



ОСОБЕННОСТИ ГОДОВОГО ХОДА И ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТОКОВ CO₂ И CH₄ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ ПО ДАННЫМ СПУТНИКА GOSAT

Сильвестрова Варвара
РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева
var.silvestr@gmail.com

Москва, 2024

Парниковый эффект



<https://climatescience.org/ru/advanced-greenhouse-effect>

из статьи — Парниковый эффект: как меняется климат?

Ледник, Шпицберген



Засуха



Формирование торнадо, Канзас



Ураганный ветер

Цель:

анализ особенностей потоков метана
и углекислого газа на территории России

Задачи:

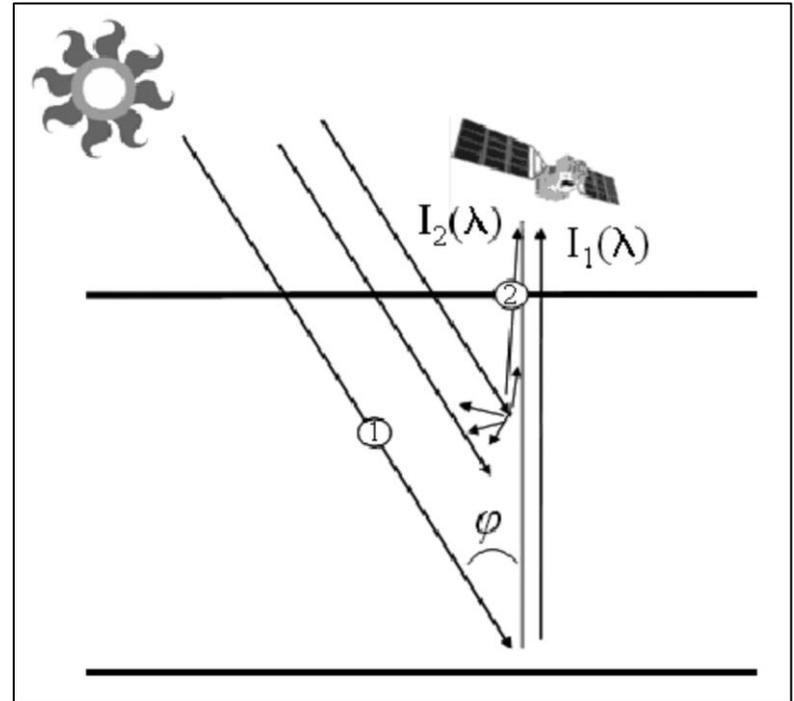
- обзор и анализ литературы по теме исследования
- поиск доступных данных для анализа потоков парниковых газов
- обработка спутниковых данных GOSAT и расчет средних значений на территории России
- анализ сезонной и межгодовой изменчивости потоков углекислого газа и метана на территории России



японский спутник GOSAT
(Greenhouse Gases Observing Satellite)

Метод измерения содержания парниковых газов по спутнику:

Вычисление содержания парниковых газов основано на том факте, что взаимодействие солнечного излучения с атмосферой приводит к рассеянию и поглощению его части и количественно определяется свойствами газового состава и типами аэрозоля. Излучение, которое было отражено от поверхности или облаков, зависит от характера подстилающей поверхности, отражающих свойств и температуры поверхности. Какая-то часть солнечного излучения, достигшая спутникового прибора, зависит от поглощающих свойств газового состава и таким образом может быть использована для определения содержания газового состава атмосферы.



База данных:

- Данные уровня обработки L4A global CO₂ и L4A global CH₄ спутника GOSAT (Greenhouse Gases Observing Satellite).
- Доступ к данным осуществляется через сайт:
https://data2.gosat.nies.go.jp/doc/doc_tech_en.html .
- Данные по потокам уровня L4A доступны в формате NetCDF.
- Временной шаг составляет один месяц, период для анализа выбран за 2010-2020 гг.
- Пространственное разрешение 1x1 градус.

Переменные в базе данных:

Данные по потокам CO₂ уровня L4A доступны в формате NetCDF. В файлах CO₂ содержатся следующие переменные:

1. Поверхностный поток CO₂, обусловленный сжиганием ископаемого топлива и производством цемента
2. Поверхностный поток CO₂, обусловленный сжиганием биомассы
3. Поверхностный поток CO₂, обусловленный биосферным обменом земли
4. Поверхностный поток CO₂, обусловленный обменом океана и атмосферы
5. Неопределенность в отношении поверхностного потока CO₂
6. Оптимизированный поверхностный общий поток CO₂

В файлах CH₄ содержатся следующие переменные:

1. Поверхностный поток CH₄, обусловленный антропогенными выбросами
2. Поверхностный поток CH₄, обусловленный сжиганием биомассы
3. Поверхностный поток CH₄, обусловленный естественными выбросами
4. Неопределенность в отношении поверхностного потока CH₄
5. Оптимизированный поверхностный поток CH₄
6. Неопределенность в отношении оптимизированного поверхностного потока

CH₄.

Методика:

Из базы данных выбирались все узлы, которые находятся на территории России (без морей и океанов), далее проводился расчет среднего арифметического по всем узлам, это позволило оценивать средние данные по потокам парниковых газов на территории России.

