

Технологии оценки риска здоровью населения при воздействии песчано-пылевых бурь

Исследование профинансировано грантом Российского научного фонда № 25-44-02032

Тронин А.А., Горный В.И., Исаев Д.С., Носков С.Н., Безрученко П.А.

E-mail: a.a.tronin@ecosafety-spb.ru
<http://www.ecosafety-spb.ru>

Астрахань, 19.05.2021



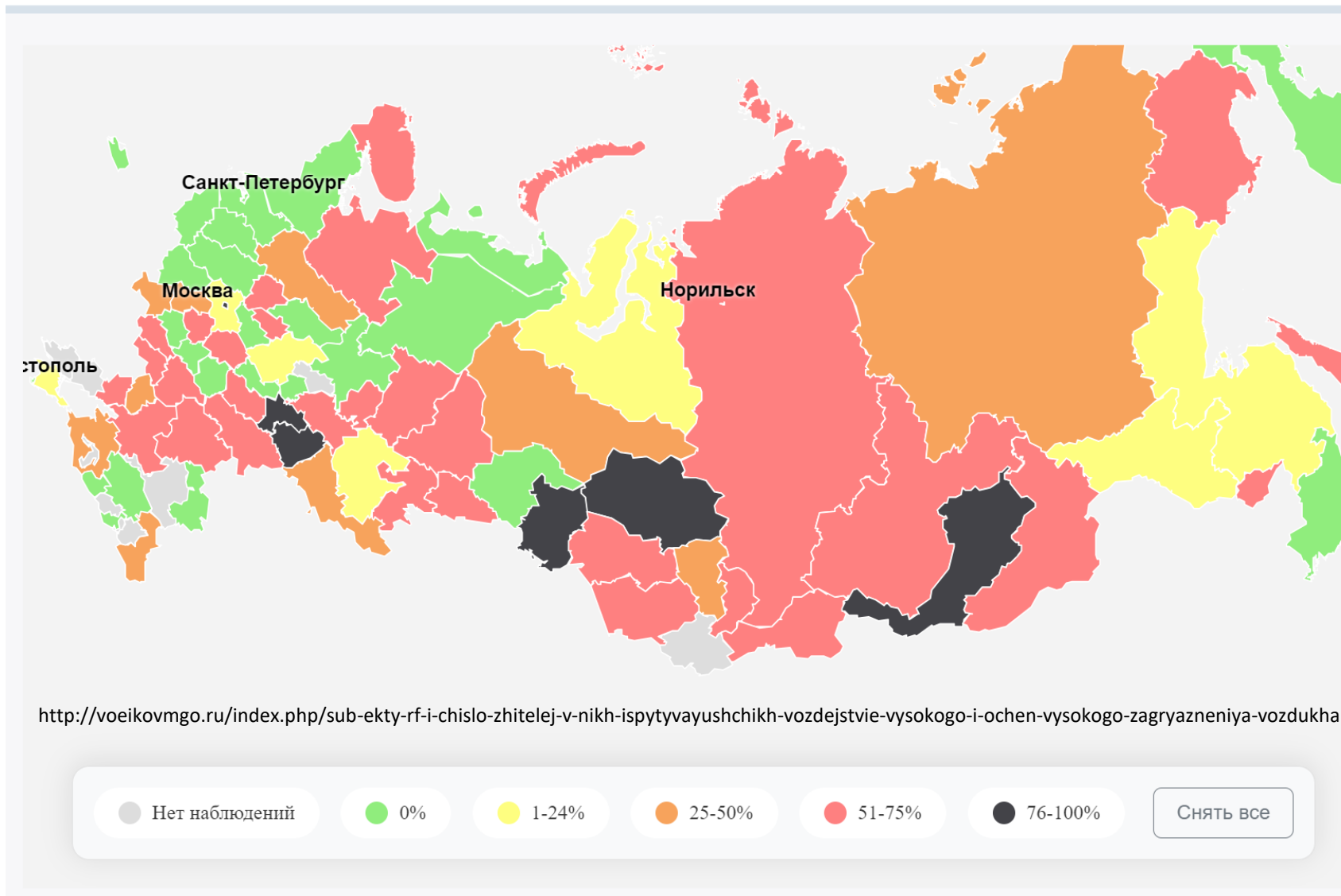
Среднегодовое поступление в атмосферу и среднегодовая масса пыли от пустынь

Регион	Поступление, млн тонн в год	Средняя масса, млн тонн
Сахара и региона Сахеля	2100	13
Средняя Азия и Ближний Восток	1400	7
Восточная Азии (Гоби)	600	3
Южная Америка	190	3
Австралия	160	
Северная Америка	130	
Южная Африка	100	

Проблема загрязнения атмосферного воздуха

- В 2024 г. в России оставалось 105 городов, в атмосфере которых среднегодовые концентрации взвешенных веществ были равны или превышали предельно допустимую концентрацию (ПДК).
- В 15 городах отмечены среднегодовые концентрации выше 3 ПДК (Махачкала, Смоленск, Комсомольск-На-Амуре).
- В России с 2018 г. действует федеральный проект «Чистый воздух» для поэтапного снижения выбросов опасных загрязняющих веществ.

