

Аналитическая записка по исследовательскому проекту анализа состояния загрязнения атмосферы в городах России с 2007 по 2022 год

1. Введение

Одной из серьезнейших проблем, актуальных для большинства регионов России, является экологическая проблема. Состояние загрязнения атмосферы — важнейшая составляющая экологической картины.

Задача — провести подробный анализ данных состояния загрязнения воздуха в России по регионам и годам, найти взаимосвязи и сформулировать выводы.

2. Описание набора данных

Данные о качестве атмосферного воздуха в городах и населенных пунктах России, охваченных сетью государственного мониторинга атмосферного воздуха. В 2022 году Росгидромет проводил регулярные наблюдения на 624 пунктах в 223 населенном пункте.

Единица наблюдения в наборе данных — это населенный пункт или город, в котором проводился мониторинг качества атмосферного воздуха в конкретном году. Данные для каждого наблюдения приведены по таким атрибутам, как наименование региона и населенного пункта, коды ОКТМО региона и населенного пункта, общий уровень загрязнения воздуха, объемы выбросов от промышленных предприятий по отдельным классам веществ, численность населения и количество станций мониторинга.

Набор доступен для работы в формате CSV (кодировка: «UTF-8», разделитель: «;»). Набор данных охватывает 2007–2022 годы. Всего набор содержит 3992 наблюдения по 15 атрибутам.

Перед непосредственным проведением анализа была проведена предобработка данных, которая включала в себя:

- 1) проверку на наличие дубликатов;
- 2) переименование колонок для удобной работы и удаление ненужных колонок;
- 3) обработку пропусков;
- 4) приведение типов данных некоторых признаков;
- 5) преобразование данных по некоторым признакам;
- 6) расчёт дополнительных признаков;
- 7) упорядочивание колонок.

После предобработки датасет стал содержать 3789 записей по 13 признакам.

Признаки:

I. Количественные:

1. Численность населения: *population*.
2. Объем выбросов от промышленных предприятий твердых веществ: *solid_emissions*.
3. Объем выбросов от промышленных предприятий диоксида серы: *so2_emissions*.
4. Объем выбросов от промышленных предприятий диоксида азота: *no2_emissions*.
5. Объем выбросов от промышленных предприятий монооксидауглерода: *co_emissions*.

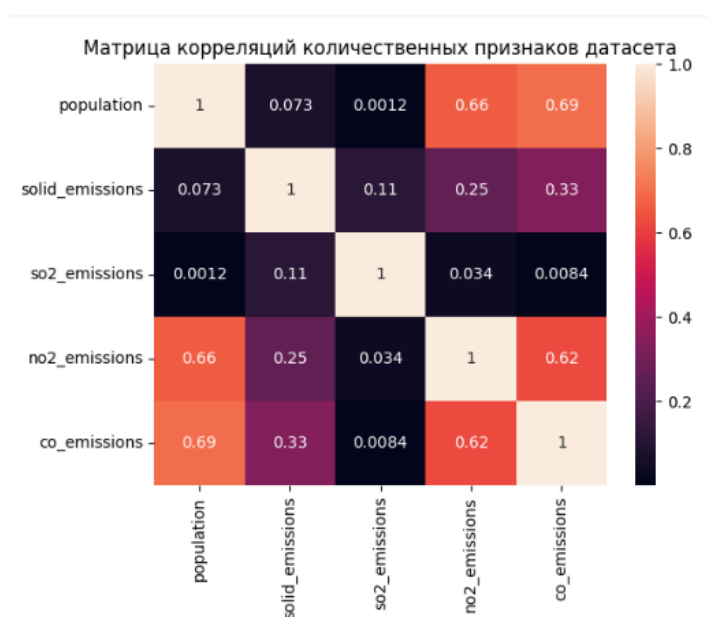
II. Порядковые:

1. Год: *year*.
2. Уровень загрязнения воздуха: *pollution_level*.
3. Количество веществ, для которых среднегодовая концентрация загрязняющего вещества в воздухе превышает 1 ПДК: *exceeded_mpc_pollutants_count*.
4. Количество веществ, для которых стандартный индекс (СИ) > 10 ПДК: *huge_standard_index_pollutants_count*.
5. Количество станций мониторинга: *stantions_count*.

