

НЕКОТОРЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЗДОРОВЬЯ ЖИТЕЛЕЙ ГОРОДОВ ФЕДЕРАЛЬНОГО ПРОЕКТА «ЧИСТЫЙ ВОЗДУХ»

Б.А. Ревич¹, Т.Л. Харьковская^{1,2}, Е.А. Кваша²

¹Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН, Россия, 117418, г. Москва, Нахимовский проспект, 47

²Институт демографии Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», Россия, 109028, г. Москва, Большой Трёхсвятительский переулок, 3

Дана оценка ожидаемой эффективности федерального проекта «Чистый воздух» по снижению загрязнения атмосферного воздуха и рисков здоровью населения. Показано, что поставленные задачи по снижению выбросов без учета особенностей городской планировки, застройки, ландшафта, метеорологических условий и других факторов не приведут к улучшению качества атмосферного воздуха. Модернизацию дорожно-транспортных систем необходимо проводить на основе моделирования транспортных потоков, использования расчетных методов с учетом состава, скорости, интенсивности транспортных потоков и других показателей. Анализ стандартизованных коэффициентов смертности (СКС) за 2000–2018 гг. выявил наиболее высокий уровень общей смертности в Чите по сравнению с городом сравнения Липецком; смертность от заболеваний органов дыхания была выше в Братске, Красноярске, Магнитогорске, Нижнем Тагиле, Новокузнецке, Омске, Челябинске, Череповце и Чите. Смертность от этой причины снижается с 2007 г., наиболее высокие показатели с 2013 г. регистрируются в Красноярске. Многолетний среднегодовой СКС от новообразований в большинстве городов весьма хаотичен, но постоянно выше, чем в городе сравнения Липецке, асимптотический показатель ($p < 0,001$) свидетельствует о достоверности различий. В отдельные годы наиболее высокий СКС от рака легкого у мужчин отмечен в городах с алюминиевой промышленностью – Красноярске, Братске, Новокузнецке, а также в Чите. Для оценки эффективности экологической политики по улучшению качества атмосферного воздуха в городах необходимо проведение эпидемиологических работ, в том числе по оценке распространенности астмоподобных симптомов и бронхиальной астмы среди детей с использованием международного стандартизованного вопросника и анализ частоты новообразований среди различных групп населения.

Ключевые слова: атмосферный воздух, выбросы, проект «Чистый воздух», мониторинг, здоровье населения, оценка риска здоровью, смертность, бронхиальная астма, злокачественные новообразования, экологическая политика.

В 2018 г. правительство Российской Федерации утвердило национальный проект «Экология», в состав которого включен федеральный проект «Чистый воздух», нацеленный на улучшение экологической обстановки и снижение на 20 % к 2024 г. совокупного выброса всех загрязняющих веществ в атмосферный воздух 12 городов – Братска, Красноярска, Липецка, Магнитогорска, Медногорска, Нижнего Тагила, Новокузнецка, Норильска, Омска, Челябинска, Череповца и Читы; на уменьшение числа городов с высоким и очень высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха, оцениваемого по индексу загрязнения; создание эффективной системы мониторинга и контроля качества атмосферного воздуха, а также, что очень важно, на отслеживание посредством проведе-

ния социологических опросов уровня удовлетворенности населения качеством атмосферного воздуха. К выбору этих городов разработчики проекта подошли с формальной, а не с содержательной позиции, т.е. основываясь только на массе выбросов загрязняющих веществ, без учета их рассеяния в атмосферном воздухе и состояния здоровья населения. Обозначенная в проекте задача снижения совокупного выброса загрязняющих веществ на 20 % к 2024 г. представляется крайне актуальной, но возникает главный вопрос: может ли такой фактор, как сокращение выбросов, действительно улучшить качество атмосферного воздуха, а также на каких моделях это доказано и какое положительное влияние он окажет на здоровье горожан. Выбранные 12 городов значи-

© Ревич Б.А., Харьковская Т.Л., Кваша Е.А., 2020

Ревич Борис Александрович – доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник и заведующий лабораторией прогнозирования качества окружающей среды и здоровья населения (e-mail: brevich@yandex.ru; тел.: 8 (499) 129-18-00; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7528-6643>).

Харьковская Татьяна Леонидовна – кандидат экономических наук, старший научный сотрудник лаборатории прогнозирования качества окружающей среды и здоровья населения (e-mail: tatkharukova@mail.ru; тел.: 8 (910) 479-69-84; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7460-1966>).

Кваша Екатерина Александровна – кандидат экономических наук, старший научный сотрудник (e-mail: keapost@mail.ru; тел.: 8 (916) 811-19-52; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2003-5484>).

тельно различаются по природным условиям, частоте и выраженности неблагоприятных метеорологических условий, планировочным решениям, типам застройки и ее плотностью, химическим составом выбросов, высотами труб и многими другими факторами, определяющими уровень загрязнения атмосферного воздуха. В предыдущие годы значительные природоохранные мероприятия были приняты в Красноярске, Норильске, других городах из указанного списка, но уровень загрязнения продолжает оставаться повышенным, что обуславливает дополнительные риски здоровью. Наша критическая оценка ряда положений этого проекта [1] частично совпала с отчетом Счетной палаты Российской Федерации¹, где отмечается, что кардинальное снижение уровня загрязнения атмосферного воздуха маловероятно.

Материалы и методы. На основании данных Росстата рассчитаны возрастные и стандартизованные коэффициенты смертности (СКС) от основных причин смерти, которые можно отнести к экологически зависимым заболеваниям. По двум городам проекта «Чистый воздух» – Норильску и Медногорску, включенным в список городов с наиболее высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха, – в Росстате отсутствуют длинные ряды данных об умерших от различных причин, поэтому эти города исключены из анализа. Для устранения влияния различий в возрастном составе населения сравнительный региональный анализ смертности по причинам смерти проводился на основе рассчитанных стандартизованных коэффициентов смертности согласно МКБ-10. В качестве стандарта использовался Европейский стандарт 1976 г., широко применяющийся ВОЗ и Росстатом. Сравнение этих показателей проводилось по отношению к Липецку – городу с наиболее низким уровнем загрязнения в этой группе городов и отсутствием значительных рисков здоровью населения от выбросов промышленных предприятий города [2, 3].

Для оценки динамики смертности (трендов) использован линейный регрессионный анализ. В качестве порогового значения при решении о статистически значимом различии трендов использован общепринятый уровень $p = 0,05$. Статистическая оценка различий СКС в девяти городах определялась по отношению к городу сравнения – Липецку. Чита была исключена из этого анализа из-за крайне высокого разброса значений СКС. Оценка различий СКС между городами получена путем сравнения их медиан по отношению к Липецку с использованием показателя асимптотической значимости p . Гипотеза о неравенстве подтвердилась по большинству показателей, кроме группы «Все причины», а также болезней системы кровообращения (БСК) у мужчин.

Краткая характеристика качества атмосферного воздуха в городах федерального проекта. Государственный контроль за загрязнением атмосферного воздуха в населенных пунктах осуществляют Росгидромет, его территориальные подразделения на стационарных станциях наблюдений, местные органы Санэпиднадзора, немногочисленные лаборатории Росприроднадзора, системы экологического мониторинга администраций Москвы, Санкт-Петербурга, Красноярска и ряда других городов. К сожалению, деятельность этих станций не скоординирована из-за использования разных методов определения на разном оборудовании, поэтому трудно получить достоверные данные об уровне загрязнения такой подвижной среды, как атмосферный воздух. На основании данных о содержании загрязняющих веществ в воздухе Росгидромет ежегодно публикует перечень городов с наиболее высоким уровнем загрязнения. Этот перечень может меняться без объяснения причин, что, возможно, связано не только с действительным улучшением качества воздуха, но и с особенностями размещения стационарных постов сети Росгидромета, использованием архаичного оборудования, техническими неисправностями и др.

