

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
(ТГУ)

УДК 504. 064

Рег.№ НИОКТР

Рег.№ ИКРБС



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научно-
инновационной деятельности,
к.т.н.

С. Х. Петерайтис

» _____ 2020 г.

ОТЧЁТ

о научно-исследовательской работе
(итоговый)

КОМПЛЕКСНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА
В ГОРОДСКОМ ОКРУТЕ ТОЛЬЯТТИ

(Исследования атмосферного воздуха с целью выявления и идентификации специфических загрязнителей в атмосферном воздухе с использованием методов термодесорбционной хромато-масс-спектрометрии и других методов физико-химического анализа)

Научный руководитель НИР
к.х.н., доцент, начальник НИЛ-13

А. А. Голованов

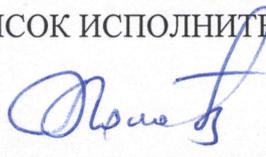
(подпись)

Тольятти 2020

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель темы,

к.х.н., доцент, начальник НИЛ-13

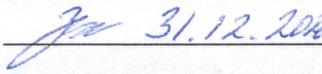


А. А. Голованов

подпись, дата 31.12.2020 (раздел 3)

Ответственный исполнитель,

Директор НАЦ

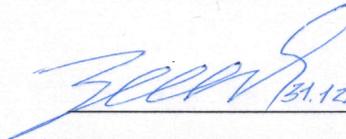


Т. В. Зими́на

подпись, дата (раздел 2)

Исполнители:

Д.х.н., профессор



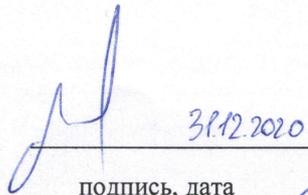
И. Г. Зенкевич

подпись, дата (раздел 3)

К.т.н., заместитель ректора –

директор института химии

и энергетики, доцент

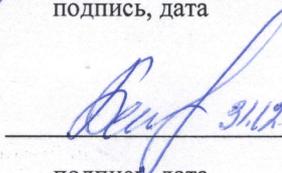


П. А. Мельников

подпись, дата (выводы)

К.х.н., заместитель директора

по научно-методической работе



К. В. Беспалова

подпись, дата (выводы)

К.п.н., доцент,

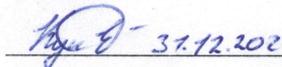
начальник НИЛ ЭКООС



М. В. Кравцова

подпись, дата (раздел 1)

Инженер НИЛ-13



Ю. А. Кунавин

подпись, дата (раздел 3,4)

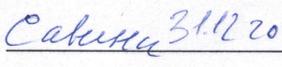
Инженер НИЛ-13



Д. М. Гусев

подпись, дата (раздел 2,3)

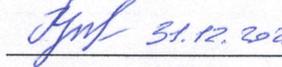
Инженер НИЛ-13



И. А. Савина

подпись, дата (раздел 3)

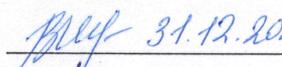
Инженер НИЛ ЭКООС



Т. П. Гущина

подпись, дата (раздел 1)

Техник НИЛ ЭКООС



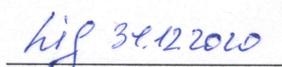
В. А. Шашенко

подпись, дата (раздел 2)

Специалист

по методической работе,

Нормоконтроль



Г. Э. Лисник

подпись, дата (раздел 1)

Реферат к отчёту о НИР

Отчет 183 с., 1 кн., 86 рис., 40 табл., 16 источн., 7 прил.

АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ, АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТРАСПОРТ, ВЫБРОСЫ ПРЕДПРИЯТИЙ, ИНДЕКСЫ УДЕРЖИВАНИЯ, ХРОМАТО-МАСС СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования являлся атмосферный воздух городского округа Тольятти.

Цель работы – комплексное определение состава атмосферного воздуха в городском округе Тольятти.

В процессе работы проводился отбор проб воздуха в различных точках города и исследования полученных проб методами газовой хроматографии, хроматомасс-спектрометрии и других методов физико-химического анализа.

В процессе исследований выявлены основные загрязнители атмосферы г. Тольятти, по некоторым компонентам проведён количественный анализ.

Составлена карта отбора проб атмосферного воздуха городского округа Тольятти для последующей идентификации предприятий, чьи производства могут являться источниками загрязнений.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА В РОССИИ	8
1.1 Динамика количества городов, в которых уровень загрязнения атмосферного воздуха высокий и очень высокий (ИЗА > 7)	8
1.2 Загрязнение атмосферного воздуха отдельными веществами.....	9
1.3 Тенденция изменения качества атмосферного воздуха городов	10
1.4 Оценка уровня загрязнения в городских населенных пунктах.....	13
1.5 Измерение уровня загрязнения воздуха, обусловленного выбросами автотранспорта	21
1.6 Изучение уровня загрязнения воздуха в промышленном районе.....	22
2 МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ	23
2.1 Хроматографические и масс-спектрометрические методы.....	23
2.2 Порядок выполнения работ и методика идентификации летучих органических соединений в атмосферном воздухе г. Тольятти.....	26
3 ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ	37
3.1 Исследования атмосферного воздуха с целью выявления и идентификации специфических загрязнителей в атмосферном воздухе с использованием методов термодесорбционной хроматомасс-спектрометрии.....	37
3.2 Необычные компоненты органических примесей городского воздуха г.о. Тольятти	48
3.3 Методы количественного определения бенз(а)пирена в атмосферном воздухе	50
4 РЕЗУЛЬТАТЫ ЗАМЕРОВ ПЭЛ	51
4.1 Количественный анализ атмосферного воздуха г. Тольятти.....	51
4.2 Статистический анализ полученных результатов	66
4.3 Характеристики токсикантов	84
4.4 Возможные источники поступления токсикантов в атмосферу.....	95
ВЫВОДЫ	99
РЕКОМЕНДАЦИИ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА УЛУЧШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ В Г.О. ТОЛЬЯТТИ, СВЯЗАННОЙ С КАЧЕСТВОМ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА	101
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	115
ПРИЛОЖЕНИЕ А	117
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ	117
A.1 Методы идентификации летучих органических соединений в атмосферном воздухе	117

А.2 Методы количественного определения загрязняющих веществ в атмосферном воздухе	119
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	121
БАЗА ПЕРВИЧНЫХ ДАННЫХ (ХРОМАТОГРАФИЯ И МАСС-СПЕКТРЫ) ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА РОССИИ.....	121
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	122
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОБ КОЛИЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА.....	122
ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....	149
АКТУАЛИЗАЦИЯ КАРТЫ ЗАГРЯЗНЕНИЙ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА Г.О. ТОЛЬЯТТИ	149
ПРИЛОЖЕНИЕ Д.....	151
ТАБЛИЦА ОТБОРА ПРОБ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ МЕТОДОМ ТЕРМОДЕСОРБЦИОННОЙ ХРОМАТОМАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ.....	151
ПРИЛОЖЕНИЕ Е.....	153
ЕДИНЫЙ СВОДНЫЙ СОСТАВ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА Г.О. ТОЛЬЯТТИ	153
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж.....	174
ОБНАРОДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ В СРЕДСТВАХ МАССОВОЙ ИНФОРМАЦИИ	174

ВВЕДЕНИЕ

По договору № 5421906 от 20.09.2019 между федеральным государственным образовательным учреждением высшего образования «Тольяттинский государственный университет» (ФГБОУ ВО ТГУ) и благотворительным фондом развития «Добрый город» (БФРГ «Добрый город») ТГУ выполняет научно-исследовательскую работу по определению состава загрязнений атмосферного воздуха в г.о. Тольятти и выявлению причин повышения уровня загрязнения атмосферного воздуха, в том числе в периоды неблагоприятных метеорологических условий. Необходимость получения дополнительных сведений о составе вредных примесей связана с тем, что стандартный анализ атмосферного воздуха по типовому перечню веществ не даёт представления о специфических загрязнителях и не позволяет получить полную картину состояния воздушного бассейна.

В этой связи сотрудниками Научно-исследовательской лаборатории № 13 им. С. П. Коршунова «Органический синтез и анализ» совместно с Научно-исследовательским институтом гигиены, профпатологии и экологии человека (ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России, г. Санкт-Петербург) в 2019 г. начато комплексное исследование состава загрязнителей атмосферного воздуха с привлечением современных методов идентификации и количественного определения летучих и некоторых малолетучих органических соединений, а также неорганических веществ. Целью работы является комплексное определение состава загрязнений атмосферного воздуха в городском округе Тольятти. Для достижения этой цели с октября по декабрь 2019 г. отобраны и проанализированы воздушные пробы. В данном промежуточном отчете подробно описаны экспериментальные подробности отбора проб, проведения физико-химических и химических анализов, интерпретация полученных результатов. Кроме того, составлена карта отбора проб атмосферного воздуха городского округа Тольятти для последующей идентификации маркерных загрязняющих веществ и выявления источников их поступления.

Выполнение научно-исследовательских работ (далее – НИР), в том числе с использованием передвижной экологической лаборатории (далее ПЭЛ) в качестве поверенного средства измерений, осуществляется ТГУ по заказу БФРГ «Добрый город» на основании договора от **20.09.2019 г. № 5421906** (далее – Договор). Причем, техническим заданием (приложение к Договору) предусмотрено **80 выездов** на исследование загрязнений воздуха в период с 01.10.2019 г. по 30.09.2020 г., в том числе **40 выездов** на основании поступивших жалоб и **40 плановых выездов** на потенциально проблемные

участки. Промежуточный отчет о НИР согласно календарному плану представлен в январе 2020 г.

Всего за период с 01.10.2019 г. по 30.07.2020 г. выполнено **83 измерения**, в том числе **40 измерений** на основании поступивших **жалоб** (из них 27 проводились с помощью ПЭЛ) и **43 плановых** измерения на потенциально проблемных участках (из них 37 – с помощью ПЭЛ). Результаты исследования за октябрь-декабрь 2019 г. и январь-март 2020 г. представлены в первом промежуточном отчете [1].

Основанием для выездов являлись поступающие жалобы от граждан г. о. Тольятти, через администрацию г. о. Тольятти или МКУ «Центр гражданской защиты г. о. Тольятти».

В период с 28.01.2020 г. по 28.07.2020 г. были отобраны 65 проб атмосферного воздуха для исследований методом термодесорбционной хроматомасс-спектрометрии. Анализ проб произведен в Научно-исследовательском институте гигиены, профпатологии и экологии человека (ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России, г. Санкт-Петербург).

В отчете описаны методы отбора проб и результаты их исследования. Точки планового отбора соответствуют составленной ранее карте отбора проб атмосферного воздуха городского округа Тольятти.

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА В РОССИИ

В данном разделе приведены общие сведения о загрязнении атмосферного воздуха в городах России. Раздел составлен по материалам Государственных докладов «О состоянии и об охране окружающей среды в Российской Федерации» 2017 и 2018 г.г., а также проекта аналогичного доклада за 2019 г. [1]-[3].

По данным Росгидромета, наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха в 2018 г. в Российской Федерации проводились в 246 городах на 667 станциях, из них регулярные наблюдения выполнялись в 221 городе на 611 станциях.

1.1 Динамика количества городов, в которых уровень загрязнения атмосферного воздуха высокий и очень высокий (ИЗА > 7)

В 46 городах Российской Федерации (21% от числа городов с регулярными наблюдениями за загрязнением атмосферного воздуха на сети Росгидромета) с общей численностью населения 13,4 млн человек (12% городского населения Российской Федерации) уровень загрязнения воздуха в 2018 г. оценивался как высокий и очень высокий (ИЗА > 7). По сравнению с 2010 г. их количество снизилось на 89 единиц. Резкое уменьшение количества городов не связано со снижением загрязнения атмосферного воздуха в этих городах, а явилось результатом изменения ПДКс.с. формальдегида, что привело к формальному занижению оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха формальдегидом и, соответственно, комплексного ИЗА.

В Приоритетный список городов с наибольшим уровнем загрязнения воздуха в Российской Федерации в 2018 г. включены 22 города, что на 4,8% (или на 1 город) выше уровня 2017 г. и на 38,9% (или на 14 городов) ниже показателя 2010 г. С учетом действующей до 2014 г. ПДКс.с. формальдегида в Приоритетный список в 2018 г. были бы включены 34 города, что на 3,0% (или на 1 город) выше уровня 2017 г. и на 5,6% (или на 2 города) ниже уровня 2010 г.

Динамика доли городского населения (%), проживающего в городах с высоким и очень высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха, в целом по стране имеет тенденцию к сокращению (рисунки 1, 2). В разрезе федеральных округов наибольший процент городского населения, испытывающего негативное воздействие, проживает в Сибирском федеральном округе.

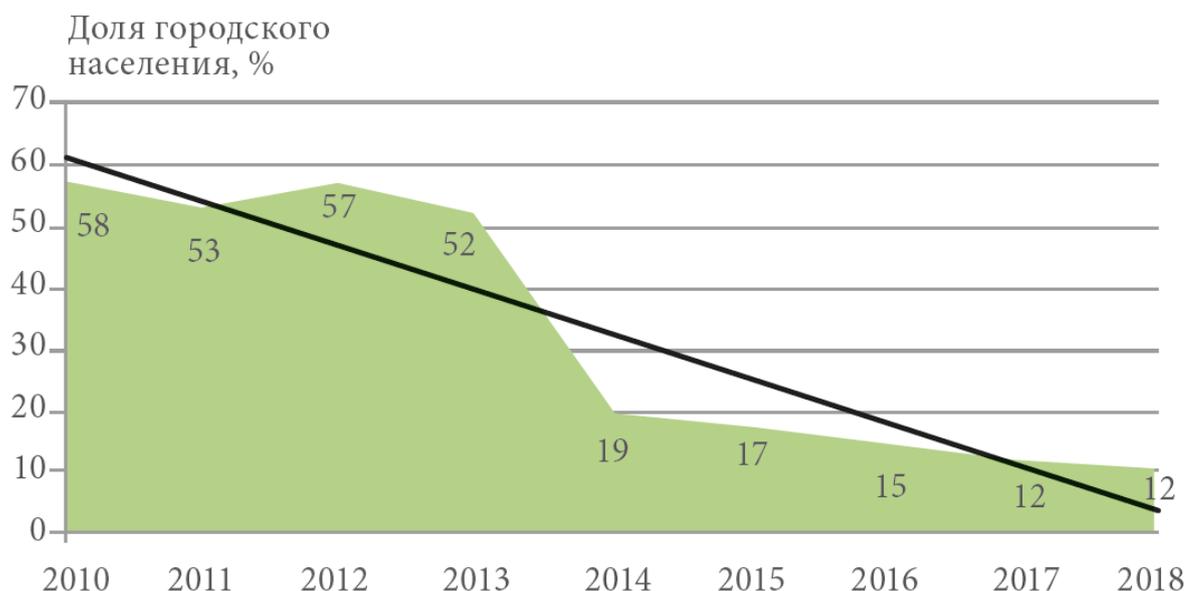


Рисунок 1 — Динамика доли городского населения, испытывающего воздействие высокого и очень высокого уровня загрязнения воздуха, 2010–18 г.г.

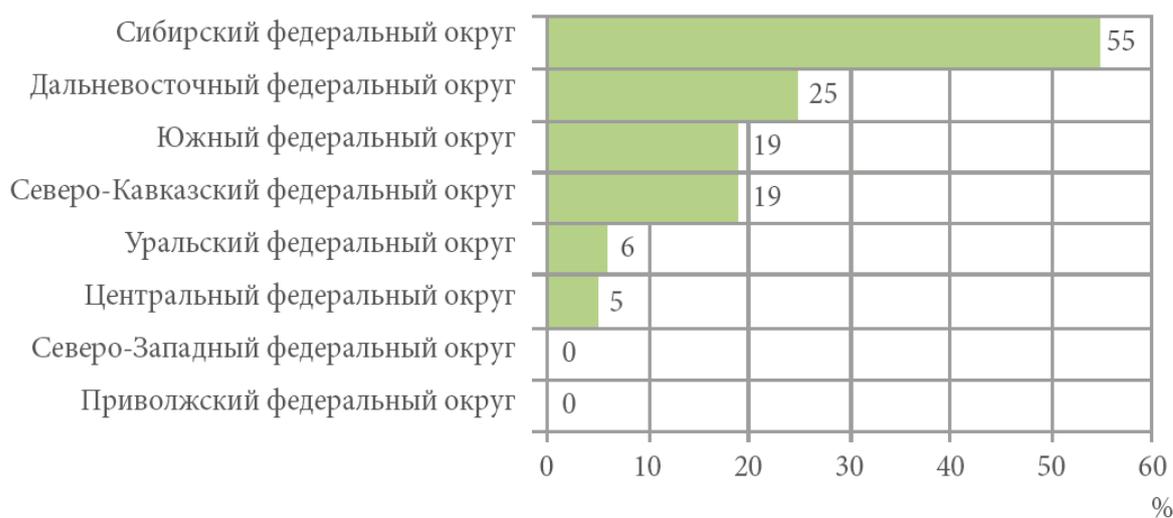


Рисунок 2 — Доля городского населения, испытывающего воздействие высокого и очень высокого уровня загрязнения воздуха, в разрезе федеральных округов в 2018 г.

1.2 Загрязнение атмосферного воздуха отдельными веществами

По данным регулярных наблюдений Росгидромета, за период 2010–2018 г.г. средние за год концентрации диоксида серы и формальдегида не изменились; оксида углерода, оксидов азота, бенз(а)пирена – снизились на 13–31%, взвешенных веществ – увеличились на 1,7%. Выбросы от стационарных источников взвешенных веществ снизились на 38%; бенз(а)пирена и формальдегида – увеличились на 171% и 94% соответственно. Суммарные выбросы от стационарных и передвижных источников диоксида серы и оксидов азота снизились на 18% и 5% соответственно; оксида углерода – увеличились на 8%.

1.3 Тенденция изменения качества атмосферного воздуха городов

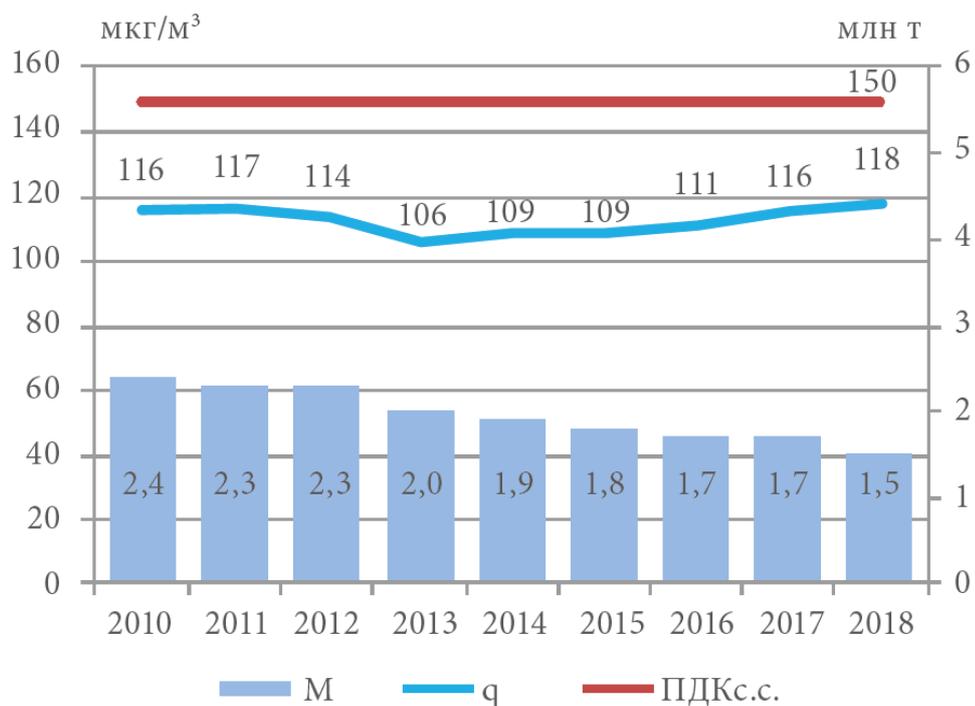
За период 2014–2018 г.г., по данным регулярных наблюдений, средние за год концентрации взвешенных веществ не изменились; диоксида серы, оксидов азота и оксида углерода снизились на 3–16%; бенз(а)пирена и формальдегида увеличились на 4–9% (таблица 1).

Таблица 1 — Тенденция изменений средних за год концентраций примесей в городах Российской Федерации, 2014–2018 г.г.

Примесь	Число городов	Тенденция изменений средних за год концентраций, %
Взвешенные вещества	208	0
Диоксид азота	226	–14
Оксид азота	133	–13
Диоксид серы	224	–3
Оксид углерода	195	–16
Бенз(а)пирен	176	+9
Формальдегид	152	+4

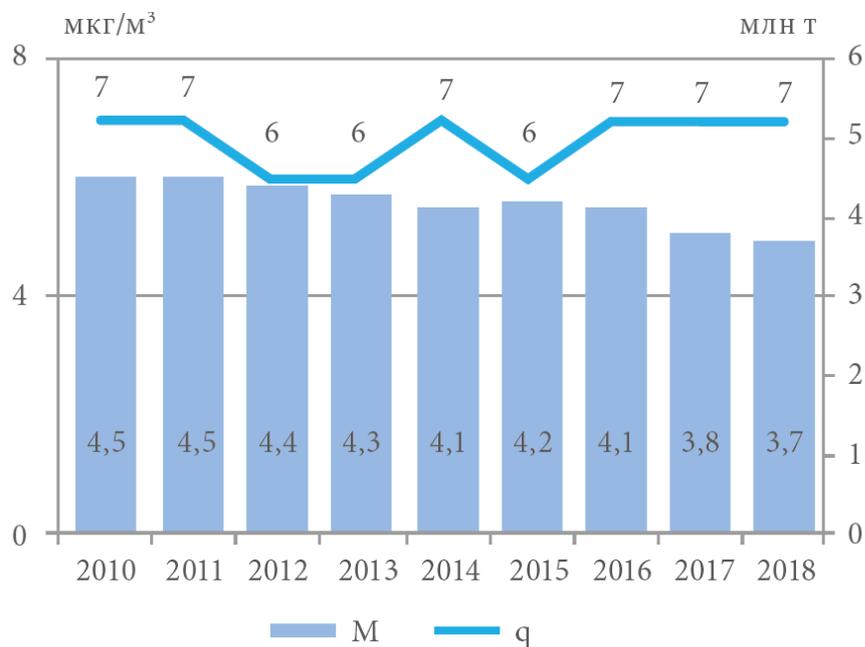
На рисунках 3–8 приведены графики, характеризующие изменение среднегодовых концентраций взвешенных веществ, диоксида серы, окиси углерода, оксида и диоксида азота, бенз(а)пирена и формальдегида в 2010–2018 г.г.

Графики показывают, что качество атмосферного воздуха городов медленно улучшается, однако в разрезе отдельных загрязняющих ингредиентов, оно остается по-прежнему неудовлетворительным.



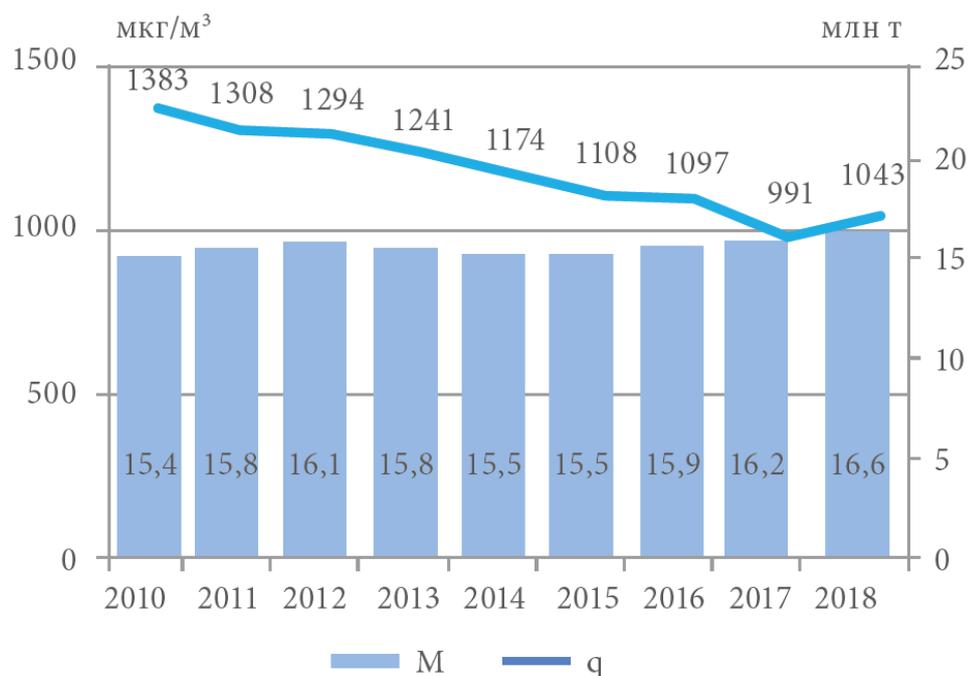
По левой оси – среднегодовые концентрации взвешенных веществ (мкг/м³), по правой оси – выбросы твердых веществ от стационарных источников (млн т).

Рисунок 3 — Динамика среднегодовых концентраций (q, мкг/м³) взвешенных веществ и выбросов от стационарных источников (M, млн. т) твердых веществ, 2010–2018 г.г.



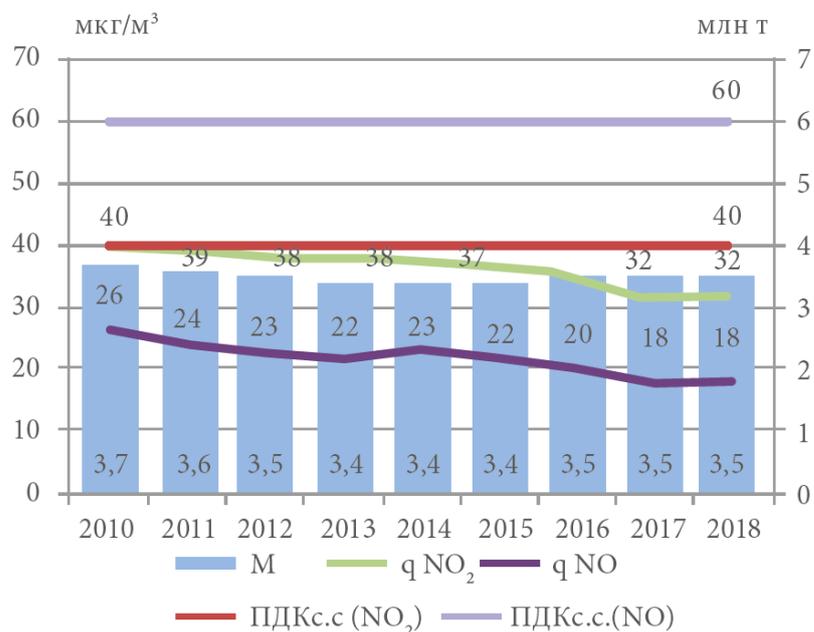
По левой оси – среднегодовые концентрации диоксида серы (мкг/м³), по правой оси – суммарные выбросы диоксида серы (млн. т).

Рисунок 4 — Динамика среднегодовых концентраций (q, мкг/м³) и суммарных выбросов (M, млн. т) диоксида серы, 2010–18 г.г.



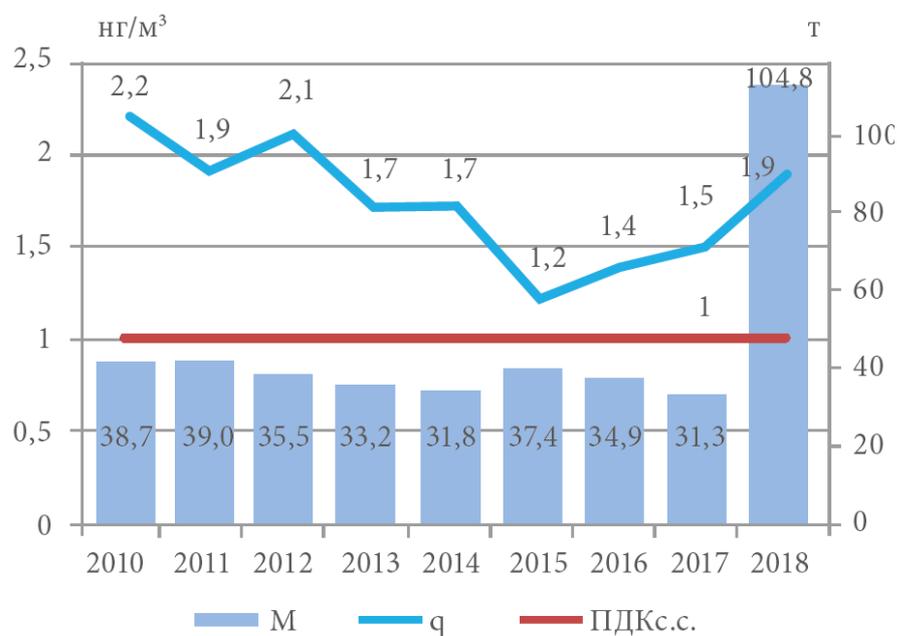
По левой оси – среднегодовые концентрации оксида углерода (мкг/м³), по правой оси – суммарные выбросы окиси углерода (млн. т).

Рисунок 5 — Динамика среднегодовых концентраций (q, мкг/м³) и суммарных выбросов (M, млн. т) оксида углерода, 2010–2018 г.г.



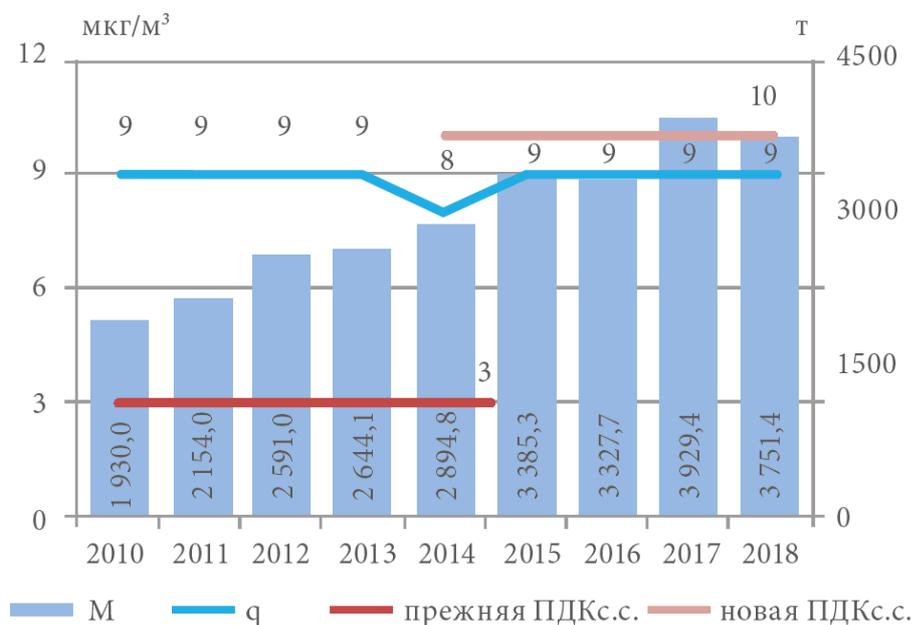
По левой оси – среднегодовые концентрации диоксида и оксида азота (мкг/м³), по правой оси – суммарные выбросы оксидов азота (млн. т).

Рисунок 6 — Динамика среднегодовых концентраций диоксида азота (qNO₂, мкг/м³) и оксида азота (qNO, мкг/м³) и суммарных выбросов (M, млн. т) NO_x (в пересчете на NO₂), 2010–2018 г.г.



По левой оси – среднегодовые концентрации бенз(а)пирена (нг/м³), по правой оси – выбросы бенз(а)пирена (млн. т).

Рисунок 7 — Динамика среднегодовых концентраций бенз(а)пирена (q, нг/м³) и выбросов от стационарных источников (M, тонн), 2010–2018 г.г.



По левой оси – среднегодовые концентрации формальдегида (мкг/м³), по правой оси – выбросы формальдегида от стационарных источников (т).

Рисунок 8 — Динамика среднегодовых концентраций формальдегида (q, мкг/м³), величин санитарно-гигиенического норматива, ПДКс.с., мг/м³, выбросов от стационарных источников (M, тонн), 2010–2018 г.г.

1.4 Оценка уровня загрязнения в городских населенных пунктах

Составленный Росгидрометом список городов с наибольшим уровнем загрязнения в 2018 г. включает 22 города с общим числом жителей 5.1 млн. человек (таблица 2).

Таблица 2 — Города с наибольшим уровнем загрязнения атмосферы и вещества, его определяющие, в 2018 г. (по данным Росгидромета). Загрязнения атмосферного воздуха городов Сибири

Город	Население, тыс. человек	Вещества, определяющие уровень загрязнения атмосферы
Абакан	187	Бенз(а)пирен, CH ₂ O, NO ₂ , CO, взвешенные вещества
Ангарск	225	Бенз(а)пирен, NO ₂ , O ₃ , PM ₁₀ , CH ₂ O
Барнаул	632	Бенз(а)пирен, взвешенные вещества, NO ₂ , CH ₂ O, CO
Братск	226	Бенз(а)пирен, CS ₂ , CH ₂ O, взвешенные вещества, HF
Зима	31	Бенз(а)пирен, NO ₂ , CH ₂ O, HCl, CO
Иркутск	624	Бенз(а)пирен, взвешенные вещества, PM ₁₀ , O ₃ , SO ₂
Искитим	56	Бенз(а)пирен, взвешенные вещества, NO ₂ , CO, сажа
Красноярск	1100	Бенз(а)пирен, CH ₂ O, NO ₂ , NH ₃ , взвешенные вещества
Кызыл	119	Бенз(а)пирен, взвешенные вещества, сажа, CH ₂ O, NO ₂
Лесосибирск	59	Бенз(а)пирен, взвешенные вещества, CH ₂ O, NO ₂ , CO
Минусинск	68	Бенз(а)пирен, NO ₂ , CH ₂ O, взвешенные вещества, CO
Новокузнецк	549	Бенз(а)пирен, взвешенные вещества, HF, NO ₂ , CO
Норильск	182	NO ₂ , SO ₂ , NO, взвешенные вещества, бенз(а)пирен
Петровск-Забайкальский	16	Бенз(а)пирен, взвешенные вещества, SO ₂ , NO ₂ , CO
Свирск	13	Бенз(а)пирен, взвешенные вещества, NO ₂ , SO ₂ , CO
Селенгинск	14	Бенз(а)пирен, O ₃ , CH ₂ O, взвешенные вещества, PM ₁₀
Улан-Удэ	439	Бенз(а)пирен, PM _{2.5} , взвешенные вещества, PM ₁₀ , CH ₂ O
Усолье-Сибирское	76	Бенз(а)пирен, взвешенные вещества, CH ₂ O, NO ₂ , SO ₂
Черемхово	50	Бенз(а)пирен, NO ₂ , взвешенные вещества, SO ₂ , CO
Черногорск	75	Бенз(а)пирен, CH ₂ O, NO ₂ , взвешенные вещества, CO
Чита	352	Бенз(а)пирен, взвешенные вещества, CH ₂ O, NO ₂ , фенол
Шелехов	48	Бенз(а)пирен, HF, O ₃ , PM ₁₀ , взвешенные вещества

В данный список включены города с очень высоким уровнем загрязнения воздуха, для которых комплексный индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) равен или выше 14. Резкое снижение уровня загрязнения воздуха городских населенных пунктов в 2018 г. произошло в связи с изменением в 2014 г. ПДКс.с. формальдегида, несмотря на то, что существенных изменений в уровне загрязнения этих городов не наблюдается, а количество выбросов

формальдегида в атмосферу растёт.

Все города Приоритетного списка расположены в Азиатской части территории Российской Федерации, которая характеризуется особо неблагоприятными для рассеивания примесей метеорологическими условиями в виде мощных приземных инверсий, застоев воздуха и туманов, которые способствуют накоплению примесей у поверхности земли, в первую очередь бенз(а)пирена.

2018 г. по сравнению с 2017 г. в Приоритетный список не вошли 2 города: Чегдомын (Хабаровский край, Дальневосточный федеральный округ) и Магнитогорск (Челябинская область, Уральский федеральный округ), в связи со снижением уровня загрязнения воздуха. Впервые в Приоритетный список включены Искитим (Новосибирская область) и Абакан (Республика Хакасия), а также, после длительного перерыва (2005 г.), Ангарск (Иркутская область). Остальные города Приоритетного списка 2017 г. сохранились в нем и в 2018 г., в том числе г. Норильск, который характеризуется максимальными в Российской Федерации объемами выбросов диоксида серы.

В отраслевом разрезе в Приоритетный список городов Российской Федерации с наибольшим уровнем загрязнения атмосферного воздуха вошли: 7 городов – с предприятиями черной, цветной и алюминиевой промышленности, 7 городов – с предприятиями машиностроения, 9 городов – с предприятиями лесной и деревообрабатывающей промышленности, 4 города – с предприятиями угольной и горнодобывающей промышленности, 7 городов – с предприятиями химической и нефтеперерабатывающей промышленности, 3 города – с предприятиями целлюлозно-бумажной промышленности, а также 5 городов, где основными источниками выбросов являются предприятия топливно-энергетического комплекса.

Во всех городах Приоритетного списка вклад в очень высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха вносит бенз(а)пирен, в наибольших количествах поступающий в воздух в результате сжигания твердого топлива; существенный вклад в загрязнение воздуха в 9 городах вносят также взвешенные вещества, а в 5 городах – формальдегид, в 4 городах – диоксид азота, в 3 городах – приземный озон, в 3 городах – взвешенные частицы PM10.

Более подробная информация о качестве атмосферного воздуха в городских населенных пунктах Российской Федерации приведена в информационно-аналитических материалах, размещенных [на сайте Росгидромета](#).

В таблице 3 представлены данные о средних за год и средних из максимальных значений концентраций основных загрязняющих веществ и специфических примесей, таких как бенз(а)пирен и формальдегид, в городах Российской Федерации, согласно данным регулярных наблюдений Росгидромета в 2019 г.

Таблица 3 — Данные о средних за год и средних из максимальных значений концентраций основных загрязняющих веществ и специфических примесей

Примесь	Число городов	Средние концентрации, мкг/м ³	
		q _{ср}	q _м
Взвешенные вещества	229	114	821
Диоксид азота	244	30	214
Оксид азота	177	16	190
Диоксид серы	241	7	158
Оксид углерода	232	1009	6100
Бенз(а)пирен (нг/м ³)	180	1.5	6.6
Формальдегид	163	9	73

В настоящее время в 40 городах Российской Федерации, что составляет 18% городов страны, уровень загрязнения воздуха является высоким и очень высоким (см. рисунок 9).

В 65% городов уровень загрязнения остается низким. В городах с высоким и очень высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха проживает 10,6 млн. чел., что составляет 10% городского населения.

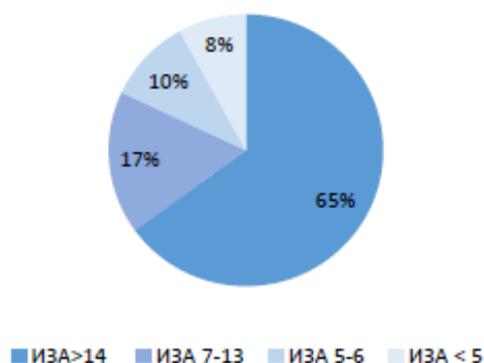


Рисунок 9 — Распределение городов по ИЗА, %

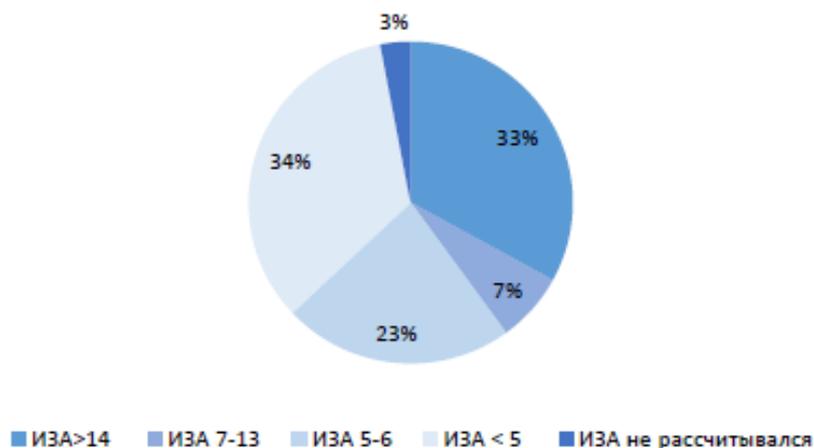


Рисунок 10 — Численность населения (%) в городах, где ИЗА ≥ 14 (1), 7–13 (2), 5–6 (3), ≤ 5 (4), ИЗА не рассчитывался из-за отсутствия наблюдений или их недостаточного количества (5)

Средняя за год концентрация бенз(а)пирена в 2019 г. превысила ПДК в 1,5 раза; концентрации остальных наблюдаемых веществ не превышают 1 ПДК (см. рисунок 11). В разрезе городов Российской Федерации средние из максимальных концентраций рассматриваемых примесей, за исключением диоксида серы и оксида азота, превысили 1 ПДК. Средние из максимальных концентраций аммиака, диоксида азота, оксида углерода, фторида водорода, формальдегида, фенола, взвешенных веществ, сероводорода и сероуглерода составили 1,0–2,0 ПДК, показатели для хлорида водорода и этилбензола превысили ПДК в 2,4–2,9 раза, для бенз(а)пирена – в 6,6 раз (см. рисунок 12).

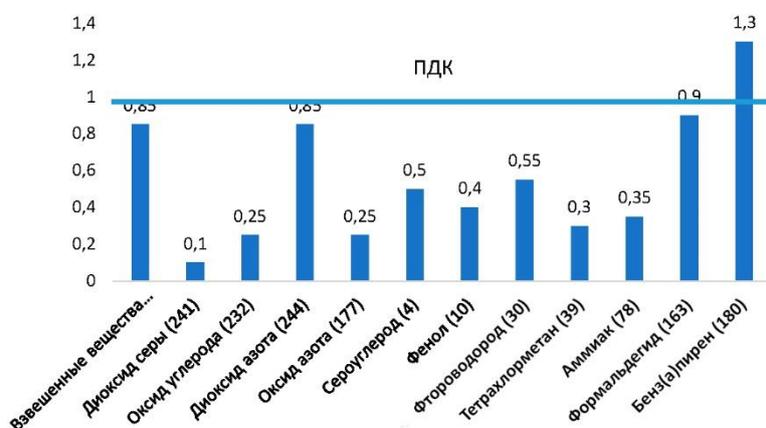


Рисунок 11 — Средние за год концентрации примесей относительно ПДК в городах Российской Федерации, ПДК

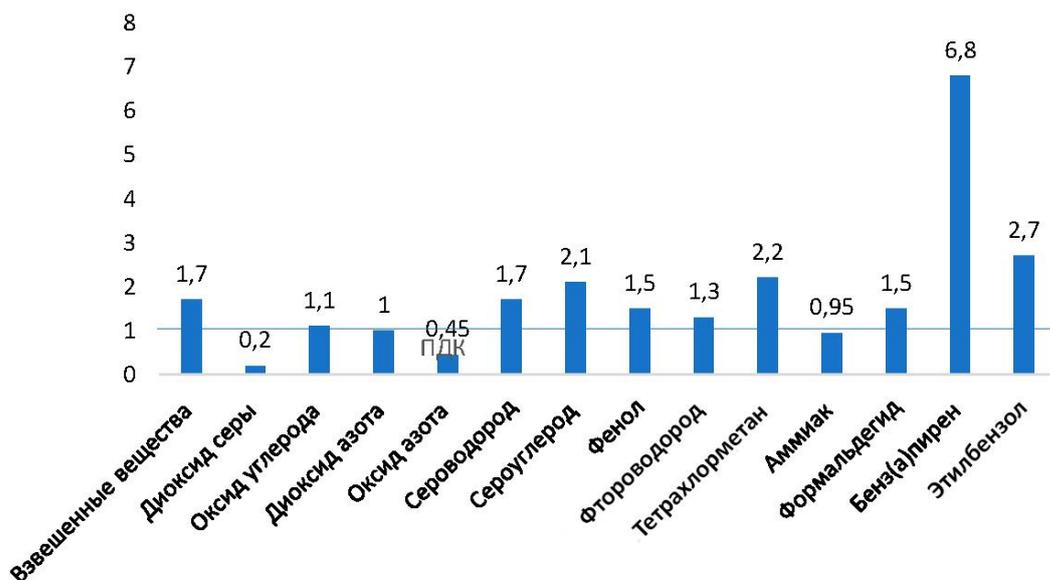


Рисунок 12 — Средние из максимальных концентраций примесей относительно ПДК в городах Российской Федерации, ПДК

В 133 городах (53% городов из числа тех, где проводятся наблюдения) с общей численностью населения 50,6 млн чел. (см. рисунок 13) в 2019 г. имело место превышение среднегодовой концентрации какого-либо вещества 1 ПДК.

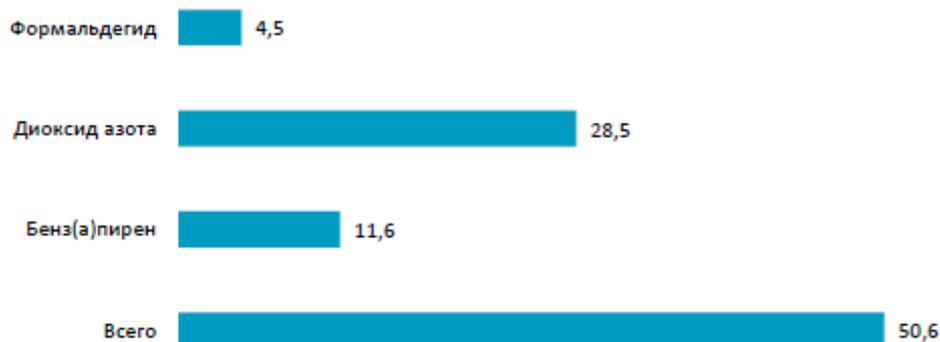


Рисунок 13 — Число жителей в городах, находящихся под воздействием средних концентраций примесей в воздухе выше 1 ПДК (млн. человек)

В 53 городах отмечено превышение ПДК по среднегодовым концентрациям взвешенных веществ, бенз(а)пирена – в 47 городах, формальдегида – в 45 городах, диоксида азота – в 44 городах. При этом в 35 городах с общим населением 10,7 млн чел. максимальные концентрации загрязняющих веществ превышают 10 ПДК (см. рисунок 14).

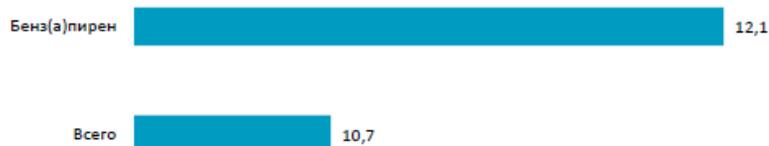


Рисунок 14 — Число жителей в городах, находящихся под воздействием средних концентраций примесей в воздухе выше 10 ПДК (всего) и 5 ПДК бенз(а)пирена в 2019 г. (млн. человек)

За исключением случаев, приведенных в таблице 2, были также зафиксированы максимальные разовые концентрации этилбензола в Екатеринбурге, сероводорода – в Уфе, хлорида водорода – в Красноярске и Томске, а также среднемесячная концентрация бенз(а)пирена в Назарово, достигающие почти 10 ПДК.

В отраслевом разрезе в Приоритетные списки городов Российской Федерации с наибольшим уровнем загрязнения атмосферного воздуха вошли города, указанные на рисунке 15, а распределение по видам загрязнителей представлено на рисунке 16.



Рисунок 15 — Распределение городов Приоритетного списка городов Российской Федерации с наибольшим уровнем загрязнений по отраслям производства



Рисунок 16 — Распределение городов Приоритетного списка городов Российской Федерации с наибольшим уровнем загрязнений по видам загрязнителей

Все города Приоритетного списка расположены в Азиатской части территории Российской Федерации, характеризующейся особо неблагоприятными для рассеивания примесей метеорологическими условиями, проявляющимися в виде мощных приземных инверсий, застоев воздуха и туманов, способствующих накоплению примесей у поверхности земли, в особенности бенз(а)пирена.