Субъекты РФ и число жителей в них (% от численности городского населения субъекта РФ), испытывающих воздействие высокого и очень высокого загрязнения воздуха по состоянию на 01.01.2025



Песчано-пылевая буря в Ростове-на-Дону



<https://161.ru/text/incidents/2024/10/01/74156291/>

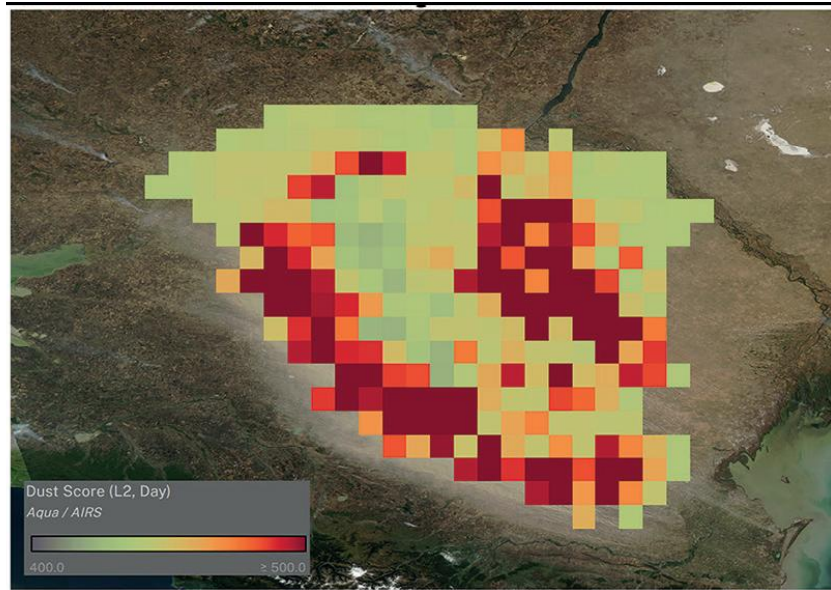
Песчаные и пыльные бури (ППБ) – распространенная метеорологическая угроза, которая возникает в пустынных и полупустынных районах и характеризуется высвобождением в воздух большого объема частиц минеральной пыли.

<https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/sand-and-dust-storms>