Исследованные города с учетом доминирования типа промышленности или используемого топлива можно условно разделить на несколько групп, хотя в большинстве городов присутствуют различные источники выбросов промышленности и энергетики: цветная металлургия в Братске, Медногорске и Норильске; черная металлургия в Череповце, Магнитогорске, Новокузнецке, Н. Тагиле, Челябинске и Липецке; крупные источники загрязнения различных отраслей промышленности с использованием угля – в Красноярске, Омске. Особенно неблагоприятные ландшафтные условия, препятствующие рассеянию загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, характерны для Читы. При этом в городе энергетические установки работают на буром угле. Только три города федерального проекта находятся в европейской части России, остальные – в Сибири, где отмечаются гораздо более неблагоприятные климатические условия и где в качестве топлива используется преимущественно уголь. В Чите, например, доля этого топлива в топливном балансе достигает 95 %. Города в зависимости от уровня загрязнения атмосферного воздуха за последние пять лет (2014–2018) можно разделить на категории: с постоянно высоким уровнем загрязнения – Братск, Красноярск, Норильск и Чита; с высоким уровнем загрязнения в отдельные годы – Магнитогорск, Новокузнецк, Челябинск; с наименее высоким уровнем загрязнения в указанные годы – Липецк, Медногорск, Нижний Тагил, Омск, Череповец.

¹ Отчет о результатах экспертно-аналитического мероприятия «Мониторинг хода реализации мероприятий национального проекта “Экология”, в том числе своевременности их финансового обеспечения, достижения целей и задач, контрольных точек, а также качества управления» // Счетная палата Российской Федерации. – 2020. – 41 с.

Во всех этих городах, как правило, много лет регистрировался повышенный уровень загрязнения атмосферного воздуха такими наиболее распространенными веществами, как взвешенные частицы (мелкодисперсная пыль), диоксиды серы и азота, канцерогенный бенз(а)пирен. Для городов с металлургической промышленностью также характерно присутствие в атмосферном воздухе широкого комплекса токсичных металлов – цинка, свинца, меди; при выплавке алюминия в Братске, Красноярске, Новокузнецке наблюдается фторид водорода. Среди этих городов наиболее неблагоприятная экологическая ситуация сложилась в Красноярске, где расположены такие крупные источники выбросов, как алюминиевый завод (АО «РУСАЛ Красноярск»), завод цветных металлов, цементный завод, машиностроительные заводы, шинный завод, ТЭЦ и многие другие предприятия. В этом городе популяционный риск здоровью населения от воздействия в атмосферном воздухе комплекса канцерогенных веществ (шестивалентного хрома, бензола,

формальдегида, бенз(а)пирена) составил 12 случаев злокачественных новообразований в год [4]. Проведенный нами совместно с проф. С.Л. Авалиани расчет показал, что доля случаев дополнительной смерти только от воздействия PM_{10} достигает в год 9,3–21,9 % от всех причин, кроме внешних.

Состояние здоровья населения в городах проекта «Чистый воздух» может быть оценено на основании такого наиболее точного и верифицированного индикатора, как смертность. Этот показатель может быть использован при оценке воздействия загрязненного атмосферного воздуха на здоровье наряду с оценкой распространенности бронхиальной астмы, врожденных пороков среди детей; аналитическими эпидемиологическими, онкологическими исследованиями и др.

Динамика смертности населения городов за 2000–2018 гг. Во всех городах федерального проекта происходило постепенное снижение смертности, темп которого различался в зависимости от уровня смертности в начале 2000-х гг. На рис. 1–3 приведены

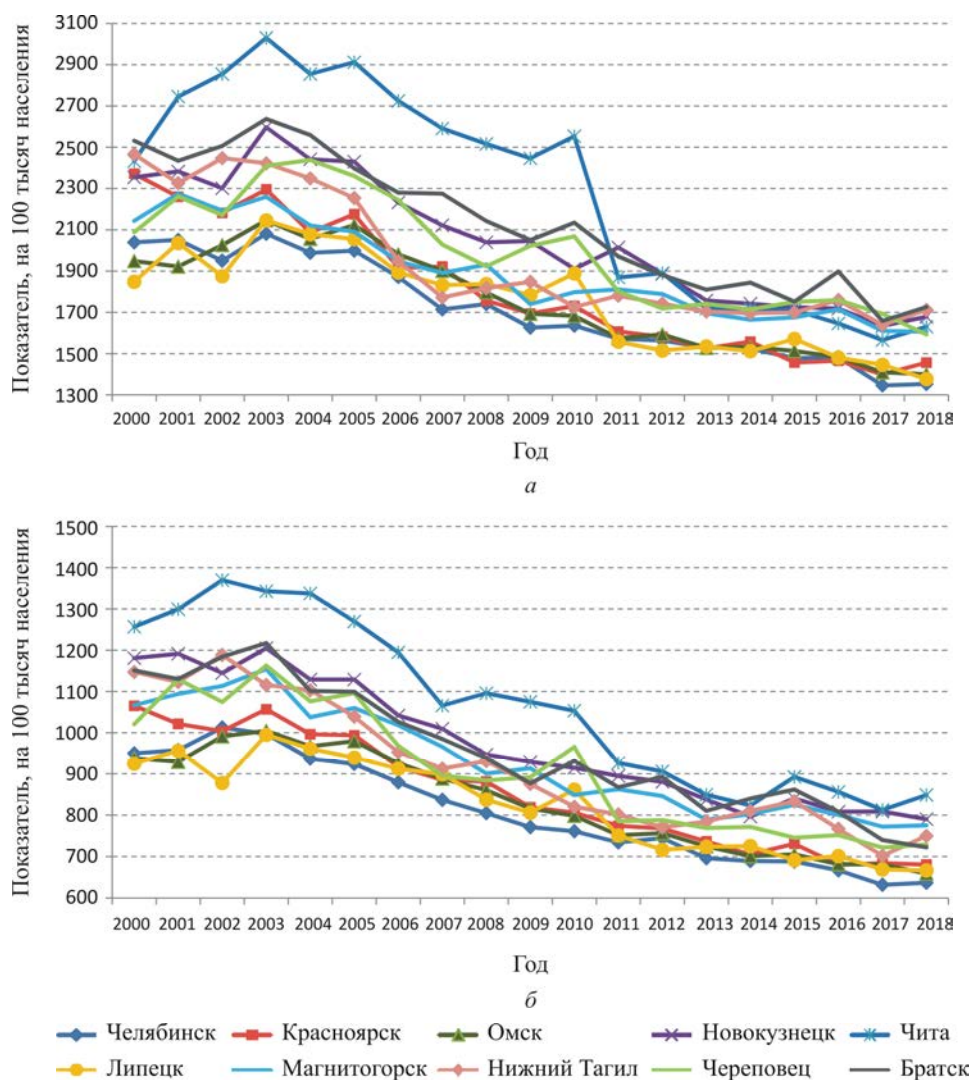


Рис. 1. Динамика стандартизованных коэффициентов смертности от всех причин в городах с разным уровнем загрязнения атмосферного воздуха, 2000–2018 гг., на 100 тысяч населения (а – мужчины, б – женщины)

различия городов как по уровню, так и динамике СКС. Отмечена сходная тенденция общей смертности и различия по сравнению с Читой, в которой на протяжении 11 лет (2000–2010 гг.) регистрировался гораздо более высокий уровень смертности. Вместе с тем относительно значимое снижение смертности в Чите в 2011 г. по сравнению с 2010 г. и предыдущими годами может быть следствием некорректного соотношения собираемых данных о числе умерших и оценками численности населения, которые используются при расчете показателей смертности. Так, в 2011 г. за счет административных преобразований численность населения этого города увеличилась на 5,2 %. Кроме того, столь тяжелая ситуация в Чите, конечно, связана не только с высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха, но и с социально-экономическим положением. По индексам устойчивого развития Читинская область, ставшая в 2008 г. Забайкальским краем за счет объединения с Агинским Бурятским АО, находилась в нижнем квартиле этого показателя.