III. Номинальные (качественные):

- 1) Экономический район: *economic_region*.
- 2) Регион: *region*.
- 3) Город: *city*.

3. Анализ взаимосвязей между количественными признаками



1. По графикам и, в первую очередь, в результате корреляционного анализа, обнаружена сильная прямая зависимость между: численностью населения, объемом выбросов диоксида азота и объемом выбросов монооксида углерода. Коэффициент корреляции Пирсона у всех пар, составленных из этих признаков, достаточно высок.
2. Имеется статистически значимая прямая зависимость между объемом выбросов тяжелых веществ и объемом выбросов диоксида азота, а также между объемом выбросов тяжелых веществ и объемом выбросов монооксида углерода. Коэффициент корреляции у этих пар умеренный.
3. У остальных пар признаков либо коэффициент корреляции низок, либо совсем близок к нулю.

4. Анализ взаимосвязей между порядковыми признаками

4. 1. Выводы по разделу с анализом взаимосвязи года и уровня загрязнения атмосферы

1. Парный коэффициент корреляции Спирмена отрицательный (что могло бы свидетельствовать о положительной динамике уровня загрязнения атмосферы по годам). Абсолютное значение коэффициента низкое. Однако при проверке корреляции на стат. значимость p -value оказался очень низким и подтвердил статистическую значимость. Несмотря на это, мы не можем зафиксировать прямой зависимости года и уровня загрязнения воздуха, так как распределение населенных пунктов по уровню загрязнения с 2007 года по 2013 год показывало приблизительно одну картину, в 2014 году резко изменилось в лучшую сторону, а в 2021 также резко изменилось, уже в худшую. Коэффициент корреляции, рассчитанный без лет с аномальными показателями, почти нулевой.

2. Подробное описание динамики распределения населенных пунктов по уровню загрязнения с 2007 года по 2022 год:

- С 2007 по 2009 год: 40-45% н.п. с высоким уровнем загрязнения, около 30% н.п. с низким уровнем загрязнения, около 15% н.п. с очень высоким загрязнением и 10-15% н.п. — с повышенным.
- С 2010 по 2013 год состояние загрязнения атмосферы ухудшилось: доля н.п. с высоким уровнем загрязнения увеличилась до половины от всех н.п. (45-50%), доля н.п. с низким уровнем загрязнения уменьшилась в 1.5-2 раза до 17-22%, за счёт этого резко увеличилась доля н.п. с повышенным загрязнением (в 2-2.5 раза) до 17-25%, став на второе место. Доля н.п. с очень высоким загрязнением не сильно поменялась по сравнению с 2007-2009 годами (около 15%), лишь в 2010 году доля н.п. с очень высоким уровнем загрязнения воздуха увеличилась аж до 18.2%, выйдя ненадолго на 2-е место.

- В 2014 году показатели аномально резко улучшились. Почти половину (47.9%) стали занимать н.п. с низким уровнем загрязнения, чуть больше четверти (28.6%) с повышенным, 14.7% н.п. — с высоким и всего лишь 8.8% н.п. — с очень высоким.
- С 2015 по 2020 год показатели стали ещё лучше на порядок: более 60% н.п. с низким уровнем загрязнения, около 20% н.п. с повышенным уровнем загрязнения, около 10% н.п. с высоким загрязнением и 5-10% н.п. с очень высоким уровнем загрязнения.
- В 2021 ситуация аномально резко ухудшилась и вернулась примерно на уровень до аномального улучшения в 2014. С 2021 по 2022 год: 33-38% н.п. с высоким уровнем загрязнения, 26-27% н.п. с низким уровнем загрязнения, около 18-20% н.п. с повышенным загрязнением и 17-18% н.п. с очень высоким. То есть примерно в более половины населенных пунктах России (50-55%) уровень загрязнения воздуха высокий и очень высокий.

