

СОДЕРЖАНИЕ МЕТАНА В СТРАТОСФЕРЕ СРЕДНИХ ШИРОТ СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ В 2003-2021 ГГ ПО ДАНЫМ СПУТНИКОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

Мордвин Е.Ю.^{1,2}, Лагутин А.А.^{1,2}, Волков Н.В.^{1,2}

¹Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия

²ФИЦ ИВТ, Новосибирск, Россия

Актуальность

1. Метан является парниковым газом (20хСО₂).
2. Способствует разрушению озонового слоя.
3. Приводит к образованию вторичных загрязнений и аэрозолей.
4. ΔСН₄ – положительные обратные связи с изменением климата.
5. Концентрация метана превысила доиндустриальный уровень в 2.5 раза.
6. Нет должного внимания к метану в стратосфере.

Цели и задачи

Цель работы: изучение поведения метана в нижних слоях стратосферы Северного полушария по данным спутниковых наблюдений ACE-FTS/SciSat-1.

Задачи

1. Формирование архива данных ASE-FTS о содержании CH_4 в стратосфере.
2. Создание программного комплекса для извлечения данных и подготовки к статистической обработке.
3. Анализ поведения метана в стратосфере на высотах 50, 75, 100, 150 гПа в области 50–60 северной широты за период 2004–2021 г.
4. Разработка подхода для **прогнозирования** поведения метана в **стратосфере** по данным наблюдений метана в приземном слое воздуха.

Спектрометр ASE-FTS

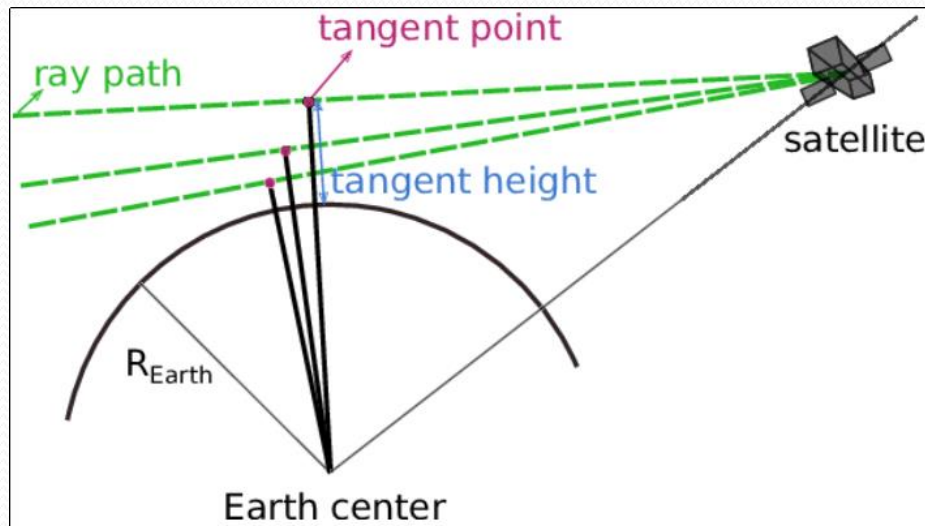
ASE-FTS (Atmospheric Chemistry Experiment - Fourier Transform Spectrometer).

Спутник **SciSat-1**, канадское аэрокосмическое агентство.