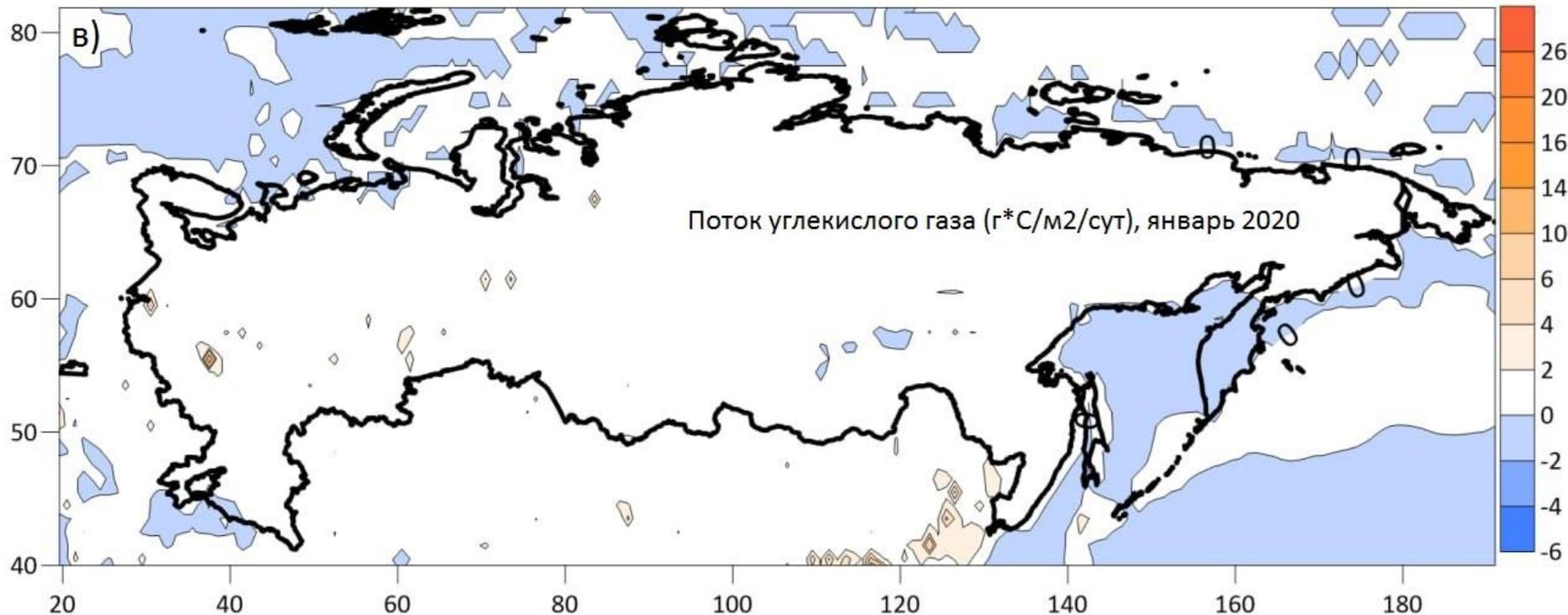
Карты были построены в программе Surfer, а графики в программе Excel.

Файлы NetCDF считывались с помощью скрипта на языке Python.

Результаты:

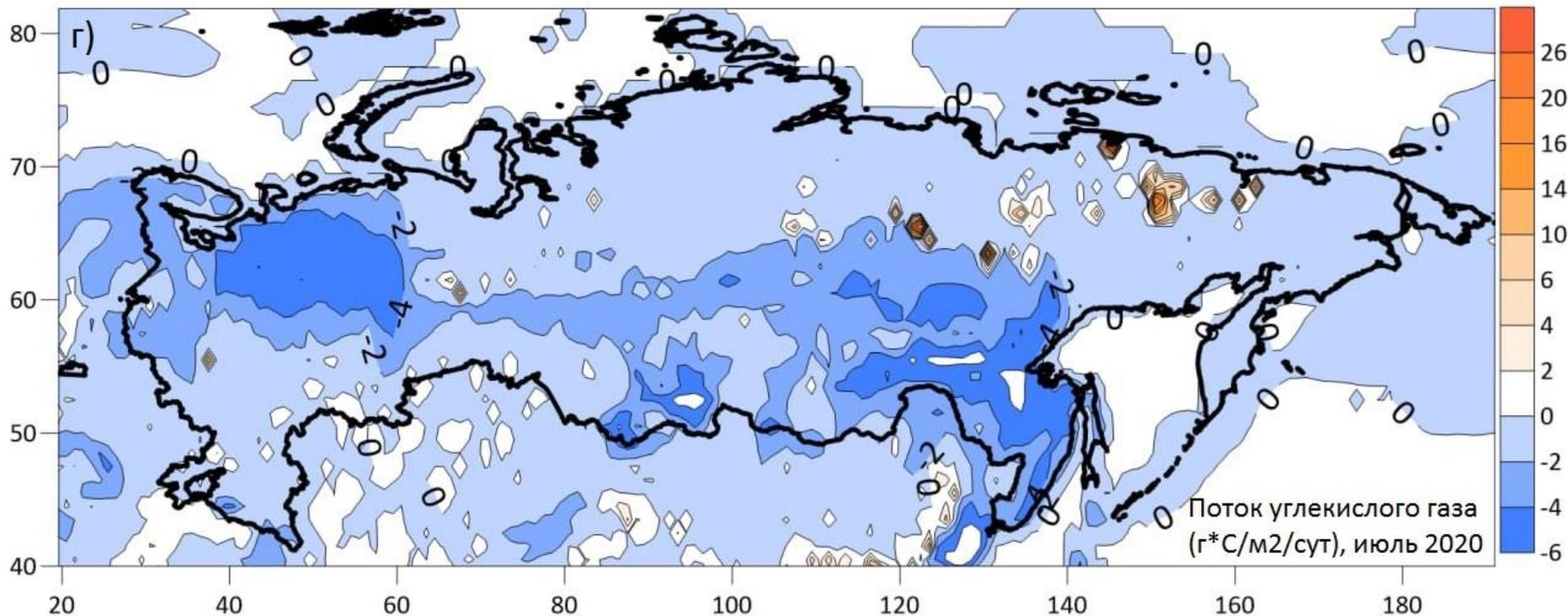
- Пространственное распределение потоков парниковых газов CO₂ и CH₄ на территории Российской Федерации и окружающих государств в январе и июле 2020 года.
- Анализ сезонной и межгодовой изменчивости потоков таких парниковых газов, как углекислый газ и метан, в среднем для территории России в период за 2010-2020 гг.
- В среднем по Российской Федерации за 2020 год поток углекислого газа составил $-0,0032 \text{ г*С/м}^2/\text{сут.}$, а поток метана $0.0066 \text{ г*СН}_4/\text{м}^2/\text{сут.}$