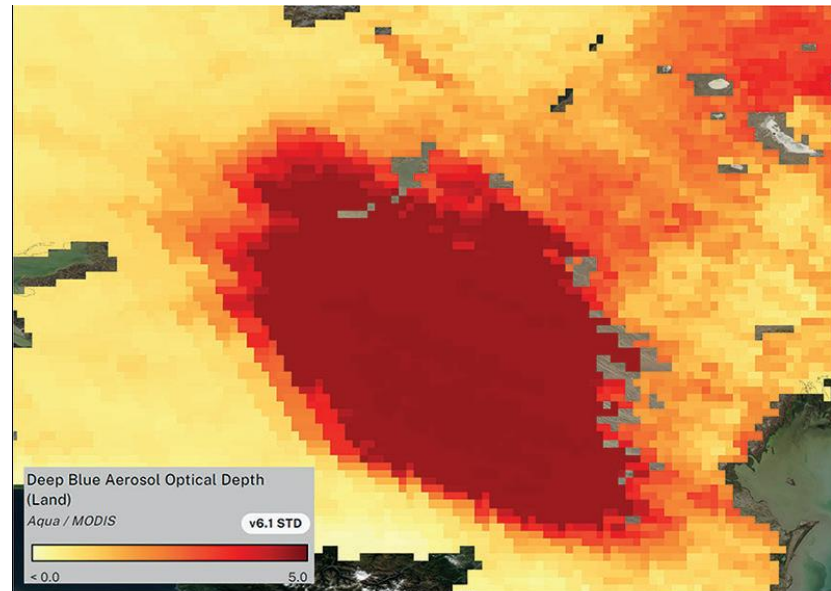
09-13.11.2026



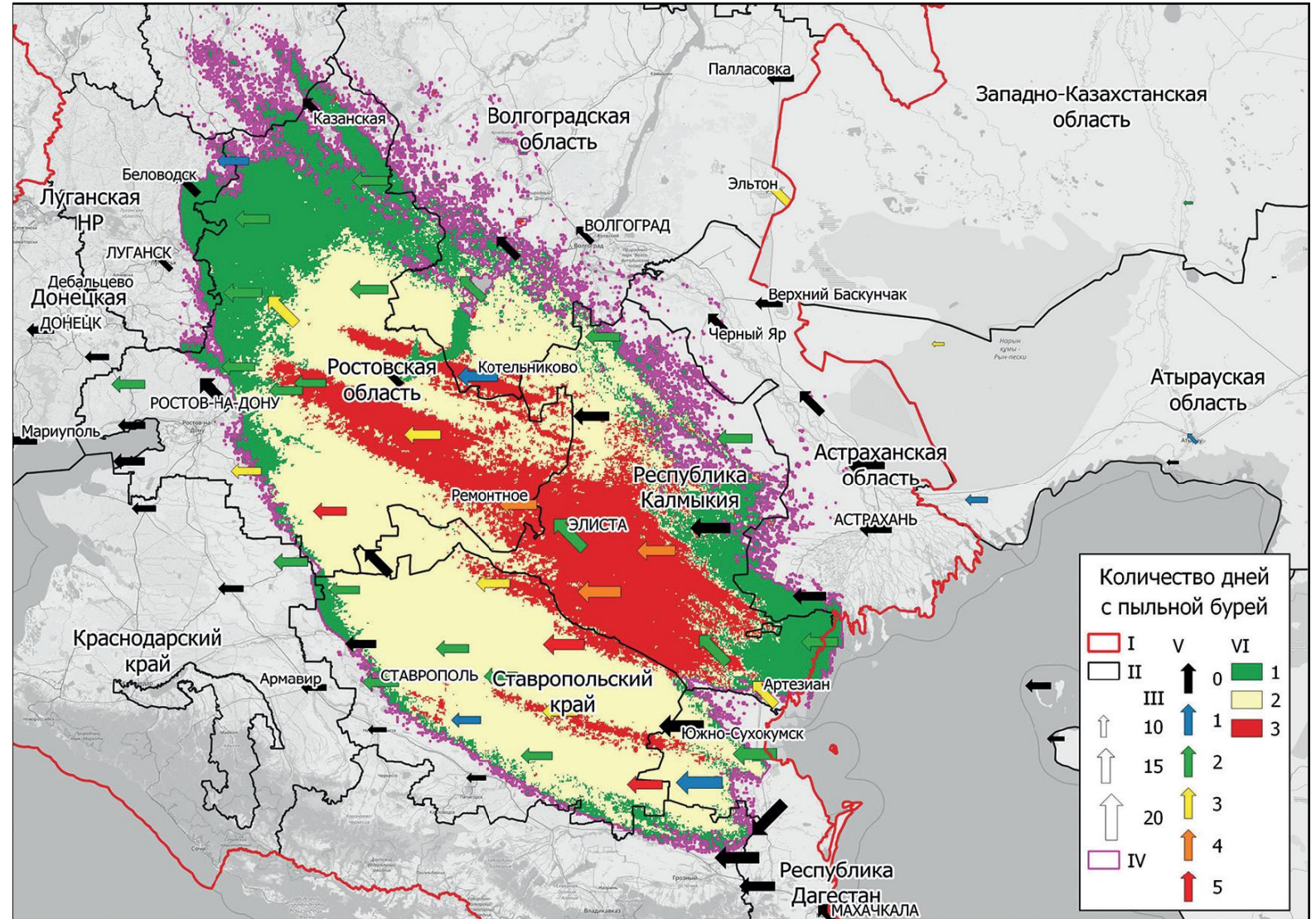
Спутниковые методы наблюдения за бурями



показатель Dust Score по данным AIRS/Aqua

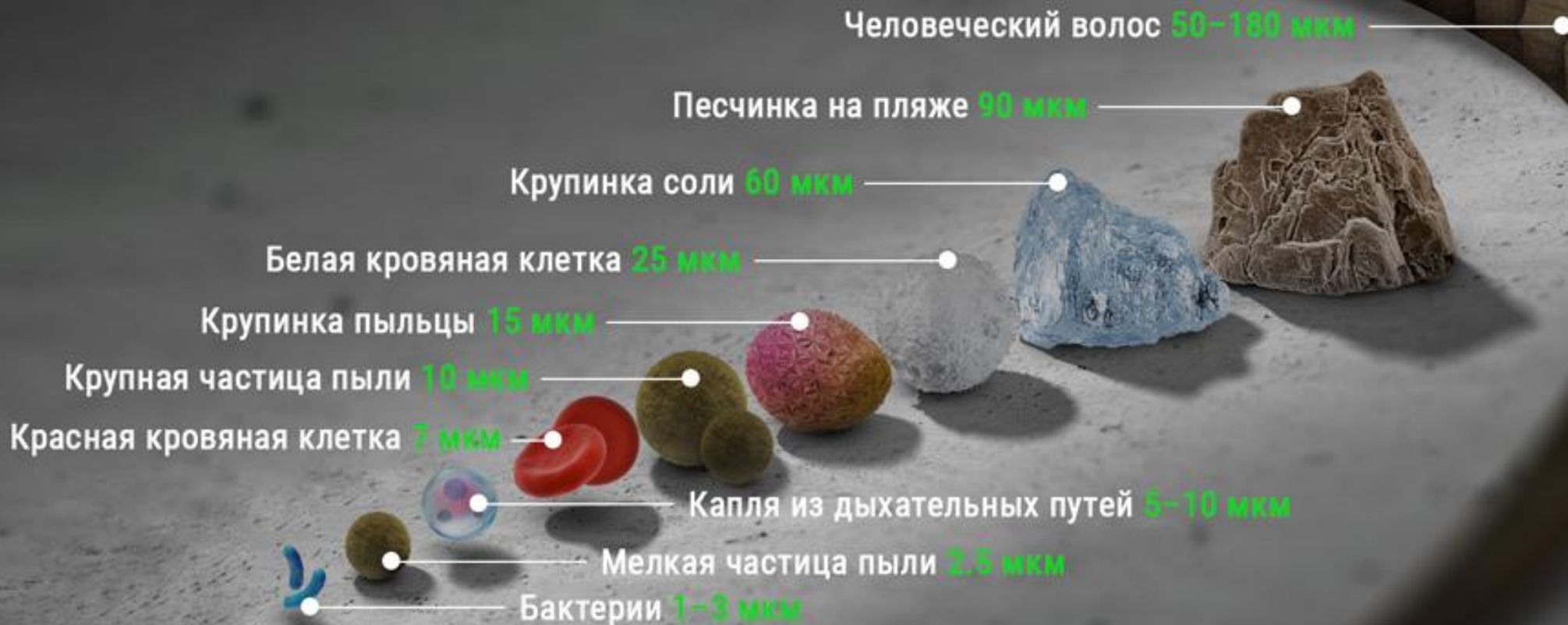


09.11.2026
АОТ по данным MODIS/Aqua



VI — количество дней с наблюдениями пыльных бурь по данным MODIS и VIIRS

Относительный размер частиц

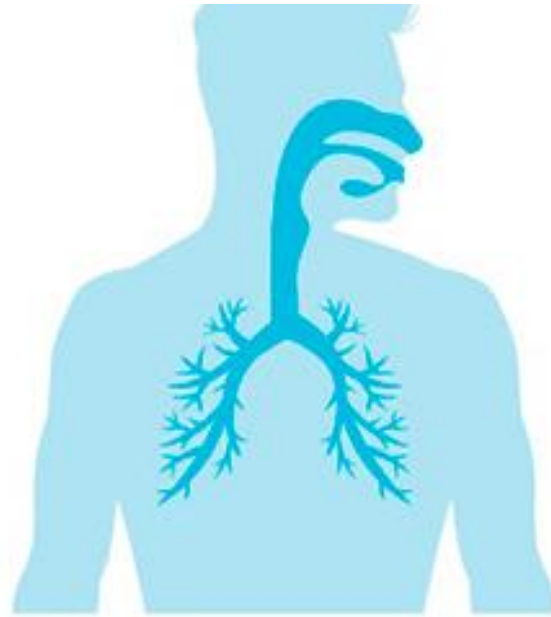


