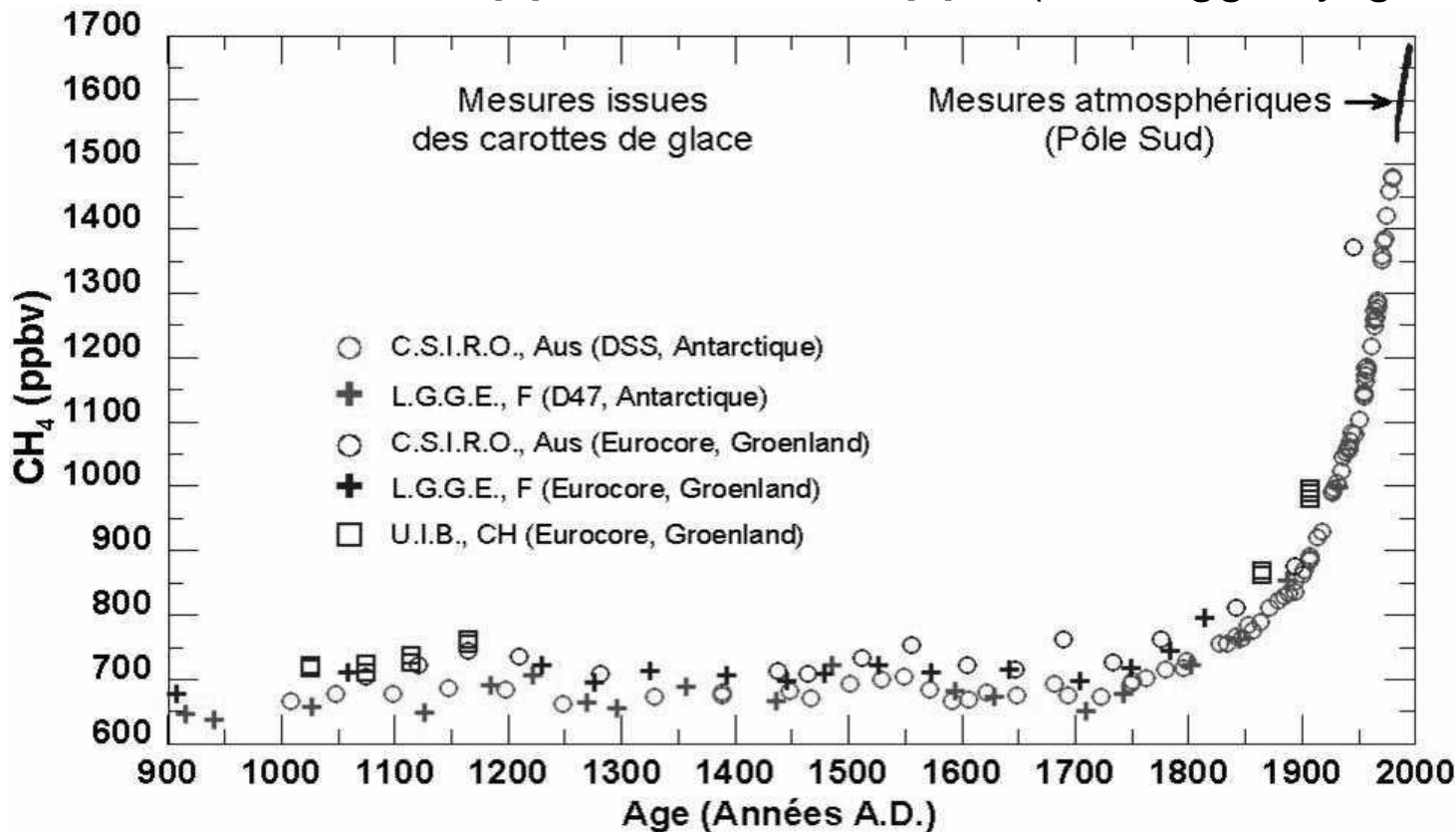


**Влияние перекрывания спектров
поглощения CH_4 , C_2H_4 , CO_2 и H_2O на
восстановление общего содержания
метана в атмосфере по пропусканию в
диапазоне 1.61 - 1.67 мкм**

Воронина Ю.В., Капитанов В.А.,
Чеснокова Т.Ю., Пономарев Ю.Н.

Институт оптики атмосферы СО РАН, г. Томск

Изменения содержания метана в атмосфере с 900 до 2000 года (www-igge.ujf-grenoble.fr)