Вторую группу по уровню повышенной общей смертности по сравнению с «условно контрольным» Липецком составили города с предприятиями алюминиевой промышленности – Братск, Новокузнецк, Красноярск. Далее следует группа городов с предприятиями черной металлургии – Нижний Тагил, Магнитогорск, Череповец, а также города с минимальным уровнем – Липецк и Омск.

Смертность по отдельным причинам. Использование показателя асимптотической значимости p по 12 причинам смерти раздельно для мужского и женского населения позволило выделить восемь групп причин, по которым все города, кроме Читы, достоверно различались от соответствующих данных по Липецку. По Чите вследствие значительных колебаний СКС от отдельных причин расчет указанного показателя не проводился. Достоверные различия не проявились только по трем группам причин смерти – все причины (мужчины и женщины) и БСК у женщин. Причина отсутствия различий по группе «Все причины» обусловлена наличием в ней внешних причин смерти, доля которых в структуре смертности мужчин традиционно занимает третье и четвертое–пятое места в структуре смертности женщин. При этом среди внешних причин для мужчин и женщин лидируют повреждения с неопределенными намерениями, самоубийства и убийства, на долю которых приходится 40–60 % всех внешних причин. Также достаточно значима и доля транспортных несчастных случаев, причем у женщин она выше, чем у мужчин (соответственно 10–20 и 7–12 % всех внешних причин).

В наибольшей степени с негативным воздействием загрязненного атмосферного воздуха могут быть связаны болезни органов дыхания (БОД) и в меньшей

степени злокачественные образования. Это показывают многие эпидемиологические исследования российских и зарубежных авторов на основе как метаанализа большого массива данных сотен городов, так и клинко-эпидемиологических работ в наиболее проблемных в экологическом отношении городах. СКС от БОД в городах с разным уровнем загрязнения атмосферного воздуха значительно различается, чем по общей смертности, они максимальны среди населения Читы и минимальны в Липецке и Омске. В период с 2007 г. смертность от БОД начала снижаться более интенсивно, чем в предыдущие годы, колебания среднегодовых значений за последние пять лет (2014–2018 гг.) находятся в очень большом интервале – от 50 до 100 случаев на 100 тысяч населения (см. рис. 2). Выше верхней границы этого интервала с 2013 г. постоянно находится смертность как мужского, так и женского населения от БОД в Красноярске. В этом городе, как в Челябинске и Магнитогорске, выявлены высокие риски заболевания органов дыхания от загрязнения атмосферного воздуха² [5]. Связано ли это с ухудшением качества атмосферного воздуха в Красноярске и регулярными явлениями «черного неба», пока не установлено, возможная причина этого явления – накопленное многолетнее воздействие загрязняющих веществ, негативный эффект которого проявляется уже в детском возрасте.

Новообразования. Оценка влияния загрязнения атмосферного воздуха на онкологическую заболеваемость и смертность – весьма сложная задача и решается она только с использованием современных аналитических эпидемиологических методов. Однако это использование может стать определенным индикатором неблагоприятной онкологической ситуации. Многолетний среднегодовой СКС от этих заболеваний в большинстве городов весьма хаотичен (см. рис. 3), но постоянно выше, чем в городе сравнения Липецке, а асимптотический показатель ($p < 0,001$) свидетельствует о достоверности различия.

Как известно, основная причина смерти мужчин от злокачественных новообразований – рак трахеи, бронхов и легких. Несмотря на то что уровень смертности от этой причины имеет некоторую хаотичность ежегодных изменений, все же можно говорить о наметившейся тенденции к снижению смертности мужчин от данной причины, в то время как для женщин она остается относительно стабильной. При этом на протяжении всего периода уровень смертности от рака трахеи, бронхов и легких в городах был выше, а в городе сравнения Липецке – ниже, чем показатели, рассчитанные для России в целом. В отдельные годы наиболее высокий СКС от рака легкого у мужчин отмечался в Новокузнецке, Чите, Красноярске и Братске.

² О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Красноярском крае в 2017 году: Государственный доклад. – Красноярск, 2018. – 301 с.

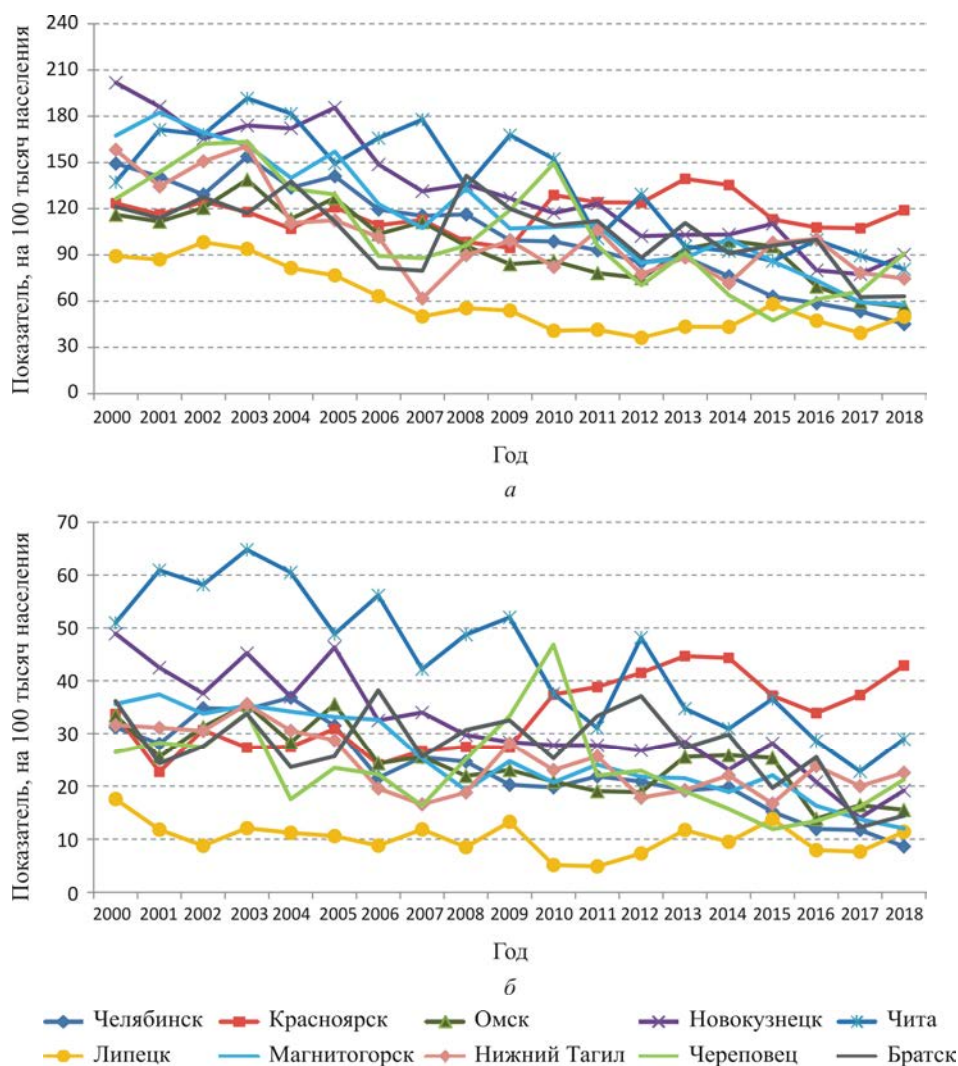


Рис. 2. Динамика стандартизованных коэффициентов смертности от болезней органов дыхания в городах с разным уровнем загрязнения атмосферного воздуха, 2000–2018 гг., на 100 тысяч населения (а – мужчины, б – женщины)