Глубина проникновения взвешенных частиц в организм человека в зависимости от их размера



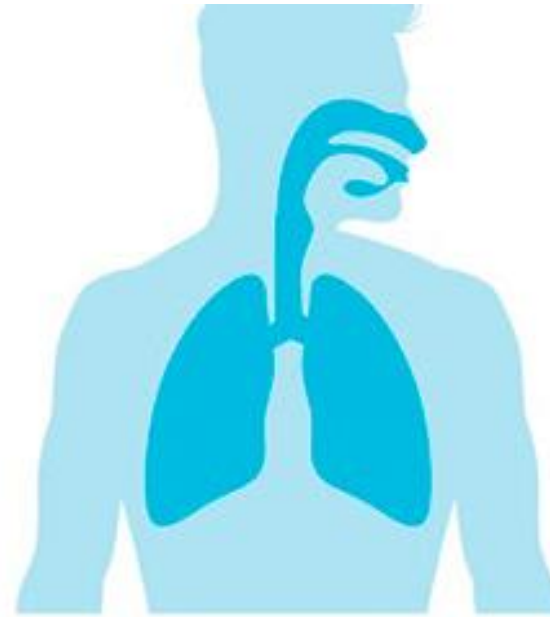
PM10

Верхние
дыхательные
пути



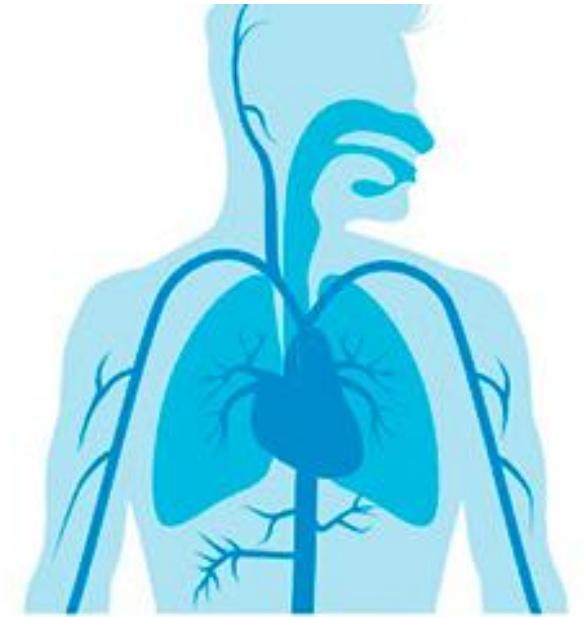
PM2.5

Нижние
дыхательные
пути



PM1

Лёгочные
альвеолы



PM0.1

Кровоток и
всё тело

<https://бризекс.пф/blog/что-такое-pm10-pm25?srltid=AU7gw4VvTaohEFp8wAh5YXGM8WFVAxoz-tINbUCYrDg96zgUrfyyz-58>

