

УДК 614.71:33:314.42

РАНЖИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА, СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ, МЕДИЦИНСКИХ ФАКТОРОВ В ФОРМИРОВАНИИ СМЕРТНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ЦЕНТРА НЕФТЕХИМИИ И ХИМИИ)

Сабирова З.Ф., Бударина О.В., Шипулина З.В.

ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» Минздрава России, Москва, e-mail: sabirovazf2011@mail.ru

Состояние здоровья населения зависит как от социально-экономических условий жизни, так и от факторов окружающей среды. При этом, как правило, каждый фактор имеет как свою индивидуальную значимость (риск неблагоприятного влияния на здоровье), так и свою шкалу измерений, что делает оценку суммарного влияния всех факторов весьма затруднительной. Тем не менее для принятия эффективных мер по охране здоровья населения такая оценка необходима. Это важно не только для разработки планов соответствующих мероприятий, но и для оптимального распределения финансовых и материальных ресурсов, направляемых на охрану здоровья. Одним из таких подходов к оценке суммарного и индивидуального влияния разноплановых факторов риска является подход, оценивающий значимость различных факторов в баллах. В рамках такого подхода проведено исследование зависимости состояния здоровья населения города с развитой нефтехимической и химической промышленностью от степени загрязнения атмосферного воздуха, социально-экономических факторов, уровня и качества медицинского обеспечения. Показано, что основной вклад в смертность населения вносят социально-экономические факторы (45%). При этом влияние конкретных факторов медицинского обслуживания в снижение смертности населения различно, но в целом воздействие факторов здравоохранения способствует снижению уровня смертности на 19%. Вклад от загрязнения атмосферного воздуха составляет 28%, а 27% связано с вкладом прочих факторов. Можно полагать, что предложенный подход к оценке влияния разноплановых факторов риска на состояние здоровья населения будет полезен для анализа ситуации в населенных пунктах с различными отраслями промышленности и ранжирования степени опасности факторов риска различной природы.

Ключевые слова: нефтехимия, факторы среды, смертность, метод Дельфи, ранжирование

RANKING OF AIR POLLUTION, SOCIO-ECONOMIC, AND MEDICAL FACTORS IN THE FORMATION OF MORTALITY (FOR EXAMPLE, THE CENTRE OF PETROCHEMISTRY AND CHEMISTRY)

Sabirova Z.F., Budarina O.V., Shipulina Z.V.

Centre for Strategic Planning, Russian Ministry of Health, Moscow, e-mail: sabirovazf2011@mail.ru

The health status of the population depends on both socio-economic living conditions and environmental factors. Each factor has its own individual significance (risk of adverse health effects) and its own measurement scale, which makes the assessment of the total effect of all factors very difficult. However, in order to take effective measures to protect public health such assessment is necessary. This is important not only for the development of plans for relevant activities, but also for the optimal distribution of financial and material resources allocated for health protection. One of these approaches to assessing the total and individual impact of diverse risk factors is an approach that evaluates the significance of various factors in points. According to this approach, a study of dependence of the population health state in the city with developed petrochemical and chemical industry on the degree of air pollution, socio-economic factors, the medical support quality was conducted. It is shown that the main contribution to mortality have socio-economic factors (45%). The influence of specific factors of medical support in reducing mortality is different, but in general, it helps to reduce mortality by 19%. The contribution from atmospheric air pollution is 28%, and 27% is associated with other factors. It can be assumed that the proposed approach to assessing the impact of diverse risk factors on the population health status will be useful for analyzing the situation in settlements with different industries and ranking the danger degree of various risk factors.

Keywords: petrochemistry, environmental factors, mortality, Del'fi method, ranking

Неблагоприятное влияние загрязнения атмосферы на состояние здоровья людей общеизвестно. Например, по данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) загрязнение атмосферного воздуха является значимым фактором риска развития неинфекционных заболеваний [1], которые являются основной причиной смертности в более чем в 60% случаев [2].

