

Научный семинар

Причины изменений климата и вес антропогенной составляющей: модели и результаты. Оценки роли парниковых газов в изменениях климата

Естественная и антропогенная компоненты современного потепления климата

Д.Г. Замолодчиков
ЦЭПЛ РАН

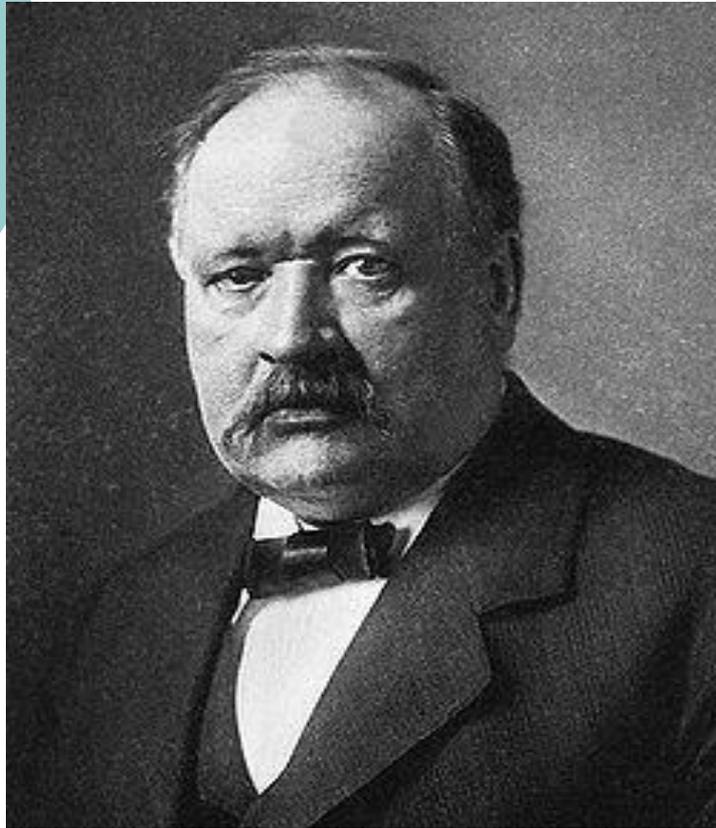


Москва, 29 июня 2021 г.

Основные положения концепции антропогенного потепления (согласно РКИК ООН, 1992)

- В результате человеческой деятельности произошло существенное увеличение концентрации парниковых газов атмосферы.
- Это приводит к потеплению поверхности и атмосферы Земли и может оказывать неблагоприятное воздействие на природные экосистемы и человечество.
- Стороны РКИК ООН обязуются предпринимать меры по ограничению антропогенных выбросов парниковых газов

- Сванте Аррениус (1859-1927) открыл парниковый эффект атмосферы.



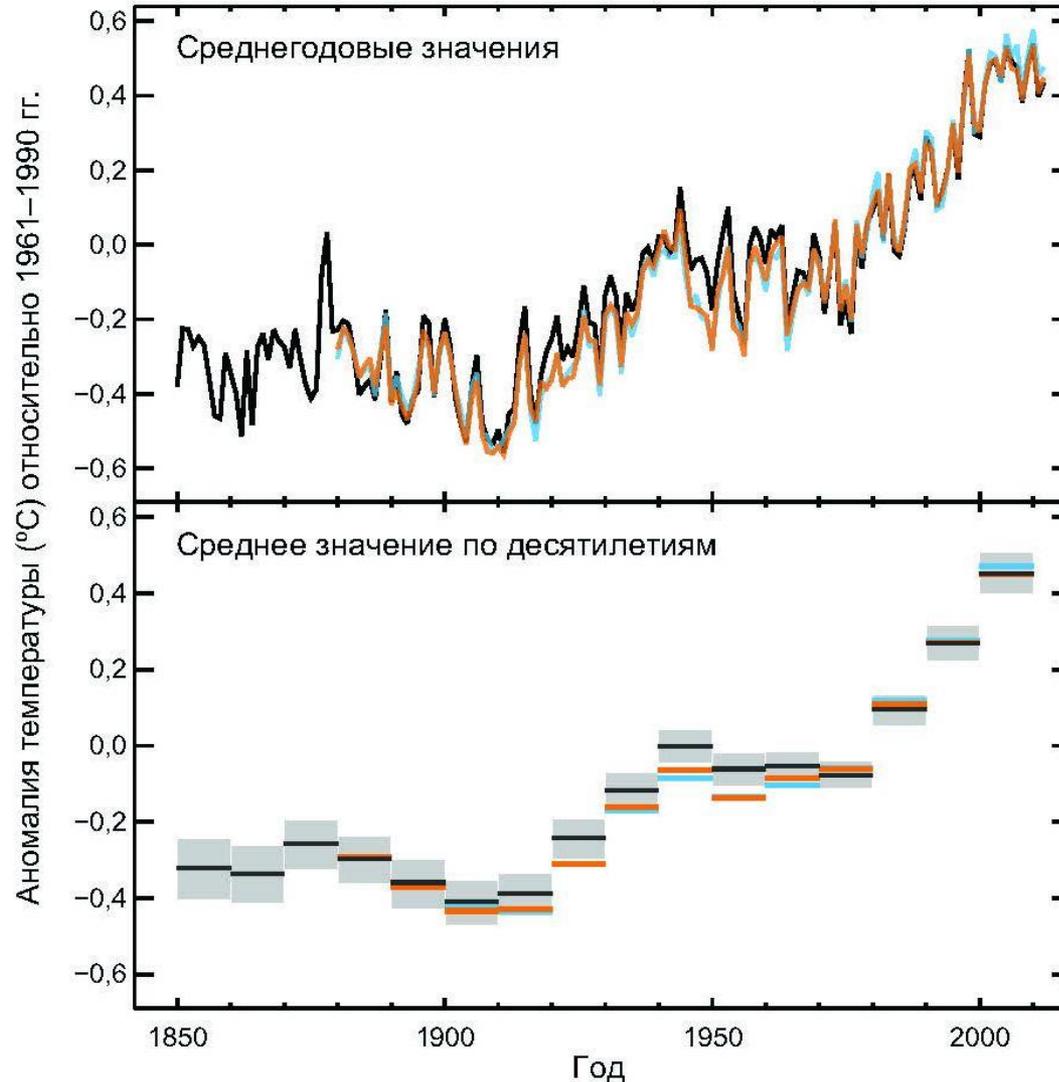
- Будыко Михаил Иванович (1920-2001) – один из авторов концепции глобального потепления.



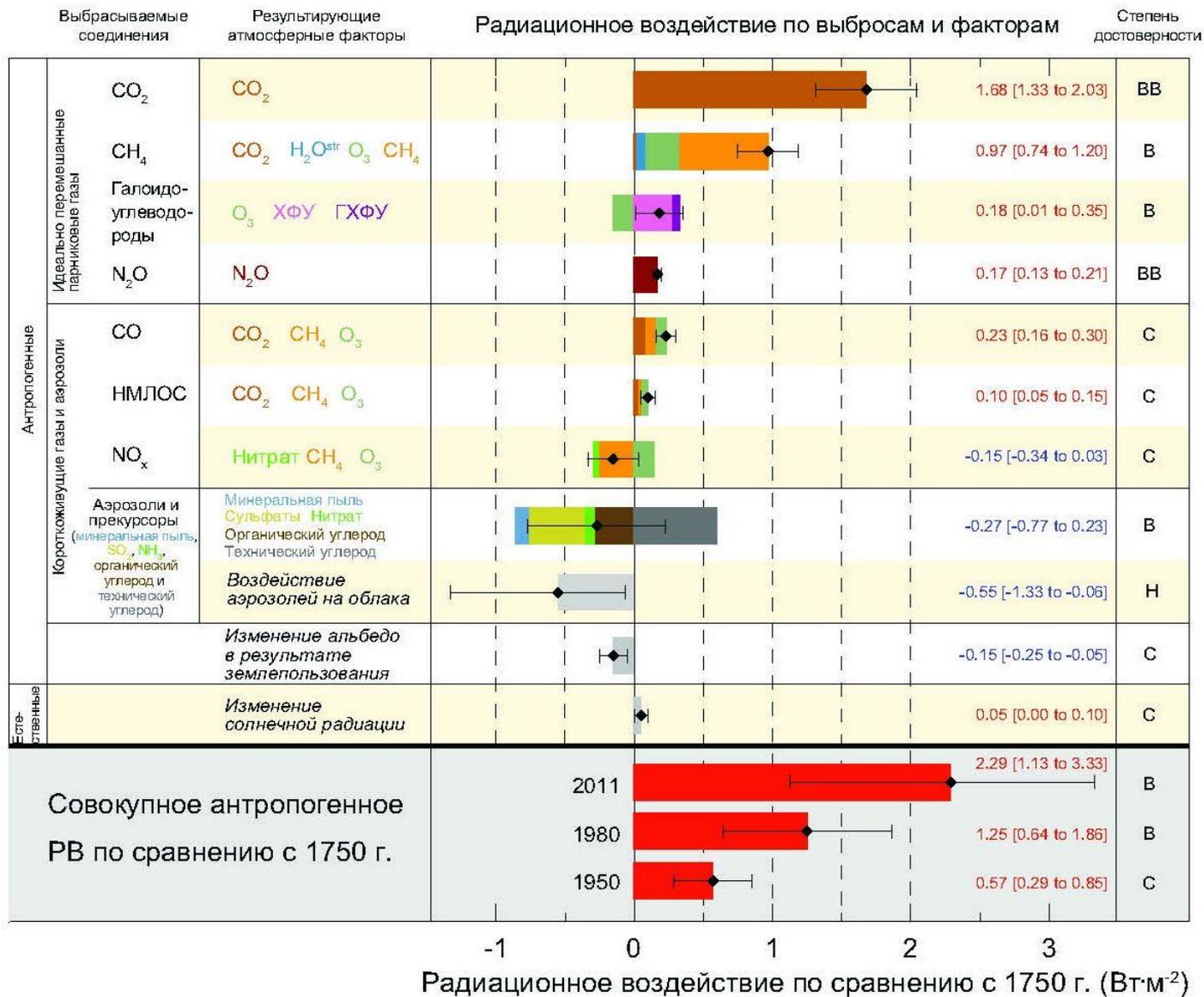
Рост глобальной температуры согласно 5-му докладу МГЭИК