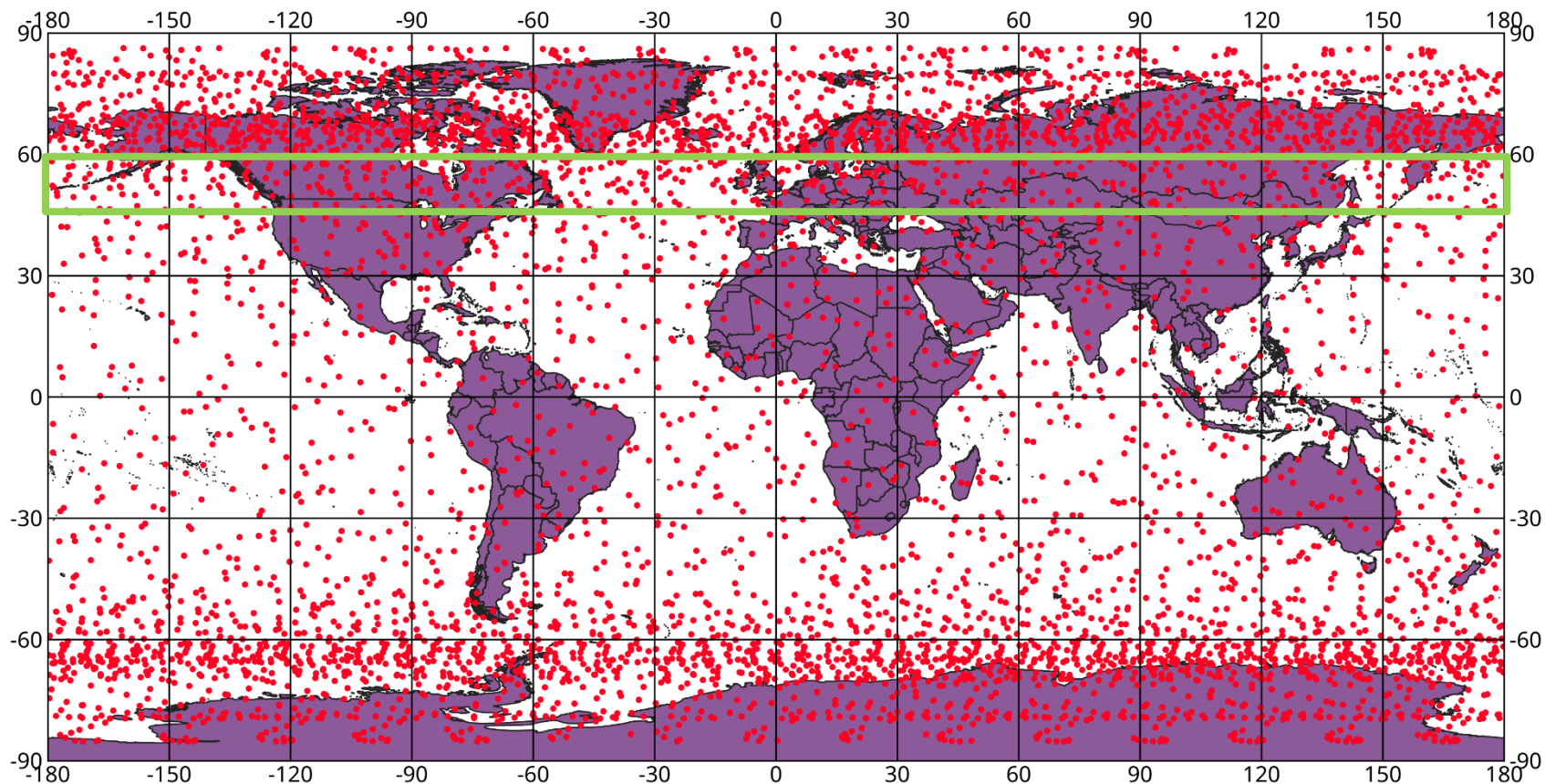
ASE-FTS - интерферометр **Фурье**.

На орбите с **2004** по настоящее время.