Научное обоснование, приоритетность проблем загрязнения воздуха и соответствующие

рекомендации для их решений изложены в международных проектах «Данные о медицинских аспектах загрязнения воздуха для формирования новой политики ЕС» (Evidence on health aspects of air pollution to review EU policies – REVINAAP) и «Риски для здоровья населения вследствие загрязнения воздуха в Европе» (Health Risks of Air Pollution in Europe – HRAPIE), реализованные Европейским региональным бюро ВОЗ при финансовой поддержке ЕС [3]. В насто-

ящее время в рамках эпидемиологических исследований установлено, что сокращение загрязнения атмосферного воздуха в городах, является эффективной мерой профилактики хронических неинфекционных заболеваний [4]. В связи с этим, в Российской Федерации реализуется целый ряд государственных программ, комплексных планов («дорожных карт»), направленных на обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения [5–7].

Однако состояние здоровья населения зависит не только от химического состава атмосферного воздуха, но также от экономических условий жизни, от уровня и качества медицинского обеспечения населения. Это выдвигает на передний план разработку и внедрение методов оценки влияния на состояние здоровья населения множества факторов, характеризующих как состояние (уровень загрязнения) окружающей среды, так и социально-экономические условия жизни населения [8–10]. Сложность возникает вследствие того, что все факторы риска имеют различные шкалы измерений (различные единицы измерений), что не позволяет оценить их интегрированное влияние простым сложением соответствующих величин. Тем не менее, чтобы оптимально управлять охраной окружающей среды и здоровьем населения, нужны как индивидуальные оценки значимости отдельных факторов риска, так и оценка их интегрированного влияния. Такие оценки важны как для определения необходимых мероприятий, так и для правильного распределения финансовых и материальных ресурсов. Например, показано, что значимые межрегиональные различия в уровнях смертности населения России в значительной степени обусловлены социально-экономическими факторами, в том числе низким уровнем жизни некоторых групп населения [11].

Ситуация дополнительно осложняется тем, что значимость и важность различных факторов в их влиянии на состояние здоровья населения зависит от структуры промышленности исследуемого региона [11–12].

В связи с этим актуальной задачей является отработка различных моделей совместного учета влияния разноплановых факторов риска на состояние здоровья, позволяющих, с одной стороны, интегрировать (суммировать) вклад разноплановых факторов, с другой стороны, выделять индивидуальную значимость каждого фактора.

В связи с вышеизложенным целью исследования явилось изучение совместного и индивидуального влияния основных факторов риска (социально-экономических, уровня и качества медицинского обеспече-

ния, загрязнения воздуха) на состояние здоровья населения в рамках модели, использующей интегральную балльную оценку с учетом весовых коэффициентов (Дельфи), описанную в работе [12].

Материалы и методы исследования

Исследования проведены в двух городах Республики Башкортостан: в центре нефтехимии, химии – г. Стерлитамак и административном – г. Белебей, выбранном в качестве города сравнения, расположенных в одной климатической зоне. Источниками информации явились: данные мониторинга ФГБУ «УГМС», Территориального органа Федеральной службы статистики, Республиканского архива ЗАГС.

Общее число включенных в разработку факторов составило 33 (в том числе факторов среды – 19, показателей социально-экономических условий жизни населения – 8, медицинского обеспечения – 6).

Состояние атмосферного воздуха оценивалось по концентрациям как повсеместных, так и по специфическим для центров нефтехимии примесям, по суммарным индексам загрязнения атмосферного воздуха, по количественному и качественному составу выбросов и др. К повсеместным (основным) примесям были отнесены: диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота, взвешенные вещества, к специфическим: хлорированные и ароматические углеводороды, формальдегид, бенз(а)пирен и др.

Уровень социально-экономического благополучия учитывался через такие величины, как прожиточный индекс, объем инвестиций, розничный товароборот, коэффициент устойчивости браков и др.

Уровень медицинского обеспечения был охарактеризован наличием врачей всех специальностей (в том числе узкими специалистами), наличием диагностического оборудования, показателями оборота койки и др.

Для оценки воздействия факторов экспозиции на здоровье населения изучена смертность населения в избранных городах по данным первичной медицинской документации «Медицинское свидетельство о смерти (форма № 106/у-8).

Статистическая обработка данных по смертности населения проведена по европейскому стандарту и в соответствии с «Международной классификации болезней, травм, причин смертности» (Х пересмотра). Показатели смертности населения были стандартизированы по полу и возрасту. Возрастно-половая структура населения административного города (г. Белебей) была принята за стандарт.

Прогноз дозовой факториальной нагрузки выполнен с использованием многофакторного, полиномиального анализа [13]. Статистическая обработка данных исследования проведена с помощью программного обеспечения Statistica 10 Statsoft и Epi Info 3.4.1.

