

Концентрации NH₃ в атмосфере по данным прибора IASI и наземных измерений в Восточной Азии

Трифопова-Яковлева А.М. (1,2), Громов С.А. (2,1)

(1) Институт географии РАН, Москва, Россия

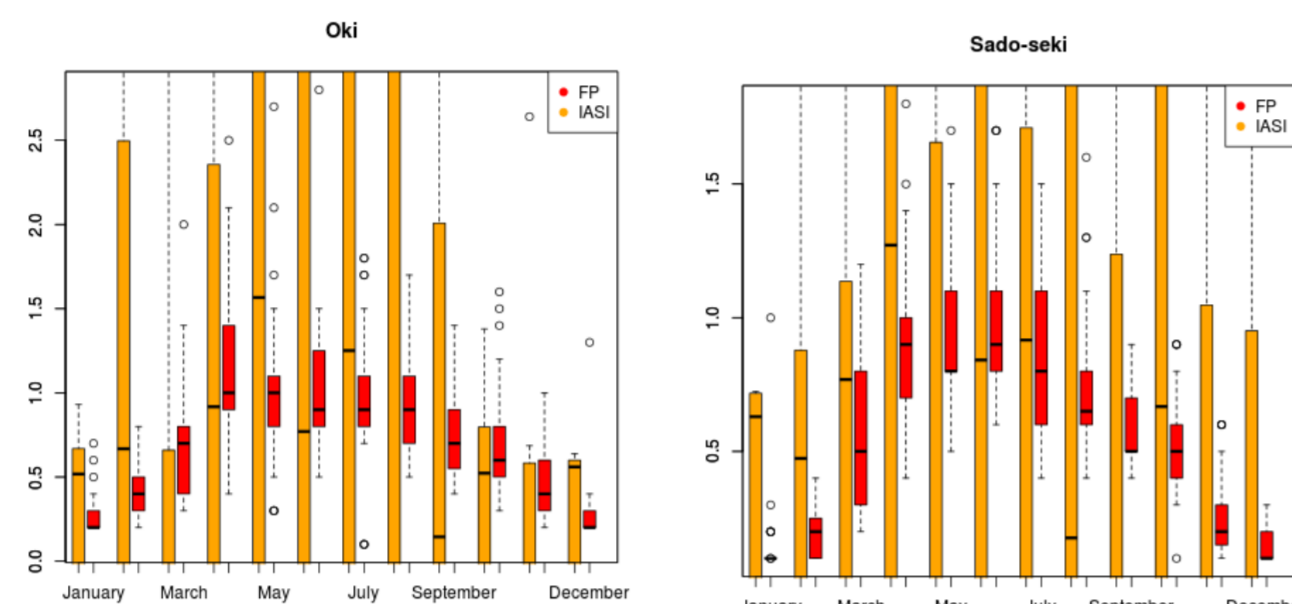
(2) Институт глобального климата и экологии, Москва, Россия

Проведено сравнение концентраций аммиака (NH₃) в приповерхностном слое атмосферы Земли, полученных по данным установленного на борту европейского спутника MetOp-A прибора IASI (Infrared Atmospheric Sounding Interferometer), с данными наземных измерений на станциях фонового атмосферного мониторинга сети EANET (Acid Deposition Monitoring Network in East Asia) с 2008 по 2014 годы.