Целью исследования атмосферного воздуха г.о. Тольятти является определение состава атмосферного воздуха и выявление специфических загрязнителей. Отбираемые пробы исследовались в лаборатории и отправлялись на хромато масс-спектрометрическое исследование в г. Санкт-Петербурге. В результате проведенных анализов воздуха из специфических загрязнителей найдены: ацетон, бензол, бутилацетат, стирол и метилстиролы, метилметакрилат, бензальдегид, фенол, толуол, ксилолы, алкилбензолы с молекулярной массой 120 – 148 а.е.м., нафталин, бензойная кислота, ацетофенон, бензофенон, галогенуглеводороды: хлороформ, 1,2-дихлорэтан, трихлорэтилен, четыреххлористый углерод.

По данным доклада о состоянии окружающей среды Министерства природных ресурсов общий объем выбросов в 2018 году составил 32 327 тыс. тонн. От стационарных источников (промышленные выбросы) 17 068 тыс. тонн, от передвижных (транспорт) 15 259 тыс. тонн, из них на долю автотранспорта приходится 15 108 тыс. тонн, на долю железнодорожного транспорта - 151 тыс. тонн. С 2012 года стационарные источники сократили выбросы на 13,1%, а передвижные выросли на 18,9%.

Рост выбросов от автотранспорта – повсеместное явление. Наш город не является исключением.

В состав отработавших газов входят алканы, алкены, ароматические углеводороды. В результате частичного окисления углеводородов топлива и продуктов их термической деструкции образуется большое число кислородсодержащих соединений: спиртов, альдегидов и кетонов. Содержание кислородных соединений в выхлопе автомобилей ниже, чем углеводородов, но сами эти соединения чрезвычайно опасны для здоровья человека. Также в отработанных газах присутствуют и полиядерные ароматические углеводороды.

ПАУ образуются и при сжигании топлива в котельных. Количество образовавшихся ПАУ зависит от вида и качества топлива.

В состав выбросов промышленных предприятий входят бензол, толуол, ксилолы, алканы, алкены, органические кислоты, сложные эфиры и т.д. Из неорганических соединений – оксиды азота, диоксид серы (выброс автотранспортом его минимален, т.к. стали использовать топливо, не содержащее примесей соединений серы), оксид углерода, взвешенные вещества.

Источником плохо пахнущих загрязняющих веществ являются свалки твердых отходов, очистные сооружения бытовых стоков. Отходы и сточные воды выделяют серо- и азотсодержащие соединения, такие как меркаптаны, сероводород, аммиак, амины. На свалках в больших количествах выделяется метан. В некоторых зарубежных странах, например, в Австрии и Швейцарии строят установки для нагрева воды, работающие на метане, выделяющегося из отходов.

Выделяющиеся в атмосферу вещества затем попадают в почву и воду, разносятся ветром на большие расстояния. В атмосфере они тоже претерпевают изменения. Из алканов в результате различных реакций образуются алкилнитраты, карбонильные соединения с меньшим числом атомов углерода, чем в исходном углеводороде, метан при фотохимическом окислении переходит в оксид углерода, толуол дает порядка 27 соединений (нитротолуол, бензальдегид, моно- и дикарбонильные соединения).

1.5 Измерение уровня загрязнения воздуха, обусловленного выбросами автотранспорта

Для изучения особенностей загрязнения воздуха выбросами автотранспорта организуют специальные наблюдения, в результате которых определяют:

- максимальные значения концентраций основных примесей, выбрасываемых автотранспортом в районах автомагистралей, и периоды их наступления при различных метеоусловиях и интенсивности движения транспорта;
- границы зон и характер распределения примесей по мере удаления от автомагистралей;
- особенности распространения примесей в жилых кварталах различного типа застройки и в зеленых зонах, примыкающих к автомагистралям;
- особенности распределения транспортных потоков по магистралям города.

Наблюдения проводят во все дни рабочей недели ежечасно с 6 до 13 ч или с 14 до 21 ч, чередуя дни с утренними и вечерними сроками. В ночное время наблюдения проводятся один-два раза в неделю.

Точки наблюдения выбираются на городских улицах в районах с интенсивным движением транспорта и располагаются на различных участках улиц в местах, где часто производится торможение автомобилей и выбрасывается наибольшее количество вредных примесей. Кроме того, пункты организуются в местах скопления вредных примесей за счет слабого рассеяния (под мостами, путепроводами, в туннелях, на узких участках улиц и дорог с многоэтажными зданиями), а также в зонах пересечения двух и более улиц с интенсивным движением транспорта.

1.6 Изучение уровня загрязнения воздуха в промышленном районе

Изучение уровня загрязнения воздуха промышленного района включает наблюдения в отдельных городах и промышленных поселках этого района, вне городов и населенных пунктов, по радиальным маршрутам за пределами города и промрайона.

Одновременно с наблюдениями за уровнем загрязнения атмосферы могут проводиться наблюдения за содержанием вредных веществ в почве и растительности, химическим составом осадков, коррозией металлических поверхностей и конструкций.

При организации изучения уровня загрязнения атмосферы промрайона, необходимо выбрать опорный город в той части района, которая вносит основной вклад в загрязнение атмосферы.

Накопление вредных веществ в почве и растительности происходит главным образом за счет их поступления из атмосферы. Поэтому изучение загрязнения почвы, поврежденной растительности или накопления в ней примесей может оказать существенную помощь в оценке содержания в атмосфере вредных веществ. Места взятия образцов почвы и растительности должны находиться, по возможности, вблизи точек отбора проб воздуха.

2 МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

2.1 Хроматографические и масс-спектрометрические методы

Определение ЛОС в атмосферном воздухе принадлежит к числу наиболее трудных задач аналитической химии, что обусловлено двумя принципиально важными факторами. Во-первых, в анализируемых пробах воздуха может одновременно присутствовать до нескольких сотен органических соединений различных классов в виде паров, аэрозолей и в адсорбированном на поверхности твердых микрочастиц виде. Во-вторых, содержание ядовитых примесей чаще находится на уровне или даже ниже предела обнаружения самых чувствительных физико-химических методов, что приводит к необходимости их предварительного концентрирования [5].

Признано, что наиболее эффективным методом анализа примесей в атмосферном воздухе является газовая хроматография с высокочувствительным детектированием (например, с помощью масс-спектрометра) и предварительным концентрированием ЛОС. Современные газохроматографические системы способны разделять и покомпонентно определять смеси, содержащие сотни органических веществ на уровне 10^{-7} – 10^{-4} % и ниже, поэтому масс-спектрометрия в сочетании с газовой хроматографией является одним из наиболее эффективных и информативных методов анализа следов ЛОС в атмосферном воздухе крупных городов. Гибридный метод, сочетающий газовую хроматографию с масс-спектрометрией называется хроматомасс-спектрометрией (ГХ-МС).

Сущность метода состоит в разделении ЛОС пробы, находящихся в потоке газ-носителя, на неподвижной жидкой фазе капиллярной газохроматографической колонки и регистрации их с помощью масс-спектрометра. Для увеличения чувствительности метода примеси ЛОС сначала концентрируют, прокачивая определенный объем исследуемого воздуха через слой твердого сорбента, заключенный в сорбционную трубку. Затем трубку с адсорбентом доставляют в лабораторию и устанавливают в термодесорбер, где в потоке инертного газа (гелий) при повышенной температуре анализируемые вещества десорбируются и попадают в охлаждаемую ловушку – происходит так называемая криофокусировка. Далее смесь веществ переводится в капиллярную хроматографическую колонку и в потоке гелия разделяется на отдельные компоненты, после чего каждый из них (или их суммы при неполном разделении) детектируются масс-спектрометром.

Таким образом, хроматомасс-спектрометр содержит следующие основные блоки: термодесорбер, ловушку для криофокусировки, газовый хроматограф и масс-спектрометр (рисунок 17). Работой всех блоков и сбором информации управляет компьютер. Важно

отметить, что детектор в таком приборе не только фиксирует пики на хроматограмме, но и регистрирует масс-спектры каждого из веществ, выходящих из колонки.

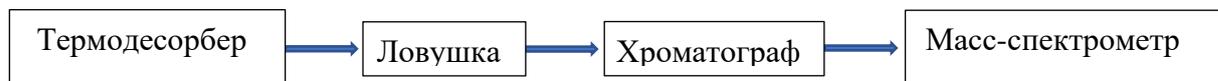


Рисунок 17 — Блок-схема хроматомасс-спектрометра с термодесорбером (стрелками показано направление движения компонентов анализируемой пробы)

Автоматическое сравнение полученных масс-спектров с доступными базами данных (например, базой NIST) или же, в отдельных сложных случаях, их «ручная» расшифровка позволяет идентифицировать ЛОС, входящие в состав пробы. Низкий предел обнаружения современных рутинных масс-спектрометров позволяет регистрировать спектры веществ массой до 10 фг в пробах воздуха. На рисунках 18, 19 приведены хроматограмма и один из масс-спектров, полученные при анализе атмосферного воздуха в г. Тольятти.

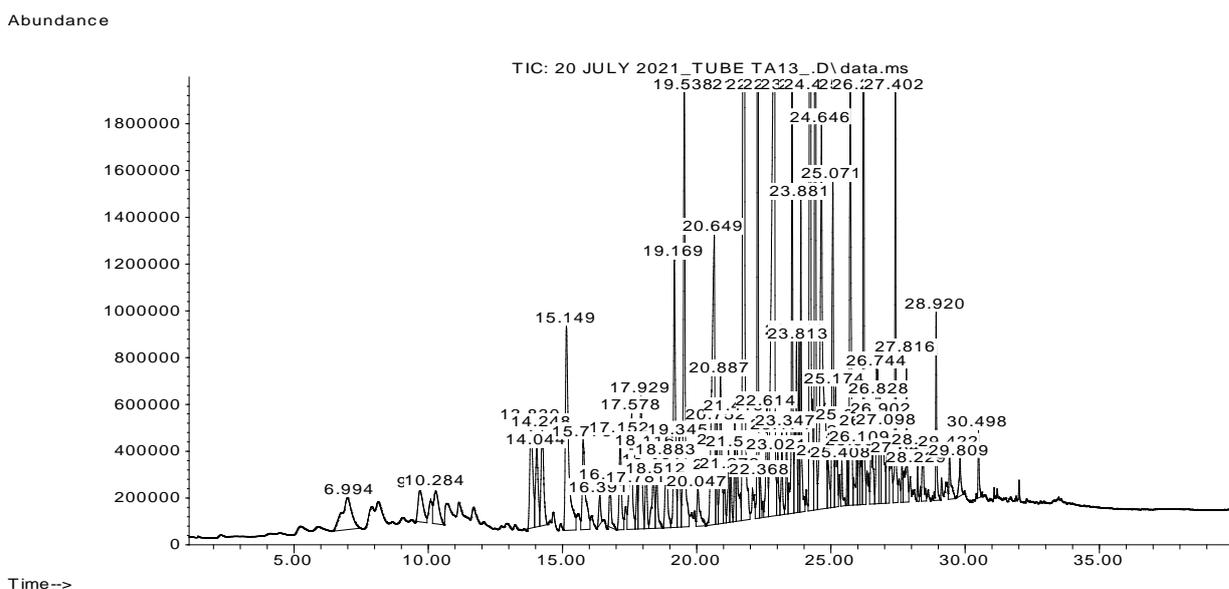


Рисунок 18 — Хроматограмма ЛОС, содержащихся в атмосферном воздухе г. Тольятти

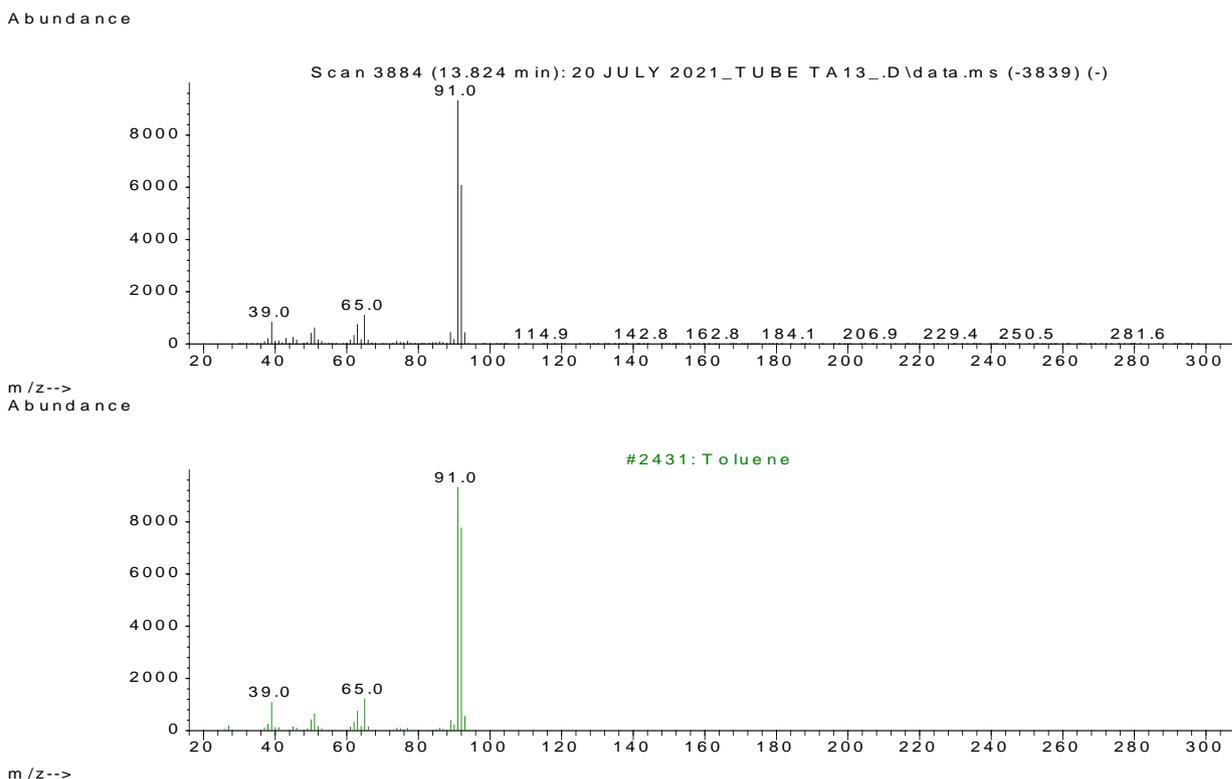


Рисунок 19 — Масс-спектры толуола (сверху – зарегистрированный спектр, снизу – спектр из базы данных NIST)

Во избежание ошибок в идентификации ЛОС важно соотносить полученные масс-спектрометрические данные (особенно при автоматическом сличении) с параметрами хроматографического удерживания – индексами удерживания (RI) или, хотя бы, порядком хроматографического элюирования компонентов смеси. На опасную тенденцию увеличения числа публикаций, в которых представлены неприемлемые результаты хроматомасс-спектрометрической идентификации компонентов сложных смесей обращает внимание И. Г. Зенкевич в работах [6]-[8]. Так, известны многочисленные ошибки в идентификации толуола **1**, когда из-за сходства масс-спектров его опознают в различных смесях как спиро[2.4]гепта-4,6-диен **2** (рисунок 20) [8].

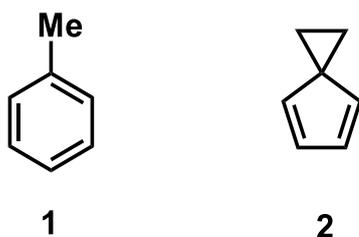


Рисунок 20 — Структуры углеводородов C_7H_8 : толуола **1** и спиро[2.4]гепта-4,6-диена **2**

2.2 Порядок выполнения работ и методика идентификации летучих органических соединений в атмосферном воздухе г. Тольятти

Хроматомасс-спектрометрическое исследование атмосферного воздуха г. Тольятти выполнялось совместно с ФГУП «Научно-исследовательский институт гигиены, профпатологии и экологии человека» (НИИ ГПЭЧ, г. Санкт-Петербург). Научный руководитель темы от НИИ ГПЭЧ – д.-р. хим. наук, зав. лабораторией № 62 (Аналитической токсикологии) Савельева Е. И. Научные консультации в части достоверности полученных результатов проводил д.-р. хим. наук, профессор кафедры органической химии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет» Зенкевич И. Г. Работы выполнялись в течение года – с октября 2019 г. по сентябрь 2020 г.

Предварительно с НИИ ГПЭЧ были согласованы условия отбора проб на определение ЛОС. С учетом специфики загрязнителей воздуха городов были выбраны сорбенты для их улавливания, скорость и продолжительность аспирации, а также определены погодные ограничения отбора (прежде всего, влажность). Всего было отобрано 65 проб атмосферного воздуха для дальнейшего анализа в НИИ ГПЭЧ (см. приложение Д).

Маркированные трубки с сорбентами Tenax TA и комбинированным сорбентом Tenax TA/Carboxene1000/Carbosieve S111 передавались НИИ ГПЭЧ в НИЛ-13 им. С. П. Коршунова «Органический синтез и анализ» ТГУ. Время и место отбора проб согласовывались с главным специалистом управления природопользования и охраны окружающей среды департамента городского хозяйства администрации городского округа Тольятти, причем выполнялись как плановые, так и срочные отборы проб ЛОС. Отбор проводился и документировался в виде актов отбора проб инженерами НИЛ-13, после чего трубки высылались обратно в НИИ ГПЭЧ, где проводился анализ. Доставка чистых трубок и возврат их с отобранными пробами осуществлялись посредством экспресс-авиапочты. Продолжительность хранения адсорбционных трубок с пробами до выполнения анализа не превышала 20 суток.

При выполнении экспериментальных работ и обработке результатов учитывались положения ГОСТ 16017-1-2007 «Воздух атмосферный, рабочей зоны и замкнутых помещений. Отбор проб летучих органических соединений при помощи сорбционной трубки с последующей термодесорбцией и газохроматографическим анализом на капиллярных колонках. Часть 1. Отбор методом прокачки (с Поправкой)».

Полученные в НИИ ГПЭЧ данные представлены в виде Отчета о научно-исследовательской работе [9].

Таким образом, НАЦ ТГУ совместно с НИИ ГПЭЧ удалось зафиксировать наличие в атмосферном воздухе г. Тольятти ЛОС техногенного характера, образующихся при

выбросах выхлопных газов автотранспорта (углеводороды и продукты их неполного окисления), выделяемых при гниении на свалках (карбоновые кислоты), а также при выбросах промышленных предприятий.

Обращает на себя внимание наличие среди идентифицированных компонентов заметного числа (по количеству объектов) альдегидов (как алифатических, так и бензальдегида) и карбоновых кислот, включая непредельную метакриловую кислоту. Такие компоненты начали обнаруживать в составе органических примесей воздуха сравнительно недавно, что обусловлено повышением инертности как сорбентов для отбора проб воздуха, так и самих хроматографических систем (капиллярных колонок). Характеристики масс-спектров представлены в таблицах 4-11

Таблица 4 — Характеристики масс-спектров **алканов и изоалканов**, идентифицированных в атмосферном воздухе г. Тольятти

Соединение	Структурная формула	Mr	Масс-спектр	
			Молекулярный и осколочные ионы (m/z)	Q
Гептан		100.21	100 $[M]^+$, 71, 43	86
4-Метилоктан		128.26	128 $[M]^+$, 85, 65, 43	78
Нонан		128.6	128 $[M]^+$, 108, 85, 43	96

Таблица 5 — Характеристики масс-спектров **алкенов**, идентифицированных в атмосферном воздухе г. Тольятти

Соединение	Структурная формула	Mr	Масс-спектр	
			Молекулярный и осколочные ионы (m/z)	Q
Гепт-1-ен		98.19	98 $[M]^+$, 83, 70, 56, 41, 31	91
Окт-1-ен		112.22	112 $[M]^+$, 83, 55, 29	94
Нон-1-ен		126.24	126 $[M]^+$, 97, 69, 56, 43, 29	96

Таблица 6 — Характеристики масс-спектров **ароматических углеводородов**, идентифицированных в атмосферном воздухе г. Тольятти

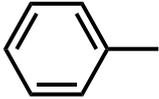
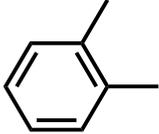
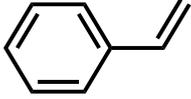
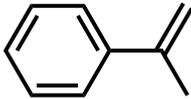
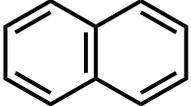
Соединение	Структурная формула	Mr	Масс-спектр	
			Молекулярный и осколочные ионы (<i>m/z</i>)	<i>Q</i>
Толуол		92.14	91 [<i>M</i> -1] ⁺ , 65, 39	94
<i>o</i> -Ксилол		106.17	105 [<i>M</i> -1] ⁺ , 91, 70, 38	97
Стирол		104.15	104 [<i>M</i>] ⁺ , 97, 89, 78, 63, 51, 39, 27	98
α -Метилстирол (проп-1-ен-2-илбензол)		118.18	118 [<i>M</i>] ⁺ , 103, 91, 78, 63, 51, 39	98
Нафталин		128.17	128 [<i>M</i>] ⁺ , 112, 102, 93, 83, 73, 60, 51, 41	97
Метилнафталин		142.20	142 [<i>M</i>] ⁺ , 126, 115, 115, 97, 81, 63, 44	86–88

Таблица 7 — Характеристики масс-спектров **спиртов, фенолов и ацеталей**, идентифицированных в атмосферном воздухе г. Тольятти

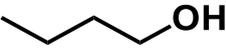
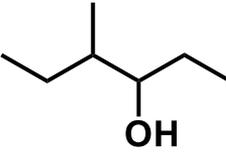
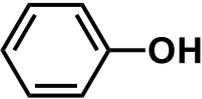
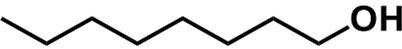
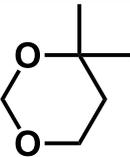
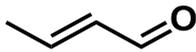
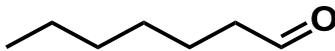
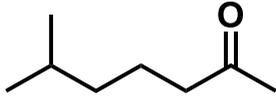
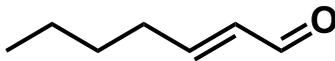
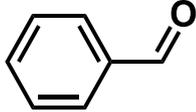
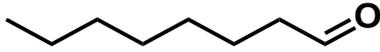
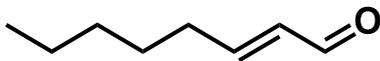
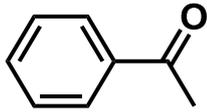
Соединение	Структурная формула	Mr	Масс-спектр	
			Молекулярный и осколочные ионы (<i>m/z</i>)	<i>Q</i>
Бутан-1-ол		74.12	56, 41, 31	80
4-Этилгексан-3-ол		116.20	101, 71, 59, 51, 43, 31	72
Фенол		94.11	94 [M] ⁺ , 74, 66, 55, 47, 39	98
Октан-1-ол		130.23	108, 95, 84, 77, 69, 56, 41, 29	91
4,4-Диметил-1,3-диоксан		116.16	101, 71, 43	94

Таблица 8 — Характеристики масс-спектров **карбонилсодержащих соединений**, идентифицированных в атмосферном воздухе г. Тольятти

Соединение	Структурная формула	Mr	Масс-спектр	
			Молекулярный и осколочные ионы (m/z)	Q
Кроtonовый альдегид (метакролеин)		70.09	70 $[M]^+$, 41	94
Гептаналь		114.19	114 $[M]^+$, 96, 81, 70, 57, 43, 29	88
6-Метилгептан-2-он		128.22	128 $[M]^+$, 110, 95, 85, 71, 58, 43	90
Гепт-2-еналь		112.17	112 $[M]^+$, 97, 83, 70, 55, 41	86
Бензальдегид		106.12	106 $[M]^+$, 89, 77, 63, 51, 39	95
Октаналь		128.22	110, 100, 85, 69, 57, 43, 29	90
Окт-2-еналь		126.20	124, 111, 87, 83, 70, 55, 41	84
Ацетофенон (метилфенилкетон)		120.15	120 $[M]^+$, 105, 91, 77, 63, 51, 43	94

Продолжение таблицы 8

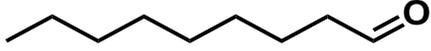
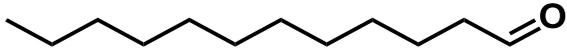
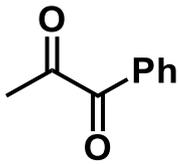
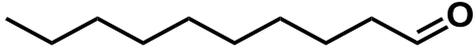
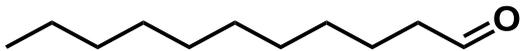
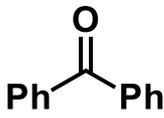
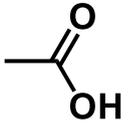
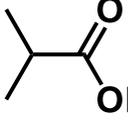
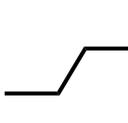
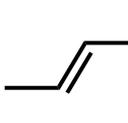
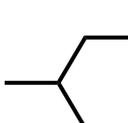
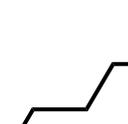
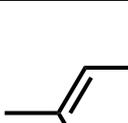
Соединение	Структурная формула	Mr	Масс-спектр	
			Молекулярный и осколочные ионы (m/z)	Q
Нонаналь		142.24	142 $[M]^+$, 124, 114, 98, 82, 70, 57, 41, 29	95
Додеканаль		184.32	182 $[M]^+$, 165, 138, 125, 111, 97, 83, 70, 57, 43, 29	91
1-Фенилпропан-1,2-дион		148.16	147 $[M-1]^+$, 130, 105, 77, 61, 51, 38	91
Деканаль		156.27	155 $[M-1]^+$, 138, 128, 112, 96, 82, 70, 57, 43, 29	91
Ундеканаль		170.3	152, 126, 105, 82, 57, 43, 29	90
Бензофенон		182.22	182 $[M]^+$, 152, 139, 126, 105, 89, 77, 63, 51, 39	91

Таблица 9 — Характеристики масс-спектров **карбоновых кислот**, идентифицированных в атмосферном воздухе г. Тольятти

Соединение	Структурная формула	Mr	Масс-спектр	
			Молекулярный и осколочные ионы (m/z)	Q
Уксусная кислота		60.05	60 $[M]^+$, 43, 31	78
Изомаляная (2-метилпропионовая) кислота		88.11	148, 115, 95, 73, 43	72
Масляная (бутановая) кислота		88.11	91, 60, 39	87
Кротоновая кислота		86.09	86 $[M]^+$, 65, 41	77
Изовалериановая (изопентановая) кислота		102.13	133, 87, 71, 60, 43, 31	90
Валериановая (пентановая) кислота		102.13	87 $[M]^+$, 73, 60, 51, 41, 29	83
3-Метилпентеновая кислота		100.12	100 $[M]^+$, 82, 67, 55, 39, 29	79
Капроновая (гексановая) кислота		116.16	87, 73, 60, 53, 41, 29	90

Продолжение таблицы 9

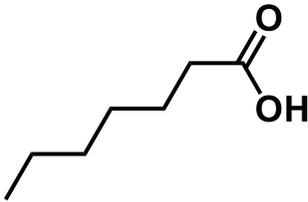
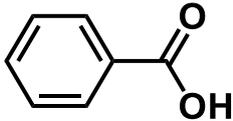
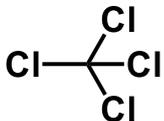
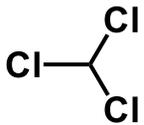
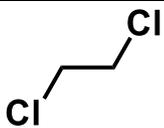
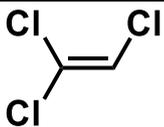
Соединение	Структурная формула	Mr	Масс-спектр	
			Молекулярный и осколочные ионы (m/z)	Q
Энантовая (гептановая) кислота		130.19	101, 87, 73, 60, 43, 29	90
Бензойная кислота		122.12	122 $[M]^+$, 105, 95, 86, 77, 67, 55, 43, 32	95

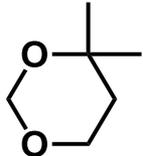
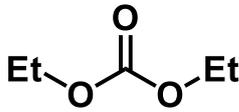
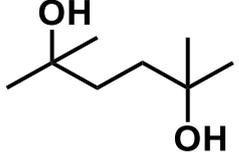
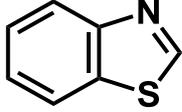
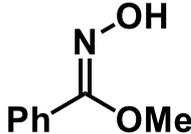
Таблица 10 — Характеристики масс-спектров хлорсодержащих органических соединений, идентифицированных в атмосферном воздухе г. Тольятти

Соединение	Структурная формула	Mr	Масс-спектр	
			Молекулярный и осколочные ионы (m/z)	Q
Четыреххлористый углерод		153.81	117, 95, 67, 41	78
Трихлорметан (хлороформ)		119.37	83, 71, 57, 47, 35	95
1,2-Дихлорэтан		98.95	98 $[M]^+$, 85, 71, 62, 49, 42, 35	95
Трихлорэтилен		131.38	130 $[M - 1]^+$, 111, 95, 84, 69, 60, 41	87

Можно, правда, заметить, что время жизни альдегидов в атмосферном воздухе в условиях высокого содержания триплетного кислорода и на фоне солнечного УФ-излучения невелико, так что более вероятным представляется образование альдегидов из компонентов атмосферных аэрозолей в процессе анализа.

Наиболее «необычные» компоненты органической составляющей атмосферного воздуха г. Тольятти перечислены в таблице 11.

Таблица 11 — Необычные компоненты органических примесей городского воздуха г. Тольятти, обнаруженные более чем однократно

Соединение	Молекулярная масса	Структурная формула
4,4-Диметил-1,3-диоксан	116	
Диэтилкарбонат	118	
2,5-Диметил-2,5-гександиол	146	
Бензотиазол	135	
Фенол	94	PhOH
Метоксифенилоксим	151	
Бензамид	121	PhC(O)NH₂
Бензонитрил	103	Ph—C≡N
Фенилацетилен	102	Ph—C≡CH

Некоторые из них вполне можно отнести к техногенным соединениям, например, 2,5-диметил-2,5-гександиол (компонент пластификаторов), 4,4-диметил-1,3-диоксан (полупродукт в производстве изопрена) или фенол (многообразные применения в промышленности). Однако, впервые выявлено несколько компонентов, происхождение которых пока трудно установить, в том числе диэтилкарбонат (нестабилен к гидролизу), метоксифенилоксим (тоже) и, кроме того, фенилацетилен. Все они ранее не были обнаружены в составе примесей городского воздуха.

Для проверки возможных альтернативных результатов идентификации компонента, опознанного как метоксифенилоксим, по его масс-спектру был проведен библиотечный поиск с отбрасыванием первого ответа, принадлежащего самому этому компоненту. В результате выявлено, что похожими масс-спектрами с факторами совпадения (Q) на уровне 0.66 – 0.74 обладают различные алкиловые и алкениловые эфиры 4-этилбензойной кислоты, представляющие собой гораздо менее «экзотические», нежели метоксифенилоксим, соединения. Дальнейшее уточнение структуры алкильного фрагмента молекул таких эфиров требует детального рассмотрения значений газохроматографических индексов удерживания.

Подобную проверку результатов хроматомасс-спектрометрической идентификации можно рекомендовать для некоторых наиболее «дискуссионных» компонентов атмосферного воздуха. Однако для решения такой задачи необходимо формирование хотя бы предварительного массива справочных данных (даже ограниченного объема) по индексам удерживания атмосферных примесей на ранее не охарактеризованной нестандартной неподвижной фазе DB-624.

В нескольких случаях проблемные компоненты, положение пиков которых в списках идентифицированных соединений не соответствует порядку их хроматографического элюирования, переименованы в «неидентифицированные». Информации для уточнения их структуры недостаточно.

Более подробно сведения о методах идентификации летучих органических соединений и количественном определении некоторых загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, о применяемых средствах измерения, испытательном, вспомогательном оборудовании, химических реактивах и стандартных образцах указаны в приложении А.

Некоторые рекомендации по программе дальнейшего изучения состава органических примесей атмосферного воздуха г. Тольятти:

– Если идентификация отдельных компонентов примесей воздуха является приоритетной задачей, то для упрощения ее решения и повышения надежности результатов целесообразно оптимизировать температурные режимы разделения. В частности, по общему виду хроматограмм всех образцов (рисунки приведены в исходных массивах данных) можно сделать следующие предложения. Представляется рациональным некоторое увеличение начальной температуры газохроматографического разделения и уменьшение скорости ее программирования, что сделает времена удерживания компонентов более воспроизводимыми и, следовательно, более информативными. При описании условий экспериментов, безусловно, следует указывать информацию о темпе-

ратурных режимах газохроматографического разделения и, по возможности, обеспечить их воспроизведение при анализе различных образцов.

– Если изучение состава органических микропримесей атмосферного воздуха г.о. Тольятти планируется продолжать, то целесообразно рассмотреть вопрос о формировании рабочего массива справочных данных по газохроматографическим индексам удерживания таких микропримесей на используемой в работе нестандартной неподвижной фазе DB-624. В настоящее время в литературе таких справочных данных нет.

– Целесообразно провести дополнительную проверку результатов хромато-масс-спектрометрической идентификации наиболее «экзотических» компонентов атмосферного воздуха г.о. Тольятти, включающую как выявление соединений со сходными масс-спектрами, так и оценку их индексов удерживания с использованием нескольких известных в настоящее время методов. В ходе последующих анализов органических примесей городского воздуха следует обращать особое внимание на такие компоненты для возможного выявления их потенциальных источников.

3 ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Исследования атмосферного воздуха с целью выявления и идентификации специфических загрязнителей в атмосферном воздухе с использованием методов термодесорбционной хроматомасс-спектрометрии

Метод хроматомасс-спектрометрии в сочетании с предварительным концентрированием веществ-загрязнителей из воздуха и последующей термодесорбцией, позволил обнаружить следующие соединения, выделяющиеся при работе промышленных предприятий: циклические кислород- и азотсодержащие соединения, α -метилстирол, стирол (таблицы 12–13). Кроме того, во всех исследуемых пробах присутствуют компоненты выхлопных газов автотранспорта, что подтверждается наличием в пробах бензальдегида, бензойной кислоты, ацетофенона и ряда других кислородсодержащих соединений [10]. Более подробно ознакомиться с результатами исследований можно перейдя по QR-коду (приложение Б).

Во время выполнения работ в рамках договора с ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России, г. Санкт-Петербург были отобраны пробы атмосферного воздуха для определения качественного состава. Согласно полученным результатам во всех были зафиксированы бензол, толуол, ксилолы, фенол, бензальдегид, ацетофенон и бензойная кислота. Согласно справочным данным [10], в городах, как правило, источником данных веществ являются продукты горения топлива дизельных и бензиновых двигателей. Однако, ввиду отсутствия информации об использовании или получении данных веществ на предприятиях города, нельзя однозначно определить основной источник данных загрязнений, так как, например, ряд веществ может быть отнесен как к продуктам сгорания топлива дизельных и бензиновых двигателей, так и к промышленным источникам.



Рисунок 21 — Хроматограмма пробы воздуха, отобранной на трубку ТА2 (ул. 50 лет Октября, 48), с пиками, обладающими большим откликом детектора и идентифицированные как *транс*-дец-3-ен (6.728 мин), бутилацетат (7.651 мин), *о*-ксилол (10.628 мин), стирол (12.671 мин), бензальдегид (18.862 мин), ацетофенон (20.824 мин)

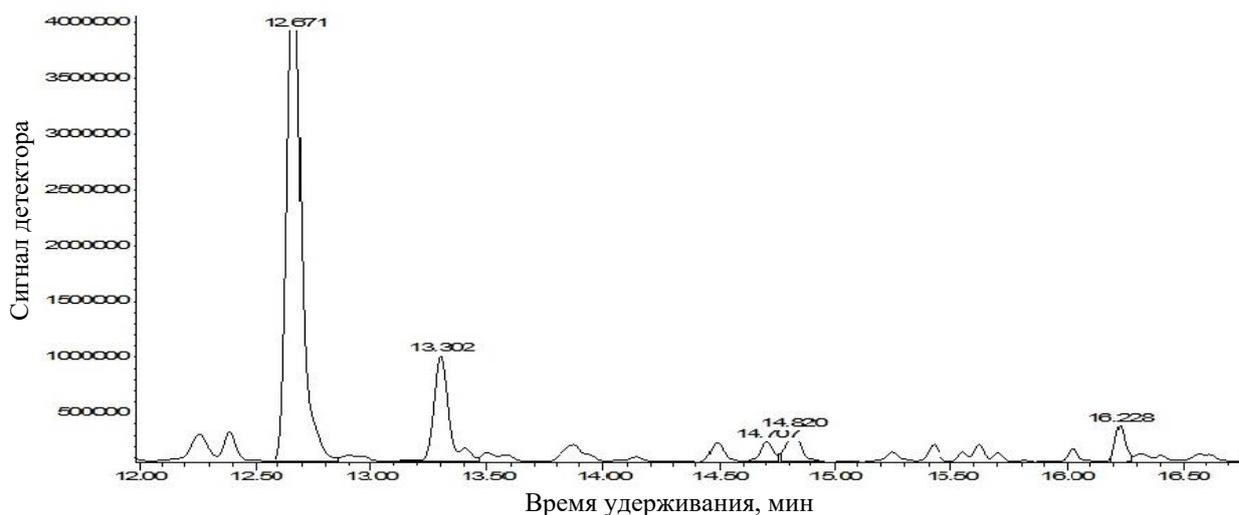


Рисунок 22 — Фрагмент хроматограммы пробы воздуха, отобранной на трубку ТА2 (ул. 50 лет Октября, 48), с пиками, идентифицированными как стирол (12.671 мин), α -метилстирол (14.707 мин)

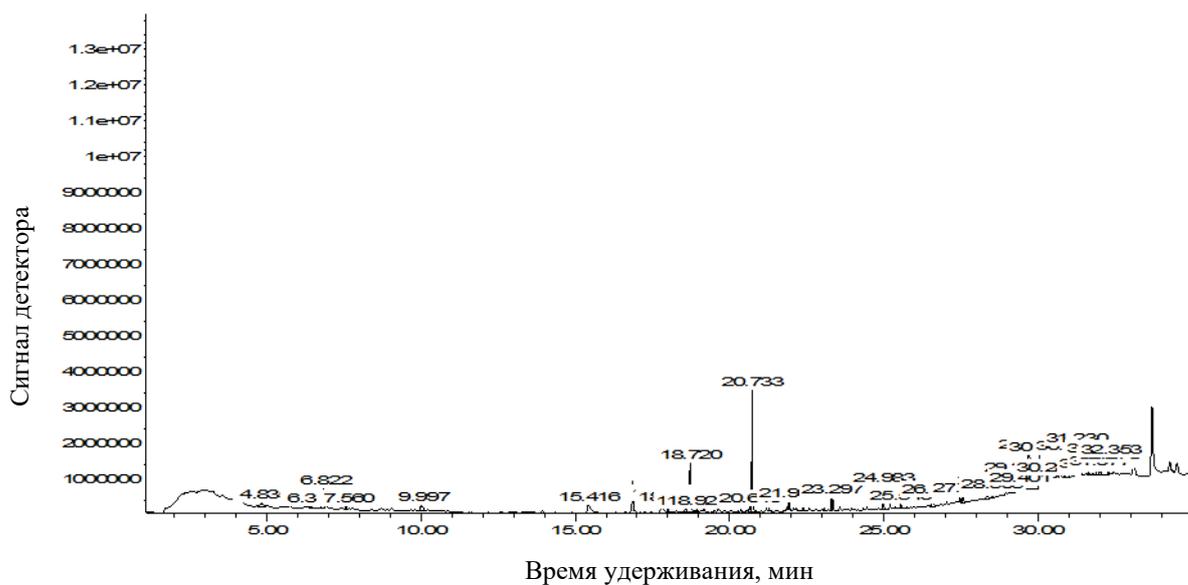


Рисунок 23 — Хроматограмма пробы, отобранной по адресу ул. Льва Яшина, 8, с пиками, обладающими большим откликом детектора и идентифицированные как бензальдегид (18.720 мин) и ацетофенон (20.733 мин)



Рисунок 24 — Хроматограмма пробы, отобранной по адресу ул. Льва Толстого, 12 с пиками, обладающими большим откликом детектора и идентифицированные как бензальдегид (18.892 мин) и ацетофенон (20.853 мин)

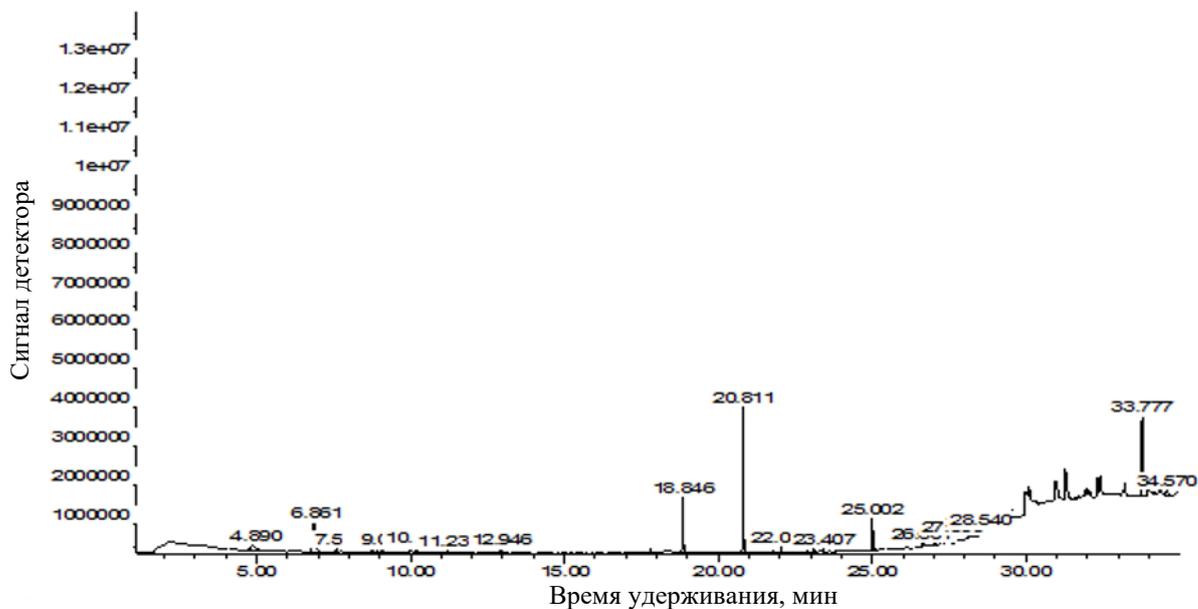


Рисунок 25 — Хроматограмма пробы, отобранной по адресу ул. Новозаводская, д. 41 с пиками, обладающими большим откликом детектора и идентифицированные как бензальдегид (18.846 мин), ацетофенон (20.811 мин)

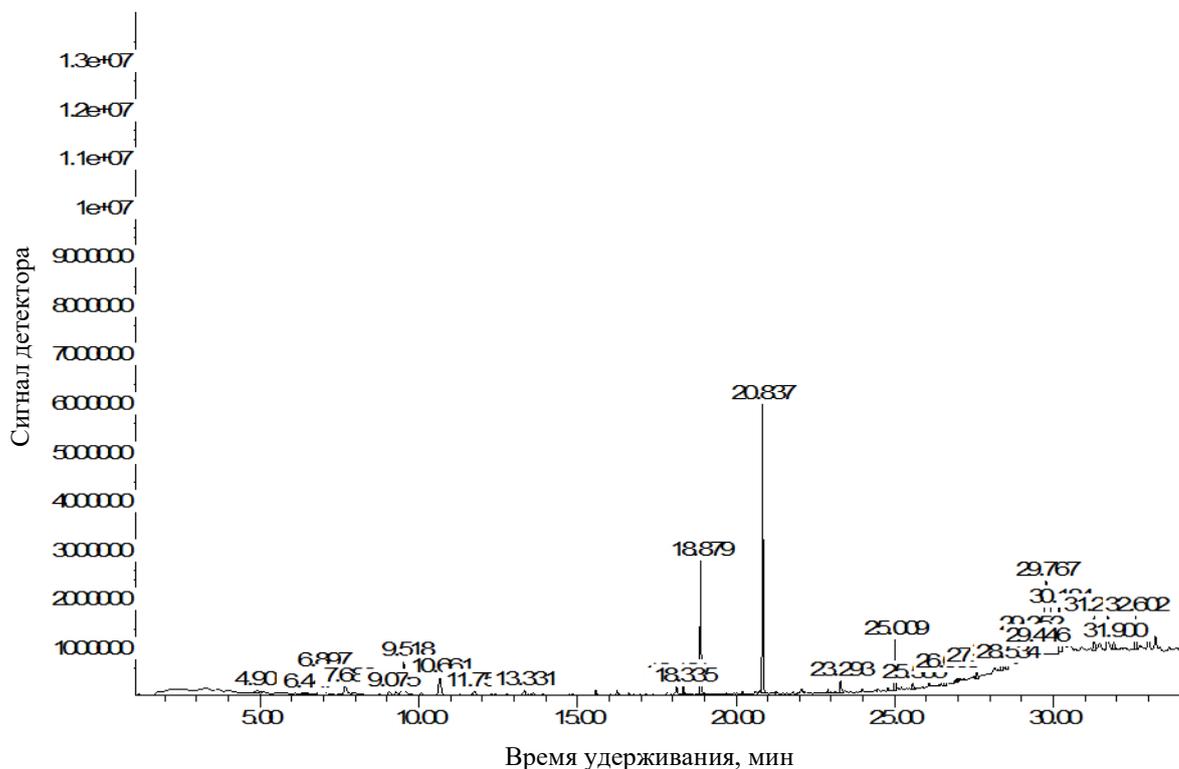


Рисунок 26 — Хроматограмма пробы, отобранной по адресу ул. Мира, д. 123 с пиками, обладающими большим откликом детектора и идентифицированные как бензальдегид (18.879 мин) и ацетофенон (20.837 мин)

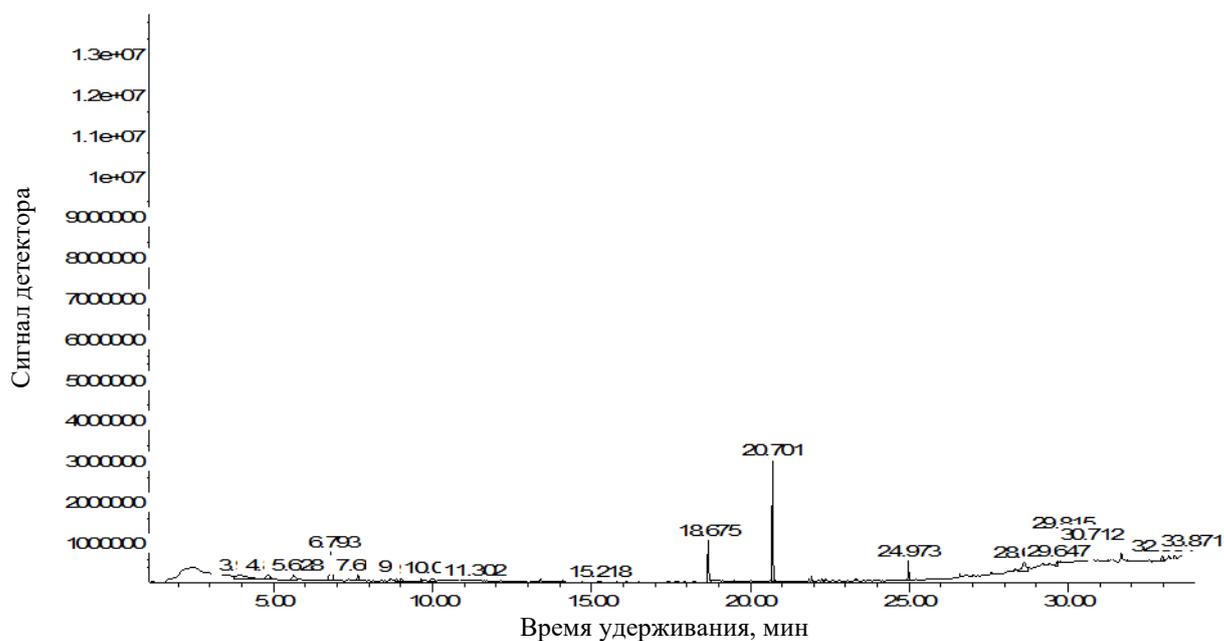


Рисунок 27 — Хроматограмма пробы, отобранной по адресу ул. Куйбышева 30 с пиками, обладающими большим откликом детектора и идентифицированные как бензальдегид (18.675 мин) и ацетофенон (20.701 мин)

За исследуемый климатический период в дополнение к веществам, указанным ранее, в различные периоды времени были зафиксированы: бутановая и пентановая кислоты, бензофенон, углеводороды C5 – C19, карбоновые кислоты C6 - C16, спирты и альдегиды, ацетон, бутилацетат, салициловый альдегид, фенилуксусная кислота, фталевый ангидрид, бензамид, стирол и метилстиролы, метилметакрилат, алкилбензолы с молекулярной массой 120 – 148 а.е.м., нафталин, бензофенон, галогенуглеводороды: хлороформ, 1,2-дихлорэтан, трихлорэтилен, четыреххлористый углерод стирол, бутилацетат, а также в следовых (очень малых) количествах пентаналь, изооктан (2,2,4-триметилпентан), гексаналь, циклогесанол, циклогесанон, кумол, 1,2,3-триметилбензол и α -метилстирол. На хроматограммах, представленных в качестве примера (рисунок 21-27), величинами времен удерживания (мин) отмечены пики, дающие наибольший отклик масс-детектора.