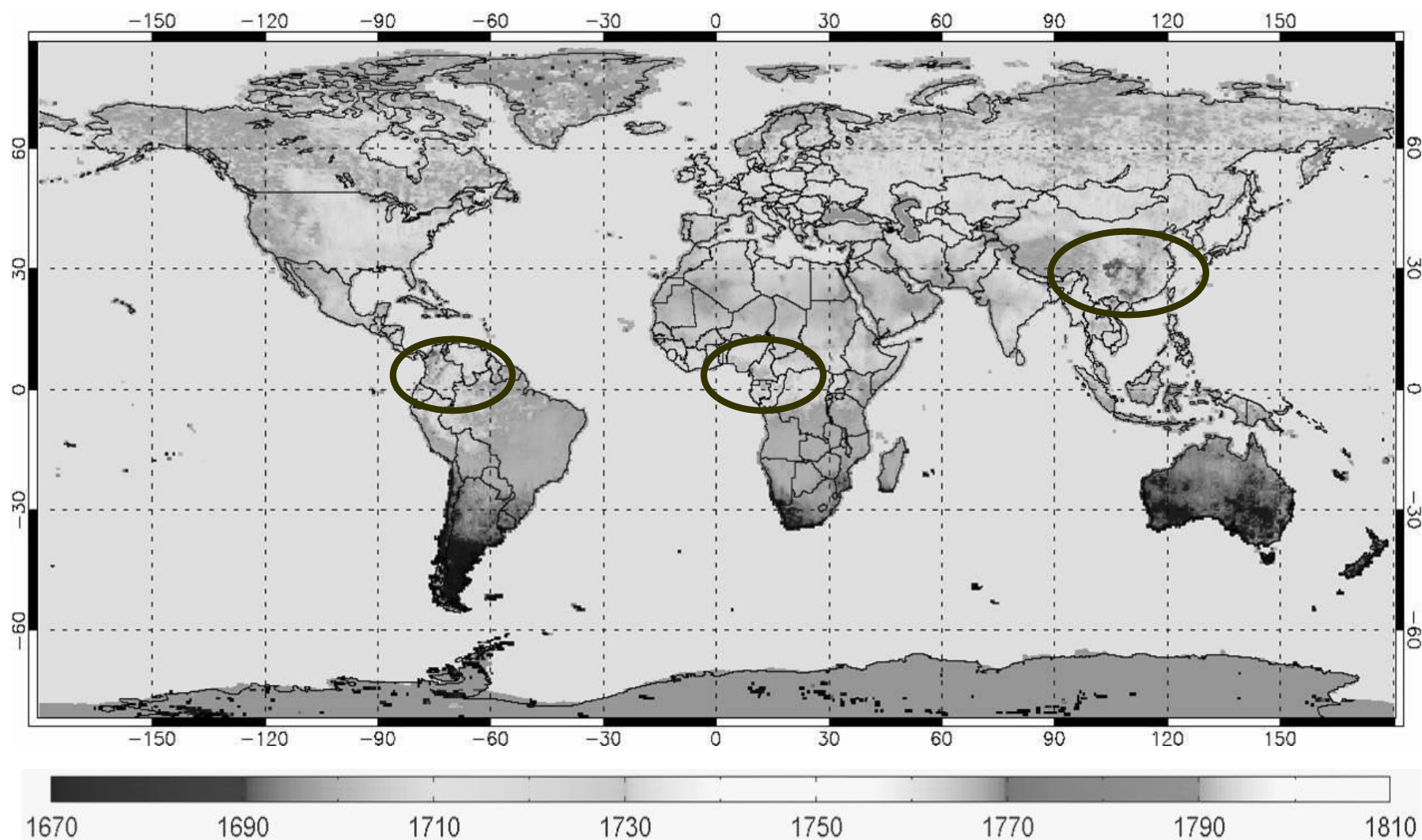
**Рост CH₄
0,6 → 1,7 ppbv**

Изменение в радиационном нагреве, Вт/м²

Газ	Атмосфера	Поверхность
Удвоение CH ₄	0,43	0,21
Удвоение CO ₂	1,14	1,56

Вклад удвоения CH₄ = 38% от вклада удвоения CO₂

Общее содержание CH_4 в атмосфере (ppbv), измеренное SCIAMACHY в 2003-2004 гг



Frankenberg et al., JGR, 2006

Возможные причины повышенной концентрации CH_4 , измеренной спутниковыми спектрометрами в тропических районах

1. Эмиссия метана растениями
2. Неточность в параметрах линий H_2O и CH_4 в спектроскопической базе данных HITRAN:
3. Неучет линий этилена (1,61-1,67 мкм) в прямой задаче
4. Неучет интерференции линий метана

