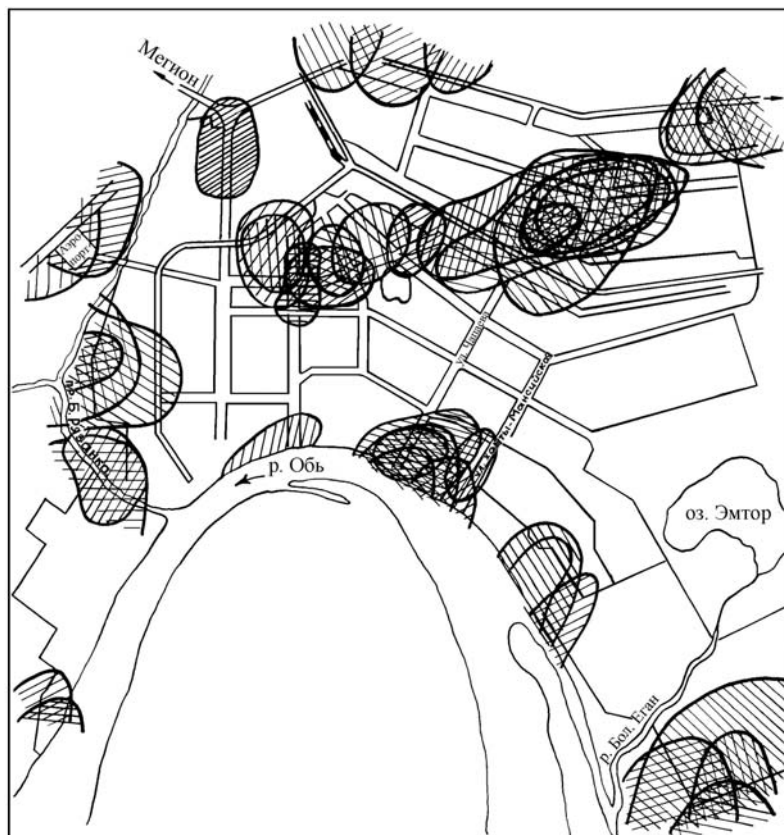


**Б.Д. Белан, В.И. Вавер, В.К. Ковалевский, В.Е. Мелешкин, М.К. Микушв,
М.В. Панченко, А.В. Поданев, Т.М. Рассказчикова, А.В. Сибирко, Г.Н. Толмачев**

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА г. НИЖНЕВАРТОВСКА III. СООТНОШЕНИЕ ДЕЙСТВУЮЩИХ ФАКТОРОВ

На основании экспериментальных исследований состава воздуха в теплый и холодный периоды года выявлены основные источники выбросов примесей и составлена обобщенная картина формирования поля загрязнений г. Нижневартовска, подтвержденная соответствующими оценками по балансовому методу.

В предыдущих статьях [1,2] были приведены результаты исследования аэрозольного и газового состава воздуха в г. Нижневартовске, их вертикального распределения и временной динамики. Анализ данных позволил выявить основные источники загрязнений воздуха в городе. К ним относятся: автотранспорт, продукты сжигания сопутствующих газов в факелах месторождений, испарения нефтепродуктов, пролитых на рельеф местности, выбросы технологических и коммунальных котельных. Однако в незамкнутой системе, какой является атмосфера, корректно выделить непосредственно вклад каждого из них не представляется возможным. Это затрудняет планирование и проведение соответствующих природоохранных мероприятий. Поэтому целью настоящей статьи является оценка значимости каждого из перечисленных факторов, так как по составу выбросов они близки между собой [2].



Сборная схема зон максимальной концентрации разных ингредиентов на территории г. Нижневартовска

Объем выбросов автотранспорта

Выбросы автотранспорта в настоящее время являются основным источником загрязнений во многих крупных городах мира. Город Нижневартовск не относится к крупным. Тем не менее существенно подвержен этому виду воздействия. На сравнительно небольшой территории города сосредоточено 22 тысячи личных и 26 тысяч общественных автомобилей. Суммарное действие автотранспорта можно оценить по сборной схеме, приведенной на рисунке. Она составлена путем выделения зон максимальной концентрации каждого из ингредиентов загрязнения приземного воздуха, определявшихся в ходе обоих экспериментов.

