

14. Яковлев М.Ю., Салтыкова М.М., Банченко А.Д., Федичкина Т.П., Нагорнев С.Н., Худов В.В., Балакаева А.В., Бобровницкий И.П. Основные механизмы, обуславливающие развитие метеотропных реакций / М.Ю. Яковлев и др. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – №10, 2018. – С. 187–192.
15. Яковлев М.Ю., Шашлов С.В. Диагностика и последующая коррекция повышенной метеочувствительности у пациентов с болезнями системы кровообращения / М.Ю. Яковлев, С.В. Шашлов // Российский журнал восстановительной медицины. – №4, 2018. – С. 37–44.
16. Яшкичев В.И. К вопросу о метеозависимости пожилых людей / В.И. Яшкичев // Евразийское Научное Объединение. – 2019. № 5-3 (51). – С.157–160.
17. Anderson J.G. Coupling free radical catalysis, climate change, and human health / J.G. Anderson, C.E. Clapp // Physical chemistry chemical physics. – 2018. – Vol.20, №16. – P. 10569-10587.
18. Impact of extreme weather events and climate change for health and social care systems / S. Curtis [at al.] // Environmental health: a global access science source [electronic resource]. – 2017. – Vol.16. №1. – P. 128.
19. Sellers S. Climate change, human health, and social stability: addressing interlinkages / S. Sellers, K. L. Ebi, J. Hess // Environmental health perspectives. – 2019. – Vol.127, №4. – P. 045002.
20. Stress testing the capacity of health systems to manage climate change-related shocks and stressors / K.L. Ebi [at al.] // International Journal of Environmental Research and Public Health. – 2018. – Vol. 15. № 11. – P. 2370.

УДК [502.3:613.15]:614

¹С.В. Грищенко, ¹И.И. Грищенко, ¹И.Н. Басенко, ¹В.С. Костенко, ²Е.В. Азаркова, ¹Е.Ф. Миненко, ¹В.С. Шевченко, ¹К.А. Якимова, ¹С.С. Праводелов, ¹И.С. Федосеева, ¹М.С. Бурмак, ¹Е.Б. Соловьев

ОСОБЕННОСТИ МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ К ИЗУЧЕНИЮ СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА И ЕГО ВЛИЯНИЯ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ ТЕХНОГЕННОГО РЕГИОНА

¹ ГОУ ВПО «Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького»,
² Республиканский центр профпатологии и реабилитации МЗ ДНР, г. Донецк

Резюме. Статья посвящена обоснованию необходимости применения современных методов изучения химического состава воздушного бассейна и особенностей их влияния на здоровье населения экокризисного региона.

Ключевые слова: атмосферный воздух, здоровье населения, методы изучения

Актуальность. В современный период особенно актуальными являются исследования, направленные на изучение состояния воздушного бассейна и его влияния на здоровье населения. В настоящее время очень важным представляется определение перечня наиболее информативных, современных, высокоточных и, в то же время, относительно недорогих, экономичных и доступных методов этих исследований [1–7]. В связи с этим, целью данной работы было выявление оптимальных методик изучения состояния атмосферного воздуха и его влияния на здоровье населения техногенного региона.

Материал и методы исследований. Были поэтапно проведены исследования по следующим направлениям: изучение современных качественных и количественных особенностей состояния воздушного бассейна населённых мест техногенного региона; исследование пространственно-временных закономерностей частоты возникновения

и распространённости болезней основных классов среди взрослого населения ДНР; изучение влияния аэрополлютантов на заболеваемость жителей городов и сельских районов Республики; идентификация аэрогенно-ксенобиотических факторов риска, определение их патогенной значимости, выявление среди них ключевых детерминант здоровья населения техногенного региона; научное обоснование и разработка территориально-дифференцированных в зависимости от особенностей состояния воздушного бассейна принципов и мер по предупреждению вредного влияния аэрополлютантов на здоровье жителей ДНР. Для этого были использованы гигиенические и медико-статистические методы.

Изучение состояния атмосферного воздуха и заболеваемости населения проводилось в границах территории, подконтрольной Донецкой Народной Республике по состоянию на 01.01.2020 г.: в 13 городах (Донецк, Макеевка, Горловка, Енакиево, Ясиноватая, Торез, Снежное, Шахтёрск, Дебальцево, Докучаевск, Кировское, Ждановка и Харцызск) и 5 сельских районах (Новоазовский, Тельмановский, Старобешевский, Амвросиевский и Шахтёрский). Экспериментальный

популяционный массив составил более 2 млн. 300 тыс. жителей. Временной отрезок, за который осуществлялась оценка заболеваемости населения, составил 20 лет (1998–2017 гг.). Период наблюдения за интенсивностью факторов окружающей среды составил 30 лет (1985–2014 гг.).