Экологозависимые изменения здоровья населения. После второго года действия федерального проекта «Чистый воздух» была поставлена задача оценить с использованием стандартизованного коэффициента такие базовые показатели общественного здоровья, как смертность населения. В указанных наиболее проблемных в экологическом отношении городах смертность населения значительно выше по всем основным группам заболеваний, и по ним не происходит столь плавного снижения СКС, чем в таких мегаполисах, как Москва, Санкт-Петербург, Ростов-на-Дону, по которым подобный анализ проведен нами ранее [6]. Сравнение структур смертности по причинам смерти позволяет выявить как их сходство, так и различие: в начале 2000-х гг. более 70–80 %, а в 2018 г. более 60–70 % причин смерти мужчин и женщин приходится на болезни системы кровообращения (БСК), новообразования и внешние причины. При этом доля БСК везде занимает первое место, хотя и постепенно снижается, причем у женщин более значимо, чем у мужчин. На втором месте у мужчин в начале 2000-х гг. во всех городах, кроме

Омска и Липецка, находятся внешние причины, а новообразования занимают третье место. Однако в последующие годы в результате значительного снижения смертности от внешних причин они переместились на третье место, уступив новообразованиям, доля которых стала почти в два раза выше, чем у внешних причин. У женщин наблюдалась несколько иная картина: если в 2000 г. внешние причины занимали третье место в структуре смертности, то в 2018 г. в большинстве городов они переместились на четвертое место, а в Омске, Магнитогорске, Нижнем Тагиле и Братске даже на пятое, пропустив болезни органов дыхания и органов пищеварения.

СКС, оцененный по медианному критерию, показал значимые различия ($p < 0,001$) относительно города сравнения Липецка по болезням системы кровообращения у мужчин, новообразованиям, болезням органов дыхания и цереброваскулярным болезням. По остальным показателям не было выявлено значимых различий (на уровне 0,05).

Рассмотрим запланированные и частично реализованные мероприятия проекта «Чистый воздух»

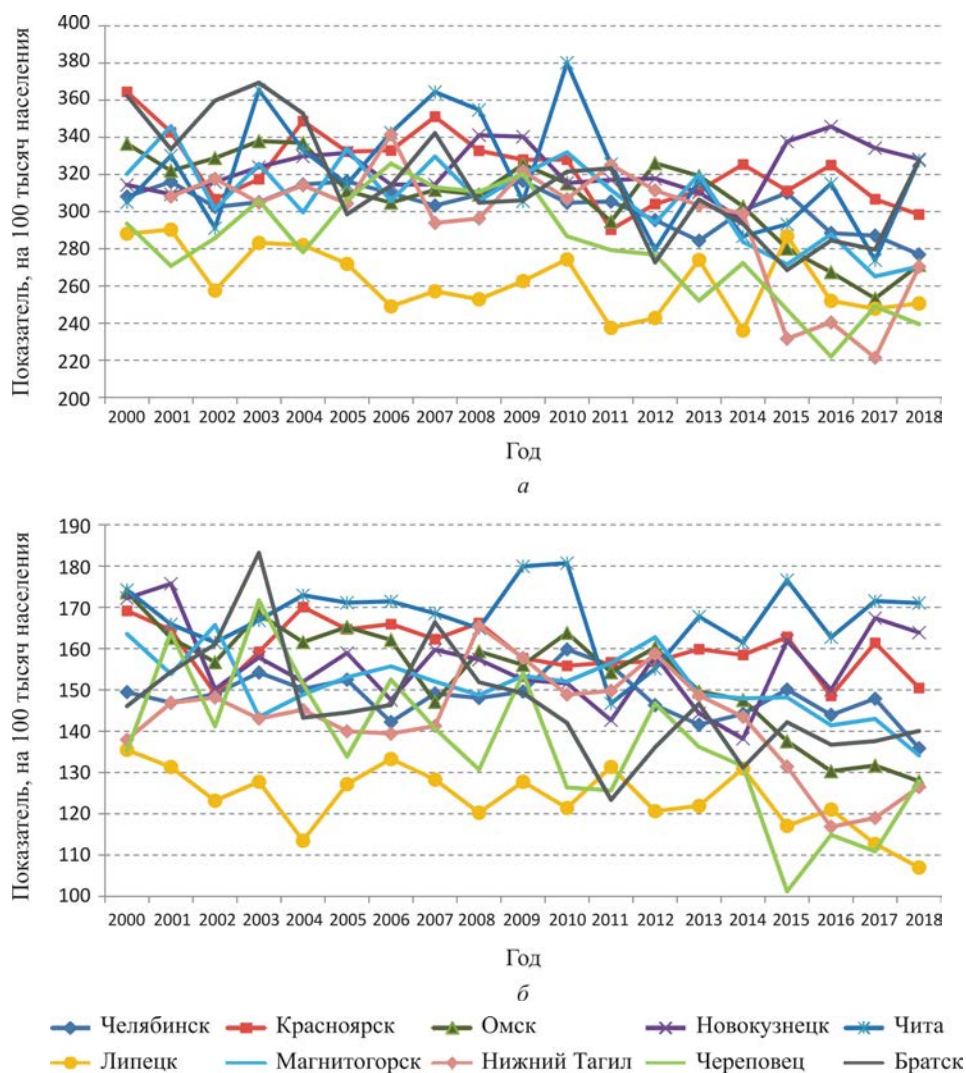


Рис. 3. Динамика стандартизованных коэффициентов смертности от новообразований в городах с разным уровнем загрязнения атмосферного воздуха, 2000–2018 гг., на 100 тысяч населения (а – мужчины, б – женщины)

с позиции их эффективности для улучшения здоровья жителей рассматриваемых городов. Первые результаты оценки риска здоровью при снижении выбросов в Красноярске показали крайне малую эффективность выполненных мероприятий по снижению выбросов: риск снизился только для группы 4,8 тысячи человек [7], что в городе с населением 1,1 млн человек, возможно, окажется полезным только для 0,4 % жителей.

Оценка данных о смертности населения в городах с наиболее загрязненным атмосферным воздухом совпадает с результатами предыдущих исследований о воздействии канцерогенных и других веществ на здоровье населения. Так, в Норильске популяционный канцерогенный риск здоровью характеризуется как неприемлемый. Возможно, что именно повышенный уровень загрязнения атмосферного воздуха канцерогенными веществами и вызвал высокий уровень

онкологической заболеваемости. Стандартизованные показатели заболеваемости раком легкого у мужчин были значительно выше по сравнению с краевыми данными [8]. Авторы этого исследования считают, что такие высокие показатели, как в Норильске, вообще не имеют аналогов в других регионах страны. В другой эпидемиологической работе, опубликованной через пять лет, в 1992 г., после указанной публикации, сообщалось о высокой частоте заболевания раком легких не только мужчин, но и женщин [9], причем и последующая публикация через 10 лет сообщила о тенденции роста онкологической заболеваемости, в том числе и в молодом возрасте [10]. Оценка канцерогенной опасности атмосферного воздуха проведена и по Чите, где популяционный риск характеризуется как повышенный и составляет 56,6 случая в год. Темпы прироста онкологической заболеваемости выше, чем по стране в целом³.