Наблюдаемая в период 1850–2012 гг. средняя глобальная аномалия совокупной температуры поверхности суши и поверхности океана

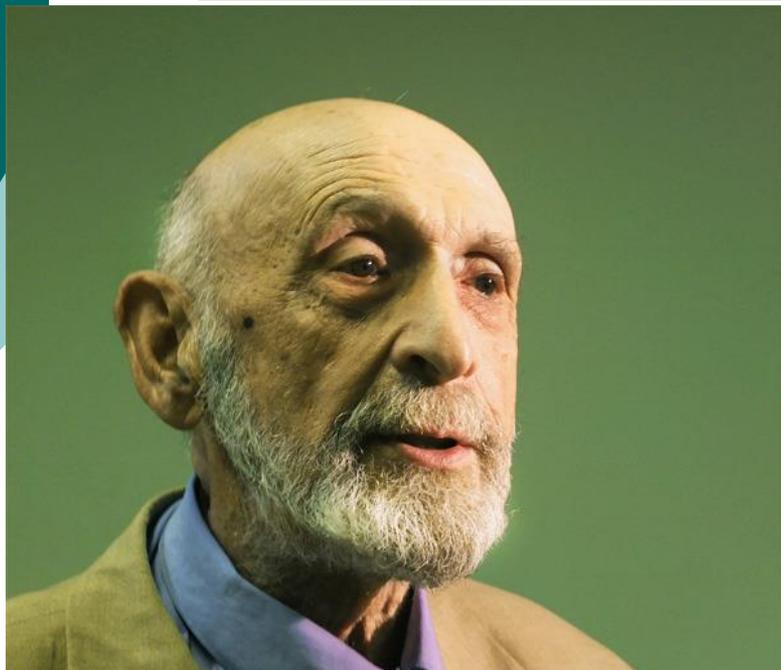
а)



Факторы изменения климата согласно 5-му докладу МГЭИК



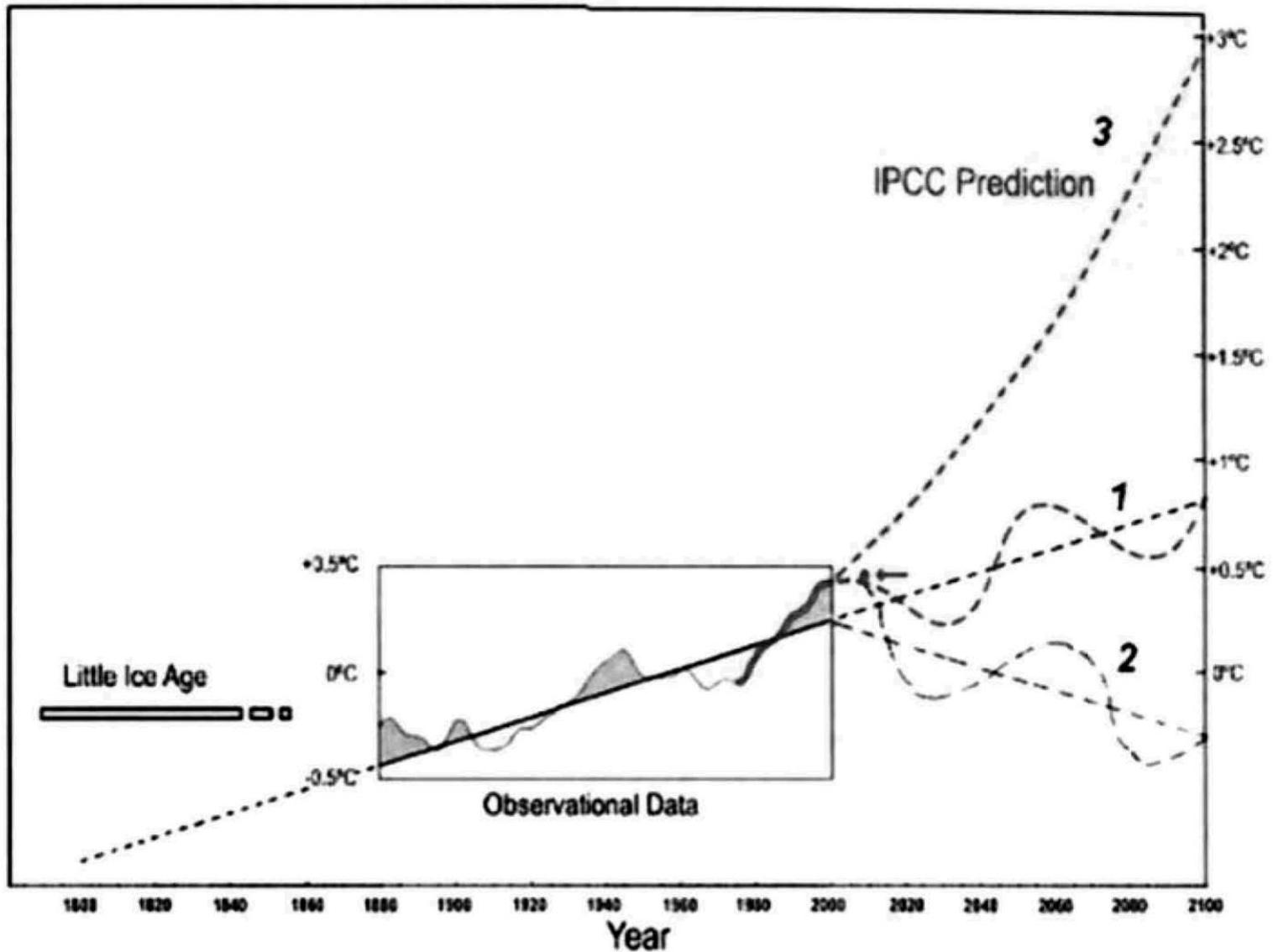
З.М. Гудкович (1925-2014) – представитель климатических скептиков



М.М. Сомов и З.М. Гудкович на СП-5
(фото с сайта <http://www.polarpost.ru/>)



