

УДК: 614.715+355.01

¹ М.П. Романченко, ² Д.О. Ластков, ² М.И. Ежелева, ² Д.А. Госман**ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА
В ПЕРИОД ЛОКАЛЬНОГО ВОЕННОГО КОНФЛИКТА**¹ Республиканский центр санитарно-эпидемиологического надзора
Государственной санитарно-эпидемиологической службы ДНР,² ГОУ ВПО «Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького»

Реферат. Цель исследования состояла в сравнительной гигиенической оценке и прогнозе изменений уровней загрязнения атмосферного воздуха в период локального военного конфликта. В оба военных периода, как правило, наблюдается достоверное улучшение качества атмосферного воздуха по 19 основным показателям, что проявляется в уменьшении удельного веса проб, превышающих ПДК, и снижении среднесуточной концентрации загрязнителей при уменьшении количества отобранных проб. Это обусловлено падением производственных мощностей и снижением автомобильного трафика, что привело к уменьшению валового объема выбросов в атмосферу. Прогноз последующей динамики качества воздушной среды при эффективности очистных сооружений на возобновляющих работу промышленных предприятиях — позитивный.

Ключевые слова: атмосферный воздух, загрязнение, тяжелые металлы, локальный военный конфликт

Введение. Гигиенические характеристики окружающей среды Донецкой области и их влияние на показатели здоровья населения в довоенный период рассмотрены достаточно подробно. Уровни загрязнения атмосферного воздуха в промышленном регионе были значительными [1–4]. На рубеже 2012–2014 гг. наша область, с площадью 4,4% от общей территории государства, формировала 27–30% общеукраинских выбросов в атмосферу за счет промышленных и транспортных источников загрязнения [5].

Однако многочисленные исследования были проведены до локального военного конфликта в Донбассе. В современных условиях весомость вклада в заболеваемость и смертность населения, который вносят условия проживания (в т.ч. качество воздушной среды) в экокризисном регионе в условиях последствий стресс-индуцированных состояний, возрастает, что было показано по заболеваниям сердечно-сосудистой системы, нарушениям репродуктивной функции, расстройствам психического здоровья и другим нозологиям [6–9].

Вследствие остановки многих предприятий и падения производства из-за боевых действий, можно ожидать снижение ингаляцион-

ного поступления ксенобиотиков в организм жителей Донбасса. Так, было показано достоверное стабильное снижение концентрации тяжелых металлов (ТМ) — свинца, кадмия, меди и цинка — в атмосферном воздухе как промышленных, так и контрольного района г. Донецка в военный период [10].

Цель исследования состояла в сравнительной гигиенической оценке и прогнозе изменений уровней загрязнения атмосферного воздуха (в т.ч. по ТМ) в период локального военного конфликта.

Материал и методы исследований. Гигиеническая оценка изменений показателей загрязнения атмосферного воздуха проводилась по 2-м временным периодам: довоенному (2010–2013 гг.) и военному (2014–2020 гг.), включавшему, в свою очередь, переходный период активных боевых действий (2014–2016 гг.) и стабильный (2017–2020 гг.).

Проведен анализ официальных статистических данных Республиканского центра санитарно-эпидемиологического надзора Государственной санитарно-эпидемиологической службы МЗ ДНР по уровням загрязнения атмосферного воздуха в Донецкой области (Донецкой Народной Республике) за 2010–2020 гг. (по городам и селам — с учетом общего количества проб исследуемых 118 групп и конкретных ксенобиотиков, в т.ч. не соответствующих санитарным нормам, и среднесуточной концентрации за год). Всего проанализировано около 214 тыс. проб, в т.ч. на соли ТМ — около 28 тыс. проб.

Статистическая обработка проведена общепринятыми параметрическими методами с помощью лицензионного пакета прикладных программ «MedStat». Различия между показателями довоенного и военного периодов оценивались методом множественных сравнений Шеффе.

Результаты и обсуждение. В довоенный период СЭС Донецкой области, естественно, отбирали большее количество проб (табл. 1)

Таблица 1. Сравнительный анализ количества анализируемых проб атмосферного воздуха и удельного веса проб выше ПДК по периодам наблюдения, М±m

Период	Количество проб		Количество проб на соли ТМ	
	всего	выше ПДК, %	всего	выше ПДК, %
Довоенный I	25660,3±1388,3 ^{II,III}	5,5±0,1 ^{III}	3109,5±300,2 ^{II}	1,2±0,3
Военный переходный II	13960,3±1533,0	4,4±0,7	2014,7±101,9	0,6±0,3
Военный стабильный III	17324,3±1664,9	2,9±0,4	2340,8±126,9	0,9±0,9