3. Причина таких аномально хороших показателей за период с 2014 по 2020 годы найдена в интернете.

Нормативы СанПиН предельно допустимых концентраций для отдельных веществ существенно менялись в 2014 (снижение нормативов для формальдегида и фенола) и 2021 (возвращение нормативов) годах.

В 2014 году были повышены величины ПДК формальдегида более чем в три раза по сравнению с прежним нормативом (без установления среднегодовой ПДК). Это приводит к занижению оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха формальдегидом и показателя качества воздуха — комплексного индекса загрязнения атмосферы (ИЗА). Если учитывать прежние ПДК, то количество городов, где средние концентрации какой-либо примеси превышают 1 ПДК, в 2014 году составило бы 199 вместо 174.

Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха за 2021 год выполнена с использованием нормативов в соответствии

с СанПиН 1.2.3685-21. За счет установления более низких значений ПДК по сравнению с ранее используемыми, произошло изменение оценки уровней загрязнения атмосферного воздуха в городах.

4. 2. Выводы по разделу с анализом года и количества станций мониторинга

Распределение населенных пунктов по количеству станций мониторинга: 38% — н.п. с одной станцией мониторинга, 23% н.п. — с двумя станциями, 10-13% с тремя станциями, 9-10% — с четырьмя станциями и 16-18% — с пятью или более станциями.

Получается, что приблизительно 60% населенных пунктов имеют всего лишь 1-2 станции мониторинга, и этот показатель с течением времени абсолютно никак не улучшается.

4. 3. Выводы по разделу с анализом количества станций мониторинга в населенном пункте и уровне загрязнения атмосферы

Имеется статистически значимая прямая зависимость между количеством станций и уровнем загрязнения воздуха. Парный коэффициент корреляции умеренный (0.31).

Вероятно, это связано с тем, что чем хуже в населенном пункте обстановка с загрязнением воздуха, тем больше станций мониторинга в нем устанавливается. Но можно и предположить, что малое число станций мониторинга в населенном пункте просто не дает возможности в полной мере оценить уровень загрязнения воздуха и выдают показатели лучше, чем они есть в реальности.

5. Анализ взаимосвязи количественного и порядкового/номинального признаков

5.1. Выводы по разделу с анализом взаимодействия численности населения и уровня загрязненности атмосферы

1. Имеется умеренная стат. значимая прямая зависимость между численностью населения и уровнем загрязнения воздуха (коэффициент корреляции — 0.26).
2. Несмотря на прямую зависимость между признаками, которая явно выполняется для первых трех уровней загрязнения, численность населения городов с очень высоким уровнем загрязнения в среднем ниже численности населения городов с высоким уровнем загрязнения.
3. Чем выше медианная численность, тем шире разброс распределения.
 - Для н.п. с низким загрязнением воздуха медианная численность равна 79700 чел., разброс характерных численностей — от 33000 чел. до 209100 чел. Следовательно, для небольших н.п. характерен низкий уровень загрязнения воздуха.
 - Для н.п. с повышенным загрязнением воздуха медианная численность равна 162700 чел., разброс характерных численностей — от 56200 чел. до 327500 чел. Следовательно, для небольших городов характерен повышенный уровень загрязнения воздуха.
 - Для н.п. с высоким загрязнением воздуха медианная численность равна 235800 чел., разброс характерных численностей — от 79900 чел. до 519100 чел. Следовательно, для крупных городов характерен высокий уровень загрязнения воздуха.
 - Для н.п. с очень высоким загрязнением воздуха медианная численность равна 181200 чел., разброс характерных численностей — от 66400 чел. до 409000 чел. Следовательно, очень высокий уровень загрязнения характерен для средних по размеру городов.

