

Пространственно-временные особенности распределения атмосферных примесей и метеорологические условия в промышленных городах Башкирии

Васильев Д.Ю.^{1,2}, Семенов В.А.^{3,4}, Кучерова Д.С.¹, Корнаухов А.Д.¹, Христовуло О.И.¹

¹ Уфимский университет науки и технологий, Уфа

² Институт степи Уральского отделения РАН, Оренбург

³ Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, Москва

⁴ Институт географии РАН, Москва



МОСКВА - 2025

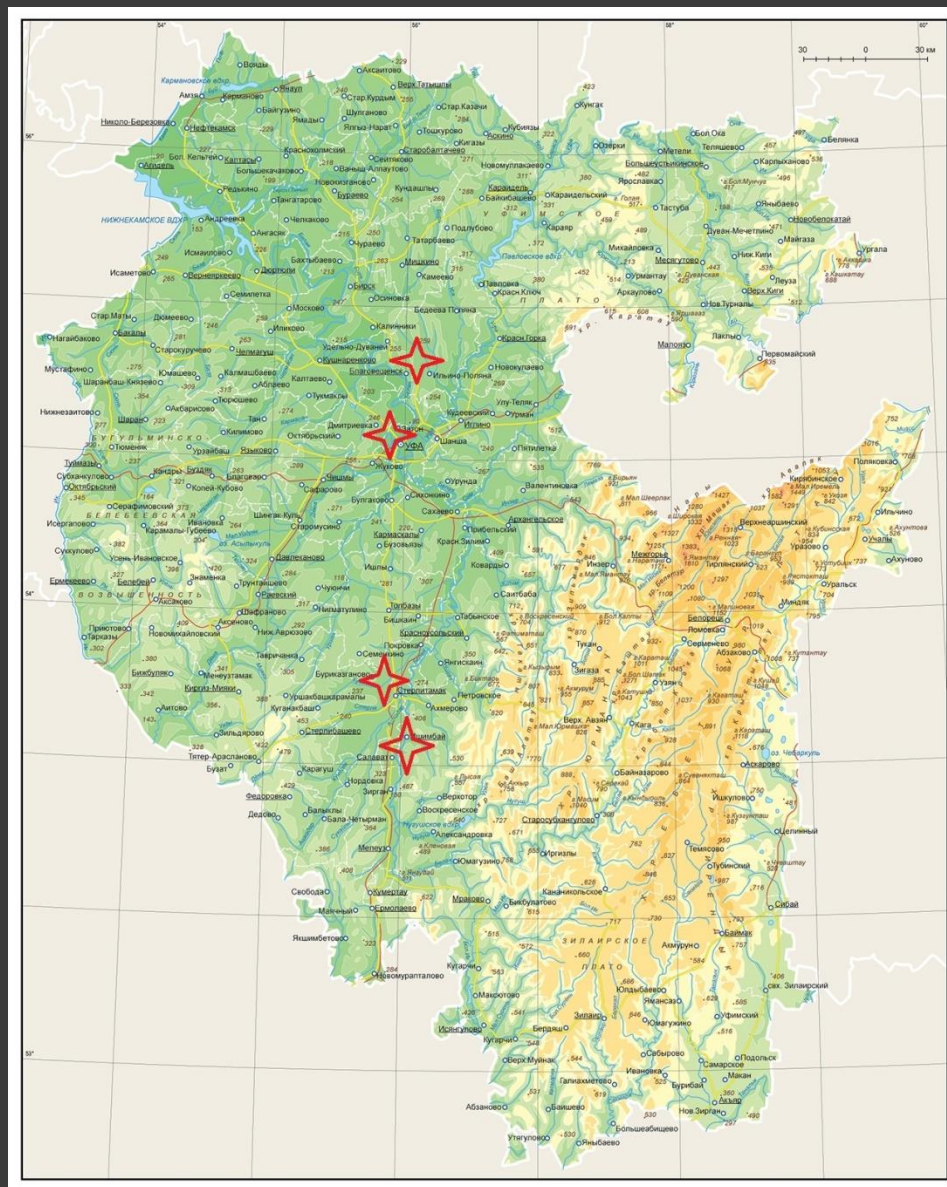
ПЛАН

- Актуальность
- Территории и используемые данные
- Результаты
- Выводы
- Благодарности

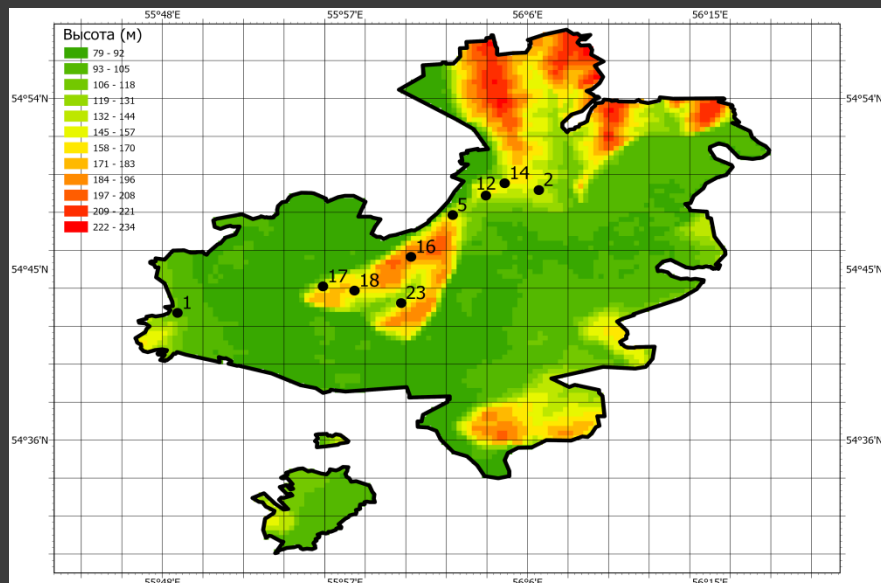
АКТУАЛЬНОСТЬ

1. Department of Economic and Social Affairs Highlights 2023–2024. New York: United Nations, 2024. 107 p.
2. Белан Б.Д., Дудорова Н.В., Котельников С.Н. Приземный озон как фактор роста количества случаев внебольничной пневмонии у населения г. Москвы в теплое время года // Оптика атмосферы и океана. 2025. Т. 38. № 1. С. 39-46.
3. Борисов Д.В., Кузнецова И.Н. Интегрирование химической транспортной модели и искусственной нейронной сети для прогноза концентраций PM₁₀ // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2024. № 3. С. 42-63.
4. Васильев Д.Ю., Вельмовский П.В., Семенова Г.Н., Чибилев А.А. Остров тепла в пограничном слое атмосферы и концентрация загрязняющих веществ над городом Уфа в 2021 г. // Доклады РАН. Науки о Земле. 2022. Т. 507. № 2. С. 356-362.
5. Васильев Д.Ю., Вельмовский П.В., Семенов В.А., Семенова Г.Н., Чибилев А.А. Влияние метеорологических условий на уровень загрязнения атмосферного воздуха в городе Уфе // Оптика атмосферы и океана. 2023. Т. 36. № 1. С. 49-58.
6. Виноградова А.А., Губанова Д.П., Копейкин В.М. Изменчивость содержания черного углерода и аэрозолей PM₁₀ и PM₂₅ в приземном воздухе мегаполиса // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2024. Т. 60. № 3. С. 320-324.
7. Еланский Н.Ф., Шилкин А.В., Пономарев Н.А., Захарова П.В., Качко М.Д., Поляков Т.И. Пространственно-временные вариации содержания загрязняющих примесей в воздушном бассейне Москвы и их эмиссии // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2022. Т. 58. № 1. С. 92-108.
8. Кузнецова И.Н., Ткачева Ю.В., Борисов Д.В. Методы прогнозирования метеорологических условий, влияющих на загрязнение приземного воздуха // Метеорология и гидрология. 2024. № 8. С. 87-103.
9. Рапута В.Ф., Леженин А.А. Анализ данных мониторинга длительного загрязнения бенз(а)пиреном атмосферы г. Иркутска // Оптика атмосферы и океана. 2024. Т. 37. № 6. С. 512-518.
10. Романовская А.А., Полумиева П.Д., Репина И.А., Трунов А.А., Степаненко В.М., Ломов В.А. Оценка антропогенной составляющей потоков парниковых газов с поверхности водохранилищ энергетического назначения Российской Федерации // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2025. Т. 61. № 2. С. 238-259.