Концепция естественного потепления – восходящая ветвь долговременного цикла



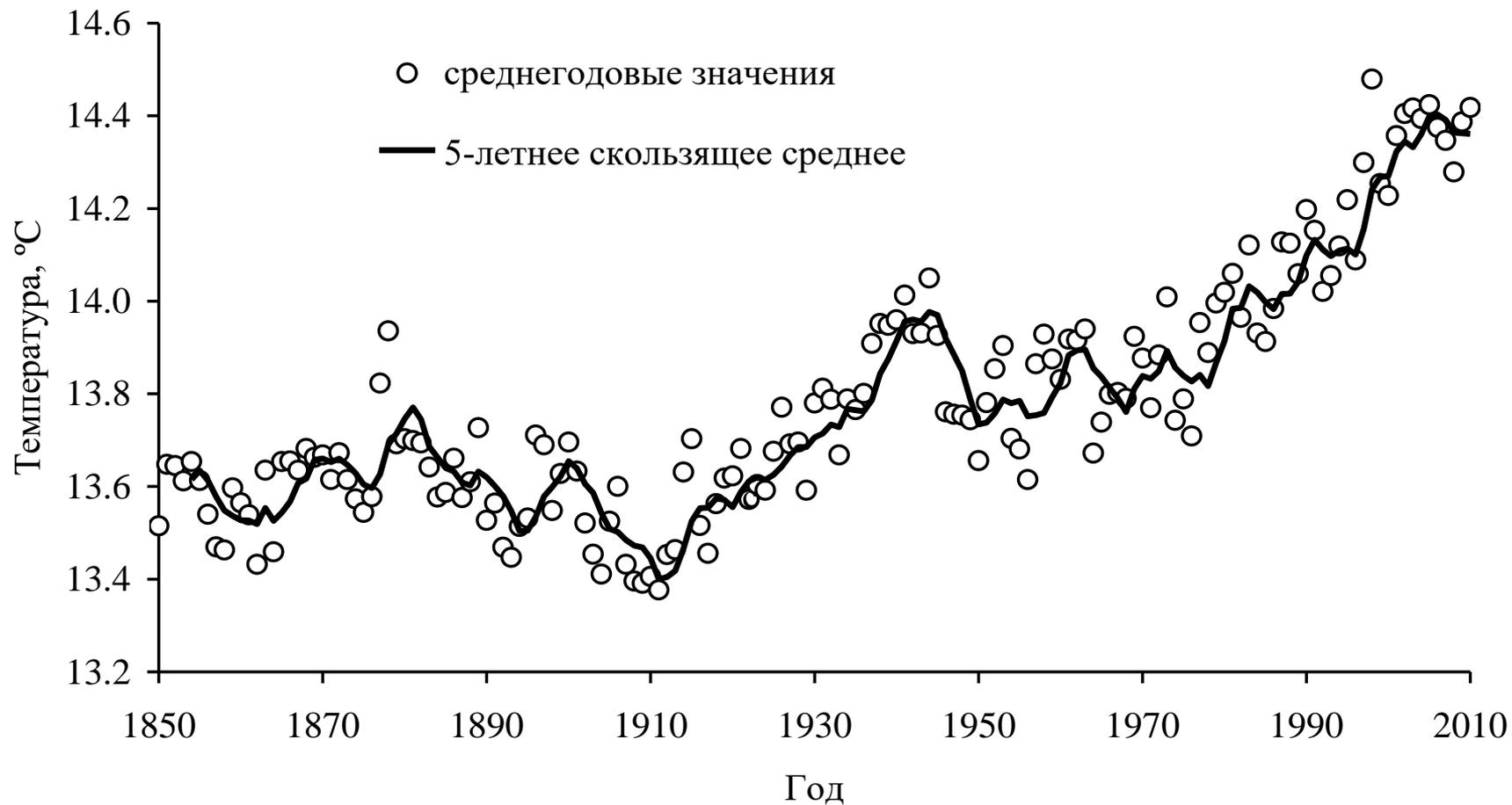
Источники информации

- Массив данных по аномалиям глобальной температуры за 1850-2015 гг. Центра анализа информации по диоксиду углерода (Оак Ридж, США)
<http://cdiac.ornl.gov/trends/temp/jonescru/jones.html>
- Исторические сведения по динамике атмосферной концентрации CO₂ за 1850-1958 гг.
http://www.earth-policy.org/books/frep/frep_data
- Данные мониторинга атмосферной концентрации CO₂ по станции Мауна-Лоа Национального управления океанических и атмосферных исследований (Боулдер, США)
http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/co2_data_mlo.html

Источники информации

- Сеть палеоклиматических реконструкций Национального управления океанических и атмосферных исследований (Боулдер, США) <http://www.ncdc.noaa.gov/paleo/pubs/pcn/pcn.html>
- Сведения по глобальной динамике эмиссий CO₂ от сжигания ископаемого топлива Центра анализа информации по диоксиду углерода (Оак Ридж, США) http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/tre_glob.html
- Прогнозные сценарии антропогенных эмиссий и атмосферных концентраций CO₂, предложенные МГЭИК http://www.ipcc-data.org/ddc_co2.html

Динамика глобальной температуры



Обобщенное уравнение для описания динамики температуры

$$T = a + F(x) + c_1 \sin(c_2 + c_3 Y) + d_1 \sin(d_2 + d_3 Y)$$

T – средняя глобальная температура, °C

$F(x)$ – функция тренда

Y – порядковый номер года

a – постоянный параметр

$c_1, c_2, c_3, d_1, d_2, d_3$ – параметры циклов.

Уравнение 1 – линейный тренд восстановления после малого ледникового периода

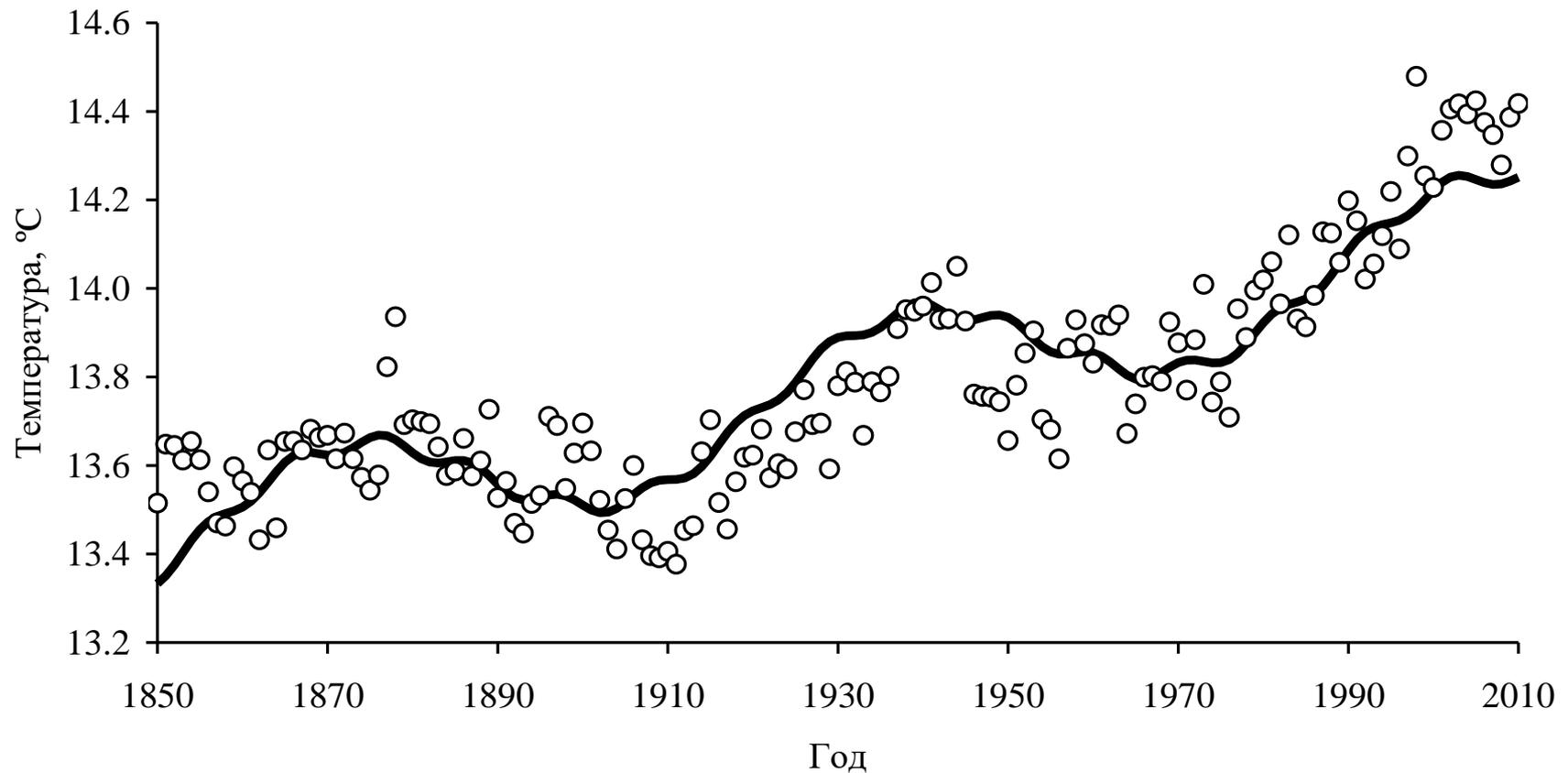
$$T = 5.03 + 0.00453 Y - \\ - 0.138 \sin(10.0 + 0.0945 Y) + \\ + 0.0187 \sin(0.600 Y)$$

$$R^2=0.789, P<0.01, n=161$$

Цикл 1: период 66 лет, амплитуда 0.3 °C

Цикл 2: период 10.5 лет, амплитуда 0.04 °C

Описание динамики глобальной температуры уравнением 1



Уравнение 2 – три циклические КОМПОНЕНТЫ

$$T = 13.8 - 0.302 \sin(0.024 Y) - \\ - 0.131 \sin(-9.40 + 0.104 Y) + \\ + 0.0222 \sin(0.600 Y)$$