В распределении численностей населения каждого уровня очень много выбросов, вследствие этого, среднее значение каждой из этих выборок в два раза и более превышает медианное.

4. Подробное описание динамики распределения населения по уровню загрязнения с 2007 года по 2022 год:

- В 2007-2008 годах: 85% (!) людей проживало в н.п. с высоким и очень высоким уровнем загрязнения атмосферы: 65-70% — с высоким, 15-20% — с очень высоким. 5-8% населения проживало в н.п. с повышенным загрязнением и всего лишь 6-7% — с низким уровнем загрязнения.
- С 2019 по 2013 год распределение людей по уровню загрязнения атмосферы в н.п., в которых они живут, ухудшилось и стало катастрофическим: доля людей, проживающих в н.п. с высоким уровнем загрязнения уменьшилась до 52-59% всего населения, но доля людей, проживающих в н.п. с очень высоким уровнем загрязнения достигла огромного показателя в 25-33% (!) всего населения. 7-14% людей проживали в н.п. с повышенным загрязнением и всего лишь 3-5% (!) людей — с низким уровнем загрязнения.
- В 2014 году показатели аномально резко улучшились (по причинам, описанным в пункте с анализом взаимосвязи *year - pollution_level*. Половину (50.3%) населения стали относиться к н.п. с повышенным уровнем загрязнения, 21% — с низким уровнем. Так же 21% населения стало относиться к н.п. с высоким загрязнением воздуха и 7.7% — с очень высоким.
- С 2015 по 2020 год показатели становились с каждым годом ещё лучше на порядок и к 2020 году достигли следующих значений: более 66.9% (!) населения относились к н.п. с низким уровнем загрязнения, 20% населения — к н.п. с повышенным уровнем загрязнения, 10.7% населения — к н.п. с высоким уровнем загрязнения и лишь 4.7% — к н.п. с очень высоким уровнем загрязнения.

- В 2021 вернулись реальные показатели. С 2021 по 2022 год: примерно 70% людей проживают в городах с высоким (54-58%) и очень высоким (14%) уровнем загрязнения воздуха. 21-24% людей проживают в н.п. с высоким уровнем загрязнения воздуха, и всего лишь 7.5% людей проживают в н.п. с низким уровнем загрязнения воздуха.

Исходя из вышеприведенных заключений можно сделать вывод, что картина распределения населения по уровню загрязнения н.п., в которых они проживают, за 15 лет заметно улучшилась, но по-прежнему остается негативной.

5. 2. Выводы по разделу с анализом взаимодействия года и объемов выбросов вредных веществ промышленными предприятиями

1. Год имеет стат. значимую обратную зависимость с каждым из признаков, характеризующих объемы выбросов вредных веществ промышленными предприятиями. Значит, ситуация с выбросом вредных веществ промышленными предприятиями с течением времени улучшается (возможно из-за сокращения объема производства в целом).

2. Медианные объемы выбросов каждого из вредных веществ значительно ниже в 2022, чем в 2007 году.

Твердых веществ: в 2007 году — 1.9 тыс. т, в 2022 году — 0.9 тыс. т.

Диоксида серы: в 2007 году — 1.75 тыс. т, в 2022 году — 0.4 тыс. т.

Диоксида азота: в 2007 году — 2.1 тыс. т, в 2022 году — 1.85 тыс. т.

Монооксида углерода: в 2007 году — 2.45 тыс. т, в 2022 году — 2.15 тыс. т.

5. 3. Выводы по разделу с анализом взаимодействия объемов выбросов вредных веществ промышленными предприятиями и уровня загрязнения атмосферы

Имеется умеренная стат. значимая прямая зависимость между уровнем загрязнения воздуха с каждым из признаков, характеризующих объемы выбросов вредных веществ промышленными предприятиями.