Результаты исследования и их обсуждение

В северной части г. Стерлитамака расположен крупный нефтехимический и химический промышленный комплекс. В состав комплекса входят АО «Башкирская содовая компания», образованная за счет объединения ОАО «Сода» и ОАО «Каустик», ОАО «Синтезкаучук», Стерлитамак-

ский завод катализаторов, ОАО «Стерлитамакский нефтехимический завод», ТПК «Полимер-Пласт», две ТЭЦ. Рассматриваемый комплекс производит высококачественные бутадиен-стирольные, изопреновый и дивинилстирольный каучуки, каустическую и кальцинированную соду (до 70% от общероссийского уровня), полиэтиленполиамины, фенольные антиоксиданты «Агидол», высокооктановые добавки к топливу (МТБЭ), синтетические моющие средства и др. В технологических процессах широко применяется синтез, полимеризация, крекинг, катализ. Кроме того, в южной части города располагаются отрасли машиностроения, станкостроения, стройиндустрии.

В административном (городе сравнения) отсутствуют предприятия подобных отраслей, а промышленность представлена машиностроительным предприятием (ООО «Белмашзавод»).

Значительная концентрация производств нефтехимического комплекса определяет сложный химический состав выбросов, представленный веществами различных классов опасности и токсичности с общим объемом выбросов 31,78 тыс. т/год (за 2017 г.), что составляет 81,1% от выбросов всех стационарных источников города. За последние 5 лет (2013–2017 гг.) удельный вес выбросов производств нефтехимического комплекса сократился в 1,5 раза, что связано с техническим перевооружением производств промышленного комплекса (АО «БСК» и ОАО «Синтез-Каучук»), заменой газоочистных установок на более эффективные. За тот же период произошел рост выбросов в городах от передвижных источников в 1,1 раза, что характерно для большинства регионов России [14, 15]. В городе сравнения (г. Белебей) наиболее значимы выбросы автотранспорта (87,8% от общего объема городских выбросов), с преобладанием в загрязнении воздуха веществ III–IV классов опасности (73,6%).

Комплексные показатели (Р, ИЗА₅) загрязнения воздуха в нефтехимическом центре значительно превышают показатели административного города. Так, значение Р составляет 4,9 для нефтехимического центра, против 2,6 в административном городе. Соответствующие значения ИЗА₅ равны 3,0 против 2,2.

Значения фактических уровней загрязнения атмосферного воздуха примесями в селитебной зоне нефтехимического центра изменяются (в долях ПДК_{м.р.}): дигидросульфид (сероводород) от 0,37^{м.р.} до 0,63; диоксид серы от 0,278 до 0,79; аммиак – 0,25–0,40; углерода оксид – 0,6–0,7; азота диоксид 0,5–0,65. В 0,23% проб кратность

превышения достигала 1,1–2,0 ПДК_{м.р.} у следующих веществ: гидрохлорид, дигидросульфид, этилбензол, взвешенные вещества. В 0,07% проб кратность превышения достигала 2,1–5,0 ПДК_{м.р.} (диметилбензол, гидрохлорид, этилбензол, взвешенные вещества. В 0,04% проб кратность превышения достигала 5 ПДК_{м.р.} (этилбензол). Концентрации 1,2-дихлорэтана, 1,2-дихлорпропана, тетрахлорэтилена 1,2,3-трихлорметана, тетрахлорметана не превышали 0,5 ПДК_{м.р.}.

Среднегодовые концентрации бенз/а/пирена составляли 2,0 ПДК_{с.с.}, формальдегида, альфа-метилстирола, хлорированных углеводородов варьировали от 1,12 до 1,55 ПДК_{с.с.} [14, 16]. Обобщение информации по мониторируемым показателям свидетельствует о значительном (75,3%) вкладе в уровень загрязнения воздуха промышленного центра специфических веществ нефтехимических и химических отраслей промышленности.

Показатели здравоохранения, характеризующие качество и уровень медицинского обслуживания населения, в нефтехимическом центре лучше, чем в административном городе. Так численность врачей составляет 31,7 против 26,9 на 10 тыс. населения, число коек (78,8 против 60,9 на 10 тыс. насел.), обеспеченность диагностическим оборудованием (45,9 против 31,6).