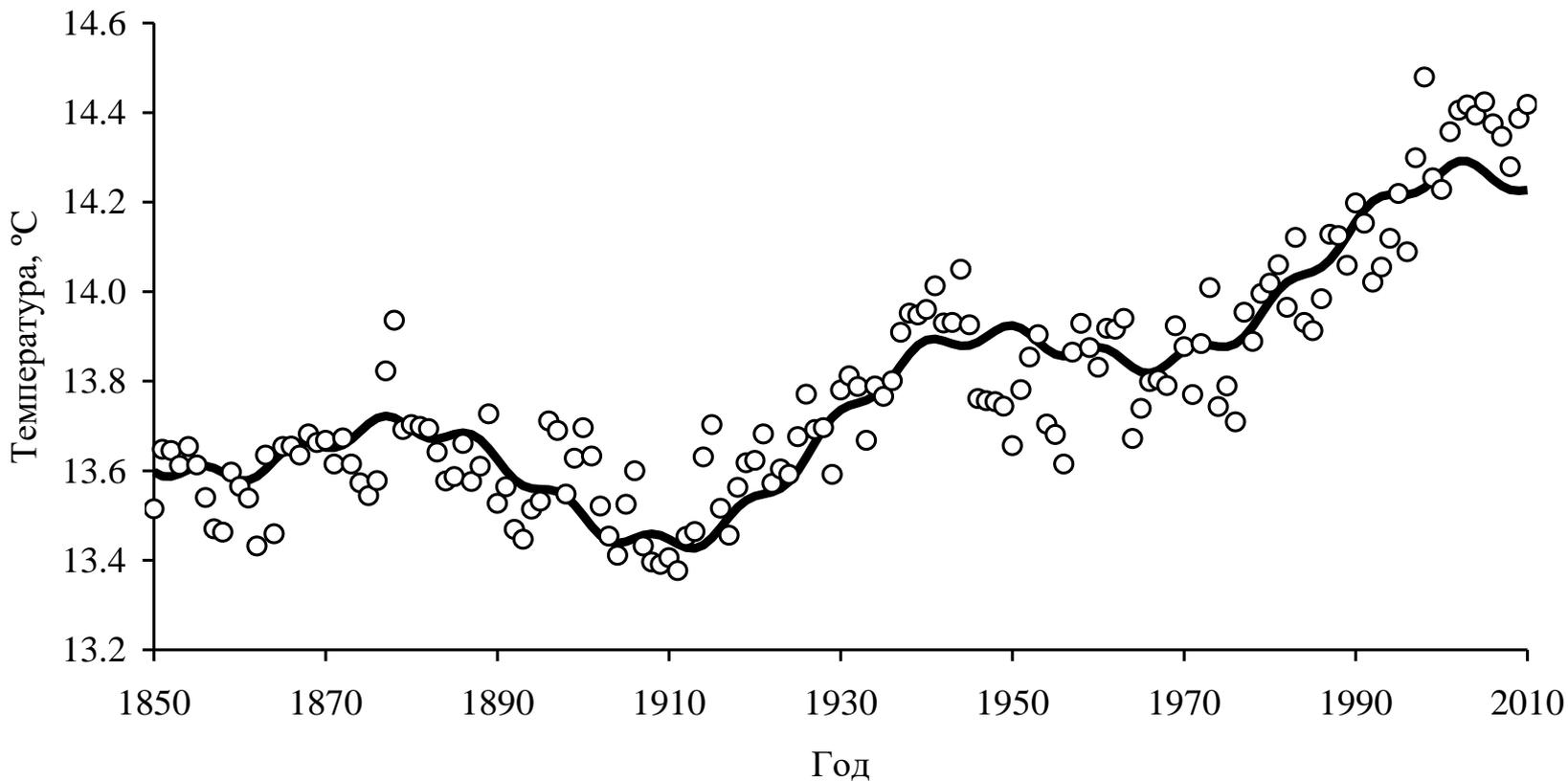
$$R^2=0.852, P<0.01, n=161$$

Цикл 1: период 230 лет, амплитуда 0.6 °C

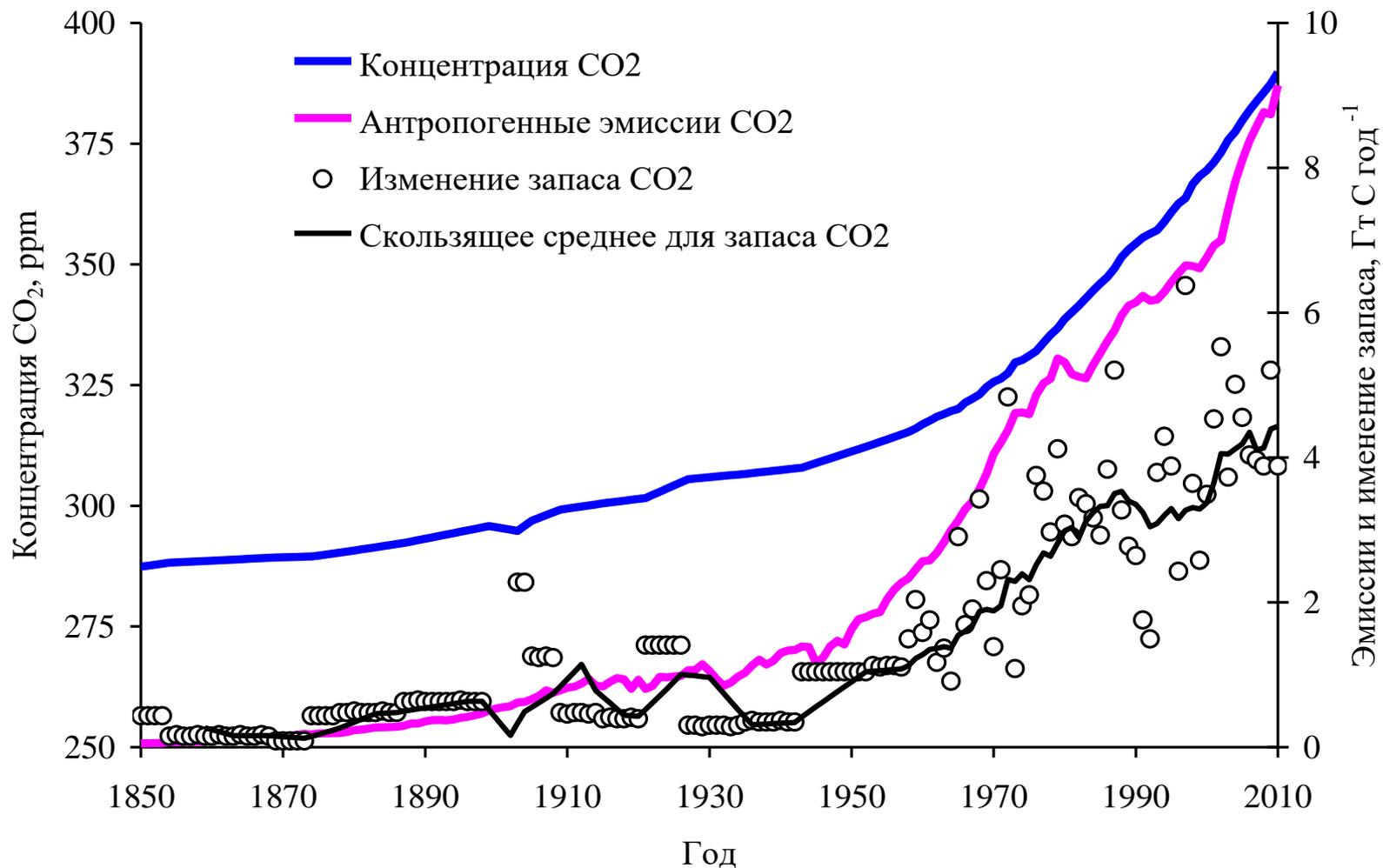
Цикл 2: период 66 лет, амплитуда 0.3 °C

Цикл 3: период 10.5 лет, амплитуда 0.04 °C

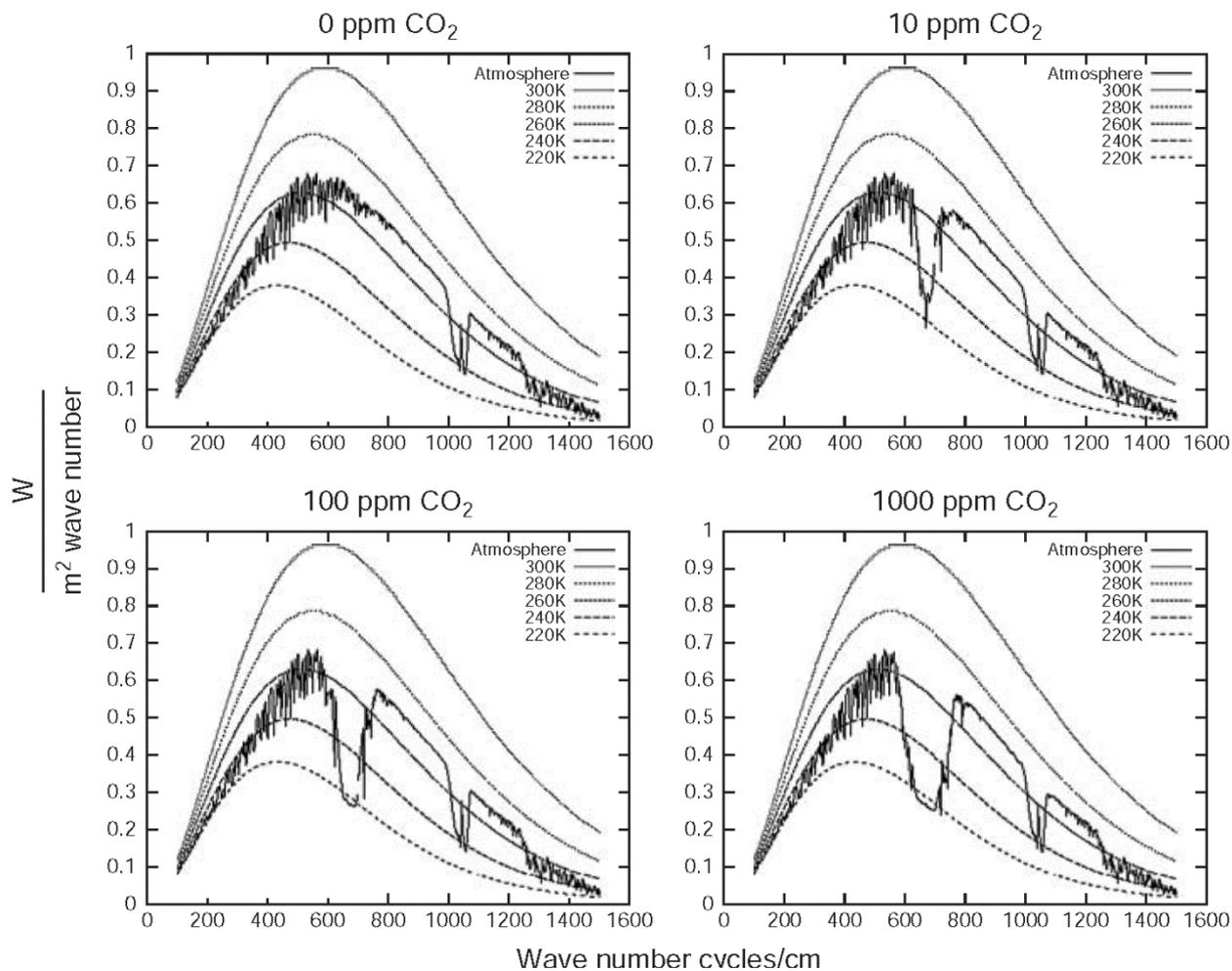
Описание динамики глобальной температуры уравнением 2



Динамика концентрации CO_2 , антропогенных эмиссий CO_2 и изменения запаса CO_2 атмосферы



Исчерпание полосы поглощения – механизм формирования логарифмической связи между температурой и концентрацией CO₂



