

Метод **многоугловой дифференциальной спектроскопии** (MAX DOAS – Multi-Axis Differential Absorption Spectroscopy) использует измерения спектра рассеянного солнечного излучения в полосе поглощения исследуемого газа (NO_2). Измерения спектров приходящего излучения выполняются из направлений с различными зенитными углами.

Мы рассматриваем измерения при фиксированном азимуте относительно положения солнца. Также предполагается, что атмосфера сферически симметрична. С использованием так называемой **процедуры ДОАС анализа** определяется **наклонное содержание** газа (NO_2) $S(z)$ при каждом направлении визирования z .

Таким образом, измерения можно рассматривать как серию измерений наклонного содержания малой газовой примеси (NO_2) атмосферы с **концентрацией** $n(h)$

$$S(z) = \int_0^H m_z(h)n(h)dh \quad z = z_1, z_2, \dots, z_K \quad (1)$$

при наборе зенитных **углов наблюдения** $z \in \{z_1, z_2, \dots, z_K\}$. Здесь $m_z(h)$ - **послойная эффективная воздушная масса** слоя на высоте h при наблюдении под углом z , $m_z(h)$ вычисляется с использованием модели переноса излучения в атмосфере.

Также могут использоваться понятия **общего содержания** газа (NO_2) в атмосфере:

$$V = \int_0^H n(h)dh$$

и **интегрального содержания** газа (NO_2) $V_{\text{слой}}$ в слое (например, в тропосфере, в приземном слое, в стратосфере):

$$V_{\text{слой}} = \int_{H'}^{H''} n(h)dh$$

План дальнейших работ

1. Представление профилей кусочно-постоянной функцией
2. Уточнить генератор случайных: чисел начинать с одного и того же числа.
3. В подписи каждого рисунка показать:
 - зен. угол солнца, азимут, интегральное содержание NO_2 в исходном и восстановленном, 2 надежности.
4. Надежность: по 2-стороннему критерию. Добавить 2(?) надежности:
 - для всех углов измерения (всего профиля)
 - (?) для углов измерения с информацией о нижних 500 м (вероятно только здесь можно различать 2 слоя, т.е. переходить к 3 модальной априорной информации).
5. Погрешности $0.1e15$ и $0.3e15$ молек/см².
6. Модельные профили:
 - во всех модельных профилях фон $0.5e11$ молек/см³ от 0 до 1000 м (даже в тех случаях, когда профиль поднимается выше 1000 м)
 - слой 100 м, нижняя граница - 3 варианта: 0м, 300м, 800м;
 - значение $6e11$ молек/см³ (интегрально около $5e15$ молек/см²);
 - значение $60e11$ молек/см³ (интегрально около $50e15$ молек/см²);
 - слой 200 м, нижняя граница - 3 варианта: 0м, 300м, 800м;

- значение $3e11$ молек/см³ (интегрально около $5e15$ молек/см²);
- значение $30e11$ молек/см³ (интегрально около $50e15$ молек/см²);
- 2 слоя по 100 м с минимумом 100 м, нижняя граница - 2 варианта: 0м, 600м;
 - значение $6e11$ молек/см³ (интегрально около $10e15$ молек/см²);
 - значение $60e11$ молек/см³ (интегрально около $100e15$ молек/см²);
- 2 слоя по 200 м с минимумом 200 м, нижняя граница - 2 варианта: 0м, 600м;
 - значение $3e11$ молек/см³ (интегрально около $10e15$ молек/см²);
 - значение $30e12$ молек/см³ (интегрально около $100e15$ молек/см²);
- слой 500 м, нижняя граница - 3 варианта: 0м, 200м, 500м;
 - значение $1.2e11$ молек/см³ (интегрально около $5e15$ молек/см²);
 - значение $12e11$ молек/см³ (интегрально около $50e15$ молек/см²);
- слой 1000 м, нижняя граница - 3 варианта: 0м, 200м, 500м;
 - значение $6e11$ молек/см³ (интегрально около $50e15$ молек/см²);

Для справки:

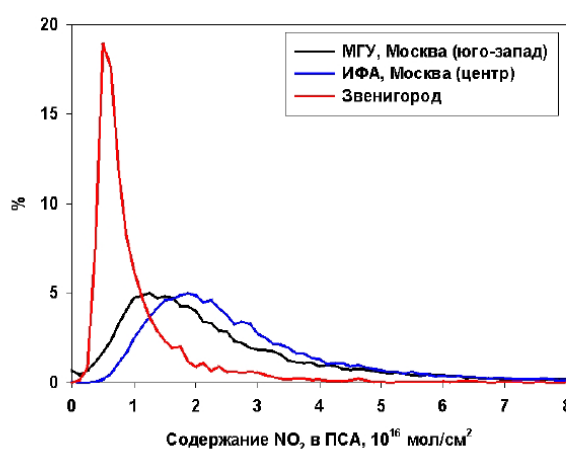


Рисунок 19.2 - Функции распределения значений содержания NO_2 в ПСА для различных станций наблюдений

- Продление восстанавливаемого профиля до 3-4 км (с тем же шагом).
 - возможно и выше, с ограничением на значения NO_2 выше 3 км, добавить (?) надежность для углов, отвечающих за эти высоты.
- Восстановление сигнала Uf , где U – оператор скользящего осреднения. Осреднение по 200 м, 300 м, 400 м.
- Добавление точки(точек), отвечающей(щих) за содержание примеси выше 4 км.
 - уни(трех)модальное до 3-4 км, и одна точка не связанная с ними для содержания выше?
- Уточнение схемы измерения.

В реальности при выполнении процедуры ДОАС анализа измерение при наблюдении в зенит используется для калибровки и градуировки по длинам волн аппаратуры и получаются не наклонные толщи, а **дифференциальные наклонные толщи**

$$dS(z) = S(z) - S(90^\circ) = \int_0^H (m_z(h) - m_{90}(h))n(h)dh \quad z = z_1, z_2, \dots, z_{K-1} \quad (2)$$

- Добавление приземного измерения. Исследование его влияния на точность оценивания приподнятого слоя NO_2 . С помощью газоанализатора выполняется измерение NO_2 в приземном слое

$$n(0) = 0 \quad (3)$$

Надо подумать, надо ли добавлять дополнительный (тонкий?) слой у земли?

Накладывать ограничения на производные $n(h)$?

12. Оптимизация измерения за счет перераспределения времени накопления сигнала между различными углами.

В частности, шум измерения $S(90^\circ)$ добавляется к измерениям при всех углах. Как перераспределять время измерения между различными углами наблюдения z ?