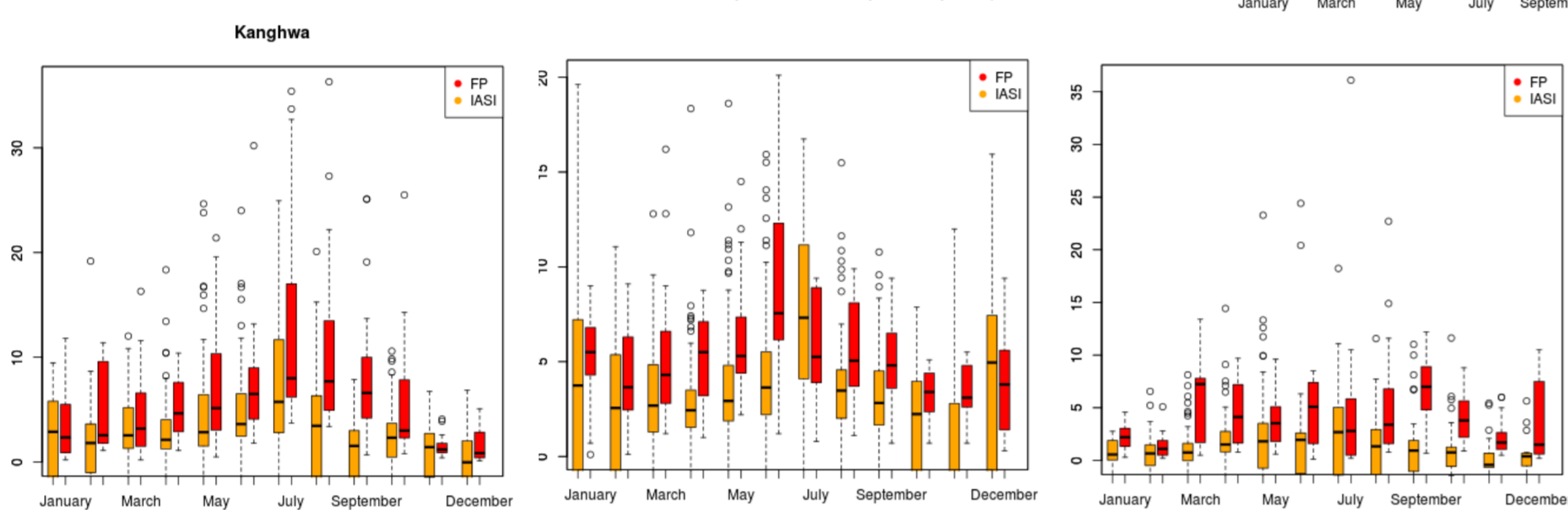
Figure 2.1 Locations of EANET deposition monitoring sites in 2015

Непрерывный мониторинг приземных концентраций газа производится на станциях EANET с помощью поглотительных фильтров. Длительность экспозиции одного фильтра составляет от недели до месяца [2]. Общее содержание NH₃ в столбе атмосферы восстановлено по данным прибора IASI [1, 3]. Для сравнения с значениями приземных концентраций, общее содержание было пересчитано в концентрацию у поверхности земли в соответствии с априорными профилями, используемыми при восстановлении по спутниковым данным [3]. Восстановленные по спутниковым данным концентрации представляют собой разовые измерения в момент прохождения спутника над рассматриваемой точкой. В качестве репрезентативной области для станции был выбран квадрат со стороной 0.25*0.25 градуса.