Уравнение 3 – логарифмическая связь с концентрацией CO₂ и два циклических процесса

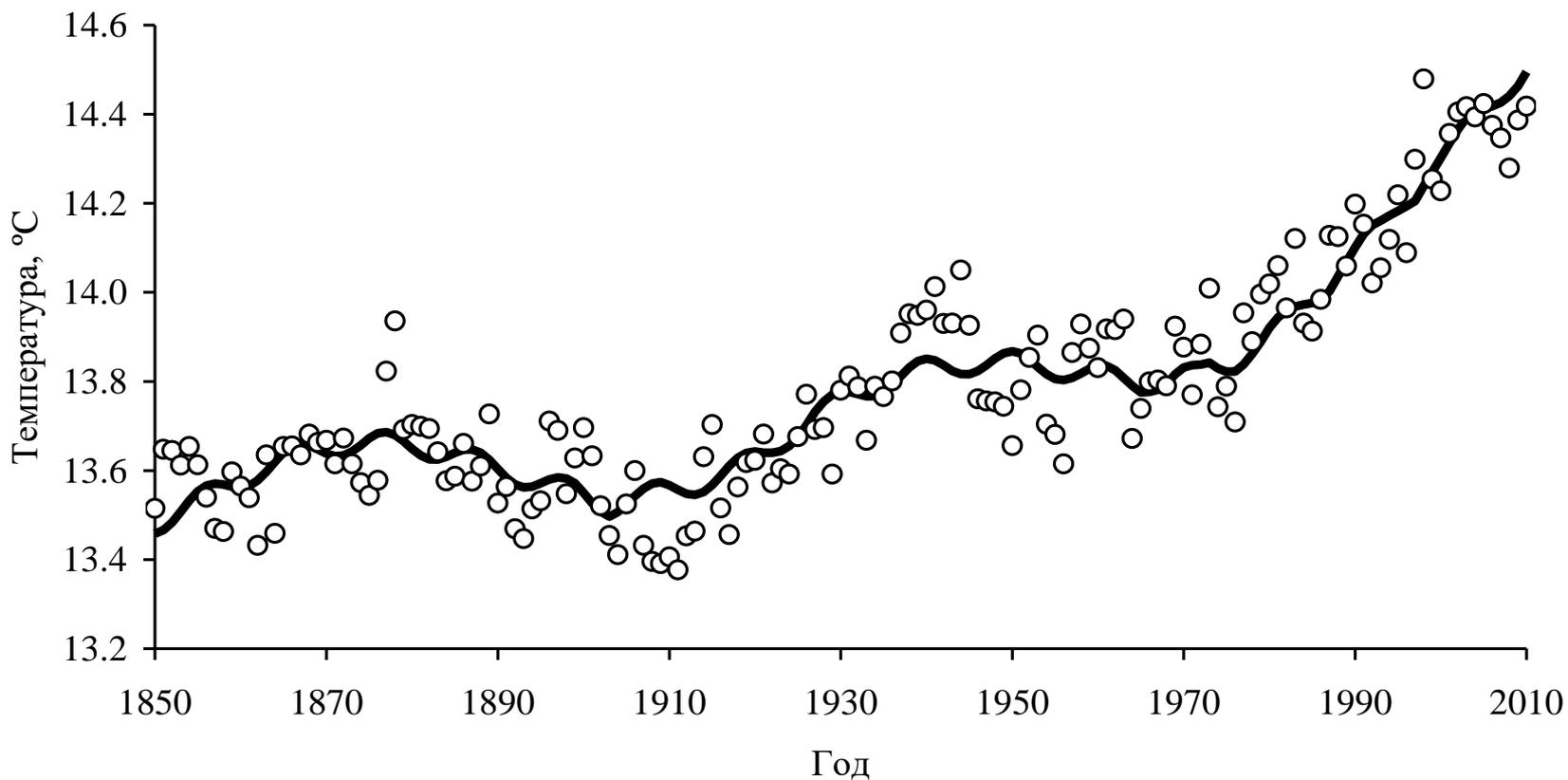
$$T = -2.46 + 2.82 \ln(\text{CO}_2) - 0.101 \sin(15.7 + 0.0914 Y) + 0.0247 \sin(0.600 Y)$$

$$R^2=0.866, P<0.01, n=161$$

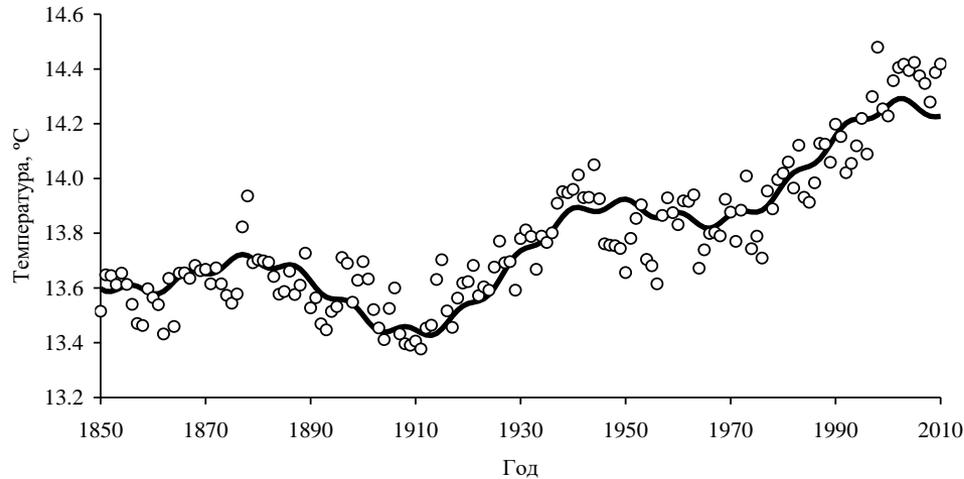
Цикл 1: период 69 лет, амплитуда 0.2 °C

Цикл 2: период 10.5 лет, амплитуда 0.05 °C

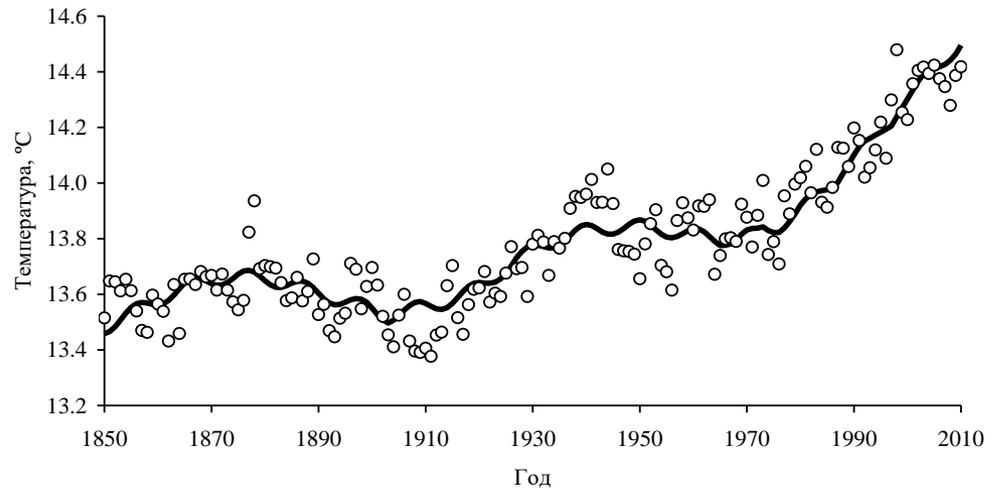
Описание динамики глобальной температуры уравнением 3