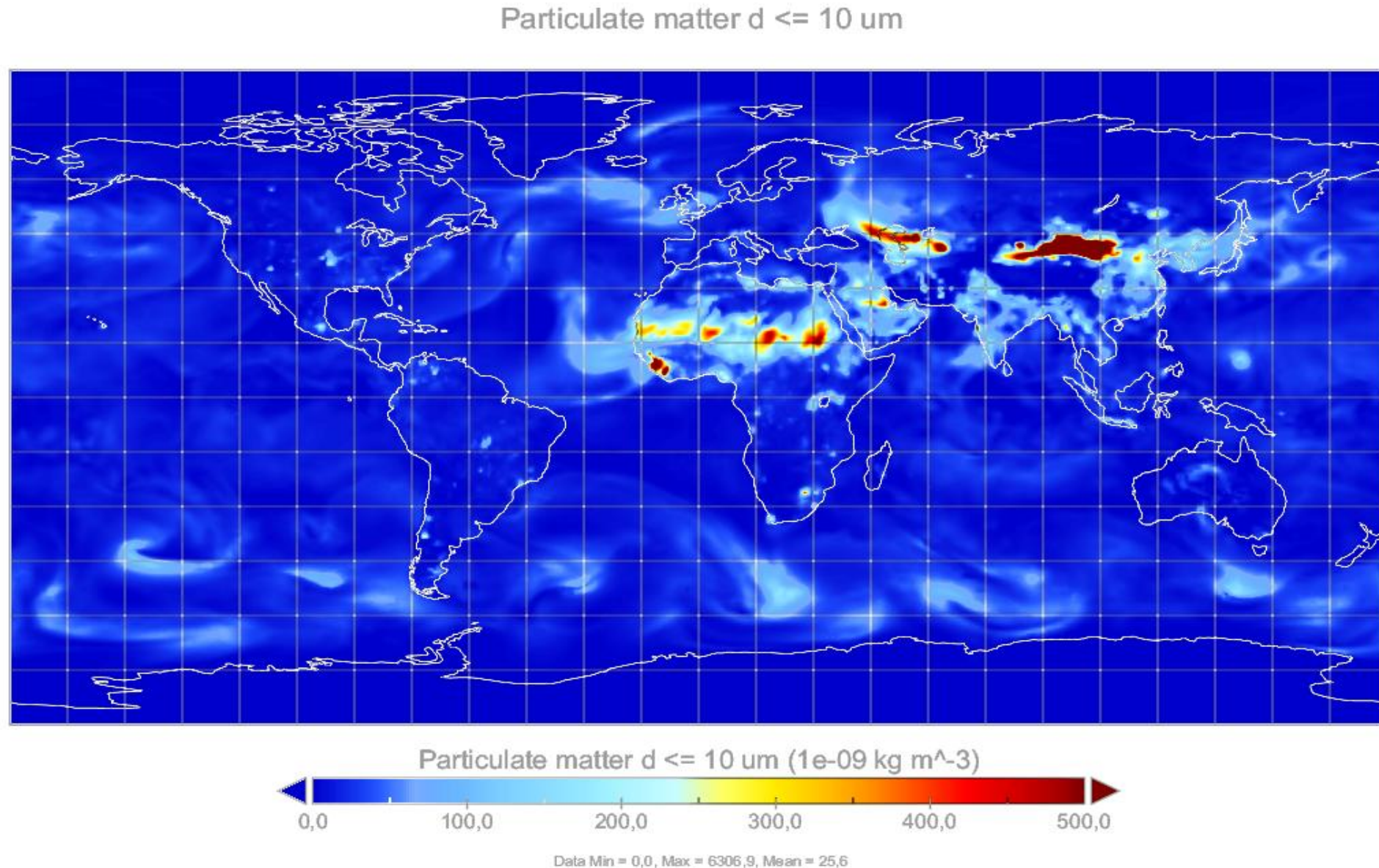
Санитарные нормативы

Вредное вещество	Среднесуточная концентрация, ВОЗ, мкг/м ³	Среднесуточная концентрация, СанПиН, мкг/м ³	Разница в показателях
PM2.5	<u>15</u>	<u>35</u>	требования СанПиН ниже в 2,3 раза
PM10	45	60	требования СанПиН ниже в 1,3 раза