Результаты и обсуждение. Характер и уровень антропогенного загрязнения воздушного бассейна — 13 городов и 5 сельских районов ДНР изучен за период с 1985 по 2014 гг. по отчётным данным Донецкой областной санитарно-эпидемиологической станции МЗ Украины, Госкомстата Украины, Госкомгидромета Украины, а также стационарных постов промышленных предприятий. В атмосферном воздухе определялись среднесуточные и на их основе рассчитывались среднегодовые концентрации следующих двадцати двух аэрополлютантов: взвешенных веществ (химически активной многокомпонентной пыли), диоксида и монооксида азота, аммиака, фенола, диоксида серы, формальдегида, фтористого водорода, сероуглерода, сероводорода, серной и соляной кислот, ртути, свинца, пиридина, цианистого водорода, сажи, бензола, 3,4-бензпирена, хлора, хлористого водорода и оксида углерода.

Отбор проб и определение концентраций вредных химических веществ в воздушном бассейне населённых мест региона осуществлялись в соответствии с «Руководством по контролю загрязнения атмосферы» РД 52.04.186-89 с использованием физико-химических методов анализа: фотоколориметрического, спектрофотометрии, газовой хроматографии, атомно-абсорбционного, а также с учётом требований, содержащихся в «Указаниях по определению фоновых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе» (г. Киев, 1993 г.).

Оценка уровня техногенного загрязнения воздушной среды и её качества осуществлялась в соответствии с требованиями «Государственных санитарных правил охраны атмосферного воздуха населённых мест от загрязнения химическими и биологическими веществами» ГСП-201-97 от 09 июня 1997 г. (г. Киев). Всего были проанализированы результаты более 220 тысяч анализов воздушного бассейна в 13 городах и 5 сельских районах Донбасса за 30-летний период наблюдения (1985–2014 гг.).

Анализ фактического антропогенного загрязнения воздушного бассейна проводился путём сравнения среднесуточных и рассчитанных на их основе среднегодовых и среднемноголетних, максимально разовых суммарных (K сум.) концентраций аэрополлютантов (по К.А. Буштуевой), комплексных показателей загрязнения (P) — по Пинигину, а также комплексных индексов загрязнения атмосферы (КИЗА) 7-ю наиболее распространёнными ксенобиотиками: взвешенными веществами (химически активной многокомпонентной пылью), оксидом углерода, диоксидами серы и азота, фенолом, сероводородом и 3,4-бензпиреном; суммарных показателей загрязнения (СПЗ) смесью веществ (в условных единицах — усл. ед.); уровней техногенного загрязнения воздушного бассейна и степеней его опасности для здоровья человека.

Степень фактического загрязнения воздушного бассейна количественно оценивалась по кратности превышения ПДК веществ с учётом лимитирующего признака вредности, класса опасности веществ и коэффициентов комбинированного действия. Кратность превышения ПДК, в дальнейшем нормированная концентрация, устанавливалась путём деления фактической концентрации вещества в атмосферном воздухе за определённый период времени на величину соответствующей по времени осреднения ПДК. Нормированные концентрации ксенобиотиков «приводились» к соответствующей концентрации веществ 3-го класса опасности по следующим формулам:

Для 1-го класса — $K \times 3n$, где $n = 2,89 \lg K$,

для 2-го класса — $K \times \frac{3}{2}n$, где $n = 1,55 \lg K$,

для 3-го класса — $K \times \frac{3}{4}n$, где $n = \lg K$,

где K — концентрация химического вещества.

Дифференцированная оценка загрязнения атмосферного воздуха отдельными веществами проводилась по 5 степеням по методике Пинигина: 1-я степень — допустимое загрязнение, 2-я степень — слабое; 3-я степень — умеренное, 4-я степень — сильное и 5-я степень — очень сильное загрязнение. Степень загрязнения атмосферного воздуха определялась по значению комплексного показателя загрязнения P . (табл. 1).