Масс-спектрометрическая идентификация обнаруженных компонентов атмосферного воздуха не требует специальных комментариев. Важной составляющей хроматомасс-спектрометрической идентификации является использование хроматографических индексов удерживания – инвариантов удерживания, вычисляемых по временам удерживания характеризуемого аналита и ближайших к нему реперных *n*-алканов. Различия в известных системах индексов удерживания подробно рассмотрены в литературе и их обсуждение не является задачей настоящего отчета. Здесь следует лишь отметить, что

наиболее универсальной, точной и применимой при использовании любых наборов реперных *n*-алканов (в том числе – с «пропусками» отдельных гомологов) оказывается система так называемых линейно-логарифмических индексов удерживания [14], [16]. В этой системе для вычисления значений **RI** необходимы времена удерживания трех реперных компонентов. Однако, в настоящее время для обработки данных в режимах программирования температуры наиболее «популярна» система линейных индексов, что прежде всего обусловлено простотой вычислений:

$$\mathbf{RI}_x = \mathbf{RI}_{R1} + (\mathbf{RI}_{R2} - \mathbf{RI}_{R1}) \times (t_{R,x} - t_{R,R1}) / (t_{R,R2} - t_{R,R1}) \quad (1)$$

где \mathbf{RI}_x – индекс удерживания характеризуемого соединения, \mathbf{RI}_{R1} и \mathbf{RI}_{R2} – постулированные значения индексов удерживания ближайших к характеризуемому компоненту (элюируемых до и после него) реперных *n*-алканов, равные $\mathbf{RI}_n = 100n_C$, где n_C – число атомов углерода в молекуле, $t_{R,x}$, $t_{R,R1}$ и $t_{R,R2}$ – времена удерживания характеризуемого компонента и реперных *n*-алканов.

Если использовать режимы программирования температуры близкие к оптимальным (с не слишком малыми или не слишком большими скоростями нагрева в единицу времени), то значения линейных индексов удерживания существенно не отличаются от линейно-логарифмических, а их малыми различиями в практической работе вполне можно пренебречь. Важно отметить, что вычисление линейных индексов возможно даже с использованием микрокалькуляторов, тогда как для линейно-логарифмических желательнее применение либо простейших программ (например, QBasic), либо программирования в ПО Excel.

Использование индексов удерживания в практической работе можно проиллюстрировать на примере таблицы соединений, идентифицированных в пробе Т-14, представленной в таблице 12. В ней приведены времена удерживания компонентов, значения факторов совпадения масс-спектров (\mathcal{Q}), результаты масс-спектрометрической идентификации и значения двух типов **RI**: линейно-логарифмических и линейных.

Таблица 12 — Результаты идентификации компонентов пробы воздуха, отобранной на трубку Т-14 (ул. Калмыцкая, 27.03.2020)

t_R , мин	Степень совпадения масс-спектров (Q)	Масс-спектрометрическая идентификация	Индексы удерживания	
			Лин-лог [13, 14]	Линейные [13, 14]
4.104	91	2-Метилбутан	–	–
6.731	87	<i>n</i> -Гексан	600 Реперный компонент	
8.656	91	Хлороформ	643	651
9.643	95	Бензол	668	677
11.138	70	1-Бутанол	708	717
13.837	95	Толуол	787	789
14.273	74	<i>n</i> -Октан	800 Реперный компонент	
14.273	74	Диметилгептан	828	830
15.985	74	Бутилацетат	853	856
16.100	64	Изононан	857	860
16.795	95	Метилоктан	879	882
17.579	94	Этилбензол	904	908
17.900	94	<i>m</i> - и <i>n</i> -Ксилолы»	914	918
18.871	97	<i>o</i> -Ксилол	946	950
19.936	93	Циклогексанон»	981	984
20.868	95	1-Метил-3-этилбензол	1012	1015
21.058	95	Триметилбензол	1018	1021
21.438	81	1-Метил-2-этилбензол	1031	1033
22.320	75	Октаналь	1060	1062
22.632	78	2-Метилдекан	1071	1072
22.763	68	3-Метилдекан	1075	1076
23.075	74	2-Этил-1-гексанол	1086	1087
23.199	87	1-Метил-3-изопропилбензол	1090	1091
23.494	74	<i>n</i> -Ундекан	1100 Реперный компонент	
23.583	76	Диметилдекан»	1104	1104

Продолжение таблицы 12

t_R , мин	Степень совпадения масс-спектров (Q)	Масс-спектрометрическая идентификация	Индексы удерживания	
			Лин-лог [13, 14]	Линейные [13]
23.698	74	Диметилдекан	1110	1111
23.845	92	1-Метил-2-изопропилбензол	1117	1118
24.278	94	Ацетофенон	1139	1141
24.485	98	Нонаналь	1150	1151
25.429	94	<i>n</i> -Додекан	1200 Реперный компонент	
26.164	62	Изотридекан	–	1242
26.364	94	Нафталин	–	1254
27.162	98	<i>n</i> -Тридекан	1300 Реперный компонент	
27.646	71	Изотетрадекан	–	1330
28.823	98	<i>n</i> -Тетрадекан	1400 Реперный компонент	
30.489	94	<i>n</i> -Пентадекан	1500 Реперный компонент	

Различия значений индексов двух систем максимальны (до 9 ед. индекса) только на начальном участке хроматограммы C_6 – C_8 . Далее же, несмотря на отсутствие в образце реперных компонентов C_9 и C_{10} , на участке C_8 – C_{11} они не превышают трех ед. индекса и, следовательно, несущественны. Главной особенностью использования индексов удерживания является наличие и доступность соответствующего информационного обеспечения. База данных NIST [16] (начиная с 2005 г. известно уже шесть ее версий, которые включают газохроматографические индексы удерживания) не содержит сведений о значениях RI для фазы DB-624, которая не относится к стандартным (более полярна). Однако даже в таких условиях возможно применение простейшего способа контроля правильности идентификации: экспериментальные значения RI не должны превышать справочные значения не только на стандартных неподвижных фазах, но и на фазах, классифицируемых как “*semi-standard*” [16]. Этот критерий справедлив для всех органических соединений за исключением алканов, индексы удерживания которых практически не зависят от природы

неподвижной фазы. Для иллюстрации корректности этого критерия в таблице 13 отдельно рассмотрим некоторые неалкановые компоненты, перечисленные в таблице 12.

Таблица 13 — Сравнение экспериментальных и справочных значений RI неалкановых компонентов пробы воздуха, отобранной на трубку Т-14 (ул. Калмыцкая, 27.03.2020)

Компонент	Индексы удерживания	
	Экспериментальные значения (фаза DB-624)	Справочные величины [16] для “ <i>semi-standard</i> ” фаз
Хлороформ	643	615 ± 6
Бензол	668	654 ± 11
1-Бутанол	708	659 ± 8
Толуол	787	763 ± 8
Бутилацетат	856	812 ± 4
о-Ксилол	950	887 ± 8
Циклогексанон	984	894 ± 4
Октаналь	1062	1003 ± 2
2-Этил-1-гексанол	1086	1030 ± 3
Ацетофенон	1141	1065 ± 4
Нонаналь	1151	1104 ± 2
Нафталин	1254	1182 ± 8

Как следует из приведенных данных, использованный критерий во всех случаях подтверждает правильность идентификации компонентов. Аналогичное сравнение выборочно было проведено для компонентов других образцов.

Как можно заключить из приведенных выше комментариев к идентификации, уточнение результатов с использованием значений индексов удерживания в большинстве своем относится преимущественно к изомерным углеводородам (особенно изоалканам). Масс-спектры именно изоалканов чаще всего характеризуются отсутствием сигналов молекулярных ионов и, вследствие этого, могут стать трудно различимыми. Однако такие уточнения не следует считать принципиальными, так как изоалканы не относятся к наиболее токсичным примесям городского воздуха. Все неалкановые компоненты органической составляющей примесей атмосферного воздуха крупных городов обладают существенно более специфичными и информативными масс-спектрами, ошибки идентификации на основании которых, как правило, менее вероятны.

Для иллюстрации сходства масс-спектров сильно разветвленных изоалканов небезынтересно сравнить масс-спектры двух изомерных углеводородов $C_{12}H_{26}$ – 2,2,4,6,6-пентаметилгептана (рисунок 28, а) и 2,2,7,7-тетраметилоктана (рисунок 28, б).

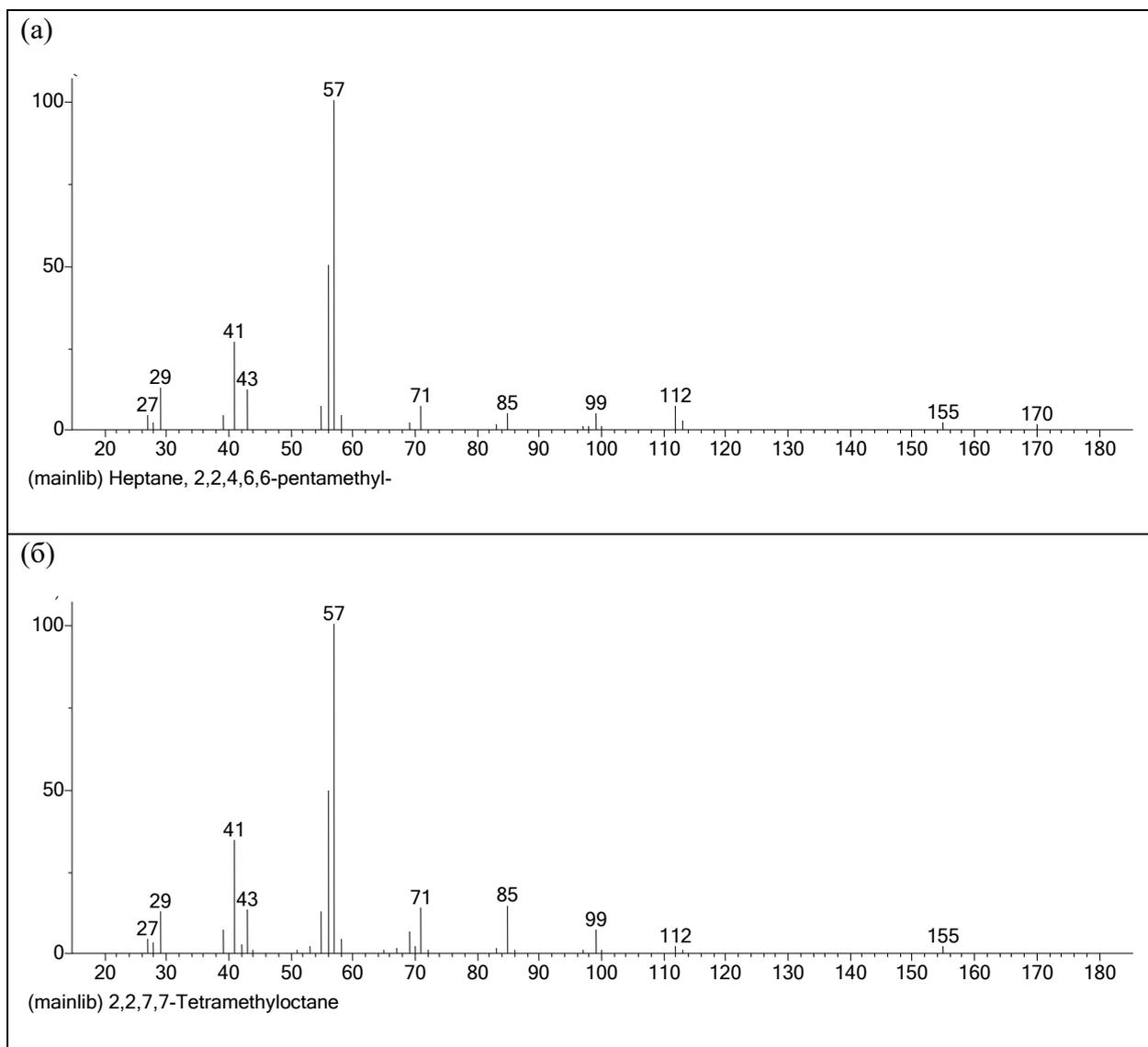


Рисунок 28 — Сравнение масс-спектров изомерных углеводородов $C_{12}H_{26}$ – 2,2,4,6,6-пентаметилгептана (а) и 2,2,7,7-тетраметилоктана (б).

Различия этих масс-спектров настолько нехарактеристичны, что их идентификация невозможна, особенно с учетом большого количества (355) структурных изомеров алканов $C_{12}H_{26}$. При таком числе потенциально возможных изомеров даже привлечение индексов удерживания может оказаться недостаточным для индивидуальной идентификации изоалканов с числом атомов углерода в молекуле более 9–10. С другой стороны, целесообразность индивидуальной идентификации в таких случаях не очевидна и вполне можно ограничиться отнесением к группам изомеров на уровне «Изоалкан».

В заключение обсуждения этого раздела целесообразно прокомментировать использование индексов удерживания для сопоставления результатов хромато-масс-спектрометрического анализа различных образцов. Для этого рассмотрим фрагмент (начальную часть) таблицы идентифицированных компонентов в пробе воздуха, отобранной на трубку ТА1 N1 (ул. Гидротехническая 28б, 21.02.20) (таблица 14).

Таблица 14 — Сравнение результатов идентификации компонентов в пробах, отобранных на трубки Т-14 (ул. Калмыцкая, 27.03.2020) и ТА1 N1(ул. Гидротехническая 28б, 21.02.20) по значениям их индексов удерживания

Образец ТА1 N1			Образец ТА-14		
t_R , мин	RI	Компонент	t_R , мин	RI	Компонент
5.632	600*	<i>n</i>-Гексан	6.731	600	<i>n</i> -Гексан
7.842	664	2-Метилгексан	-	-	-
8.505	683	Бензол	9.643	677	Бензол
9.105	700	<i>n</i>-Гептан	-	-	-
9.475	710	Уксусная кислота	-	-	-
9.980	722	1-Бутанол	11.138	717	1-Бутанол
10.495	735	Пентаналь	-	-	-
12.617	789	Толуол	13.837	789	Толуол
13.056	800	<i>n</i>-Октан	14.273	800	<i>n</i> -Октан

*) Жирным шрифтом здесь и далее выделены индексы удерживания и названия реперных *n*-алканов.

В результате такого сравнения легко заключить, что непосредственное сравнение абсолютных времен удерживания не может служить надежным критерием идентификации из-за невоспроизводимости их значений. В рассматриваемом примере различия абсолютных времен превышают минуту (1.10 мин для гексана, 1.14 мин для бензола, 1.16 мин для 1-бутанола, 1.22 мин для толуола и 1.21 мин для октана). Объективной причиной таких вариаций могут быть неопределенности фиксирования момента начала процесса хроматографического разделения после окончания стадии термодесорбции. Однако, такие различия времен удерживания достаточно слабо сказываются на значениях RI, разности которых составляют всего 6 ед. для бензола и 5 ед. для 1-бутанола, а для толуола наблюдается их полное совпадение. Общая закономерность состоит в следующем: по мере увеличения абсолютных времен удерживания компонентов, их различия для разных образцов, как правило, увеличиваются, тогда как индексы удерживания становятся лучше воспроизводимыми.

3.2 Необычные компоненты органических примесей городского воздуха г.о.

Тольятти

Основные закономерности состава органических примесей городского воздуха крупных промышленных городов были впервые установлены еще в середине 1970-х г.г. [10]. Такие примеси представлены, в основном, нефтяными углеводородами, состав которых отражает состав используемого в конкретном населенном пункте моторного топлива. Детальное рассмотрение состава таких углеводородов, видимо, не представляет особой научной или практической ценности; скорее можно говорить о большей информативности их группового состава. По этому критерию несколько необычным представляется отсутствие среди идентифицированных компонентов большинства проб циклоалканов C_nH_{2n} . Однако, для формулирования каких-либо выводов необходимо проанализировать составы основных типов моторных топлив, используемых в г. Тольятти.

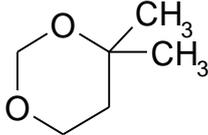
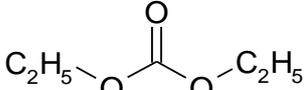
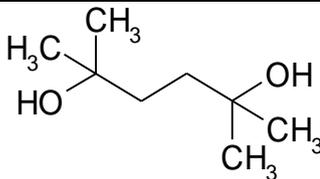
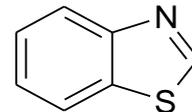
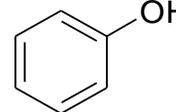
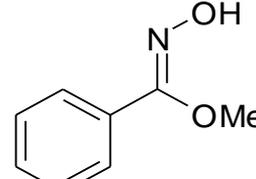
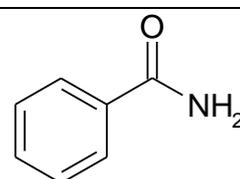
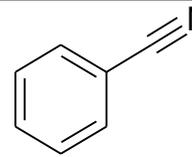
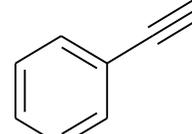
С другой стороны, обращает на себя внимание наличие среди идентифицированных компонентов заметного числа (по количеству объектов) альдегидов (как алифатических, так и бензальдегида) и карбоновых кислот, включая непредельную метакриловую кислоту. Такие компоненты начали обнаруживать в составе органических примесей воздуха сравнительно недавно, что обусловлено повышением инертности как сорбентов для отбора проб воздуха, так и самих хроматографических систем (капиллярных колонок). Можно, правда, заметить, что время жизни альдегидов в атмосферном воздухе в условиях высокого содержания триплетного кислорода и на фоне солнечного УФ-излучения невелико, так что более вероятным представляется образование альдегидов из компонентов атмосферных аэрозолей в процессе анализа.

Наиболее «необычные» компоненты органической составляющей атмосферного воздуха г.о. Тольятти перечислены в таблице 15. Некоторые из них вполне можно отнести к техногенным соединениям, например, 2,5-диметил-2,5-гександиол (компонент пластификаторов) или фенол (многообразные применения в промышленности). Однако, впервые выявлено несколько компонентов достаточно «загадочного» происхождения, в том числе диэтилкарбонат (нестабилен к гидролизу), метоксифенилоксим (то же) и, кроме того, фенилацетилен. Все они ранее не были обнаружены в составе примесей городского воздуха.

Для проверки возможных альтернативных результатов идентификации компонента, опознанного как метоксифенилоксим, по его масс-спектру был проведен библиотечный поиск с отбрасыванием первого ответа, принадлежащего самому этому компоненту. В результате выявлено, что похожими масс-спектрами с факторами совпадения (Q) на уровне 0.66–0.74 обладают различные алкиловые и алкениловые эфиры 4-этилбензойной кислоты, представляющие собой гораздо менее «экзотические», нежели метоксифенилоксим, со-

единения. Дальнейшее уточнение структуры алкильного фрагмента молекул таких эфиров требует детального рассмотрения значений газохроматографических индексов удерживания.

Таблица 15 — Необычные компоненты органических примесей городского воздуха г. Тольятти, обнаруженные более чем однократно

Соединение	Молекулярная масса	Структурная формула
4,4-Диметил-1,3-диоксан	116	
Диэтилкарбонат	118	
2,5-Диметил-2,5-гександиол	146	
Бензотиазол	135	
Фенол	94	
Метоксифенилоксим	151	
Бензамид	121	
Бензонитрил	103	
Фенилацетилен	102	

Подобную проверку результатов хромато-масс-спектрометрической идентификации можно рекомендовать для некоторых наиболее «дискуссионных» компонентов атмосферного воздуха. Однако для решения такой задачи необходимо формирование хотя бы предварительного массива справочных данных (даже ограниченного объема) по индексам удерживания атмосферных примесей на ранее не охарактеризованной нестандартной неподвижной фазе DB-624.

В нескольких случаях проблемные компоненты, положение пиков которых в списках идентифицированных соединений не соответствует порядку их хроматографического элюирования, переименованы в «неидентифицированные». Информации для уточнения их структуры недостаточно.

3.3 Методы количественного определения бенз(а)пирена в атмосферном воздухе

Помимо проб атмосферного воздуха для изучения методом хромато-масс спектрометрии, были отобраны пробы на содержание полициклических ароматических углеводородов, в частности бенз(а)пирен. Анализ был произведен в НИИ ГПЭЧ г. Санкт-Петербург.

Пробу подготавливали путем двукратной ультразвуковой экстракции гексаном фильтра с отобранной пробой в течение 10 мин порциями 10 см³. Экстракты объединяли, добавляли 60 мм³ ацетонитрила и упаривали в токе азота до объема 60 мм³. Далее экстракт подвергали анализу. Анализ проб воздуха на содержание бенз(а)пирена выполнен методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с использованием жидкостного хроматографа Prominens LC-20 с флуориметрическим детектором RF-10Ax1. Регистрацию хроматограммы проводили на длине волны 360 нм при ширине спектральной полосы 4 нм; регистрацию спектрограммы пика проводили в режиме «All in peak» в диапазоне длин волн от 190 до 400 нм и пороге 1 mAU; скорость элюирования – 0,5 см³/мин; объем вводимой пробы – 20 мм³.

Содержание бенз(а)пирена в пробах, отобранных на территории г.о. Тольятти составило 0,685 нг/м³ в Автозаводском районе, 0,700 нг в Центральном районе и 0,280 нг в Комсомольском районе, что меньше установленного норматива для атмосферного воздуха (1 нг/м³). Кроме того, ввиду высокой токсичности полиароматических соединений было проведено исследование проб, показавшее, что кроме бенз(а)пирена в пробах присутствуют другие соединения этого ряда в следовых (очень малых) количествах: антрацен, флуорантен, пирен, б(а)антрацен, хризен, б(в)флуорантен, б(к)флуорантен, б(а)пирен и дб(ан)антрацен.

4 РЕЗУЛЬТАТЫ ЗАМЕРОВ ПЭЛ

4.1 Количественный анализ атмосферного воздуха г. Тольятти

Результаты исследования проб количественного анализа атмосферного воздуха представлены в приложении В. В ходе проведения научно-исследовательской работы проводилось количественное определение следующих загрязняющих веществ в атмосферном воздухе г. Тольятти: предельные углеводороды C_1-C_{10} (суммарно), ароматические углеводороды (бензол, толуол, ксилолы, этилбензол, стирол), бенз(а)пирен, оксид углерода, оксид и диоксид азота, аммиак, сероводород, диоксид серы, взвешенные вещества (пыль), фенол, формальдегид, ацетон, метанол, пропанол-2, α -метилстирол, бутанол-1.

В период с 29 октября 2019 года по 29 июля 2020 года было сделано 83 выезда, из которых:

- 43 плановых;
- 40 по жалобам жителей;

За время проведения исследования большая часть жалоб (26 раз) поступала от жителей Центрального района, 9 – из Комсомольского района и 5 из Автозаводского (рисунок 29).

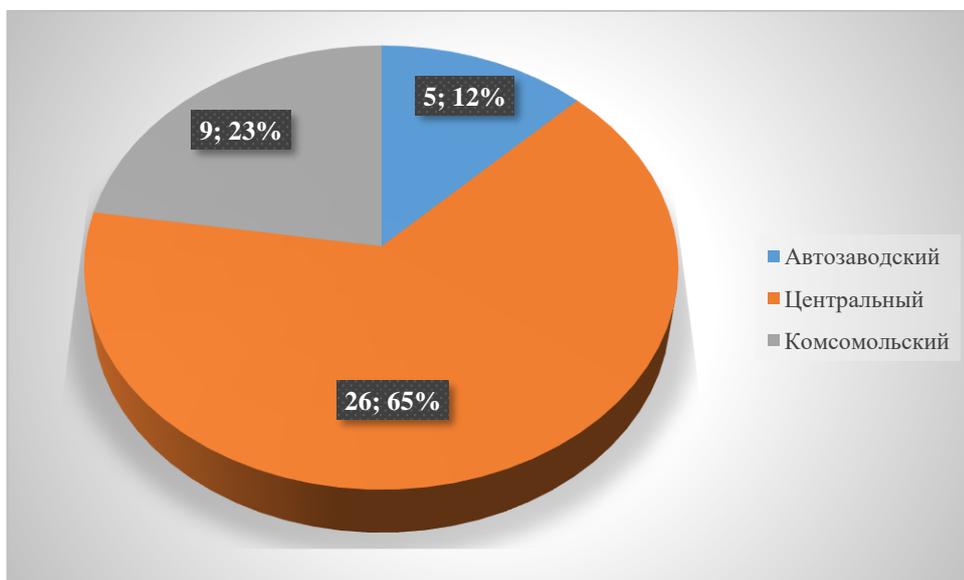


Рисунок 29 — Распределение жалоб жителей г. Тольятти по районам

По итогам измерений за отчетный период зафиксированы факты превышения установленных нормативов:

1. 27.03.2020 по адресу Перекресток Мичурина и Щорса (стирол – $0,057 \text{ мг/м}^3$, ПДК – $0,04 \text{ мг/м}^3$: в 1,4 раза) НМУ.

При северном направлении ветра возможные источники загрязнения: северный промузел.

2. 19.06.2020 по адресу Лесная 16 (фенол – 0,011 мг/м³, ПДК – 0,01 мг/м³: в 1,1 раз, этилбензол – 0,021 мг/м³, ПДК – 0,02 мг/м³: в 1,1 раз) Жалоба.

При северно-восточном направлении ветра возможные источники загрязнения: северный промузел.

3. 06.07.2020 по адресу Матросова 92 (углерода оксид – 7,5 мг/м³, ПДК – 5 мг/м³: в 1,5 раза, фенол – 0,023 мг/м³, ПДК – 0,01 мг/м³: в 2,3 раза, этилбензол – 0,022 мг/м³, ПДК – 0,02 мг/м³: в 1,1 раз, стирол – 0,096 мг/м³, ПДК – 0,04 мг/м³: в 2,4 раза) Жалоба.

При восточном направлении ветра возможные источники загрязнения: выхлопы автотранспорта.

4. 17.07.2020 на производственной площадке ПАО «КуйбышевАзот» (взвешенные частицы – 0,707 мг/м³, ПДК – 0,5 мг/м³: в 1,4 раз). Замер производился непосредственной близости с возгоранием на территории бывшего завода «Фосфор».

При северном направлении ветра возможные источники загрязнения: северный промузел.

5. 27.07.2020 по адресу Шлюзовая, 8 (фенол – 0,015 мг/м³, ПДК – 0,01 мг/м³: в 1,5 раза) Жалоба

При северном направлении ветра возможные источники загрязнения: выхлопы автотранспорта.

6. 28.07.2020 по адресу Голосова, 105 (фенол – 0,014 мг/м³, ПДК – 0,01 мг/м³ в 1,4 раз) Жалоба

При северо-восточном направлении ветра возможные источники загрязнения: северный промузел.

7. 28.07.2020 по адресу Жилина, 48 (стирол – 0,069 мг/м³, ПДК – 0,04 мг/м³: в 1,7 раз, метанол – 1,065 мг/м³, ПДК – 1 мг/м³: в 1,07 раз) Жалоба

При северо-восточном направлении ветра возможные источники загрязнения: северный промузел.

По результатам анализа жалоб была составлена карта жалоб населения г.о. Тольятти, которая представлена в приложении Г.

Всего было зафиксировано 12 превышений ПДК м.р., из них 11 пришлись на дни, в которые поступали жалобы от жителей города, и 1 раз при плановом выезде. Наибольшее число превышений максимальных разовых предельно допустимых концентраций было выявлено в Центральном районе - 7 раз, 5 раз в Комсомольском районе. В Автозаводском районе за время исследований превышений ПДК обнаружено не было (рисунок 30).

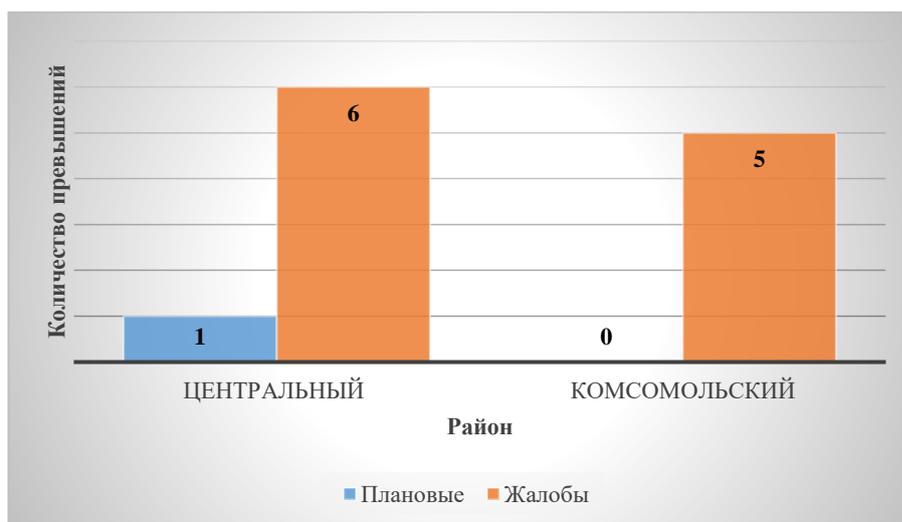


Рисунок 30 — Зафиксированные превышения ПДК по районам

Чаще всего превышения фиксировались по фенолу – 4 раза, стиролу – 3 раза, этилбензолу – 2 раза, по 1 разу по метанолу, оксиду углероду и взвешенным веществам (PM1, PM2,5, PM10) (рисунок 31).

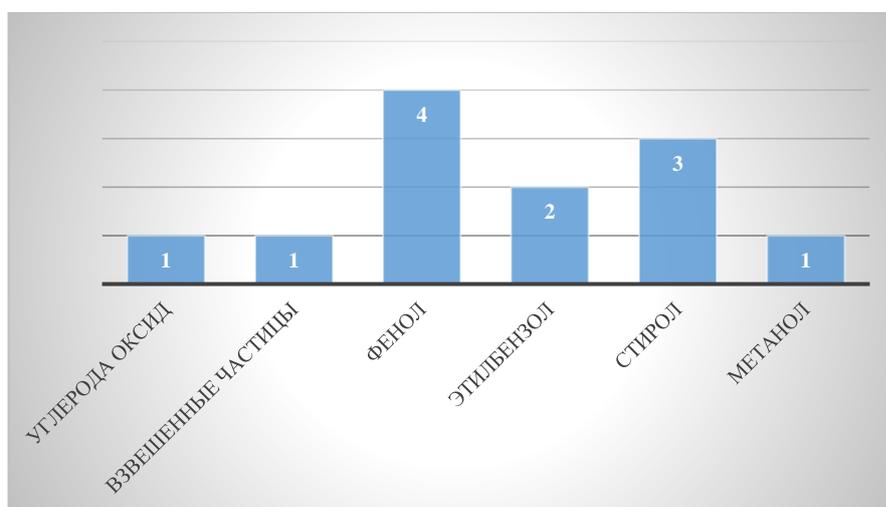


Рисунок 31 — Зафиксированные превышения ПДК (раз) по веществам (загрязнителям)



Рисунок 32 — Распределение концентраций взвешенных веществ по районам г. Тольятти

По усредненным значениям концентрация взвешенных веществ находится значительно ниже ПДК (рисунок 32). Высокое среднее значение концентрации в Центральном районе в значительной степени обусловлено двумя случаями регистрации высокой концентрации во время горения отходов на территории бывшего завода ОАО «Фосфор». Превышение ПДК м.р. в 1.4 раза было зарегистрировано на территории завода «КуйбышевАзот», находившемся в зоне сильного задымления. Высокая концентрация была отмечена в тот же день и возле торгового центра «Аэрохолл» (0.9 ПДК м.р.). Очевидно это обусловлено оксидом фосфора, выделяющимся в результате горения отходов производства. Позднее, сотрудниками Роспотребнадзора были зафиксированы превышения предельно допустимой концентрации по данному компоненту.

Средние концентрации во время плановых выездов оставались достаточно низкими относительно ПДК, независимо от района.

Несмотря на наибольшее количество превышений ПДК, фенол в атмосферном воздухе фиксировался всего 8 раз за все время проведения замеров (рисунок 33). Фенол имеет очень низкую ПДК м.р. и, как правило, если вещество фиксировалось приборами, то концентрация уже находилась на высоком уровне. Нижняя граница диапазона методики для определения фенола на газоанализаторе, установленном в передвижной экологической лаборатории, составляет 0.005 мг/м^3 , при ПДК м.р. в 0.01 мг/м^3 .



Рисунок 33 — Распределение концентраций фенола по районам г. Тольятти

Согласно диаграмме, средняя концентрация по районам остается достаточно низкой. Высокая средняя концентрация фенола в дни жалоб в Комсомольском районе обусловлена тем, что всего было произведено 4 замера и в двух случаях было зафиксировано превышение ПДК. По той же причине в Комсомольском районе средняя концентрация за все время выше чем в остальных районах.

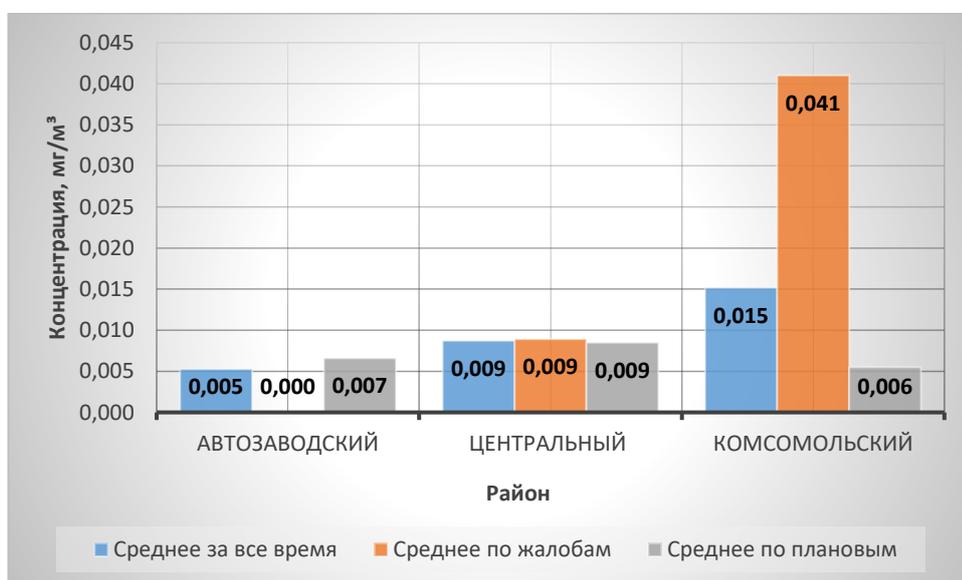


Рисунок 34 — Распределение концентраций стирола по районам г. Тольятти

Превышения ПДК м.р. по стиролу фиксировались 3 раза. Из них 2 раза в дни жалоб и 1 раз при плановом выезде. В Автозаводском районе превышений обнаружено не было.

Один раз превышение было зафиксировано в Комсомольском районе. Аналогично фенолу, средняя концентрация высокая из-за малого количества замеров и высокой концентрации вещества в эти дни. Два раза превышение ПДК были зарегистрированы в Центральном районе: 1 раз по жалобе и 1 раз при плановом выезде. Средняя концентрация по плановым выездам находится примерно на одном уровне по всем районам (рисунок 34).

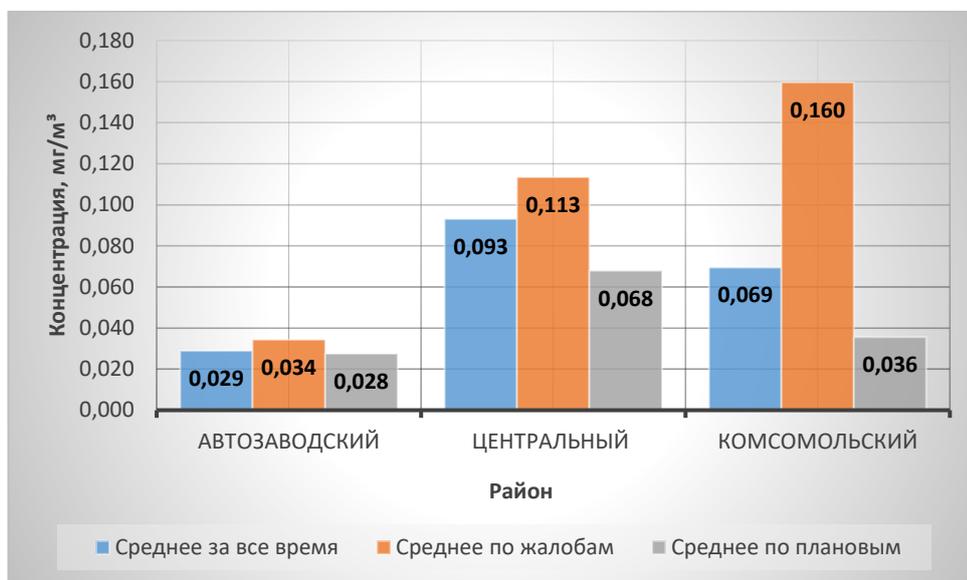


Рисунок 35 — Распределение концентраций метанола по районам г. Тольятти

Небольшое превышение ПДК по метанолу было обнаружено 1 раз, при исследовании воздуха в Центральном районе в 1.06 раза. Аналогично предыдущим веществам, ниже всего концентрация метанола в Автозаводском районе, выше – в Комсомольском и Центральном районах. При этом, наибольшая средняя концентрация в дни жалоб фиксировалась в Комсомольском районе, а при плановых выездах в Центральном районе. Средние концентрации за все время, по всем районам находятся значительно ниже ПДК м.р. (рисунок 35).

Аналогично фенолу, этилбензол имеет достаточно низкую ПДК м.р – 0.02 мг/м³. Нижний предел определения концентрации газоанализатором составляет 0.005 мг/м³, или 0.25 ПДК м.р.

Превышение предельно допустимой концентрации фиксировалось в общей сложности два раза (по одному в Центральном и Комсомольском районах). Средние концентрации за все время по районам находятся примерно на одном уровне. В Комсомольском районе немного ниже, чем в других районах. Но при этом в дни жалоб средняя концентрация намного выше, чем в других районах, и значительно ниже в дни

плановых замеров. При жалобах в Автозаводском районе этилбензол обнаружен не был (рисунок 36).

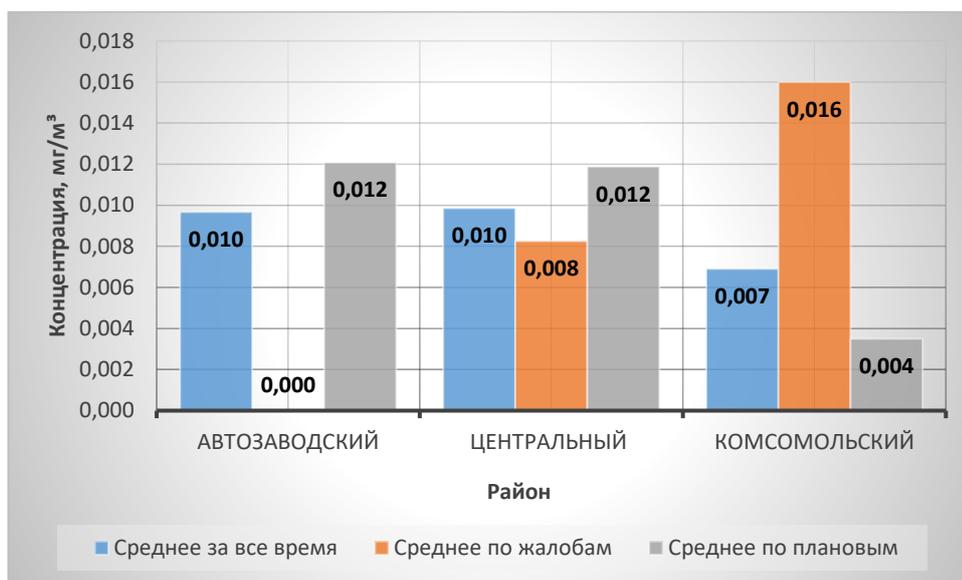


Рисунок 36 — Распределение концентраций этилбензола по районам г. Тольятти

Превышение оксида углерода фиксировалось единожды при жалобах от жителей в Комсомольском районе. Максимальная зафиксированная концентрация СО была установлена на уровне 7.5 мг/м³, что составило 1.5 ПДК м.р. Этим превышением обусловлена высокая средняя концентрация в этом районе во время жалоб, и средняя концентрация за все время. Что касается плановых выездов, содержание угарного газа во всех районах примерно одинаковое. В Автозаводском районе наименьшая концентрация среди всех районов (рисунок 37).



Рисунок 37 — Распределение концентраций оксида углерода по районам г. Тольятти

Средняя концентрация оксида азота за все время исследования находится на одном уровне, значительно ниже ПДК, которая составляет 0.4 мг/м^3 (рисунок 38). Максимальная концентрация за все время была зарегистрирована в Комсомольском районе в день жалоб от населения и составила 0.09 мг/м^3 (0.225 ПДК м.р.).

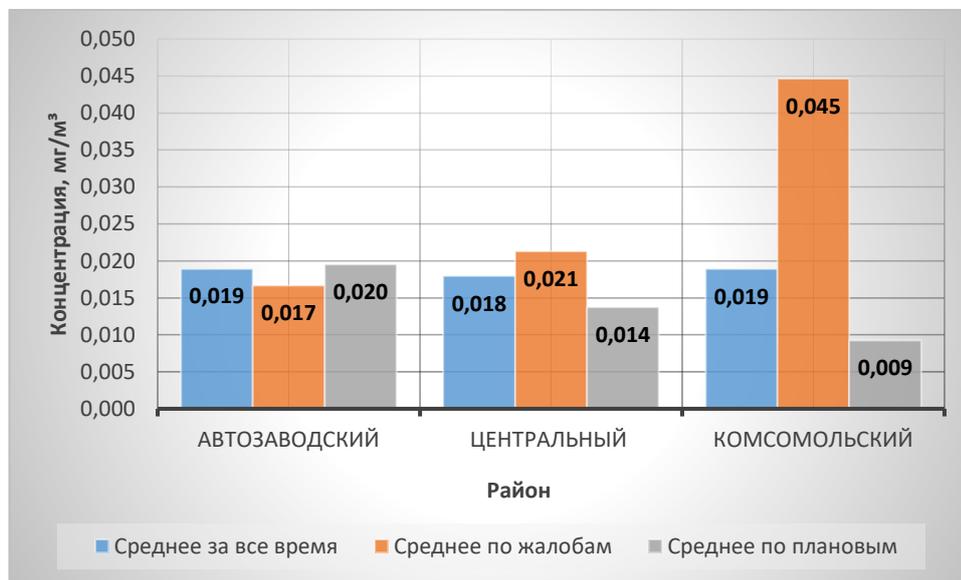


Рисунок 38 — Распределение концентраций оксида азота по районам г. Тольятти

Похожая картина складывается с содержанием в атмосферном воздухе диоксида азота (рисунок 39). Концентрации в дни жалоб немного выше, чем при плановых замерах, но при этом остается на достаточно низком уровне. Например, самая высокая концентрация диоксида азота была отмечена в Центральном районе, во время выездов по жалобам, и составила 0.066 мг/м^3 – 0.33 от ПДК м.р.

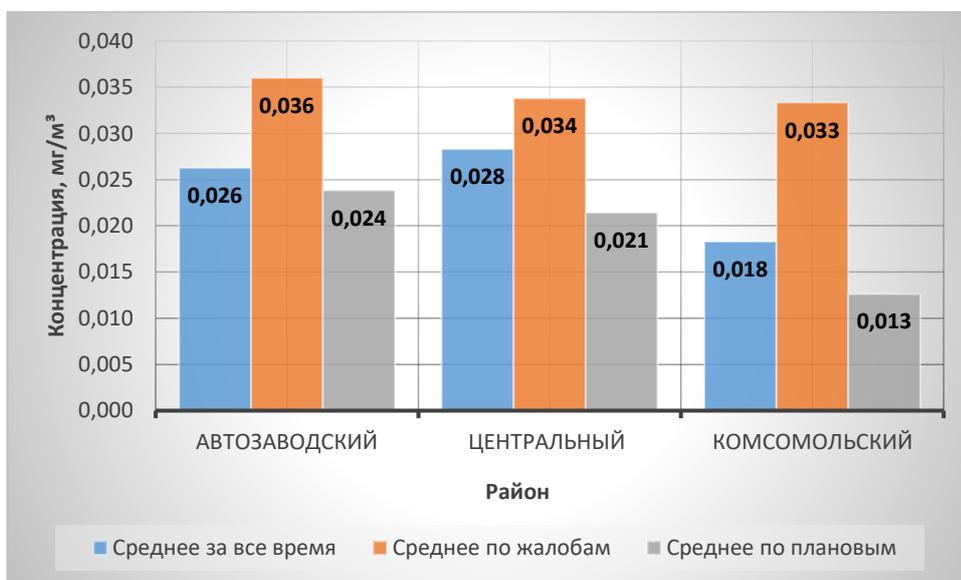


Рисунок 39 — Распределение концентраций диоксида азота по районам г. Тольятти

Наибольшая средняя концентрация по аммиаку за все время в Центральном районе (рисунок 40). Там же зафиксирована наибольшая концентрация за – 0.118 мг/м³ (0.59 ПДК м.р.). Содержание аммиака при плановых выездах находится на низком уровне во всех районах. Наименьшие концентрации в Комсомольском районе.

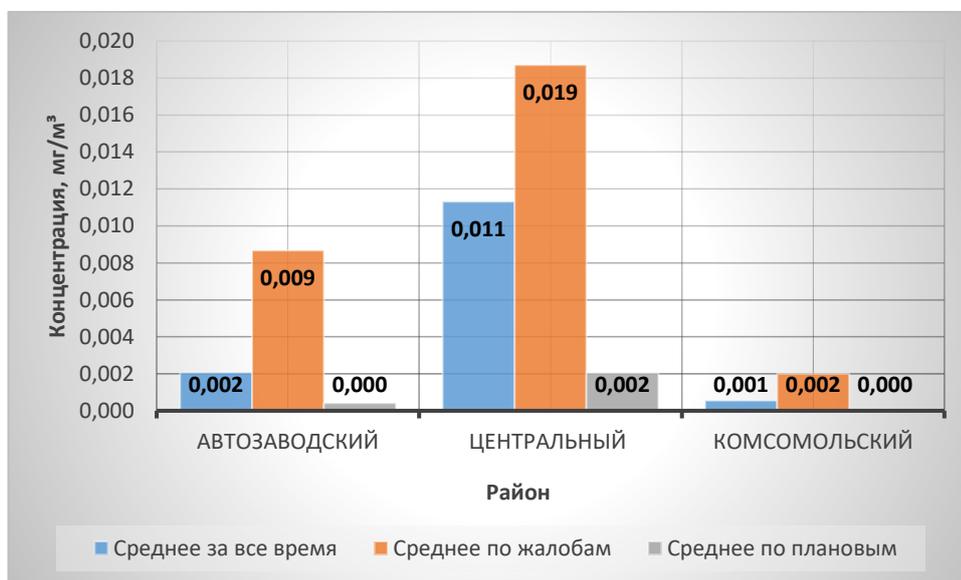


Рисунок 40 — Распределение концентраций аммиака по районам г. Тольятти

По серосодержащим соединениям, как и по азотсодержащим, превышений выявлено не было. При ПДК м.р. равной 0.5 мг/м³ по диоксиду серы, максимальная зарегистрированная концентрация составила 0.021 мг/м³, что составляет 0.04 ПДК м.р. Концентрации во всех районах находятся на очень низком уровне (рисунок 41).