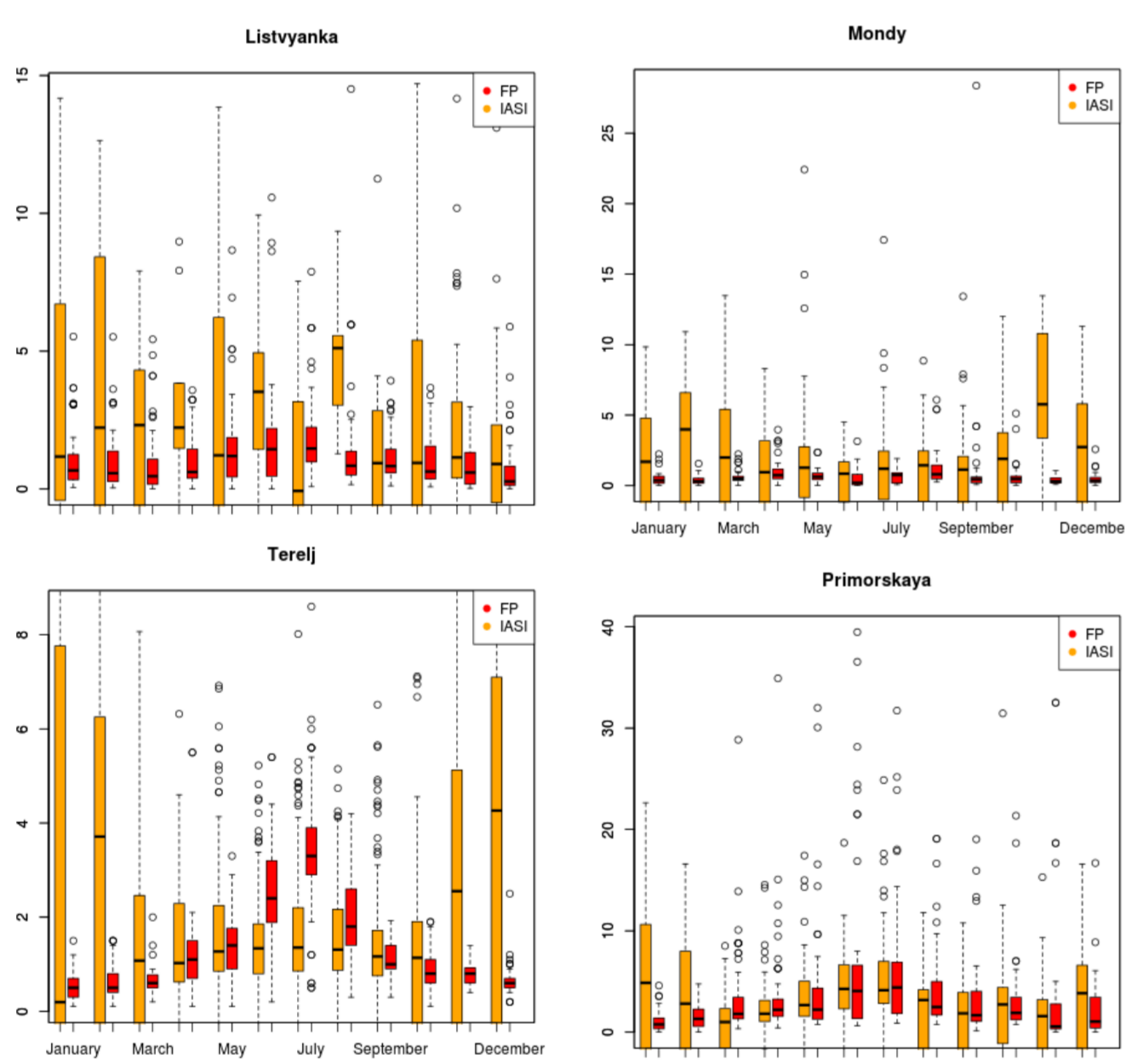
Япония: для большинства станций приземные концентрации очень малы (~1 ppb), и, как правило, восстановленные концентрации завышены, хотя порядок величин остается тот же. Сезонный ход воспроизводится хорошо.

В целом разработчиками также показано, что при очень низких значениях приземных концентраций, значения восстановленного содержания NH₃ оказываются завышенными [1].