Пространственное распределение:



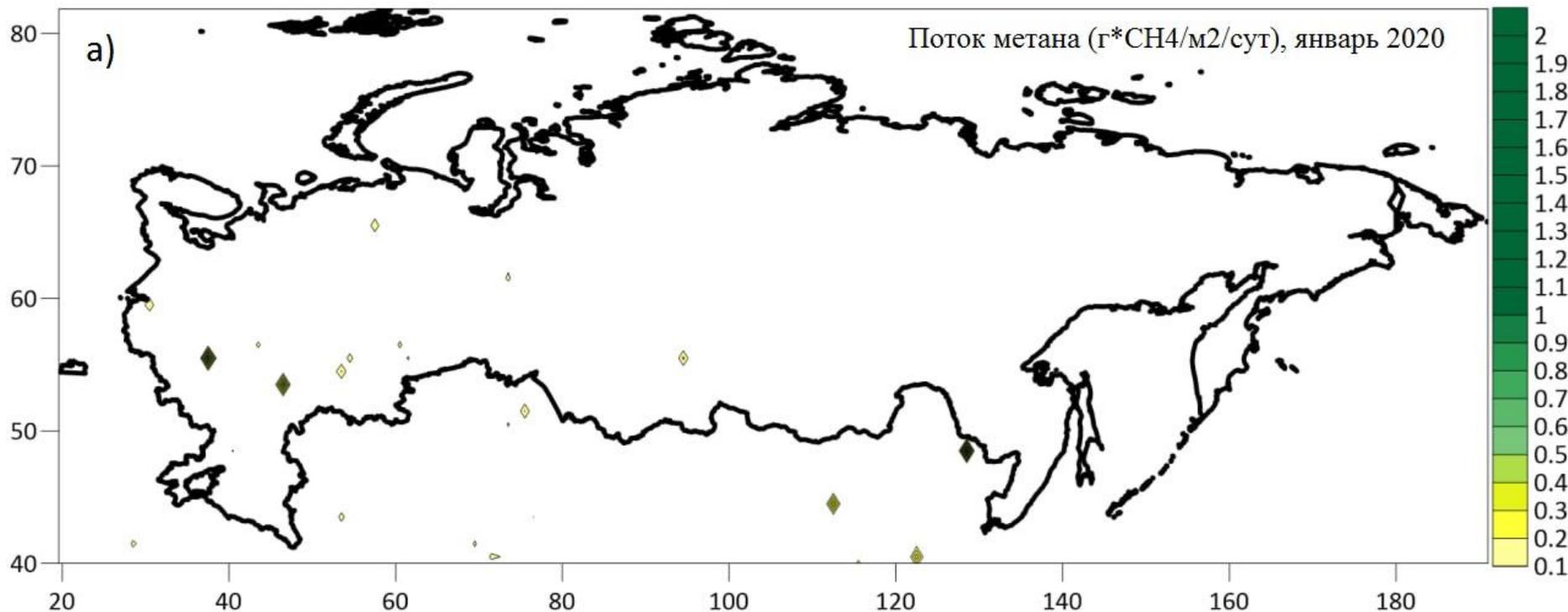
Для Москвы максимум потока CO_2 в январе составляет $13.5 \text{ г}\cdot\text{С}/\text{м}^2/\text{сут}$, для Санкт-Петербурга $6 \text{ г}\cdot\text{С}/\text{м}^2/\text{сут}$.