Эмиссия метана растениями

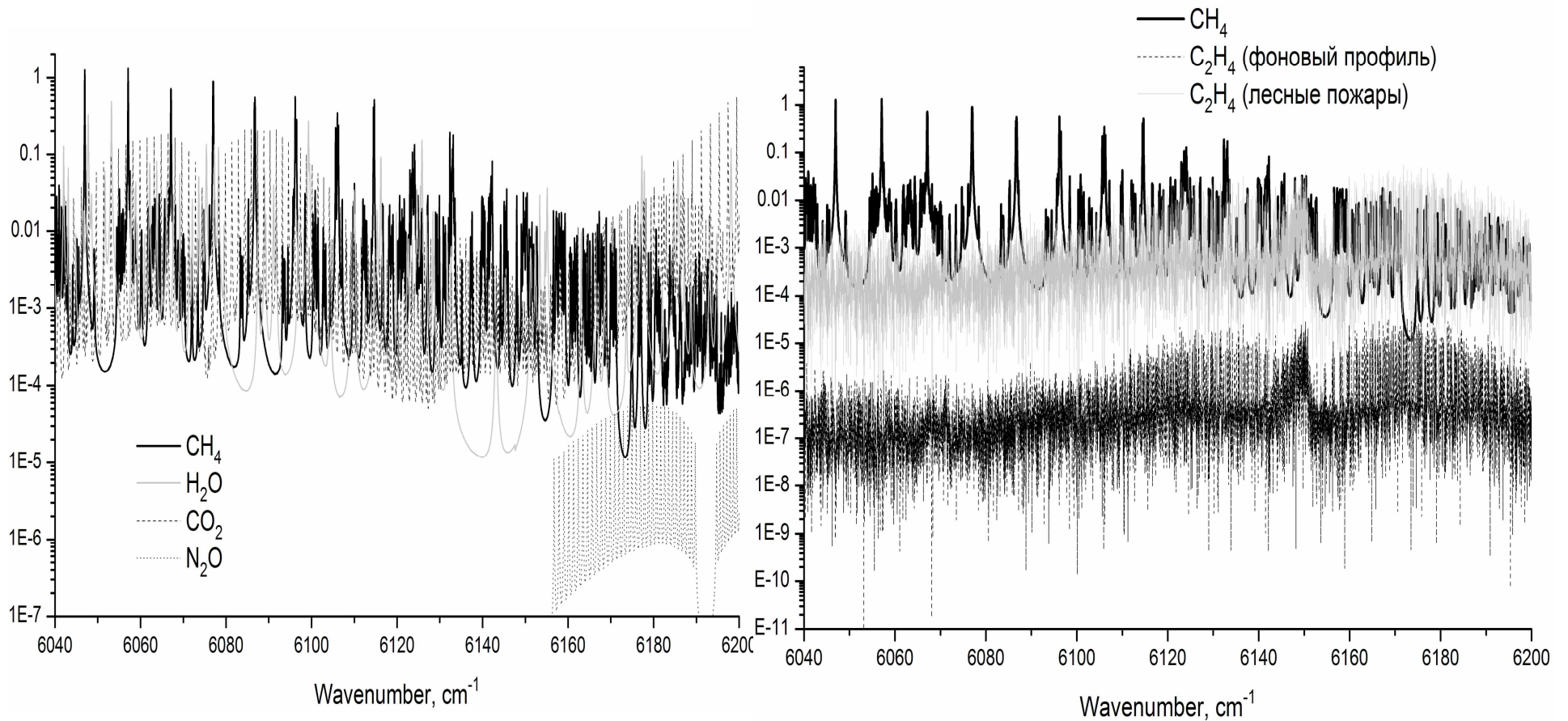
За: F. Keppler et al. [Nature, V.439, 2006],

- V. Sinha, et al [Atmos. Chem. Phys. Discuss., 7, 14011–14039, 2007],
- Wang ZP, Han XG, Wang GG, Song Y, Gullledge J [Environmental Science & Technology V. 42, Issue 1 P. 62-68. 2008]

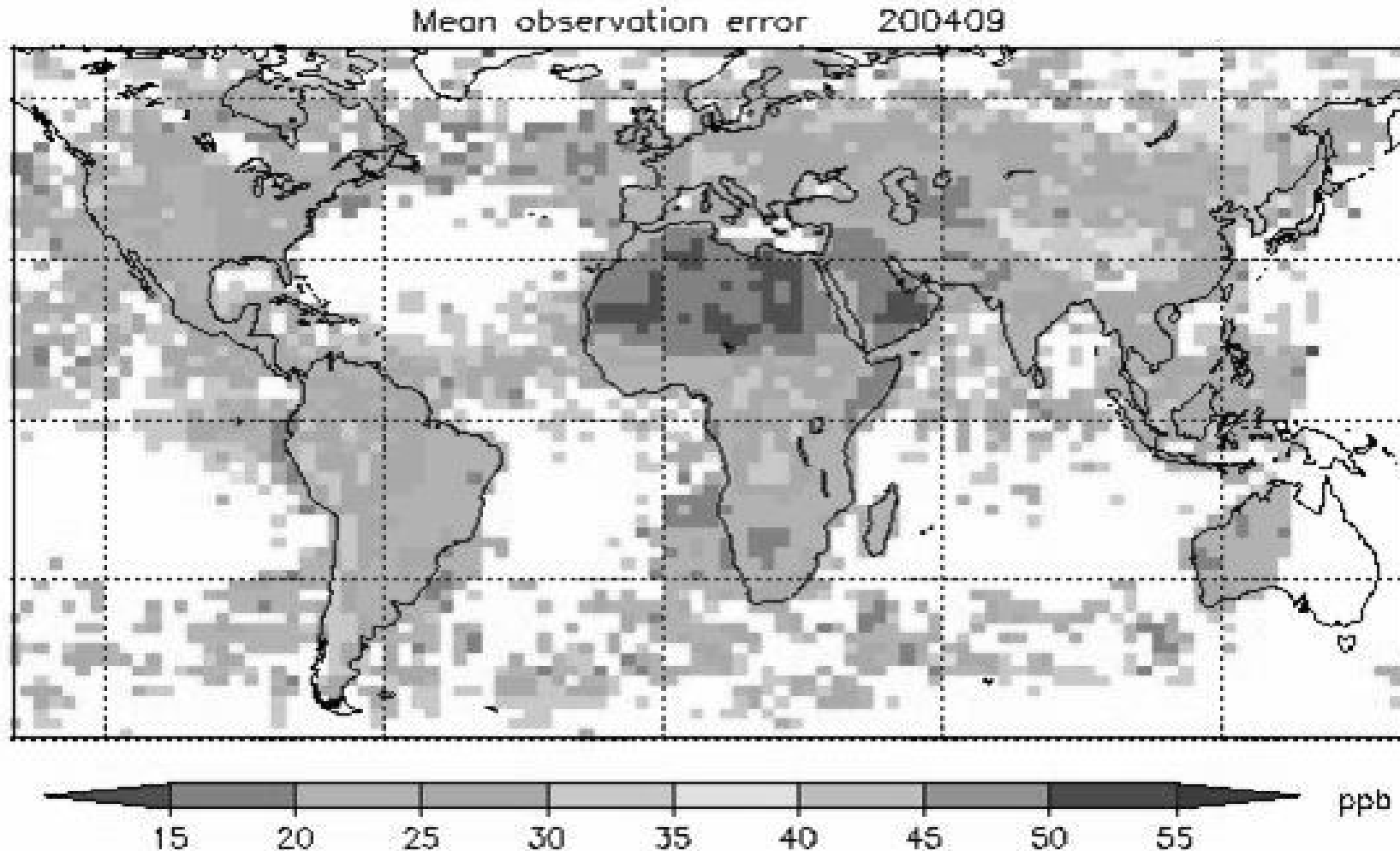
Против:

- V.A. Kapitanov and Yu.N. Ponomarev [Atmos. Oceanic Opt. 2006. V. 19, N. 5]
- T. A. Dueck et al [New Phytologist 2007. 175. P.29–35],
- R. E. R. Nisbet, R. Fisher et al [Proc. R. Soc. B7 2009 V.276. N.1660 P.1347-1354]

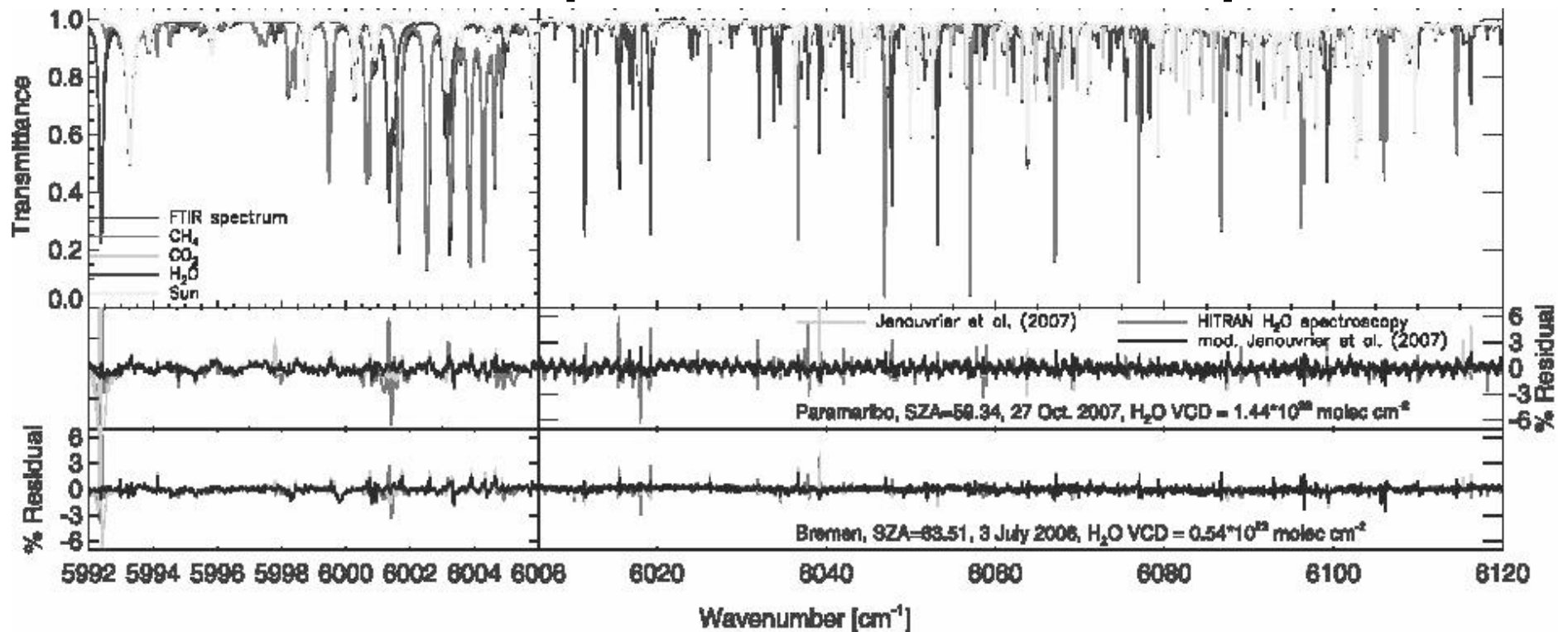
Оптическая толща атмосферных газов в спектральной области 1,6-1,7 мкм для метеомодели лета средних широт и двух профилей C_2H_4



Погрешность восстановления CH_4 , основанная на разнице между спектрами, рассчитанными с HITRAN, и измеренными SCIAMACHY



Различие между измеренным FTIR спектром солнечного излучения и спектрами, вычисленным с линиями H₂O из HITRAN2006 и банком данных Vxl-Reims [A. Jenouvrier et al. JQSRT.2007]