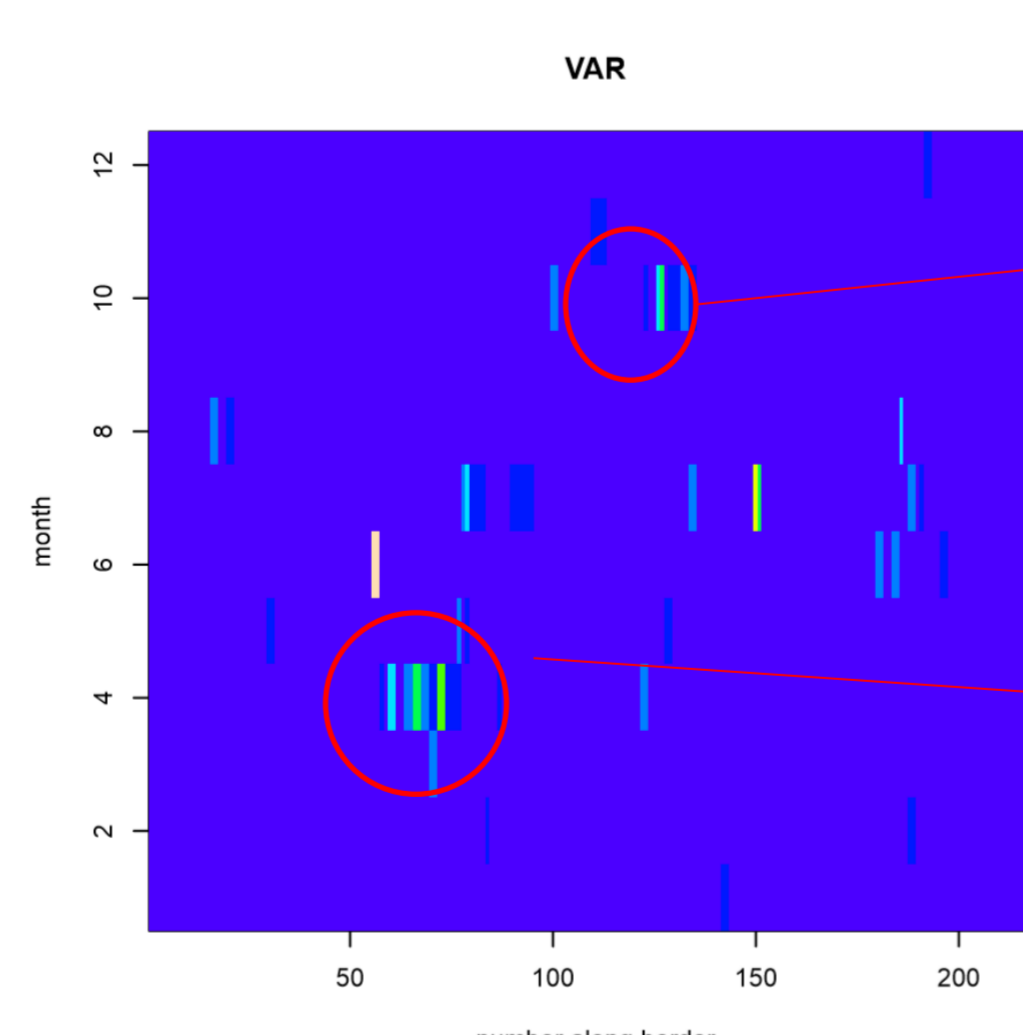
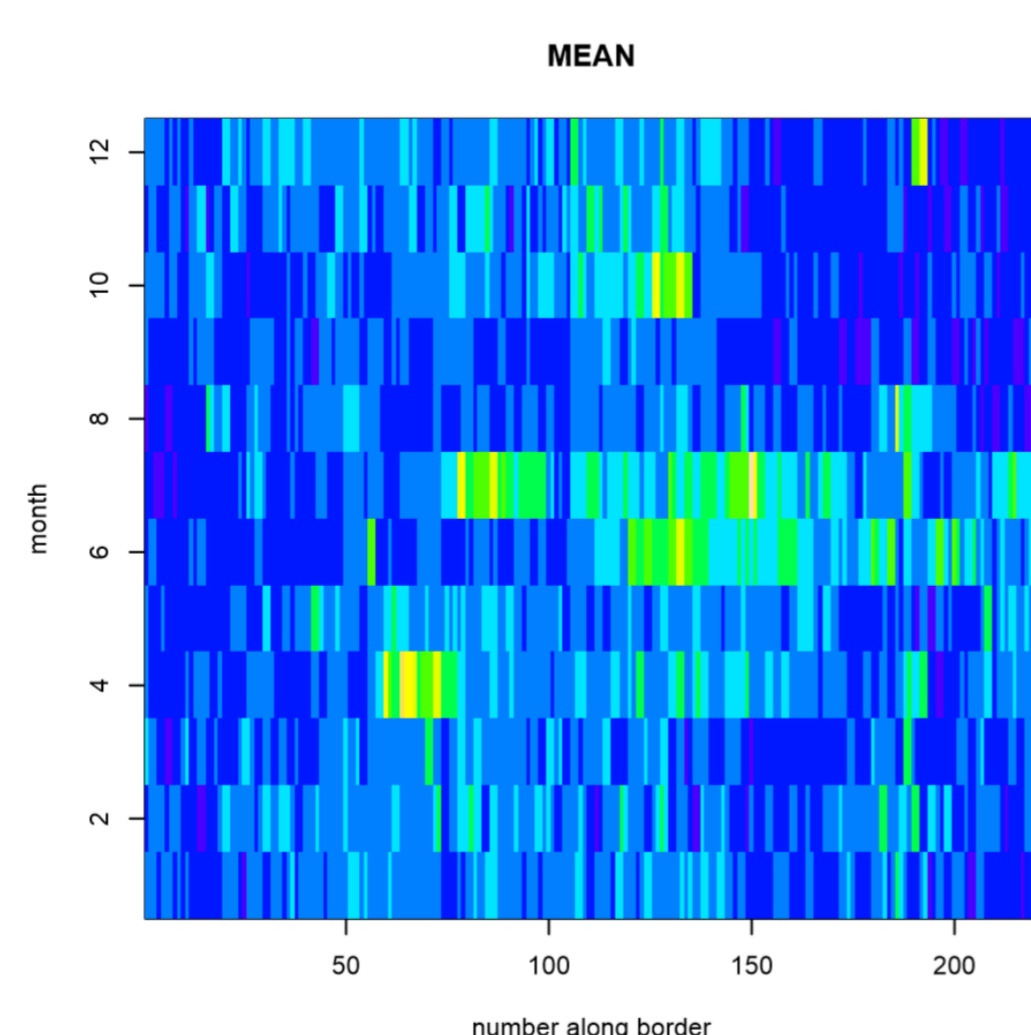
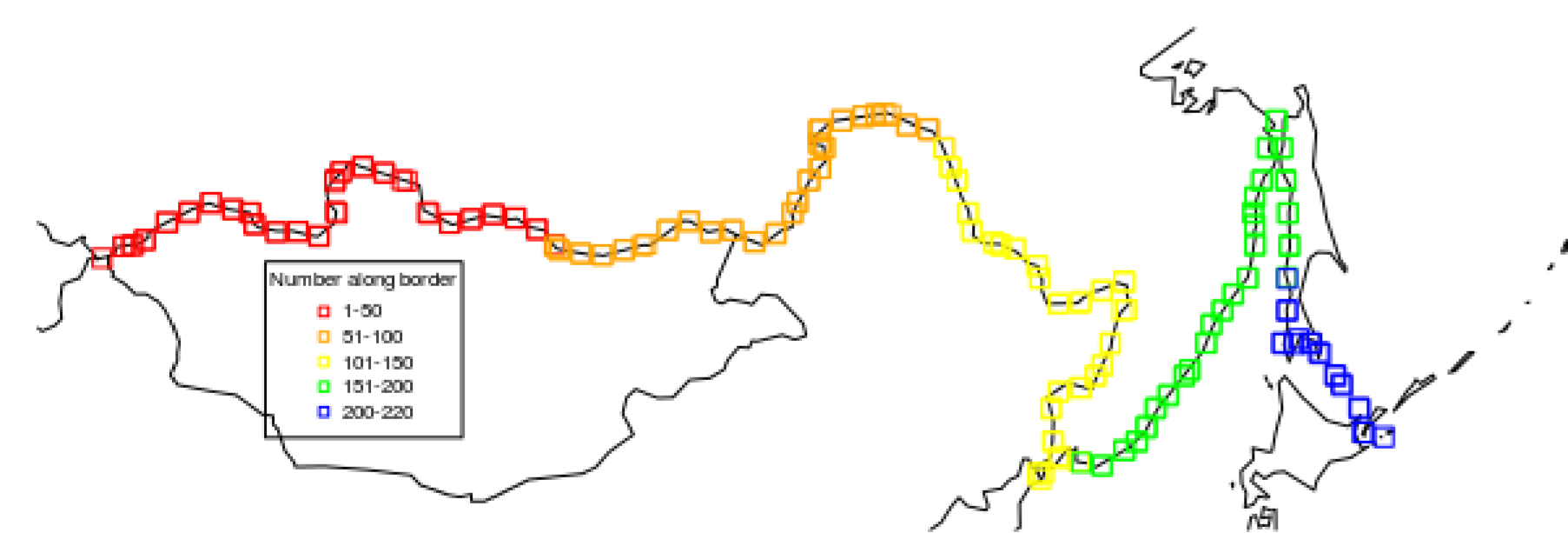
Корея: для станций, расположенных на полуострове, сезонный ход в целом совпадает, однако в ряде случаев значения, измеренные у поверхности, превышают средние восстановленные концентрации. Для станции Cheju, расположенной на острове, соответствие хуже, что может быть объяснено тем, что часть пикселей приходится на водную поверхность вокруг станции.