Пространственное распределение:



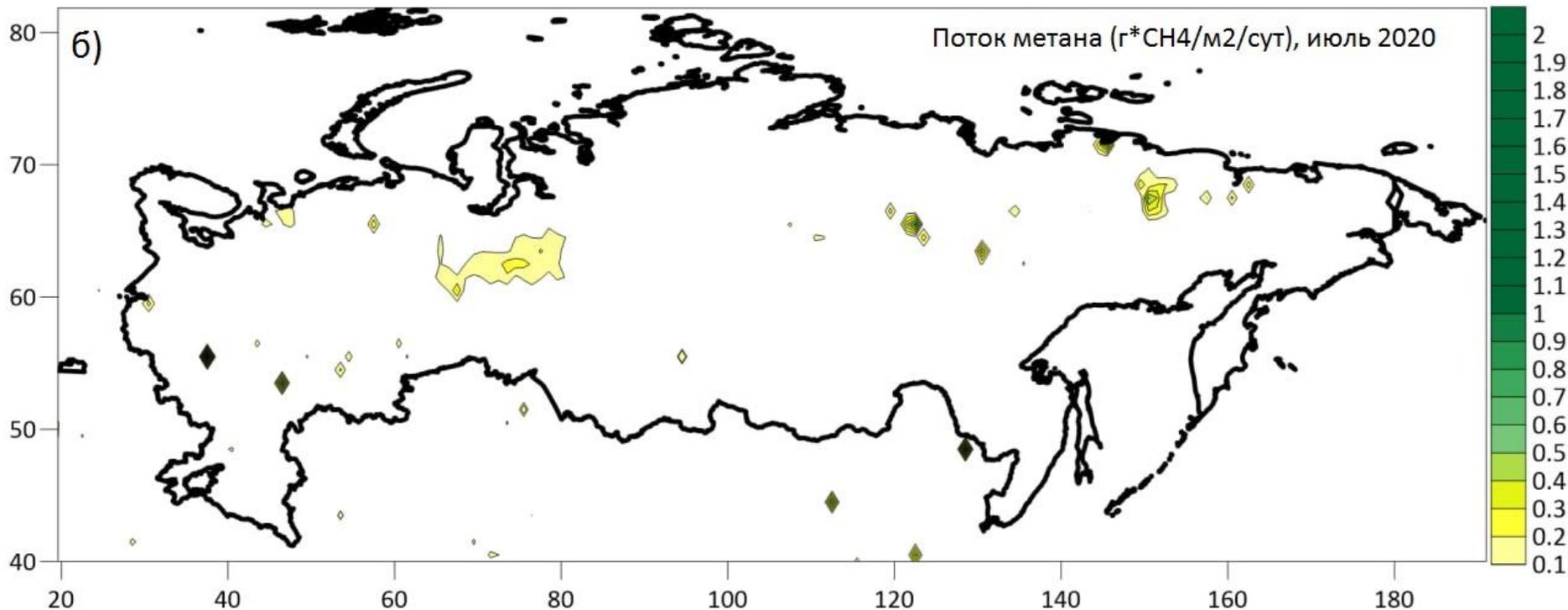
Потоки CO_2 летом на большей части территории России отрицательны, что свидетельствует о поглощении парниковых газов растительностью, однако в местах пожаров наблюдаются максимумы до $20\text{-}30 \text{ г}^*\text{C}/\text{м}^2/\text{сут}$.

Пространственное распределение:



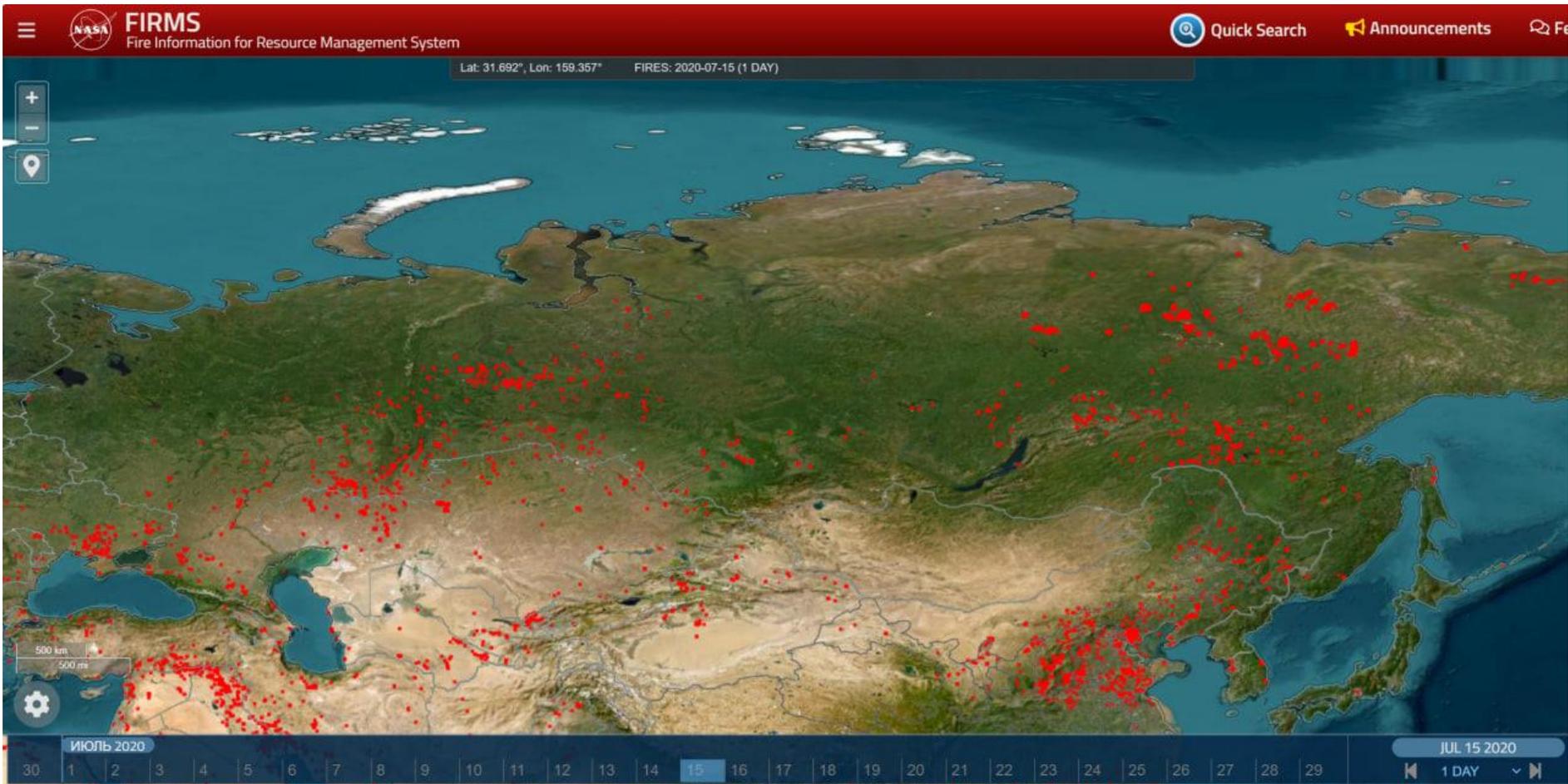
В Москве значения потоков метана в январе достигают до $0,86 \text{ г}\cdot\text{CH}_4/\text{м}^2/\text{сут.}$, в Санкт-Петербурге до $0,16 \text{ г}\cdot\text{CH}_4/\text{м}^2/\text{сут.}$