Из рисунка видно, что внутри города максимальные концентрации отдельных компонентов загрязнений, как правило, совпадают между собой. Пространственно они оказываются «привязанными» к основным транспортным артериям города. Вместе с тем зоны, выделенные на периферии города, свидетельствуют о поступлении таких же загрязнений и извне.

В связи с тем, что имеющиеся в литературе данные [3,4] не дают представления обо всей гамме интересующих нас примесей, был проведен специальный эксперимент по определению состава и объема выбросов дизельных и карбюраторных автомобилей [2]. На опубликованных [2] результатах и будут основываться наши оценки. Воспользуемся информацией о том, что в г. Нижневартовске за год сжигается автотранспортом около 200 тыс. т дизельного топлива и 100 тыс. т бензина. Данные о соответствующем этому объему топлива количестве выброшенных в воздух веществ приведены в табл. 1.

Из табл. 1 видно, что общий объем выбросов от автотранспорта при таком потреблении горючего составит только по контролируемым ингредиентам 34920 т в год. Согласно [5] углеводороды, которые определялись в [2], в общем объеме выхлопных газов составляют лишь 47% от выбрасываемых, неорганические газы –29%. Следовательно, полученный объем выбросов надо увеличить с коэффициентом 1,316.

Таблица 1

Объем выбросов автотранспорта (т/год) в г. Нижневартовске

Компонент	Выброс		Сумма
	карбюраторный	дизельный	
Аммиак	2,3	-	2,3
Ацетилен	1244,0	2710,0	3954,0
Ацетон	54,0	268,6	322,6
Бензин	361,8	3621,4	3983,2
Бензол	113,3	1097,4	1210,7
Ксилол	184,3	847,4	1031,6
Толуол	205,1	2563,4	2768,5
Оксид азота	434,7	1705,4	2140,1
Диоксид азота	28,5	516,0	544,5
Оксид углерода	1982,0	2964,0	4946,0
Сернистый ангидрид	76,5	242,4	318,9
Сероводород	4,2	<	4,2
ΣСН-нефти	1575,7	8833,4	10409,1
Этиловый эфир	333,5	273,2	606,7
Сажа	80,8	2481,4	2562,2
Свинец	41,0	1,2	42,2
СГ(аэрозоль)	15,5	57,6	73,1
Итого:			34919,9

Если считать, что это количество вещества рассеивается только в зоне г. Нижневартовска, которая ограничена площадью 26×35 км и не распространяется вверх выше 100 м (напомним, на 200 м имеется свой источник [2]), то получим, что только автотранспорт мог бы обеспечить среднегодовую концентрацию загрязняющих примесей $0,384$ г/м³.

Эта величина несколько условная, так как в течение года в городе произойдет многократный обмен воздуха и очищение его осадками. Но такому же действию будут подвержены выбросы и от остальных источников, а поскольку их состав близок к примесям, выделяемым автотранспортом, то для сопоставления можно считать этот подход правомерным.

Фон загрязнений, создаваемый факелами месторождений

Выбросы из факелов месторождений непосредственно в приземный слой воздуха в городе не попадают. Однако рассеивание примесей их шлейфов повышает фон загрязнения региона, оказывая опосредованное воздействие на атмосферу г. Нижневартовска.

В [2] приводился состав выбросов, из факелов месторождений. Оказалось, что они отличаются как по составу, так и по интенсивности. Поэтому целесообразно сделать оценки минимального и максимального объемов выбрасываемых веществ. При облете города и месторождений по квадратам были подсчитаны горящие факелы, которые находились внутри контролируемой территории. Общее их количество оказалось равным 47. Поскольку определенные выбросы из каждого факела – дело весьма дорогостоящее, и сами факелы имеют разную интенсивность, не считая аварийных случаев или плановых сбросов, то допустим, что все остальные по мощности окажутся в промежутке между минимумом и максимумом, представленными в табл. 2.