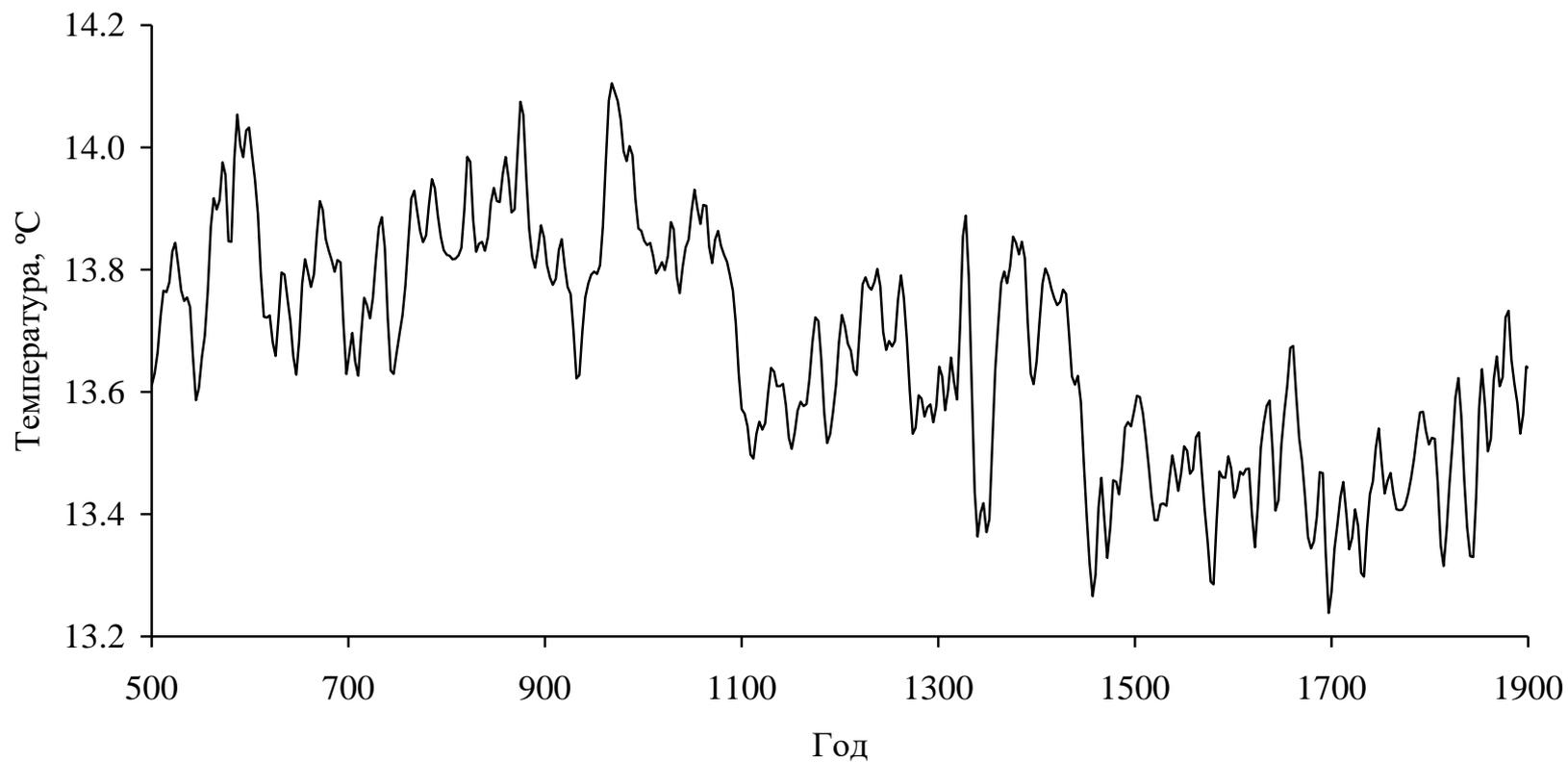
Какое уравнение лучше?



Equation 3
 $R^2=0.866$



Реконструкция палеоклимата



Mann et al., 2008

Уравнение 4 - описание палеореконструкции тремя циклами

$$T = 13.7 - 0.193 \sin(-1.35 + 0.00357 Y) - 0.0622 \sin(-0.852 + 0.0303 Y) - 0.0266 \sin(3.55 + 0.0973 Y)$$