Пространственное распределение:

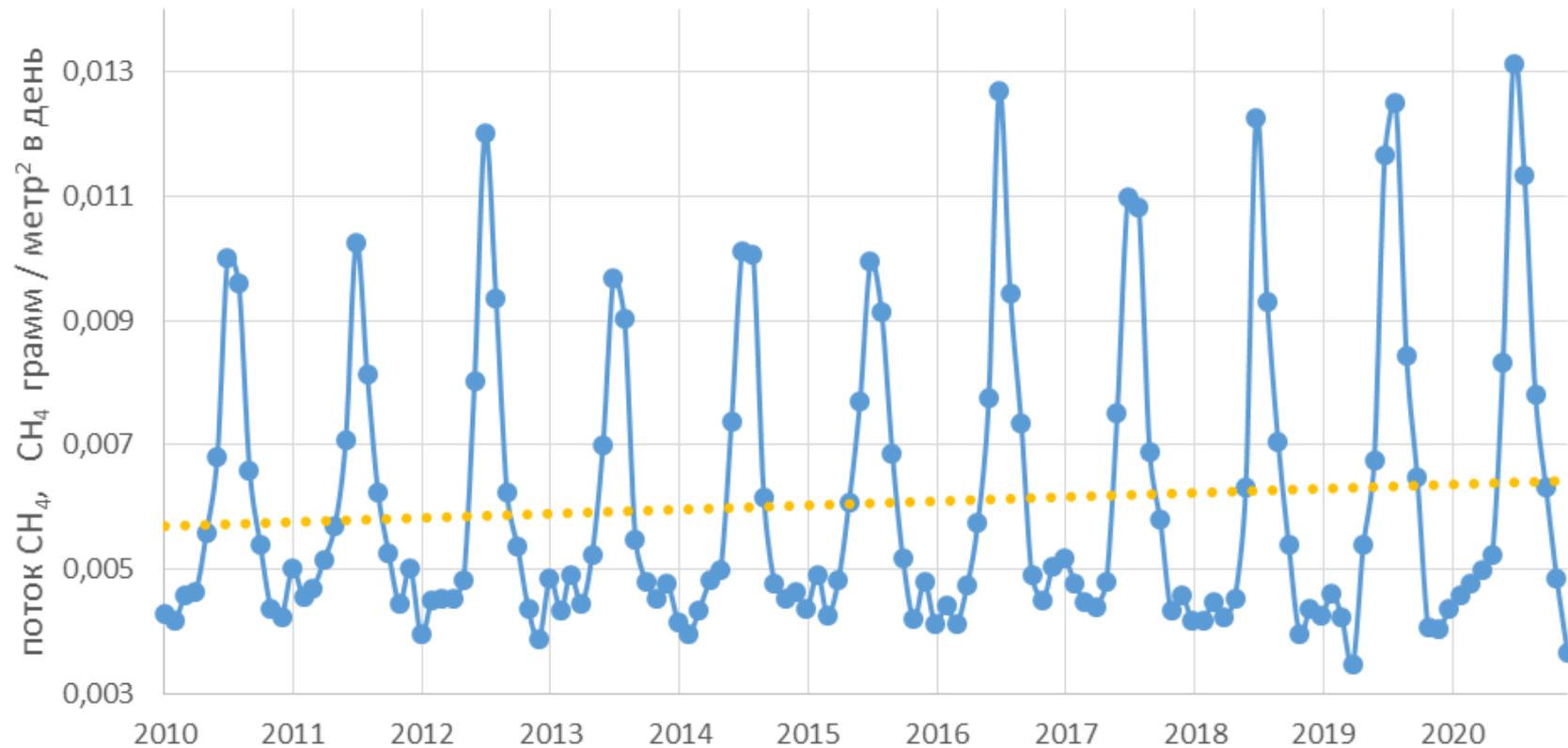


На карте потоков метана в июле 2020 помимо крупных городов, наблюдаются также несколько крупных положительных зон (до $1.2 \text{ г} \cdot \text{CH}_4 / \text{м}^2 / \text{сут}$ в Москве), которые по всей видимости связаны с лесными пожарами, которые наблюдались на Урале в Сибири.