³ Михайлова Л.А. Гигиенический анализ влияния городской среды на онкологическую заболеваемость населения (на примере промышленного центра Сибири): автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Иркутск, 2009. – 139 с.

Два города в Челябинской области, вошедшие в федеральный проект – Челябинск и Магнитогорск, – постоянно входят в список городов с наиболее высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха канцерогенными веществами. Связано это с повышенным уровнем содержания в атмосферном воздухе бенз(а)пирена и присутствием в выбросах металлургического производства других канцерогенных веществ [11]. По-видимому, именно это и явилось причиной более высоких стандартизованных показателей заболеваемости раком легкого и других локализаций населения левобережной части города, где находится металлургический комбинат. В этой части города достоверно ($p < 0,05$) были превышены аналогичные показатели правобережного района: у мужчин по раку легкого – в 1,7 раза, раку желудка – в 1,5 раза, раку кожи – в 2,3 раза, у женщин – в 1,2; 1,4 и 1,6 раза соответственно [12]. Однако следует отметить, что автор этой работы не указывает, были ли исключены из анализа смертности сотрудники металлургического комбината, в том числе имеющие профессиональный контакт с канцерогенными веществами. В Челябинске канцерогенный риск от воздействия загрязненного атмосферного воздуха также оценивается как недопустимый в результате воздействия бензола, формальдегида и хрома. Суммарный канцерогенный популяционный риск для 646 тысяч человек составил 297,4 дополнительных случая заболеваний раком за 70 лет жизни [13]. Происходит увеличение показателей канцерогенного риска по сравнению с предыдущими годами и в городах Оренбургской области [14].

Использование методов оценки риска здоровью, в том числе и канцерогенного, позволяет с известной степенью неопределенности оценить гипотетические риски, и это крайне важно: для оценки экологической ситуации в городах, определения конкретных источников выбросов именно канцерогенных веществ и разработки мер по их снижению, совершенствования методов мониторинга загрязнения атмосферного воздуха. Однако для доказательства наличия канцерогенного эффекта с позиции доказательной медицины необходимо использование методов аналитической эпидемиологии. Между тем они крайне редко используются в российских исследованиях при решении эколого-эпидемиологических задач, можно указать только на две такие работы: по оценке воздействия свинца на работников московских типографий, контактирующих со свинецсодержащим шрифтом [15], и по оценке влияния диоксинов на заболеваемость ра-

ком молочной железы женщин, проживающих вблизи химического завода по производству хлорсодержащих пестицидов [16].

Значительно большее число публикаций посвящено исследованиям заболеваний органов дыхания, в том числе у детей. За период с 2001 по 2011 г. по официальным данным возросла общая заболеваемость детей бронхиальной астмой с 971,2 до 1171,0 [17], а также аллергическими заболеваниями респираторного тракта [18]. Это касается не только детского, но и взрослого населения Красноярска⁴. В некоторых российских промышленных городах (Новокузнецк, Оренбург) отмечены более высокие показатели распространенности заболеваний органов дыхания, в том числе бронхиальной астмой, у детей по сравнению с другими более благоприятными в экологическом отношении населенными пунктами⁵. Практически все исследователи отмечают более высокие показатели распространенности астмоподобных симптомов и бронхиальной астмы при использовании международного стандартизованного вопросника. Результаты обследования 1518 человек в возрасте 18–44 лет в Челябинске показали, что распространенность бронхиальной астмы в три раза превышает официальные данные [19].

Как указано в национальной программе «Бронхиальная астма у детей. Стратегия лечения и профилактики», современными генетическими исследованиями доказана роль наследственного предрасположения к развитию бронхиальной астмы, однако реализация эндотипа взаимосвязана с воздействием факторов окружающей среды⁶. Действительно, мелкодисперсные частицы, присутствующие в атмосферном воздухе любого населенного пункта и особенно рассматриваемых промышленных городов, являются факторами риска развития заболеваний органов дыхания детей. Так, в Братске выбросы предприятия алюминиевой промышленности и других источников загрязнения создали такую неблагоприятную ситуацию, что заболевания органов дыхания детей, в том числе бронхиальная астма, регистрируются чаще, чем средний показатель по области. Обследование детей на территории воздействия выбросов алюминиевого завода этого города выявило повышенный уровень хронических заболеваний органов дыхания – в 2,9 раза выше, чем в группе сравнения, в 5,5 раза выше функциональные расстройства вегетативной и центральной нервной системы [20].

Результаты и их обсуждение. Впервые за последние десятилетия разработан федеральный проект «Чистый воздух», для осуществления которого

⁴ Гордеева Н.В. Структура заболеваемости бронхиальной астмой в г. Красноярске. Фармакоэпидемиология. Контроль симптомов: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Красноярск, 2010. – 120 с.

⁵ Курилова Т.Н. Клинико-эпидемиологическая характеристика бронхиальной астмы и аллергии у школьников города Новокузнецка: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Новокузнецк, 2003. – 127 с.; Скачкова М.А. Рецидивирующие болезни органов дыхания у детей в промышленном городе: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – Оренбург, 2004. – 270 с.

⁶ Бронхиальная астма у детей. Стратегия лечения и профилактика: национальная программа. – 5-е изд. – М.: Оригинал-макет, 2017. – 160 с.

выделены значительные финансовые средства на улучшение качества атмосферного воздуха. Однако как при выборе городов для включения их в проект, так и для определения необходимых мероприятий не использовались результаты многолетних исследований здоровья населения, проведенные различными научными и учебными организациями, в том числе Кемеровским, Красноярским, Омским, Новокузнецким, Новосибирским и другими медицинскими университетами, НИИ медицинского профиля. Отсутствие должного профессионального взаимодействия с медиками будет причиной того, что формально заявленные цели в отношении уменьшения числа городов с высоким и очень высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха и увеличения доли граждан, удовлетворенных качеством атмосферного воздуха в крупных промышленных центрах, не будут достигнуты, и финансовые затраты в 500 млрд руб. не приведут к ожидаемому результату. Следует отметить, что в эту сумму входят и значительные расходы на уменьшение загрязнения атмосферного воздуха автотранспортом, но отсутствует обоснованность предлагаемых решений, не разработаны модели оптимизации транспортных потоков с учетом выбросов загрязняющих веществ и оценкой рисков здоровью. В 2020 г. в связи с пандемией COVID-19 этот эпидемиологический аспект исследований стал особенно значим, учитывая также некоторое сходство воздействия присутствующих в атмосферном воздухе мелкодисперсных частиц размером менее 2,5 и 0,1 мкм и вируса COVID-19. Мелкодисперсные частицы абсорбируют на своей поверхности различные токсичные вещества, проникают по бронхиальному дереву и накапливаются в тканях легких; более мелкие частицы диаметром менее 2,5 мкм (PM_{2,5}) достигают бронхиол и альвеол, проникают в кровоток. При длительном воздействии высоких концентраций этих частиц происходит увеличение смертности от болезней органов дыхания и сердечно-сосудистых заболеваний (инфаркта миокарда, инсульта, ишемической болезни сердца и других заболеваний).