Примечания: — различия по периодам статистически достоверны — ** p<0,05, * p<0,01

Таблица 2. Сравнительный анализ показателей загрязнения атмосферного воздуха в 2010–2020 гг., М±m

Характеристика пробы	Показатель	Период		
		Довоенный I	Военный переходный II	Военный стабильный III
Пробы на свинец	Всего	803±107	611±25	665±16
	Выше ПДК, %	3,5±0,9 ^{III}	1,6±1,1	0,03±0,03
	C _{cc} за год, мг/м ³	0,00024±0,00002	0,00017±0,00008	0,00017±0,00008
Пробы на кадмий	Всего	16±3 ^{II}	2±2	10±3
	Выше ПДК, %	0	0	0
	C _{cc} за год, мг/м ³	0,0015±0,0005 ^{II,III}	0	0,0001±0
Пробы на пыль	Всего	3658±203 ^{II,III}	1875±207	2469±312
	Выше ПДК, %	15,0±1,1 ^{II,III}	9,3±1,2	6,5±1,0
	C _{cc} за год, мг/м ³	1,20±0,17 ^{III}	1,02±0,03	0,72±0,04
Пробы на сернистый ангидрид	Всего	3343±175 ^{II,III}	1534±236	1946±245
	Выше ПДК, %	5,6±0,2	8,9±2,6	6,1±0,8
	C _{cc} за год, мг/м ³	0,44±0,05	0,63±0,13	0,53±0,18
Пробы на сероводород	Всего	1855±163 ^{II,III}	1068±66	1263±111
	Выше ПДК, %	5,9±0,2 ^{II,III}	3,8±0,5	2,9±0,6
	C _{cc} за год, мг/м ³	0,016±0,002	0,013±0,0003	0,011±0,0003
Пробы на оксид углерода	Всего	3897±173 ^{II,III}	1631±379	2371±370
	Выше ПДК, %	1,5±0,1 ^{II,III}	0,5±0,1	0,5±0,1
	C _{cc} за год, мг/м ³	6,93±0,33 ^{II}	3,08±1,22	5,88±0,64
Пробы на оксиды азота	Всего	4131±228 ^{II,III}	1970±328	2545±341
	Выше ПДК, %	2,0±0,3	2,2±0,5	1,9±0,2
	C _{cc} за год, мг/м ³	0,16±0,01	0,16±0,01	0,19±0,05
Пробы на аммиак	Всего	1209±14 ^{II,III}	849±52	931±52
	Выше ПДК, %	8,9±0,5 ^{III}	5,9±2,1	2,6±0,4
	C _{cc} за год, мг/м ³	0,18±0,05	0,17±0,03	0,06±0,01
Пробы на фенол и производные	Всего	1238±78 ^{II}	938±32	1046±58
	Выше ПДК, %	15,3±0,6 ^{II,III}	10,6±0,4 ^{III}	5,5±0,4
	C _{cc} за год, мг/м ³	0,023±0,0005 ^{III}	0,021±0 ^{III}	0,016±0,001
Пробы на формальдегид	Всего	1018±55 ^{II}	740±31	885±19
	Выше ПДК, %	7,1±1,5	4,8±2,0	3,2±0,4
	C _{cc} за год, мг/м ³	0,033±0,004	0,046±0,004	0,028±0,007
Пробы на цианиды	Всего	57±12	27±7	60±17
	Выше ПДК, %	15,7±1,1	28,1±14,8	20,8±6,5
	C _{cc} за год, мг/м ³	0,010±0,002	0,011±0,005	0,013±0,001

Примечания: C_{cc} — среднесуточная концентрация за год; различия по периодам статистически достоверны — * p<0,01, ** p<0,05.

Таблица 3. Сравнительный анализ количества анализируемых проб атмосферного воздуха и среднесуточных концентраций