5. 4. Выводы по разделу с анализом взаимодействия региона и объемов выбросов вредных веществ промышленными предприятиями

	count	mean	std	min	25%	50%	75%	max
region								
Омская область	5.0	26.900000	5.453898	21.200	23.7000	25.700	28.5000	35.40
Липецкая область	5.0	18.000000	2.324866	15.600	16.0000	17.600	20.1000	20.70
Кемеровская область	15.0	14.088667	11.414981	2.800	6.4000	8.700	23.5000	35.80
Челябинская область	15.0	12.196000	9.283008	0.200	0.3700	14.700	18.4500	25.00
Вологодская область	10.0	8.740000	8.305447	0.200	1.4000	8.300	16.0000	19.30
Красноярский край	35.0	7.802857	6.315783	0.100	2.0500	7.000	14.3000	17.30
Алтайский край	10.0	7.013000	3.368798	2.700	4.2000	6.850	10.2725	11.00
Брянская область	5.0	6.900000	4.066325	2.600	3.1000	7.800	8.7000	12.30
Республика Саха (Якутия)	17.0	6.494118	5.354025	0.100	0.3000	7.100	10.9000	15.90
Забайкальский край	15.0	5.888667	4.228179	0.030	1.2000	7.500	9.0000	12.50

Топ-10 регионов по среднему объему выбросов твердых веществ на н.п. за 2018-2022

Республика Карелия	13.0	0.380000	0.222336	0.040	0.3100	0.410	0.5000	0.80
Калужская область	5.0	0.360000	0.114018	0.200	0.3000	0.400	0.4000	0.50
Республика Северная Осетия — Алания	5.0	0.340000	0.181659	0.100	0.2000	0.400	0.5000	0.50
Орловская область	5.0	0.306000	0.146390	0.050	0.3300	0.350	0.4000	0.40
Ульяновская область	24.0	0.300042	0.383776	0.003	0.0475	0.100	0.4750	1.40
Московская область	45.0	0.299111	0.198801	0.040	0.2000	0.200	0.4000	0.90
Псковская область	10.0	0.197000	0.074692	0.100	0.1400	0.195	0.2500	0.30
Республика Крым	20.0	0.152000	0.110530	0.000	0.0500	0.145	0.2000	0.40
Ивановская область	10.0	0.098100	0.102840	0.010	0.0200	0.060	0.1750	0.30
Карачаево-Черкесская Республика	5.0	0.082000	0.039217	0.034	0.0460	0.100	0.1100	0.12

Топ-10 регионов по наименьшему среднему объему выбросов твердых веществ на н.п. за 2018-2022

	count	mean	std	min	25%	50%	75%	max
region								
Красноярский край	35.0	253.510571	610.713124	0.020	0.6500	5.000	21.7500	1836.90
Омская область	5.0	51.620000	15.417263	40.800	41.2000	45.800	52.4000	77.90
Липецкая область	5.0	21.140000	1.050238	19.600	20.8000	21.100	21.9000	22.30
Кемеровская область	15.0	20.197333	18.891525	1.100	2.9500	14.400	41.2200	50.50
Мурманская область	45.0	16.851556	21.452526	0.020	2.2000	4.600	20.2000	74.00
Вологодская область	10.0	14.780000	15.268763	0.200	0.5000	13.350	28.7500	32.70
Иркутская область	65.0	14.724308	24.053704	0.040	0.2000	6.000	14.1000	102.50
Республика Бурятия	13.0	13.977692	9.035687	0.010	6.6000	10.600	21.6000	25.80
Алтайский край	10.0	12.112000	5.520356	6.300	7.7250	10.800	16.1500	22.12
Новосибирская область	15.0	10.346000	14.919941	0.060	0.1150	0.200	27.9500	33.70