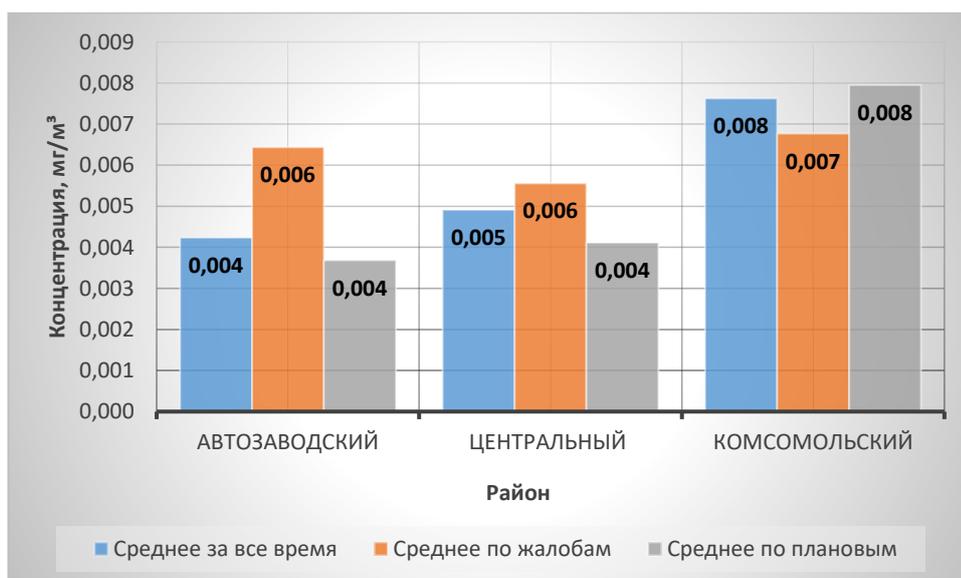


Рисунок 41 — Распределение концентраций диоксида серы по районам г. Тольятти

Наличие сероводорода в атмосферном воздухе зафиксировано передвижной экологической лабораторией всего 4 раза. Превышений ПДК м.р. выявлено не было. В Автозаводском районе наличие загрязнителя приборами не регистрировалось (рисунок 42). ПДК м.р составляет 0.008 мг/м³. Максимальная концентрация была отмечена в Центральном районе во время жалоб и составила 0.0015 мг/м³ (0.19 ПДК м.р.).

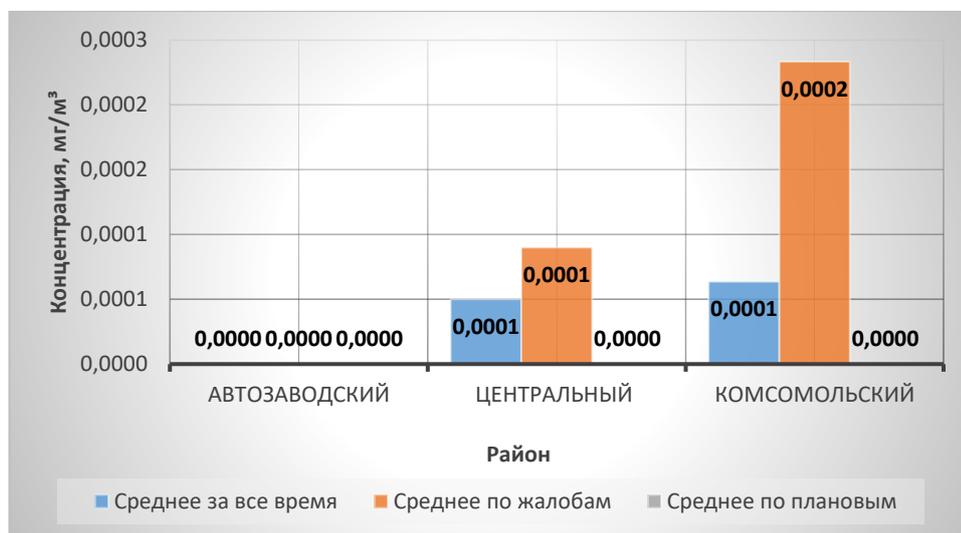


Рисунок 42 — Распределение концентраций сероводорода по районам г. Тольятти

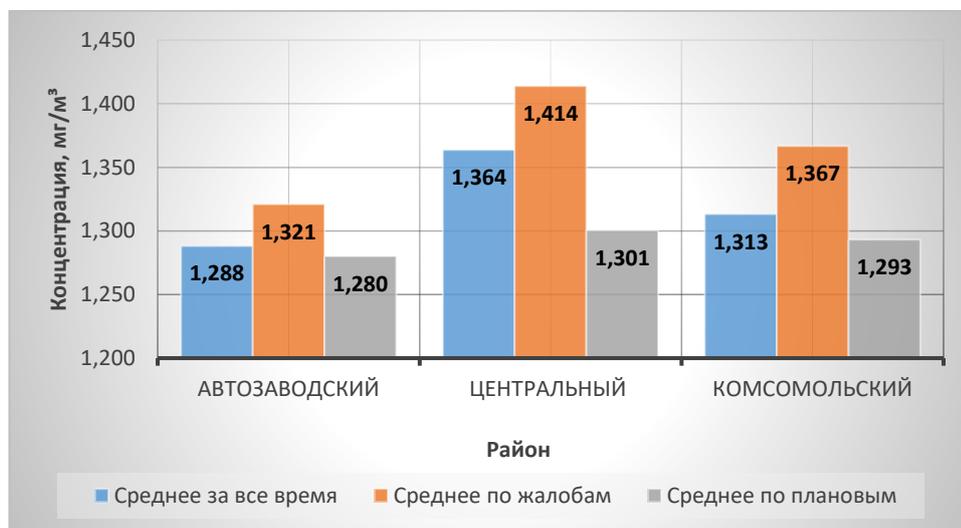


Рисунок 43 — Распределение концентраций предельных углеводородов C₁–C₅ по районам г. Тольятти

Концентрация предельных углеводородов C₁–C₅ в атмосферном воздухе города Тольятти обусловлена наличием метана. Содержание загрязнителей по районам примерно одинаковое, и составляет около 1.3 мг/м³ (рисунок 43). Максимальная зафиксированная концентрация – 1.996 мг/м³ (0.01 ПДК м.р.) в Центральном районе. ПДК м.р. 200 мг/м³. Превышений ПДК не зафиксировано.

Нижний предел методики определения предельных углеводородов на оборудовании передвижной лаборатории составляет 1,5 мг/м³. Все зарегистрированные значения находятся значительно ниже данной концентрации и являются ориентировочными. ПДК м.р. составляет 50 мг/м³. Согласно гистограмме (рисунок 44) распределение концентраций загрязнителей по районам находится на одном уровне, значительно ниже ПДК м.р. Превышений ПДК не зафиксировано.



Рисунок 44 — Распределение концентраций предельных углеводородов С₆–С₁₀ по районам г. Тольятти

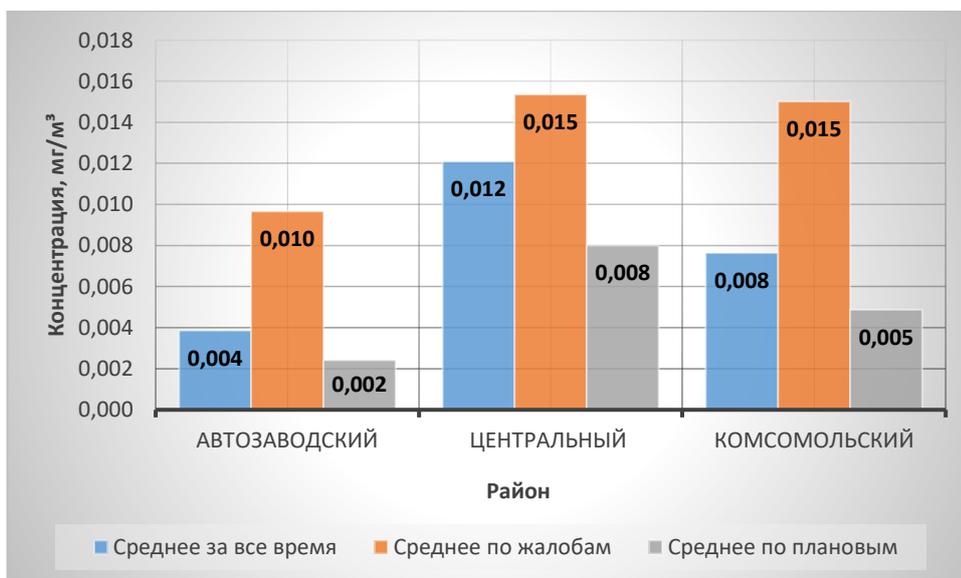


Рисунок 45 — Распределение концентраций бензола по районам г. Тольятти

Помимо этилбензола, превышений ПДК м.р. ароматических углеводородов обнаружено не было. Содержание бензола в атмосферном воздухе находится на низком

уровне (рисунок 45). Средние концентрации во всех районах значительно ниже ПДК м.р. Максимальная концентрация бензола зарегистрирован в Центральном районе – 0.086 мг/м³ (0.28 ПДК м.р.).

Среди углеводородов ароматического ряда наибольший вклад в загрязнение воздуха вносит толуол (рисунок 46). Концентрация по плановым выездам в Комсомольском районе немного ниже чем в двух других районах. Максимальная концентрация была зарегистрирована в день жалоб населения в Центральном районе на уровне ПДК м.р. – 0.595 мг/м³.

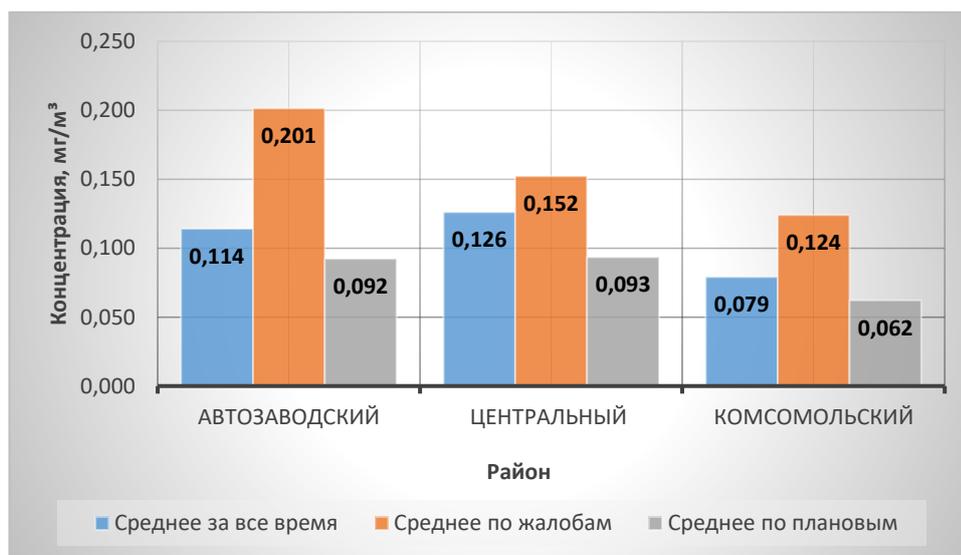


Рисунок 46 — Распределение концентраций толуола по районам г. Тольятти

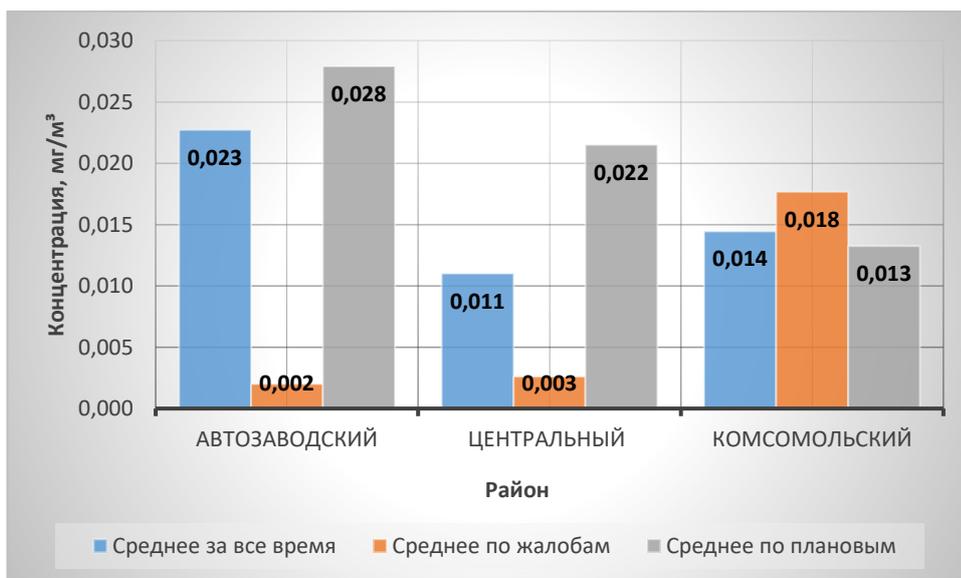


Рисунок 47 — Распределение концентраций о-ксилола по районам г. Тольятти

o-Ксилол – одно из немногих веществ, концентрация которых при плановых выездах оказалась значительно меньше концентраций в дни жалоб населения. В Комсомольском районе концентрация мало зависит от времени замеров (по жалобам или плановые). Несмотря на это, концентрации по городу находятся на низком уровне (рисунок 47). Максимальная концентрация зарегистрирована в Центральном районе – 0.063 мг/м³ (0.2 ПДК м.р.).

ПДК м.р α-метилстирола составляет 0.04 мг/м³. Нижний диапазон методики измерения концентрации по данному веществу в ПЭЛ составляет 0.005 мг/м³ (0,125 ПДК м.р.). Средние концентрации по районам находятся на уровне сотых долей ПДК (рисунок 48). Наибольшая концентрация была зафиксирована в Центральном районе – 0.025 мг/м³ (0,6 ПДК м.р.).

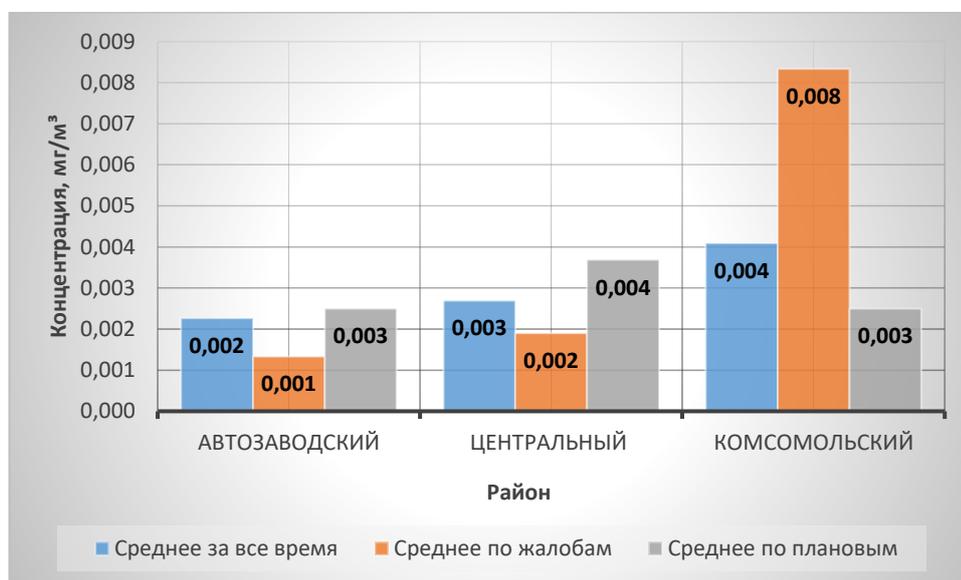


Рисунок 48 — Распределение концентраций α-метилстирола по районам г. Тольятти

Превышений ПДК м.р. по кислородсодержащим соединениям (ацетон, пропанол-2, бутанол-1) за все время исследования обнаружено не было. Средние концентрации по районам значительно ниже уровня ПДК (рисунки 49, 50, 51). Максимальные концентрации, зарегистрированные во время замеров, составили: ацетон – 0.092 мг/м³ (0.26 ПДК м.р.), пропанол-2 – 0.174 мг/м³ (0.29 ПДК м.р.) бутанол-1 – 0.008 мг/м³ (0.08 ПДК м.р.).

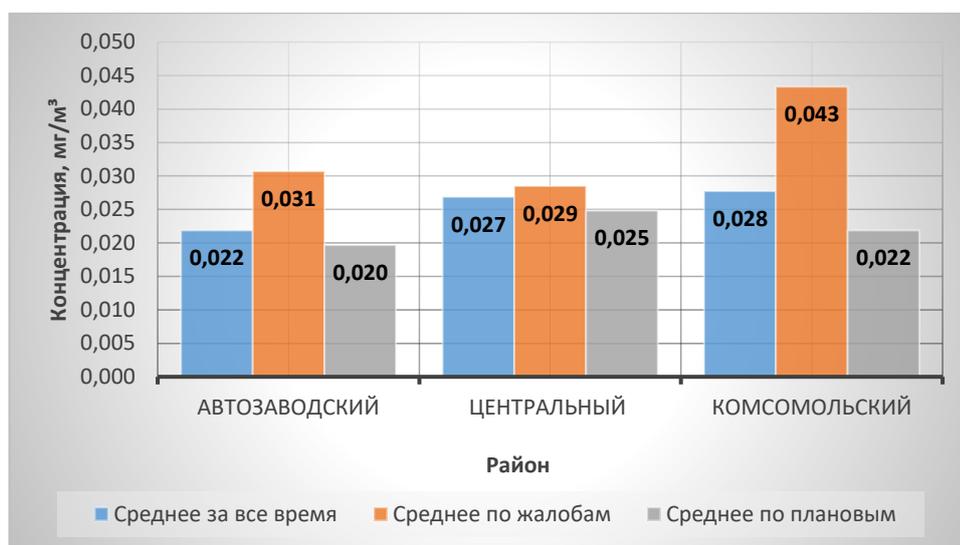


Рисунок 49 — Распределение концентраций ацетона по районам г. Тольятти

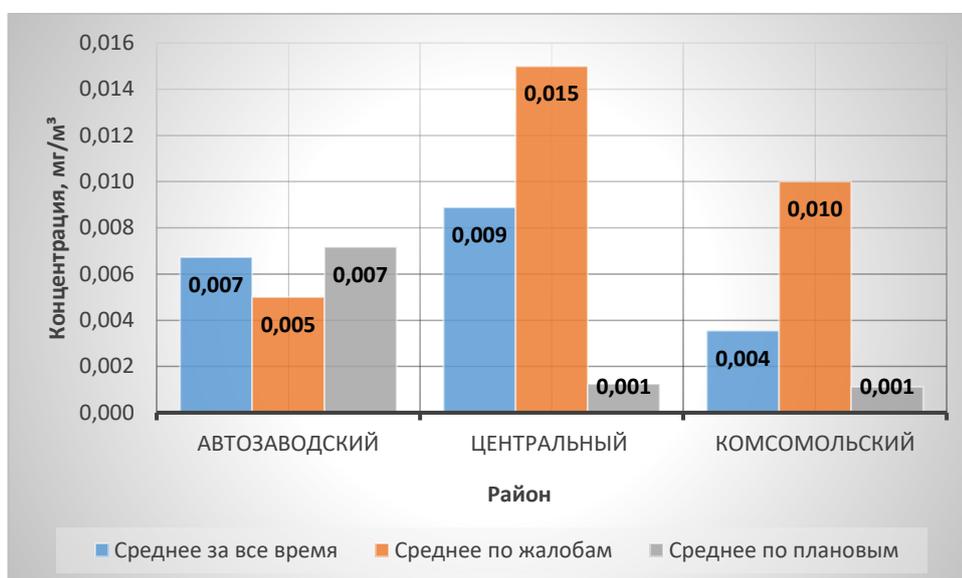


Рисунок 50 — Распределение концентраций пропанола-2 по районам г. Тольятти

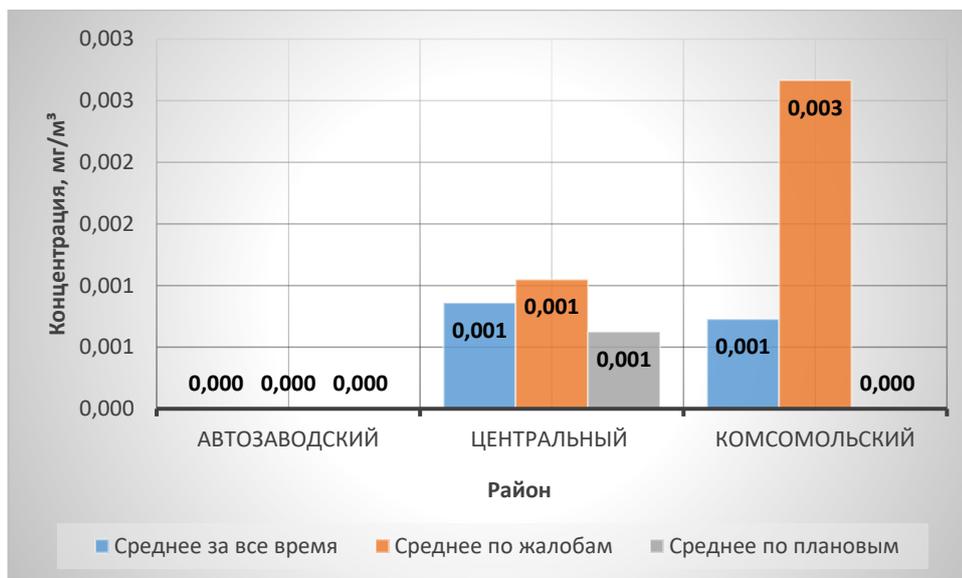


Рисунок 51 — Распределение концентраций бутанола по районам г. Тольятти

За весь период анализа атмосферного воздуха передвижной экологической лабораторией концентрация формальдегида была ниже предела обнаружения. Так же, за время наблюдения, ниже предела обнаружения были концентрации *м,п*-ксилолов.

4.2 Статистический анализ полученных результатов

Первичные данные, полученные с помощью ПЭЛ, были подвергнуты статистическому анализу с помощью контрольных карт Шухарта (рисунки 52 – 64). Контрольная карта Шухарта представляет собой график, который используют для представления статистической меры, полученной по количественным или альтернативным данным. Карта имеет центральную линию, соответствующую опорному значению характеристики. При определении состояния статистической управляемости процесса в качестве опорного значения обычно используют среднее арифметическое используемого статистического показателя. При управлении процессом опорным значением может быть значение характеристики, установленное в технических условиях, значение, основанное на предыдущей информации о процессе, находившемся в управляемом состоянии, или намеченное целевое значение характеристики продукции или услуги.

Карта Шухарта имеет две статистически определяемые контрольные границы, расположенные по обе стороны от центральной линии, которые называются верхней контрольной границей и нижней контрольной границей. Вероятность нарушения границ, вызванного случайностью события, а не реальным изменением процесса, предполагается столь малой, что при появлении точки вне этих границ следует предпринять определенные действия.

Так как при использовании карт индивидуальных значений рациональные подгруппы для оценки изменчивости не применяют, то контрольные границы рассчитывают на основе меры вариации, полученной по скользящим размахам двух последовательных наблюдений. Скользящий размах - это абсолютное значение разности следующих друг за другом измерений, т.е. разности первого и второго измерений, затем второго и третьего и т.д. На основе скользящих размахов вычисляют среднее арифметическое скользящих размахов \bar{R}_m , которое используют для построения контрольных карт. Также по всем данным вычисляют общее среднее \bar{X} .

Учитывая, что для построения карт Шухарта использовались концентрации загрязняющих веществ в атмосфере, то нижняя граница не была нанесена на карты (нижняя граница имеет отрицательное значение). Значения, выпадающие за верхнюю границу, являются следствием каких-либо процессов, повышающих концентрацию вещества выше среднестатистического значения (значения, находящиеся в коридоре между верхней и нижней границей).

Контрольные карты построены для следующих веществ: оксид углерода, азота оксид, азота диоксид, аммиак, серы диоксид, взвешенные частицы, взвешенные частицы, фенол, бензол, толуол, этилбензол, *o*-ксилол, ацетон и метанол. Для оставшихся веществ данные карты не были построены ввиду того, что замеренные концентрации за весь период отбора были ниже предела обнаружения соответствующих методик. Для удобства построения точки были предварительно пронумерованы (таблица 16).

Таблица 16 — Номера точек отбора

Номер точки	Дата	Адрес	Номер точки	Дата	Адрес
1	05.03.2020	ТРЦ «Аэрохолл	32	26.05.2020	Пересечение Ленина-50 лет Окт.
2	05.03.2020	Молодёжный бульвар, 5	33	29.05.2020	перекрёсток ул.50 лет Октября и Печерского проезда
3	10.03.2020	Молодёжный бульвар, 5	34	29.05.2020	перекрёсток ул.Мира,25 и ул. Ушакова, 32
4	10.03.2020	Трасса М5	35	29.05.2020	ТРЦ «Аэрохолл
5	27.03.2020	перекрёсток ул.50 лет Октября и Печерского проезда	36	29.05.2020	ул. Л.Толстого, 26а
6	27.03.2020	перекрёсток ул.Мира,25 и ул. Ушакова, 32	37	01.06.2020	перекрёсток улиц Мичурина и Щорса
7	27.03.2020	перекрёсток улиц Мичурина и Щорса	38	01.06.2020	улица Гидротехническая, 9
8	27.03.2020	улица Калмыцкая	39	01.06.2020	пересечение улиц Матросова и Громовой
9	27.03.2020	ТРЦ «Аэрохолл	40	09.06.2020	ул.Банькина, 20
10	10.04.2020	улица Гидротехническая, 9	41	11.06.2020	улица Гидротехническая, 9
11	10.04.2020	пересечение улиц Матросова и Громовой	42	11.06.2020	пересечение улиц Матросова и Громовой
12	14.04.2020	улица Революционная, 52	43	15.06.2020	перекрёсток ул.50 лет Октября и Печерского проезда
13	15.04.2020	улица Ворошилова, 5	44	15.06.2020	улица Калмыцкая
14	15.04.2020	улица Ворошилова, 45	45	15.06.2020	улица 40 лет Победы, 26
15	15.04.2020	улица 40 лет Победы, 26	46	15.06.2020	ул. Юбилейная, 19
16	23.04.2020	улица Революционная, 52	47	15.06.2020	Автозаводское шоссе, 43
17	23.04.2020	улица Ворошилова, 5	48	16.06.2020	ул. Юбилейная, 19
18	23.04.2020	улица Ворошилова, 45	49	16.06.2020	ул. Новопромышленная, 15

Продолжение таблицы 16

Номер точки	Дата	Адрес	Номер точки	Дата	Адрес
19	23.04.2020	улица 40 лет Победы, 26	50	18.06.2020	ул.Лесная, 52
20	29.04.2020	перекрёсток ул.Мира,25 и ул. Ушакова, 32	51	19.06.2020	ул.Лесная, 52
21	29.04.2020	улица Гидротехническая, 9	52	19.06.2020	ул.Лесная, 16
22	29.04.2020	пересечение улиц Матросова и Громовой	53	05.07.2020	ул. Матросова, 92
23	07.05.2020	Новозаводская, 37	54	17.07.2020	ТРЦ «Аэрохолл
24	14.05.2020	перекрёсток ул.50 лет Октября и Печерского проезда	55	17.07.2020	Новозаводская, 2е
25	14.05.2020	перекрёсток улиц Мичурина и Щорса	56	17.07.2020	Район КАТЗ
26	14.05.2020	улица Калмыцкая	57	27.07.2020	ул. Шлюзовая, 8
27	14.05.2020	ТРЦ «Аэрохолл	58	28.07.2020	ул. Голосова, 105
28	21.05.2020	улица Революционная, 52	59	28.07.2020	ул.Жилина,48
29	21.05.2020	улица Ворошилова, 5	60	29.07.2020	Ученический переулок, 1
30	21.05.2020	улица Ворошилова, 45	61	19.08.2020	ул. Баныкина, 21
31	21.05.2020	улица 40 лет Победы, 26			-

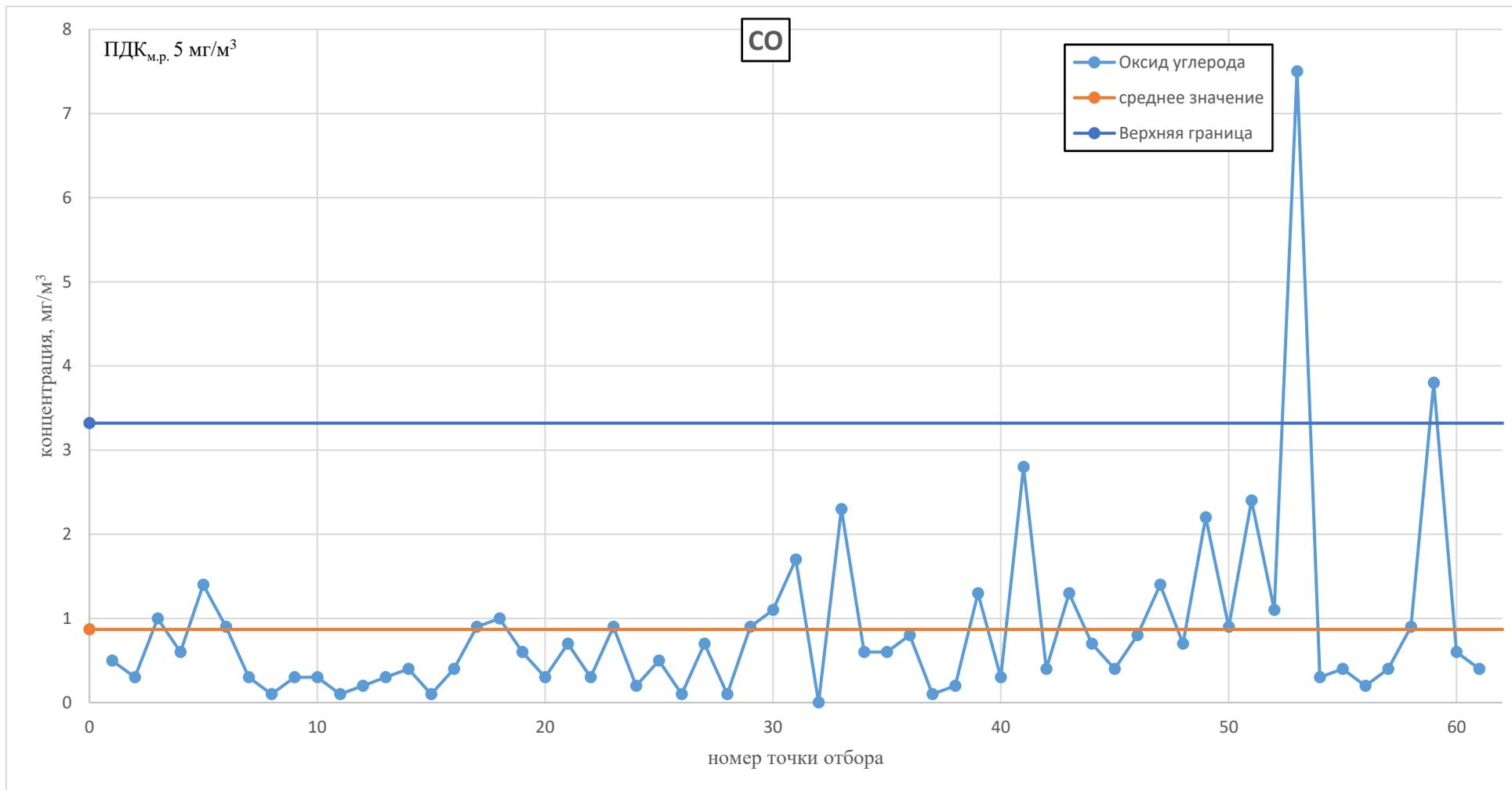


Рисунок 52 — Карта Шухарта (углерода оксид)

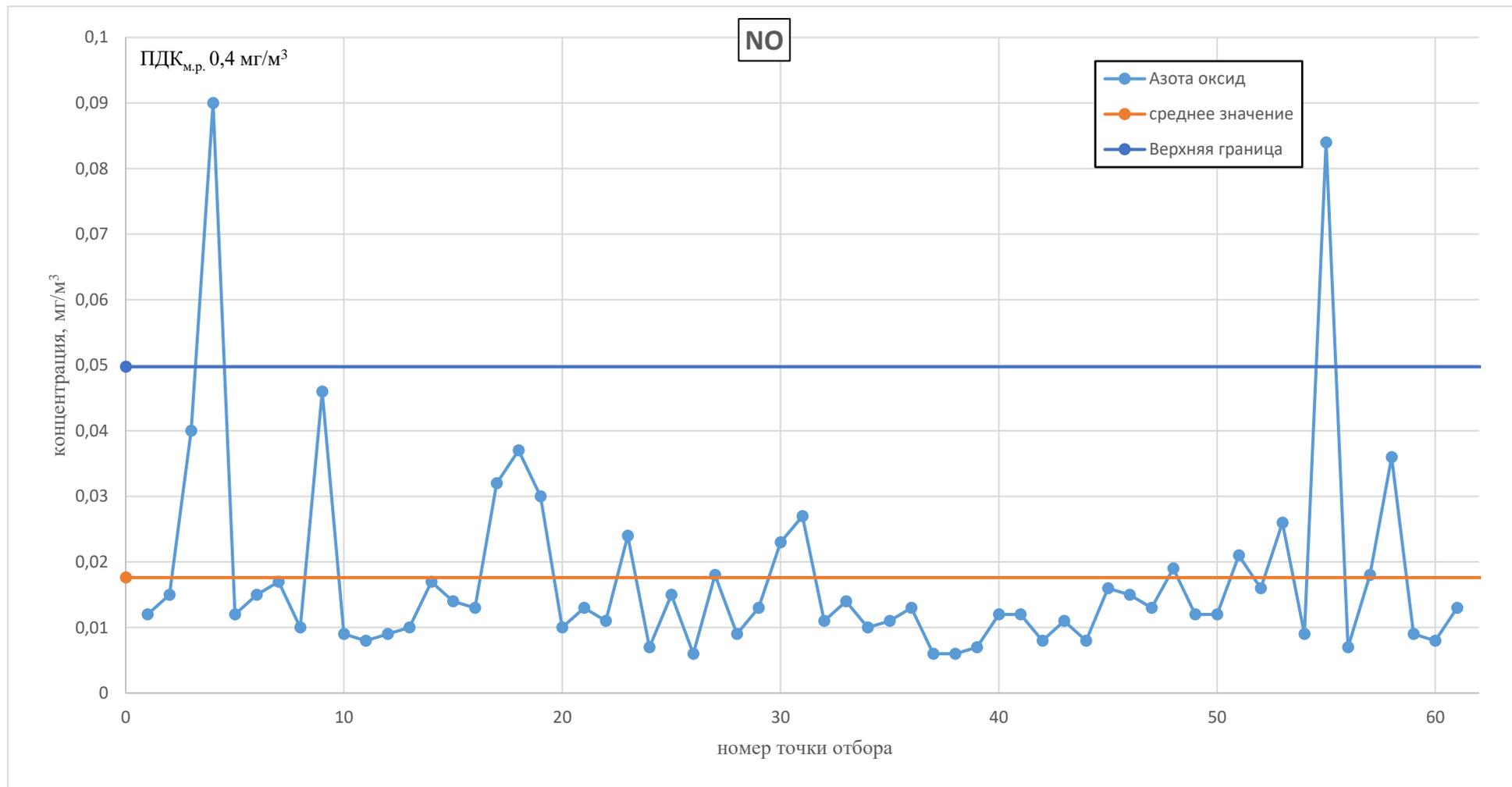


Рисунок 53 — Карта Шухарта (азота оксид)

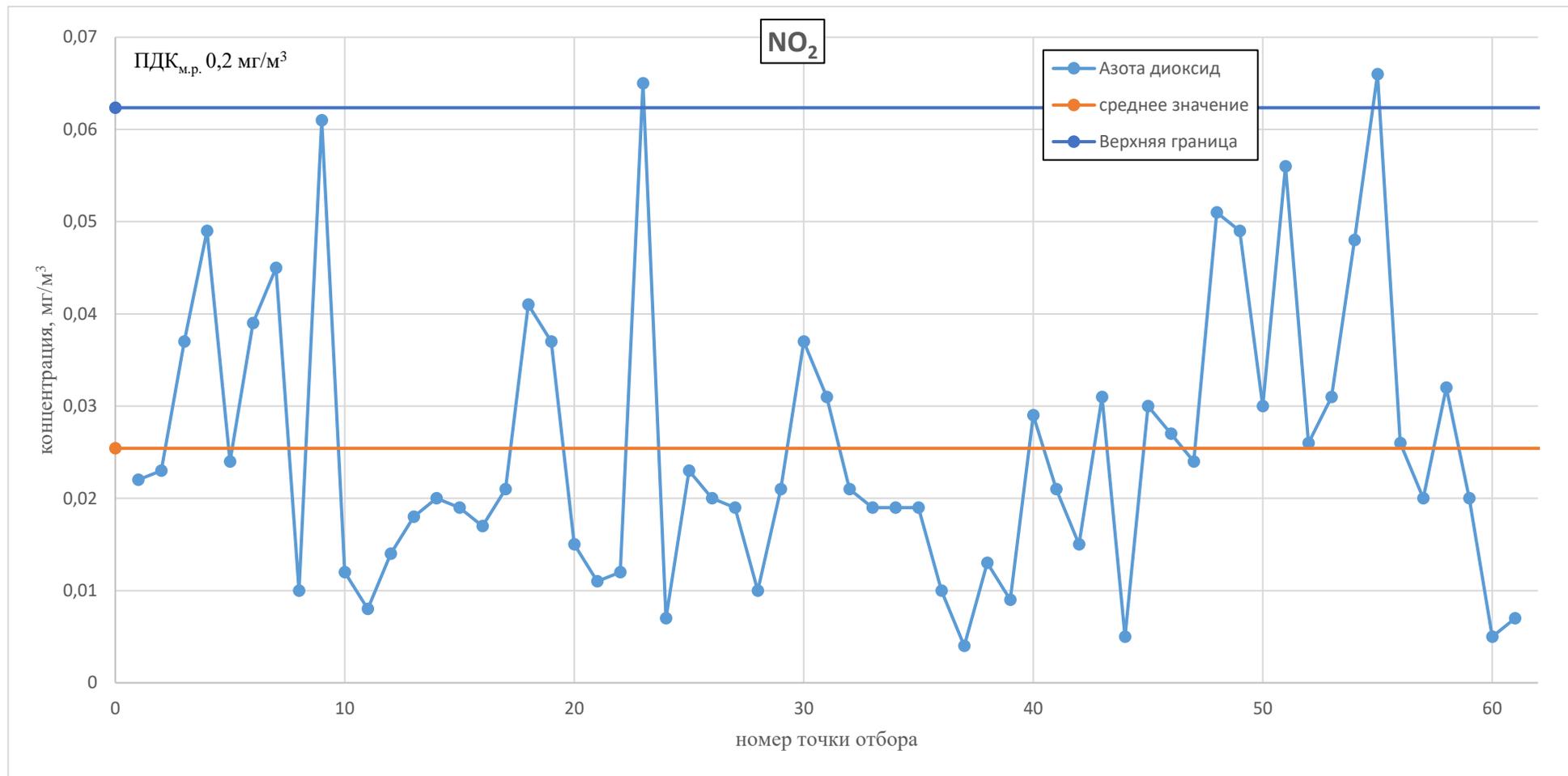


Рисунок 54 — Карта Шухарта (азота диоксид)

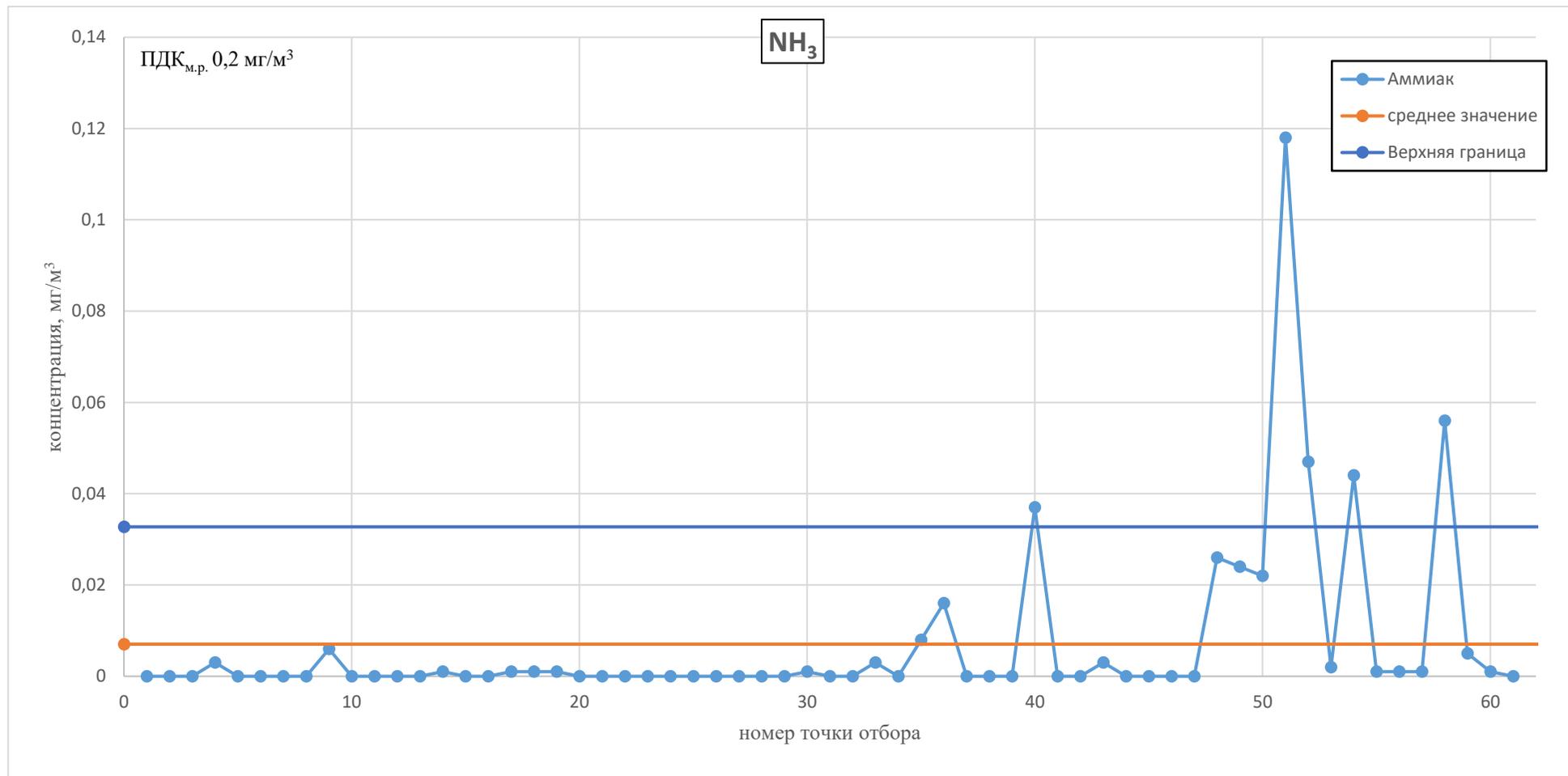


Рисунок 55 — Карта Шухарта (аммиак)

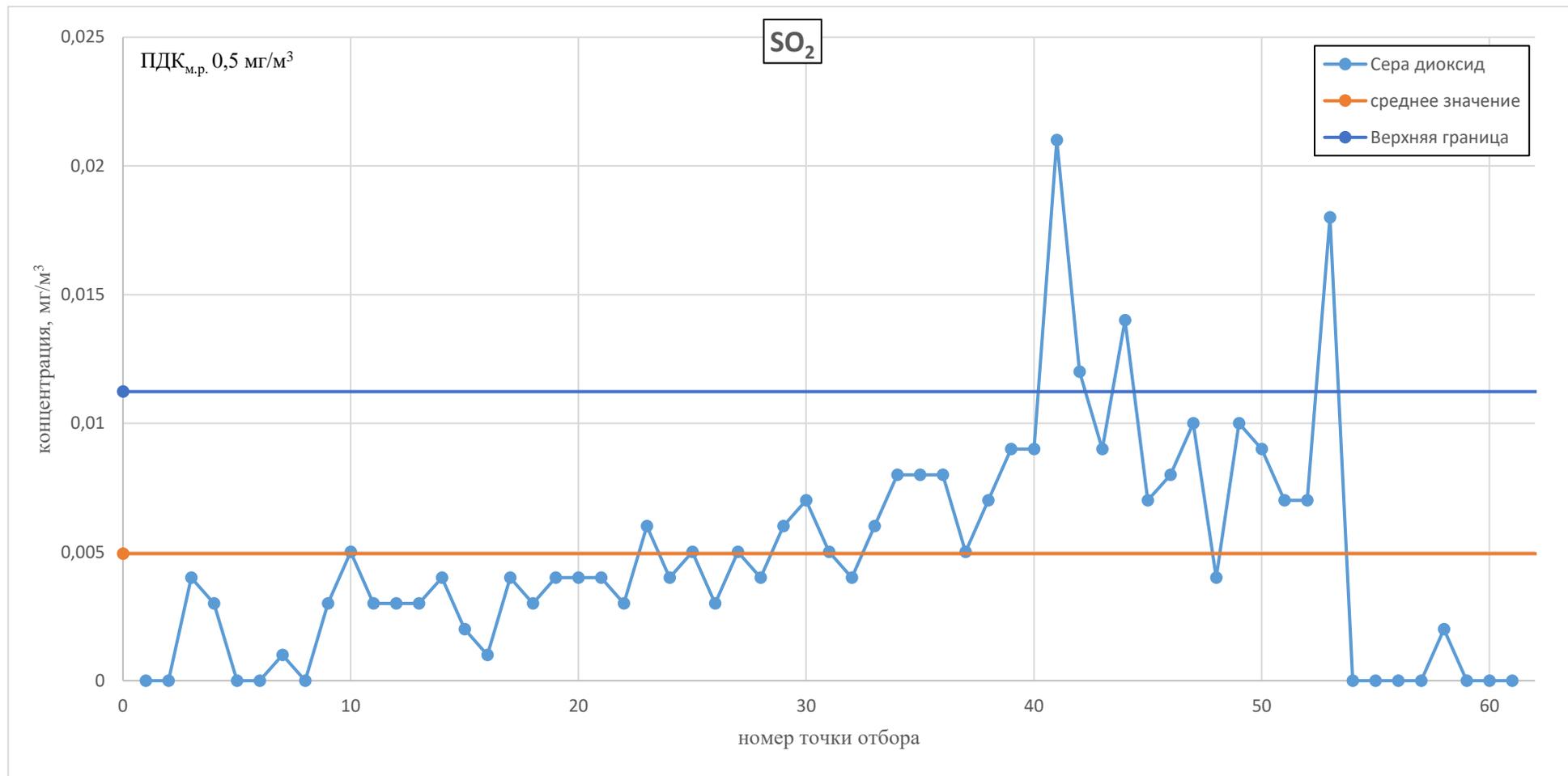


Рисунок 56 — Карта Шухарта (сера диоксид)