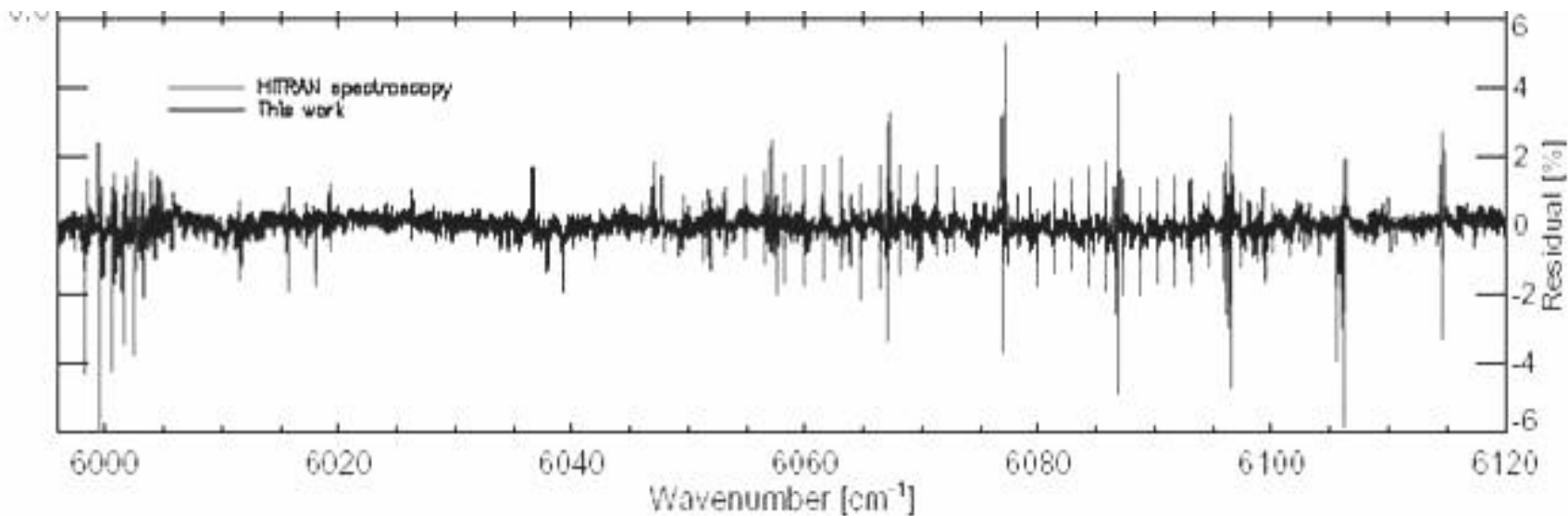


Различие между **FTIR** и **HITRAN** спектрами до **6%**
между FTIR и VxlReims спектрами до **3%**

Frankenberg et al., JGRL 35, 2008

Неточность в параметрах линий CH_4 в спектроскопической базе данных HITRAN

Различие между измеренным FTIR спектром солнечного излучения и спектрами, вычисленным с линиями CH_4 из HITRAN2006 и банком данных CH_4 [Frankenberg et al. ACPD. 2008] до 2%



Коэффициенты уширения линий CH_4 воздухом из HITRAN2004 отличаются от новых данных [O.M. Lyulin et al. JQSRT. 2009. V. 110. 9-10, 654-668] до 40 %

Интерференция линий метана

В работе [H. Tran et al. JQSRT. 2006. V.101] исследовалась интерференция линий CH_4 в измеренных спутниковым спектрометром эмиссионных спектрах в атмосферах Юпитера и Сатурна в спектральном диапазоне 7-10 мкм. Учет интерференции в этом диапазоне позволяет уменьшить различия между расчетным и измеренным потоками радиации в атмосфере Юпитера с 0,5 Вт/м²ср (10%) до 0,02 Вт/м²ср (0,3%).

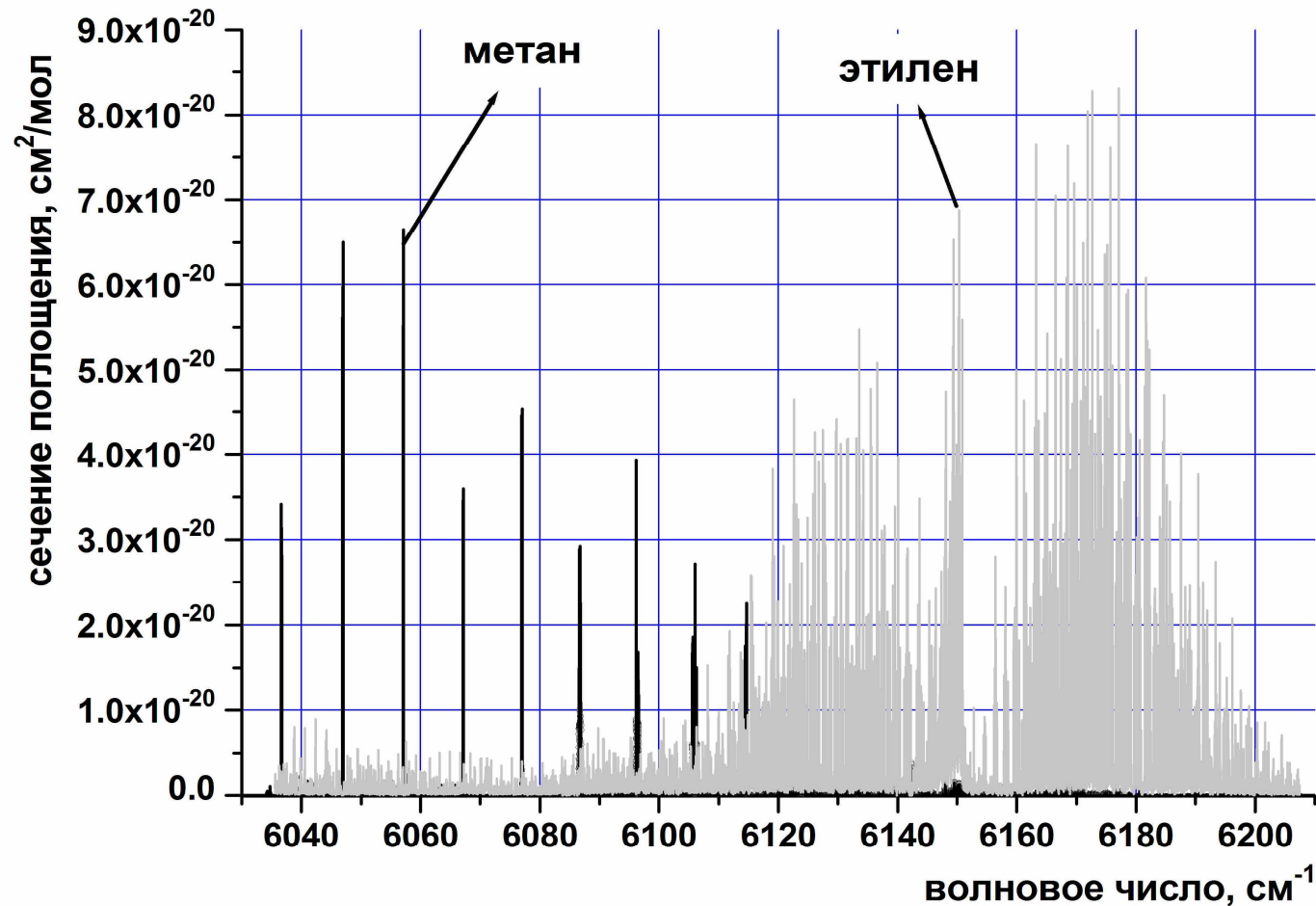
В исследованиях [D. Mondelain et al. JMS. 2007. V.244] показано, что неучет интерференции линий CH_4 при решении обратной задачи определения концентрации метана из атмосферных лимбовых измерений спектра пропускания Фурье-спектрометром в области 3,4 мкм приводит к дополнительной погрешности 7% в восстановленном значении концентрации метана.