Анализ социально-экономических условий жизни населения центра нефтехимии показал, что прожиточный индекс составляет 1,9, объем инвестиций за счет всех источников финансирования 32,9 тыс. руб. (на 1 человека), розничный товароборот 170,3 тыс. руб. (на 1 человека), что выше, чем в городе сравнения в 1,4; 3,9; 5,1 раза, соответственно. Однако ряд социальных показателей выше в административном городе. Например, такой важный показатель, как площадь жилья на одного человека, составляет 23,8 м² в административном городе, тогда как в нефтехимическом центре эта величина составляет 21,7 м². Также выше коэффициент устойчивости браков (0,21 против 0,10).

Найдено, что в нефтехимическом центре наиболее значимым фактором является социально-экономический фактор (4,5 балла), на втором месте – загрязнение атмосферного воздуха (2,9 балла). Значимость медицинского обслуживания составляет 1,5 балла. Отметим, что балльная оценка включает нормировку, так что сумма баллов по каждой группе факторов в городе сравнения составляет 1.

Анализ смертности населения в изученных городах позволил определить ряд

отличий. Например, в центре нефтехимии больший удельный вес в структуре причин смертности населения приходится на болезни органов дыхания (20,9%), что с определенной долей вероятности может быть связано с хронической экспозицией химических веществ. Уровень смертности от новообразований (159,2 на 100 тыс. насел.) в центре нефтехимии достоверно выше ($p < 0,05$), чем в городе сравнения (139,5 на 100 тыс. насел.). Установлено, что хлорированные углеводороды и бенз/а/пирен влияют (через ингаляционное воздействие) на уровень смертности населения от новообразований органов дыхания (с долевым вкладом 15,6%, $r = 0,48$, $p < 0,05$). Также получена достоверная статистическая связь ингаляционного воздействия взвешенных веществ на уровень смертности от болезней органов дыхания женщин пенсионного возраста (23,7%, $r = 0,57$, $p < 0,05$).

Тем не менее даже на фоне экспозиции химических веществ более высокий уровень медицинского обеспечения способствует снижению уровня общей смертности населения ($r = -0,55$, $p < 0,05$).

Показано, что к росту смертности населения ведет также низкий уровень жизни населения. Отметим, что низкий индекс устойчивости браков способствует увеличению смертности от болезней органов пищеварения (вклад 49,9%, $r = -0,79$, $p < 0,05$).

Таким образом, основной вклад в смертность населения вносят социально-экономические факторы (45%). При этом влияние конкретных факторов здравоохранения в снижении смертности населения различно, но в целом показатели медицинского обеспечения способствуют сокращению уровня смертности населения на 19%. Вклад от загрязнения атмосферного воздуха составляет 28%, а 27% связано с вкладом прочих (не учтенных в данной работе) факторов.

Заключение

В г. Стерлитамаке преобладают выбросы нефтехимической, химической промышленности, которые составляют 81,1% от выбросов всех стационарных источников города. При этом потенциальную опасность представляет загрязнение воздуха специфическими (альфа-метилстирол, этилбензол, гидрохлорид, хлор, формальдегид, бенз/а/пирен) веществами, в основном I и II классов опасности (67,3%).

В городе сравнения (г. Белебей) наиболее значимы выбросы автотранспорта (87,8% от общего объема выбросов), с преобладанием в загрязнении воздуха веществ III–IV классов опасности (73,6%).

Уровень медицинского обеспечения населения нефтехимического центра (г. Стерлитамак) выше в (1,2–1,5 раза), чем населения контрольного города (г. Белебей). Это обусловлено большей обеспеченностью врачами, числом и оборотом коечного фонда, обеспеченностью диагностическим оборудованием.

Также лучше (в 1,4–5,1 раза) в г. Стерлитамаке и социально-экономические условия (за счет уровня прожиточного индекса, объема инвестиций, оборота общественного питания, коммунального благоустройства жилищ).

Как итог можно констатировать, что основной вклад в смертность населения вносят социально-экономические факторы (45%). При этом влияние конкретных факторов, характеризующих здравоохранение, в снижении смертности населения различно, но в целом качественные и количественные показатели медицинского обеспечения способствуют снижению уровня смертности населения на 19%. Фактор загрязнения атмосферного воздуха идет на втором месте и составляет 28%. Вклад прочих факторов достигает 27%. Можно полагать, что предложенный подход к оценке влияния разноплановых факторов риска на состояние здоровья населения будет полезен для анализа ситуации в населенных пунктах с различными отраслями промышленности и ранжирования степени опасности факторов риска различной природы.