Таблица 2

Среднегодовые выбросы (т/год) из факелов месторождений

Компонент	Выброс 1 факела		Суммарный выброс	
	min	max	min	max
Аммиак	121	3249	5667	152703
Бензин	1334	33304	629698	1565288
Бензол	728	2166	34216	101802
Ксилол	6551	-	307897	-
NO	801	542	37647	25474
NO ₂	121	-	5687	-
CO	2365	8935	111155	419945
so ₂	970	1625	45590	76375
X СН-нефти	8856	16246	416232	763562
Аэрозоль	55	596	2585	28012
Сумма	21902	66663	1029394	3133161

Объем, в котором могут рассеиваться эти примеси, составит $2,605 \cdot 10^{12} \text{ м}^3$ с учетом того, что слой их распространения по вертикали для зимы принят 0–1000 м и для лета 0–1800 м. Тогда минимальная и максимальная среднегодовые концентрации загрязнений в этом объеме составят 0,396 и 1,203 г/м³ соответственно.

Вклад выбросов котельных

Этот источник загрязнений воздуха действует в районе г. Нижневартовска только в холодный период. Состав выбросов – аналогичный двум вышерассмотренным. Прямое же определение объема веществ, отходящих от всех котельных, невозможно. Поэтому воспользуемся косвенной методикой.

По данным городского комитета охраны природы г. Нижневартовска, в регионе в коммунальных и технологических котельных сжигается около 1 млн. т нефти в год. По данным [6], выход загрязняющих веществ при работе котельных на жидком топливе почти такой же, как и при работе автотранспорта. При этом имеется в виду объем выбрасываемых веществ на единицу израсходованного топлива.

Будем считать, что это количество загрязняющих веществ рассеивается в зоне Нижневартовска в слое 0–300 м (нижний максимум концентрации на вертикальных профилях $H = 200 \text{ м}$ [2]). Тогда среднегодовая концентрация загрязнений, создаваемая котельными,

будет составлять $0,109 \text{ г/м}^3$. Учитывая, что этот источник действует только полгода, полученную оценку концентрации следует удвоить. В результате она будет равна $0,218 \text{ г/м}^3$.

Испарение пролитых на рельеф местности нефтепродуктов

Сравнение данных теплого и холодного периодов, проведенное в [2], указало на то, что этот источник загрязнений воздуха действует только в теплое время года, когда подстилающая поверхность свободна от снега.

В [7] предложена методика прямого расчета испарения нефтепродуктов, основанная на многочисленных экспериментах, выполненных в естественных условиях. Однако она применима только в строго контролируемых условиях, чего в целом по региону сделать нельзя. Поэтому выполним балансовую оценку.

По сведениям городского комитета охраны природы в районе г. Нижневартовска и прилегающих месторождений в результате технологических аварий проливается за год от 200 до 400 тыс. т нефтепродуктов. Часть из них поступает в почву, часть смывается в водоемы и часть испаряется.

Для того чтобы оценить объем испаряющихся нефтепродуктов, воспользуемся сведениями о составе нефти месторождений Мегион и Самотлор, собранными в Банке данных нефтей ИХН СО РАН. Данные любезно предоставлены Ю.П. Туровым. Они объединены в табл. 3.

Таблица 3

Состав нефтей месторождений Мегион и Самотлор

Фракция	Состав. %		Испаряемость
	Самотлор	Мегион	
Бензиновая	25,4	22,5	> 99
Керосиновая	10,9	11,4	~ 50
Керосиново-газойлевая	31,3	35,9	≤ 20
Остальные	32,4	30,2	–

Из данных табл. 3 получаем общий показатель испаряемости для Самотлора – 0,371 и 0,354 для Мегиона. Поскольку нам известен только общий выброс, то найдем средний коэффициент испаряемости – 0,3625. Тогда из общего количества пролитой нефти в воздух может перейти при испарении от 72,5 до 145 тыс. т.

Допустим, что испарения относительно равномерно распределяются по зонам Самотлора и Мегиона и в высоту не распространяются выше 100 м. Тогда средняя концентрация паров нефтепродуктов в воздухе может быть от 0,227 до $0,454 \text{ г/м}^3$.

В данном случае остановимся на максимальной оценке, так как неучтенными окажутся испарения из резервуаров хранения, дающие дополнительное количество паров нефтепродуктов.

Общий баланс выбросов от разных источников

Для сравнения мощности источников загрязнений в районе г. Нижневартовска объединим все вышеприведенные оценки в табл. 4.