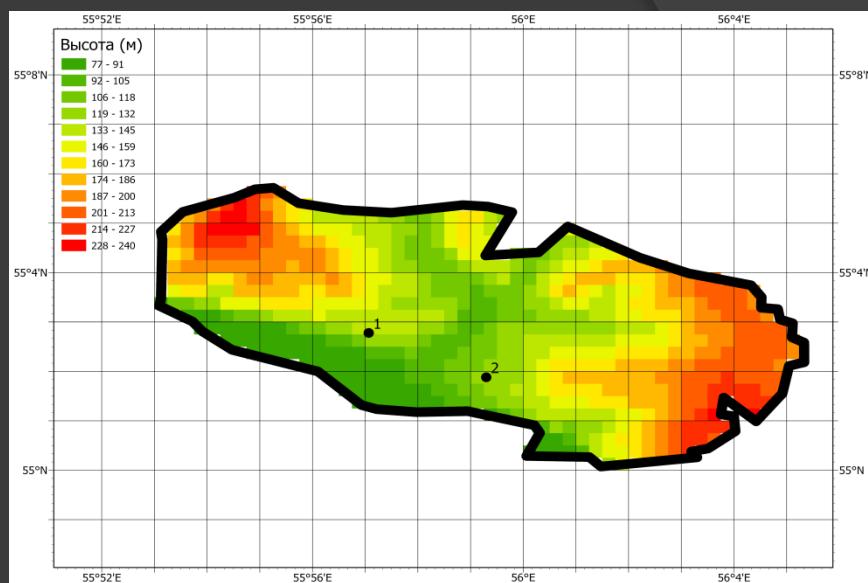
Территория исследования



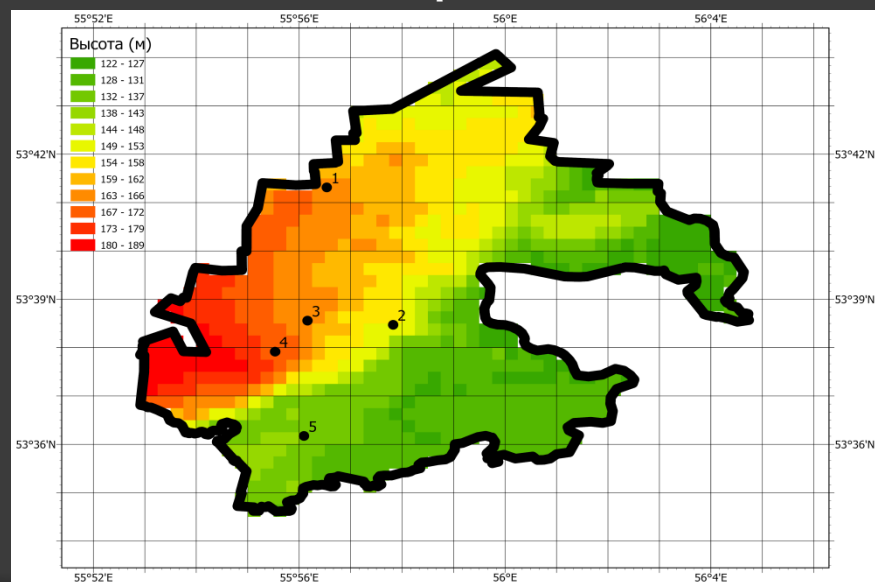
РАСПОЛОЖЕНИЕ СТАНЦИЙ НАБЛЮДАТЕЛЬНОЙ СЕТИ РОСГИДРОМЕТА (<https://www.meteorf.gov.ru/>)



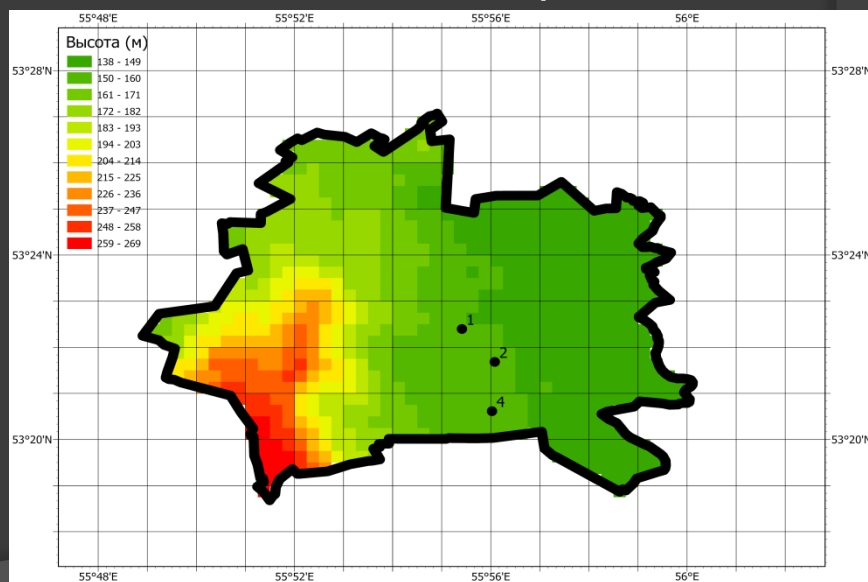
Уфа



Благовещенск



Стерлитамак



Салават

ПОКАЗАТЕЛИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ

- **Стандартный индекс** (СИ) – коэффициент для выражения концентрации примеси в единицах ПДК:

$$СИ = \frac{q_m}{ПДК},$$

q_m - максимальная разовая концентрация примеси

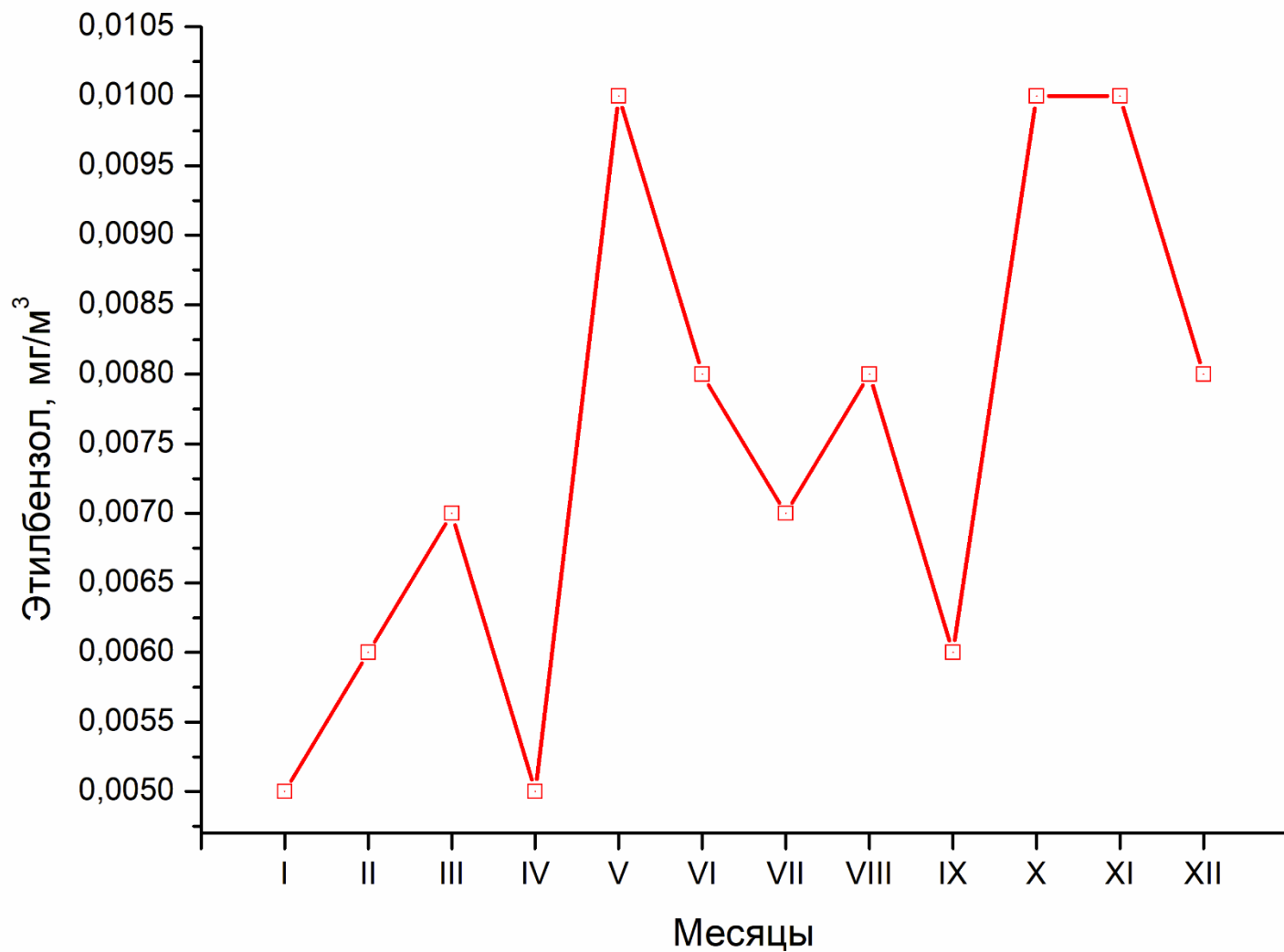
- **Индекс загрязнения атмосферы** (ИЗА) - количественная характеристика уровня загрязнения атмосферы отдельной примесью:

$$I_i = \left(\frac{q_{срi}}{ПДК_{срi}} \right)^{c_i},$$

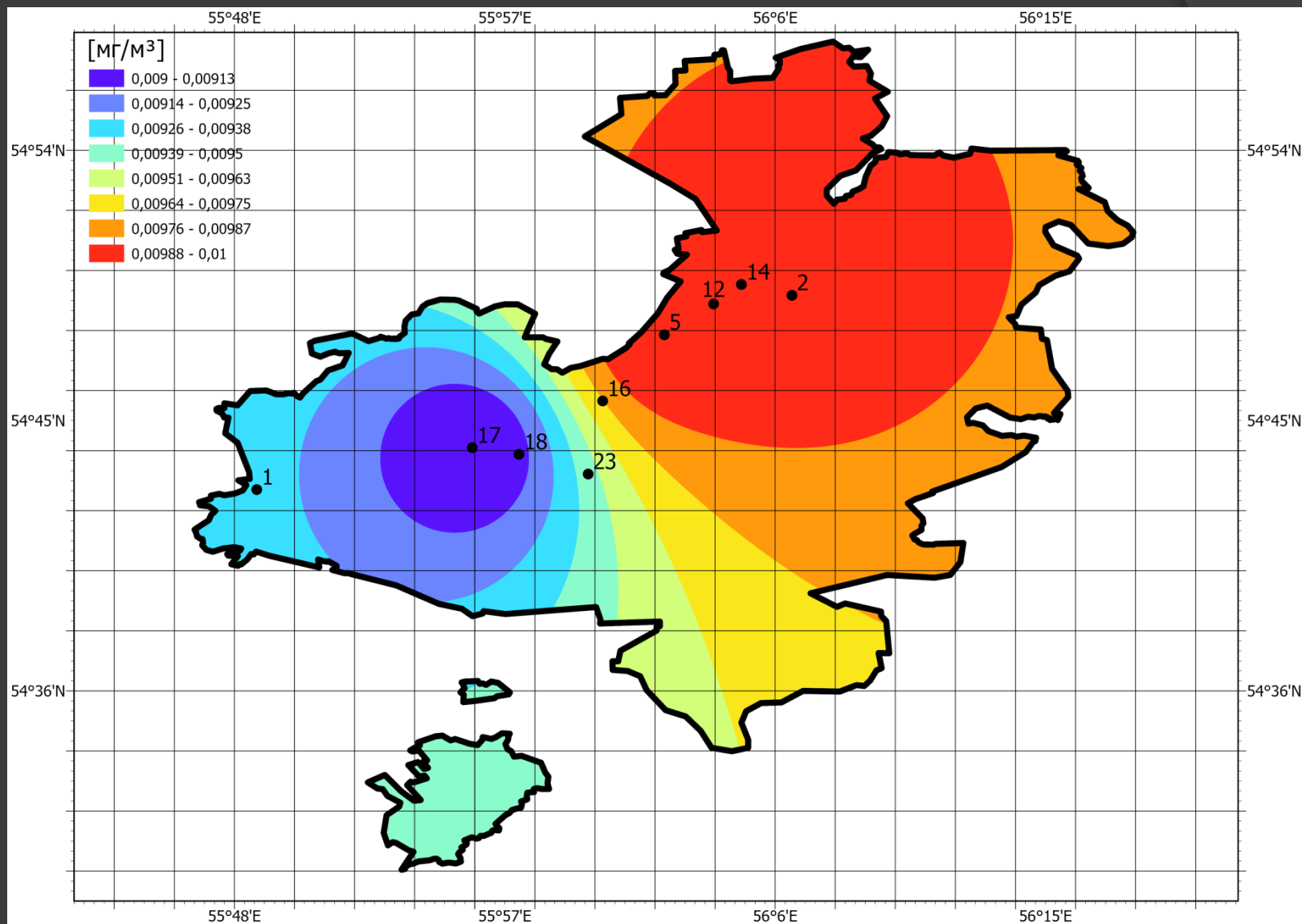
$q_{срi}$ - средняя годовая концентрация i-й примеси