Одновременное загрязнение атмосферного воздуха несколькими химическими ве-

Таблица 1. Оценка степени загрязнения атмосферного воздуха отдельными химическими веществами по Пинигину (комплексный показатель Р)

Степень загрязнения воздушного бассейна	Нормированные концентрации			
	1 класс	2 класс	3 класс	4 класс
Допустимая (1)	1	1	1	1
Слабая (2)	1,1–1,6	1,1–2,5	1,1–3,0	1,1–3,5
Умеренная (3)	1,7–2,5	2,6–5,5	3,1–9,0	3,6–12,0
Сильная (4)	2,6–3,2	5,6–9,0	9,1–16,0	12,1–25,0
Очень сильная (5)	3,3 и >	9,1 и >	16,1 и >	25,1 и >

ществами характеризовалось по его структуре с выделением ведущих компонентов и ведущего класса опасности загрязнителей. В качестве ведущих компонентов принимались вещества, имеющие наибольшую «приведенную» нормированную концентрацию.

В качестве ведущего класса опасности принимался класс, имеющий наибольшую сумму «приведенных» нормированных концентраций. Оценка одновременного загрязнения воздушного бассейна несколькими ксенобиотиками проводилась также по пяти степеням загрязнения с учётом количества веществ, обладающих эффектом суммации действия (табл.2).

Оценка одновременного загрязнения воздушного бассейна несколькими ксенобиотиками проводилась также по пяти степеням с учётом количества веществ, обладающих эффектом суммации действия. Расчёт суммарной концентрации ($K_{\text{сум}}$) проводился по формуле К.А. Буштуевой:

$$K_{\text{сум}} = \frac{C_1}{N_1 \times \text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{N_2 \times \text{ПДК}_2} + \dots + \frac{C_n}{N_n \times \text{ПДК}_n}$$

где: C — фактическая концентрация вещества;

ПДК — предельно-допустимая концентрация вещества;

N — коэффициент опасности по классам:

1 класс — 1,0;

2 класс — 1,5;

3 класс — 2,0;

4 класс — 4,0.

Степень опасности атмосферного воздуха для здоровья населения интегрально оценивалась по кратности превышения суммарным показателем загрязнения (СПЗ) уровня предельно допустимого загрязнения воздушного бассейна (ПДЗ), который равнялся 280,0 условным единицам при одновременном присутствии в атмосфере восьми исследуемых ксенобиотиков. Безопасным считался уровень антропогенного загрязнения воздуха, если СПЗ не превышал ПДЗ, а среднегодовая концентрация ни одного из аэрополлютантов не превышала соответствующей среднесуточной ПДК; слабо опасным — при кратности превышения СПЗ от 1 до 2; умеренно опасным — в случае превышения СПЗ от 2 до 4,4 раз; опасным — при кратности данного превышения 4,5–8,0; очень опасным — если СПЗ был выше ПДЗ более, чем в 8,1 раза.

Изучение частоты возникновения и распространённости болезней среди жителей 13-ти городов и 5-ти сельских районов ДНР осуществлялось в соответствии с Международной классификацией болезней (МКБ) X-го пересмотра (ВОЗ, г. Женева, 1998 г.) по следующим классам и нозологическим формам заболеваний, суммарно охватывающим более 78% всей патологии населения:

1) Все болезни (A00 – T98)

2) Все новообразования (C00 – C97)

3) В т.ч. новообразования (C00 – C97)

4) Болезни крови и кроветворных органов (D50 – D89)

Таблица 2. Оценка степени загрязнения атмосферного воздуха комплексом химических веществ по Пинигину (комплексный показатель Р)

Степень загрязнения воздушного бассейна	Количество веществ			
	2–3	4–9	10–20	Более 20
Допустимая (1)	до 2,0	до 3,0	до 4,0	до 5,0
Слабая (2)	2,1–4,0	3,1–6,0	4,1–8,0	5,1–10,0
Умеренная (3)	4,1–8,0	6,1–12,0	8,1–16,0	10,1–20,0
Сильная (4)	8,1–16,0	12,1–24,0	16,1–32,0	20,1–40,0
Очень сильная (5)	16,1 и >	24,1 и >	32,1 и >	40,1 и >