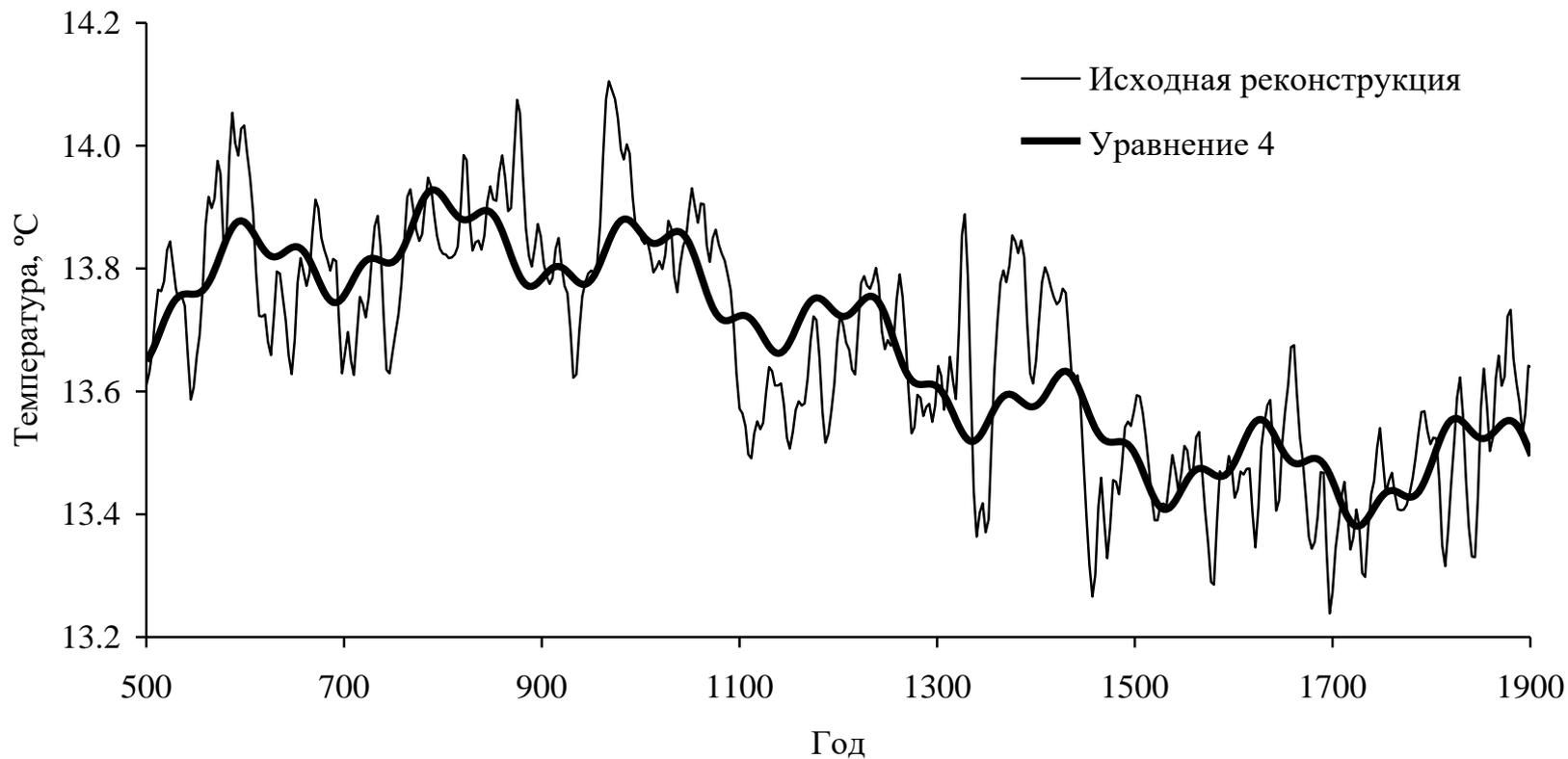
$$R^2=0.678, P<0.01, n=468$$

Цикл 1: период 1759 лет, амплитуда 0.4 °C

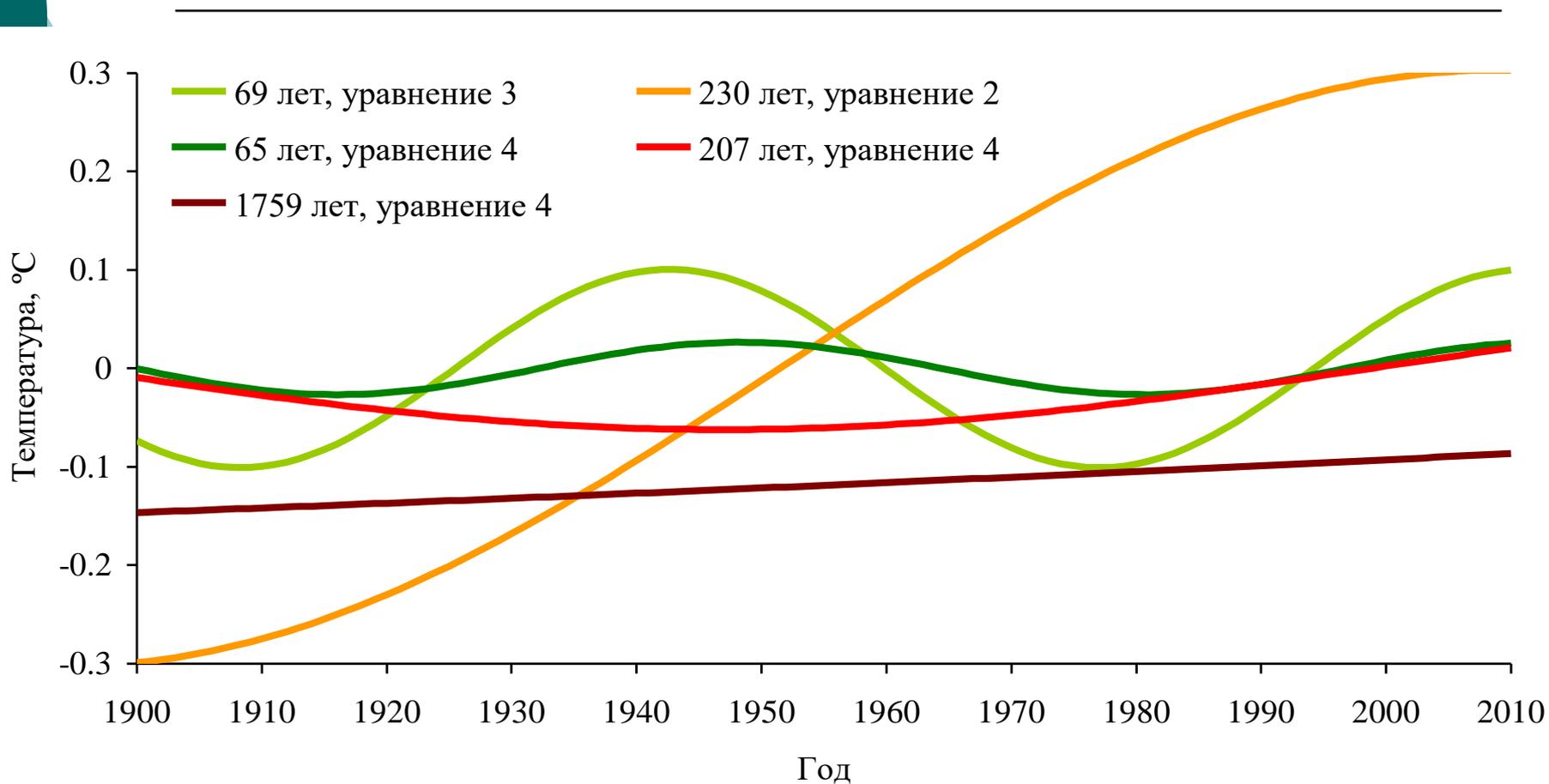
Цикл 2: период 207 лет, амплитуда 0.1 °C

Цикл 3: период 65 лет, амплитуда 0.05 °C

Описание реконструкции палеоклимата уравнением 4



Сравнение хода потенциальных циклических компонент в 1900-2100 гг.



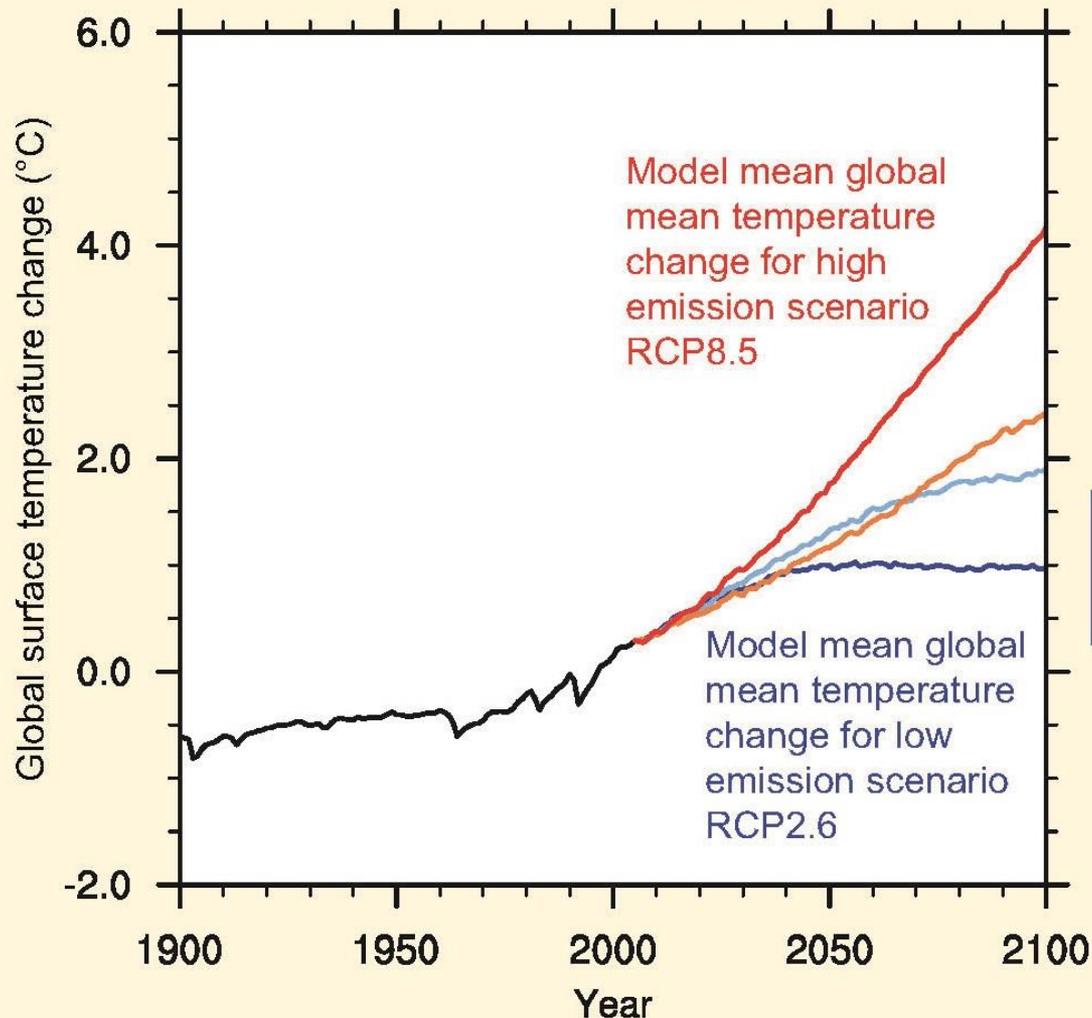
Сравнение оценок вклада CO₂ в парниковый эффект атмосферы

Источник	Парниковый эффект CO ₂ , °C	Доля от суммарного эффекта (33 °C), %	Глобальная температура без CO ₂ , °C
Уравнение 3	16.9	51	-2.5
Kiehl, Trembert, 1997; Монин, Шишков, 2000	7-8	23-25	6-7
Lacis et al., 2010	-	-	-21