c_i – константа в соответствие с классом опасности

РЕЗУЛЬТАТЫ

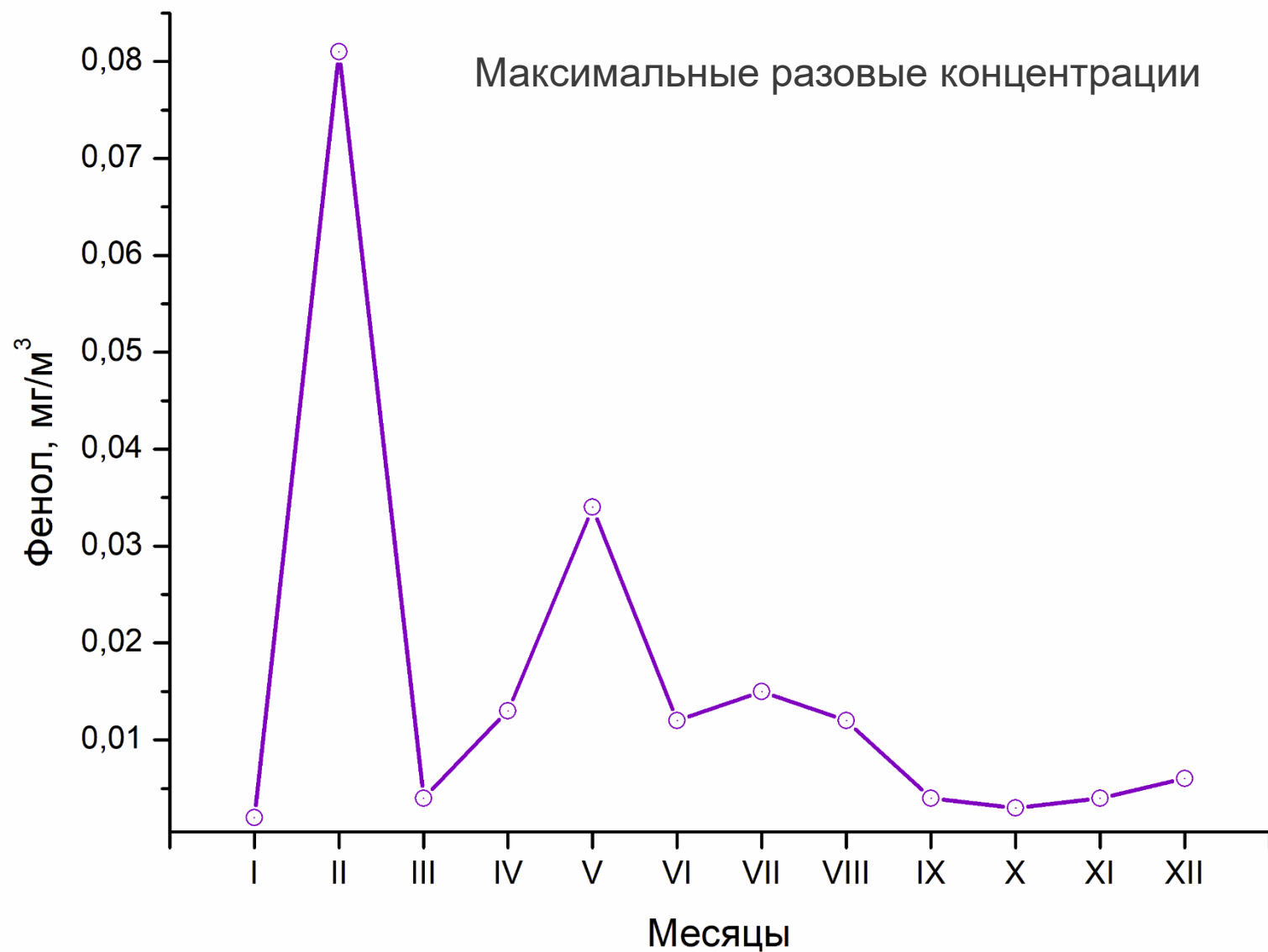


РЕЗУЛЬТАТЫ

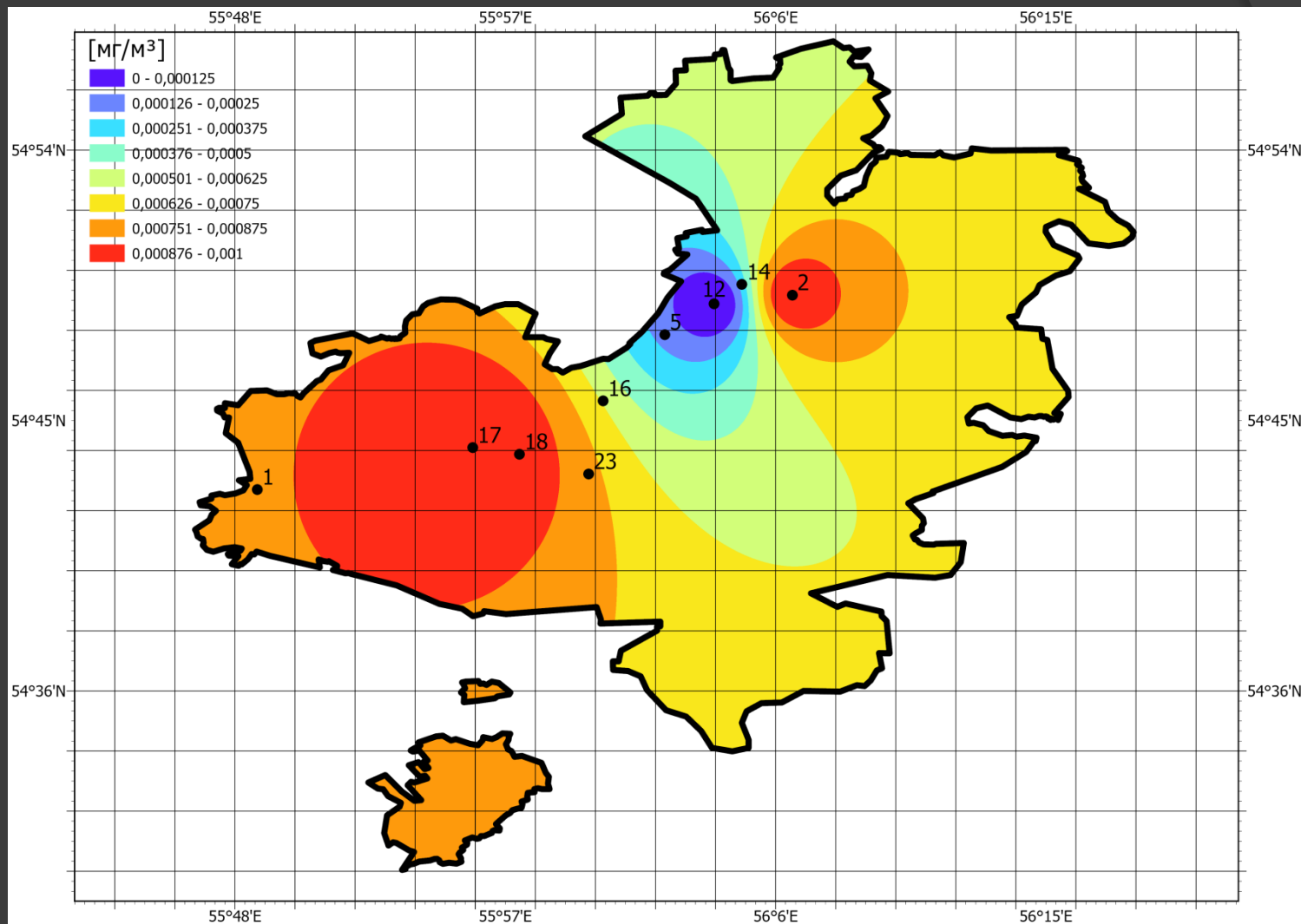


Уфа: этилбензол май 2021 года