Наши предварительные лабораторные исследования обнаружили эффект интерференции в измеренных спектрах метана, проявляющихся при давлении от 0 до 1 атм. в полосе 1,65 мкм.

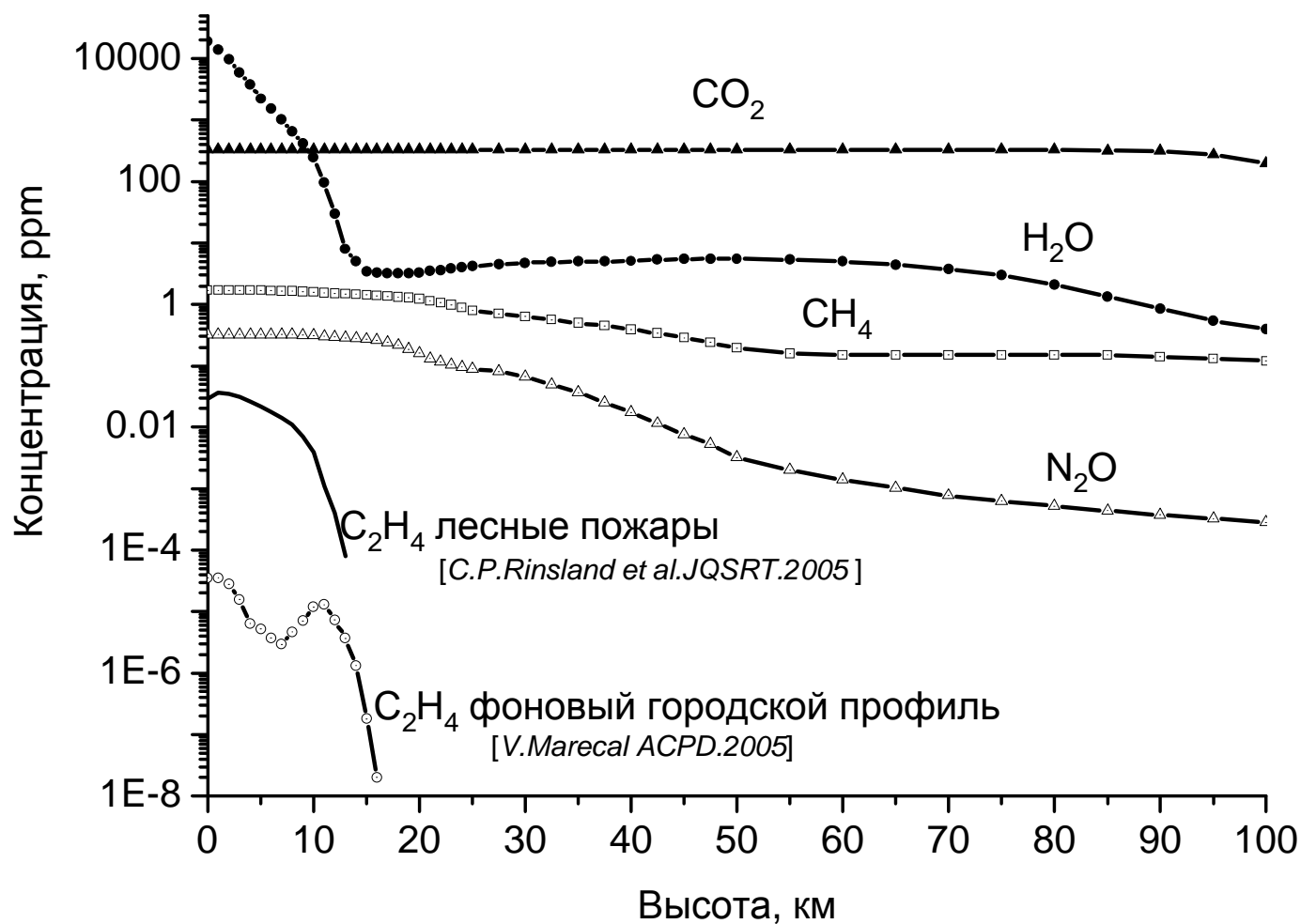
Устный доклад: Капитанов В.А., Осипов К.Ю., Пономарев Ю.Н.