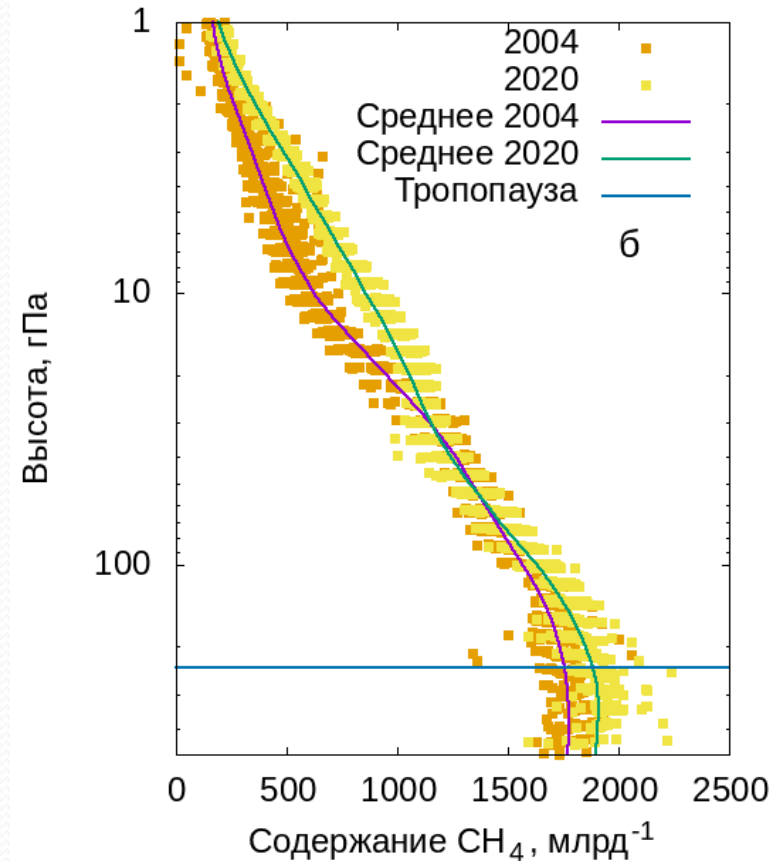
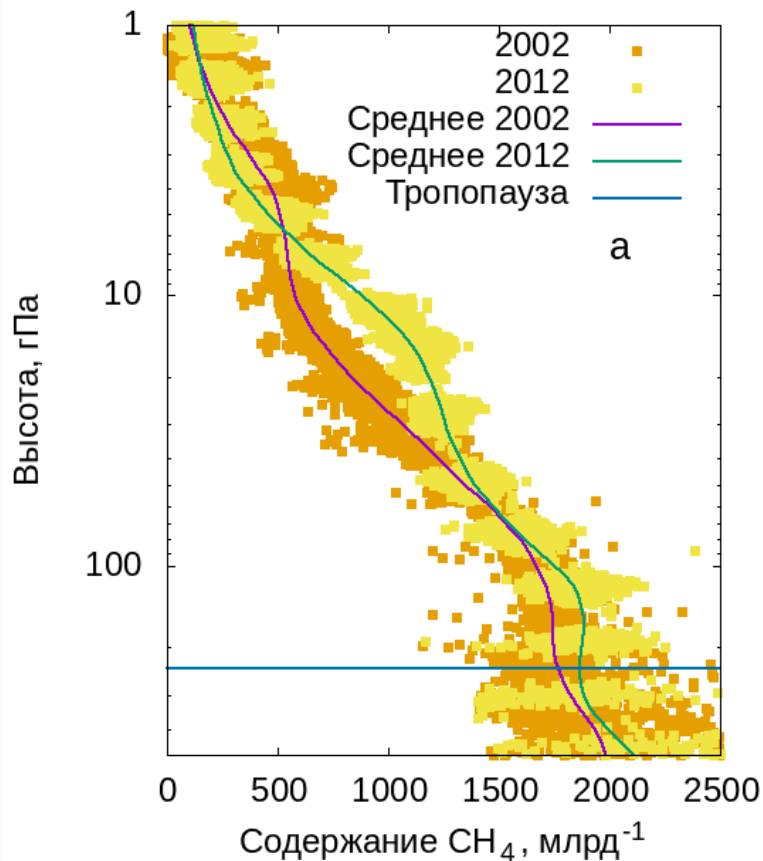
Диапазон: $750\text{-}4400\text{ см}^{-1}$.