Список литературы

1. World Health Organization. Ambient air pollution: A global assessment of exposure and burden of disease. 2016. ISBN: 9789241511353. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.who.int/phe/publications/air-pollution-global-assessment/en/> (дата обращения: 14.08.2019).
2. World Health Organization. Global Status Report on Non-communicable Diseases (2014). [Электронный ресурс]. URL: <https://www.who.int/nmh/publications/ncd-status-report-2014/en/> (дата обращения: 14.08.2019).
3. Heroux M.E., Braubach M., Korol N., Krzyzanowski M., Paunovic E., Zastenskaya I. Основные выводы о медицинских аспектах загрязнения воздуха: Проекты REVINAAP и HRAPIE ВОЗ/ЕК // Гигиена и санитария. 2013. № 6. С. 9–14.
4. Hao Y., Zhang G., Han B., Xu X., Feng N., Li Y., Wang W. Prospective evaluation of respiratory health benefits from reduced exposure to airborne particulate matter. Int. J. Environ. Health Res. 2017. vol. 27. no 2. P. 126–135. DOI: 10.1080/09603123.2017.1292497.
5. Государственная программа Российской Федерации «Охрана окружающей среды» на 2012–2020 годы (утв. постановлением Правительства Российской Федерации 15 апреля 2014 г. № 326). [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/70643488/> (дата обращения: 14.08.2019).
6. План действий по реализации основ государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года (утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 18.12.2012 № 2423-р). [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902388109/> (дата обращения: 14.08.2019).
7. Стратегия развития медицинской науки в Российской Федерации на период до 2025 года (утверждена распоряже-

- нием Правительства РФ от 28 декабря 2012 г. № 2580-р). 2.1 Научная платформа «Профилактическая среда». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70192396/> (дата обращения: 14.08.2019).
8. Онищенко Г.Г. Актуальные задачи гигиенической науки и практики в сохранении здоровья населения // Гигиена и санитария. 2015. № 3. С. 5–9.
9. Song C., He J., Wu L., Jin T., Chen X., Li R., Ren P., Zhang L., Mao H. Health burden attributable to ambient PM_{2.5} in China. *Environ. Pollut.* 2017. vol. 223. P.575–586. DOI: 10.1016/j.envpol.2017.01.060.
10. Хасанова Р.Р., Макаренцева А.О. Смертность и продолжительность жизни населения России. ФГБОУ ВПО РАНХ и ГС при Президенте Российской Федерации. Москва. 2017. 87 с. [Электронный ресурс]. URL: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3169745 (дата обращения: 14.08.2019).
11. Андреев Е.М., Школьников В.М. Связь между уровнями смертности и экономического развития в России и ее регионах // Демографическое обозрение. 2018. Т. 5. № 1. С. 6–24.
12. Фаттахова Н.Ф. Гигиеническая оценка загрязнения атмосферного воздуха и социальных факторов в центрах нефтепереработки, нефтехимии, химии Башкортостана: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Москва, 2004. 25 с.
13. WHO. The European Health Report 2002. WHO Regional Office for Europe. WHO Regional Publications European Series. Copenhagen. 2002. no 97. 72 p. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.euro.who.int/en/publications/abstracts/european-health-report-2002-the> (дата обращения: 14.08.2019).
14. Материалы к государственному докладу «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году» по Республике Башкортостан. Уфа, Министерство здравоохранения РФ. 2018. 270 с. [Электронный ресурс]. URL: http://02.gospotrebnadzor.ru/upload/iblock/766/gd_seb-rb_2017.pdf (дата обращения: 14.08.2019).
15. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2016 году». М.: Минприроды России, 2017. 760 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ecoindustry.ru/gosdoklad/view/365.html> (дата обращения: 14.08.2019).
16. Материалы к государственному докладу об экологической ситуации на территории Республики Башкортостан в 2017 году. Уфа. Министерство здравоохранения РФ. 2018. 167 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://ecology.bashkortostan.ru/presscenter/lectures/314/> (дата обращения: 14.08.2019).