Опубликованные в начале апреля 2020 г. результаты пилотного исследования Гарвардской школы общественного здоровья по оценке смертности от этого заболевания в населенных пунктах США, где проживает 90 % жителей этой страны, показали зависимость между повышением смертности от COVID-19 и концентрацией PM_{2,5} в атмосферном воздухе, т.е. при увеличении концентрации этих частиц на 1 мкг/м³ происходит возрастание смертности на 15 %. При этом математическая модель учитывала плотность населения, число больничных коек, социально-экономические, поведенческие и иные факторы [21].

Оценка здоровья в 12 городах федерального проекта выполняется научными институтами Роспотребнадзора на основе использования методологии оценки рисков. Такие исследования проводятся, как правило, для выявления приоритетных загрязняющих веществ с наибольшими рисками здоровью населения, для обоснования необходимых мер по снижению выбросов конкретных токсикантов, а также размеров санитарно-защитных зон и решения других природоохранных проблем. Однако индикаторами городского популяционного здоровья в связи с загрязнением атмосферного воздуха являются не только модельные оценки, но и натуральные показатели – смертность, заболеваемость, распространенность, в том числе бронхиальной астмы у детей, наличие локусов злокачественных новообразований, результаты исследований здоровья детского населения, репродуктивного здоровья, данные различных регистров, в том числе врожденных пороков развития. По 12 городам, участвующим в федеральном проекте, следует провести анализ распространенности астмоподобных симптомов и бронхиальной астмы среди детей с использованием международного стандартизованного вопросника ISAAC. Результаты этого исследования по 17 региональным центрам, в том числе в Новокузнецке и Челябинской области, позволили на основании метаанализа выявить распространенность верифицированного диагноза бронхиальной астмы и сопоставить ее с европейскими показателями [22]. Применение данного метода прослеживает динамику распространенности этого заболевания и оценивает как эффективность мероприятий для улучшения качества атмосферного воздуха, так и профилактических мер со стороны системы здравоохранения. Пилотный проект в этом направлении может быть выполнен в Красноярске, особенно учитывая опыт кафедры педиатрии Красноярского государственного медицинского института им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого⁷. В этом городе, как и в Братске и в Новокузнецке, необходимы онкоэпидемиологические исследования, учитывая высокий канцерогенный риск воздействия загрязненного атмосферного воздуха. Наличие этого риска может быть обоснованием для дополнительного финансирования ранней онкодиагностики, онкопрофилактики и проведения доказательных онкоэпидемиологических исследований. Считаем, что в сибирских городах радикальное изменение качества атмосферного воздуха и улучшение состояния здоровья населения возможно только после снижения объемов использования угля или модернизации энергетических установок с сокращением выбросов твердых частиц.

Для более полной оценки воздействия различных факторов окружающей среды и образа жизни на

⁷ Степанова Л.В. Клинические и организационные проблемы бронхиальной астмы у детей города Красноярска и их решение: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Красноярск, 2009. – 207 с.

здоровье городского населения Нью-Йорка, Лондона, Берлина, Сингапура и других столиц используют и другие индикаторы – распространенность инсультов, инфарктов, показатели психического здоровья, причем в этих целях научными организациями или органами здравоохранения созданы специальные подразделения [23]. Городское здоровье стало предметом обсуждений и в нашей стране, например, на ежегодных международных Урбанистических форумах в Москве.

Действенная природоохранная политика снижения выбросов взвешенных частиц привела не только к сокращению концентраций этих частиц в атмосферном воздухе городов Европы, США и других стран, входящих в Организацию экономического развития и сотрудничества, но и к снижению показателей дополнительной смертности. Вследствие

этого в США произошел рост ожидаемой продолжительности жизни на 0,61 в год с 1980 по 1990 г. (этот расчет, естественно, учитывал влияние и социально-экономических факторов) [24]. Таким образом, выигрыш от сокращения загрязнения атмосферного воздуха мог бы привести к выполнению задач как национального демографического проекта, так и проекта по здравоохранению при должном взаимодействии с этими проектами и медицинским сообществом.

Финансирование. Исследование выполнено в рамках государственного задания ИМП РАН «Составление и уточнение кратко-, средне-, и долгосрочных прогнозов по развитию социального сектора экономики».

Конфликт интересов. Авторы данной статьи сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Ревич Б.А. Эффективен ли проект «Чистый воздух» для улучшения здоровья населения 12 городов? // Экологический вестник России. – 2020. – № 3. – С. 58–68.
2. Оценка риска здоровью от приоритетных выбросов Новолипецкого металлургического комбината / В.А. Кислицин, С.М. Новиков, Т.А. Шашина, Н.С. Скворцова, С.И. Савельев, В.П. Кандыбин, Е.А. Самсиков // Гигиена и санитария. – 2006. – № 5. – С. 98–100.
3. Использование данных регионального информационного фонда СГМ для оценки риска здоровью населения г. Липецка / С.И. Савельев, В.А. Бондарев, Н.В. Нахичеванская, М.Ф. Полякова, Г.А. Юрьев, В.М. Салтыков, Е.А. Голованова // Анализ риска здоровью. – 2013. – № 1. – С. 41–51.
4. Оценка экологической безопасности Красноярского края на основе анализа риска для здоровья населения / Р.В. Арутюнян, Л.М. Воробьева, С.В. Панченко, К.А. Печурова, С.М. Новиков, Т.А. Шашина, Н.С. Додина, Д.В. Горяев, И.В. Тихонова, С.В. Куркатов, С.Е. Скударнов, О.Ю. Иванова // Атомная энергия. – 2015. – Т. 118, № 2. – С. 113–118.
5. Долгушина Н.А., Кувшинова И.А. Оценка загрязнения атмосферного воздуха промышленных городов Челябинской области и неканцерогенных рисков здоровью населения // Экология человека. – 2019. – № 6. – С. 17–22.
6. Ревич Б.А., Харькова Т.Л., Кваша Е.А. Продолжительность жизни и смертность в мегаполисах // Человек в мегаполисе: опыт междисциплинарного исследования / под ред. Б.А. Ревича, О.В. Кузнецовой. – М.: ЛЕНАНД, 2018. – 640 с.
7. Попова А.Ю., Зайцева Н.В., Май И.В. Здоровье населения как целевая функция и критерий эффективности мероприятий федерального проекта «Чистый воздух» // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 4. – С. 4–13. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.01
8. Особенности онкологической заболеваемости в Заполярье / Л.Ф. Писарева, Е.А. Пешкова, С.М. Горячев, А.Е. Детцель // Эпидемиология, профилактика и ранняя диагностика злокачественных новообразований. – Томск, 1987. – С. 73–75.
9. Заболеваемость населения Норильского промышленного района раком легкого / В.В. Карасев, А.Е. Детцель, В.А. Штарик, Ю.А. Дыхно // Вопросы онкологии. – 1992. – Т. 38, № 11. – С. 1340–1344.
10. Заболеваемость злокачественными новообразованиями населения г. Норильска. Формирование групп повышенного риска / О.А. Ананина, В.Ф. Писарева, И.Н. Одинцова, Е.Л. Христенко, Г.А. Попкова, И.Д. Христенко // Сибирский онкологический журнал. – 2013. – № 4. – С. 58–61.
11. Антипанова А.Н., Кошкина В.С. Социальный «ущерб» канцерогенного риска здоровью населения крупного центра черной металлургии в системе социально-гигиенического мониторинга // Известия Челябинского научного центра. – 2007. – Т. 36, № 2. – С. 101–105.
12. Кошкина В.С., Антипова Н.А., Котляр Н.Н. Мониторинг распространенности химических канцерогенов в объектах окружающей среды и биосредах у жителей города с развитой отраслью черной металлургии // Гигиена и санитария. – 2006. – № 1. – С. 12–14.
13. Оценка риска для здоровья населения от воздействия химических веществ, определяемых в атмосферном воздухе города Челябинска за 2015–2017 гг. / Н.Н. Валеулина, В.М. Ефремова, А.Л. Бекетов, Н.А. Брылина, Е.В. Никифорова, Г.Ш. Гречко, Т.С. Колотова // Актуальные вопросы анализа при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей: материалы IX Всерос. науч.-практ. конф. – Пермь, 2019. – С. 95–100.
14. Оценка канцерогенного риска для здоровья населения моногородов и сельских поселений / В.М. Боев, Д.А. Кряжев, Л.М. Тулина, А.А. Неплохов // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 2. – С. 57–63.
15. Ильичева С.А., Заридзе Д.Г. Изучение канцерогенности свинца в когортном исследовании мужчин-работников типографий Москвы // Гигиена и санитария. – 2015. – Т. 94, № 5. – С. 75–80.