Характеристика пробы	Показатель	Период		
		Довоенный I	Военный переходный II	Военный стабильный III
Пробы на серную кислоту	всего	544±82	479±26	526±15
	C _{cc} за год, мг/м ³	0,011±0,001 ^{*II,III}	0,005±0	0,006±0,001
Пробы на бензпирен	всего	283±29	443±19 ^{*I}	429±13 ^{*I}
	C _{cc} за год, мг/м ³	0,013±0,006	0	0,013±0,006
Пробы на пиридин	всего	22±7	6±4	4±0
	C _{cc} за год, мг/м ³	0,005±0,003	0,018±0,016	0,029±0,012
Пробы на железо	всего	287±18 ^{II}	78±19	167±46
	C _{cc} за год, мг/м ³	0,010±0,002 ^{***III}	0,004±0,001	0,001±0,0005
Пробы на кобальт	всего	15±2 ^{II}	0	10±3
	C _{cc} за год, мг/м ³	0,008±0,003 ^{*II,III}	0	0,0001±0
Пробы на марганец	всего	669±97	448±14	514±36
	C _{cc} за год, мг/м ³	0,00022±0,00007	0,00017±0,00004	0,00033±0,00023
Пробы на медь	всего	22±4	2±2	23±7
	C _{cc} за год, мг/м ³	0,0075±0,0025 ^{*II,III}	0	0,000075±0,000025
Пробы на никель	всего	30±12	10±10	21±3
	C _{cc} за год, мг/м ³	0,0075±0,0025 ^{*II,III}	0	0,000075±0,000025
Пробы на цинк	всего	418±28	406±10	434±20
	C _{cc} за год, мг/м ³	0,00025±0,00018	0,00030±0,00019	0,000025±0,000025
Пробы на хром	всего	501±54	415±18	430±10
	C _{cc} за год, мг/м ³	0,00010±0,00001	0	0

Примечания: C_{cc} — среднесуточная концентрация за год; различия по периодам статистически достоверны —* p<0,01, ** p<0,05.

на содержание ксенобиотиков в атмосферном воздухе: достоверные различия с обоими военными периодами — по всем пробам (p<0,01), со II периодом — по пробам на соли ТМ (p<0,05). По сравнению с III периодом до военных действий был значимо (p<0,05) больше процент проб с превышением ПДК по всем загрязнителям в целом, а по солям ТМ отмечается четкая тенденция к снижению удельного веса таких проб в военный период.

В сёлах отбирались пробы на шесть ксенобиотиков: пыль (2010–2020 гг.), сернистый ангидрид (2011–2015 гг.), сероводород (2011–2013 гг.), оксид углерода (2013 г.), оксиды азота (2011, 2013–2020 гг.), аммиак (2011, 2013, 2018, 2020 гг.). При этом превышение ПДК выявлено только в пробах пыли (в 2010–2012, 2014, 2016–2020 гг.), сероводорода (в 2013 г.) и аммиака (в 2015, 2020 гг.).

В табл. 2 представлен сравнительный анализ изменений 11 загрязнителей по количеству отобранных проб, удельному весу проб выше ПДК и среднесуточной концентрации, в табл. 3 — по динамике количества проб и среднесуточной концентрации за год

10 загрязнителей. По всем остальным ксенобиотикам на протяжении анализируемого периода не обнаруживались пробы с превышением ПДК, а среднесуточная концентрация была менее нижнего предела измерений.

Практически по всем рассмотренным показателям загрязнения атмосферного воздуха отмечается тенденция к превышению количества отобранных проб в довоенном периоде по сравнению с военным. Достоверные различия с обоими военными периодами определяются по количеству проб на 6 загрязнителей: пыль, сернистый ангидрид, сероводород, оксид углерода, оксиды азота и аммиак (см. табл. 2). Значимая разница между I периодом и II (периодом активных боевых действий) наблюдается по количеству проб на 5 показателей: фенол, формальдегид, кадмий, железо и кобальт (табл. 2–3). Единственным исключением является бензпирен, когда количество отобранных проб в оба военных периода достоверно больше, чем в довоенный (табл. 3).

Помимо указанных в табл. 2 одиннадцати загрязнителей, еще по 5 пробы с превыше-

нием ПДК отбирались только в отдельные годы: на марганец — в 2010, 2012–2014 и 2018 гг. (в довоенный период — $0,33 \pm 0,18$), на железо — в 2012 и 2018 гг., на бензпирен, кадмий и медь — в 2010 г. Отмечается та же тенденция к снижению удельного веса проб больше ПДК в военные периоды. Достоверные различия между довоенным и обоими военными периодами определяются по проценту проб, превышающих ПДК, на 4 загрязнителя: пыль, сероводород, оксид углерода и фенол с производными (по последнему показатель II периода также больше III). Значимая разница между I периодом и военным стабильным периодом наблюдается по удельному весу сверхнормативных проб на аммиак и свинец.