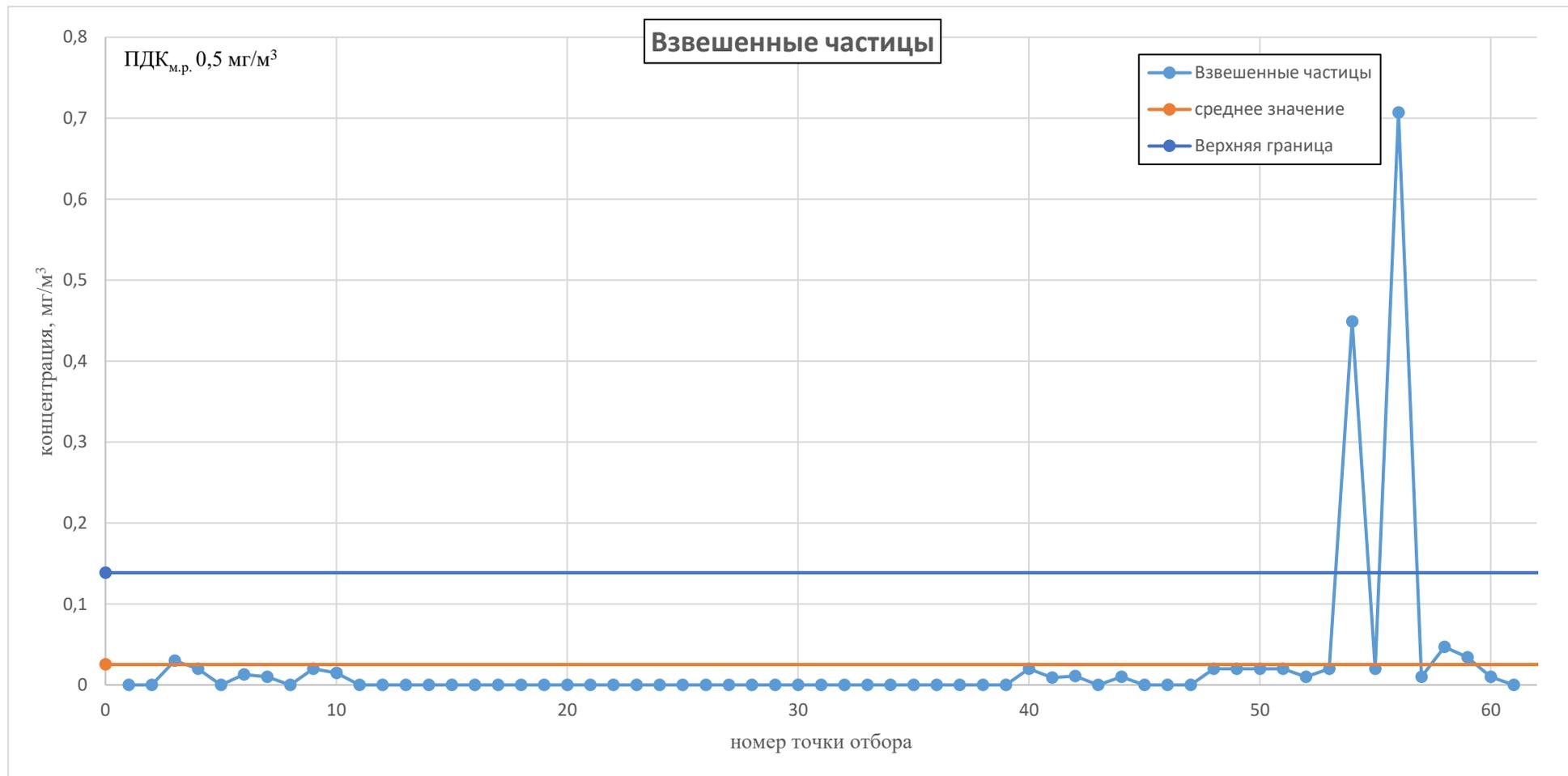


Рисунок 57 — Карта Шухарта (взвешенные частицы)

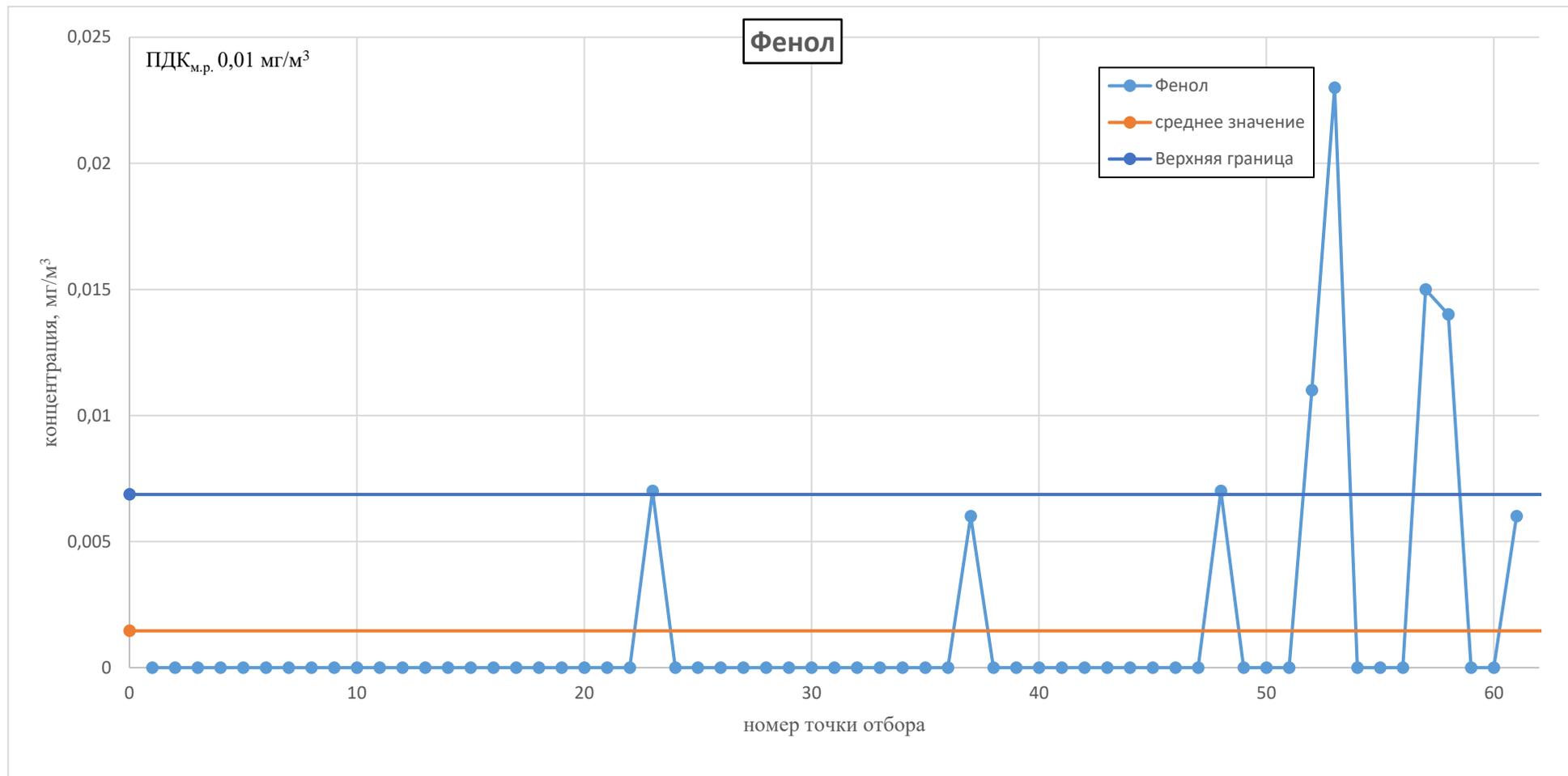


Рисунок 58 — Карта Шухарта (фенол)

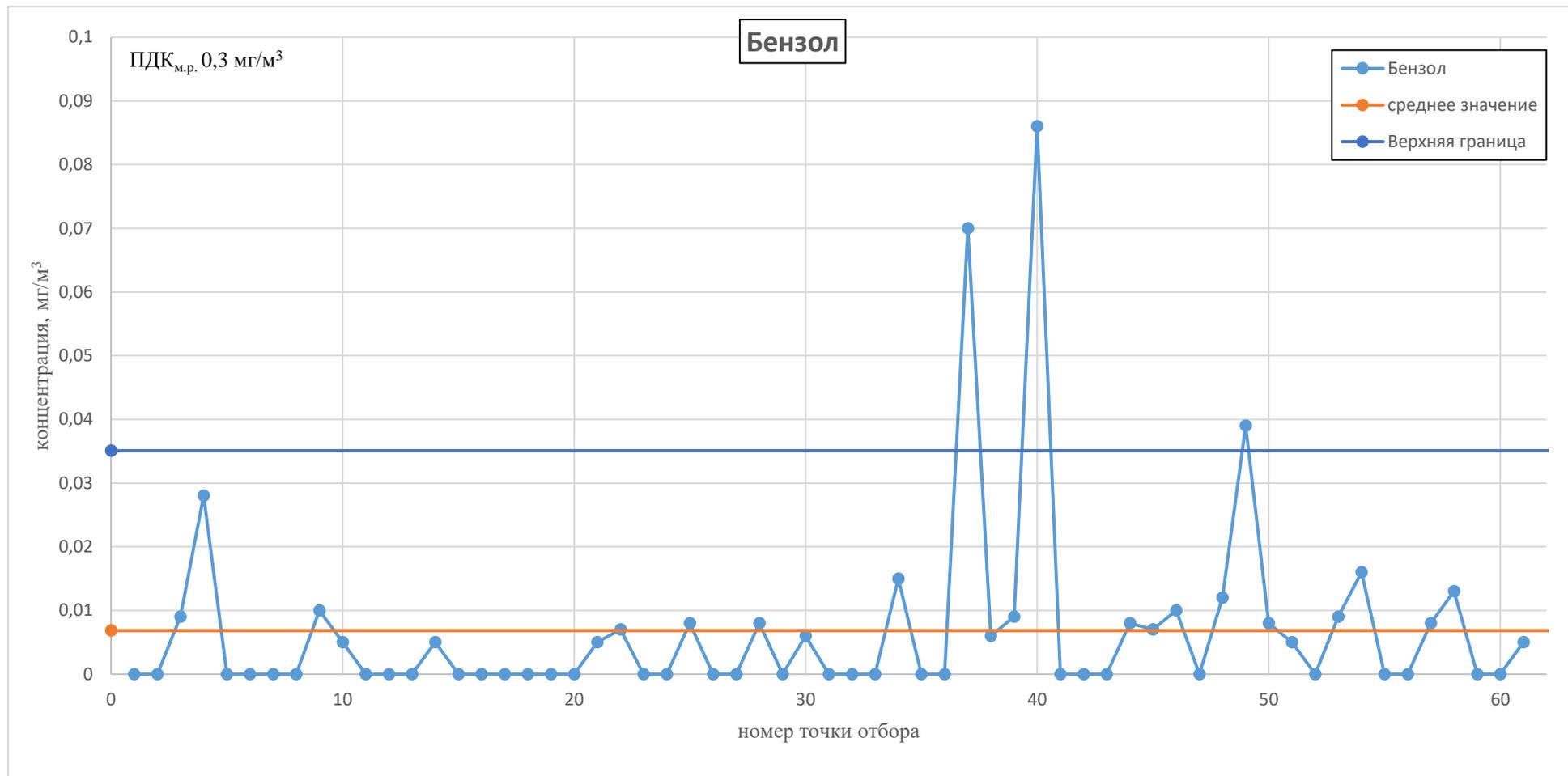


Рисунок 59 — Карта Шухарта (бензол)

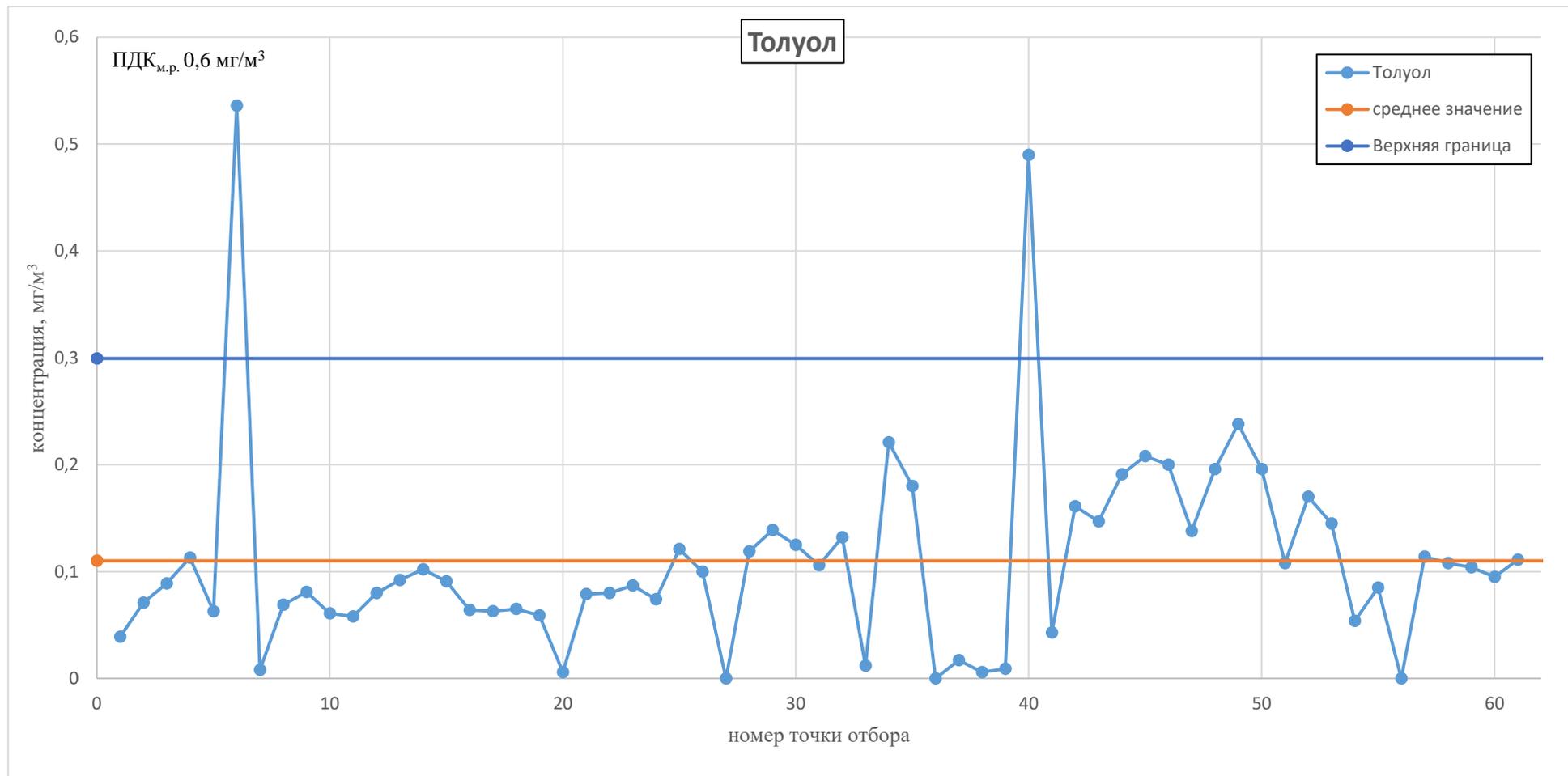


Рисунок 60 — Карта Шухарта (толуол)

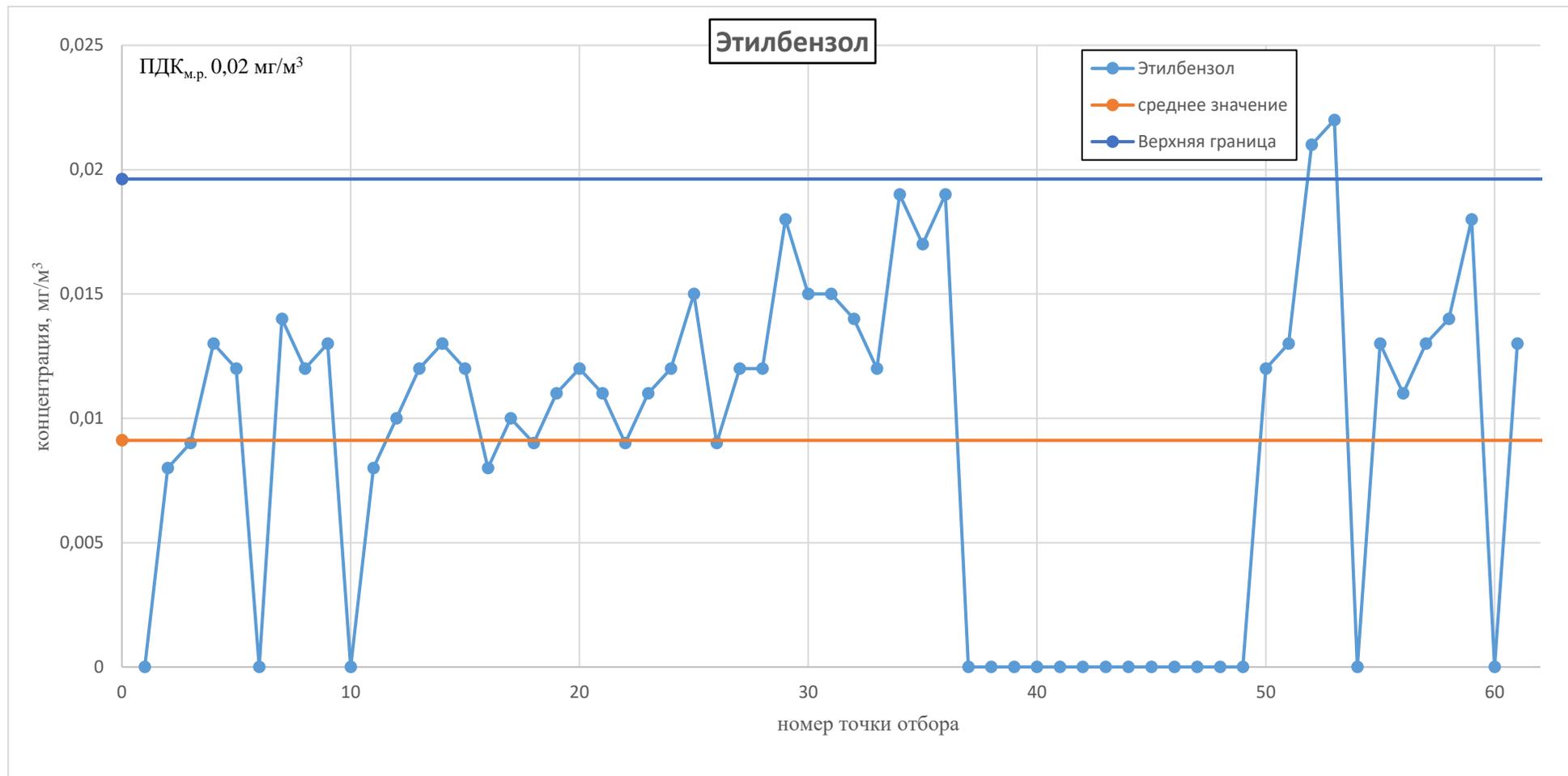


Рисунок 61 — Карта Шухарта (этилбензол)

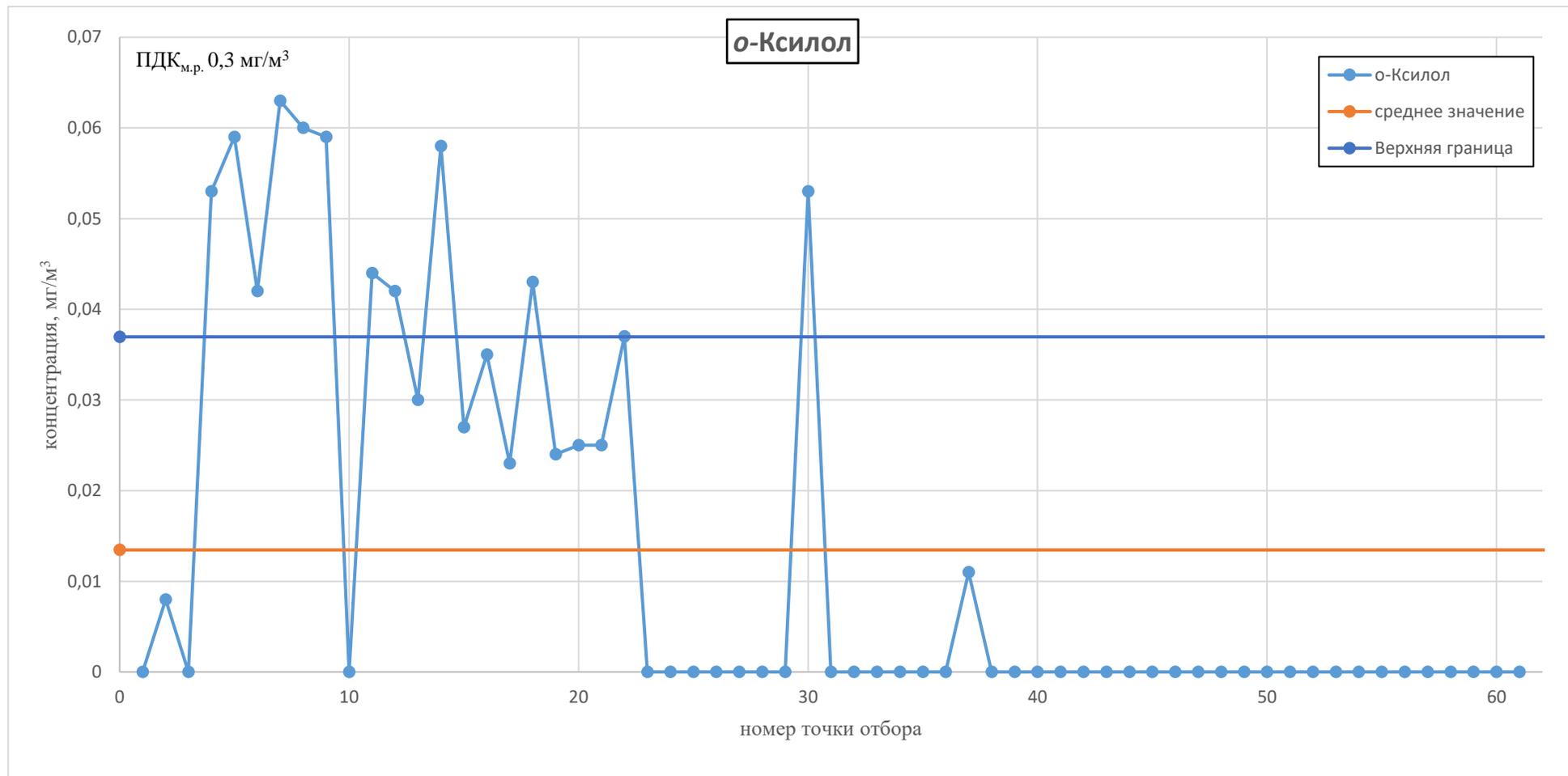


Рисунок 62 — Карта Шухарта (о-ксилол)

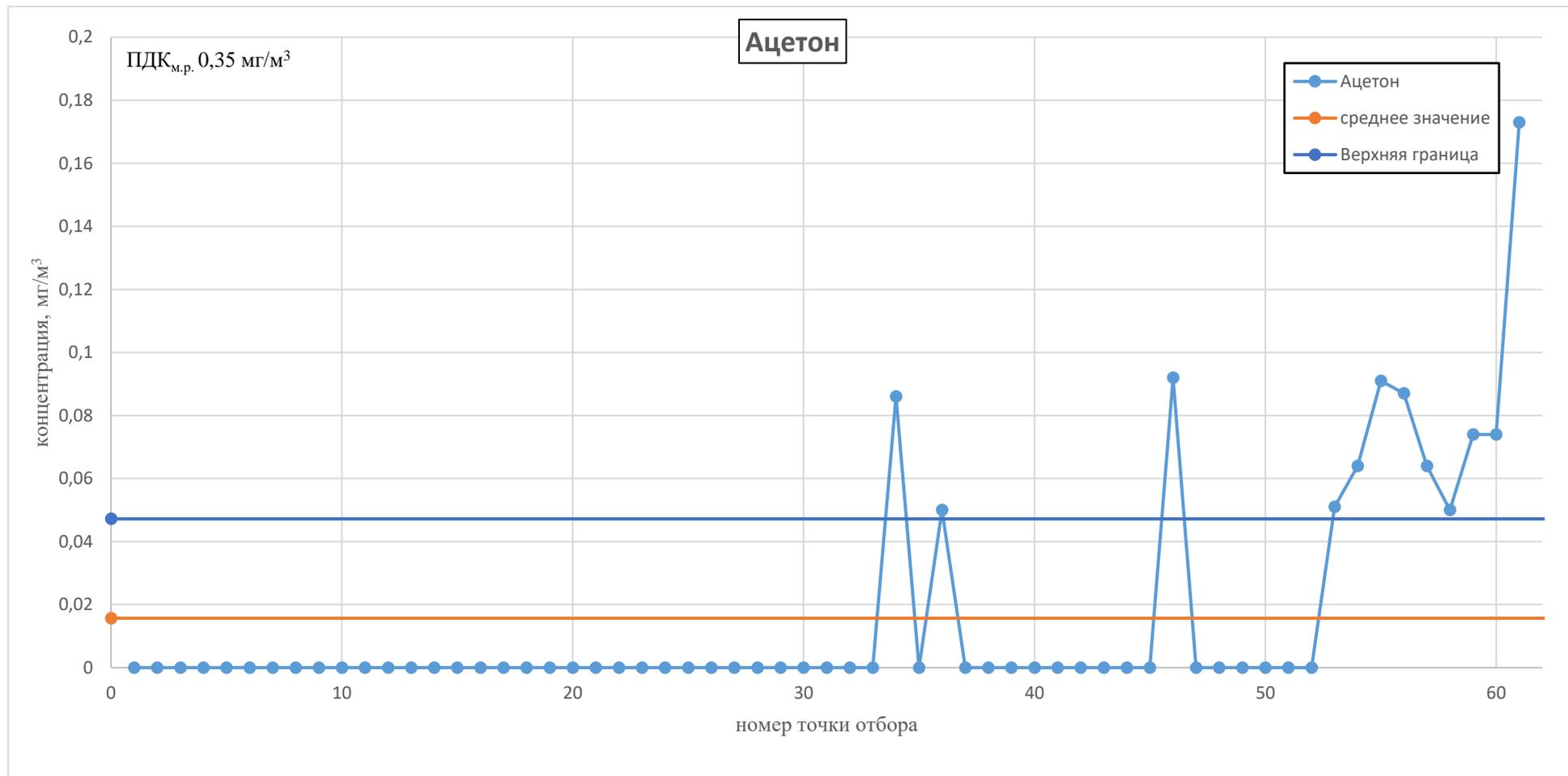


Рисунок 63 — Карта Шухарта (ацетон)

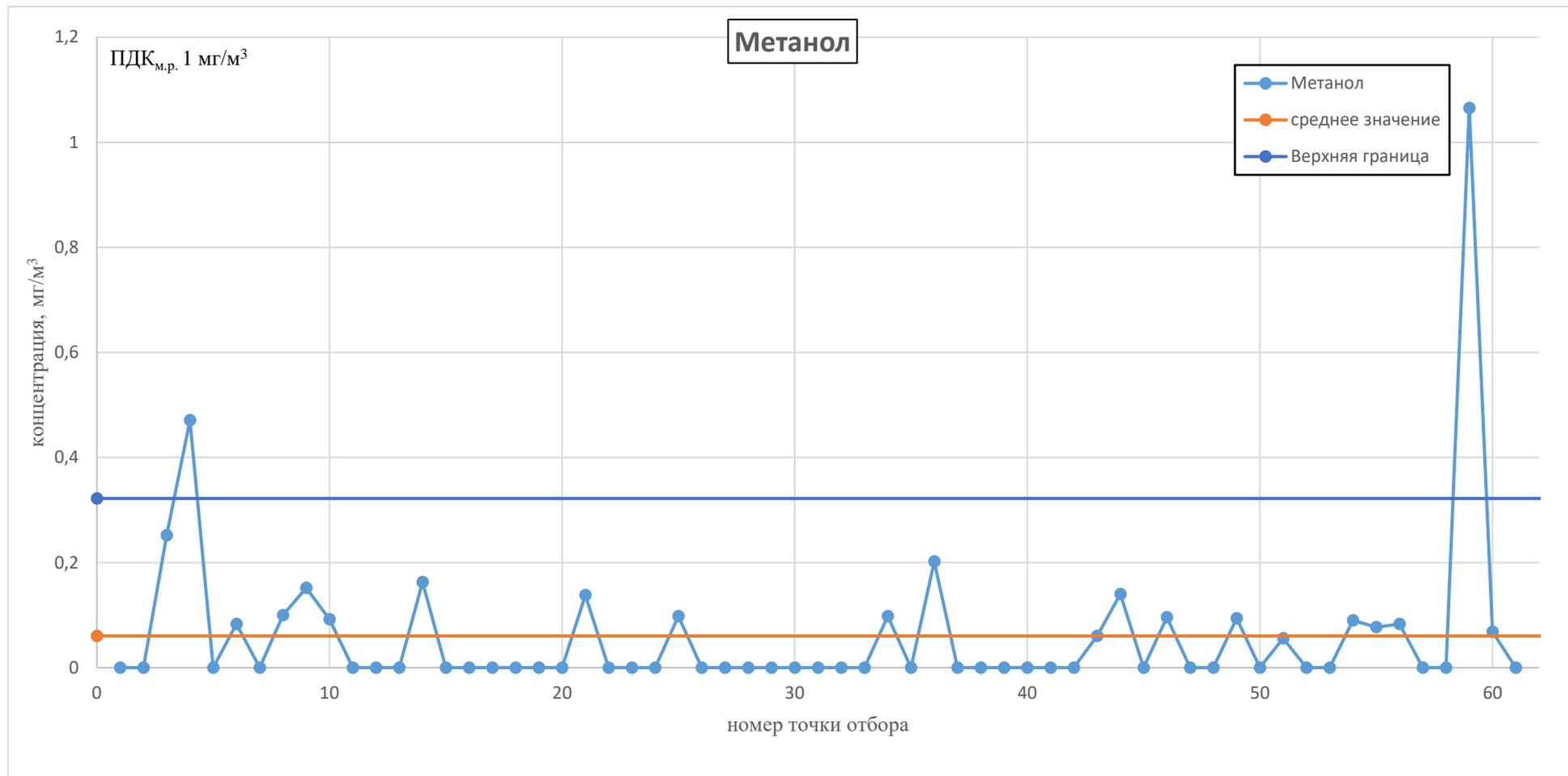


Рисунок 64 — Карта Шухарта (метанол)

Следующим этапом было определение точек, на которых зафиксировано превышение верхней границы карты Шухарта. Данные по этим точкам сведены в таблицу 17. Согласно данной таблице, большинство значений, выходящих за верхнюю границу карты Шухарта, получены при замерах, проводимых на основании жалоб населения (71%), что свидетельствует о том, что несмотря на низкую концентрацию (ниже ПДК для каждого вещества), население способно почувствовать повышение концентрации загрязняющих веществ относительно «фоновых» значений. Учитывая стабильность результатов срединных значений, в дальнейшем необходимо продолжать мониторинг веществ, на основе которых построены соответствующие карты Шухарта. В таблице 17 представлена Сводная таблица значений, выходящих за верхний предел контрольных карт Шухарта.

Таблица 17 — Сводная таблица значений, выходящих за верхний предел контрольных карт Шухарта.

№ п/п	Номер точки	Определяемое вещество	Причина отбора на точке	Направление ветра
1	53	Оксид углерода	Жалоба	Западное
2	59	Оксид углерода	Жалоба	Восточное
3	4	Азота оксид	Жалоба	Восточное
4	55	Азота оксид	Жалоба	Северо-западное
5	23	Азота диоксид	Жалоба	Юго-восточное
6	55	Азота диоксид	Жалоба	Северо-западное
7	40	Аммиак	Жалоба	Юго-западное
8	51	Аммиак	Жалоба	Северное
9	54	Аммиак	Жалоба	Северо-западное
10	58	Аммиак	Жалоба	Северо-западное
11	41	Серы диоксид	Плановая	Северное
12	44	Серы диоксид	Плановая	Северо-восточная
13	53	Серы диоксид	Жалоба	Западное
14	54	Взвешенные частицы	Жалоба	Северо-западное
15	56	Взвешенные частицы	Жалоба	Северо-западное
16	52	Фенол	Жалоба	Восточное
17	53	Фенол	Жалоба	Западное
18	57	Фенол	Жалоба	Северное
19	58	Фенол	Жалоба	Северо-западное
20	37	Бензол	Плановая	Юго-западное
21	40	Бензол	Жалоба	Юго-западное
22	49	Бензол	Жалоба	Юго-западное
23	6	Толуол	Плановая	Северное
24	40	Толуол	Жалоба	Юго-западное
25	52	Этилбензол	Жалоба	Восточное
26	53	Этилбензол	Жалоба	Западное
27	4	<i>o</i> -Ксилол	Жалоба	Восточное

Продолжение таблицы 17

№ п/п	Номер точки	Определяемое вещество	Причина отбора на точке	Направление ветра
28	5	<i>o</i> -Ксилол	Плановая	Северо-восточное
29	6	<i>o</i> -Ксилол	Плановая	Северное
30	7	<i>o</i> -Ксилол	Плановая	Северное
31	8	<i>o</i> -Ксилол	Плановая	Северо-западное
32	9	<i>o</i> -Ксилол	Плановая	Северо-западное
33	11	<i>o</i> -Ксилол	Плановая	Северо-восточное
34	12	<i>o</i> -Ксилол	Плановая	Южное
35	14	<i>o</i> -Ксилол	Плановая	Юго-восточное
36	18	<i>o</i> -Ксилол	Плановая	Юго-восточное
37	30	<i>o</i> -Ксилол	Плановая	Южное
38	34	Ацетон	Плановая	Южное
39	36	Ацетон	Жалоба	Северное
40	46	Ацетон	Жалоба	Северо-западное
41	53	Ацетон	Жалоба	Западное
42	54	Ацетон	Жалоба	Северо-западное
43	55	Ацетон	Жалоба	Северо-западное
44	56	Ацетон	Жалоба	Северо-западное
45	57	Ацетон	Жалоба	Северное
46	58	Ацетон	Жалоба	Северо-западное
47	59	Ацетон	Жалоба	Восточное
48	60	Ацетон	Жалоба	Юго-западное
49	61	Ацетон	Жалоба	Северо-западное
50	4	Метанол	Жалоба	Восточное
51	59	Метанол	Жалоба	Восточное

4.3 Характеристики токсикантов

По данным аудиторско-консалтинговой сети «FinExpertiza», входящей «РосБизнесКонсалтинг» (РБК), в России в 2020 году поставлен рекорд по загрязнению воздуха. Уже в ноябре количество случаев загрязнения атмосферы в три раза превысил показатель предыдущего года. Наиболее загрязненными регионами оказались Самарская, Оренбургская области и Бурятия. В текущем году зафиксировано рекордное количество случаев высокого и экстремально высокого загрязнения воздуха [4].

Эксперты «FinExpertiza» пояснили РБК, что под высоким загрязнением понимается содержание в атмосферном воздухе одного или нескольких веществ, превышающее предельно допустимую концентрацию в десять и более раз. Экстремально высокое загрязнение — превышение максимальной разовой предельно допустимой концентрации веществ в 20–29 раз при сохранении этого уровня более двух суток, либо в 30–49 раз при сохранении этого уровня от восьми часов и более, либо в 50 и более раз при разовой

фиксации. Такое загрязнение сопровождается визуальными и органолептическими признаками, в том числе появлением устойчивого несвойственного конкретной местности или сезону запаха, выпадением подкрашенных дождей и других атмосферных осадков.

Высокие и экстремально высокие загрязнения могут нанести существенный вред окружающей природе и здоровью населения.

Основными источниками загрязнения воздуха является индустриализация, энергетическая отрасль, транспортная индустрия. Растущий спрос на энергию сделал сжигание углеводородов главным источником загрязнения атмосферы антропогенного происхождения. Антропогенными источниками загрязнения воздуха являются химическая конверсия топлива, добыча и транспортировка сырья, химическая, металлургическая, перерабатывающая промышленность, а также свалки для сырья и отходов.

Загрязненный воздух поглощается людьми в основном во время дыхания. Он способствует развитию респираторных заболеваний, аллергии, хронических заболеваний дыхательных путей. В быту человека загрязнение атмосферного воздуха вызывает коррозию металлов и строительных материалов.

В таблице 18 приведены данные о токсических свойствах и предельно допустимые концентрации ряда токсикантов, характерных для атмосферного воздуха крупных городов, в том числе для г. Тольятти. В этой же таблице перечислены методики количественного определения этих токсикантов.

Таблица 18 — Данные о токсических свойствах и предельно допустимые концентрации ряда токсикантов, характерных для атмосферного воздуха крупных городов, в том числе для г. Тольятти

Вещество	Влияние на организм	ПДК (ОБУВ) м.р/с.с, мг/м ³	Методика определения	Диапазон, мг/м ³
Азота оксид	Являются ядами крови, оказывают воздействие на центральную нервную систему	0,4/0,06	РД 52.04.792-2014	0,028–2 ,8 0,001–10
Азота диоксид		0,2/0,04	Газоанализатор ЕТ-909-11, руководство по эксплуатации	0,021–4 ,3 0,001–10
Серы диоксид	Вызывает спазмы бронхов, раздражает дыхательные пути.	0,5/0,05	РД 52.04.822-2015 УФ-Флуоресцентный анализатор Т-101, руководство по эксплуатации	0,0025–8 0,001–54
Углерода оксид	Вытесняет кислород из гемоглобина, уменьшает снабжение тканей организма кислородом.	5,0/3,0	Газоанализатор К-100, руководство по эксплуатации	0,1–50
Аммиак	Раздражение глаз и слизистой носа, чихание, покраснение лица, потливость	0,2/0,04	РД 52.04.791-2014 Газоанализатор ЕТ-909-11, руководство по эксплуатации	0,02–5 ,0 0,001–10
Сероводород	Очень низкий порог ощущения 0,0012мг/м ³ . Опасен привыканием к запаху. Воздействует на центральную нервную систему	0,008/–	РД 52.04.795-2014 УФ-флуоресцентный анализатор Т-101, руководство по эксплуатации	0,006–0 ,1 0,001–14
Сажа	Длительное вдыхание угольной пыли ведёт к поражению лёгких	0,15/0 ,05	РД 52.04.831-2015	0,03–0,8
Взвешенные вещества	Воздействие на человека зависит от размера частиц пыли и состава. Наибольший ущерб здоровью наносит мелкая пыль с большим содержанием оксида кремния, т.к. проникает в глубокие дыхательные пути	0,5/0,15	РД 52.04.893-2020 Анализатор пыли DUSTTRAK 8533, руководство по эксплуатации	0,3–10 0,01–150

Продолжение таблицы 18

Вещество	Влияние на организм	ПДК (ОБУВ) м.р/с.с, мг/м ³	Методика определения	Диапазон, мг/м ³
Пределные и непределные углеводороды	Наиболее инертные среди органических соединений	200/50 (C ₁ –C ₅) 50/5 (C ₆ –C ₁₀)	ПНД Ф 13.1:2:3.23-99 ПНД Ф 13.1:2:3.25-99 МКХА УФКВ 08.0007-ФХИ МКХА УФКВ 08.0008-ФХИ	1–1500 0,2–100 1,5–2100
Бензол	Поражают центральную нервную систему, желудочно-кишечный тракт, органы кроветворения, обладают наркотическими свойствами. Наиболее опасен своим воздействием бензол.	0,3/0,1	МКХА УФКВ 08.0005-ФХИ	0,005–1
Толуол		0,6/–		
<i>m-,n-,o</i> -Ксилолы		0,2/–		
Этилбензол		0,02/–		
Стирол		0,04/0,002		
α -Метилстирол		0,04/–		
Фенол	При вдыхании в лёгких задерживается от 60 до 80%. Вызывает раздражение дыхательных путей, расстройство пищеварения, кожный зуд, бессонницу.	0,01/0,006	РД 52.04.186-89 МКХА УФКВ 08.0004-ФХИ	0,0015–0,02 0,005–1
Ацетофенон	Обладает запахом черёмухи, при больших концентрациях вызывает снижение давления, раздражение слизистых	0,01/–	МУК 4.1.618-96 Методические указания по хромато-масс-спектрометрическому определению летучих органических веществ в атмосферном воздухе	0,001–0,2
Формальдегид	Раздражают верхние дыхательные пути	0,05/0,01	РД 52.04.823-2015 Измерительный комплекс ФОРТ ИРМБ.413312.004РЭ, руководство по эксплуатации	0,01–0,2 0,01–0,500
Ацетальдегид		0,01/–	МУК 4.1.599-96	0,008–0,1

Продолжение таблицы 18

Вещество	Влияние на организм	ПДК (ОБУВ) м.р/с.с, мг/м ³	Методика определения	Диапазон, мг/м ³
Изопрен	Поражают центральную нервную систему	0,5/-	Методика выполнения измерений массовой концентрации органических веществ (33 соединений) в промышленных выбросах в атмосферу, в воздухе рабочей зоны и в атмосферном воздухе газохроматографическим методом	0,01–100
Дивинил		3/1		0,01–100
Циклогексан		1,4/-		0,01–100
Триметилбензол (мезитилен)		0,1 (ОБУВ)		0,01–100
Бензальдегид	Раздражает верхние дыхательные пути	0,04/-		0,01–100
Циклогексанол	Вызывает раздражение слизистых, легко проникает через кожу, вызывает отёк слизистых и дерматит.	0,06/0,06	РД 52.04.186-89 (5.3.3.8)	0,02–2
Циклогексанон	Обладает наркотическим и раздражающим действием	0,04/-		0,02–2
Метанол	Вещество умеренной токсичности	1,0/0,5	МУК 4.1.624-96	0,05–5,0
Бенз(а)пирен	Являются канцерогенными веществами, вызывают нарушения функций печени, лейкоцитоз, уменьшение содержания гемоглобина в крови	-/0,001 мкг/м ³	МУК 4.1.1273-03 (метод ВЭЖХ), (только для бенз(а)пирена)	0,0005–10
Нафталин		0,007/-	ГОСТ Р ИСО 12884-2007 (ГХ/МС) ГОСТ Р ИСО 16362-2009 (метод ВЭЖХ)	0,05–1000 нг/см ³ от 4нг/см ³ с последующим пересчётом на отобранный объём воздуха

Продолжение таблицы 18

Вещество	Влияние на организм	ПДК (ОБУВ) м.р/с.с, мг/м ³	Методика определения	Диапазон, мг/м ³
Трихлорметан	Вдыхание хлороформа пагубно влияет на работу центральной нервной системы. Вдыхание воздуха с содержанием хлороформа порядка 0,09 % (900 ppm) за короткое время может вызвать головокружение, усталость и головную боль. Постоянное воздействие хлороформа может вызвать заболевания печени и почек. Приблизительно 10 % населения Земли имеют аллергическую реакцию на хлороформ, приводящую к повышению температуры тела (до 40 °С).	0,03/0,1	ФР.1.31.2009.05686	Не указано
Гексаналь	Поражает ЦНС, раздражающее, прижигающее, сенсibiliзирующее, наркотическое действие. При остром ингаляционном отравлении – конъюнктивит, острый риноларинготрахеобронхит вплоть до отёка лёгких.	Не установлена /0,01	ФР.1.31.2019.33184	0,05–12,0 мг/м ³
Бензойная кислота	Раздражает слизистые оболочки	Не установлено	Отсутствует	Отсутствует
Нафталин	При остром отравлении нафталин вызывает головные боли, тошноту, рвоту, раздражение слизистых оболочек. Длительное воздействие нафталина может вызвать повреждение или разрушение красных кровяных телец (эритроцитов). Хроническое воздействие нафталина также приводит к нарушению работы печени и поджелудочной железы, вызывает развитие атрофического ринита и фарингита.	Не установлена/0,007	ФР.1.31.2015.20533	0,005–0,05 мг/м ³ 0,05–1,0 мг/м ³

Продолжение таблицы 18

Вещество	Влияние на организм	ПДК (ОБУВ) м.р/с.с, мг/м ³	Методика определения	Диапазон, мг/м ³
Метилнафталены	Аналогичны нафталину, но менее выражены	Не установлено	Отсутствует	Отсутствует
Нонаналь	Аналогично гексаналю	–/0,02	ФР.1.31.2019.33184	0,8–12,0 мг/м ³
Деканаль	Аналогично гексаналю	Не установлена/0,02	МУК 4.1.1045-01	0,005–0,15 мг/м ³
Трихлорэтилен	Трихлорэтилен является токсичным наркотическим веществом. Накапливается в организме, представляет опасность для сердечно-сосудистой и нервной систем, органов дыхания, зрения. При продолжительном воздействии на кожу вызывает её повреждение и дерматиты.	1,0/4,0	ФР.1.31.2016.23996	0,05–110 мг/м ³
Ацетон	Бесцветная летучая жидкость с характерным запахом. Ацетон малотоксичен, относится к малоопасным веществам. Сильно раздражает слизистые оболочки. Пары оказывают слабое наркотическое действие. При попадании внутрь вызывает состояние опьянения.	0,35/0,35	РД 52.04.186-89	0,16-3,5 мг/м ³

Продолжение таблицы 18

Вещество	Влияние на организм	ПДК (ОБУВ) м.р/с.с, мг/м ³	Методика определения	Диапазон, мг/м ³
Этилацетат	Бесцветная летучая жидкость с резким запахом. Пары этилацетата раздражают слизистые оболочки глаз и дыхательных путей, при действии на кожу вызывают дерматиты и экземы	0,1/не установлена	МУК 4.1.3170-14	0,02-0,12 мг/м ³
Бутилацетат	Органический растворитель с характерным фруктовым запахом. На человека слабораздражающее действие оказывает пар с концентрацией 2 г/м ³ на протяжении 1 минуты. В случае воздействия 1,5 г/м ³ возможны жалобы раздражение горла и глаз.	0,1/не установлена	МУК 4.1.3170-14	0,02-0,12 мг/м ³
1,2-Дихлорэтан	Бесцветная жидкость со сладковатым запахом. Является сильным наркотическим средством, оказывающим на человека канцерогенное действие.	3,0/1,0	Отсутствует	Отсутствует
1-Бутанол	Бесцветная вязковатая жидкость с характерным запахом сивушного масла. Пары н-бутилового спирта оказывают раздражающее действие на конъюнктиву и роговицу глаз. Токсичность бутанола невелика (LD50 составляет 2290—4360 мг/кг), но максимальная среди младших спиртов. При употреблении внутрь возникает эффект, сходный с эффектом от употребления этанола	0,1/не установлена	МУК 4.1.3170-14	0,02-0,12 мг/м ³

Продолжение таблицы 18

Вещество	Влияние на организм	ПДК (ОБУВ) м.р/с.с, мг/м ³	Методика определения	Диапазон, мг/м ³
Октанол	Относится к классу жирных спиртов. Содержится в эфирных маслах цитрусовых (грейпфрутовое масло, апельсиновое масло). Запах — сильный жирно-цитрусовый. В высоких концентрациях вызывает раздражение глаз	0,6/0,2	РД 52.04.186-89	0,2-5 мг/м ³
Изопренол (3-метилбут-3-ен-1-ол)	Бесцветная жидкость. Малотоксичен	Не установлено	Отсутствует	Отсутствует
2-Этилгексанол	Бесцветная жидкость с характерным запахом, 2-этилгексанол проявляет низкую токсичность в моделях на животных, но 2-этилгексанол - причина проблем со здоровьем, связанных с качеством воздуха в помещении, он вызывает раздражение дыхательной системы. 2-Этилгексанол выделяется в воздух из ПВХ – полов	0,3/не установлена	Отсутствует	Отсутствует
Уксусная кислота	Концентрированная уксусная кислота представляет собой бесцветную жидкость с характерным резким запахом и кислым вкусом, является сильным раздражителем кожи и вызывает покраснение, химические ожоги. При случайном глотании наблюдаются серьезные язвенно-некротические повреждения верхних отделов пищеварительного тракта	0,02/не установлена	ГОСТ 32384-2013	0,01 - 1,0 мг/м ³

Продолжение таблицы 18

Вещество	Влияние на организм	ПДК (ОБУВ) м.р/с.с, мг/м ³	Методика определения	Диапазон, мг/м ³
Пропионовая кислота	Метилуксусная кислота - бесцветная едкая жидкость с резким запахом. Основная опасность пропионовой кислоты — это химические ожоги, которые могут произойти при контакте с концентрированной кислотой	0,02/не установлена	МУК 4.1.616-96	0,01 - 1,0 мг/м ³
Бутановая кислота	Бутановая (масляная) кислота - бесцветная жидкость с резким запахом прогорклого масла	0,15/0,01	МУК 4.1.616-96	0,01 - 1,0 мг/м ³
Пентановая кислота	Пентановая (валериановая кислота) - бесцветная жидкость с неприятным запахом. Обладает запахом рвоты и вызывает рвотный рефлекс у человека. При попадании на кожу или слизистые оболочки может вызвать ожоги	0,003/0,01	МУК 4.1.616-96	0,01 - 1,0 мг/м ³
Фенилацетилен	При попадании на кожу и в глаза вызывает выраженное раздражение.	Не установлен	Отсутствует	Отсутствует
Фталевая кислота и фенилмалеиновый ангидрид	Поликарбоновые кислоты (фталева кислота), и их ангидриды (фенилмалеиновый ангидрид) обладают раздражающим и общетоксическим действием. В частности, фталевый ангидрид вызывает экземы, действует на дыхательную систему и на пищеварительный тракт Фталаты, имитирующие структуру эстрогена, могут вызывать нарушения в эндокринной системе, способны ослаблять действие тестостерона — основного мужского гормона позвоночных и человека	Не установлен	Отсутствует	Отсутствует
Бензамид	Бензамид - используется как лекарство для лечения тошноты и рвоты различной этиологии. Однако, предполагается, что данное вещество вызывает генетические дефекты.	Не установлен	Отсутствует	Отсутствует

Продолжение таблицы 18

Вещество	Влияние на организм	ПДК (ОБУВ) м.р/с.с, мг/м ³	Методика определения	Диапазон, мг/м ³
Дифенилэтандион	Дифенилэтандион (дифензоил, дифенилглиоксаль) – вызывает серьезное раздражение глаз и кожи. Может вызывать раздражение дыхательных путей	Не установлен	Отсутствует	Отсутствует
2,6-Ди-трет-бутил-1,4-бензохинон	Малотоксичен	Не установлен	Отсутствует	Отсутствует
4,4-диметил-1,3-диоксан	Малотоксичен	0,01/0,004	Отсутствует	Отсутствует
Пентаналь	Альдегиды до С ₁₂ — жидкости, а альдегиды нормального строения с более длинным неразветвлённым углеродным скелетом являются твёрдыми веществами. Альдегиды являются компонентами многих парфюмерных изделий, в низких концентрациях имеют приятный запах Токсичны. Способны накапливаться в организме, обладают раздражающим и нейротоксическим действием	0,03/Не установлен	МУК 4.1.1044-1053-01	0,005 - 0,15 мг/м ³
Гептаналь	Аналогично пентаналю	0,01/Не установлен	МУК 4.1.1044-1053-01	0,005 - 0,15 мг/м ³
Октаналь	Аналогично пентаналю	0,02/Не установлен	МУК 4.1.1044-1053-01	0,005 - 0,15 мг/м ³

4.4 Возможные источники поступления токсикантов в атмосферу

В результате выполненных исследований НИИ ГПЭЧ, сформирован список приоритетных специфических загрязнителей атмосферного воздуха г.о. Тольятти. Основными токсичными специфическими загрязнителями воздуха можно считать: ацетон, бензол, бутилацетат, стирол и метилстиролы, метилметакрилат, бензальдегид, фенол, толуол, ксилолы, алкилбензолы с молекулярной массой 120 – 148 а.е.м., нафталин, бензойная кислота ацетофенон, бензофенон, галогенуглеводороды: хлороформ, 1,2-дихлорэтан, трихлорэтилен, четыреххлористый углерод. Эти органические соединения, с высокой долей вероятности, можно отнести к промышленным загрязнителям и компонентам автомобильного топлива и продуктам его сгорания. К списку можно добавить пиридин, фталевую кислоту и фенилмалеиновый ангидрид, 2,6-ди-tert-бутил-1,4-бензохинон. В воздухе города отмечены разнообразные кислород содержащие соединения спирты: бутанол, октанол, 2-этилгексанол, изопренол, карбоновыми кислоты (уксусная, метилуксусная, пропионовая, масляная, изомаляная, валериановая, изовалериановая, капроновая) и альдегиды с длиной углеводородной цепочки от C₅ до C₁₂. Присутствие этих соединений в воздухе может быть связано с процессами гниения мусора (бытовых отходов). Процессы разложения бытовых отходов проходят в основном под воздействием бактерий: ацидогенов и метаногенов. Ацидогены производят первичное разложение мусора на летучие карбоновые кислоты, метаногены перерабатывают летучие карбоновые кислоты в метан CH₄ и диоксид углерода CO₂.