16. Рак молочной железы в Чапаевске / Б.А. Ревич, Т.И. Ушакова, О.В. Сергеев, В.Ю. Зейлерт // Гигиена и санитария. – 2005. – № 1. – С. 18–21.
17. Балаболкин И.И., Терлецкая Р.Н., Модестов А.А. Аллергическая заболеваемость детей в современных экологических условиях // Сибирское медицинское обозрение. – 2015. – Т. 91, № 1. – С. 63–67.
18. Ильина Н.И., Лусс Л.В., Назарова Е.В. Окружающая среда и аллергия // Медицинский оппонент. – 2019. – Т. 2, № 6. – С. 12–17.
19. Захарова Н.А. Распространенность бронхиальной астмы среди лиц молодого возраста, проживающих в крупном промышленном центре // Казанский медицинский журнал. – 2014. – Т. 95, № 4. – С. 548–552.
20. Оценка аэрогенного воздействия приоритетных химических факторов на здоровье детского населения в зоне влияния предприятий по производству алюминия / Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, Ю.В. Кольдибекова, И.Г. Жданова-Заплесвичко, А.Н. Пережогин, С.В. Клейн // Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98, № 1. – С. 69–75.
21. Exposure to air pollution and COVID-19 mortality in the United States: A nationwide cross-sectional study / X. Wu, R.C. Nethery, B.M. Sabath, D. Braun, F. Dominici // MedRxiv. – 2020. – № 7. – P. 20. DOI: 10.1101/2020.04.05.20054502
22. Батожаргалова Б.Ц., Мизерницкий Ю.Л., Подольная М.А. Метаанализ распространенности астмоподобных симптомов и бронхиальной астмы в России (по результатам программы (ISAAC) // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2016. – № 4. – С. 60–69.
23. Urban Health / С. Ганжинова, И. Красноперова, Г. Мальцев, П. Рачев, Н. Румянцев. – М.: Аналитический центр «Московский урбанистический форум», 2019. – 600 с.
24. Pope A., Ezzati M., Dockery D.W. Fine-particulate air pollution and life expectancy in the United States // N. Engl. J. Med. – 2009. – Vol. 360, № 4. – P. 376–386. DOI: 10.1056/NEJMsa0805646

Ревич Б.А., Харьковская Т.Л., Кваша Е.А. Некоторые показатели здоровья жителей городов федерального проекта «Чистый воздух» // Анализ риска здоровью. – 2020. – № 2. – С. 16–27. DOI: 10.21668/health.risk/2020.2.02

UDC 504.75

DOI: 10.21668/health.risk/2020.2.02.eng

Read
online



SELECTED HEALTH PARAMETERS OF PEOPLE LIVING IN CITIES INCLUDED INTO «CLEAN AIR» FEDERAL PROJECT

B.A. Revich¹, T.L. Khar'kova^{1,2}, E.A. Kvasha²

¹Institute of Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences, 47 Nakhimovskii Ave., Moscow, 117418, Russian Federation

²Institute for Demography at the National Research University «Higher School of Economics», 3 Bolshoi Trekhsvyatitel'skii lane, Moscow, 109028, Russian Federation

Our research goal was to assess expected efficiency of «Clean air» Federal project with its activities aimed at reducing ambient air contamination and population health risks.

We revealed that finding solutions to the project tasks on emissions reduction that had been set without taking into account peculiarities of city design, development, landscapes, meteorological conditions, and other factors, would not result in improved ambient air quality. Road and transport systems are to be modernized basing on transport flows modeling and application of calculations taking into account transport flows structure, speed, and intensity as well as some other parameters. Analysis of standardized mortality ratio (SMR) over 2000–2018 revealed the highest overall mortality in Chita against a reference city, Lipetsk; mortality due to respiratory organs diseases was higher in Bratsk, Krasnoyarsk, Magnitogorsk, Nizhniy Tagil, Novokuznetsk, Omsk, Chelyabinsk, Cherepovets, and Chita. Mortality caused by

© Revich B.A., Khar'kova T.L., Kvasha E.A., 2020

Boris A. Revich – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of Laboratory for Environment Quality Prediction and Population Health (e-mail: brevich@yandex.ru; tel.: +7 (499) 129-36-33; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7528-6643>).

Tat'yana L. Khar'kova – Candidate of Economic Sciences, Senior researcher at the Laboratory for Predicting The Environment Quality and Population Health (e-mail: tatkhar'kova@mail.ru; tel.: +7 (910) 479-69-84; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7460-1966>).

Ekaterina A. Kvasha – Candidate of Economic Sciences, Senior researcher (e-mail: keapost@gmail.ru; tel.: +7 (916) 811-19-52; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2003-5484>).

these diseases has been going down since 2007; starting from 2013, the highest mortality due to respiratory organs diseases has been registered in Krasnoyarsk. Long-term annual average SMR due to neoplasms is rather chaotic in most cities but it is persistently higher than in Lipetsk, the reference city; asymptomatic parameter ($p < 0.001$) indicates discrepancies are valid. In some years, the highest SMR due to lung cancer among men was detected in cities with aluminum productions, such as Krasnoyarsk, Bratsk, Novokuznetsk, as well as in Chita. To assess efficiency of environmental policy aimed at improving ambient air quality in cities, it is necessary to perform epidemiologic activities, including assessment of asthma-like symptoms and bronchial asthma prevalence among children using an international standardized questionnaire and analysis of neoplasms frequency among various population groups.

Key words: ambient air, emissions, "Clean air" Federal project, monitoring, population health, health risk assessment, mortality, bronchial asthma, malignant neoplasms, environmental policy.

