМ РАН) обнаруживают резкие изменения межполушарной фазовой синхронизации в диапазоне временных масштабов нескольких десятилетий, подобные масштабам у реальных рядов, но при условии учёта в модели небольших изменений приходящей солнечной радиации и др. воздействий (эксперимент *historical*).

В более коротких временных масштабах (менее 16 лет) ни в эксперименте *pi-Control*, ни в эксперименте *historical* модель ИВМ РАН не принимает во внимание внешние периодические воздействия на климатическую систему, связанные с Чандлеровским колебанием полюсов Земли и Лунно-Солнечной нутацией оси вращения Земли.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С помощью техники **вейвлетных кросскорреляций**, были рассмотрены особенности **полушарных вариаций температуры**, представленных в рядах инструментальных метеонаблюдений с конца XIX века до настоящего времени.

1. Обнаружена **фазовая синхронизация** этих вариаций во временных масштабах **одного, двух и шести-семи десятилетий** и отсутствие такой синхронизации в промежуточных масштабах.
2. Найдено, что **моделированные температурные ряды** обнаруживают резкие изменения **межполушарной фазовой синхронизации** в диапазонах временных масштабов **нескольких десятилетий**, если в модели приняты во внимание небольшие изменения приходящей солнечной радиации и другие воздействия.
3. Возможными причинами этой высокой фазовой синхронизации могут быть **внешние периодические воздействия** на климатическую систему, одинаковые для обоих полушарий.