Аналогичная тенденция (за исключением сернистого ангидрида и пиридина) характерна и для среднесуточной за год концентрации остальных ксенобиотиков (табл. 2–3). Значимые различия между довоенным и обоими военными периодами определяются по уменьшению концентрации 5 загрязнителей: кадмия, серной кислоты, кобальта, меди и никеля. Достоверная разница между I периодом и II (периодом активных боевых действий) наблюдается по оксиду углерода, между I периодом и III — по пыли, железу и фенолу (по последнему показатель II периода также больше III). Следует отметить, что максимальные различия выявляются по ТМ: так, среднесуточная концентрация меди, никеля и цинка снизилась по сравнению с довоенным периодом в 100 раз, кобальта — в 80 раз, кадмия — в 15 раз, железа — в 10 раз и т.д.

Таким образом, в оба военных периода, как правило, наблюдается достоверное улучшение качества атмосферного воздуха по 19 основным показателям, что проявляется в уменьшении удельного веса проб, превышающих ПДК, и снижении среднесуточной концентрации загрязнителей при уменьшении количества отобранных проб. Это обусловлено падением производственных мощностей и снижением автомобильного трафика, что привело к уменьшению валового объема выбросов в атмосферу. Прогноз последующей динамики качества воздушной среды при эффективности очистных сооружений на возобновляющих работу промышленных предприятиях — позитивный.

M.P. Romanchenko, D.O. Lastkov, M.I. Yezheleva, D.A. Gosman
DYNAMICS OF ATMOSPHERIC AIR POLLUTION INDEXES IN PERIOD OF THE LOCAL MILITARY CONFLICT

Abstract. *The purpose of the study was a comparative hygienic assessment and forecast of changes in atmospheric air pollution levels during a local military conflict. In both war periods, as a rule, there is a significant improvement in the quality of atmospheric air for 19 main indicators, which is manifested in a decrease in the proportion of samples exceeding the MPC, and a decrease in the average daily concentration of pollutants with a decrease in the number of samples taken. This is due to a drop in production capacity and a decrease in car traffic, which led to a decrease in gross air emissions. The forecast of the subsequent dynamics of the quality of the air environment with the efficiency of treatment facilities at industrial enterprises that are resuming work is positive.*

Key words: *atmospheric air, pollution, heavy metals, local military conflict*

ЛИТЕРАТУРА

- Агарков, В.И. Атлас гигиенических характеристик экологической среды Донецкой области / В.И. Агарков, С.В. Грищенко, В.П. Грищенко. – Донецк: ДонГМУ, 2001. – 140 с.
- Гигиена экологической среды Донбасса / В.И. Агарков, С.В. Грищенко, В.Я. Уманский [и др.] – Донецк: ДонГМУ, 2004. – 172 с.
- Мониторинг тяжелых металлов в биосфере и организме человека в системе государственного управления качеством окружающей среды / И.И. Грищенко, М.Г. Степанова, И.М. Нагорный [и др.] – Донецк: Вебер, 2007. – 138 с.
- Анализ состояния окружающей среды техногенного региона и ее опасности для здоровья населения / С.В. Грищенко [и др.] // Профілактична медицина. – 2014. – Т. XIX, № 1. – С. 107 – 111.
- Територіальні закономірності техногенного забруднення навколишнього середовища в Україні / С.В. Грищенко [и др.] // Вестник гигиены и эпидемиологии. – 2009. – Т.13, № 2. – С.243 – 248.
- Ластков, Д.О. Особенности и закономерности сердечно-сосудистой патологии у населения Донбасса в современных условиях / Д.О. Ластков, М.И. Ежелева, А.А. Болотов // Архив клинической и экспериментальной медицины. – 2020. – Т.29, №4. – С. 360-368.
- Ластков, Д.О. Психическое здоровье населения экокризисного региона в условиях последствий стресс-индуцированных состояний / Д.О. Ластков, А.В. Дубова, Е.И. Евтушенко // Сборник тезисов. Материалы Национального конгресса с международным участием по экологии человека, гигиене и медицине окружающей среды «СЫСИНСКИЕ ЧТЕНИЯ-2020», 19-20 ноября 2020 г. – Москва: ФГБУ «ЦСП» ФМБА России, 2020. – С.205-210.
- Ластков, Д.О. Смертность детей первого года жизни в современных условиях техногенного региона / Д.О. Ластков, М.И. Ежелева, М.П. Романченко // Архив клинической и экспериментальной медицины. – 2021. – Т.30, №3. – С. 245-249.
- Ластков Д.О., Ежелева М.И. Особенности смертности населения Донбасса в современных условиях // Университетская клиника. – 2021. – №1(38). – С. 5-10.
- Госман, Д.А. Сравнительная характеристика загрязнения атмосферного воздуха города Донецка тяжелыми металлами / Д.А. Госман, М.П. Романченко, О.В. Сабадаш // Архив клинической и экспериментальной медицины. – 2021. – Т.30, №1. – С. 50-54.