Сильная интерференция линий поглощения метана в области 1.65 мкм

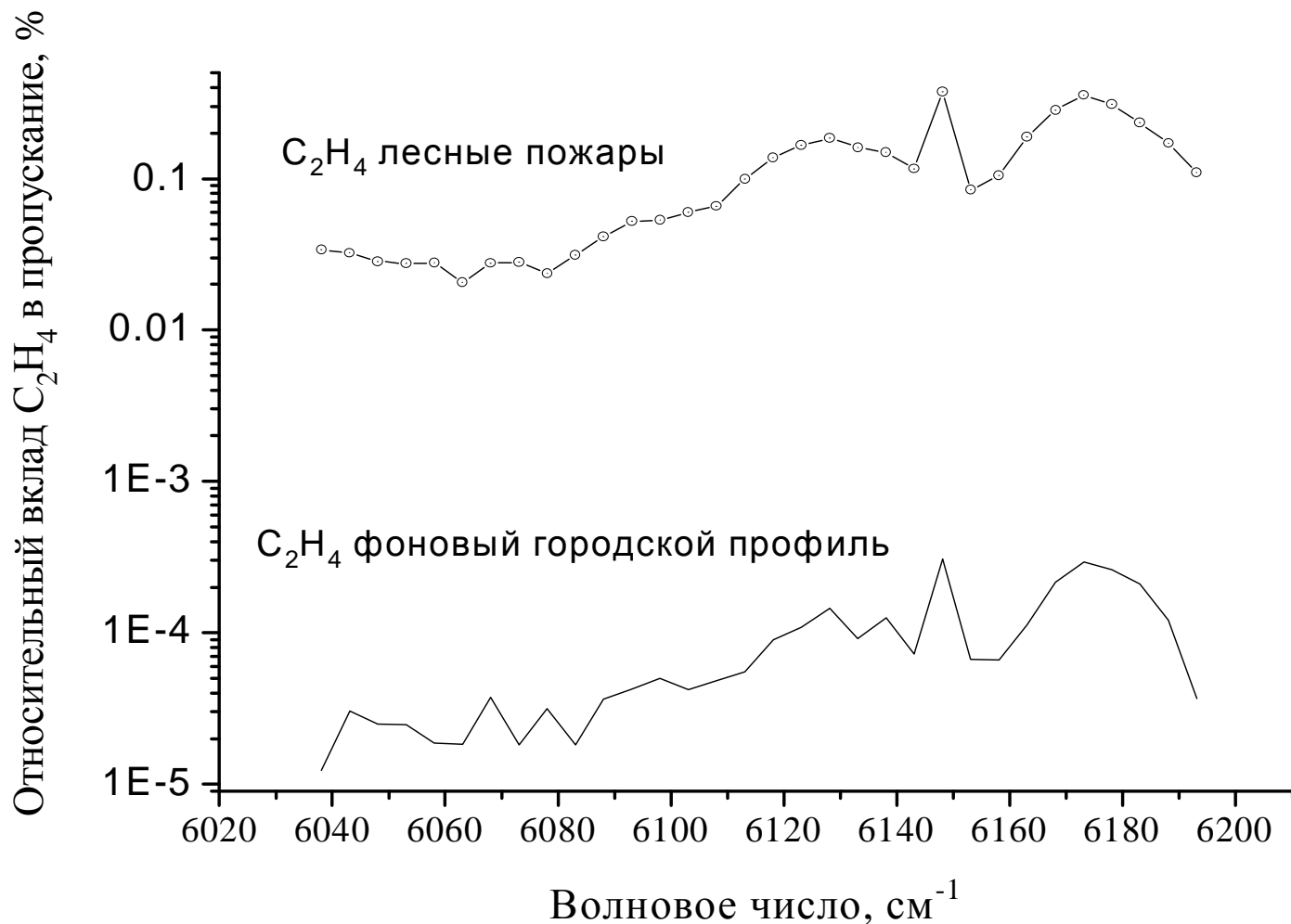
Спектр поглощения метана и этилена в диапазоне 1,61-1,67 мкм, зарегистрированный в ИОА СО РАН на ОА спектрометре (Спектральное разрешение $2 \cdot 10^{-4} \text{ см}^{-1}$, предельная чувствительность – $4 \cdot 10^{-23} \text{ см}^2/\text{молек}$)