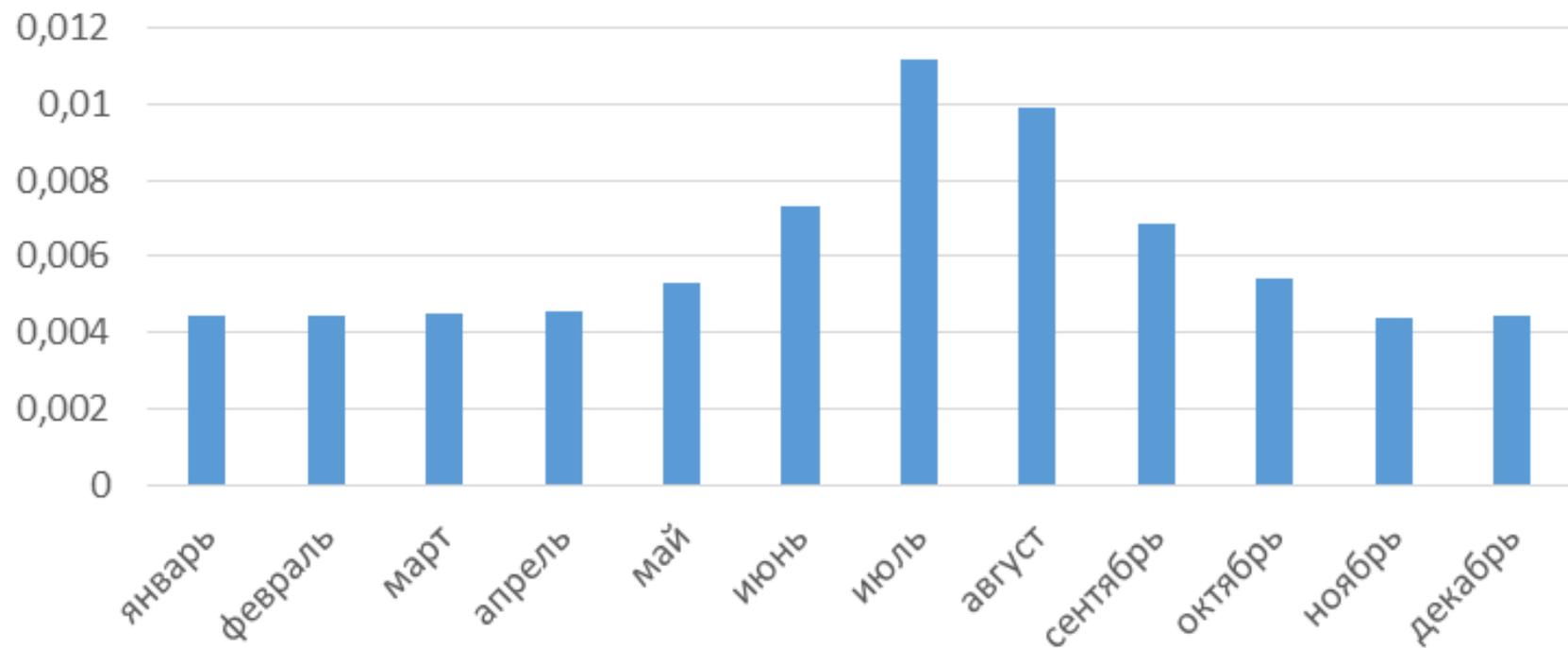
Карта пожаров:



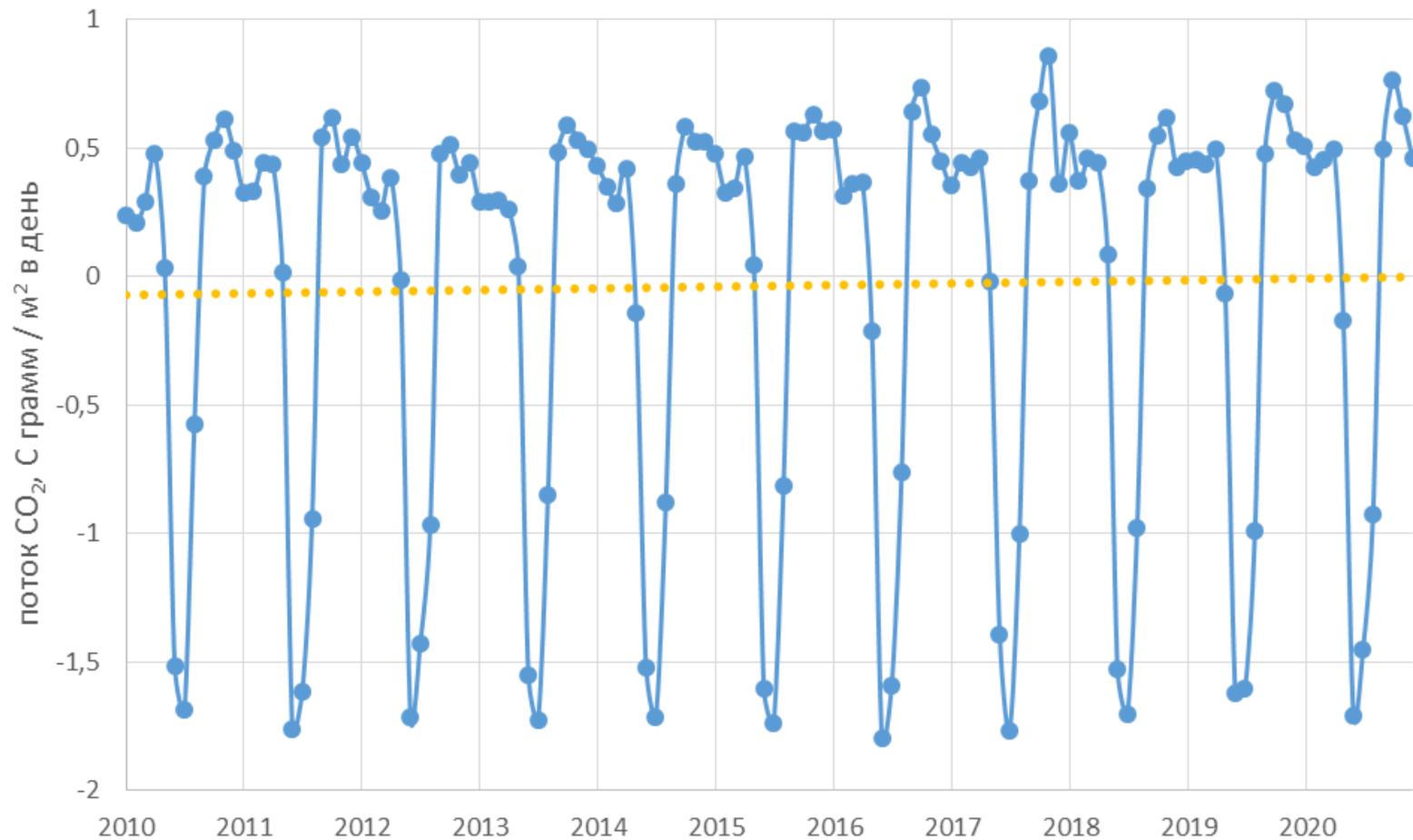
Общий поток CH_4 в граммах CH_4 на метр² в день



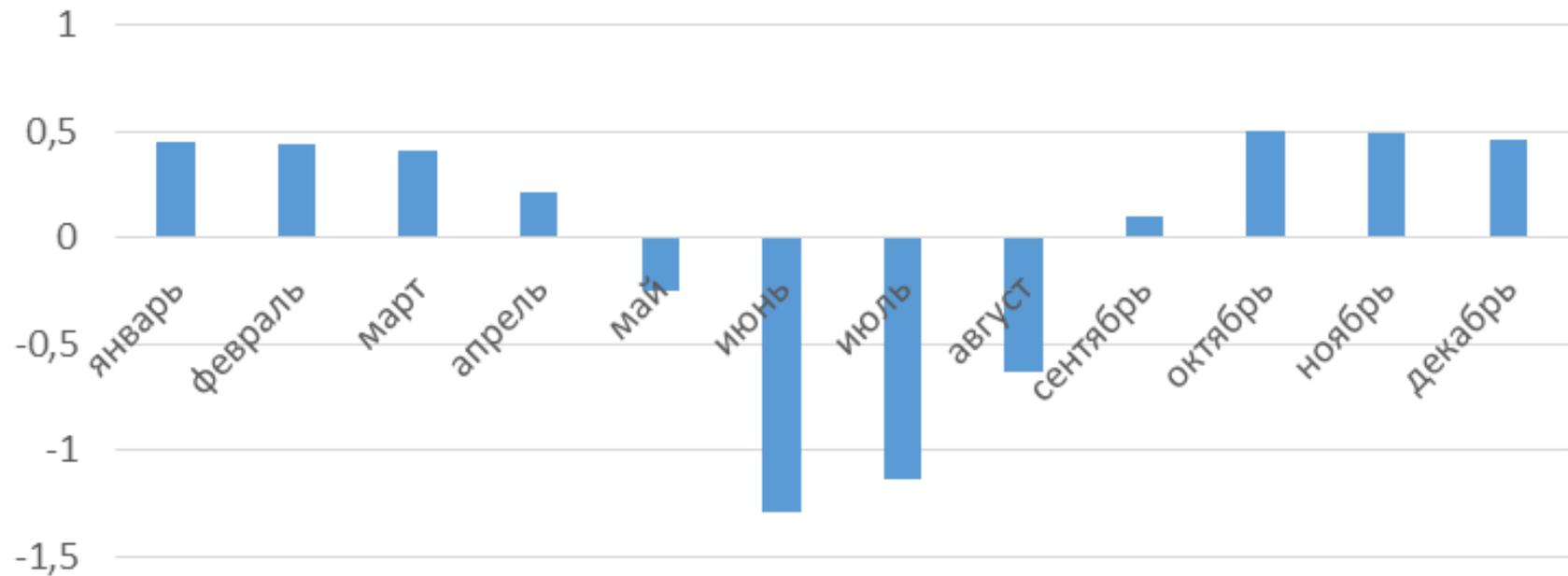
Среднемноголетняя изменчивость
суммарного потока CH_4 в граммах CH_4 на метр²
в день для отдельных месяцев