РЕЗУЛЬТАТЫ

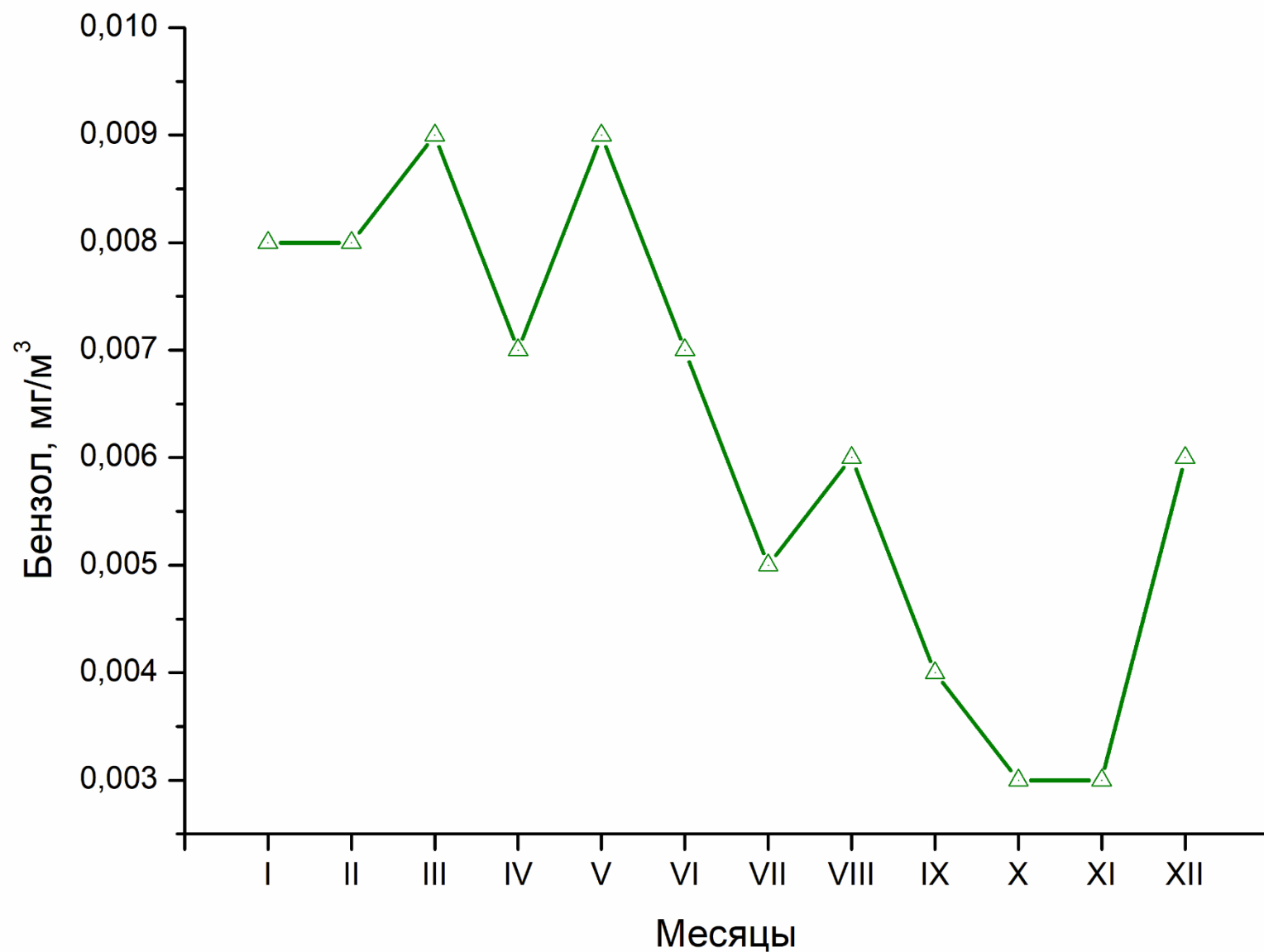


РЕЗУЛЬТАТЫ

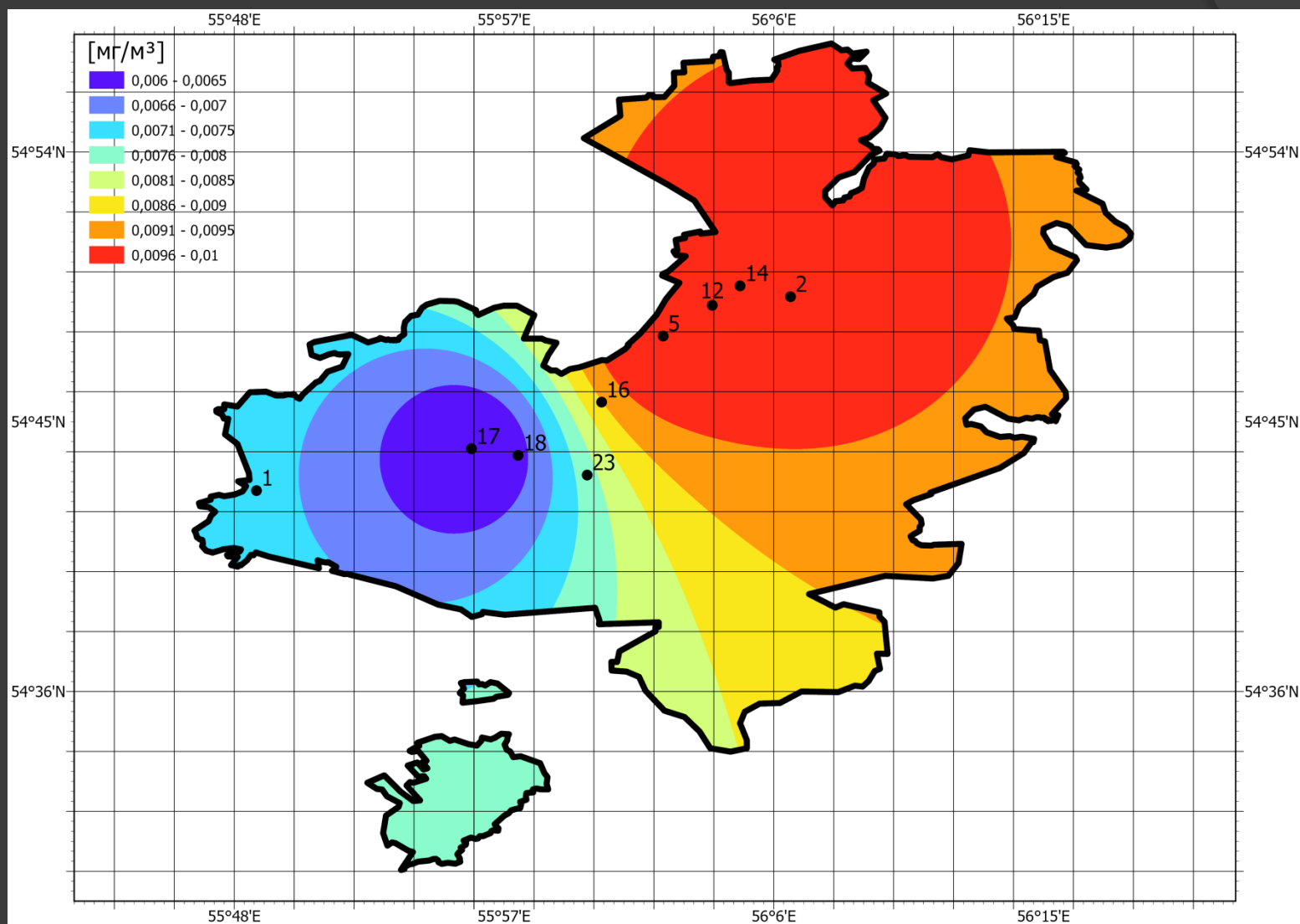


Уфа: фенол декабрь 2021 года

РЕЗУЛЬТАТЫ

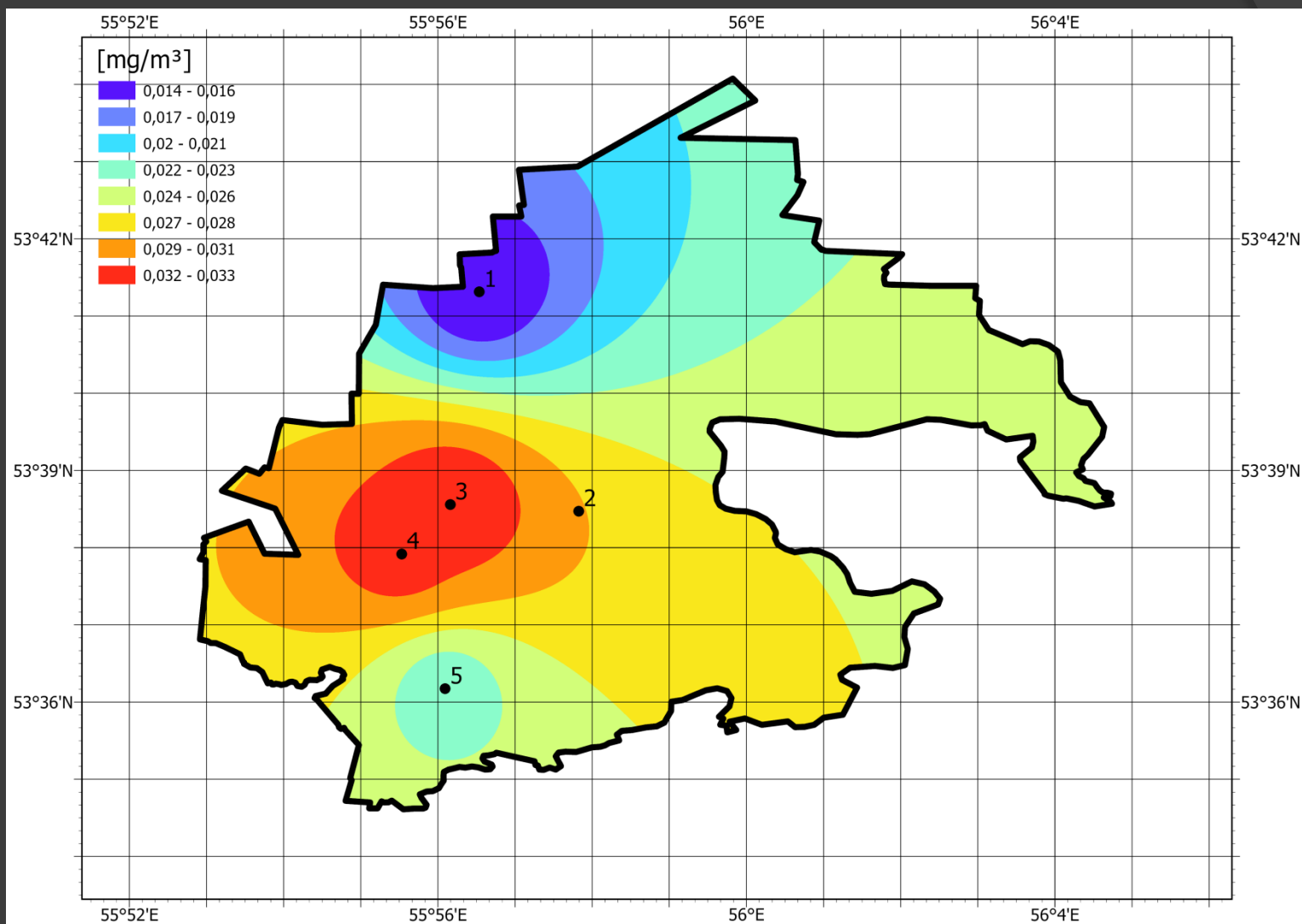