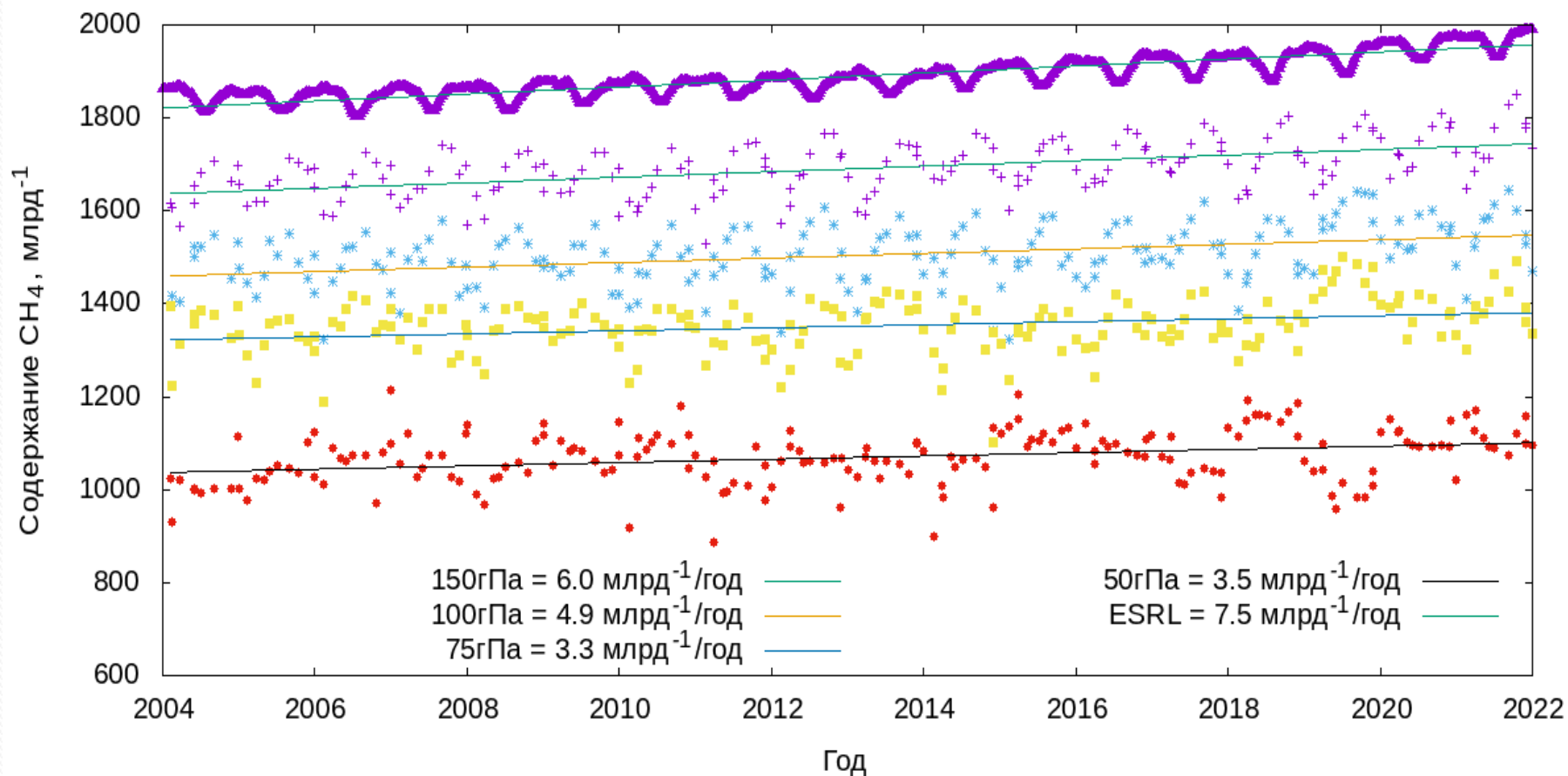
Пространственное распределение наблюдений АСЕ-FTS в 2005 году



