

Материалы к докладу Росгидромета об особенностях климата на территории РФ за 2021 год (ст. «Обнинск»)

Измерения общего содержания и концентрации атмосферных газов в приземном слое воздуха на ст. «Обнинск» ($55^{\circ}06'38.46''$ с.ш. и $36^{\circ}35'53.91''$ в.д.) с 2015 г. проводятся НПО «Тайфун» с помощью комплекса МР-32. Калибровка измеренных приземных концентраций осуществляется стандартными смесями ФГУП ВНИИМ им. Менделеева с абсолютной погрешностью CO_2 – (3-4)%, CH_4 – (4-5)%, N_2O – (6-10)%, CO – 10%. В 2018-2021 гг. использовалась смесь CO_2 и CH_4 , прокалиброванная в лаборатории мониторинга малых газовых компонент атмосферы ГГО им А.И. Воейкова.

Концентрации углекислого газа, метана и закиси азота в приземном слое атмосферы

Сезонный ход средних месячных концентраций CO_2 , CH_4 и N_2O в 2021 г. (с оценкой среднеквадратичных отклонений результатов измерений) приведен на рисунке 1, а динамика многолетней изменчивости средних годовых значений – на рисунке 2.

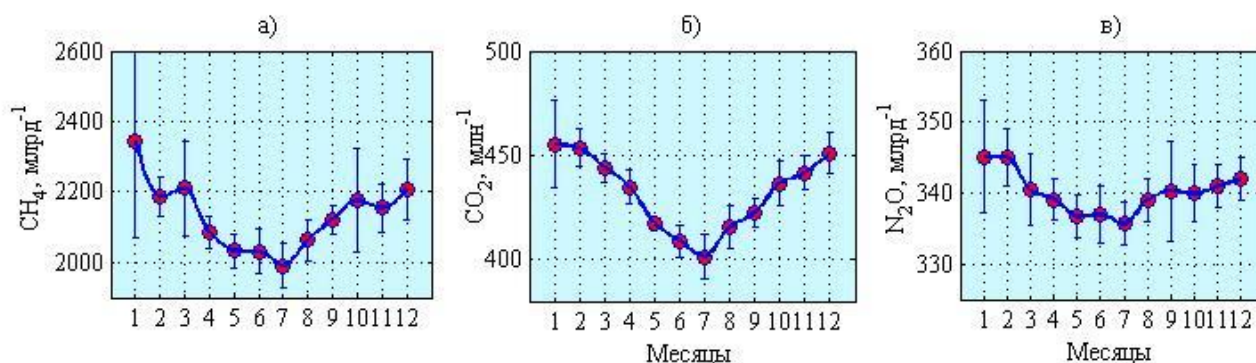


Рисунок 1 – Сезонный ход концентрации CH_4 (а), CO_2 (б), N_2O (в) в приземном слое атмосферы в 2021 году

Для расположенной в центре ЕЧР ст. «Обнинск» тенденция роста парниковых газов в приземном слое сохраняется. В 2021 г., в отличие от 2015-2020 гг., отмечались anomalously высокие концентрации метана ($3000-4000$ млрд⁻¹) 15-19 января, 24-25 марта и 8 октября. По расчетам обратных траекторий HYSPLIT, воздушные массы в январе и марте пришли с северо-восточного направления из района г. Москва. Для определения источника повышенных концентраций 8 октября нужны дополнительные исследования. Одновременно в эти периоды наблюдались повышенные концентрации углекислого газа, окиси углерода и закиси азота. При обработке данных (средние, тренды) эти измерения

отбраковывались.