Топ-10 регионов по среднему объему выбросов диоксида серы на н.п. за 2018-2022

Ханты-Мансийский автономный округ — Югра	35.0	0.145800	0.207574	0.003	0.0300	0.090	0.1750	1.10
Владимирская область	5.0	0.116000	0.047749	0.080	0.1000	0.100	0.1000	0.20
Ставропольский край	25.0	0.113440	0.102453	0.003	0.0100	0.100	0.2000	0.30
Ивановская область	10.0	0.112900	0.114220	0.009	0.0175	0.080	0.1750	0.30
Орловская область	5.0	0.108000	0.089275	0.020	0.0300	0.120	0.1300	0.24
Калужская область	5.0	0.103600	0.090027	0.020	0.0280	0.070	0.2000	0.20
Ульяновская область	24.0	0.101750	0.226330	0.000	0.0020	0.010	0.0425	1.00
Севастополь	5.0	0.094600	0.068962	0.013	0.0600	0.100	0.1000	0.20
Ямало-Ненецкий автономный округ	5.0	0.056000	0.037815	0.030	0.0300	0.040	0.0600	0.12
Карачаево-Черкесская Республика	5.0	0.040400	0.054409	0.000	0.0010	0.001	0.1000	0.10

Топ-10 регионов по наименьшему среднему объему выбросов диоксида серы на н.п. за 2018-2022

	count	mean	std	min	25%	50%	75%	max
region								
Москва	5.0	82.400000	30.086376	35.20	78.10000	81.70	106.1000	110.90
Санкт-Петербург	5.0	45.880000	19.077526	27.40	28.40000	42.00	65.6000	66.00
Омская область	5.0	39.220000	6.681841	31.10	37.50000	37.60	40.4000	49.50
Липецкая область	5.0	20.180000	1.544992	19.20	19.30000	19.60	19.9000	22.90
Челябинская область	15.0	16.100000	12.242957	0.80	1.35000	19.20	20.9000	38.00
Томская область	5.0	15.380000	9.994348	7.30	7.50000	11.80	19.3000	31.00
Рязанская область	5.0	13.220000	7.204304	5.30	6.40000	14.00	19.8000	20.60
Новосибирская область	15.0	11.820000	14.841169	0.60	1.00000	2.70	27.4500	38.30
Тюменская область	10.0	11.160000	6.654355	5.30	8.00000	9.05	12.7500	28.20
Кемеровская область	15.0	10.194667	6.961024	0.60	1.95000	12.60	14.5500	20.30

Топ-10 регионов по среднему объему выбросов диоксида азота на н.п. за 2018-2022

Республика Карелия	13.0	1.349231	1.386070	0.01	0.10000	1.04	1.3000	3.80
Псковская область	10.0	1.332000	0.849520	0.30	0.65000	1.31	2.1375	2.50
Еврейская автономная область	5.0	1.160000	0.456070	0.70	0.70000	1.20	1.5000	1.70
Ульяновская область	24.0	1.082125	1.892274	0.02	0.04075	0.35	0.6500	6.90
Сахалинская область	30.0	1.045933	1.176387	0.03	0.14500	0.50	1.8375	4.00
Республика Тыва	5.0	0.760000	0.364692	0.40	0.50000	0.60	1.1000	1.20
Чукотский автономный округ	10.0	0.682000	0.369558	0.02	0.52500	0.65	0.8500	1.40
Ямало-Ненецкий автономный округ	5.0	0.680000	0.327109	0.40	0.50000	0.50	0.8000	1.20
Республика Крым	20.0	0.535500	0.376430	0.00	0.25000	0.53	0.8000	1.24
Карачаево-Черкесская Республика	5.0	0.520000	0.438178	0.20	0.20000	0.20	1.0000	1.00