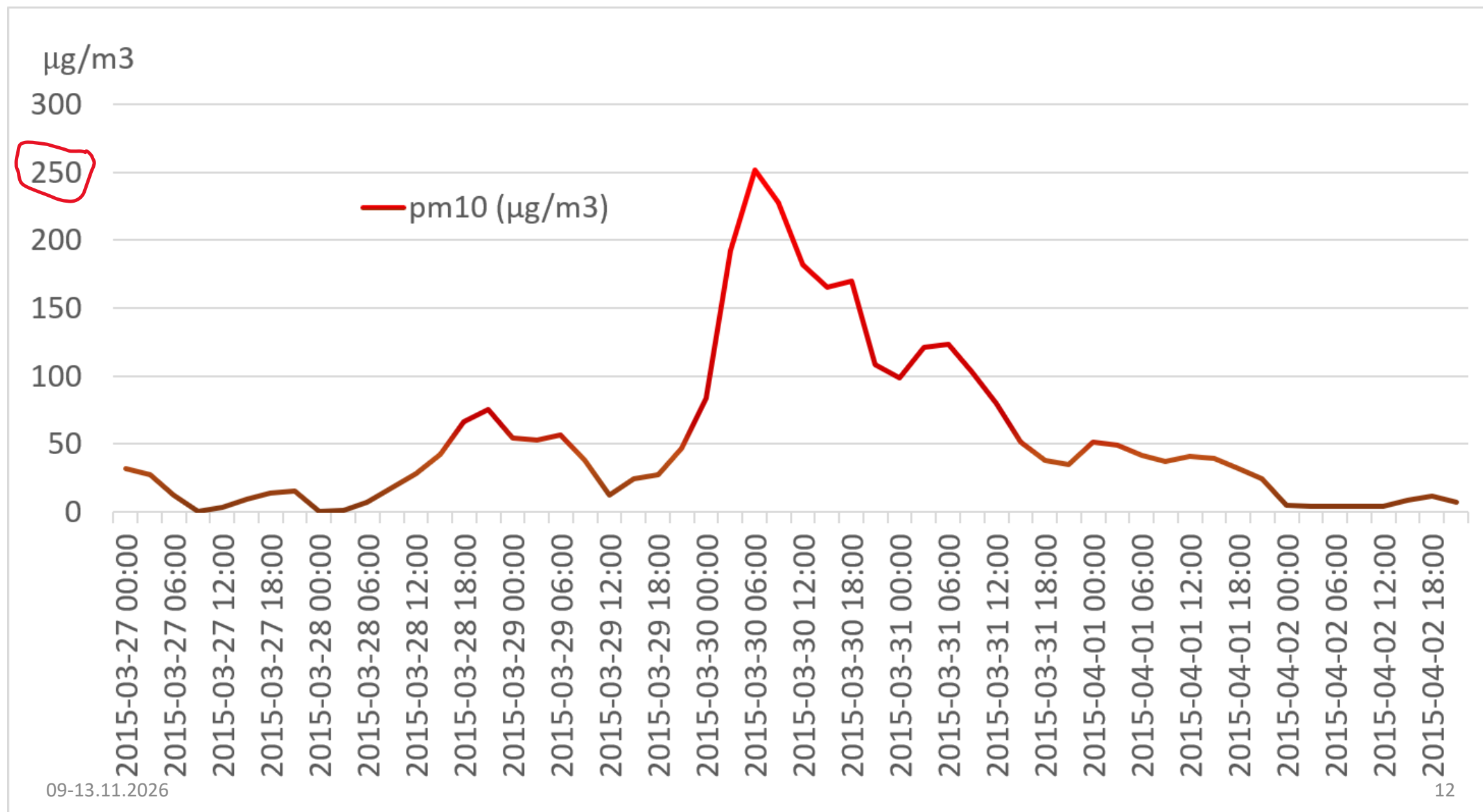
Вредное вещество	Среднегодовая концентрация, ВОЗ, мкг/м ³	Среднегодовая концентрация, СанПиН, мкг/м ³	Разница в показателях
PM2.5	5	25	требования СанПиН ниже в 5 раз
PM10	15	40	требования СанПиН ниже в 2,7 раза

CAMS реанализ (EAC4). Март 2025. Аэрозоль PM10

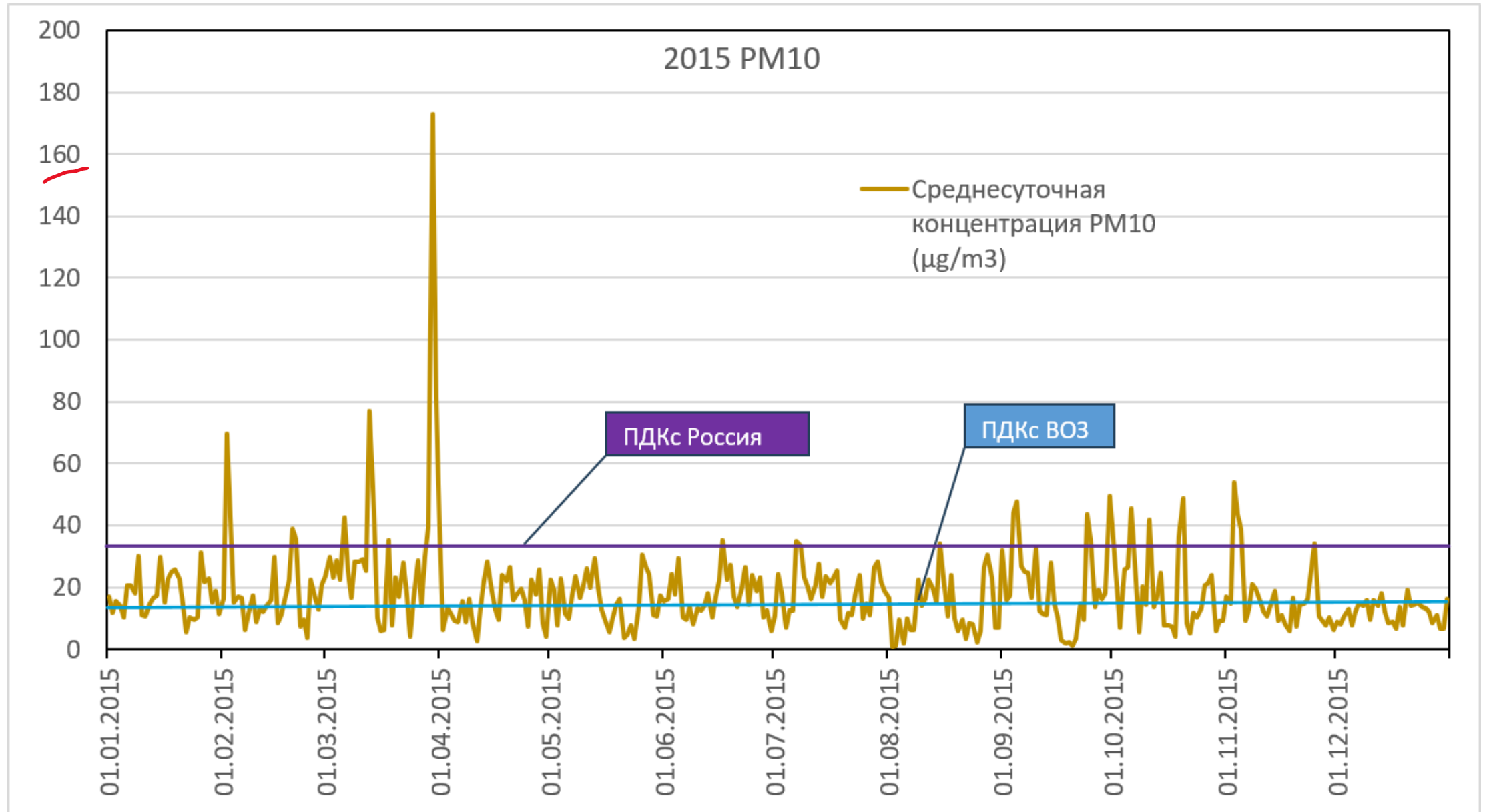
- EAC4 для анализа в прошлом;
- Пространственное разрешение: 0.75° ;
- Временное разрешение: 3 часа;
- Охват по времени: 2003-2025