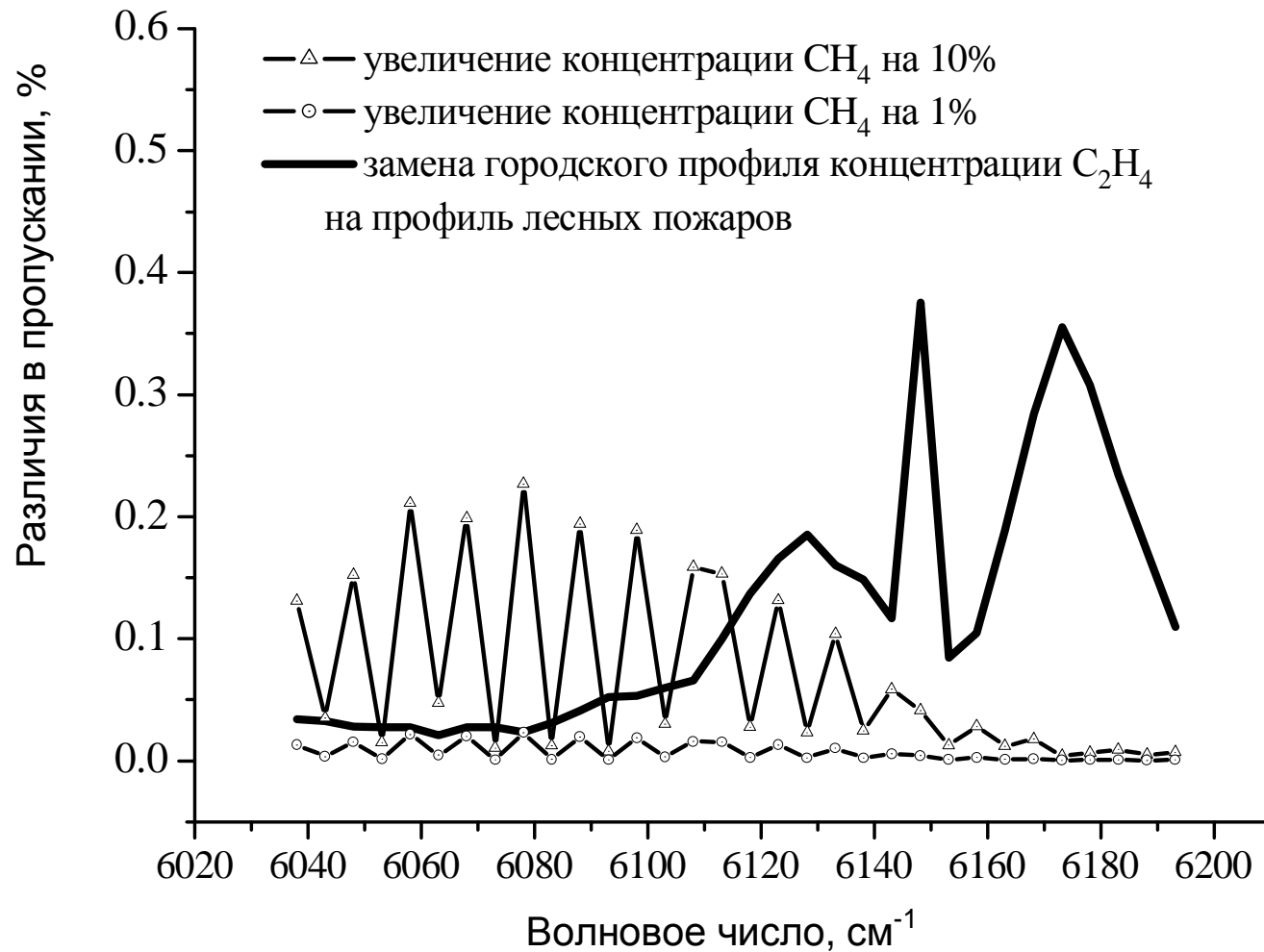
Высотные профили концентрации атмосферных газов, использованные в расчетах радиационного переноса



Относительный вклад линий поглощения этилена в атмосферное пропускание на вертикальной трассе от 0 до 100 км. Спектральное разрешение 1,48 нм



Различие в пропускании атмосферы, рассчитанном при различных высотных профилях концентрации метана и этилена



Восстановление общего содержания метана из измерений солнечного излучения в диапазоне 1,61-1,67 мкм со спектральным разрешением 1,48 нм

Inversion model

Y – vector of measurements;

b – fixed parameters of atmosphere (t , p) and instrument

x - state vector of variables to be retrieved (CH_4 concentration)

$$F(x, b) = \ln \frac{I(\nu)}{I_o(\nu)} = Kx + c$$

Погрешность восстановления общего содержания метана, вызванная неучетом линий этилена в прямой задаче при различных высотных профилях концентрации этилена

Диапазон частот, см ⁻¹	Профили C ₂ H ₄ в прямой задаче					
	Городской		Лесные пожары		Городской*10	
	CH ₄ ppm	Δ CH ₄	CH ₄ ppm	Δ CH ₄	CH ₄ ppm	Δ CH ₄
6038-6193	1,591	0.06%	2,94	84%	1,60	0.62%
6038-6103	1,597	0.44%	1,796	13%	1,598	0.12%

Исходное общее содержание CH₄ 1,59 ppmv

Выводы

Точность определения концентрации метана в атмосфере из спутниковых измерений в спектральном диапазоне 1,6-1,7 мкм можно повысить, учитывая интерференцию линий метана, вклад линий этилена и используя уточненные данные по параметрам спектральных линий CH_4 и H_2O . Это приведет к уменьшению восстановленного значения концентрации метана в тропических районах.