- 5) Болезни нервной системы (G00 – G99)
- 6) Врожденные аномалии (Q00 – Q99)
- 7) Болезни мочеполовой системы (N00 – N99)
- 8) Болезни эндокринной системы (E00 – E90)
- 9) В т.ч. сахарный диабет (E10 – E14)
- 10) Болезни уха и сосцевидного отростка (H60 – H95)
- 11) Болезни костно-мышечной системы (M00 – M99)
- 12) Болезни кожи и подкожной жировой клетчатки (L00 – L99)
- 13) Болезни органов пищеварения (K00 – K93)
- 14) В т.ч. гастриты и дуодениты (K – 29)
- 15) В т.ч. язва желудка (K – 25)
- 16) В т.ч. заболевания поджелудочной железы (K85, K86)
- 17) В т.ч. холециститы и холангиты (K81, K83.0)
- 18) Болезни системы кровообращения (I00–I99)
- 19) В т.ч. ИБС (I20 – I25)
- 20) В т.ч. ГБ (все формы: I10 – I13, I – 20.X7 – I25.X7, I60. X7, – I69. X7)
- 21) В т.ч. острый и повторный инфаркт миокарда (I21–I22)
- 22) В т.ч. ЦВЗ (I60–I69)
- 23) В т.ч. инсульты (все формы: I60–I64)
- 24) В т.ч. транзиторные ишемические атаки (J45)
- 25) Болезни органов дыхания (J00 – J99)
- 26) В т.ч. пневмонии (J12–J16, J18)
- 27) В т.ч. хронический бронхит (J40 – J42)
- 28) В т.ч. бронхиальная астма (J45 – J46)

В качестве источников информации использовались ежегодные сборники «Показатели здоровья населения и деятельности медицинских учреждений Донецкой области (ДНР) за 1998–2020 гг., подготовленные Информационно-аналитическим центром медицинской статистики Главного управления здравоохранения Донецкой областной государственной администрации (Министерства здравоохранения ДНР), всего было проанализировано более 500 тысяч первичных медицинских документов, 50 отчетов.

Для сравнительного анализа частоты возникновения и распространенности заболеваний вышеуказанных классов и нозологических форм среди жителей различных городов и сельских районов ДНР применялись стандартизованные показатели, при расчёте которых в качестве стандарта был использован возрастной состав населения Донецкой области по данным всеукраин-

ской переписи 2001 г. и итогам переписи населения ДНР Главным управлением статистики ДНР 1–14 октября 2019 г. Стандартизация уровней заболеваемости осуществлялась прямым методом.

Медико-статистический анализ результатов изучения заболеваемости жителей Донбасса, а также состояния воздушного бассейна его населённых мест проводился с использованием лицензионного статистического пакета «MedStat» (Лях Ю.Е., Гурьянов В.Г., 2004). Рассчитывались относительные (Р) и средние (М) величины, их ошибки, а также критерий достоверности Стьюдента (t) по общепринятым методикам.

С целью установления силы и направления связи между аэрогенными ксенобиотическими факторами и показателями заболеваемости населения различными видами патологии использовался ранговый корреляционный анализ.

Кроме того, был проведен сравнительный анализ сопряженно-уравновешенных групп, то есть сопоставление уровней частоты возникновения и распространённости различных заболеваний среди жителей городов и сельских районов ДНР, контрастных по уровню техногенного загрязнения атмосферного воздуха, но практически однородных по степени выраженности всех других внешнесредовых факторов (парно-сопряженные уравновешенные группы). При этом изучались лишь те аэрополлютанты и нозологические формы патологии, наличие высоковероятной и достоверной связи между которыми было ранее установлено при анализе литературных источников.

Во всех случаях проверки статистических гипотез критическим считался уровень значимости 95% ($p < 0,05$).

Окончательные выводы о направлении, силе и достоверности связи между характером и уровнями антропогенного химического загрязнения воздушного бассейна и показателями заболеваемости населения ДНР делались лишь после обобщения и тщательного анализа всех вышеперечисленных исследований.

Выводы. Анализируя все вышеизложенное, необходимо констатировать, что перечисленные методы исследования являются оптимальными: надёжными, экономичными, однако, вместе с тем, современными, информативными и достаточно точными для решения подобного рода задач.