В ряде работ методом ГХ-МС показано наличие в воздухе свалок бытового мусора соединений, содержащих оксигенированные группы, такие как карбоновые кислоты и спирты, что указывает на высокую вероятность того, что разложение отходов на свалке находится в ацидогенной фазе. Это предположение может быть спорным, однако, в данном исследовании было отмечено увеличение содержания карбоновых кислот в летние месяцы. Для выявления истинных источников загрязнения воздуха в городе Тольятти работы по его исследованию следует продолжать. Выполнение таких сложных исследований возможно при оснащении современным приборным оснащением лабораторий, занимающихся анализом воздушной среды. Для многих выше перечисленных веществ установлены нормативы содержания в атмосферном воздухе. Ряд соединений имеют неприятный запах, обладают канцерогенными, тератогенными и мутагенными свойствами. Летучие органические загрязнители и их возможные источники приведены в таблице 19.

Таблица 19 — Возможные источники поступления токсикантов в атмосферу

Вещество	Возможный источник поступления в атмосферу
Азота оксид	Горение практически всех твердых горючих материалов, предприятия производства азотной кислоты
Азота диоксид	Горение практически всех твердых горючих материалов, предприятия производства азотной кислоты
Серы диоксид	Горение серосодержащих веществ, предприятия производства серной кислоты (обжиг пирита и колчедана), ТЭЦ
Углерода оксид	Горение топлива в печах и двигателях внутреннего сгорания
Аммиак	Производство минеральных удобрений, производство азотной кислоты, хладагент
Сероводород	Добыча и переработка нефти, химические процессы, бытовые отходы
Сажа	Дизели, авиационные турбины, тепловые энергетические установки, лесные пожары
Взвешенные вещества	отрасли металлургического, химического и текстильного производства, строительство, автотранспорт
Предельные и непредельные углеводороды	Топливо, добыча и переработка нефти, производства органического синтеза
Бензол	Широко применяется в промышленности, является исходным сырьём для производства лекарств, различных пластмасс, синтетической резины, красителей. Входит в состав сырой нефти
Толуол	Сырье для производства бензола, бензойной кислоты, нитротолуолов (тринитротолуола), толуилена, диизоцианатов, бензилхлорида и других органических веществ. Растворитель в химическом синтезе для многих органических веществ и полимеров, входит в состав различных товарных растворителей для лаков и красок
<i>m-,n-,o</i> -Ксилолы	Автомобильный транспорт, выбросы лакокрасочных производств. Применяются в качестве растворителей. ПДК ксилолов в воздухе рабочей зоны 150 мг/м ³
Этилбензол	Производство стирола. Получение ацетофенона жидкофазным каталитическим окислением, как растворитель и компонент высокооктановых бензинов
Стирол	Промышленное получение стирола и производство полимеров
α -Метилстирол	Является одним из связующих мономеров в синтезе α -метилстирольных каучуков, так и может выделяться в значительных количествах при горении резины на основе этих каучуков
Фенол	Производство бисфенола фенолформальдегидных смол, нейлона, капрона, антиоксидантов, ПАВ. Производство лекарств, антисептиков, пестицидов
Ацетофенон	Ацетофенон и некоторые его производные используются как душистые вещества в парфюмерии
Формальдегид	Производство синтетических смол, органический синтез
Ацетальдегид	Производство органических веществ, полимеров, образуется при окислении
Изопрен	Предприятия производства каучуков

Продолжение таблицы 19

Вещество	Возможный источник поступления в атмосферу
Дивинил	Предприятия производства каучуков
Циклогексан	Сырье для получения капролактама, адипиновой кислоты и циклогексанона; растворитель эфирных масел, восков, лаков, красок, экстрагент в фармацевтической промышленности
Триметилбензол (мезитилен)	Компонент топлива, используют в производстве промежуточных продуктов красителей
Бензальдегид	Продукт окисления топлива
Циклогексанол	Предприятия производства капролактама
Циклогексанон	Предприятия производства капролактама
Метанол	Растворитель, синтез органических веществ (например, метил- <i>трет</i> -бутилового эфира)
Бенз(а)пирен	Побочный продукт сгорания топлива
Нафтол	Синтез органических веществ
Трихлорметан (хлороформ)	Используется на промышленных предприятиях как экстрагент и растворитель
Гексаналь	Продукт сгорания компонентов бензина
Бензойная кислота	Бензойную кислоту и её соли используют при консервировании пищевых продуктов, в парфюмерии. Производные хлор- и нитробензойные кислоты, широко применяются для синтеза красителя
Нафталин	Сырье для химической промышленности: синтеза фталевого ангидрида, тетралина, декалина, разнообразных производных нафталина. Производные нафталина применяют для получения красителей и взрывчатых веществ, в медицине
Метилнафталины	Могут присутствовать в дизельном топливе
Нонаналь	Продукт сгорания компонентов бензина
Деканаль	Продукт сгорания компонентов бензина
Трихлорэтилен	Трихлорэтилен широко применяется в промышленности и быту. Используется для улучшения свойств инсектицидов; для обезжиривания металлов, для химической чистки тканей
Ацетон	Ацетон — промышленный растворитель при производстве лаков, взрывчатых веществ, лекарственных средств. Является исходным сырьем в многочисленных химических синтезах
Этилацетат	В промышленности используется как растворитель, из-за малой токсичности и приемлемого запаха. Как растворитель полиуретана, нитроцеллюлозы, ацетилцеллюлозы, жиров, восков, для чистки печатных плат, в смеси со спиртом — растворитель в производстве искусственной кожи
Бутилацетат	Растворитель нитроцеллюлозы, хлоркаучука, глифталевых смол и др. плёнкообразующих веществ, применяемых в лакокрасочной промышленности. Входит в состав многих многокомпонентных растворителей 646 и 648.
1,2-Дихлорэтан	Полупродукт для получения винилхлорида, этиленгликоля, тиокола

Продолжение таблицы 19

Вещество	Возможный источник поступления в атмосферу
1-Бутанол	Применяют как растворитель в лакокрасочной промышленности, в производстве смол и пластификаторов: дибутилфталата, трибутилфосфата, для получения бутилацетата и бутилакрилата и эфиров с гликолями
Октанол	Применяют как компонент парфюмерных композиций, отдушек и пищевых эссенций. Бинарная система н-октанол — вода также применяется в фармацевтической химии
Изопренол (3-метилбут-3-ен-1-ол)	Продукт основного органического синтеза производится в качестве промежуточного многотоннажного химического продукта
2-Этилгексанол	75 % 2-этилгексанола расходуется на синтез пластификаторов, 14 % — на получение 2-этилгексилакрилата, для производства эмульсионных красок, адгезивов, чернил для печати, ~ 10 % — на получение добавок к смазкам и маслам, менее 5 % — в синтезе поверхностно-активных веществ
Уксусная кислота	Пищевая промышленность, растворитель в производстве ацетилцеллюлозы, ацетона
Пропионовая кислота	Пропионовая кислота и её производные применяют в производстве: гербицидов (пропанол, дихлорпрол), (ибупрофен, феноболлин и др.), душистых веществ, пластмасс (поливинилпропионат), растворителей, винилпластификаторов и ПАВ (гликолевые эфиры)
Бутановая кислота	Масляная кислота используется в производстве ацетобутиратов целлюлозы, пищевых и кормовых добавок
Пентановая кислота	Среди изомеров валериановой кислоты наибольшее значение имеет 3-метилбутановая кислота (изовалериановая кислота), которую получают из валерианового корня или синтетически, применяется для синтеза лекарственных веществ: валидола, бромурала и др., а также для химического синтеза рацематов аминокислоты валина
Фенилацетилен	Продукт для промышленного синтеза
Фталевая кислота и фенилмалеиновый ангидрид	Предприятия производства фталатов
Бензамид	Фармацевтическая промышленность
Дифенилэтандион	Химическая промышленность. Используется как химикат для синтеза
2,6-Ди-трет-бутил-1,4-бензохинон	2,6-ди-трет-бутил-1,4-бензохинон применяется в качестве антиоксиданта для изучения скорости выведения микрозагрязнителей из ливневых и сточных вод, как окислитель, катализатор полимеризации, как метаболит бутилгидрокситолуола (ионола)
4,4-Диметил-1,3-диоксан	Является промежуточным веществом при синтезе изопрена из формальдегида и изобутанола, также используется в парфюмерной промышленности
Пентаналь	Продукт сгорания компонентов бензина
Гептаналь	Продукт сгорания компонентов бензина
Октаналь	Продукт сгорания компонентов бензина

ВЫВОДЫ

1. По результатам статистической обработки измерений атмосферного воздуха методами количественного химического анализа определены вещества, концентрация которых в атмосферном воздухе г.о. Тольятти оказалась наибольшей (по частоте превышения ПДКм.р.): фенол, стирол, этилбензол; однократно были зафиксированы превышения ПДКм.р.: оксид углерода, метанол, взвешенные вещества. При этом наиболее часто высокие значения концентраций фиксировались в Центральном районе города при северном ветре, что коррелирует с жалобами населения.

2. При статистическом анализе с применением контрольных карт Шухарта (по веществам, контролируемым ПЭЛ в автоматическом режиме: оксид углерода, азота оксид, азота диоксид, аммиак, серы диоксид, взвешенные частицы, взвешенные частицы, фенол, бензол, толуол, этилбензол, *o*-ксилол, ацетон и метанол) были выявлены отклонения от среднестатистических концентраций загрязняющих веществ, указывающих на наличие в момент отбора проб факторов, не характерных для остального периода наблюдения. При этом 71% отклонений зафиксированы при наличии жалоб от населения.

3. В результате выполненных исследований совместно с НИИ ГПЭЧ с использованием современных высокоинформативных методов физико-химического анализа (газовая хроматография и хроматомасс-спектрометрия с предварительным концентрированием) сформирован список приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха г.о. Тольятти. Основными токсичными загрязнителями воздуха можно считать: ацетон, бензол, бутилацетат, стирол и метилстиролы, метилметакрилат, бензальдегид, фенол, толуол, ксилолы, алкилбензолы с молекулярной массой 120 – 148 а.е.м., нафталин, бензойная кислота, ацетофенон, бензофенон, галогенуглеводороды: хлороформ, 1,2-дихлорэтан, трихлорэтилен, четыреххлористый углерод. Эти органические соединения, с высокой долей вероятности, можно отнести к промышленным загрязнителям и компонентам автомобильного топлива и продуктам его сгорания. К списку можно добавить пиридин, фталевую кислоту и фенилмалеиновый ангидрид, 2,6-ди-tert-бутил-1,4-бензохинон. В приложении Е представлен единый сводный состав атмосферного воздуха в целом по городскому округу Тольятти

Помимо этого, содержание бенз(а)пирена в пробах, отобранных на территории г.о. Тольятти, составило менее среднесуточной предельно допустимой концентрации в атмосферном воздухе (до 1 нг/м³).

4. Появление характерного запаха в городской черте обусловлено наличием следующих соединений: пентаналь, гексаналь, гептаналь, нонаналь, деканаль, уксусная,

масляная, изомасляная, валериановая, капроновая, каприловая и пеларгоновая кислоты, толуол, ксилолы, бензальдегид, ацетофенон. Масляная, изомасляная и валериановая кислоты обладают очень неприятным запахом – резкий запах прогорклого масла, присутствуя в воздухе даже в незначительных количествах, могут вызвать неприятные ощущения.

Помимо этого, отдельно можно отметить ряд веществ, специфичных для атмосферного воздуха г. Тольятти: 4,4-диметил-1,3-диоксан, диэтилкарбонат, 2,5-диметил-2,5-гександиол, фенол, метоксифенилоксим, бензамид. Данные вещества обнаружены при многократных отборах проб воздуха и в некоторых случаях могут являться маркерами для определения источника их выброса или же являются продуктами вторичных трансформаций компонентов выбросов в атмосфере.

5. В основном жалобы на неприятный запах, возникающий в разных районах г.о. Тольятти при наступлении неблагоприятных метеорологических условий, который, вероятно, обусловлен выбросами предприятий, сосредоточенных в северном промышленном узле (летучие мономеры, растворители, абсорбенты, промежуточные и побочные продукты синтеза каучука, капролактама, синтетических смол, выбросы очистных сооружений и др.). Индивидуальные компоненты этих выбросов обладают сильным запахом, однако среди них не обнаруживаются высокотоксичные вещества, относящиеся к первому классу опасности.

6. В большинстве проб атмосферного воздуха г. Тольятти, отобранных в 2019–2020 г.г., обнаружены длинноцепочечные алифатические альдегиды и карбоновые кислоты, а также бензальдегид и бензойная кислота. Их наличие в пробах может объясняться как процессами гниения бытовых отходов под воздействием бактерий (ацидогенов, метаногенов), так и образованием из компонентов атмосферных аэрозолей в процессе анализа.

7. В период проведения исследований основные результаты НИР были обнародованы в средствах массовой информации г.о. Тольятти (ссылки и фотоматериалы представлены в приложении Ж).

РЕКОМЕНДАЦИИ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА УЛУЧШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ В Г.О. ТОЛЬЯТТИ, СВЯЗАННОЙ С КАЧЕСТВОМ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

В основу предложений легли результаты, полученные при проведении натурных измерений атмосферного воздуха, а также анализ практик других городов, имеющих аналогичные проблемы и жалобы населения, связанные с качеством атмосферного воздуха. Предлагаемые мероприятия систематизированы в разрезе следующих основных блоков:

- **Блок мероприятий, направленных на снижение выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта;**
- **Блок мероприятий, направленных на снижение выбросов от промышленных предприятий;**
- **Блок мероприятий, направленных на озеленение и благоустройства города;**
- **Блок мероприятий, направленных на организацию мониторинга загрязняющих веществ;**
- **Блок мероприятий, связанных с совершенствованием имеющихся законодательных актов;**
- **Блок мероприятий, направленных на популяризацию экологических вопросов.**

I. Блок мероприятий, направленных на снижение выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта

Как отмечено в “Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года” - автомобильный транспорт является основным загрязнителем воздушного бассейна крупных городов (до 80% общих выбросов), его доля в общих выбросах по стране составляет 40%. Наличие таких веществ как диоксид азота, оксид азота, оксид углерода, этилбензол, бензапирен, формальдегид по результатам натурных измерений также свидетельствуют о высокой нагрузке со стороны автотранспорта на состояние атмосферного воздуха. Для решения первоочередных задач по снижению уровня загрязнения атмосферного воздуха автотранспортом необходимо:

1) При ускорении транспортного средства мгновенный расход топлива увеличивается в несколько раз от номинального. Таким образом, необходимо уменьшить ситуации, приводящие к торможению и разгону автомобилей (прежде всего автомобильные пробки; избыточные светофоры, прерывающие непрерывность движения транспортного

потока). Для реализации поставленной задачи предлагаются к использованию следующие инструменты:

- выявление узких мест в транспортной инфраструктуре города (в качестве инструмента можно использовать онлайн ресурс “Яндекс.Пробки” или аналоги);
- организация оптимальной работы светофоров и транспортных развязок, в том числе внедрение координированного регулирования работы режима светофоров по системе «зелёная волна» (в том числе с помощью автоматизированных систем управления дорожным движением (АСУД));
- проведение реконструкции сети автодорог с целью увеличения их пропускной способности, в том числе организация наземных/подземных пешеходных переходов на наиболее нагруженных участках дорог с целью исключения прерывания транспортных потоков;
- принятие мер, обеспечивающих ограничение притоков автотранспорта в центр города (в том числе транзитного);
- ограничение передвижения (проезда) грузового транспорта по городу (временные интервалы);
- развитие, субсидирование общественного муниципального транспорта (уменьшение количества частных перевозчиков), что позволит уменьшить пробки;
- проработка вопроса совершенствования действующей дороги, соединяющей Автозаводский и Центральный районы;
- обустройство автомобильных дорог, включая применение искусственных и растительных барьеров вдоль автомагистралей для снижения уровней шумового воздействия и загрязнения прилегающих территорий;
- разработка мероприятий, направленных на снижение транспортных потоков в периоды НМУ (можно воспользоваться опытом передовых стран: США, страны ЕС).

2) Применение топлив, имеющих отклонения от их требований, ухудшает техническое состояние двигателя и приводит к повышенному выбросу токсичных веществ. Таким образом, применяемое в городе топливо и его качество существенно влияет на производимые выбросы автотранспортом. Для реализации поставленной задачи предлагаются к использованию следующие инструменты:

- обеспечение проверки предприятий по отпуску и продаже нефтепродуктов на предмет соответствия продукции требованиям ТР ТС 013/2011, например, путем проверки сопроводительной документации (паспорта качества на партию продукции, паспорта

безопасности), а также выборочных проверок соответствия качества реализуемой продукции (для бензинов: сера, бензол, суммарная ароматика и ММА; - для дизтоплив: сера и ПАУ) требованиям Технического регламента Таможенного союза (Согласно ТР ТС 013/2011 на территории РФ:

- с 1.07.2016 «запрещается выпуск в обращение и обращение автомобильного бензина экологического класса К-4» (ЕВРО-4);

- с 31.12.2015 «запрещается выпуск в обращение и обращение автомобильного бензина экологического класса К-4» (ЕВРО-4);Только ЕВРО-5;

- организация мероприятий, обеспечивающих мотивацию перехода транспортных средств на экологически чистые виды топлива, а также снижение энергоемкости транспорта до уровня показателей передовых стран;

- перевести не менее 50% автомобильных парков общественного и муниципального транспорта на альтернативные виды топлива до 2025 года;

- разработка дорожной карты по поддержке эксплуатации электромобилей, в том числе развитие инфраструктуры, направленной на поддержание электромобилей (организация зарядных станций), выделение зон (улиц) в городе, въезд в которые возможен только на электромобилях или автомобилях с альтернативным видом топлива до 2025 года;

3) Техническое состояние автомобилей влияет на масштаб и степень токсичности загрязнения воздуха выбросами автотранспорта. Для России средний возраст автотранспортных средств значителен и составляет более 10 лет, в связи с этим количество токсичных выбросов в окружающую среду увеличивается. Таким образом, состояние автотранспорта влияет на производимые выбросы. В городе зарегистрировано более 250 тыс. автомобилей. Каждый как минимум 1 раз в год проводит ТО (замена масла, технических жидкостей). $250000 * 4 \text{ л} =$ миллион литров масла в год (около 21 ж/д цистерн в год). Для реализации поставленной задачи предлагаются к использованию следующие инструменты:

- обеспечить экологическую безопасность автомобильного транспорта путем повышения технического уровня транспортных средств, впервые регистрируемых на территории России, **усиления контроля за техническим состоянием эксплуатируемых автомобилей по экологическим показателям;**

- повысить мотивацию населения на исключение прохождения “фиктивных” технических осмотров, периодической проверки и замены каталитических нейтрализаторов двигателей внутреннего сгорания;

- контроль зарегистрированных автомастерских и техцентров на предмет соблюдения ФЗ-89 «Отходы производства и потребления»: контроль мест размещения отходов, контроль сроков хранения (не более 11 мес.), заключение договоров на утилизацию (переработку), разделение масел и технических жидкостей по классам опасности.
- выделение дорог или зон города, въезд на которые будет ограничен для автомобилей с низкими параметрами экологичности;
- организация регулярного ежеквартального контроля токсичности, дымности, соблюдение стандартов евро с последующей регулировкой двигателя муниципального и общественного транспорта с бензиновыми или дизельными двигателями;
- важным резервом снижения объемов воздействий, выбросов и сбросов, количества отходов на всех видах транспорта является профессиональная подготовка персонала, осуществляющего эксплуатацию транспортных средств;
- организация передвижных постов контроля выбросов выхлопных газов автотранспорта.

Индикаторы эффективности проводимых мероприятий блока №1

- доля альтернативных топлив в общем объеме потребления топлива автотранспортными средствами, в процентах;
- доля парка грузовых автомобилей, использующих альтернативные виды топлива, в процентах;
- доля утилизации отходов (включая вторичную переработку) на автомобильном транспорте, в процентах;
- снижение энергоемкости работы транспортной системы, в процентах к 2020 г.
- величина удельного энергопотребления на автомобильном транспорте, в граммах условного топлива на тонно-км.

II. Блок мероприятий, направленных на снижение выбросов от промышленных предприятий

Как было отмечено ранее, анализ данных натурных измерений, полученных в ходе проведения исследовательской работы, свидетельствует о том, что основные жалобы населения и наличие запахов в городе в основном происходят в период неблагоприятных метеорологических условий, прежде всего при наличии ветра со стороны промышленного узла города (северный, северо-западный, северо-восточный). Для решения поставленных

задач в области снижения уровня загрязнения атмосферного воздуха и контроля выбросов промышленных предприятий необходимо:

1) Рекомендовать **собственникам** предприятий увеличить долю бюджета, направленную на модернизацию и обновление основных фондов. Следует отметить, что многие производственные площадки построены более 50 лет назад и, безусловно, не способны в настоящее время обеспечить достаточный уровень надежности и экологической безопасности при эксплуатации. Следует отметить, что масштабная программа модернизации требует от бизнеса инвестиций. Предприятия, переходящие на современные экологические стандарты, вправе рассчитывать на такие меры поддержки, как механизм субсидирования "зеленых" облигаций, льготы по экологическим платежам, специальные коэффициенты к амортизации оборудования.

2) Провести анализ выявленных веществ (см. том 1 и том 2 отчетов НИР «Масс-спектрометрическая идентификация органических соединений») на предмет возможного образования и утечки этих веществ на предприятиях минуя системы очистки.

3) С целью уменьшения жалоб населения, предприятиям первой категории рассмотреть возможность проведения полевых органолептических исследований, проработки инициатив по определению эталона (маркера) на критический параметр запаха (за основу можно принять регламентируемый директивой VDI 3940 (Германия), который предполагает проведение регулярной в течение 6-12 месяцев оценки уровня и характера запаха в установленных точках вокруг предприятия (производственных корпусов), что позволит реально оценить степень воздействия запаха конкретного объекта.

4) Разработать и осуществить мероприятия по повышению энергоэффективности производственных мощностей, внедрению альтернативных источников тепла и электрической энергии (солнечная энергия, ветровая энергия, использование сбросного тепла, утилизации свалочного газа).

Индикаторы блока эффективности проводимых мероприятий №2

- снижение валовых объемов выбросов, в процентах;
- доля средств, направленных на амортизацию и обновление основных фондов в составе *EBITDA*, в процентах;
- объем средств, направленных на модернизацию оборудования, млн. руб;
- количество источников, осуществляющий выброс в атмосферу минуя системы очистки, шт.

III. Блок мероприятий, направленных на озеленение и благоустройства города

В условиях повышенной промышленной нагрузки озеленение приобретает особое значения для улучшения экологической обстановки и качества атмосферного воздуха. Необходимо проведение реновации городской черты путем воспроизводства зеленых насаждений, что позволит повысить комфортность проживания, благоприятно скажется на здоровье жителей города, а также сохранит возможности экосистемы. Для реализации данного направления предполагаются следующие мероприятия:

1) Значительную роль в нейтрализации и ослаблении негативных воздействий промышленных зон на жителей близлежащих кварталов и на окружающую живую природу, в целом, играют зеленые насаждения. Особое значение при этом имеют правильный подбор видового состава и грамотная пространственная организация зеленых насаждений, функциями которых являются улавливание, связывание и нейтрализация потенциально опасных физико-химических элементов и соединений, а также существенное ослабление других негативных последствий деятельности предприятий. Необходимо установление местных градостроительных нормативов озеленения, строгое выполнение нормативов озеленения придомовых территорий с привлечением управляющих компаний и установлением для них нормативов содержания озелененных территорий (нормы полива). Рекомендуется привлечение научно-исследовательских институтов (например Институт экологии Волжского бассейна РАН – филиал СамНЦ РАН, Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и озеленения, ФГБУ «ВНИИ Экология»).

При этом к высадке в городской черте рекомендуются следующие виды растений:

- улавливают соединения серы - белая акация, берест перистоветвистый, бузина красная, тополь канадский, шелковица и бирючина обыкновенная;
- поглотители фенолов - белая акация, берест перистоветвистый, аморфа кустарниковая, бирючина обыкновенная;
- для удержания пыли - шершавые листья (вяз) и листья, покрытые тончайшими ворсинками (сирень, черемуха, бузина);
- наиболее стойкие к газам деревья и кустарники: клен пенсильванский, лещина манчжурская, плющ обыкновенный, тополь крупнолистный серый, тополь канадский;
- хвойные растения, сохраняющие зелень и зимой, в меньшей степени устойчивы против вредных промышленных выбросов.

2) Пожары 2010 года значительно снизили количество лесных насаждений г.о. Тольятти. При этом общеизвестно, что лес влияет на ветровой режим и является фильтром и прекрасно справляется с устранением вредных химических веществ в воздухе. Необходимо ускорить процесс восстановления леса. Провести работу по привлечению

дополнительного федерального финансирования для реализации на территории города мероприятий по восстановлению леса.

3) Травяной покров благоприятно влияет на очистку атмосферного воздуха, в том числе благодаря увеличению популяции микроорганизмов, перерабатывающих химические загрязняющие вещества, а также, что немаловажно, препятствует вторичному загрязнению атмосферного воздуха химическими соединениями в безветренные периоды с повышенной температурой (за счет сокращения испарения накопившихся в почве химических соединений). Необходимо проводить мероприятия по устранению открытых участков почвы (грунта) на придорожных территориях с исключением уровней газонов выше бордюров.

4) Усилить работу по исключению вторичного загрязнения атмосферного воздуха дорожной пылью в теплое время года, в том числе за счет использования для уборки территорий и улично-дорожной сети специализированной техники, оснащенной увлажнительными и пневматическими устройствами.

Индикаторы эффективности проводимых мероприятий блока №3

- прирост площади лесного массива, в процентах;
- количество высаженных саженцев деревьев в черте города, шт.;
- снижение количества открытых участков почвы (грунта), в процентах.

IV. Блок мероприятий, направленных на совершенствование системы мониторинга загрязняющих веществ

Система экологического мониторинга атмосферного воздуха является важным элементом, необходимым для улучшения состояния атмосферного воздуха города, так как оперативная и достоверная информация о состоянии воздушного бассейна города позволяет в дальнейшем планировать мероприятия по снижению антропогенной нагрузки, в том числе касательно отдельных загрязняющих веществ. При совершенствовании системы мониторинга также целесообразно учитывать специфические вещества, характерные для г.о. Гольягти, розу ветров и периоды неблагоприятных метеорологических условий. Для реализации данного направления предполагаются следующие мероприятия:

1) По результатам проведенных исследований, установлено, что контролируемые вещества в большинстве случаев по отдельности находились в пределах ПДКм.р., однако, необходимо также оценивать превышения комбинированного действия смесей загрязняющих веществ в атмосферном воздухе по некоторым группам веществ (в соответствии с ГН 2.1.6.3492-17). При проведении мониторинга и оценки состояния

атмосферного воздуха рекомендуется оценивать комбинированное действие следующих групп веществ:

- азота диоксид, серы диоксид, углерода оксид, фенол;
- серы диоксид и серы триоксид, аммиак и оксиды азота.

2) В период НМУ проводить анализ состояния атмосферного воздуха на предмет возможного превышения предельно допустимой среднесуточной концентрации химических веществ в атмосферном воздухе (прежде всего по веществам азота диоксид, аммиак, фенол, углерода оксид, стирол).

3) Отбор и анализ проб атмосферного воздуха выполняется в соответствии с программой, утвержденной Федеральной службой Росгидромета - Тольяттинской специализированной гидрометеорологической обсерваторией ФГБУ «Приволжское УГМС» на восьми стационарных постах ПНЗ, на содержание в них основных загрязняющих веществ (пыль, диоксид азота, оксид азота, оксид углерода, диоксид серы) и специфических (аммиак, формальдегид, фтористый водород, суммарные углеводороды, бензол, толуол, этилбензол, ксилол), характерных для промышленных выбросов и выбросов от автотранспорта. В результате проведенных исследований определены основные загрязнители воздуха г. Тольятти. Рассмотреть представленные вещества к проведению количественного анализа для расширения перечня контролируемых веществ:

- ацетофенон;
- уксусная кислота;
- ацетальдегид;
- изопрен;
- дивинил;
- циклогексан;
- триметилбензол;
- циклогексанол;
- циклогексанон;
- нафталин;
- трихлорметан;
- гексаналь;
- нонаналь;
- деканаль;
- пентаналь;
- гептаналь;
- октаналь;

- пропионовая кислота;
- бутановая кислота;
- пентановая кислота;
- октанол;
- 2-этилгексанол;

На ряд веществ, выявленных в г.о. Тольятти отсутствуют методики для проведения количественного химического анализа:

- метилметакрилат;
- 2,5-диметил-2,5-гександиол;
- 2,6-ди-трет-бутил-1,4-бензохинон;
- дифенилэтандион;
- бензамид;
- фталевая кислота и фенилмалеиновый ангидрид;
- 2-этилгексанол;
- изопренол;
- 1,2-дихлорэтан;
- метилнафталины;
- бензойная кислота;

4) Предусмотреть финансирование мероприятий, направленных на модернизацию сети мониторинга, включая расширение на территории города Тольятти сети автоматизированных постов наблюдения за состоянием (загрязнением) окружающей среды с использованием **современных автоматизированных систем и средств фиксации**, передачу оперативной информации (в режиме онлайн) экологического мониторинга, прежде всего по следующим веществам (по ним наблюдалось превышение верхней границы по картам Шухарта).

- оксид и диоксид азота;
- диоксид углерода;
- взвешенные вещества;
- аммиак;
- фенол;
- о-ксилол.
- ацетон
- метанол
- бензол

- толуол
- серы диоксид
- этилбензол
- стирол

5) Для определения следовых количеств органических соединений, загрязняющих атмосферу, быстрого качественного и количественного определения загрязнителей атмосферного воздуха, в г. Тольятти необходимо улучшить материально-техническую базу хроматомасс-спектрометром с функцией термодесорбции и высокоэффективным жидкостным хроматографом.

- 6) Расширить сеть наблюдения за состоянием атмосферного воздуха автоматизированными средствами измерений, скорости и направления ветра, взвешенных частиц, по возможности загрязняющими веществами (оксид и диоксид азота, диоксид углерода, аммиак, серы диоксид, углеводороды) с возможностью автоматическим формированием базой данных, с потенциальной возможностью использования этих данных для построения математической модели, направленной на локализацию источника сверхнормативного выброса.

Индикаторы блока эффективности проводимых мероприятий №4

- объем инвестиций, направленных на модернизацию сети измерений, тыс. руб.;
- доля веществ, контролируемых в автоматическом режиме, %;
- скорость получения информации (отображение на экологическом атласе города, час.

V. Блок мероприятий, связанных с совершенствованием имеющихся законодательных актов

Законодательная система является важным связующим элементом между обществом, промышленностью и органами власти, а также инструментом правового регулирования взаимоотношений, направленных на улучшение экологической ситуации. По результатам работы предлагаются следующие мероприятия:

1) Усовершенствование системы гигиенического нормирования может позволить решить актуальные проблемы, связанные с регулированием антропогенной нагрузки и улучшением экологического состояния регионов, повышением уровня благосостояния

жителей промышленных городов. Актуальность данного вопроса обусловлена ситуацией, которая возникает при появлении резких, некомфортных запахов. Жители обращаются в территориальные органы Росприроднадзора, Роспотребнадзора, органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации, однако последние чаще всего не имеют возможности (в т.ч. технической) ни определить источник запаха, ни его состав, ни привлечь нарушителя к ответственности. Это обусловлено тем, что запах формируется не отдельным веществом, а сложной смесью веществ неизвестного состава, часто присутствующих в смеси в крайне незначительных количествах. Выявление пахучих компонентов, входящих в состав такой смеси, нецелесообразно, так как их идентификация и последующая разработка гигиенических нормативов является трудоемкой и дорогостоящей задачей, требующей времени. При этом в большинстве случаев проводимые замеры показывают, что предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воздухе не превышают норму, а население, тем не менее, ощущает присутствие неприятного запаха. Представляется целесообразным поддержание проекта федерального закона № 974400-7 «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране атмосферного воздуха» (внесенный Законодательным Собранием Санкт-Петербурга).

2) Для возможности контроля специфических загрязнителей, характерных для г. Тольятти проработать вопрос разработки методики для проведения количественного химического анализа (в случае необходимости установления нормативов) для следующего ряда веществ:

- метилметакрилат;
- 2,5-диметил-2,5-гександиол;
- 2,6-Ди-трет-бутил-1,4-бензохинон;
- Дифенилэтандион;
- Бензамид;
- Фталевая кислота и фенилмалеиновый ангидрид;
- 2-Этилгексанол;
- Изопренол;
- 1,2-Дихлорэтан;
- Метилнафталины;
- Бензойная кислота;

Для установления нормативов и разработки методик проведения количественного химического анализа рекомендуется обратиться в соответствующие профильные научные учреждения.

3) Рекомендовать изменения в статье 8.22 КоАП РФ (выпуск в эксплуатацию механических транспортных средств с превышением нормативов содержания загрязняющих веществ в выбросах) и статью 8.23 (эксплуатация механических транспортных средств с превышением нормативов содержания загрязняющих веществ в выбросах) в части повышения размера административных штрафов.

4) Совместно с правоохранительными и надзорными органами, администрацией города провести работу по выявлению частных незарегистрированных источников загрязнения.

5) Ходатайствовать по внесению изменений в налоговый кодекс РФ с целью повышения финансовой заинтересованности предприятий (прежде всего с стационарными источниками объектов I категории) обновлять основные производственные фонды. Предложить ввести налоговую преференцию (вычеты), на которые могут рассчитывать предприятия, неся затраты на модернизацию оборудования, что будет являться дополнительным стимулированием к обновлению оборудования.

VI. Блок мероприятий, направленных на популяризацию экологических вопросов.

Стратегической целью государственной политики в области экологического развития является решение социально-экономических задач, обеспечивающих экологически ориентированный рост экономики, сохранение благоприятной окружающей среды, биологического разнообразия и природных ресурсов для удовлетворения потребностей нынешнего и будущих поколений, реализации права каждого человека на благоприятную окружающую среду, укрепления правопорядка в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности. Инструментами формирования экологической культуры, развития экологического просвещения, образования и воспитания могут являться следующие мероприятия:

1) Повышение информированности общества о состоянии окружающей среды с использованием цифровых технологий (онлайн-площадки, социальные сети, интернет-ресурсы);

2) Важнейшим фактором сохранения природы и благоприятной окружающей среды является заинтересованность населения в решении данной проблемы, сознательное соблюдение соответствующих рекомендаций и ограничений, стремление принимать личное участие в природоохранной деятельности. Для этого следует:

- разрабатывать учебные программы по экологическому воспитанию (заложить в учебные планы тематические курсы по экологии) в детских дошкольных

учреждениях, средних учебных заведениях, вузах, учреждениях дополнительного образования детей, а также дополнительного профессионального (постдипломного) образования и т.п.;

- проводить экологические олимпиады, конкурсы, форумы, круглые столы на разных уровнях образовательных учреждений;

- для эффективной работы с учащимися следует устанавливать тесные контакты школы с учреждениями дополнительного образования детей (дворцы и дома творчества детей и молодежи, клубы по интересам и т.п.), а также музеями, особо охраняемыми природными территориями и природными комплексами. Повышению эффективности просвещения учащихся способствует проведение международных, всероссийских и региональных массовых природоохранных акций, фестивалей, выставок.

3) Вовлечение населения всех возрастов в реализацию мероприятий программы благоустройства и поддержания качества окружающей среды в городе (высадка зеленых насаждений) с использованием интерактивных карт для выбора территории благоустройства:

- запуск акций по высадке деревьев жителями города («Подари дерево ребенку» - любая семья может посадить в одном из парков именное дерево в честь рождения ребёнка – пример г. Москва):

- с привлечением управляющих компаний города создать ресурс, направленный на озеленение придомовых территорий, позволяющий на добровольной основе осуществить финансовый вклад и выбор типа насаждений, а также принять участие в высадке.

4) Формирование специализированного портала о технологиях раздельного сбора мусора и дальнейшей переработке мусора, что поможет популяризировать принципы экологичного поведения среди горожан, в первую очередь среди молодежи. Портал привлечет внимание жителей к проблемам экологического состояния города за счет:

- формирования электронной карты точек приема раздельного мусора и контейнеров;

- установки на контейнерах датчиков, которые позволят отслеживать заполняемость и передавать данные водителям мусоровозов. Такая система позволит автоматизировать работу диспетчерской и формировать маршруты следования.

4) Активное привлечение коммерческого сектора к финансированию деятельности, направленной на охрану окружающей среды.

5) Создание муниципального экоцентра для детей (музей с интерактивными экскурсиями и экспонатами, например, на базе детского технопарка «Кванториум»):

- «лаборатория», где дети могут провести собственные экологические исследования.
- экспозиции со стереоизображениями, которые помогают переноситься и визуализировать экологические проблемы,
- интерактивные игры, посвященные экологии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2017 году».
2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году».
3. Проект государственного доклада «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2019 году».
4. <https://www.rbc.ru/society/17/11/2020/5fb26d119a7947780c13f546>
5. Aleixandre M., Gerboles M. Review of small commercial sensors for indicative monitoring of ambient gas // Chem. Eng. Trans. – 2012. – Vol. 30.
6. Зенкевич, И. Г. Об опасной тенденции в представлении результатов хромато-масс-спектрометрической идентификации / И. Г. Зенкевич // Масс-спектрометрия – 2012. – Т. 9. – № 3. – С. 202–206.
7. Zenkevich, I. G. Prevention of a dangerous tendency in the presentation of the results of GC-MS identification / I. G. Zenkevich // Analytical and Bioanalytical Chemistry – 2011. – V. 405. – P. 3075–3083.
8. Менчиков, Л. Г. Проблемы хромато-масс-спектрометрической идентификации спиро[2.4]гепта-4,6-диена в природных объектах / Л. Г. Менчиков, О. М. Нефедов, И. Г. Зенкевич // Известия Академии наук. Серия химическая – 2017. – Т. 3. – № 66. – С. 491–496.
9. Исследование атмосферного воздуха г.о. Тольятти с целью выявления и идентификации специфических загрязнителей в атмосферном воздухе с использованием методов термодесорбционной хромато-масс-спектрометрии и других методов физико-химического анализа: Отчет о НИР СПб, 2020, 148 с.
10. Исидоров В.А., Зенкевич И.Г. Хромато-масс-спектрометрическое определение следов органических соединений в атмосфере. Л.: Химия. 1982. 136 с.
11. Вредные вещества в промышленности. Справочник для химиков, инженеров, врачей. Изд. 7-е, пер. и доп. В трех томах. Том I. Органические вещества. Под ред. засл. деят. науки проф. Н. В. Лазарева и докт. мед. наук Э. Н. Левиной.- Л.: -«Химия», 1976. -592 с.
12. Вредные вещества в промышленности. Справочник для химиков, инженеров, врачей. Изд. 7-е, пер. и доп. В трех томах. Том II. Органические вещества. Под ред. засл. деят. науки проф. Н. В. Лазарева и докт. мед. наук Э. Н. Левиной. Л.: -«Химия», 1976.-624 с.
13. Вредные вещества в промышленности. Справочник для химиков, инженеров, врачей. Изд. 7-е, пер. и доп. В трех томах. Том III. Неорганические и элементарорганические

соединения. Под ред. засл. деят. науки проф. Н. В. Лазарева и докт. биол. наук проф. И. Д. Гадаскиной. Л.: «Химия», 1977 г.-608 с.

14. Зенкевич И.Г. Алгоритмы определения газохроматографических индексов удерживания. Сравнительная характеристика // Лаборатория и производство. 2019. № 5. С. 50-64.

15. Зенкевич И.Г. Обобщенные индексы удерживания для газохроматографического анализа с линейным программированием температуры // Журн. аналит. химии. 1984. Т. 39. № 7. С. 1297-1307.

16. The NIST Mass Spectral Library (NIST/EPA/NIH EI MS Library, 2017 Release). Software/Data Version; NIST Standard Reference Database, Number 69, June 2017. National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD 20899: <http://webbook.nist.gov> (дата обращения: октябрь 2020 г.).

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В данном разделе приведены сведения о методах идентификации летучих органических соединений и количественном определении некоторых загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, о применяемых средствах измерения, испытательном, вспомогательном оборудовании, химических реактивах и стандартных образцах.

А.1 Методы идентификации летучих органических соединений в атмосферном воздухе

Отбор проб летучих органических соединений, содержащихся в атмосферном воздухе, осуществлялся с помощью сорбционных трубок, заполненных полимерным сорбентом. Качественный анализ отобранных проб проводили на хроматомасс-спектрометрическом комплексе фирмы «Agilent Technologies» (США), состоящем из газового хроматографа модели 7890А и масс-селективного детектора модели 5975С. Компоненты проб, сконцентрированные на полимерном сорбенте, вводили путем двухстадийной термодесорбции, реализованной с помощью термодесорбера DYNATHERM (модель 9300 АСЕМ), присоединенного к хроматомасс-спектрометру.

Условия термодесорбции:

Начальная температура – 40 °С;

Время продувки гелием (осушка) трубки – 0,2 мин;

Температура термодесорбции с сорбционной трубки – 250 °С;

Время термодесорбции с сорбционной трубки – 5 мин;

Температура ловушки – 250 °С;

Время термодесорбции с ловушки – 3 мин.

Условия хроматомасс-спектрометрического анализа

– разделение десорбированных компонентов проводили в режиме программирования температуры на капиллярной колонке с неподвижной фазой DB-624 длиной 30 м, внутренним диаметром 0,25 мм и толщиной пленки неподвижной фазы 1,4 мкм;

– масс-спектрометрическое детектирование компонентов воздуха в режиме регистрации полного ионного тока в диапазоне m/z от 33 до 350 с.

– идентификацию определяемых соединений выполняли по масс-спектрам ионизации электронами в ручном режиме с использованием системы обработки данных ChemStation с подключенной библиотекой NIST08. Соединение считали

идентифицированным при степени совпадения (Qual) масс-спектра пика в пробе с библиотечным не ниже 90 %, в некоторых случаях (в том числе при Qual < 90%) достоверность идентификации по масс-спектрам подтверждали применением индексов удерживания. Индексы удерживания использовали также в случае равнозначных ответов при идентификации углеводов.

Отбор проб летучих органических соединений, содержащихся в атмосферном воздухе, осуществлялся с помощью сорбционных трубок фирмы MARKES со смесевым сорбентом Carbograph 1TD Carboxen 1003 и 4-1/2" L со смесевым сорбентом Tenax-TA/Carboxen1000/CarbosieveS111 (20 : 35 меш) и аспиратора ПУ-4Э (свидетельство об аттестации от № 328905/142633-2018 от 17.12.2018 до 16.12.2019), предварительно откалиброванного с помощью бытового счётчика газа СГКГ 4 СИГНАЛ (первичная поверка от 26.06.2019 до 25.06.2029). Сорбционные трубки перед применением кондиционировали в потоке гелия особой чистоты в течение 1 часа при температуре 320 °С. Отобранные пробы вводили в газовые хроматографы с помощью термодесорберов UNITY-XR и SEM 9300 (CDS Analytical) с предварительной криофокусировкой. Применяли фокусируемые трубки airtoxic фирмы MARKES и 4-1/2" L с сорбентом Tenax-TA (60 : 80 меш). Хроматограммы получали на следующих приборах:

– газовом хроматографе Shimadzu GC-2010 Plus с пламенно-ионизационным детектором и капиллярной колонкой RTX-1 длиной 30 м, внутренним диаметром 0.53 мм и толщиной неподвижной фазы (100% полидиметилсилоксан) 5 мкм (свидетельство о поверке № 242/9847-2018 от 17.12.2018 до 16.12.2019).

– хроматомасс-спектрометрическом комплексе с системой трех квадруполей фирмы Agilent, состоящем из газового хроматографа модели 7890А фирмы Agilent и масс-селективного детектора модели 5975С фирмы Agilent; применялась капиллярная колонка Supelcowax-10 длиной 30 м, внутренним диаметром 0.32 мм и толщиной неподвижной фазы (100%-ный полидиметилсилоксан) 0.5 мкм; масс-спектрометрическое детектирование компонентов воздуха осуществляли в режиме регистрации полного ионного тока в диапазоне m/z от 33 до 350 при энергии излучения 70 эВ (электронная ионизация).