РЕЗУЛЬТАТЫ



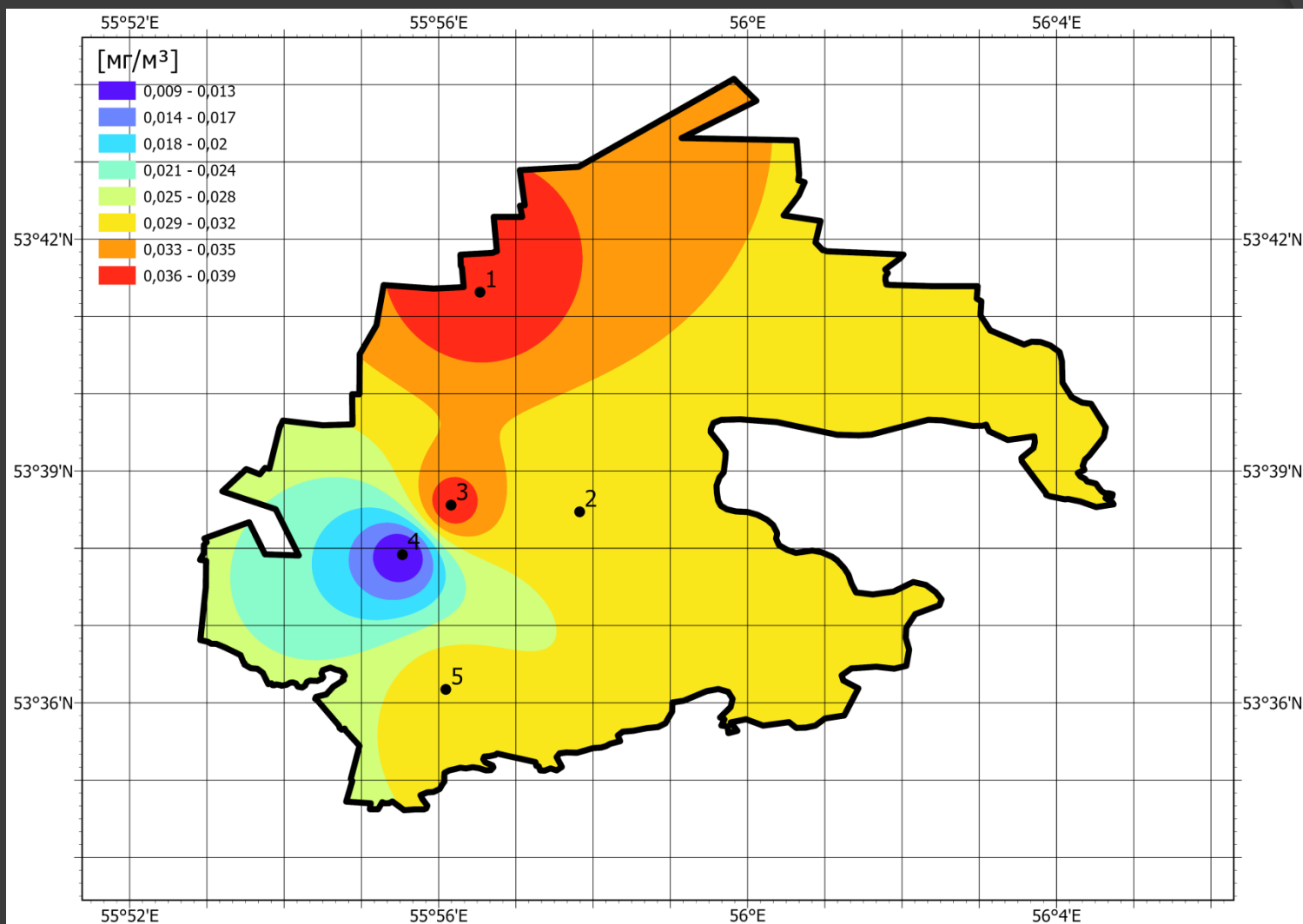
Уфа: бензол январь 2021 года

РЕЗУЛЬТАТЫ



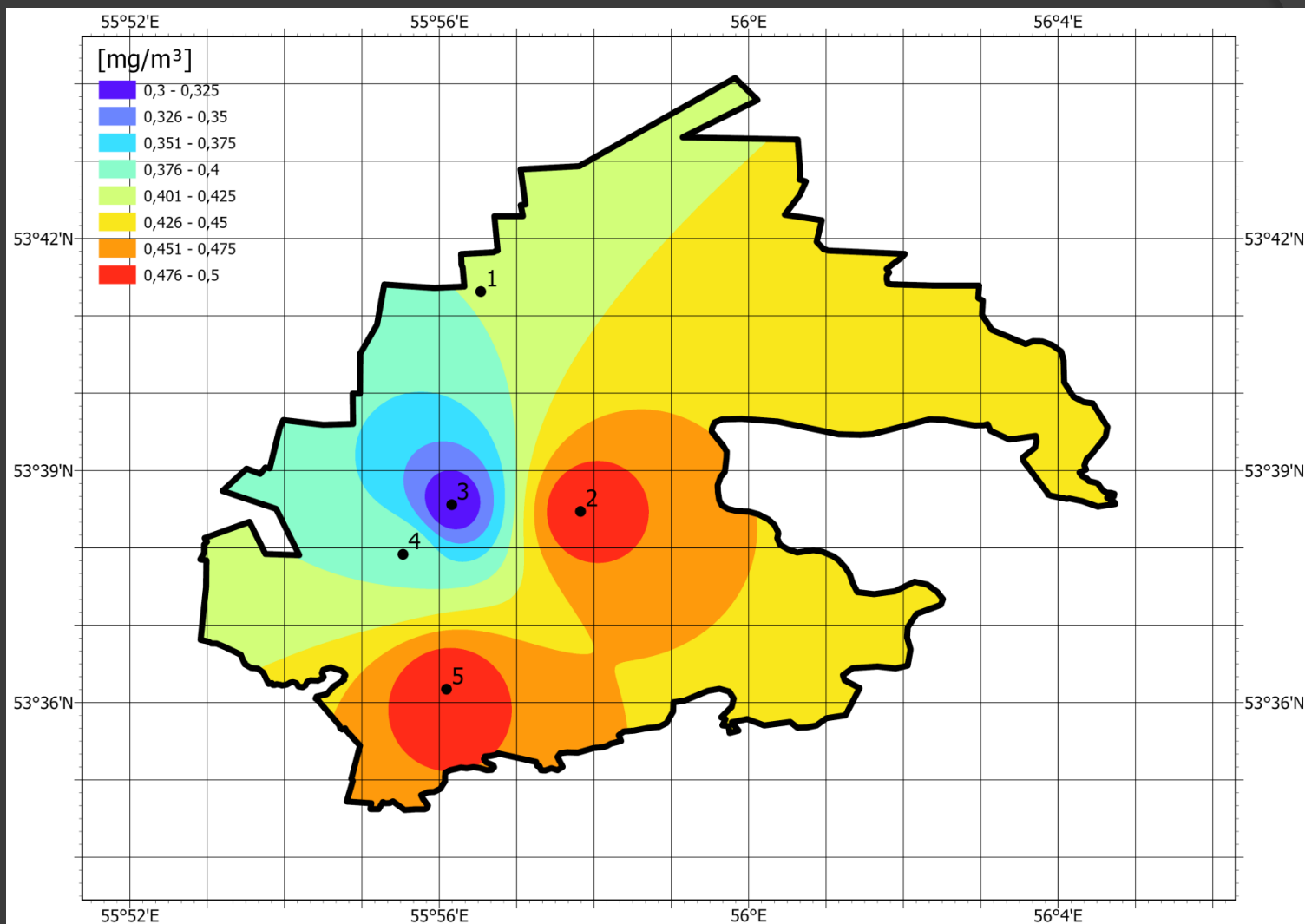
Стерлитамак: диоксид азота август 2021 года