Таблица 4

Среднегодовые концентрации загрязнений от разных источников в г. Нижневартовске

Источник	Теплый период		Холодный период		За год	
	г/м ³	%	г/м ³	%	г/м ³	%
Автотранспорт	0,505	37,5	0,505	45,1	0,505	32,3
Факелы	0,396	29,4	0,396	35,4	0,3%	25,3
Котельные	–	–	0,218	19,5	0,218	13,9
Испарения	0,445	33,1	–	–	0,445	28,5
Итого:	1,346	100	1,119	100	1,564	100

Из табл. 4 следует, что и в холодный, и в теплый периоды наибольший вклад в общее загрязнение воздуха в г. Нижневартовске действительно вносит автотранспорт: от 37,5 до 45,1% всех поступлений. Или с учетом всех факторов в среднем за год – 32,3%. Однако, как это видно из таблицы, вклад автотранспорта в загрязнение воздуха не является доминирующим (как считалось местными органами ранее), и он соизмерим с действием остальных источников.

На втором месте по среднегодовому вкладу оказываются испарения пролитых нефтепродуктов – 28,5%, которые в теплый период составляют 33,1%.

Фон загрязнения воздуха, создаваемый факелами, оценивается в 25,3% в среднем за год. В теплый период эта величина составляет 29,4%, в холодный период – 35,4%.

На последнем месте по значимости вклад выбросов котельных: 19,5% осенью-зимой и 13,9% в среднем за год.

От теплого к холодному периоду уменьшается и общая концентрация загрязнений воздуха от 1,346 до 1,119 г/м³. Это происходит за счет исключения в холодный период такого фактора, как испарение пролитых нефтепродуктов, которое по величине не компенсируется выбросами котельных. В пользу этого вывода говорят и данные прямых измерений [1,2].

Заключение

Проведенные экспериментальные исследования загрязнения воздушного бассейна г. Нижневартовска и анализ его причин позволяют составить следующую картину формирования полей примесей.

В теплый период общее загрязнение воздуха формируется действием трех источников: рассеиванием шлейфов факелов месторождений, испарением нефтепродуктов и автотранспортом. Первые два создают фон, на котором резко проявляются выбросы автотранспорта.

В холодный период испарение нефтепродуктов прекращается, а выбросы котельных, которые начинают работать, в это время вносят меньший вклад в общее загрязнение воздуха.

1. Белан Б.Д., Вавер В.И., Ковалевский В.К. и др. // Оптика атмосферы и океана. 1993. Т. 6. N. 5. С. 559-571.
2. Белан Б.Д., Лукьянов О.Ю., Мелешкин В.Е. и др. // Оптика атмосферы и океана. 1993. Т. 6. N. 5. С. 572-585.
3. Малов Р.В., Ерохов В.А., Щетина В.Б., Беляев В.Б. Автомобильный транспорт и защита окружающей среды. М.: Транспорт, 1982. 200 с.
4. Медовщиков Ю.В. // М.: ВИНТИ. Транспорт: наука, техника, управление. 1990. N. 9. С. 14-21.
5. Исидоров В.А. Органическая химия атмосферы. Л.: Химия. 1985. 264 с.
6. Сигал И.Я. Защита воздушного бассейна при сжигании топлива. Л.: Недра, 1988. 312 с.
7. Беренблюм С.Л., Ривин Э.М. // М.: ЦНИИНефтехим, серия «Охрана окружающей среды». 1991. Вып. 1. С. 1-77.

Институт оптики атмосферы СО РАН,
г. Томск

Поступила в редакцию
5 февраля 1993 г.

V.D. Belan, V.I. Vaver, V.K. Kovalevskii, V.E. Meleshkin,
M.K. Mikushev, M.V. Panchenko, A.V. Podanev, T.M. Raskazchikova,
A.V. Sibirko, G.M. Tolmachev. **Pollution of the atmosphere over City of Nizhnevartovsk. Part III. Relationships between the active factors.**

Based on experimental data on the air composition obtained during warm and cold seasons main sources of atmospheric pollutions are revealed. A generalized picture of forming the air pollution field over city of Nizhnevartovsk is composed and confirmed by estimates made using balance technique.