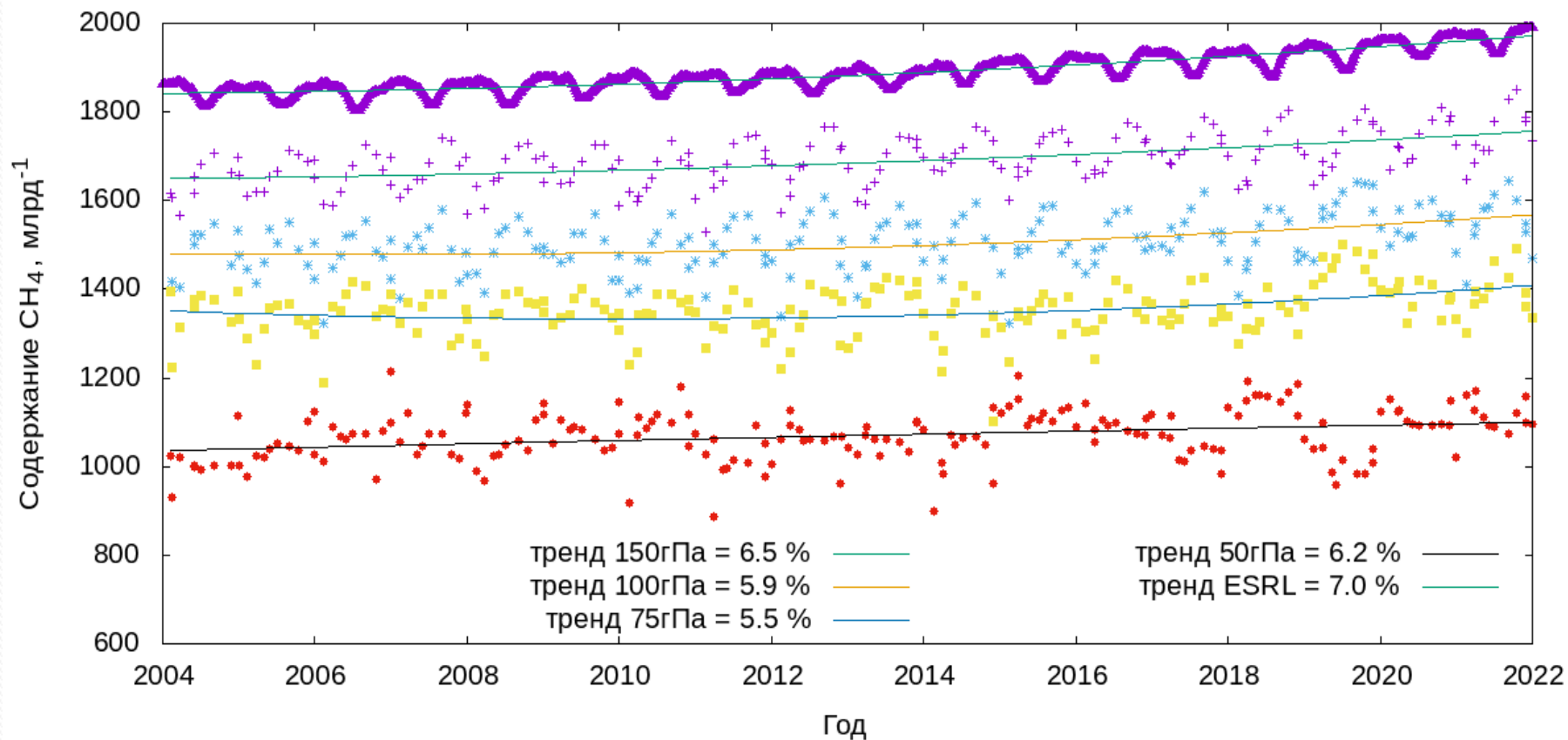
Вертикальное распределение метана в стратосфере в июле в области 50-60 с.ш. по данным: а - MIPAS; б - ACE-FTS.



Годовой ход и межгодовая изменчивость CH_4 в стратосфере средних широт Северного полушария и приземном слое воздуха по данным ACE-FTS/SciSat-1 и сети ESRL в 2004-2021 гг.



Скорость изменения метана в стратосфере средних широт Северного полушария и приземном слое воздуха по данным ACE-FTS/SciSat-1 и сети ESRL в 2004-2021 гг.



Long-term changes of methane and hydrogen in the stratosphere in the period 1978–2003 and their impact on the abundance of stratospheric water vapor / S. Rohs, C. Schiller, M. Riese et al. // Journal of Geophysical Research. 2006. — Vol. III. — P. D14315