3-х часовые концентрации аэрозоля РМ10 в Ростове-на-Дону в марте-апреле 2015 г.



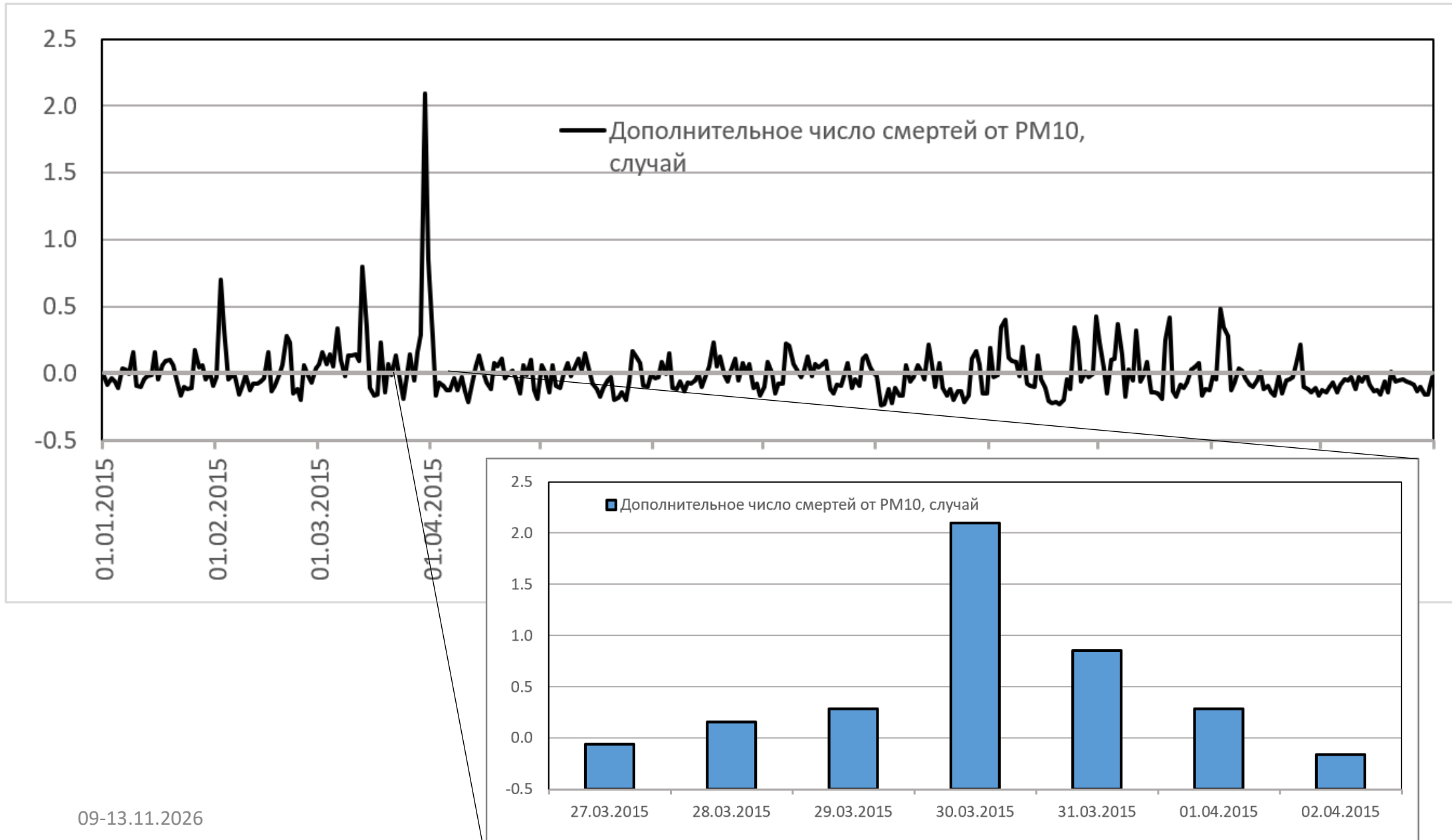
Суточные концентрации аэрозоля PM10 в Ростове-на-Дону в 2015 г.