Топ-10 регионов по наименьшему среднему объему выбросов диоксида азота на н.п. за 2018-2022

	count	mean	std	min	25%	50%	75%	max
region								
Москва	5.0	389.320000	318.683600	8.500	252.800	260.300	620.200	804.8
Липецкая область	5.0	220.080000	20.658582	203.400	209.000	212.000	220.700	255.3
Санкт-Петербург	5.0	200.520000	191.752593	29.600	30.000	131.900	404.500	406.6
Вологодская область	10.0	116.040000	115.986879	2.000	5.275	108.900	211.000	251.8
Челябинская область	15.0	89.353333	70.241165	1.000	8.600	95.700	154.450	170.2
Кемеровская область	15.0	70.920000	84.590114	5.100	7.550	16.800	177.600	204.4
Томская область	5.0	59.460000	75.237212	7.000	7.300	37.400	57.000	188.6
Омская область	5.0	48.640000	29.780665	8.700	35.900	42.200	77.500	78.9
Волгоградская область	10.0	47.180000	15.056471	31.000	32.925	43.200	61.600	69.6
Воронежская область	5.0	45.440000	37.172813	4.100	5.500	68.900	73.600	75.1

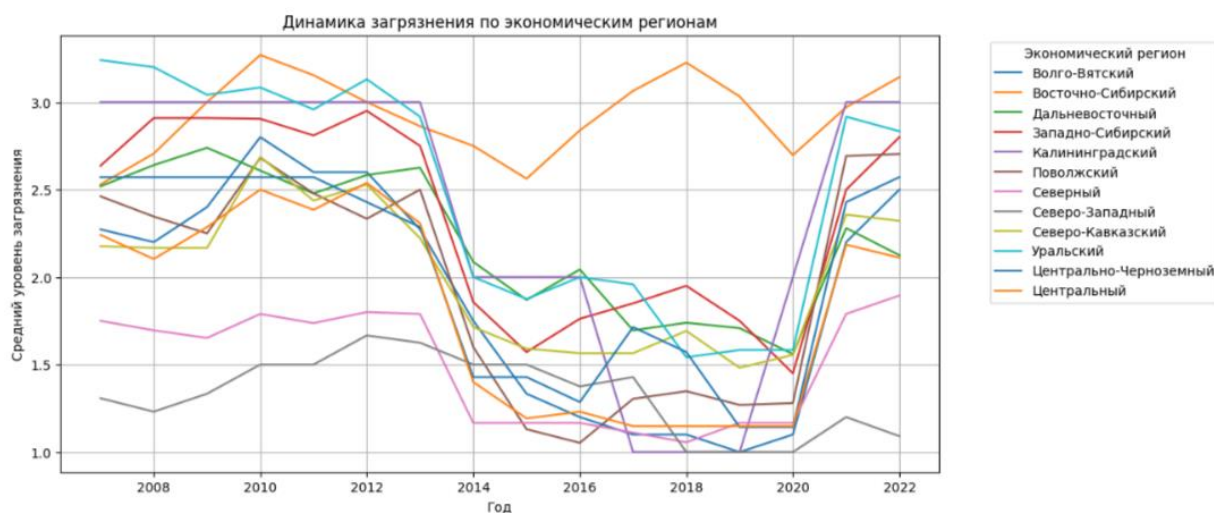
Топ-10 регионов по среднему объему выбросов монооксида углерода на н.п. за 2018-2022

Ульяновская область	24.0	3.174625	8.467465	0.050	0.100	0.300	1.225	31.4
Карачаево-Черкесская Республика	5.0	3.020000	3.724513	0.300	0.300	0.300	7.100	7.1
Самарская область	44.0	2.967727	2.796346	0.080	0.600	2.700	3.850	11.1
Ленинградская область	40.0	2.931600	3.371591	0.032	0.600	2.300	4.275	17.1
Республика Тыва	5.0	2.890000	2.898362	0.500	1.000	1.050	4.900	7.0
Ямало-Ненецкий автономный округ	5.0	2.300000	1.345362	0.800	1.000	2.800	3.000	3.9
Чукотский автономный округ	10.0	1.650000	0.712195	0.200	1.425	1.550	1.825	2.8
Владимирская область	5.0	1.320000	0.178885	1.100	1.200	1.300	1.500	1.5
Республика Крым	20.0	1.313050	2.276872	0.001	0.100	0.205	0.650	7.5
Московская область	45.0	1.185111	0.904646	0.100	0.700	1.000	1.400	4.6