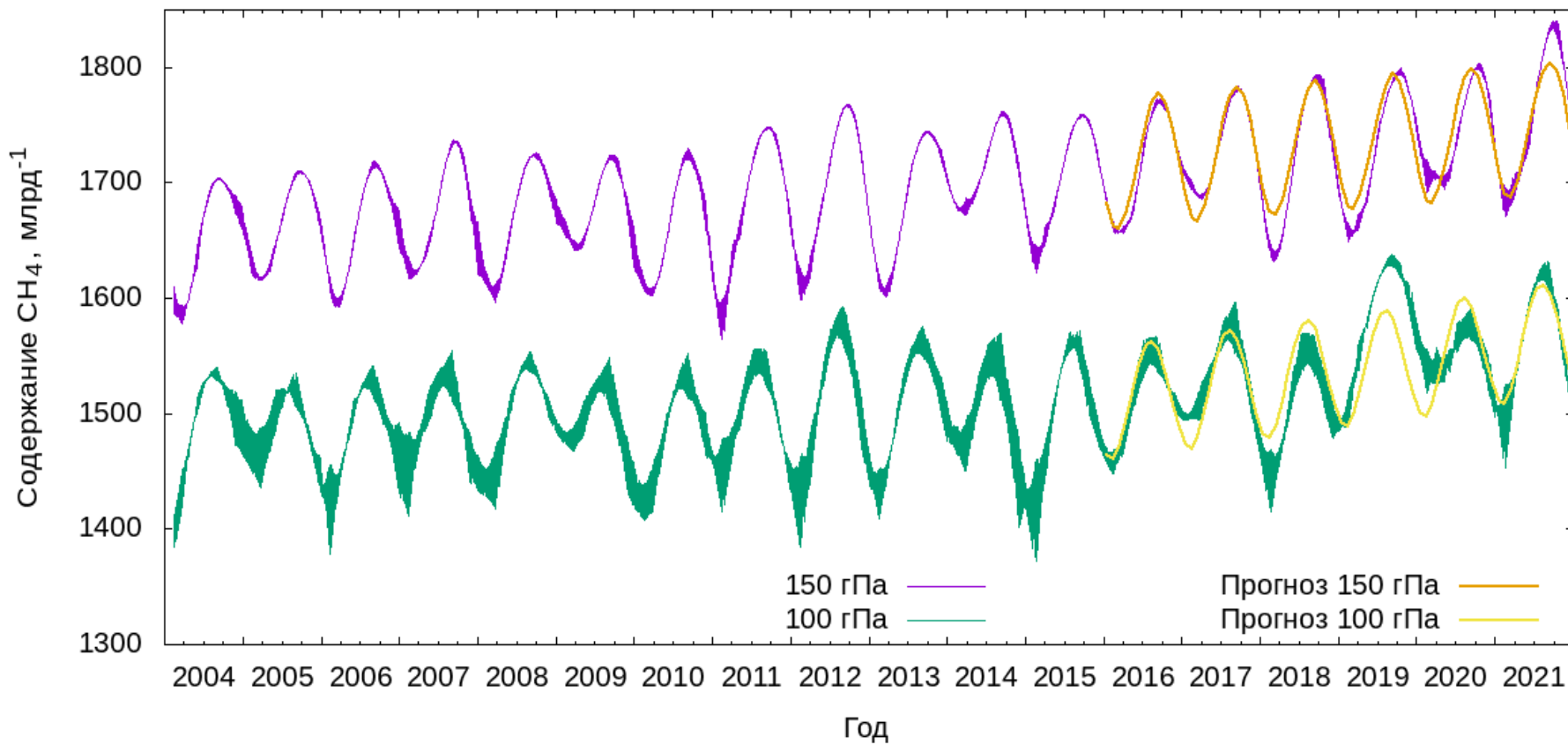
Метод анализа и прогнозирования временных рядов

BSTS (Bayesian Structural Time Series) - модель для анализа временных рядов, которая основана на **байесовской статистике** и использует структурные компоненты для моделирования временных рядов и их **разложения** на **тренд**, **сезонность**, **цикл** и **остатки**.

$$y_t = \mu_t + \gamma_t + \sum_{j=1}^J \beta_j x_{jt} + \varepsilon_t$$

- y_t - значение временного ряда в момент времени t ,
- μ_t - трендовая компонента,
- γ_t - сезонная компонента,
- x_{jt} - значение регрессора j в момент времени t ,
- β_j - коэффициенты регрессии для регрессоров,
- ε_t - остаточная компонента.

Концентрация метана в стратосфере средних широт Северного полушария (50-60 с.ш.) на высотах 100 и 150 гПа по данным ACE-FTS на период 2004-2021 гг и **прогноз** для 2016-2021 гг, полученный с использованием модели BSTS



Результаты и выводы

1. Сформирован архив спутниковых данных MIPAS и ACE-FTS, содержащий наблюдения концентрации метана в стратосфере для периода 2002–2021 гг.
2. Установлено, что средняя скорость роста метана в стратосфере в средних широтах Северного полушария (50-60 с.ш.) в исследуемый период может достигать **5** млрд⁻¹.
3. Показано, что прирост в концентрации приземного метана хорошо согласуется с приростом метана в стратосфере на больших временных интервалах (10 лет и более). Этот факт можно использовать для оценки газа в стратосфере при отсутствии прямых наблюдений.
4. Разработана модель анализа и прогнозирования поведения метана в стратосфере с использованием метода BSTS. Полученные оценки хорошо согласуются с результатами наблюдений спутникового прибора. Средняя скорость роста содержания метана по данным ACE-FTS равна **5.2** млрд⁻¹, а прогноз BSTS — **5.0** млрд⁻¹.

Работа выполнена при поддержке ФИЦ ИВТ (проект “Методы и технологии обработки временных серий спутниковых данных для оценки региональных источников парниковых газов”).



Спасибо за внимание!