Идентификацию соединений по масс-спектрам электронной ионизации осуществляли в ручном режиме с использованием системы обработки данных ChemStation с подключенной библиотекой NIST14. Для повышения надежности идентификации общеизвестным методом определяли газохроматографические линейные индексы удерживания. Для их определения применялись n-алканы С6–С20, чистые вещества для хроматографии, расфасованные и реализованные ООО «ХромЛаб». Идентификация соединений производилась по индексам удерживания, рассчитанным на основании

полученных в результате анализа данных и сопоставления их с литературными данными. Использовалась база индексов удерживания NIST, в которой приведены литературные ссылки на опубликованные значения. Экспериментальные данные коррелировались с полученными результатами хромато масс-спектрометрического исследования, проведенного в ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России, г. Санкт-Петербург.

А.2 Методы количественного определения загрязняющих веществ в атмосферном воздухе

Анализ проб воздуха на содержание бенз(а)пирена выполняли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с использованием прибора Prominens LC-20 с флуориметрическим детектором RF-10Ax1 Регистрацию хроматограммы проводили на длине волны 360 нм при ширине спектральной полосы 4 нм; регистрацию спектрограммы пика проводили в режиме «All in peak» в диапазоне длин волн от 190 до 400 нм и пороге 1 mAU; Скорость элюирования – 0,5 см³/мин; Объем вводимой пробы – 20 мм³.

Пробы атмосферного воздуха для количественного определения содержания предельных углеводородов C1–C10, а также ароматических углеводородов (бензол, толуол, ксилолы, этилбензол, стирол) отбирали в стеклянные шприцы объемом 150 см³. Пробы вводили с помощью крана-дозатора с петлей объемом 1 см³ в газовый хроматограф Кристалл-2000М (свидетельство о поверке № 327983/141162-2018 от 12.12.2018 до 11.12.2019) с пламенно-ионизационным детектором и стальной насадочной колонкой длиной 1 м и внутренним диаметром 3 мм, содержащей 10% 3,3',3"-нитрилотрипропионитрила на цветохроме 3К; режим работы прибора: температура термостата колонок 90 °С, температура детектора 100 °С, расход газа-носителя (гелий) 25 см³ × мин⁻¹, расход водорода 30 см³ × мин⁻¹, расход воздуха 300 см³ × мин⁻¹. Количественный анализ выполнялся методом абсолютной градуировки по предварительно полученным с помощью стандартных образцов содержания метана в азоте (воздухе) градуировочным зависимостям.

Отбор проб воздуха на содержание формальдегида, а также неорганических веществ (NO, NO₂, SO₂) и взвешенных веществ (пыли) осуществляли с помощью лабораторных аспираторов ПУ-3Э (свидетельство об аттестации № № 348022/122113-2019 от 31.07.2019 до 30.07.2020) и ПУ-4Э (свидетельство об аттестации № 353391/141782-2019 от 14.11.2019 до 13.11.2020). NO, NO₂ и SO₂ определяли после перевода их в аналитическую форму и проведения соответствующих цветных реакций. Оптическую плотность анализируемых растворов измеряли на спектрофотометре КФК-3 (свидетельство о поверке № 327986/141162-2018 от 12.12.2018 до 11.12.2019) в стеклянных кюветах с толщиной поглощающего слоя 10 мм. С помощью предварительно построенных градуировочных

графиков находили концентрацию NO, NO₂ и SO₂. Содержание взвешенных веществ (пыли) определяли гравиметрическим методом с помощью лабораторных электронных аналитических весов VIBRA AF-R220CE (свидетельство о поверке № 327098/139723-2018 от 19.12.2018 до 19.12.2019).

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
БАЗА ПЕРВИЧНЫХ ДАННЫХ (ХРОМАТОГРАФИЯ И МАСС-СПЕКТРЫ) ФГУП
«НИИ ГПЭЧ» ФМБА РОССИИ

(динамическая база данных, постоянно актуализируемая по мере получения результатов исследований)

Примечание: при считывании QR-кода идет переход в репозиторий с данными.



Рисунок Б.1 — QR-код базы данных

ПРИЛОЖЕНИЕ В

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОБ КОЛИЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Таблица В.1 — Сводная таблица результатов исследования проб количественного анализа атмосферного воздуха

№ п/п	Дата отбора пробы	Место отбора пробы	Определяемый показатель	Нормативно-техническая документация	Концентрация определяемого компонента, мг/м ³	ПДК, мг/м ³
1	29.10.2020	Ул. Льва Яшина, д. 8	Предельные углеводороды С ₁ -С ₁₀ (суммарно)	ПНД Ф 13.1:2:3.25-99	Менее 0.2	С ₁ -С ₅ -200
						С ₆ -С ₁₀ -50
			Бензол		Менее 0.2	0.3
			Толуол		Менее 0.2	0.6
			Этилбензол		Ниже чувствительности метода	0.02
			<i>m,n</i> -Ксилолы		Менее 0.2	0.25
			<i>o</i> -Ксилол		Менее 0.2	0.3
Стирол	Ниже чувствительности метода	0.04				
2	29.10.2020	Ул. Льва Толстого, д. 12	Предельные углеводороды С ₁ -С ₁₀ (суммарно)	ПНД Ф 13.1:2:3.25-99	Менее 0.2	С ₁ -С ₅ -200
						С ₆ -С ₁₀ -50
			Бензол		Менее 0.2	0.3
			Толуол		Менее 0.2	0.6
			Этилбензол		Ниже чувствительности метода	0.02
			<i>m,n</i> -Ксилолы		Менее 0.2	0.25
			<i>o</i> -Ксилол		Менее 0.2	0.3
Стирол	Ниже чувствительности метода	0.04				

Продолжение таблицы В.1

№ п/п	Дата отбора пробы	Место отбора пробы	Определяемый показатель	Нормативно-техническая документация	Концентрация определяемого компонента, мг/м ³	ПДК , мг/м ³
3	29.10.2020	Ул. Новозаводская, д. 41	Предельные углеводороды С ₁ -С ₁₀ (суммарно)	ПНД Ф 13.1:2:3.25-99	Менее 0.2	С ₁ -С ₅ -200
						С ₆ -С ₁₀ -50
			Бензол		Менее 0.2	0.3
			Толуол		Менее 0.2	0.6
			Этилбензол		Ниже чувствительности метода	0.02
			<i>m,n</i> -Ксилолы		Менее 0.2	0.25
			<i>o</i> -Ксилол		Менее 0.2	0.3
Стирол	Ниже чувствительности метода	0.04				
4	29.10.2020	Ул. Мира, д. 123	Предельные углеводороды С ₁ -С ₁₀ (суммарно)	ПНД Ф 13.1:2:3.25-99	Менее 0.2	С ₁ -С ₅ -200
						С ₆ -С ₁₀ -50
			Бензол		Менее 0.2	0.3
			Толуол		Менее 0.2	0.6
			Этилбензол		Ниже чувствительности метода	0.02
			<i>m,n</i> -Ксилолы		Менее 0.2	0.25
			<i>o</i> -Ксилол		Менее 0.2	0.3
Стирол	Ниже чувствительности метода	0.04				

Продолжение таблицы В.1

№ п/п	Дата отбора пробы	Место отбора пробы	Определяемый показатель	Нормативно-техническая документация	Концентрация определяемого компонента, мг/м ³	ПДК , мг/м ³
5	29.10.2020	Ул. Куйбышева, д. 30	Предельные углеводороды C ₁ -C ₁₀ (суммарно)	ПНД Ф 13.1:2:3.25-99	Менее 0.2	C ₁ -C ₅ -200
			Бензол			Менее 0.2
			Толуол		Менее 0.2	0.6
			Этилбензол		Ниже чувствительности метода	0.02
			<i>m,n</i> -Ксилолы		Менее 0.2	0.25
			<i>o</i> -Ксилол		Менее 0.2	0.3
			Стирол		Ниже чувствительности метода	0.04
6	29.10.2020	Ул. Ушакова (ТГУ)	Предельные углеводороды C ₁ -C ₁₀ (суммарно)	ПНД Ф 13.1:2:3.25-99	Менее 0.2	C ₁ -C ₅ -200
			Бензол			Менее 0.2
			Толуол		Менее 0.2	0.6
			Этилбензол		Ниже чувствительности метода	0.02
			<i>m,n</i> -Ксилолы		Менее 0.2	0.25
			<i>o</i> -Ксилол		Менее 0.2	0.3
			Стирол		Ниже чувствительности метода	0.04

Продолжение таблицы В.1

№ п/п	Дата отбора пробы	Место отбора пробы	Определяемый показатель	Нормативно-техническая документация	Концентрация определяемого компонента, мг/м ³	ПДК , мг/м ³
7	29.10.2020	Ул. 50 лет октября, д. 48	Предельные углеводороды C ₁ -C ₁₀ (суммарно)	ПНД Ф 13.1:2:3.25-99	Менее 0.2	C ₁ -C ₅ -200
			Бензол			Менее 0.2
			Толуол		Менее 0.2	0.6
			Этилбензол		Ниже чувствительности метода	0.02
			<i>m,n</i> -Ксилолы		Менее 0.2	0.25
			<i>o</i> -Ксилол		Менее 0.2	0.3
			Стирол		Ниже чувствительности метода	0.04
8	05.11.2019	Ул. Никонова, д. 25-27	Формальдегид	РД 52.04.823-2015	Менее 0.01	0.05
9	20.11.2019	Ул. Карбышева, д. 16	Предельные углеводороды C ₁ -C ₁₀ (суммарно)	ПНД Ф 13.1:2:3.25-99	1.2±0.3	C ₁ -C ₅ -200
			Бензол			Менее 0.2
			Толуол		Менее 0.2	0.6
			Этилбензол		Ниже чувствительности метода	0.02
			<i>m,n</i> -Ксилолы		Менее 0.2	0.25
			<i>o</i> -Ксилол		Менее 0.2	0.3
			Стирол		Ниже чувствительности метода	0.04

Продолжение таблицы В.1

№ п/п	Дата отбора пробы	Место отбора пробы	Определяемый показатель	Нормативно-техническая документация	Концентрация определяемого компонента, мг/м ³	ПДК , мг/м ³
10	20.11.2019	Ул. Мира, д. 137	Пределные углеводороды C ₁ -C ₁₀ (суммарно)	ПНД Ф 13.1:2:3.25-99	1.2±0.3	C ₁ -C ₅ -200
			Бензол		Менее 0.2	C ₆ -C ₁₀ -50
			Толуол		Менее 0.2	0.3
			Этилбензол		Ниже чувствительности метода	0.6
			<i>m,n</i> -Ксилолы		Менее 0.2	0.02
			<i>o</i> -Ксилол		Менее 0.2	0.25
			Стирол		Менее 0.2	0.3
11	25.11.2019	Комсомольское шоссе, д. 25а	Пределные углеводороды C ₁ -C ₁₀ (суммарно)	ПНД Ф 13.1:2:3.25-99	0.7±0.2	C ₁ -C ₅ -200
			Бензол		Менее 0.2	C ₆ -C ₁₀ -50
			Толуол		Менее 0.2	0.3
			Этилбензол		Ниже чувствительности метода	0.6
			<i>m,n</i> -Ксилолы		Ниже чувствительности метода	0.02
			<i>o</i> -Ксилол		Менее 0.2	0.25
			Стирол		Менее 0.2	0.3
			Азота диоксид	РД 52.04.792-2014	Ниже чувствительности метода	0.04
			Азота оксид	0.059±0.015	0.2	
			Пыль (взвешенные вещества)	РД 52.04.186-89	0.015±0.004	0.4
					0.26±0.07	0.5

Продолжение таблицы В.1

№ п/п	Дата отбора пробы	Место отбора пробы	Определяемый показатель	Нормативно-техническая документация	Концентрация определяемого компонента, мг/м ³	ПДК , мг/м ³	
12	25.11.2019	Центральная площадь, д. 4	Предельные углеводороды C ₁ -C ₁₀ (суммарно)	ПНД Ф 13.1:2:3.25-99	0.9±0.2	C ₁ -C ₅ -200	
			Бензол			0.3	
			Толуол			0.6	
			Этилбензол			Ниже чувствительности метода	0.02
			<i>m,n</i> -Ксилолы			0.25	
			<i>o</i> -Ксилол			0.3	
			Стирол			Ниже чувствительности метода	0.04
13	11.12.2019	Ул. Матросова, д. 15	Предельные углеводороды C ₁ -C ₁₀ (суммарно)	ПНД Ф 13.1:2:3.25-99	0.9±0.2	C ₁ -C ₅ -200	
			Бензол			0.3	
			Толуол			0.6	
			Этилбензол			Ниже чувствительности метода	0.02
			<i>m,n</i> -Ксилолы			0.25	
			<i>o</i> -Ксилол			0.3	
			Стирол			Ниже чувствительности метода	0.04
			Азота диоксид			РД 52.04.792-2014	0.032±0.008
			Азота оксид		0.096±0.022	0.4	
			Пыль (взвешенные вещества)	РД 52.04.186-89	Менее 0.26	0.5	
			Серы диоксид	РД 52.04.822-2015	Менее 0.0025	0.5	

Продолжение таблицы В.1

№ п/п	Дата отбора пробы	Место отбора пробы	Определяемый показатель	Нормативно-техническая документация	Концентрация определяемого компонента, мг/м ³	ПДК , мг/м ³	
14	22.01.2020	Ул. Полякова, д. 24	Предельные углеводороды C ₁ -C ₁₀ (суммарно)	ПНД Ф 13.1:2:3.25-99	Менее 0.2	C ₁ -C ₅ -200	
			Бензол			0.3	
			Толуол			0.6	
			Этилбензол			Ниже чувствительности метода	0.02
			<i>m,n</i> -Ксилолы			0.25	
			<i>o</i> -Ксилол			0.3	
			Стирол			Ниже чувствительности метода	0.04
			Азота оксид	РД 52.04.792-2014	0.072±0.018	0.4	
			Азота диоксид	0.051±0.012	0.2		
			Формальдегид	РД 52.04.823-2015	Менее 0.01	0,05	
Диоксид серы	РД 52.04.822-2015	Менее 0.0025	0,5				
15	28.01.2020	Ул. Мира, д. 158	Предельные углеводороды C ₁ -C ₁₀ (суммарно)	ПНД Ф 13.1:2:3.25-99	Менее 0.2	C ₁ -C ₅ -200	
			Бензол			0.3	
			Толуол			0.6	
			Этилбензол			Ниже чувствительности метода	0.02
			<i>m,n</i> -Ксилолы			0.25	
			<i>o</i> -Ксилол			0.3	
			Стирол			Ниже чувствительности метода	0.04

Продолжение таблицы В.1

№ п/п	Дата отбора пробы	Место отбора пробы	Определяемый показатель	Нормативно-техническая документация	Концентрация определяемого компонента, мг/м ³	ПДК , мг/м ³
16	21.02.2020	Ул. Железнодорожная, д. 1	Предельные углеводороды С ₁ -С ₁₀ (суммарно)	ПНД Ф 13.1:2:3.25-99	3,2	С ₁ -С ₅ -200
						С ₆ -С ₁₀ -50
			Бензол		Менее 0.2	0.3
			Толуол		Менее 0.2	0.6
			Этилбензол		Ниже чувствительности метода	0.02
			<i>m,n</i> -Ксилолы		Менее 0.2	0.25
			<i>o</i> -Ксилол		Менее 0.2	0.3
Стирол	Ниже чувствительности метода	0.04				
17	21.02.2020	Ул. Гидротехническая, д. 286	Предельные углеводороды С ₁ -С ₁₀ (суммарно)	ПНД Ф 13.1:2:3.25-99	3,4	С ₁ -С ₅ -200
						С ₆ -С ₁₀ -50
			Бензол		Менее 0.2	0.3
			Толуол		Менее 0.2	0.6
			Этилбензол		Ниже чувствительности метода	0.02
			<i>m,n</i> -Ксилолы		Менее 0.2	0.25
			<i>o</i> -Ксилол		Менее 0.2	0.3
Стирол	Ниже чувствительности метода	0.04				

Продолжение таблицы В.1

№ п/п	Дата отбора пробы	Место отбора пробы	Определяемый показатель	Нормативно-техническая документация	Концентрация определяемого компонента, мг/м ³	ПДК , мг/м ³
18	21.02.2020	Ул. Мира, д. 156	Предельные углеводороды C ₁ -C ₁₀ (суммарно)	ПНД Ф 13.1:2:3.25-99	3,4	C ₁ -C ₅ -200
						C ₆ -C ₁₀ -50
			Бензол		Менее 0.2	0.3
			Толуол		Менее 0.2	0.6
			Этилбензол		Ниже чувствительности метода	0.02
			<i>m,n</i> -Ксилолы		Менее 0.2	0.25
			<i>o</i> -Ксилол		Менее 0.2	0.3
Стирол	Ниже чувствительности метода	0.04				
19	04.03.2020	Ул. 70 лет октября, д. 31	Предельные углеводороды C ₁ -C ₁₀ (суммарно)	ПНД Ф 13.1:2:3.25-99	2,9	C ₁ -C ₅ -200
						C ₆ -C ₁₀ -50
			Бензол		Менее 0.2	0.3
			Толуол		Менее 0.2	0.6
			Этилбензол		Ниже чувствительности метода	0.02
			<i>m,n</i> -Ксилолы		Менее 0.2	0.25
			<i>o</i> -Ксилол		Менее 0.2	0.3
Стирол	Ниже чувствительности метода	0.04				

Таблица В.2 — Результаты количественного анализа атмосферного воздуха, отобранного на точке «перекрёсток ул.50 лет Октября и Печерского проезда»

Определяемые показатели, мг/м ³	Концентрация определяемого компонента, мг/м ³				ПДК м.р., мг/м ³
	27.03.2020	14.05.2020	29.05.2020	15.06.2020	
Дата отбора пробы	27.03.2020	14.05.2020	29.05.2020	15.06.2020	-
Направление и скорость ветра, м/с	С-В, 1,1	С-В, 1,4	С-В, 1,0	С-З, 0,5	-
Температура воздуха, °С	11,7	15	24,8	23,8	-
Углерода оксид	1,4	0,2	2,3	1,3	5
Азота оксид	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,4
Азота диоксид	0,024	<0,02	<0,02	0,031	0,2
Аммиак	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,2
Сера диоксид	<0,001	0,004	0,006	0,009	0,5
Сероводород	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,008
Взвешенные частицы	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,5
Фенол	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,01
Бензол	<0,005	<0,005	<0,005	0,005	0,3
Толуол	0,063	0,074	0,012	0,147	0,6
Этилбензол	0,012	0,012	0,012	<0,005	0,02
<i>m</i> - и <i>n</i> -Ксилолы	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,2
<i>o</i> -Ксилол	0,059	<0,005	<0,005	<0,005	0,3
Стирол	<0,005	0,013	0,015	<0,005	0,04
Формальдегид	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,05
Смесь предельных углеводородов СН ₄ -С ₅ Н ₁₂	<4,5	<4,5	<4,5	<4,5	200
Смесь предельных углеводородов С ₆ Н ₁₄ -С ₁₀ Н ₂₂	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	50
Ацетон	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,35
Метанол	<0,05	<0,05	<0,05	0,060	1
Изопропанол	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,6
α-Метилстирол	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,04
Бутанол	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	0,1
Уксусная кислота	-	-	<0,036	-	0,06
Свинец и его соединения	-	-	<0,00018	<0,00018	0,0003
Хлор	-	-	<0,015	-	0,03

Таблица В.3 — Результаты количественного анализа атмосферного воздуха, отобранного на точке «перекресток ул.Мира,25 и ул. Ушакова, 32»

Определяемые показатели, мг/м ³	Концентрация определяемого компонента, мг/м ³			ПДК м.р., мг/м ³
	27.03.2020	29.04.2020	29.05.2020	
Дата отбора пробы	27.03.2020	29.04.2020	29.05.2020	-
Направление и скорость ветра, м/с	С, 0,8	Ю-З, 1,6	Ю, 0,8	-
Температура воздуха, °С	10,4	15,5	21,5	-
Углерода оксид	0,9	0,3	0,6	5
Азота оксид	<0,02	<0,02	<0,02	0,4
Азота диоксид	0,039	<0,02	<0,02	0,2
Аммиак	<0,05	<0,05	<0,05	0,2
Сера диоксид	<0,001	0,004	0,008	0,5
Сероводород	<0,001	<0,001	<0,001	0,008
Взвешенные частицы	0,013	<0,01	<0,01	0,5
Фенол	<0,005	<0,005	<0,005	0,01
Бензол	<0,005	<0,005	0,015	0,3
Толуол	0,536	0,006	0,221	0,6
Этилбензол	<0,005	0,012	0,019	0,02
<i>m</i> - и <i>p</i> -Ксилолы	<0,005	<0,005	<0,005	0,2
<i>o</i> -Ксилол	0,042	0,025	<0,005	0,3
Стирол	<0,005	<0,005	<0,005	0,04
Формальдегид	<0,001	<0,001	<0,001	0,05
Смесь предельных углеводородов СН ₄ -С ₅ Н ₁₂	<4,5	<4,5	<4,5	200
Смесь предельных углеводородов С ₆ Н ₁₄ -С ₁₀ Н ₂₂	<1,5	<1,5	<1,5	50
Ацетон	<0,05	<0,05	0,086	0,35
Метанол	0,083	<0,05	0,098	1
Изопропанол	<0,05	<0,05	<0,05	0,6
α -Метилстирол	0,025	<0,005	<0,005	0,04
Бутанол	<0,025	<0,025	<0,025	0,1
Уксусная кислота	-	-	<0,036	0,06
Свинец и его соединения	-	-	<0,00018	0,0003
Хлор	-	-	<0,015	0,03

Таблица В.4 — Результаты количественного анализа атмосферного воздуха, отобранного на точке «перекрёсток улиц Мичурина и Щорса»

Определяемые показатели, мг/м ³	Концентрация определяемого компонента, мг/м ³			ПДК м.р., мг/м ³
	27.03.2020	14.05.2020	01.06.2020	
Дата отбора пробы	27.03.2020	14.05.2020	01.06.2020	-
Направление и скорость ветра, м/с	С, 1,5	С, 2,0	Ю-З, 3,5	-
Температура воздуха, °С	11,8	14,6	20,3	-
Углерода оксид	0,3	0,5	<0,2	5
Азота оксид	<0,02	<0,02	<0,02	0,4
Азота диоксид	0,045	0,023	<0,02	0,2
Аммиак	<0,05	<0,05	<0,05	0,2
Сера диоксид	0,001	0,005	0,005	0,5
Сероводород	<0,001	<0,001	<0,001	0,008
Взвешенные частицы	0,01	<0,01	<0,01	0,5
Фенол	<0,005	<0,005	0,006	0,01
Бензол	<0,005	0,008	0,070	0,3
Толуол	0,008	0,121	0,017	0,6
Этилбензол	0,014	0,015	<0,005	0,02
<i>m</i> - и <i>n</i> -Ксилолы	<0,005	<0,005	<0,005	0,2
<i>o</i> -Ксилол	0,063	<0,005	0,011	0,3
Стирол	0,057	0,015	<0,005	0,04
Формальдегид	<0,001	<0,001	<0,001	0,05
Смесь предельных углеводородов СН ₄ -С ₅ Н ₁₂	<4,5	<4,5	<4,5	200
Смесь предельных углеводородов С ₆ Н ₁₄ -С ₁₀ Н ₂₂	<1,5	<1,5	<1,5	50
Ацетон	<0,05	<0,05	<0,05	0,35
Метанол	0,168	0,098	<0,05	1
Изопропанол	<0,05	<0,05	<0,05	0,6
α -Метилстирол	<0,005	<0,005	0,005	0,04
Бутанол	<0,025	<0,025	<0,025	0,1
Свинец и его соединения	-	-	<0,00018	0,0003

Таблица В.5 — Результаты количественного анализа атмосферного воздуха, отобранного на точке «улица Калмыцкая»

Определяемые показатели, мг/м ³	Концентрация определяемого компонента, мг/м ³			ПДК м.р., мг/м ³
	27.03.2020	14.05.2020	15.06.2020	
Дата отбора пробы	27.03.2020	14.05.2020	15.06.2020	-
Направление и скорость ветра, м/с	С-З, 2,1	С-З, 3,6	С-В, 1,7	-
Температура воздуха, °С	12,3	14,0	22,3	-
Углерода оксид	<0,2	<0,2	0,7	5
Азота оксид	<0,02	<0,02	<0,02	0,4
Азота диоксид	<0,02	0,020	<0,02	0,2
Аммиак	<0,05	<0,05	<0,05	0,2
Сера диоксид	<0,001	0,003	0,014	0,5
Сероводород	<0,001	<0,001	<0,001	0,008
Взвешенные частицы	<0,01	<0,01	0,011	0,5
Фенол	<0,005	<0,005	<0,005	0,01
Бензол	<0,005	<0,005	0,008	0,3
Толуол	0,069	0,100	0,191	0,6
Этилбензол	0,012	0,009	<0,005	0,02
<i>m</i> - и <i>n</i> -Ксилолы	<0,005	<0,005	<0,005	0,2
<i>o</i> -Ксилол	0,060	<0,005	<0,005	0,3
Стирол	<0,005	<0,005	<0,005	0,04
Формальдегид	<0,001	<0,001	<0,001	0,05
Смесь предельных углеводородов СН ₄ -С ₅ Н ₁₂	<4,5	<4,5	<4,5	200
Смесь предельных углеводородов С ₆ Н ₁₄ -С ₁₀ Н ₂₂	<1,5	<1,5	<1,5	50
Ацетон	<0,05	<0,05	<0,05	0,35
Метанол	0,100	<0,05	0,140	1
Изопропанол	<0,05	<0,05	<0,05	0,6
α-Метилстирол	<0,005	<0,005	<0,005	0,04
Бутанол	<0,025	<0,025	<0,025	0,1
Свинец и его соединения	-	-	<0,00018	0,0003

Таблица В.6 — Результаты количественного анализа атмосферного воздуха, отобранного на точке «улица Революционная, 52»

Определяемые показатели, мг/м ³	Концентрация определяемого компонента, мг/м ³			ПДК м.р., мг/м ³
	15.04.2020	23.04.2020	21.05.2020	
Дата отбора пробы	15.04.2020	23.04.2020	21.05.2020	-
Направление и скорость ветра, м/с	Ю, 3,5	З, 3,5	Ю-В, 1,3	-
Температура воздуха, °С	15,5	4,7	15,4	-
Углерода оксид	0,2	0,4	<0,2	5
Азота оксид	<0,02	<0,02	<0,02	0,4
Азота диоксид	<0,02	<0,02	<0,02	0,2
Аммиак	<0,05	<0,05	<0,05	0,2
Сера диоксид	0,003	0,001	0,004	0,5
Сероводород	<0,001	<0,001	<0,001	0,008
Взвешенные частицы	<0,01	<0,01	<0,01	0,5
Фенол	<0,005	<0,005	<0,005	0,01
Бензол	<0,005	<0,005	0,008	0,3
Толуол	0,083	0,064	0,119	0,6
Этилбензол	0,010	0,008	0,012	0,02
<i>м</i> - и <i>п</i> -Ксилолы	<0,005	<0,005	<0,005	0,2
<i>о</i> -Ксилол	0,042	0,035	<0,005	0,3
Стирол	<0,005	<0,005	<0,005	0,04
Формальдегид	<0,001	<0,001	<0,001	0,05
Смесь предельных углеводородов СН ₄ –С ₅ Н ₁₂	<4,5	<4,5	<4,5	200
Смесь предельных углеводородов С ₆ Н ₁₄ –С ₁₀ Н ₂₂	<1,5	<1,5	<1,5	50
Ацетон	<0,05	<0,05	<0,05	0,35
Метанол	<0,05	<0,05	<0,05	1
Изопропанол	<0,05	<0,05	<0,05	0,6
α -Метилстирол	<0,005	<0,005	<0,005	0,04
Бутанол	<0,025	<0,025	<0,025	0,1

Таблица В.7 — Результаты количественного анализа атмосферного воздуха, отобранного на точке «улица Ворошилова, 5»

Определяемые показатели, мг/м ³	Концентрация определяемого компонента, мг/м ³			ПДК м.р., мг/м ³
	15.04.2020	23.04.2020	21.05.2020	
Дата отбора пробы	15.04.2020	23.04.2020	21.05.2020	-
Направление и скорость ветра, м/с	Ю, 4,7	Ю-З, 2,8	Ю, 2,3	-
Температура воздуха, °С	16,8	6,8	17,2	-
Углерода оксид	0,3	0,9	0,9	5
Азота оксид	<0,02	0,032	<0,02	0,4
Азота диоксид	<0,02	0,021	0,021	0,2
Аммиак	<0,05	<0,05	<0,05	0,2
Сера диоксид	0,003	0,004	0,006	0,5
Сероводород	<0,001	<0,001	<0,001	0,008
Взвешенные частицы	<0,01	<0,01	<0,01	0,5
Фенол	<0,005	<0,005	<0,005	0,01
Бензол	<0,005	<0,005	<0,005	0,3
Толуол	0,092	0,063	0,139	0,6
Этилбензол	0,012	0,010	0,018	0,02
<i>m</i> - и <i>n</i> -Ксилолы	<0,005	<0,005	<0,005	0,2
<i>o</i> -Ксилол	0,030	0,023	<0,005	0,3
Стирол	0,019	0,018	<0,005	0,04
Формальдегид	<0,001	<0,001	<0,001	0,05
Смесь предельных углеводородов СН ₄ -С ₅ Н ₁₂	<4,5	<4,5	<4,5	200
Смесь предельных углеводородов С ₆ Н ₁₄ -С ₁₀ Н ₂₂	<1,5	<1,5	<1,5	50
Ацетон	<0,05	<0,05	<0,05	0,35
Метанол	<0,05	<0,05	<0,05	1
Изопропанол	<0,05	<0,05	<0,05	0,6
α -Метилстирол	<0,005	<0,005	<0,005	0,04
Бутанол	<0,025	<0,025	<0,025	0,1

Таблица В.8 — Результаты количественного анализа атмосферного воздуха, отобранного на точке «улица Ворошилова, 45»

Определяемые показатели, мг/м ³	Концентрация определяемого компонента, мг/м ³			ПДК м.р., мг/м ³
	15.04.2020	23.04.2020	21.05.2020	
Дата отбора пробы	15.04.2020	23.04.2020	21.05.2020	-
Направление и скорость ветра, м/с	Ю-В, 4,0	Ю, 1,2	Ю, 1,3	-
Температура воздуха, °С	17,1	7,6	17,3	-
Углерода оксид	0,4	1,0	1,1	5
Азота оксид	<0,02	0,037	0,023	0,4
Азота диоксид	0,020	0,041	0,037	0,2
Аммиак	<0,05	<0,05	<0,05	0,2
Сера диоксид	0,004	0,003	0,007	0,5
Сероводород	<0,001	<0,001	<0,001	0,008
Взвешенные частицы	<0,01	<0,01	<0,01	0,5
Фенол	<0,005	<0,005	<0,005	0,01
Бензол	0,005	<0,005	0,006	0,3
Толуол	0,102	0,065	0,125	0,6
Этилбензол	0,013	0,009	0,015	0,02
<i>m</i> - и <i>n</i> -Ксилолы	<0,005	<0,005	<0,005	0,2
<i>o</i> -Ксилол	0,058	0,043	0,053	0,3
Стирол	0,023	<0,005	<0,005	0,04
Формальдегид	<0,001	<0,001	<0,001	0,05
Смесь предельных углеводородов СН ₄ -С ₅ Н ₁₂	<4,5	<4,5	<4,5	200
Смесь предельных углеводородов С ₆ Н ₁₄ -С ₁₀ Н ₂₂	<1,5	<1,5	<1,5	50
Ацетон	<0,05	<0,05	<0,05	0,35
Метанол	0,163	<0,05	<0,05	1
Изопропанол	<0,05	<0,05	<0,05	0,6
α -Метилстирол	<0,005	<0,005	<0,005	0,04
Бутанол	<0,025	<0,025	<0,025	0,1

Таблица В.9 — Результаты количественного анализа атмосферного воздуха, отобранного на точке «улица 40 лет Победы, 26»

Определяемые показатели, мг/м ³	Концентрация определяемого компонента, мг/м ³				ПДК м.р., мг/м ³
	15.04.2020	23.04.2020	21.05.2020	15.06.2020	
Дата отбора пробы	15.04.2020	23.04.2020	21.05.2020	15.06.2020	-
Направление и скорость ветра, м/с	Ю-В, 5,8	Ю-З, 2,8	Ю, 1,6	С-В, 1,5	-
Температура воздуха, °С	16,8	7,1	18,7	20,5	-
Углерода оксид	<0,2	0,6	1,7	0,4	5
Азота оксид	<0,02	0,030	0,027	<0,02	0,4
Азота диоксид	<0,02	0,037	0,031	0,030	0,2
Аммиак	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,2
Сера диоксид	0,002	0,004	0,005	0,007	0,5
Сероводород	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,008
Взвешенные частицы	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,5
Фенол	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,01
Бензол	<0,005	<0,005	<0,005	0,007	0,3
Толуол	0,091	0,059	0,106	0,208	0,6
Этилбензол	0,012	0,011	0,015	<0,005	0,02
<i>m</i> - и <i>n</i> -Ксилолы	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,2
<i>o</i> -Ксилол	0,027	0,024	<0,005	<0,005	0,3
Стирол	<0,005	0,019	<0,005	<0,005	0,04
Формальдегид	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,05
Смесь предельных углеводородов СН ₄ -С ₅ Н ₁₂	<4,5	<4,5	<4,5	<4,5	200
Смесь предельных углеводородов С ₆ Н ₁₄ -С ₁₀ Н ₂₂	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	50
Ацетон	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,35
Метанол	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1
Изопропанол	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,6
α -Метилстирол	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,04
Бутанол	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	0,1
Свинец и его соединения	-	-	-	<0,00018	0,001

Таблица В.10 — Результаты количественного анализа атмосферного воздуха, отобранного на точке «улица Гидротехническая, 9»

Определяемые показатели, мг/м ³	Концентрация определяемого компонента, мг/м ³				ПДК м.р., мг/м ³
	10.04.2020	29.04.2020	01.06.2020	11.06.2020	
Дата отбора пробы	10.04.2020	29.04.2020	01.06.2020	11.06.2020	-
Направление и скорость ветра, м/с	В, 2,5	С-В, 1,5	С-В, 1,6	С, 0,9	-
Температура воздуха, °С	14,8	13,3	21,8	27,3	-
Углерода оксид	0,3	0,7	0,2	2,8	5
Азота оксид	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,4
Азота диоксид	<0,02	<0,02	<0,02	0,021	0,2
Аммиак	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,2
Сера диоксид	0,005	0,004	0,007	0,021	0,5
Сероводород	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,008
Взвешенные частицы	0,015	<0,01	<0,01	<0,01	0,5
Фенол	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,01
Бензол	0,005	0,005	0,006	<0,005	0,3
Толуол	0,061	0,079	0,006	0,043	0,6
Этилбензол	<0,005	0,011	<0,005	<0,005	0,02
<i>м</i> - и <i>п</i> -Ксилолы	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,2
<i>о</i> -Ксилол	<0,005	0,025	<0,005	<0,005	0,3
Стирол	0,020	0,024	<0,005	<0,005	0,04
Формальдегид	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,05
Смесь предельных углеводородов C ₄ -C ₅ H ₁₂	<4,5	<4,5	<4,5	<4,5	200
Смесь предельных углеводородов C ₆ H ₁₄ -C ₁₀ H ₂₂	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	50
Ацетон	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,35
Метанол	0,092	0,138	<0,05	<0,05	1
Изопропанол	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,6
α -Метилстирол	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,04
Бутанол	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	0,1
Свинец и его соединения	-	-	<0,00018	<0,00018	0,001

Таблица В.11 — Результаты количественного анализа атмосферного воздуха, отобранного на точке «пересечение улиц Матросова и Громовой»

Определяемые показатели, мг/м ³	Концентрация определяемого компонента, мг/м ³				ПДК м.р., мг/м ³
	10.04.2020	29.04.2020	01.06.2020	11.06.2020	
Дата отбора пробы	10.04.2020	29.04.2020	01.06.2020	11.06.2020	-
Направление и скорость ветра, м/с	С-В, 3,3	С-В, 1,5	С-В, 1,5	С, 1,4	-
Температура воздуха, °С	13,4	11,9	21,7	25,4	-
Углерода оксид	<0,2	0,3	1,3	0,4	5
Азота оксид	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,4
Азота диоксид	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,2
Аммиак	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,2
Сера диоксид	0,003	0,003	0,009	0,012	0,5
Сероводород	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,008
Взвешенные частицы	<0,01	<0,01	<0,01	0,011	0,5
Фенол	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,01
Бензол	<0,005	0,007	0,009	<0,005	0,3
Толуол	0,058	0,080	0,009	0,161	0,6
Этилбензол	0,008	0,009	<0,005	<0,005	0,02
<i>m</i> - и <i>n</i> -Ксилолы	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,2
<i>o</i> -Ксилол	0,044	0,037	<0,005	<0,005	0,3
Стирол	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,04
Формальдегид	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,05
Смесь предельных углеводородов СН ₄ –С ₅ Н ₁₂	<4,5	<4,5	<4,5	<4,5	200
Смесь предельных углеводородов С ₆ Н ₁₄ –С ₁₀ Н ₂₂	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	50
Ацетон	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,35
Метанол	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1
Изопропанол	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,6
α -Метилстирол	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,04
Бутанол	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	0,1
Свинец и его соединения	-	-	<0,00018	<0,00018	0,001

Таблица В.12 — Результаты количественного анализа атмосферного воздуха, отобранного на точке «ТРЦ «Аэрохолл»

Определяемые показатели, мг/м ³	Концентрация определяемого компонента, мг/м ³						ПДК мг/м ³
	05.03.2020	27.03.2020	29.04.2020	14.05.2020	29.05.2020	17.07.2020	
Дата отбора пробы	05.03.2020	27.03.2020	29.04.2020	14.05.2020	29.05.2020	17.07.2020	-
Направление и скорость ветра, м/с	Ю, 1,4	С-З, 1,6	Ю-З 1,6	С-З, 2,4	В, 1,5	С-З, 0,9	-
Температура воздуха, °С	-5,7	10,4	15,6	12,6	22,8	21,8	-
Углерода оксид	0,5	0,3	0,4	0,7	0,6	0,3	5
Азота оксид	<0,02	0,046	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,4
Азота диоксид	0,022	0,061	<0,02	<0,02	<0,02	0,048	0,2
Аммиак	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,2
Сера диоксид	-	0,003	0,004	0,005	0,008	<0,001	0,5
Сероводород	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,008
Взвешенные частицы	<0,01	0,022	<0,01	<0,01	<0,01	0,449	0,5
Фенол	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,01
Бензол	<0,005	0,010	<0,005	<0,005	<0,005	0,016	0,3
Толуол	0,039	0,081	0,007	<0,005	0,180	0,054	0,6
Этилбензол	<0,005	0,013	0,012	0,012	0,017	<0,005	0,02
<i>m</i> - и <i>n</i> -Ксилолы	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,2
<i>o</i> -Ксилол	<0,005	0,059	0,025	<0,005	<0,005	<0,005	0,3
Стирол	<0,005	<0,005	0,036	<0,005	<0,005	<0,005	0,04
Формальдегид	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,05
Смесь предельных углеводородов СН ₄ -С ₅ Н ₁₂	<4,5	<4,5	<4,5	<4,5	<4,5	<4,5	200
Смесь предельных углеводородов С ₆ Н ₁₄ -С ₁₀ Н ₂₂	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	50
Ацетон	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,064	0,35
Метанол	<0,05	0,152	<0,05	<0,05	<0,05	0,090	1
Изопропанол	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,6
α -Метилстирол	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,04
Бутанол	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	0,1
Уксусная кислота	-	-	-	-	<0,036	-	0,2
Свинец и его соединения	-	-	-	-	<0,00018	-	0,001
Хлор	-	-	-	-	<0,015	-	0,1

Таблица В.13 — Результаты количественного анализа атмосферного воздуха, отобранного на точке «ул. Л. Толстого, 26а» и «Кунеевский лес»

Определяемые показатели, мг/м ³	Концентрация определяемого компонента, мг/м ³		ПДК м.р., мг/м ³
Дата отбора пробы	29.05.2020	17.07.2020	-
Место отбора	ул. Л. Толстого, 26а	Кунеевский лес	-
Направление и скорость ветра, м/с	С, 1,5	Ю-З, 1,2	-
Температура воздуха, °С	24,7	21,0	-
Углерода оксид	0,8	<0,2	5
Азота оксид	<0,02	<0,02	0,4
Азота диоксид	<0,02	0,026	0,2
Аммиак	<0,05	<0,05	0,2
Сера диоксид	0,008	<0,001	0,5
Сероводород	<0,001	<0,001	0,008
Взвешенные частицы	<0,01	0,707	0,5
Фенол	<0,005	<0,005	0,01
Бензол	<0,005	<0,005	0,3
Толуол	<0,005	<0,005	0,6
Этилбензол	0,019	<0,005	0,02
<i>м</i> - и <i>п</i> -Ксилолы	<0,005	<0,005	0,2
<i>о</i> -Ксилол	<0,005	<0,005	0,3
Стирол	<0,005	0,036	0,04
Формальдегид	<0,001	<0,001	0,05
Смесь предельных углеводородов С ₄ –С ₅ Н ₁₂	<4,5	<4,5	200
Смесь предельных углеводородов С ₆ Н ₁₄ –С ₁₀ Н ₂₂	<1,5	<1,5	50
Ацетон	<0,05	0,087	0,35
Метанол	0,202	<0,05	1
Изопропанол	<0,05	<0,05	0,6
α -Метилстирол	<0,005	<0,005	0,04
Бутанол	<0,025	<0,025	0,1
Уксусная кислота	<0,036	-	0,2
Свинец и его соединения	<0,00018	-	0,001
Хлор	<0,015	-	0,1

Таблица В.14 — Результаты количественного анализа атмосферного воздуха, отобранного на точке «Молодежный бульвар, 5», «ул. Новозаводская, 37» и «Новозаводская, 2е»

Определяемые показатели, мг/м ³	Концентрация определяемого компонента, мг/м ³				ПДК м.р., мг/м ³
	05.03.2020	10.03.2020	07.05.2020	17.07.2020	
Дата отбора пробы	05.03.2020	10.03.2020	07.05.2020	17.07.2020	-
Место отбора пробы	Молодёжный бульвар, 5		Новозаводская, 37	Новозаводская, 2е	-
Направление и скорость ветра, м/с	Ю, 1,4	Ю-В, 0,4	Ю-В, 1,3	С-З, 0,7	-
Температура воздуха, °С	-5,7	7,2	25,6	24,3	-
Углерода оксид	0,3	1,0	0,9	0,4	5
Азота оксид	<0,02	0,040	0,024	0,084	0,4
Азота диоксид	0,023	0,037	0,065	0,066	0,2
Аммиак	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,2
Сера диоксид	-	0,004	0,006	<0,001	0,5
Сероводород	-	<0,001	<0,001	<0,001	0,008
Взвешенные частицы	<0,01	0,029	<0,01	0,018	0,5
Фенол	<0,005	<0,005	0,007	<0,005	0,01
Бензол	<0,005	0,009	<0,005	<0,005	0,3
Толуол	0,071	0,089	0,087	0,085	0,6
Этилбензол	0,008	0,009	0,011	0,013	0,02
<i>m</i> - и <i>p</i> -Ксилолы	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,2
<i>o</i> -Ксилол	0,008	0,032	<0,005	<0,005	0,3
Стирол	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,04
Формальдегид	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,05
Смесь предельных углеводородов С ₄ -С ₅ Н ₁₂	<4,5	<4,5	<4,5	<4,5	200
Смесь предельных углеводородов С ₆ Н ₁₄ -С ₁₀ Н ₂₂	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	50
Ацетон	<0,05	<0,05	<0,05	0,091	0,35
Метанол	<0,05	0,252	<0,05	0,077	1
Изопропанол	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,6
α -Метилстирол	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,04
Бутанол	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	0,1

Таблица В.15 — Результаты количественного анализа атмосферного воздуха, отобранного на точке «ул. Баныкина, 20», «ул. Лесная, 52», «ул. Лесная, 16»

Определяемые показатели, мг/м ³	Концентрация определяемого компонента, мг/м ³				ПДК м.р., мг/м ³
	09.06.2020	18.06.2020	19.06.2020	19.06.2020	
Дата отбора пробы	09.06.2020	18.06.2020	19.06.2020	19.06.2020	-
Место отбора пробы	ул.Баныкина, 20	ул.Лесная, 52		ул.Лесная, 16	-
Направление и скорость ветра, м/с	Ю-З, 0,9	С-З, 1,0	С, 0,6	В, 2,1	-
Температура воздуха, °С	18,2	25,3	16,7	17,0	-
Углерода оксид	0,3	0,9	2,4	1,1	5
Азота оксид	<0,02	<0,02	0,021	<0,02	0,4
Азота диоксид	0,029	0,030	0,056	0,026	0,2
Аммиак	<0,05	<0,05	0,118	<0,05	0,2
Сера диоксид	0,009	0,009	0,007	0,007	0,5
Сероводород	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,008
Взвешенные частицы	0,021	0,018	0,015	0,014	0,5
Фенол	<0,005	<0,005	<0,005	0,011	0,01
Бензол	0,086	0,008	0,005	<0,005	0,3
Толуол	0,490	0,196	0,108	0,170	0,6
Этилбензол	<0,005	0,012	0,013	0,021	0,02
<i>м</i> - и <i>п</i> -Ксилолы	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,2
<i>о</i> -Ксилол	0,010	<0,005	<0,005	<0,005	0,3
Стирол	<0,005	0,034	0,039	<0,005	0,04
Формальдегид	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,05
Смесь предельных углеводородов C ₄ -C ₅ H ₁₂	<4,5	<4,5	<4,5	<4,5	200
Смесь предельных углеводородов C ₆ H ₁₄ -C ₁₀ H ₂₂	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	50
Ацетон	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,35
Метанол	<0,05	<0,05	0,056	<0,05	1
Изопропанол	0,174	<0,05	<0,05	<0,05	0,6
α -Метилстирол	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,04
Бутанол	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	0,1
Уксусная кислота	<0,036	-	<0,036	<0,036	0,06
Свинец и его соединения	<0,00018	-	<0,00018	<0,00018	0,0003
Хлор	<0,015	-	-	-	0,03
Метантиол	-	-	<0,003	<0,003	0,006
Этилацетат	-	-	<0,06	<0,06	0,1
Бутилацетат	-	-	<0,05	<0,05	0,1

Таблица В.16 — Результаты количественного анализа атмосферного воздуха, отобранного на точке «Пересечение Ленина и 50 лет Октября», «Район КАТЗ», «ул. Голосова, 105» и «ул. Жилина,48»

Определяемые показатели, мг/м ³	Концентрация определяемого компонента, мг/м ³				ПДК м.р., мг/м ³
	26.05.2020	17.07.2020	28.07.2020	28.07.2020	
Дата отбора пробы	26.05.2020	17.07.2020	28.07.2020	28.07.2020	-
Место отбора пробы	Пересечение Ленина-50 лет Окт.	Район КАТЗ	Ул. Голосова, 105	Ул.Жилина,48	-
Направление и скорость ветра, м/с	С-З, 2,3	С-З, 2,1	С-З, 1,1	С, 0,8	-
Температура воздуха, °С	19,3	22,0	24,5	26,7	-
Углерода оксид	<0,2	0,2	0,9	3,8	5
Азота оксид	<0,02	<0,02	0,036	<0,02	0,4
Азота диоксид	0,021	0,026	0,032	0,020	0,2
Аммиак	<0,05	<0,05	0,056	<0,05	0,2
Сера диоксид	0,004	<0,001	0,002	<0,001	0,5
Сероводород	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,008
Взвешенные частицы	<0,01	0,707	0,047	0,034	0,5
Фенол	<0,005	<0,005	0,014	<0,005	0,01
Бензол	<0,005	<0,005	0,013	<0,005	0,3
Толуол	0,132	<0,005	0,108	0,104	0,6
Этилбензол	0,014	0,011	0,014	0,018	0,02
<i>м</i> - и <i>п</i> -Ксилолы	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,2
<i>о</i> -Ксилол	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,3
Стирол	<0,005	0,036	<0,005	0,069	0,04
Формальдегид	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,05
Смесь предельных углеводородов СН ₄ -С ₅ Н ₁₂	<4,5	<4,5	<4,5	<4,5	200
Смесь предельных углеводородов С ₆ Н ₁₄ -С ₁₀ Н ₂₂	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	50
Ацетон	<0,05	0,087	<0,05	0,074	0,35
Метанол	<0,05	0,083	<0,05	1,065	1
Изопропанол	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,6
α -Метилстирол	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,04
Бутанол	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	0,1