Топ-10 регионов по наименьшему среднему объему выбросов монооксида углерода на н.п. за 2018-2022

6. Анализ взаимосвязи порядкового и номинального признаков

6.1. Выводы по разделу с анализом взаимодействия экономического района и уровня загрязнения атмосферы



Все экономические районы можно разделить на пять типов.

1. Районы с благоприятной обстановкой загрязнения воздуха:

● Северо-Западный.

Однозначно является Топ-1 экономическим районом по низкому загрязнению воздуха. В 2021-2022 годах 85% (!) населенных пунктов имели низкий уровень загрязнения атмосферы. 3-го и 4-го уровни загрязнения в этом экономическом районе отсутствуют вовсе.

● Северный.

В среднем имеет чистый воздух. В 2021-2022 годах 44.64% н.п имеют низкий уровень загрязнения. Однако при этом имеются и н.п. с очень высоким уровнем загрязнения, а также медианным уровнем загрязнения является повышенный уровень.

2. Районы с относительно благоприятной обстановкой загрязнения воздуха:

- **Центральный**

В среднем достаточно неплохой воздух. Наиболее часто встречаются н.п. с повышенным уровнем загрязнения, их примерно 35%. Усредненный уровень загрязнения — 2.15.

- **Дальневосточный**

Больше всего н.п. с низким уровнем загрязнения (38.78%). Однако имеются н.п. со всеми уровнями загрязнения, усредненный уровень — 2.2.

3. Районы со средней обстановкой загрязнения воздуха:

- **Волго-Вятский**

В 2021-2022 годах с наибольшей частотой (45%) встречались н.п. с высоким уровнем загрязнения. Однако при этом медианное значение уровня загрязнения 2.5 и усредненный уровень — 2.35, что говорит о большом количестве н.п. с лучшим по сравнению с высоким уровнем.

- **Северо-Кавказский**

Имеет схожие характеристики с Волго-Вятский районом.

- **Центрально-Чернозёмный**

Находится на границе районов со средней и с плохой обстановкой загрязнения атмосферы. Половина н.п. в 2021-2022 годах имела высокий уровень загрязнения, однако при этом медианный уровень — 2.5.

4. Районы с плохой обстановкой загрязнения воздуха:

- **Калининградский**

Является самым малым экономическим районом, состоящим лишь из одной Калининградской области, а в ней все города имеют высокий уровень загрязнения.

- **Западно-Сибирский**

Имеет 50% н.п. с высоким уровнем загрязнения атмосферы, усредненный уровень загрязнения — 2.65.

- **Поволжский**

Имеет 56.6% н.п. с высоким уровнем загрязнения атмосферы, усредненный уровень загрязнения — 2.7.

- **Уральский**

Имеет 50% н.п. с высоким уровнем загрязнения атмосферы, усредненный уровень загрязнения — 2.88.

5. Районы с критически плохой обстановкой загрязнения воздуха:

- **Восточно-Сибирский**

Является безоговорочно наихудшим по загрязнению атмосферы экономическим районом. Единственный из всех районов, у которого в 2014-2020 годах показатели среднего уровня загрязнения не упали значительно, а значительно повысились. В 2021-2022 н.п. с очень высоким загрязнением воздуха занимают 56.52%. Является единственным экономическим районом с медианным уровнем загрязнения воздуха 4.0 и усредненным уровнем выше 3 (3.06). Все эти показатели являются катастрофическими.

7. Заключение

Проведен подробный анализ данных состояния загрязнения воздуха в России, найдены взаимосвязи и сформулированы выводы.