References

1. Revich B.A. Effektivn li proekt «Chisty vozdukh» dlya uluchsheniya zdorov'ya naseleniya 12 gorodov? [Is «Pure air» project truly effective for improvement of population health in 12 cities?]. *Ekologicheskii vestnik Rossii*, 2020, no. 3, pp. 58–68 (in Russian).
2. Kislitsin V.A., Novikov S.M., Shashina T.A., Skvortsova N.S., Savelyev S.I., Kandybin V.P., Samsikov E.A. Use of health risk estimates for substantiating the boundaries of sanitary protection zones of the Novolipetsk metallurgic works. *Gigiena i sanitariya*, 2006, no. 5, pp. 98–100 (in Russian).
3. Savelyev S.I., Bondarev V.A., Nakhichevanskaya N.V., Polyakova M.F., Yuriev G.A., Saltykov V.M., Golovanova E.A. Using data from a regional information fund of social and environmental health monitoring to assess human health risks in Lipetsk. *Health Risk Analysis*, 2013, no. 1, pp. 41–51. DOI: 10.21668/health.risk/2013.1.06.eng
4. Arutyunyan R.V., Vorob'eva L.M., Panchenko S.V., Pechkurova K.A., Novikov S.M., Shashina T.A., Dodina N.S., Goryaev D.V. [et al.]. Environmental safety assessment of Krasnoyarsk Krai based on a public health risk analysis. *Atomnaya energiya*, 2015, vol. 118, no. 2, pp. 113–118 (in Russian).
5. Dolgushina N.A., Kuvshinova I.A. Air pollution and non-carcinogenic risk assessment in industrial cities of Chelyabinsk region. *Ekologiya cheloveka*, 2019, no. 6, pp. 17–22 (in Russian).
6. Revich B.A., Khar'kova T.L., Kvasha E.A. Prodolzhitel'nost' zhizni i smertnost' v megapolisakh [Life expectancy and mortality in megacities]. *Chelovek v megapolise: opyt mezhdistsiplinarnogo issledovaniya*. In: B.A. Revich, O.V. Kuznetsova eds. Moscow, LENAND Publ., 640 p. (in Russian).
7. Popova A.Yu., Zaitseva N.V., May I.V. Population health as a target function and criterion for assessing efficiency of activities performed within «Pure air» federal project. *Health Risk Analysis*, 2019, no. 4, pp. 4–13. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.01.eng
8. Pisareva L.F., Peshkova E.A., Goryachev S.M., Detsel' A.E. Osobennosti onkologicheskoi zabolevaemosti v Zapolyar'e [Peculiarities of oncologic morbidity in the Arctic regions]. *Epidemiologiya, profilaktika i rannaya diagnostika zlo-kachestvennykh novoobrazovaniy*. Tomsk, 1987, pp. 73–75 (in Russian).
9. Karasev V.V., Detsel' A.E., Shtarik V.A., Dykhno Yu.A. Zabolevaemost' naseleniya Noril'skogo promyshlennogo raiona rakom legkogo [Morbidity with lung cancer among population living in Norilsk industrial region]. *Voprosy onkologii*, 1992, vol. 11, no. 38, pp. 1340–1344 (in Russian).
10. Ananina O.A., Pisareva V.F., Odintsova I.N., Khristenko E.L., Popkova G.A., Khristenko I.D. Cancer incidence among population of Norilsk. Formation of high risk groups for cancer. *Sibirskii onkologicheskii zhurnal*, 2013, no. 4, pp. 58–61 (in Russian).
11. Antipanova A.N., Koshkina V.S. Sotsial'nyi «ushcherb» kantserogenogo riska zdorov'yu naseleniya krupnogo tsentra chernoi metallurgii v sisteme sotsial'no-gigienicheskogo monitoringa [Social «damage» done by carcinogenic risks for population health in a large industrial center with developed ferrous metallurgy within social-hygienic monitoring system]. *Izvestiya Chelyabinskogo nauchnogo tsentra*, 2007, vol. 36, no. 2, pp. 101–105 (in Russian).
12. Koshkina V.S., Antipova N.A., Kotlyar N.N. Monitoring rasprostranennosti khimicheskikh antserogenov v ob"ektakh okruzhayushchei sredy i biosredakh u zhitelei goroda s razvitoi otrasl'yu chernoi metallurgii [Monitoring over prevalence of chemical carcinogens in environmental objects and biological media of people living in a city with developed ferrous metallurgy]. *Gigiena i sanitariya*, 2006, no. 1, pp. 12–14 (in Russian).
13. Valeulina N.N., Efremova V.M., Beketov A.L., Brylina N.A., Nikiforova E.V., Grechko G.Sh., Kolotova T.S. Ot-senka riska dlya zdorov'ya naseleniya ot vozdeistviya khimicheskikh veshchestv, opredelyaemykh v atmosfernom vozdukh-e goroda Chelyabinskaya 2015–2017 gg. [Assessing population health risks caused by exposure to chemicals determined in ambient air in Chelyabinsk in 2015–2017]. *Aktual'nye voprosy analiza pri obespechenii sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya naseleniya i zashchity prav potrebiteli: materialy IX Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*, Perm, 2019, pp. 95–100 (in Russian).
14. Boev V.M., Kryazhev D.A., Tulina L.M., Neplokhov A.A. Assessment of carcinogenic health risk for population living in monocities and rural settlements. *Health Risk Analysis*, 2017, no. 2, pp. 57–64. DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.06.eng
15. Il'icheva S.A., Zaridze D.G. Evaluation of the carcinogenic risk of lead in the cohort study of male workers occupationally exposed to inorganic lead in 27 Moscow printing-houses. *Gigiena i sanitariya*, 2015, vol. 94, no. 5, pp. 75–80 (in Russian).
16. Revich B.A., Ushakova T.I., Sergeev O.V., Zeilert V.Yu. Breast cancer in Chapayevsk. *Gigiena i sanitariya*, 2005, no. 1, pp. 18–21 (in Russian).

17. Balabolkin I.I., Terletskaya R.N., Modestov A.A. Allergic child morbidity in actual ecological conditions. *Sibirskoe meditsinskoe obozrenie*, 2015, vol. 91, no. 1, pp. 63–67 (in Russian).
18. Il'ina N.I., Luss L.V., Nazarova E.V. Environment and Allergies. *Meditsinskii opponent*, 2019, vol. 6, no. 2, pp. 12–17 (in Russian).
19. Zakharova N.A. Prevalence of bronchial asthma in young people living in industrial city. *Kazanskii meditsinskii zhurnal*, 2014, vol. 95, no. 4, pp. 548–552 (in Russian).
20. Zaitseva N.V., Zemlyanova M.A., Kol'dibekova Yu.V., Zhdanova-Zaplesvichko I.G., Perezhogin A.N., Kleyn S.V. Evaluation of the aerogenic impact of priority chemical factors on the health of the child population in the zone of the exposure of aluminum enterprises. *Gigiena i sanitariya*, 2019, vol. 98, no. 1, pp. 69–75 (in Russian).
21. Wu X., Nethery R.C., Sabath B.M., Braun D., Dominici F. Exposure to air pollution and COVID-19 mortality in the United States: A nationwide cross-sectional study. *Med Rxiv*, 2020, no. 7, pp. 20. DOI: 10.1101/2020.04.05.20054502
22. Batozhargalova B.Ts., Mizernitskii Yu.L., Podol'naya M.A. Meta-analysis of the prevalence of asthma-like symptoms and asthma in Russia (according to the results of ISAAC). *Rossiiskii vestnik perinatologii i pediatrii*, 2016, no. 4, pp. 60–69 (in Russian).
23. Ganzhinova S., Krasnoperova I., Mal'tsev G., Rachev P., Rumyantsev N. Urban Health. Moscow, Analiticheskii tsentr «Moskovskii urbanisticheskii forum» Publ., 2019, 600 p. (in Russian).
24. Pope A., Ezzati M., Dockery D.W. Fine-particulate air pollution and life expectancy in the United States. *N. Engl. J. Med.*, 2009, vol. 360, no. 4, pp. 376–386. DOI: 10.1056/NEJMsa0805646

Revich B.A., Khar'kova T.L., Kvasha E.A. Selected health parameters of people living in cities included into « Clean air» federal project. Health Risk Analysis, 2020, no. 2, pp. 16–27. DOI: 10.21668/health.risk/2020.2.02.eng

Получена: 09.06.2020

Принята: 23.06.2020

Опубликована: 30.06.2020