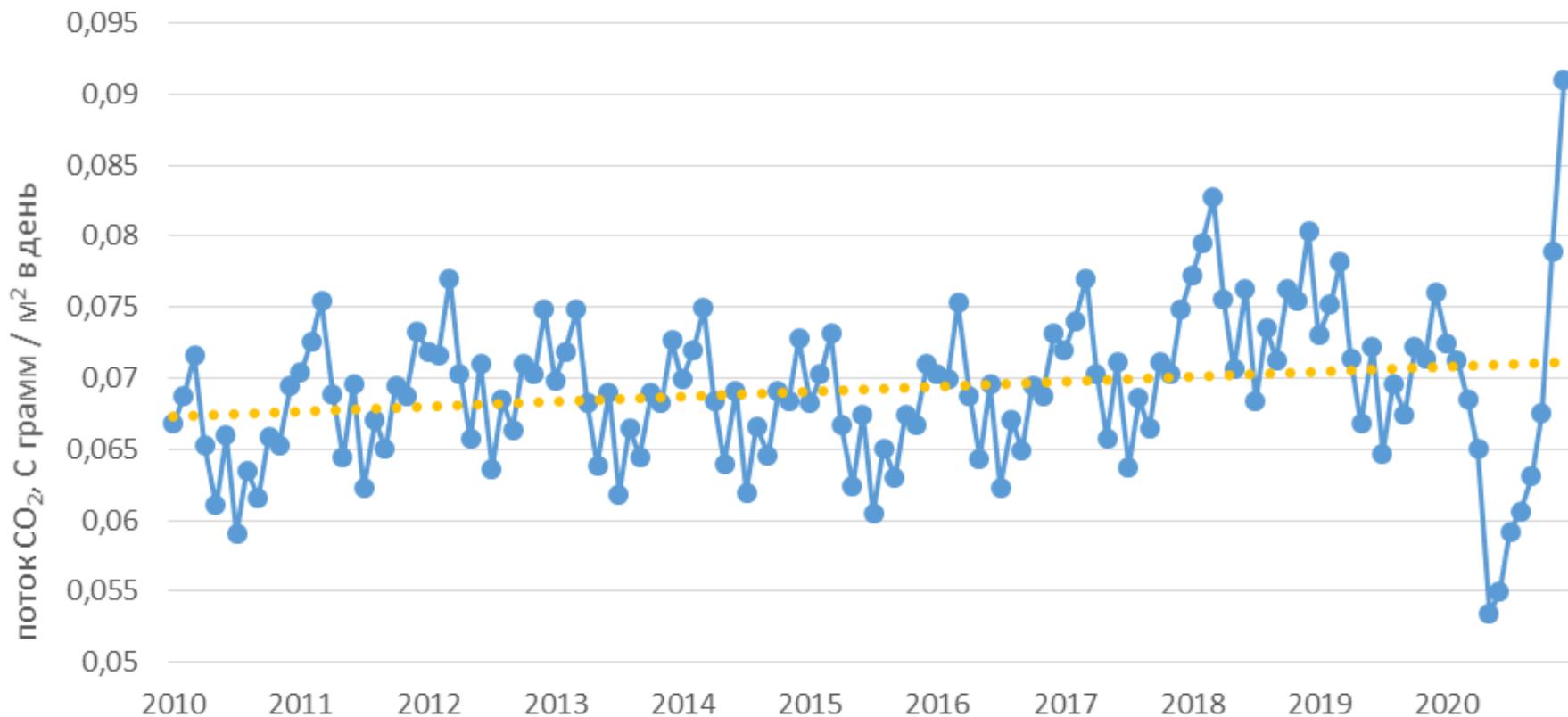
Общий поток CO₂ в граммах С на метр² в день



Среднемноголетняя изменчивость потока CO_2
в граммах С на метр² в день, обусловленного
биосферным обменом Земли, для отдельных
месяцев



Поток CO_2 в граммах С на метр² в день из-за сжигания топлива



Выводы:

— На основе спутниковых данных GOSAT выполнен анализ данных о потоках таких парниковых газов, как углекислый газ и метан, на территории Российской Федерации в период за 2010-2020 гг.

— Выполнен анализ пространственного распределения потоков CO₂ и CH₄ на январь и июль 2020 года на территории России и соседних государств.

На картах CO₂ выделяются городские агломерации Москвы и Санкт-Петербурга в январе 2020 года, а также хорошо заметны Урал и Сибирь в июле 2020 на картах потока CH₄, что возможно связано с большим количеством лесных пожаров в то время.

— Выполнен анализ сезонного хода потоков углекислого газа и метана.

Выраженная сезонная изменчивость общего потока метана в России: максимальное количество потока наблюдается летом, рекордное значение $0,0131 \text{ г*CH}_4/\text{м}^2/\text{сут}$ (июль 2020), минимальные же потоки наблюдаются в холодные месяцы (ноябрь-февраль), так минимальное значение составляет $0,0039 \text{ г*CH}_4/\text{м}^2/\text{сут}$ (апрель 2019).

Максимум общего потока углекислого газа в России приходится на осень-зиму (приблизительно на октябрь-апрель), где рекордно высокое значение является $0,8566 \text{ г*С}/\text{м}^2/\text{сут}$ (ноябрь 2017), минимальные значения естественны для лета. Самое отрицательное значение было зафиксировано спутником в июне 2016 года и составляло $-1,7952 \text{ г*С}/\text{м}^2/\text{сут}$.

— Линейные тренды показывают, что потоки углекислого газа и метана с каждым годом на территории Российской Федерации увеличиваются.

Спасибо!

По вопросам сотрудничества — var.silvestr@gmail.com