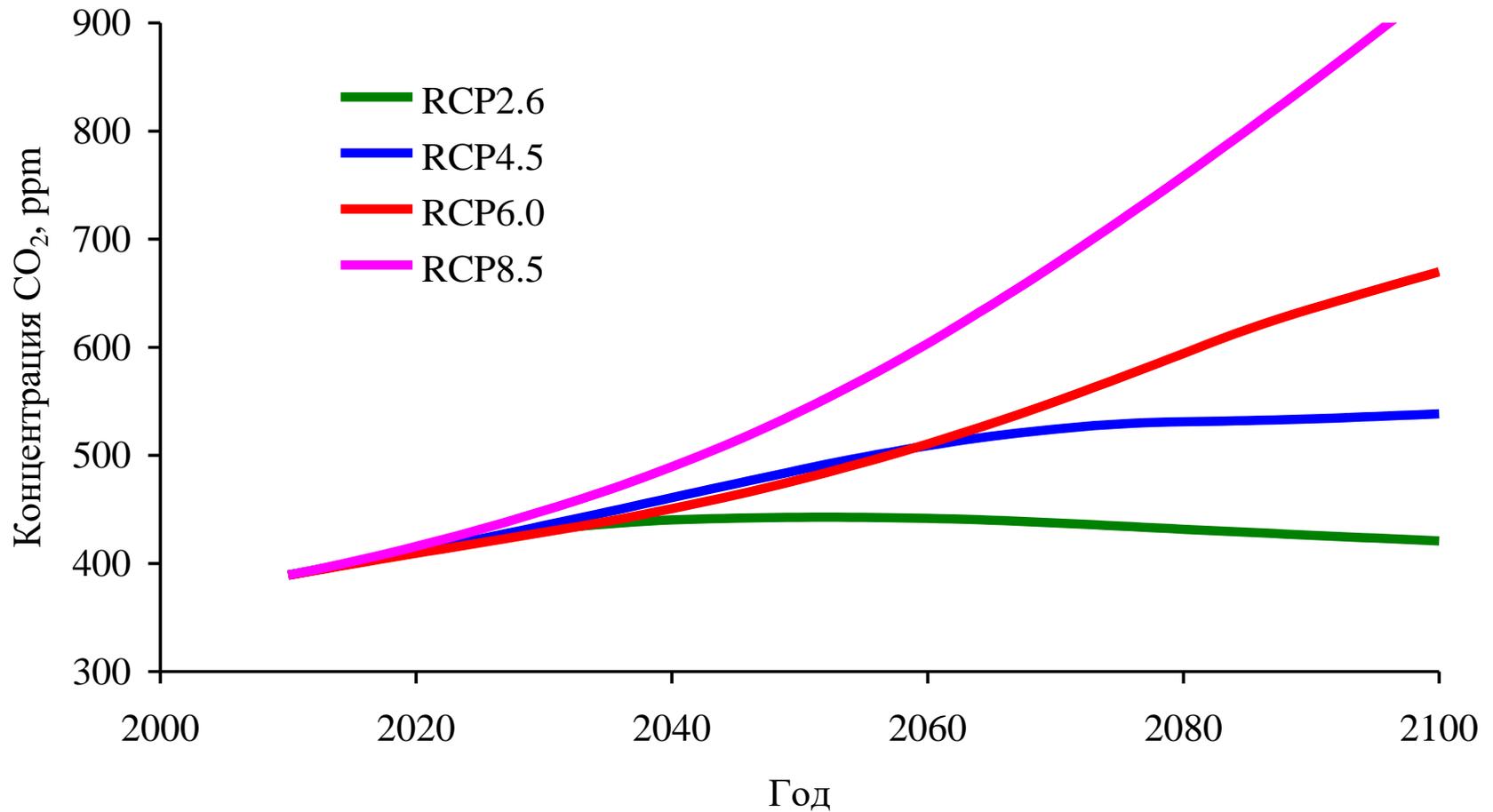
В 5-м оценочном докладе МГЭИК используется прогнозный набор эмиссий, включающий 4 сценария, получивших название «representative concentrations pathways» (RCP)

- Сценарий «низких эмиссий» RCP2.6 предполагает постоянные и амбициозные действия по сокращению антропогенных выбросов парниковых газов.
- Сценарии RCP4.5 и RCP6.0 («промежуточные эмиссии») основаны на использовании различных сочетаний технологического прогресса и стратегий по сокращению выбросов.
- RCP8.5 («высокие эмиссии») характеризует ситуацию, когда мировое экономическое развитие остается привязанным к использованию ископаемого топлива без осуществления мер климатической политики.

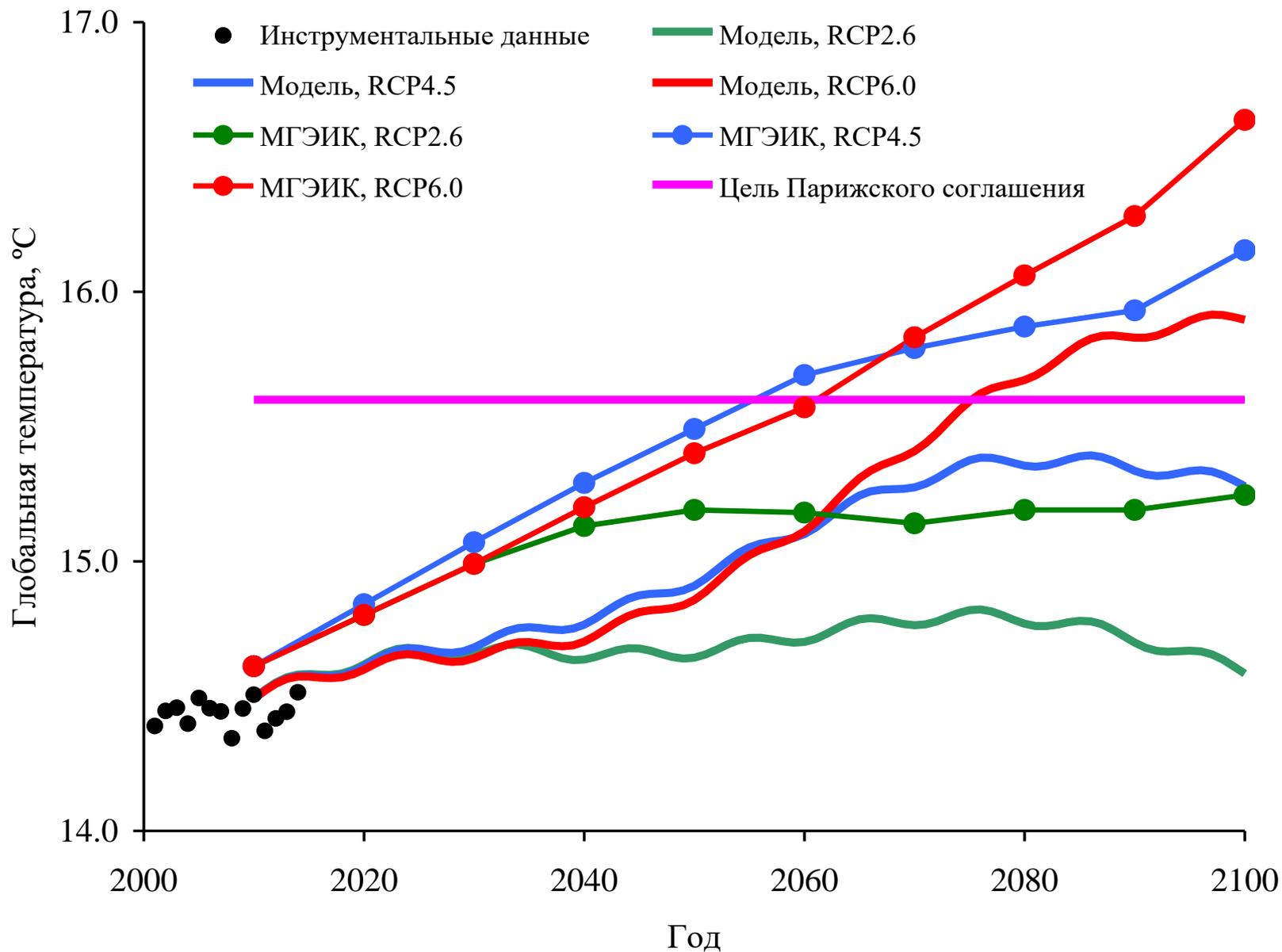
Для прогноза глобальной температуры МГЭИК применяет мультимодельные ансамбли МОЦАО



Сценарии концентрации CO₂ согласно разным RCP



Сравнение прогноза МГЭИК и по уравнению 3



Выводы

- Современное потепление климата лучшим образом описывается с привлечением фактора, связанного с антропогенным ростом атмосферной концентрации CO_2 .
- Естественные циклические процессы с периодами 10.5 и 69 лет вносят вклад в динамику глобальной температуры, модулируя темпы ее изменения вплоть до возникновения кратковременных похолоданий.
- Средние прогнозы МГЭИК по жестким сценариям выбросов примерно в 2 раза завышают рост температуры.

Публикации

- Замолодчиков Д.Г. Естественная и антропогенная концепции современного потепления климата // Вестник Российской академии наук. 2013. Т. 83. № 3. С. 227-235.
- Замолодчиков Д.Г. Естественная и антропогенная компоненты современных изменений глобальной температуры // Доклады Академии наук. 2014. Т. 456. № 3. С. 351-354.
- Замолодчиков Д.Г. Прогноз роста глобальной температуры в XXI веке на основе простой статистической модели // Компьютерные исследования и моделирование. 2016. Т. 8. № 2. С. 379-390.

**Спасибо за
внимание!**