Таблица В.17 — Результаты количественного анализа атмосферного воздуха, отобранного на точке «ул. Юбилейная, 19», «Автозаводское шоссе,43», «ул. Новопромышленная, 15»

Определяемые показатели, мг/м ³	Концентрация определяемого компонента, мг/м ³				ПДК м.р., мг/м ³
	15.06.2020	16.06.2020	15.06.2020	16.06.2020	
Дата отбора пробы	15.06.2020	16.06.2020	15.06.2020	16.06.2020	-
Место отбора пробы	ул. Юбилейная, 19		Автозаводское шоссе, 43	ул.Новопромышленная, 15	-
Направление и скорость ветра, м/с	С-З, 1,3	Ю, 0,9	С-З, 1,5	Ю-В, 0,6	-
Температура воздуха, °С	22,2	23,5	22,7	24,6	-
Углерода оксид	0,8	0,7	1,4	2,2	5
Азота оксид	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,4
Азота диоксид	0,027	0,051	0,024	0,049	0,2
Аммиак	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,2
Сера диоксид	0,008	0,004	0,010	0,010	0,5
Сероводород	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,008
Взвешенные частицы	<0,01	0,019	<0,01	0,024	0,5
Фенол	<0,005	0,007	<0,005	<0,005	0,01
Бензол	0,010	0,012	<0,005	0,039	0,3
Толуол	0,200	0,196	0,138	0,238	0,6
Этилбензол	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,02
<i>m</i> - и <i>n</i> -Ксилолы	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,2
<i>o</i> -Ксилол	<0,005	0,006	<0,005	<0,005	0,3
Стирол	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,04
Формальдегид	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,05
Смесь предельных углеводородов СН ₄ -С ₅ Н ₁₂	<4,5	<4,5	<4,5	<4,5	200
Смесь предельных углеводородов С ₆ Н ₁₄ -С ₁₀ Н ₂₂	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	50
Ацетон	0,092	<0,05	<0,05	<0,05	0,35
Метанол	0,096	<0,05	<0,05	0,094	1
Изопропанол	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,6
α-Метилстирол	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,04
Бутанол	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	0,1
Свинец и его соединения	<0,00018	<0,00018	<0,00018	<0,00018	0,0003

Таблица В.18 — Результаты количественного анализа атмосферного воздуха, отобранного на точке «Строительство развязки М5», «ул. Матросова, 92», «Ученический переулок, 1»

Определяемые показатели, мг/м ³	Концентрация определяемого компонента, мг/м ³				ПДК м.р., мг/м ³
	10.03.2020	06.07.2020	27.07.2020	29.07.2020	
Дата отбора пробы	10.03.2020	06.07.2020	27.07.2020	29.07.2020	-
Место отбора пробы	Трасса М5	ул. Матросова, 92	ул. Шлюзовая, 8	Ученический переулок, 1	-
Направление и скорость ветра, м/с	В, 1,1	3, 0,4	С, 0,9	Ю-З, 2,2	-
Температура воздуха, °С	5,7	21,5	25,8	29,7	-
Углерода оксид	0,7	7,5	0,4	0,6	5
Азота оксид	0,091	0,026	<0,02	<0,02	0,4
Азота диоксид	0,071	0,031	0,020	<0,02	0,2
Аммиак	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,2
Сера диоксид	0,003	0,018	<0,001	<0,001	0,5
Сероводород	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,008
Взвешенные частицы	0,027	0,016	0,01	0,012	0,5
Фенол	<0,005	0,023	0,015	<0,005	0,01
Бензол	0,028	0,009	0,008	<0,005	0,3
Толуол	0,113	0,145	0,114	0,095	0,6
Этилбензол	0,013	0,022	0,013	<0,005	0,02
<i>м</i> - и <i>п</i> -Ксилолы	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,2
<i>о</i> -Ксилол	0,053	<0,005	<0,005	<0,005	0,3
Стирол	<0,005	0,096	0,027	0,039	0,04
Формальдегид	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,05
Смесь предельных углеводородов СН ₄ -С ₅ Н ₁₂	<4,5	<4,5	<4,5	<4,5	200
Смесь предельных углеводородов С ₆ Н ₁₄ -С ₁₀ Н ₂₂	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	50
Ацетон	<0,05	0,051	0,064	0,074	0,35
Метанол	0,471	<0,05	<0,05	0,068	1
Изопропанол	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,6
α-Метилстирол	0,02	<0,005	<0,005	<0,005	0,04
Бутанол	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	0,1
Свинец и его соединения	-	<0,00018	-	-	0,0003

Таблица В.19 — Результаты количественного анализа атмосферного воздуха, отобранного на точке «улица Калмыцкая»

Определяемые показатели, мг/м ³	Концентрация определяемого компонента, мг/м ³		ПДК м.р., мг/м ³
	29.06.2020	30.06.2020	
Дата отбора пробы	29.06.2020	30.06.2020	-
Направление и скорость ветра, м/с	Ю-З, 0,7	З, 0,3	-
Температура воздуха, °С	19,0	11,7	-
Углерода оксид	1,6	3,4	5
Азота оксид	<0,02	0,062	0,4
Азота диоксид	0,020	0,046	0,2
Аммиак	<0,05	<0,05	0,2
Сера диоксид	0,012	0,010	0,5
Сероводород	<0,001	0,002	0,008
Взвешенные частицы	<0,01	0,027	0,5
Фенол	<0,005	<0,005	0,01
Бензол	0,085	0,009	0,3
Толуол	0,595	<0,005	0,6
Этилбензол	0,018	<0,005	0,02
<i>m</i> - и <i>n</i> -Ксилолы	<0,005	<0,005	0,2
<i>o</i> -Ксилол	<0,005	<0,005	0,3
Стирол	<0,005	<0,005	0,04
Формальдегид	<0,001	<0,001	0,05
Смесь предельных углеводородов СН ₄ –С ₅ Н ₁₂	<4,5	<4,5	200
Смесь предельных углеводородов С ₆ Н ₁₄ –С ₁₀ Н ₂₂	<1,5	<1,5	50
Ацетон	0,067	<0,05	0,35
Метанол	0,258	<0,05	1
Изопропанол	<0,05	<0,05	0,6
α -Метилстирол	<0,005	<0,005	0,04
Бутанол	<0,025	<0,025	0,1
Свинец и его соединения	<0,00018	-	0,0003

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
АКТУАЛИЗАЦИЯ КАРТЫ ЗАГРЯЗНЕНИЙ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА Г.О. ТОЛЬЯТТИ



Рисунок Г.1 — Карта жалоб населения г.о. Тольятти

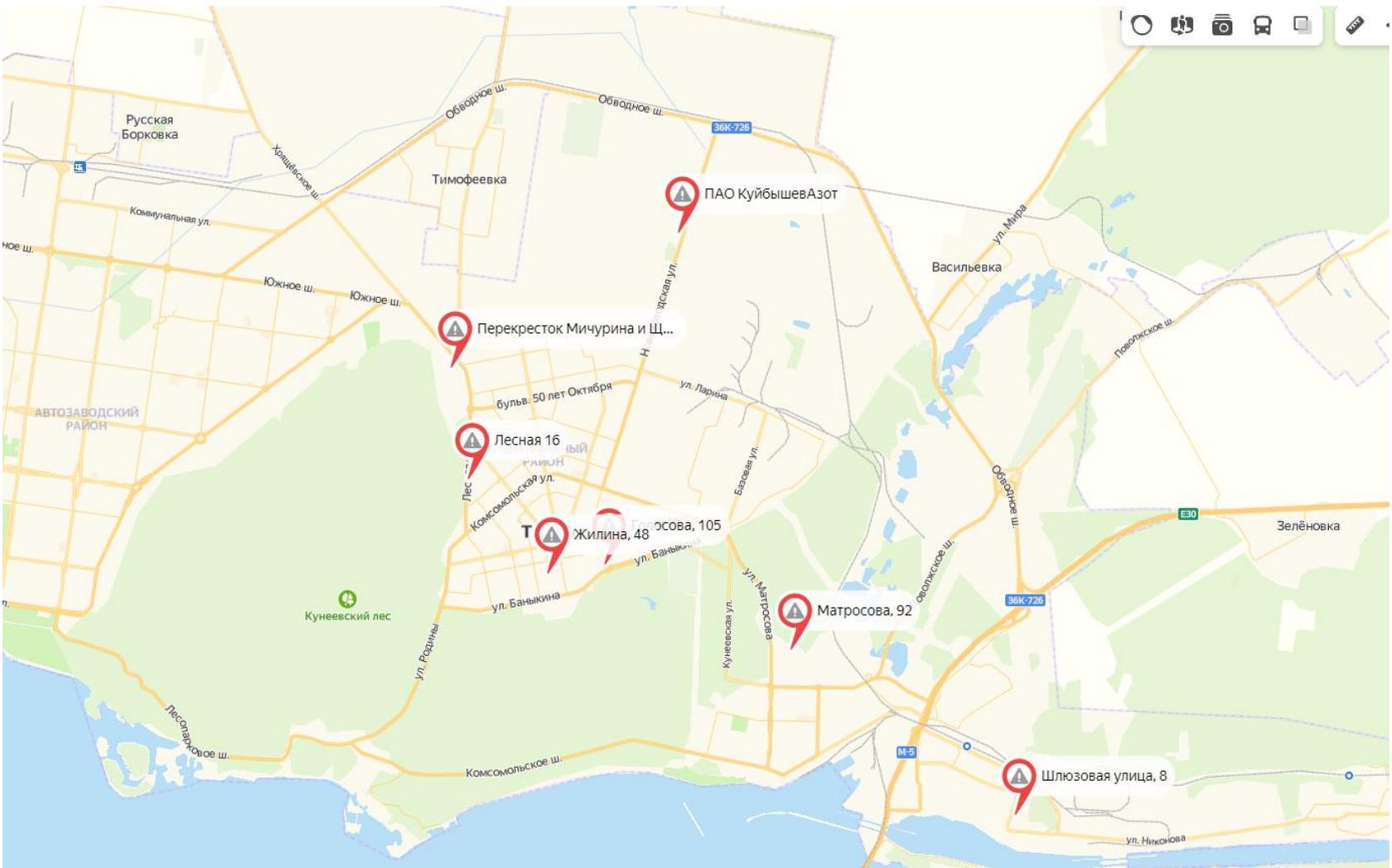


Рисунок Г.2 — Карта превышений загрязняющих веществ г.о. Тольятти

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
ТАБЛИЦА ОТБОРА ПРОБ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ МЕТОДОМ
ТЕРМОДЕСОРБЦИОННОЙ ХРОМАТОМАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ

Таблица Д.1 — Таблица отбора проб для исследований методом термодесорбционной хроматомасс-спектрометрии

№ выезда	Дата отбора	Адрес
1.	29.10.2019	ул. Льва Яшина 8
2.	29.10.2019	ул. Льва Толстого 12
3.	29.10.2019	ул. Новозаводская 41
4.	29.10.2019	ул. Мира 123
5.	29.10.2019	ул. Куйбышева 30
6.	29.10.2019	ул. Ушакова (ТГУ)
7.	29.10.2019	ул. Ушакова (ТГУ)
8.	29.10.2019	ул. 50 лет октября 48
9.	25.11.2019	Центральная площадь 4
10.	25.11.2019	Центральная площадь 4
11.	28.01.2020	Ул. Мира 158
12.	21.02.2020	Ул. Железнодорожная 1
13.	21.02.2020	Ул. Железнодорожная 1
14.	21.02.2020	Гидротехническая 286
15.	21.02.2020	Гидротехническая 286
16.	04.03.2020	70 лет октября 31
17.	27.03.2020	Пересечение ул. Ушакова/ул. Мира
18.	27.03.2020	Мира 137
19.	27.03.2020	Мичурина/Щорса
20.	27.03.2020	Ул. Калмыцкая
21.	27.03.2020	50 лет октября 42
22.	26.05.2020	50 лет октября - Ленина
23.	18.06.2020	Лесная 52
24.	18.06.2020	Лесная 52
25.	19.06.2020	Лесная 16
26.	19.06.2020	Лесная 16
27.	19.06.2020	Лесная 52
28.	18.06.2020	Лесная 52
29.	17.07.2020	Кунеевский лес, ул санаторная
30.	17.07.2020	Кунеевский лес, ул санаторная
31.	28.07.2020	Голосова 105
32.	28.07.2020	Голосова 105
33.	28.07.2020	Жилина 48
34.	28.07.2020	Жилина 48
35.	29.07.2020	Федоровка, ул. Ученическая 2
36.	29.07.2020	Федоровка, ул. Ученическая 2
37.	18.08.2020	Гидротехническая 9
38.	18.08.2020	Гидротехническая 9
39.	18.08.2020	Пересечение Матросовой Громова
40.	18.08.2020	Пересечение Матросовой Громова

Продолжение таблицы Д.1

№ выезда	Дата отбора	Адрес
41.	18.08.2020	Аэрохолл (Мира 137)
42.	18.08.2020	Аэрохолл (Мира 137)
43.	19.08.2020	Мира/Ушакова
44.	19.08.2020	Мичурина / Щорса
45.	19.08.2020	50 лет Октября / Печерский
46.	29.09.2020	Приморский бр. 1
47.	29.09.2020	Ул. Толстого 8
48.	18.08.2020	Гидротехническая 9
49.	18.08.2020	Гидротехническая 9
50.	18.08.2020	Пересечение Матросовой Громова
51.	18.08.2020	Пересечение Матросовой Громова
52.	18.08.2020	Аэрохолл (Мира 137)
53.	18.08.2020	Аэрохолл (Мира 137)
54.	19.08.2020	Мира/Ушакова
55.	19.08.2020	Мичурина / Щорса
56.	19.08.2020	50 лет Октября / Печерский
57.	29.09.2020	Приморский бр. 1
58.	29.09.2020	Ул. Толстого 8
59.	18.08.2020	Пересечение Матросовой Громова
60.	18.08.2020	Аэрохолл (Мира 137)
61.	18.08.2020	Аэрохолл (Мира 137)
62.	19.08.2020	Мира/Ушакова
63.	19.08.2020	Мичурина / Щорса
64.	19.08.2020	50 лет Октября / Печерский
65.	29.09.2020	Приморский бр. 1

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

ЕДИНЫЙ СВОДНЫЙ СОСТАВ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА Г.О. ТОЛЬЯТТИ

Таблица Е.1 — Единый сводный состав атмосферного воздуха г.о. Тольятти

№ пп	Вещество	Влияние на организм	ПДК (ОБУВ) м.р/с.с, мг/м ³	Методика определения	Диапазон, мг/м ³	Метод определения (качественный, количественный)	Сред. Конц. при обнаружении	Макс. Обнар. концентрация	Возможные источники	Класс опасности
1.	Азота оксид	Являются ядами крови, оказывают воздействие на центральную нервную систему	0,4/0,06	РД 52.04.792-2014	0,028–2,8 0,001–10	количественный	0,018	0,090	Горение практически всех твердых горючих материалов, предприятия производства азотной кислоты	3
2.	Азота диоксид		0,2/0,04	Газоанализатор ЕТ-909-11, руководство по эксплуатации	0,021–4,3 0,001–10	количественный	0,026	0,066	Горение практически всех твердых горючих материалов, предприятия производства азотной кислоты	3
3.	Серы диоксид	Вызывает спазмы бронхов, раздражает дыхательные пути.	0,5/0,05	РД 52.04.822-2015 УФ-Флуоресцентный анализатор Т-101, руководство по эксплуатации	0,0025–8 0,001–54	количественный	0,005	0,021	Горение серосодержащих веществ, предприятия производства серной кислоты (обжиг пирита и колчедана), ТЭЦ	3
4.	Углерода оксид	Вытесняет кислород из гемоглобина, уменьшает снабжение тканей организма кислородом.	5,0/3,0	Газоанализатор К-100, руководство по эксплуатации	0,1–50	количественный	0,9	7,5	Горение топлива в печах и двигателях внутреннего сгорания	4

Продолжение таблицы Е.1

№ пп	Вещество	Влияние на организм	ПДК (ОБУВ) м.р/с.с, мг/м ³	Методика определения	Диапазон, мг/м ³	Метод определения (качественный, количественный)	Сред. Конц. при обнаружении	Макс. Обнар. конц. нтрация	Возможные источники	Класс опасности
5.	Аммиак	Раздражение глаз и слизистой носа, чихание, покраснение лица, потливость	0,2/0,04	РД 52.04.791-2014 Газоанализатор ЕТ-909-11, руководство по эксплуатации	0,02–5,0 0,001–10	количественный	0,007	0,118	Производство минеральных удобрений, производство азотной кислоты, хладагент	4
6.	Сероводород	Очень низкий порог ощущения 0,0012мг/м ³ . Опасен привыканием к запаху. Воздействует на центральную нервную систему	0,008/–	РД 52.04.795-2014 УФ-флуоресцентный анализатор Т-101, руководство по эксплуатации	0,006–0,1 0,001–14	количественный	0	0,002	Добыча и переработка нефти, химические процессы, бытовые отходы	3
7.	Сажа	Длительное вдыхание угольной пыли ведёт к поражению лёгких	0,15/0,05	РД 52.04.831-2015	0,03–0,8	количественный			Дизели, авиационные турбины, тепловые энергетические установки, лесные пожары	3
8.	Взвешенные вещества	Воздействие на человека зависит от размера частиц пыли и состава. Наибольший ущерб здоровью наносит мелкая пыль с большим содержанием оксида кремния, т.к. проникает в глубокие дыхательные пути	0,5/0,15	РД 52.04.893-2020 Анализатор пыли DUSTTRAK 8533, руководство по эксплуатации	0,3–10 0,01–150	количественный	0,028	0,71	отрасли металлургического, химического и текстильного производства, строительство, автотранспорт	4

Продолжение таблицы Е.1

№ пп	Вещество	Влияние на организм	ПДК (ОБУВ) м.р/с.с, мг/м ³	Методика определения	Диапазон, мг/м ³	Метод определения (качественный, количественный)	Сред. Конц. при обнаружении	Макс. Обнар. концентрация	Возможные источники	Класс опасности
9.	Предельные и непредельные углеводороды	Наиболее инертные среди органических соединений	200/50 (C ₁ -C ₅) 50/5 (C ₆ -C ₁₀)	ПНД Ф 13.1:2:3.23-99 ПНД Ф 13.1:2:3.25-99 МКХА УФКВ 08.0007-ФХИ МКХА УФКВ 08.0008-ФХИ МКХА УФКВ 08.0005-ФХИ	1-1500 0,2-100 1,5-2100 0,005-1	количественный	1,3	2,0	Топливо, добыча и переработка нефти, производства органического синтеза	4
10.	Бензол	Поражают центральную нервную систему, желудочно-кишечный тракт, органы кроветворения, обладают наркотическими свойствами.	0,3/0,1			количественный	0,009	0,086	Широко применяется в промышленности, является исходным сырьём для производства лекарств, различных пластмасс, синтетической резины, красителей. Входит в состав сырой нефти	2
11.	Толуол		0,6/-			количественный	0,12	0,59	Сырье для производства органических веществ,	3
12.	<i>m-,n-,o-</i> Ксилолы		0,2/-			количественный	0,014	0,63	Автомобильный транспорт, выбросы лакокрасочных производств. Применяются в качестве растворителей.	3
13.	Этилбензол		0,02/-			количественный	0,009	0,022	Производство стирола. Получение ацетофенона окислением, растворитель и компонент высокооктановых бензинов.	3
14.	Стирол		0,04/0,002			количественный	0,009	0,096	Предприятия производства полимеров	2
15.	α -Метилстирол		0,04/-			количественный	0,003	0,025	Предприятия производства полимеров	2

Продолжение таблицы Е.1

№ пп	Вещество	Влияние на организм	ПДК (ОБУВ) м.р/с.с, мг/м ³	Методика определения	Диапазон, мг/м ³	Метод определения (качественный, количественный)	Сред. Конц. при обнаружении	Макс. Обнар. концентрация	Возможные источники	Класс опасности
16.	Фенол	При вдыхании в лёгких задерживается от 60 до 80%. Вызывает раздражение дыхательных путей, расстройство пищеварения, кожный зуд, бессонницу.	0,01/0,006	РД 52.04.186-89 МКХА УФКВ 08.0004-ФХИ	0,0015–0,02 0,005–1	количественный	0,001	0,023	Производство бисфенола фенолформальдегидных смол, нейлона, капрона, антиоксидантов, ПАВ. Производство лекарств, антисептиков, пестицидов.	2
17.	Ацетофенон	Обладает запахом черёмухи, при больших концентрациях вызывает снижение давления, раздражение слизистых	0,01/–	МУК 4.1.618-96 Методические указания по хромато-масс-спектрометрическому определению летучих органических веществ в атмосферном воздухе	0,001–0,2	качественный	-	-	Ацетофенон и некоторые его производные используются как душистые вещества в парфюмерии, образуется при горении бензина	3

Продолжение таблицы Е.1

№ пп	Вещество	Влияние на организм	ПДК (ОБУВ) м.р/с.с, мг/м ³	Методика определения	Диапазон, мг/м ³	Метод определения (качественный, количественный)	Сред. Конц. при обнаружении	Макс. Обнар. концентрация	Возможные источники	Класс опасности
18.	Формальдегид	Раздражают верхние дыхательные пути	0.05/0,01	РД 52.04.823-2015 Измерительный комплекс ФОРТ ИРМБ.413312.0 04РЭ, руководство по эксплуатации	0,01–0,2 0,01–0,500	количественный	0	0	Производство синтетических смол, органический синтез	2
19.	Ацетальдегид		0,01/–	МУК 4.1.599-96	0,008–0,1	качественный	-	-	Производство органических веществ, полимеров, образуется при окислении	3
20.	Изопрен	Поражают центральную нервную систему	0,5/–	Методика выполнения измерений массовой концентрации органических веществ (33 соединений) в промышленных выбросах в атмосферу, в воздухе рабочей зоны и в атмосферном воздухе газохроматографическим методом	0,01–100	качественный	-	-	Предприятия производства каучуков	3
21.	Дивинил		3/ 1		0,01–100	качественный	-	-	Предприятия производства каучуков	3
22.	Циклогексан		1,4/–		0,01–100	качественный	-	-	Сырье для получения капролактама, адипиновой кислоты и циклогексанона; растворитель эфирных масел, восков, лаков, красок, экстрагент в фармацевтической промышленности	4
23.	Триметилбензол (мезитилен)		0,1 (ОБУВ)		0,01–100	качественный	-	-	Компонент топлива, используют в производстве промежуточных продуктов красителей	3
24.	Бензальдегид	Раздражает верхние дыхательные пути	0,04/-		0,01–100	качественный	-	-	Продукт окисления топлива	3

Продолжение таблицы Е.1

№ пп	Вещество	Влияние на организм	ПДК (ОБУВ) м.р/с.с, мг/м ³	Методика определения	Диапазон, мг/м ³	Метод определения (качественный, количественный)	Сред. Конц. при обнаружении	Макс. Обнар. концентрация	Возможные источники	Класс опасности
25.	Циклогексанол	Вызывает раздражение слизистых, легко проникает через кожу, вызывает отёк слизистых и дерматит.	0,06/0,06	РД 52.04.186-89 (5.3.3.8)	0,02–2	качественный	-	-	Предприятия производства капролактама	3
26.	Циклогексанон	Обладает наркотическим и раздражающим действием	0,04/–		0,02–2	качественный	-	-	Предприятия производства капролактама	3
27.	Метанол	Вещество умеренной токсичности	1,0/0,5	МУК 4.1.624-96	0,05–5,0	количественный	0,073	1,065	Растворитель, синтез органических веществ (например, метил- <i>трет</i> -бутилового эфира)	3

Продолжение таблицы Е.1

№ пп	Вещество	Влияние на организм	ПДК (ОБУВ) м.р/с.с, мг/м ³	Методика определения	Диапазон, мг/м ³	Метод определения (качественный, количественный)	Сред. Конц. при обнаружении	Макс. Обнар. конц. нтрация	Возможные источники	Класс опасности
28.	Бенз(а)пирен	Являются канцерогенными веществами, вызывают нарушения функций печени, лейкоцитоз, уменьшение содержания гемоглобина в крови	-/0,001 мг/м ³	МУК 4.1.1273-03 (метод ВЭЖХ), (только для бенз(а)пирена)	0,0005–10	количественный	0,00028 мкг/м ³	0,0007 мкг/м ³	Побочный продукт сгорания топлива	1
29.	Нафтол		0,007/-	ГОСТ Р ИСО 12884-2007 (ГХ/МС) ГОСТ Р ИСО 16362-2009 (метод ВЭЖХ)	0,05–1000 нг/см ³ от 4нг/см ³ с последующим пересчётом на отобраный объём воздуха	качественный	-	-	Синтез органических веществ	2

Продолжение таблицы Е.1

№ пп	Вещество	Влияние на организм	ПДК (ОБУВ) м.р/с.с, мг/м ³	Методика определения	Диапазон, мг/м ³	Метод определения (качественный, количественный)	Сред. Конц. при обнаружении	Макс. Обнар. конце нтрация	Возможные источники	Класс опасности
30.	Трихлорметан (хлороформ)	<p>Вдыхание хлороформа пагубно влияет на работу <u>центральной нервной системы</u>. Вдыхание воздуха с содержанием хлороформа порядка 0,09 % (900 ppm) за короткое время может вызвать головокружение, усталость и головную боль. Постоянное воздействие хлороформа может вызвать заболевания <u>печени и почек</u>. Приблизительно 10 % населения Земли имеют <u>аллергическую реакцию</u> на хлороформ, приводящую к повышению температуры тела (до 40 °С).</p>	0,03/0,1	ФР.1.31.2009.05 686	Не указано	качественный	-	-	Используется на промышленных предприятиях как экстрагент и растворитель	2

Продолжение таблицы Е.1

№ пп	Вещество	Влияние на организм	ПДК (ОБУВ) м.р/с.с, мг/м ³	Методика определения	Диапазон, мг/м ³	Метод определения (качественный, количественный)	Сред. Конц. при обнаружении	Макс. Обнар. конце нтрация	Возможные источники	Класс опасности
31.	Гексаналь	Поражает ЦНС, раздражающее, прижигающее, sensibilizing, наркотическое действие. При остром ингаляционном отравлении – конъюнктивит, острый риноларинготрахеобронхит вплоть до отёка лёгких.	Не установлена /0,01	ФР.1.31.2019.33 184	0,05– 12,0 мг/м ³	качественный	-	-	Продукт сгорания компонентов бензина	3
32.	Бензойная кислота	Раздражает слизистые оболочки	Не установлено	Отсутствует	Отсутствует	качественный	-	-	Консервирование пищевых продуктов, парфюмерия.	3

Продолжение таблицы Е.1

№ пп	Вещество	Влияние на организм	ПДК (ОБУВ) м.р/с.с, мг/м ³	Методика определения	Диапазон, мг/м ³	Метод определения (качественный, количественный)	Сред. Конц. при обнаружении	Макс. Обнар. конце нтрация	Возможные источники	Класс опасности
33.	Нафталин	При остром отравлении нафталин вызывает головные боли, тошноту, рвоту, раздражение слизистых оболочек. Длительное воздействие нафталина может вызвать повреждение или разрушение красных кровяных телец (<u>эритроцитов</u>). Хроническое воздействие нафталина также приводит к нарушению работы <u>печени</u> и <u>поджелудочной железы</u> , вызывает развитие атрофического <u>ринита</u> и <u>фарингита</u> .	Не установлен/0,007	ФР.1.31.2015.20533	0,005–0,05 мг/м ³ 0,05–1,0 мг/м ³	качественный	-	-	Сырье для химической промышленности: синтеза фталевого ангидрида, тетралина, декалина, разнообразных производных нафталина. Производные нафталина применяют для получения красителей и взрывчатых веществ, в медицине	4
34.	Метилнафталины	Аналогичны нафталину, но менее выражены	Не установлено	Отсутствует	Отсутствует	качественный	-	-	Могут присутствовать в дизельном топливе	4
35.	Нонаналь	Аналогично гексаналю	-/0,02	ФР.1.31.2019.33184	0,8–12,0 мг/м ³	качественный	-	-	Продукт сгорания компонентов бензина	2

Продолжение таблицы Е.1

№ пп	Вещество	Влияние на организм	ПДК (ОБУВ) м.р/с.с, мг/м ³	Методика определения	Диапазон, мг/м ³	Метод определения (качественный, количественный)	Сред. Конц. при обнаружении	Макс. Обнар. концентрация	Возможные источники	Класс опасности
36.	Деканаль	Аналогично гексаналу	Не установлена/0,02	МУК 4.1.1045-01	0,005–0,15 мг/м ³	качественный	-	-	Продукт сгорания компонентов бензина	2
37.	Трихлорэтилен	Трихлорэтилен является токсичным <u>наркотическим</u> веществом. Накапливается в организме, представляет опасность для сердечно-сосудистой и нервной систем, органов дыхания, зрения. При продолжительном воздействии на кожу вызывает её повреждение и дерматиты.	1,0/4,0	ФР.1.31.2016.23996	0,05–110 мг/м ³	качественный	-	-	Растворитель, используется для улучшения свойств инсектицидов; для обезжиривания металлов, для химической чистки тканей	3

Продолжение таблицы Е.1

№ пп	Вещество	Влияние на организм	ПДК (ОБУВ) м.р/с.с, мг/м ³	Методика определения	Диапазон, мг/м ³	Метод определения (качественный, количественный)	Сред. Конц. при обнаружении	Макс. Обнар. конц. нтрация	Возможные источники	Класс опасности
38.	Ацетон	Бесцветная летучая жидкость с характерным запахом. Ацетон малотоксичен, относится к малоопасным веществам. Сильно раздражает слизистые оболочки. Пары оказывают слабое наркотическое действие. При попадании внутрь вызывает состояние опьянения.	0,35/0,35	РД 52.04.186-89	0,16-3,5 мг/м ³	0,026	0,092		Промышленный растворитель при производстве лаков, взрывчатых веществ, лекарственных средств. Является исходным сырьем в многочисленных химических синтезах.	4
39.	Этилацетат	Бесцветная летучая жидкость с резким запахом. Пары этилацетата раздражают слизистые оболочки глаз и дыхательных путей, при действии на кожу вызывают дерматиты и экземы.	0,1/не установлена	МУК 4.1.3170-14	0,02-0,12 мг/м ³	качественный	-	-	Растворитель, из-за малой токсичности и приемлемого запаха. Как растворитель полиуретана, нитроцеллюлозы, ацетилцеллюлозы, жиров, восков, для чистки печатных плат, в смеси со спиртом — растворитель в производстве искусственной кожи.	4

Продолжение таблицы Е.1

№ пп	Вещество	Влияние на организм	ПДК (ОБУВ) м.р/с.с, мг/м ³	Методика определения	Диапазон, мг/м ³	Метод определения (качественный, количественный)	Сред. Конц. при обнаружении	Макс. Обнар. конце нтрация	Возможные источники	Класс опасности
40.	Бутилацетат	Органический растворитель с характерным фруктовым запахом. На человека слабораздражающее действие оказывает пар с концентрацией 2 г/м ³ на протяжении 1 минуты В случае воздействия 1,5 г/м ³ возможны жалобы раздражение горла и глаз.	0,1/не установлена	МУК 4.1.3170-14	0,02-0,12 мг/м ³	качественный	-	-	Растворитель нитроцеллюлозы, хлоркаучука, глифталевых смол и др. плёнкообразующих веществ, применяемых в лакокрасочной промышленности. Входит в состав многих многокомпонентных растворителей 646 и 648.	3
41.	1,2-Дихлорэтан	Бесцветная жидкость со сладковатым запахом. Является сильным наркотическим средством, оказывающим на человека канцерогенное действие.	3,0/1,0	Отсутствует	Отсутствует	качественный	-	-	Полупродукт для получения винилхлорида, этиленгликоля, тиокола	2

Продолжение таблицы Е.1

№ пп	Вещество	Влияние на организм	ПДК (ОБУВ) м.р/с.с, мг/м ³	Методика определения	Диапазон, мг/м ³	Метод определения (качественный, количественный)	Сред. Конц. при обнаружении	Макс. Обнар. конце нтрация	Возможные источники	Класс опасности
42.	1-Бутанол	Бесцветная вязковатая жидкость с характерным запахом сивушного масла. Пары н-бутилового спирта оказывают раздражающее действие на конъюнктиву и роговицу глаз Токсичность бутанола невелика (LD50 составляет 2290—4360 мг/кг), но максимальная среди младших спиртов. При употреблении внутрь возникает эффект, сходный с эффектом от употребления этанола	0,1/не установлена	МУК 4.1.3170-14	0,02-0,12 мг/м ³	0,001	0,008	Растворитель в лакокрасочной промышленности, в производстве смол и фталатных пластификаторов	3	

Продолжение таблицы Е.1

№ пп	Вещество	Влияние на организм	ПДК (ОБУВ) м.р/с.с, мг/м ³	Методика определения	Диапазон, мг/м ³	Метод определения (качественный, количественный)	Сред. Конц. при обнаружении	Макс. Обнар. конце нтрация	Возможные источники	Класс опасности
43.	Октанол	Относится к классу жирных спиртов. Содержится в эфирных маслах citrusовых (грейпфрутовое масло, апельсиновое масло). Запах — сильный жирно-цитрусовый. В высоких концентрациях вызывает раздражение глаз	0,6/0,2	РД 52.04.186-89	0,2-5 мг/м ³	качественный	-	-	Компонент парфюмерных композиций, отдушек и пищевых эссенций. Бинарная система н-октанол — вода также применяется в фармацевтической химии	3
44.	Изопренол (3-метилбут-3-ен-1-ол)	Бесцветная жидкость. Малотоксичен	Не установлено	Отсутствует	Отсутствует	качественный	-	-	Продукт основного органического синтеза производится в качестве промежуточного многотоннажного химического продукта	Не установлен

Продолжение таблицы Е.1

№ пп	Вещество	Влияние на организм	ПДК (ОБУВ) м.р/с.с, мг/м ³	Методика определения	Диапазон, мг/м ³	Метод определения (качественный, количественный)	Сред. Конц. при обнаружении	Макс. Обнар. конце нтрация	Возможные источники	Класс опасности
45.	2-Этилгексанол	Бесцветная жидкость с характерным запахом, 2-этилгексанол проявляет низкую токсичность в моделях на животных, но 2-этилгексанол - причина проблем со здоровьем, связанных с качеством воздуха в помещении, он вызывает раздражение дыхательной системы. 2-Этилгексанол выделяется в воздух из ПВХ – полов	0,3/не установлена	Отсутствует	Отсутствует	качественный	-	-	Производство пластификаторов, этилгексилакрилата, для производства эмульсионных красок, адгезивов, чернил для печати, получение добавок к смазкам и маслам, в синтезе поверхностно-активных веществ	4

Продолжение таблицы Е.1

№ пп	Вещество	Влияние на организм	ПДК (ОБУВ) м.р/с.с, мг/м ³	Методика определения	Диапазон, мг/м ³	Метод определения (качественный, количественный)	Сред. Конц. при обнаружении	Макс. Обнар. концентрация	Возможные источники	Класс опасности
46.	Уксусная кислота	Концентрированная уксусная кислота представляет собой бесцветную жидкость с характерным резким запахом и кислым вкусом, является сильным раздражителем кожи и вызывает покраснение, химические ожоги. При случайном глотании наблюдаются серьезные язвенно-некротические повреждения верхних отделов пищеварительного тракта	0,02/не установлена	ГОСТ 32384-2013	0,01 - 1,0 мг/м ³	качественный	-	-	Пищевая промышленность, растворитель в производстве ацетилцеллюлозы, ацетона	3

Продолжение таблицы Е.1

№ пп	Вещество	Влияние на организм	ПДК (ОБУВ) м.р/с.с, мг/м ³	Методика определения	Диапазон, мг/м ³	Метод определения (качественный, количественный)	Сред. Конц. при обнаружении	Макс. Обнар. конце нтрация	Возможные источники	Класс опасности
47.	Пропионовая кислота	Метилуксусная кислота - бесцветная едкая жидкость с резким запахом. Основная опасность пропионовой кислоты — это химические ожоги, которые могут произойти при контакте с концентрированной кислотой	0,02/не установлена	МУК 4.1.616-96	0,01 - 1,0 мг/м ³	качественный	-	-	Пропионовая кислота и её производные применяют в производстве: гербицидов (пропанол, дихлорпрол), (ибупрофен, феноболин и др.), душистых веществ, пластмасс (поливинилпропионат), растворителей, винилпластификаторов и ПАВ (гликолевые эфиры).	3
48.	Бутановая кислота	Бутановая (масляная) кислота - бесцветная жидкость с резким запахом прогорклого масла	0,15/0,01	МУК 4.1.616-96	0,01 - 1,0 мг/м ³	качественный	-	-	В производстве ацетобутиратов целлюлозы, пищевых и кормовых добавок.	3
49.	Пентановая кислота	Пентановая (валериановая кислота) - бесцветная жидкость с неприятным запахом. Обладает запахом рвоты и вызывает рвотный рефлекс у человека. При попадании на кожу или слизистые оболочки может вызвать ожоги	0,003/0,01	МУК 4.1.616-96	0,01 - 1,0 мг/м ³	качественный	-	-	В синтезе лекарственных веществ: валидола, бромурала и др., а также для химического синтеза рацематов аминокислоты валина	3

Продолжение таблицы Е.1

№ пп	Вещество	Влияние на организм	ПДК (ОБУ В) м.р/с.с, мг/м ³	Методика определения	Диапазон, мг/м ³	Метод определения (качественный, количественный)	Сред. Конц. при обнаружении	Макс. Обнар. концентрация	Возможные источники	Класс опасности
50.	Фенилацетиле н	При попадании на кожу и в глаза вызывает выраженное раздражение.	Не установлен	Отсутствует	Отсутствует	качественный	-	-	Продукт для промышленного синтеза	3
51.	Фталевая кислота и фенилмалеиновый ангидрид	Поликарбоновые кислоты (фталева кислота), и их ангидриды (фенилмалеиновый ангидрид) обладают раздражающим и общетоксическим действием. В частности, фталевый ангидрид вызывает экземы, действует на дыхательную систему и на пищеварительный тракт Фталаты, имитирующие структуру эстрогена, могут вызывать нарушения в эндокринной системе, способны ослаблять действие тестостерона — основного мужского гормона позвоночных и человека	Не установлен	Отсутствует	Отсутствует	качественный	-	-	Предприятия производства фталатов	

Продолжение таблицы Е.1

№ пп	Вещество	Влияние на организм	ПДК (ОБУВ) м.р/с.с, мг/м ³	Методика определения	Диапазон, мг/м ³	Метод определения (качественный, количественный)	Сред. Конц. при обнаружении	Макс. Обнар. концентрация	Возможные источники	Класс опасности
52.	Бензамид	Бензамид - используется как лекарство для лечения тошноты и рвоты различной этиологии. Однако, предполагается, что данное вещество вызывает генетические дефекты.	Не установлен	Отсутствует	Отсутствует	качественный	-	-	Фармацевтическая промышленность	3
53.	Дифенилэтан дион	Дифенилэтан дион (добензоил, дифенилглиоксаль) – вызывает серьезное раздражение глаз и кожи. Может вызывать раздражение дыхательных путей	Не установлен	Отсутствует	Отсутствует	качественный	-	-	Синтез органических веществ	
54.	2,6-Ди-трет-бутил-1,4-бензохинон	Малотоксичен	Не установлен	Отсутствует	Отсутствует	качественный	-	-	В качестве антиоксиданта для изучения скорости выведения микрозагрязнителей из ливневых и сточных вод, как окислитель, катализатор полимеризации, как метаболит бутилгидрокситолуола (ионола).	
55.	4,4-Диметил-1,3-диоксан	Малотоксичен	0,01/0,004	Отсутствует	Отсутствует	качественный	-	-	Промежуточное вещество при синтезе изопрена из формальдегида и изобутилена	2

Продолжение таблицы Е.1

№ пп	Вещество	Влияние на организм	ПДК (ОБУВ) м.р/с.с, мг/м ³	Методика определения	Диапазон, мг/м ³	Метод определения (качественный, количественный)	Сред. Конц. при обнаружении	Макс. Обнар. конце нтрация	Возможные источники	Класс опасности
56.	Пентаналь	Альдегиды до С ₁₂ — жидкости, а альдегиды нормального строения с более длинным неразветвлённым углеродным скелетом являются твёрдыми веществами. Альдегиды являются компонентами многих парфюмерных изделий, в низких концентрациях имеют приятный запах Токсичны. Способны накапливаться в организме, обладают раздражающим и нейротоксическим действием	0,03/Не установлен	МУК 4.1.1044-1053-01	0,005 - 0,15 мг/м ³	качественный	-	-	Продукт сгорания компонентов бензина	4
57.	Гептаналь	Аналогично пентаналю	0,01/Не установлен	МУК 4.1.1044-1053-01	0,005 - 0,15 мг/м ³	качественный	-	-	Продукт сгорания компонентов бензина	2
58.	Октаналь	Аналогично пентаналю	0,02/Не установлен	МУК 4.1.1044-1053-01	0,005 - 0,15 мг/м ³	качественный	-	-	Продукт сгорания компонентов бензина	2

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

ОБНАРОДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ В СРЕДСТВАХ МАССОВОЙ ИНФОРМАЦИИ

Ссылки на СМИ:

1. <https://volga.news/article/565679.html>
2. <https://augustnews.ru/zhiteli-shlyuzovogo-poznakomilis-s-rabotoj-peredvizhnoj-ekolaboratorii/>
3. <https://vdmst.ru/ekologiya/popytok-obmanut-prosto-net-dazhe-v-myslyah.html>
4. <http://chronograf.ru/articles/?num=662&a=21688>
5. <http://nesluhi.info/itogi-goda-toljatti-jekologija-budet-li-luchshe/>
6. <http://tltgorod.ru/news/theme-62/news-108824/>
7. <http://inthepress.ru/press/p440242.html>
8. <https://tltgorod63.ru/mnenie-vlasti-uchujali-v-toljatti-polozhitelnuju-dinamiku-sostojanija-vozduha-nesmotrja-na-von/>

Фотоматериалы:



Рисунок Ж.1 — Отбор проб на сорбционные трубки, ул. Новозаводская



Рисунок Ж.2 — Презентация ПЭЛ у здания Администрации г.о. Тольятти



Рисунок Ж.3 — Презентация ПЭЛ Руководству Администрации г.о. Тольятти



Рисунок Ж.4 — Выезд ПЭЛ по жалобе населения (Автозаводский район, Прилесье)



Рисунок Ж.5 — Выезд ПЭЛ по жалобе населения (Южное шоссе)



Рисунок Ж.6 — Выезд ПЭЛ по жалобе населения (Центральный район)



Рисунок Ж.7 — Выезд ПЭЛ по жалобе населения (микрорайон Шлюзовой)



Рисунок Ж.8 — Выезд ПЭЛ на Жиг. Море с отбором на поглотитель Рыхтера



Рисунок Ж.9 — Выезд ПЭЛ по жалобе населения (ул. Железнодорожная)



Рисунок Ж.10 — Выезд ПЭЛ по жалобе населения (ул. Лесная)



Рисунок Ж.11 — Выезд ПЭЛ по жалобе населения (Портпоселок)



Рисунок Ж.12 — Совместный отбор проб на формальдегид с ФГБУ "Приволжское УГМС"



Рисунок Ж.13 — ПЭЛ на территории ПАО «КуйбышевАзот» во время возгорания отходов бывшего завода ОАО «Фосфор»



Рисунок Ж.14 — Калибровка ПЭЛ



Рисунок Ж.15 — Калибровка ПЭЛ по аммиаку и диоксиду азота



Рисунок Ж.16 — Калибровка ПЭЛ по баллону ПГС

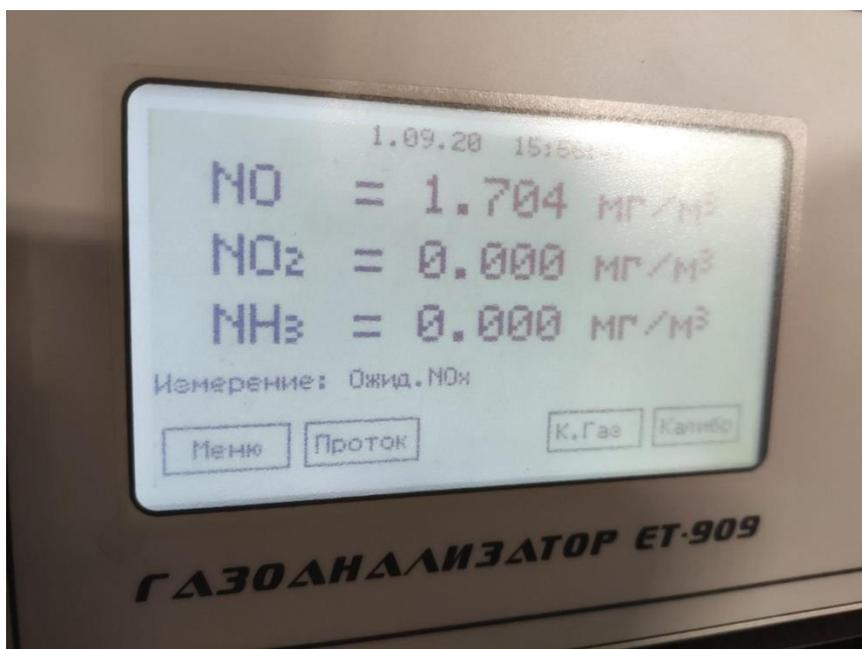


Рисунок Ж.17 — Результаты калибровки на оксид азота

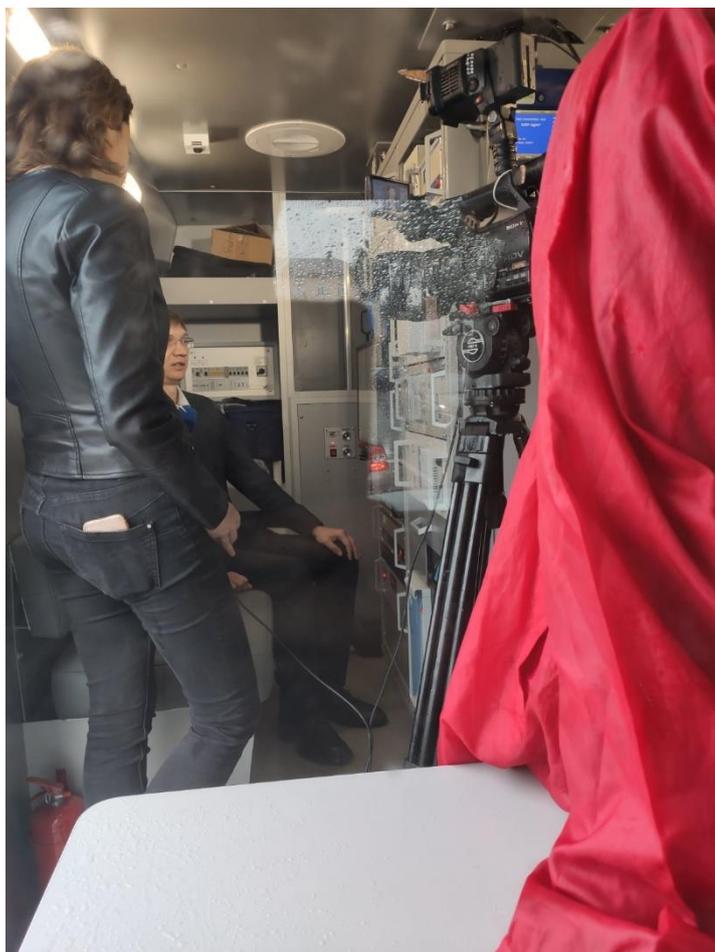


Рисунок Ж.18 — Совместный выезд ПЭЛ со СМИ



Рисунок Ж.19 — Замер ПЭЛ совместно с представителем Общероссийского народного фронта