S.V. Grishchenko, I.I. Grishchenko, I.N. Basenko, V.S. Kostenko, E.V. Agarkova, E.F. Minenko, V.S. Shevchenko, K.A. Yakimova, S.S. Pravodelov, I.S. Fedoseeva, M.S. Burmak, E.B. Solovyov
FEATURES OF METHODOLOGICAL APPROACHES TO STUDYING THE STATE OF ATMOSPHERIC AIR AND ITS IMPACT ON POPULATION HEALTH TECHNOGENIC REGION

Summary. *The article is devoted to the rationale for the need to use modern methods for studying the chemical composition of the air basin and the characteristics of their impact on the health of the population of the ecocrisis region.*

Key words: *atmospheric air, public health, study methods*

ЛИТЕРАТУРА

1. Благодарева, М. С. Сравнение методических подходов к оценке риска смертности населения от загрязнения воздуха на примере Кировградского городского округа [Текст] / М.С. Благодарева, А.С. Корнилов // *Фундаментальные и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения: материалы всероссийской научно-практической интернет-конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора с международным участием / под редакцией А.Ю. Поповой, Н.В. Зайцевой.* – Пермь, 2018. – С. 308–313.
2. Бударина, О.В. Анализ международного опыта изучения влияния загрязнения атмосферного воздуха за-

пахом на здоровье населения [Текст] / О. В. Бударина, З. Ф. Сабирова, З. В. Шипулина // *International journal of applied and fundamental research.* – 2019. – № 5. – С. 88–92.

3. Елфимова, Т. А. Использование трехмерного анализа при изучении зависимости потерь здоровья от острого загрязнения атмосферного воздуха [Текст] / Т. А. Елфимова, Т. С. Зароднюк // *Бюллетень ВСНЦ СО РАМН.* – 2010. – № 4 (74). – С. 164–168.
4. Карелин, А.О. Современные проблемы оценки риска здоровью населения от загрязнения атмосферного воздуха [Текст] / А. О. Карелин // *Реформы Здравоохранения Российской Федерации. Современное состояние, перспективы развития / под ред. И. М. Акулина, О. В. Мироненко: сборник материалов конференции.* – Санкт-Петербург, 2018. – С. 56.
5. Методические вопросы изучения влияния загрязнения воздуха на здоровье населения [Текст] / З. Ф. Сабирова [и др.] // *Гигиена и санитария.* – 2017. – Т. 96, № 10. – С. 987–989.
6. Сучков, В.В. Взаимосвязь величин предельно допустимых концентраций и уровня риска здоровью для аэрополлютантов [Текст] / В. В. Сучков, Е. А. Семаева // *Гигиена и санитария.* – 2017. – № 96(5). – С. 442–446.
7. A Multi-Pollutant Air Quality Health Index (AQHI) Based on Short-Term Respiratory Effects in Stockholm, Sweden [Text] / H. Olstrup [et al.] // *Int. J. Environ. Res Public Health.* – 2019. – Vol. 16, N 1. – pii: E105.

УДК: 613.6+628.8:622-051

О.В. Пармас, Д.О. Ластков

ОСОБЕННОСТИ ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ МИКРОКЛИМАТА НА ПОДЗЕМНЫХ РАБОЧИХ МЕСТАХ В ГЛУБОКИХ УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ

ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького»

Реферат. *Проведена гигиеническая оценка факторов формирования микроклимата на подземных рабочих местах в глубоких угольных шахтах. При гигиеническом анализе параметров микроклимата на подземных рабочих местах показана целесообразность учета величины геотермической ступени и глубины разработки, в том числе для расчета температуры вмещающих пород.*

Ключевые слова: *микроклимат, глубокие угольные шахты*

Нагревающий микроклимат как вредный фактор производственной среды угольных шахт приобрел значение при переходе добычных работ на большие глубины. Эта проблема наиболее актуальна для Донбасса, где горные работы ведутся на глубине до 1300–1500 м. В перспективе предполагается дальнейшее углубление шахт.

Повышение температуры рудничного воздуха до 30–34°C и более обусловлено нагревом воздушной струи при адиабатическом сжатии в шахтном стволе, теплообменом с горным массивом, шахтной водой, кабелями,

тепловыделением за счет окислительных процессов, а также поступлением тепла от работающих машин и механизмов [1–5].

Наиболее тяжелые микроклиматические условия вследствие постоянного обнажения горного массива создаются в очистных и подготовительных забоях. Этому способствует и высокая влажность воздуха. Насыщение воздуха влагой происходит постепенно на всем пути воздушной струи за счет влагоотдачи от стен выработок, испарения из водоотливных канавок и т.д., вследствие чего в забоях влажность воздуха достигает 85–95% [3–6].

Пребывание людей в подобных условиях приводит к значительным сдвигам физиологических функций, а работа сопровождается снижением производительности труда на 20–25%, вызывает напряжение терморегуляторной системы организма, ослабление компенсаторных резервов, ухудшение здоровья горняков и даже тепловые удары.