Расчёт дополнительной смертности

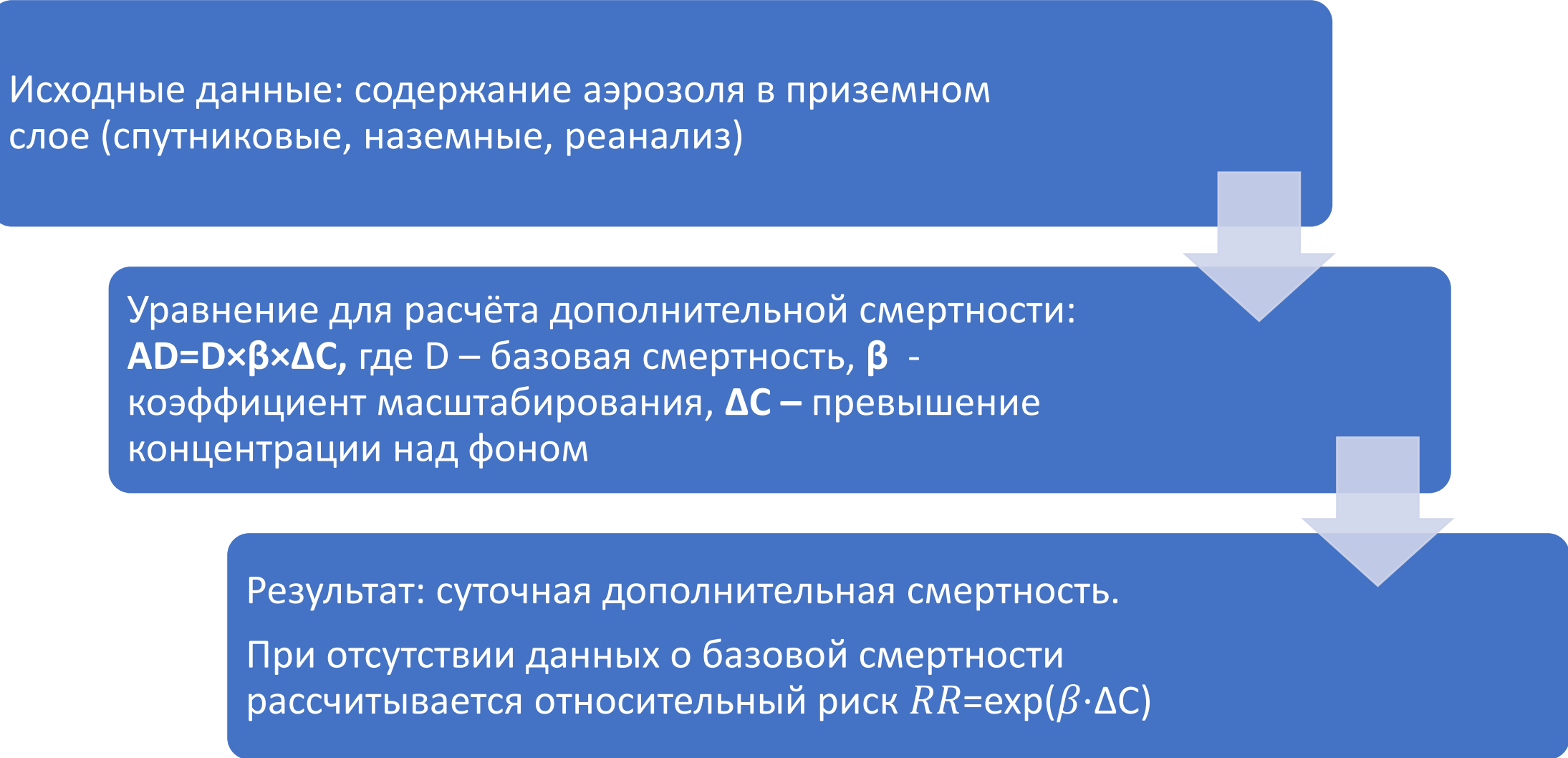
- **$AD = D \times \beta \times \Delta C$**
- **AD** – дополнительное число смертей суточное;
- **D** – базовое число смертей суточное;
- **β** – коэффициент масштабирования в уравнении концентрация-эффект [$1/(\mu\text{g}/\text{m}^3)$];
- **ΔC** – превышение суточной концентрации над средней [$\mu\text{g}/\text{m}^3$];
 - **$\Delta C = C - C_b$**
 - **C** – суточная концентрация [$\mu\text{g}/\text{m}^3$];
 - **C_b** – средняя многолетняя (?) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$].

Дополнительное число смертей от РМ10, Ростов-на-Дону, 2015 г.



Выводы – технологическая схема оценки дополнительной смертности при песчано-пылевых бурях

Исходные данные: содержание аэрозоля в приземном слое (спутниковые, наземные, реанализ)



Уравнение для расчёта дополнительной смертности:
 $AD = D \times \beta \times \Delta C$, где D – базовая смертность, β – коэффициент масштабирования, ΔC – превышение концентрации над фоном

Результат: суточная дополнительная смертность.
При отсутствии данных о базовой смертности рассчитывается относительный риск $RR = \exp(\beta \cdot \Delta C)$

Спасибо за внимание!