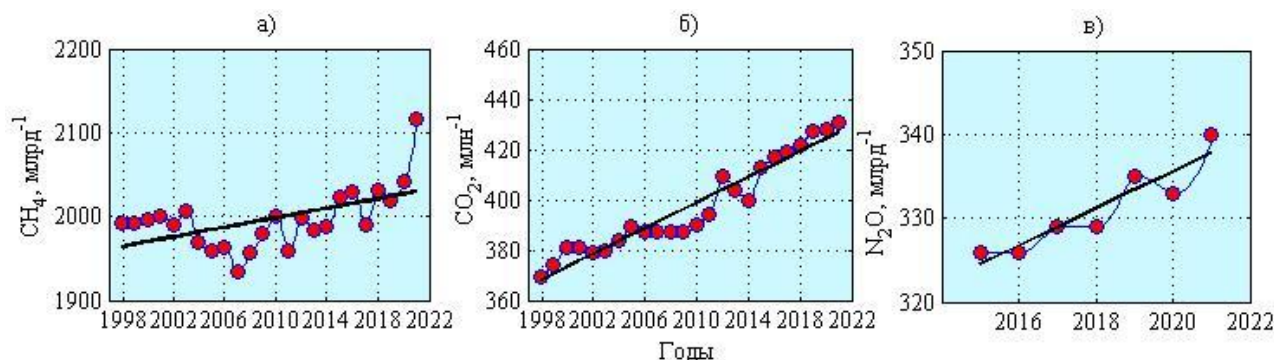


Рисунок 2 – Динамика многолетней изменчивости средних годовых значений CH_4 (а), CO_2 (б), N_2O (в) в приземном слое атмосферы

По сравнению с 2020 г. в 2021 г. среднегодовое значение CO_2 увеличилась на 3 млн^{-1} , CH_4 на 76 млрд^{-1} , N_2O на 7 млрд^{-1} . За время наблюдений с 1998 г. по 2021 г. величина положительного линейного тренда среднегодовых концентраций CO_2 равна $2,6 \pm 0,6 \text{ млн}^{-1}$ в год. Для CH_4 тренд равен $2,8 \pm 1,1 \text{ млрд}^{-1}$ в год для всего периода измерений и $8,3 \pm 2,6 \text{ млрд}^{-1}$ в год – для периода роста с 2007 г. Линейный тренд N_2O за период 2015 г. по 2021 г. составил $2,2 \pm 1,0 \text{ млрд}^{-1}$ в год. Для сравнения, за период 2015–2020 гг., расчет глобально усредненных трендов по данным ESRL (www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/) дает значения $8,9 \pm 4,0 \text{ млрд}^{-1}$, $2,4 \pm 1,1 \text{ млн}^{-1}$ и $1,0 \pm 0,5 \text{ млрд}^{-1}$ для CH_4 , CO_2 и N_2O соответственно.

Общее содержание углекислого газа, метана, закиси азота и водяного пара в толще атмосферы

Вариации среднемесячных значений средней по высоте концентрации CO_2 , CH_4 и N_2O в 2015–2021 гг. представлены на рисунке 3.

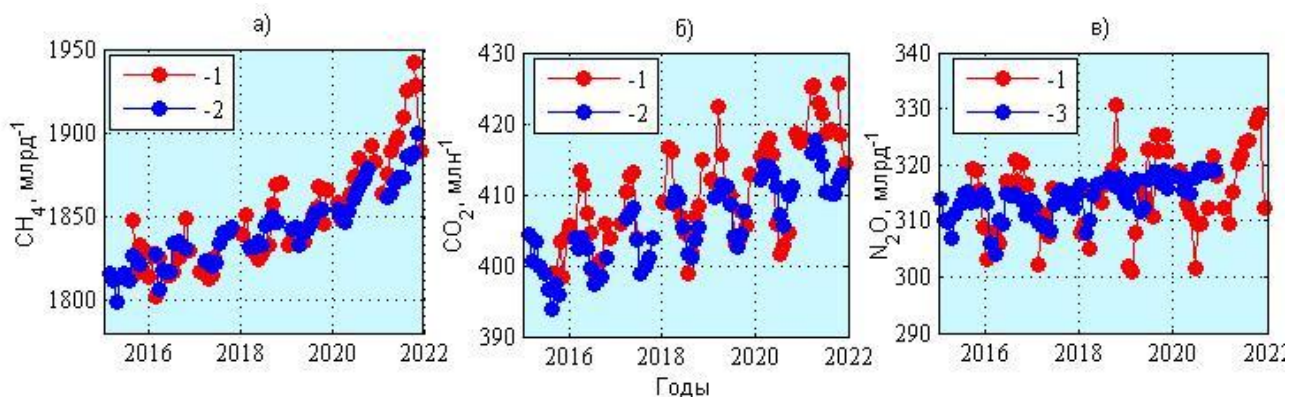


Рисунок 3 – Средняя по высоте объемная концентрация CO_2 (а), CH_4 (б), N_2O (в). 1 – ст. «Обнинск», 2 – спутниковые данные GOSAT, 3 – данные ст. Карлсруэ, подробнее см. текст