Тайланд: для двух станций сезонный ход согласно спутниковым значениям воспроизводится не совсем верно, поскольку не отражает сезонный максимум весной. Однако летние и осенние значения оказываются очень близки. Для третьей станции совпадение лучше, в том числе, и для сезонного хода. Более высокие приземные концентрации по наземным измерениям могут быть связаны с тем, что источник находится близко к станции мониторинга и локально влияет на измерения, тогда как пиксели спутника приходятся на всю территорию вокруг станции, в т.ч., не содержащую источников. Таким образом, среднее значение оказывается меньше.



Россия и Монголия: для станции Листвянка, расположенной на берегу озера Байкал, наилучшее соответствие наблюдается в осенние и зимние месяцы, тогда как в остальные месяцы приземные значения в целом ниже, чем восстановленные по спутниковым данным. Это может быть связано с тем, что основная масса загрязненного воздуха находится выше слоя воздуха для станции измерения. Для станции Монды и Терелж существует значительное расхождение между приземными и восстановленными концентрациями в зимние месяцы, которое может быть связано с малым контрастом температуры поверхности и воздуха, в свою очередь влияющим на чувствительность прибора IASI [1]. Для станции Приморская, расположенной в Приморском крае, соответствие в целом хорошее, за исключением зимы. Объяснением может послужить либо температурный контраст (аналогично со станцией Монды), либо нахождение основной массы загрязненного воздуха выше уровня слоя измерений. В этом случае для корректного сравнения необходимо пересчитывать общее содержание газа в столбе в приземные концентрации с учетом того, что основная масса NH₃ расположена на некоторой высоте над станцией.

В качестве примера использования восстановленных значений содержания NH₃ был оценен годовой ход содержания загрязняющего вещества вдоль границы России с Монголией, Китаем и Японией. Вычислялись среднемесячные значения и дисперсия для ячеек размером 1*1 градус вдоль границы. Видно, что для большей части рассматриваемой полосы существует выраженный годовой ход с максимумом в летние месяцы. Оценки концентраций в зимние месяцы вдоль границы с Монголией могут быть завышенными (как в случае станций Монды и Терелж).



Высокие значения в октябре 2008 года на границе России и Китая. Возможно, связаны с выжиганием травы.

Высокие значения в апреле 2008 и 2015 годов на границе Забайкальского края и Монголии.

Оценка концентраций NH₃ по данным спутника позволяет оценить как годовой ход, так и среднемесячные значения у поверхности земли при условии учета локальных особенностей местности, влияющих на чувствительность спутникового прибора и восстановленные значения.

Литература

- Dammers E., Palm M., Van Damme M., Vigouroux C., Smale D., Conway S., Toon G.C., Jones N., Nussbaumer E., Warneke T., Petri C., Clarisse L., Clerbaux C., Hermans C., Lutsch E., Strong K., Hannigan J.W., Nakajima H., Morino I., Herrera B., Stremme W., Grutter M., Schaap M., Wichink Kruit R.J., Notholt J., Coheur P., and Erismann J. An evaluation of IASI-NH₃ with ground-based Fourier transform infrared spectroscopy measurements // Atmos. Chem. Phys. 2016. P. 16. 10351–10368. doi:10.5194/acp-16-10351-2016.
- EANET. Second Periodic Report on the State of Acid Deposition in East Asia. Executive Summary // Niigata. Japan: Asia Center for Air Pollution Research. P. 50.
- Whitburn, S., Van Damme M., Clarisse L., Bauduin S., Heald C.L., Hadji-Lazaro J., Hurtmans D., Zondlo M.A., Clerbaux C., and Coheur P.-F. A flexible and robust neural network IASI-NH₃ retrieval algorithm // J. Geophys. Res. Atmos. 2016. P. 121. 6581–6599. doi:10.1002/2016JD024828.