РЕЗУЛЬТАТЫ



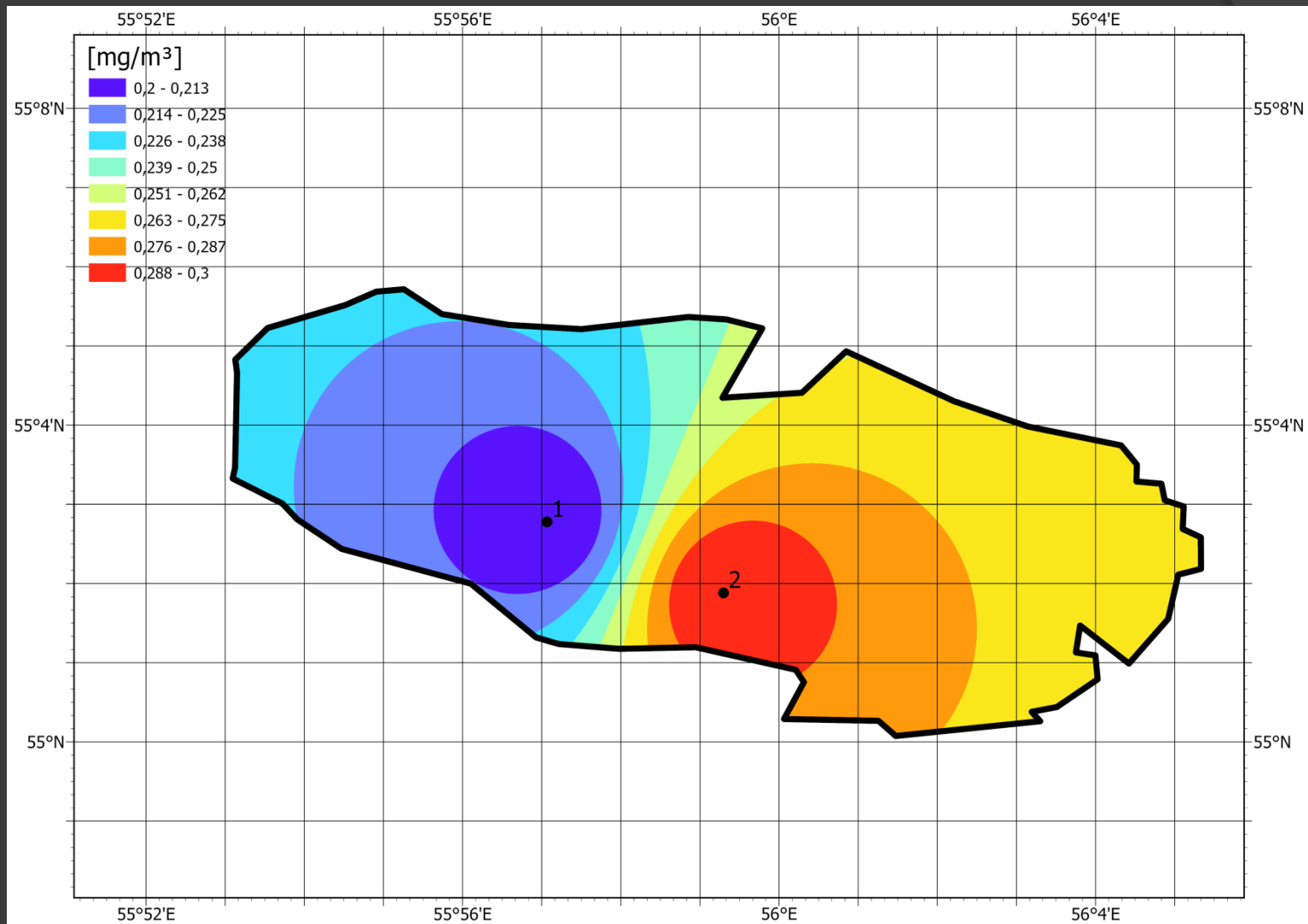
Стерлитамак: пыль февраль 2021 года

РЕЗУЛЬТАТЫ



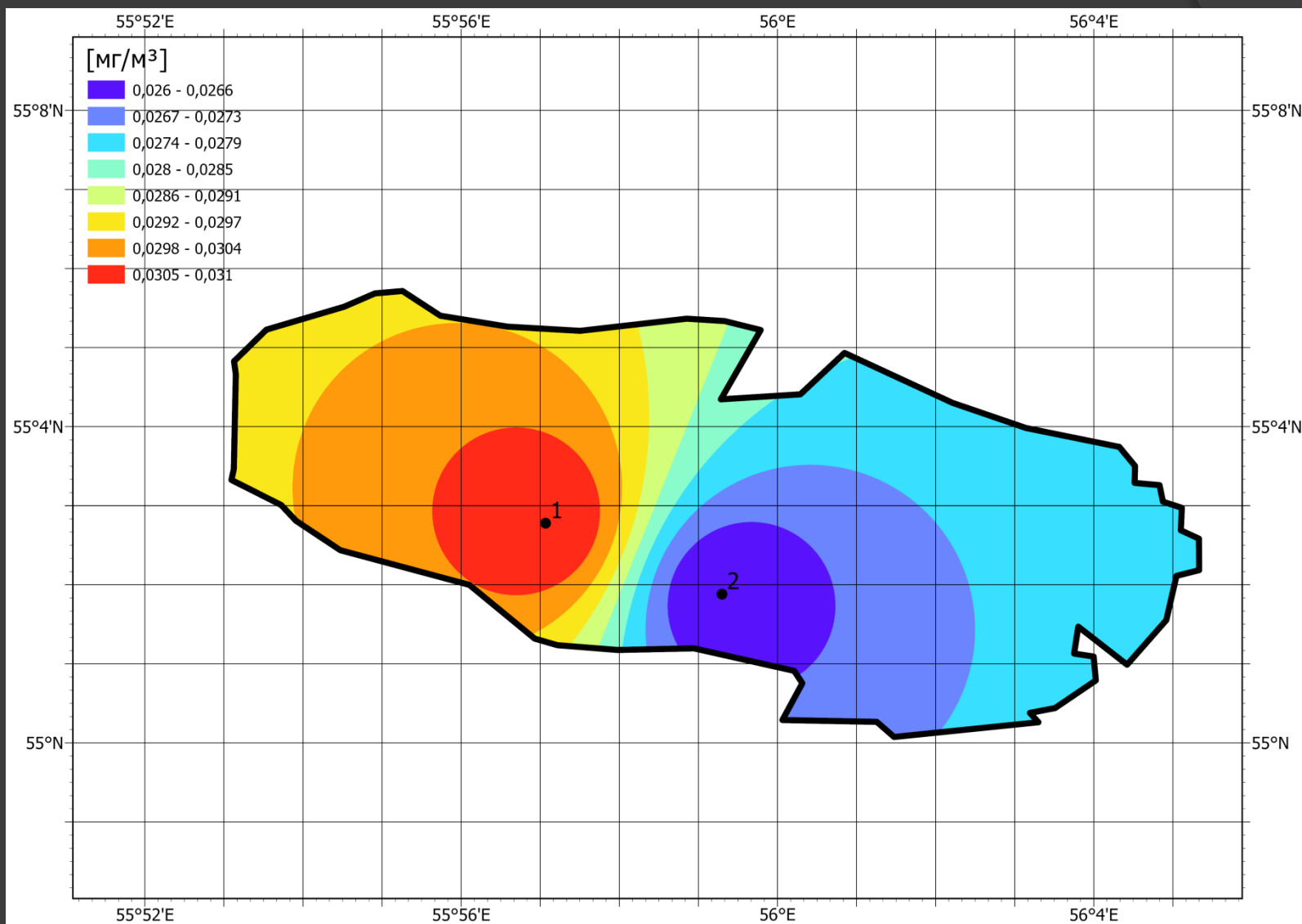
Стерлитамак: СО июль 2021 года

РЕЗУЛЬТАТЫ



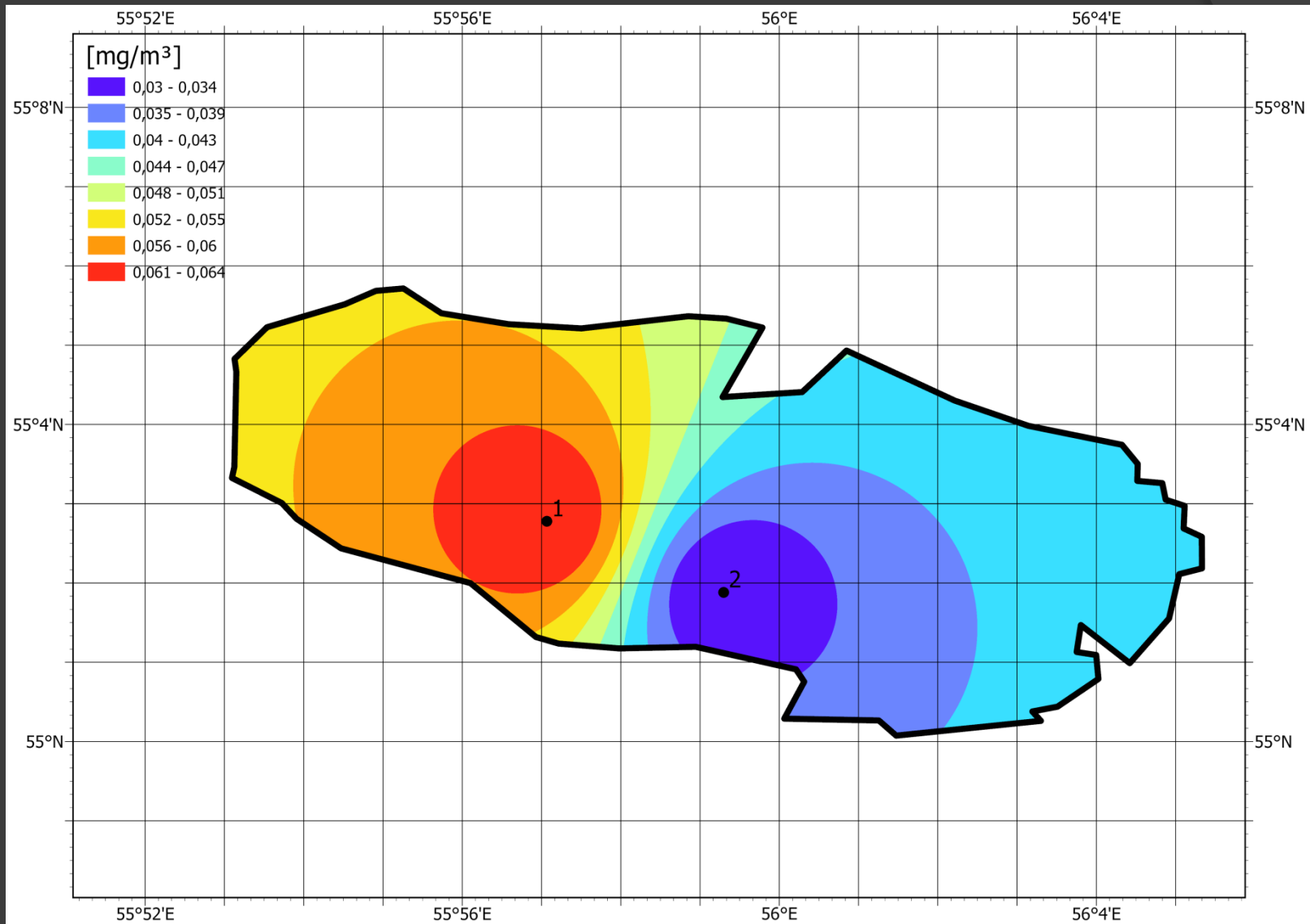
Благовещенск: СО август 2020 года

РЕЗУЛЬТАТЫ



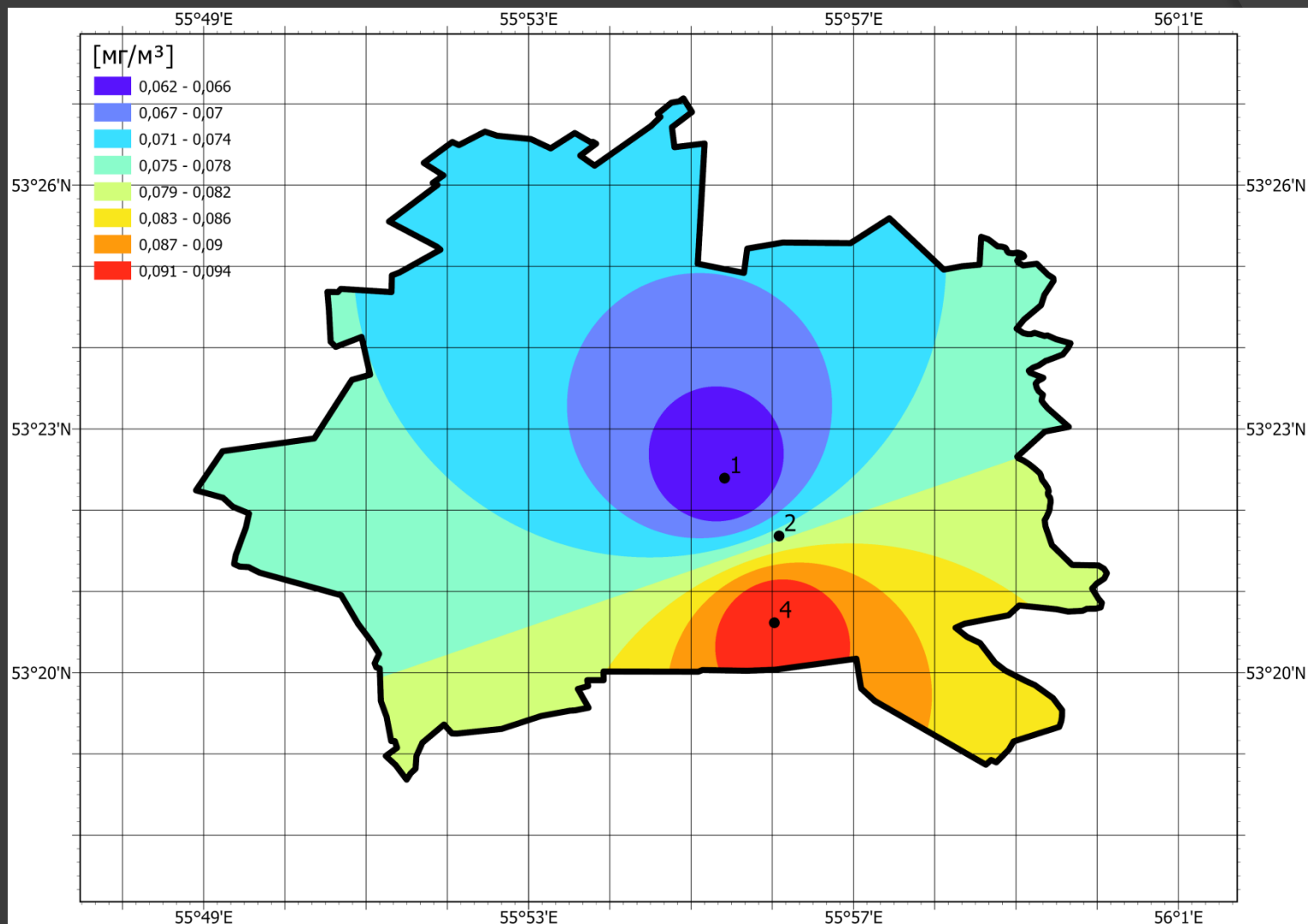
Благовещенск: диоксид азота декабрь 2020 года