Данные ст. «Обнинск» сопоставлены с результатами измерений средней по высоте объемной концентрации CO_2 и CH_4 спутниковым прибором GOSAT (The Greenhouse Gases Observing Satellite, <https://data2.gosat.nies.go.jp>). Спутниковые данные, имеющие пропуски по времени и в пространстве, были усреднены для области ($34^\circ - 38^\circ$ в.д. и ($53^\circ - 57^\circ$) с.ш.). Для сопоставления результатов измерений N_2O использовались последние доступные данные (по ноябрь 2020 г.) станции «Карлсруэ», Германия ($49,1^\circ$ с.ш., $8,44^\circ$ в.д.), входящей в сеть TCCON (Total Carbon Column Observing Network, <https://tccon.org>).

По среднегодовым данным за период полных лет измерений с 2016 г. по 2021 г. для ст. Обнинск характерен значимый положительный тренд средней по высоте объемной концентрации парниковых газов. Для CH_4 , CO_2 и N_2O он составляет 15 ± 7 млрд⁻¹ в год, $2,7 \pm 1,2$ млн⁻¹ в год и $1,0 \pm 0,6$ млрд⁻¹ в год соответственно. Линейный тренд общего содержания водяного пара незначим. По данным GOSAT тренды CH_4 и CO_2 составляют 10 ± 1 млрд⁻¹ в год и $2,5 \pm 0,3$ млн⁻¹ в год. Тренд N_2O по данным ст. Карлсруэ равен $1,3 \pm 0,3$ млрд⁻¹ в год. Результаты измерений средних по высоте концентраций парниковых газов на ст. Обнинск показывают достаточно хорошее согласие со спутниковыми данными и измерениями на ближайших европейских станциях.

Усредненный за период с 2015 г. по 2021 г. сезонный ход изменчивости парниковых газов в приземном слое и во всей толще атмосферы на ст. Обнинск показан на рисунке 4.

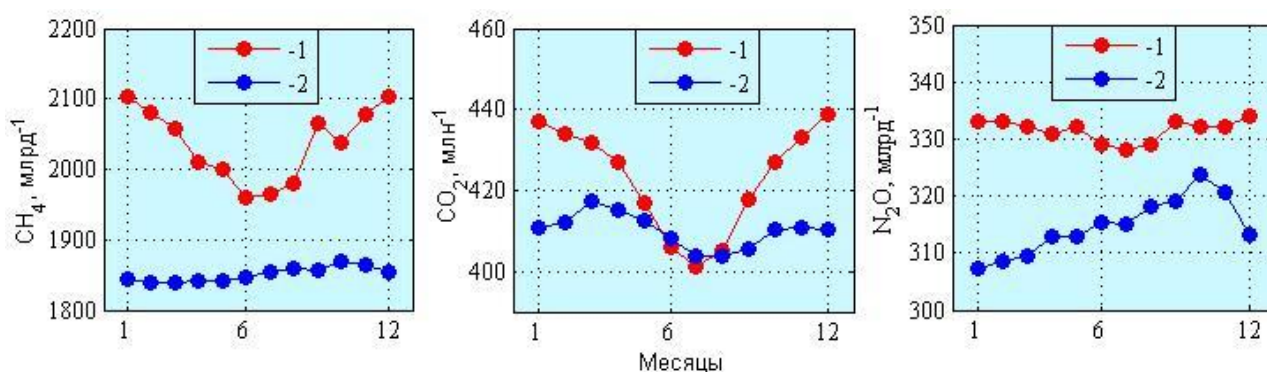


Рисунок 4 – Усредненный за 2015-2021 гг. сезонный ход приземных (1) и средних по высоте (2) концентраций CH_4 , CO_2 и N_2O

Для закиси азота и метана приземные концентрации выше средних по высоте для всех сезонов. Концентрация углекислого газа в приземном слое близка по величине к средней концентрации в толще атмосферы в конце весны и в летний период.

Максимальные превышения приземных концентраций над концентрациями в толще атмосферы для всех парниковых газов наблюдаются в зимний период и достигают для CH_4 , CO_2 и N_2O 250 млрд⁻¹, 29 млн⁻¹ и 26 млрд⁻¹ соответственно и могут быть обусловлены местными источниками и региональным переносом.