РЕЗУЛЬТАТЫ



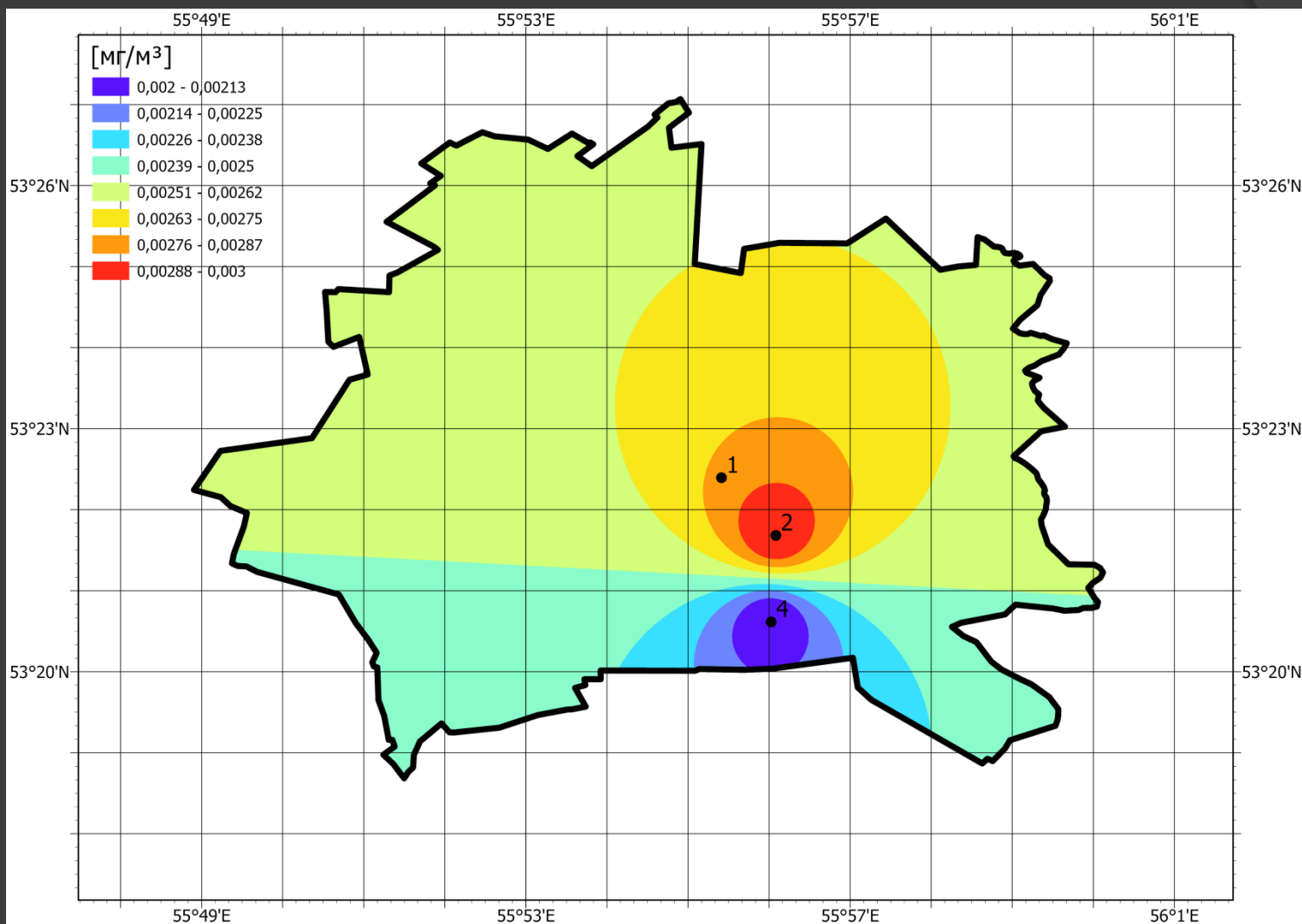
Благовещенск: пыль август 2020 года

РЕЗУЛЬТАТЫ



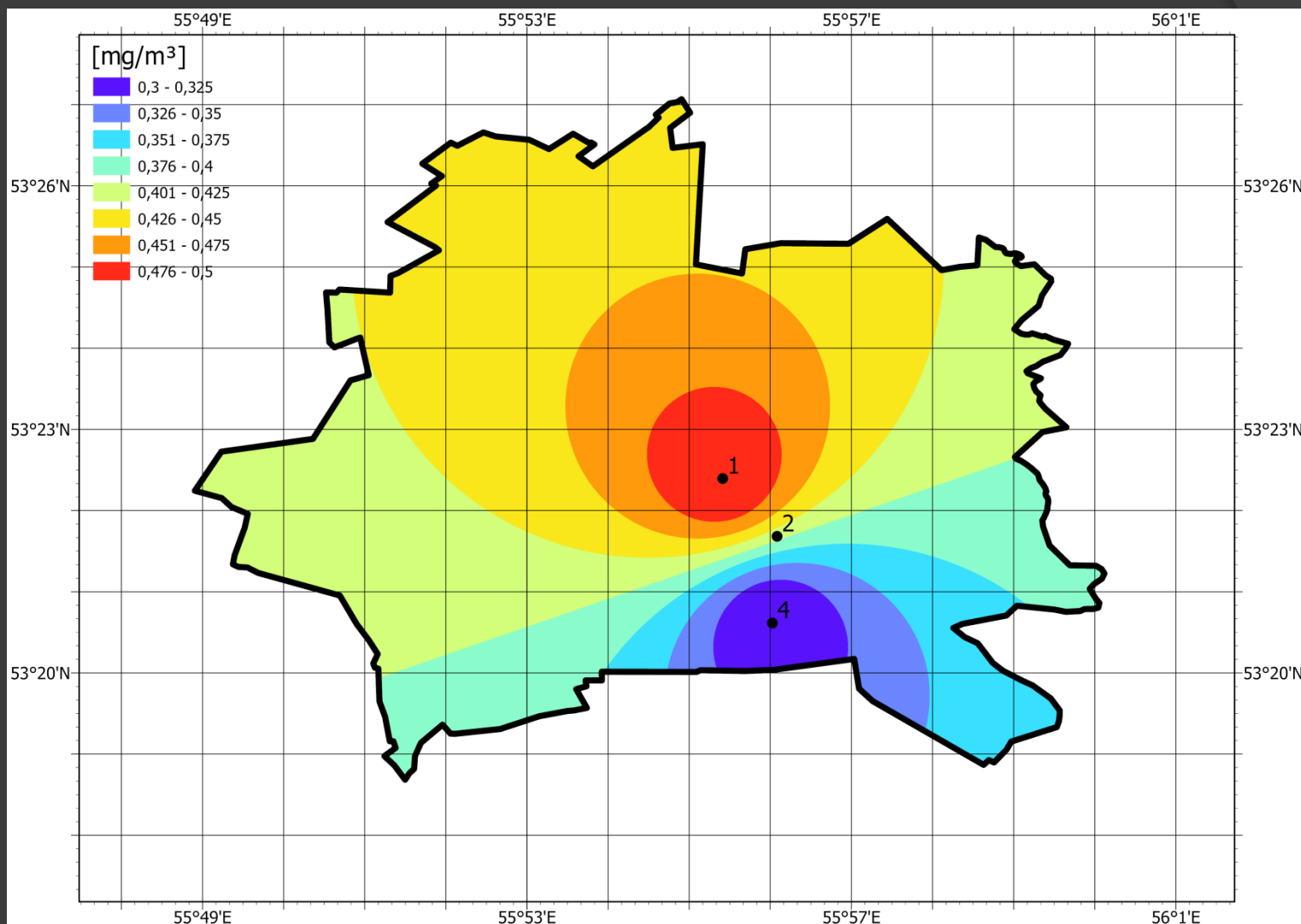
Салават: пыль август 2017 года

РЕЗУЛЬТАТЫ



Салават: формальдегиды июль 2017 года

РЕЗУЛЬТАТЫ



Салават: СО август 2017 года

РЕЗУЛЬТАТЫ

Метеохарактеристика / Месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Осадки, количество дней	24	24	19	15	8	9	9	14	2	17	23	23
Повторяемость приземных инверсий температуры, %	24	18	28	27	49	40	45	39	29	28	8	15
Повторяемость застоев воздуха, %	16	11	21	24	34	29	39	36	22	23	7	10
Повторяемость ветров со скоростью 0-1 м/с, % (без приземных инверсий)	37	30	33	35	34	52	44	48	48	42	20	36
Повторяемость приподнятых инверсий температуры, %	88	86	55	44	15	32	13	34	42	63	77	76
Повторяемость туманов, %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	0,5	-

Метеостанция город Уфа

РЕЗУЛЬТАТЫ

Метеохарактеристика / Месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Осадки, количество дней	21	22	20	13	7	17	13	3	19	15	25	24
Повторяемость приземных инверсий температуры, %	24	18	28	27	49	40	45	39	29	28	8	15
Повторяемость застоев воздуха, %	16	9	20	24	44	34	41	39	23	21	4	7
Повторяемость ветров со скоростью 0-1 м/с, % (без приземных инверсий)	23	22	18	22	15	19	8	15	30	28	17	27
Повторяемость приподнятых инверсий температуры, %	88	86	55	44	15	32	13	34	42	63	77	76
Повторяемость туманов, %	1	0,4	0,4	-	-	-	-	-	0,5	-	0,4	0,4

Метеостанция город Стерлитамак / Салават

ВЫВОДЫ

- Наиболее высокий уровень загрязнения воздуха в городах зафиксирован в промышленной зоне и вблизи автомагистралей ($\text{ИЗА} > 6$, $\text{ИПЗА} > 0,40$)
- Исследована пространственно-временная структура атмосферных примесей по 4 городам Башкирии за 2017-2021 гг.
- На долю предприятий нефтеперерабатывающей, нефтехимической и химической промышленности приходится более 80% от всех выбросов в атмосферу городов
- Установлено, что при штилях и ветрах южного и юго-восточного направлений наблюдаются увеличение концентрации загрязняющих веществ, практически по всем 14 примесям

БЛАГОДАРНОСТИ

- Организаторам XXIII Международной конференции
- «СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА»
- Башкирскому управлению по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды – Росгидромета
- Начальнику отдела прогноза загрязнения атмосферного воздуха Башкирского УГМС Гузель Нургалеевне Семеновой
- Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках темы Государственного задания № АААА-А21-121011190016-1 «Проблемы степного природопользования в условиях современных вызовов: оптимизация взаимодействия природных и социально-экономических систем»
- При поддержке гранта РНФ № 24-17-00138 (Экстремальные погодные явления на территории России: механизмы формирования и ожидаемые изменения)



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