

УДК 613.3+614.77

DOI 10.34014/2227-1848-2020-1-84-95

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВЫБРОСОВ ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЕХИМИИ И НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ НА ОНКОЛОГИЧЕСКУЮ ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ КРУПНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ЦЕНТРА

З.Б. Бактыбаева¹, Р.А. Сулейманов¹, Т.К. Валеев¹, Е.Г. Степанов^{2,3},
Н.Х. Давлетнуров², Н.Р. Рахматуллин¹

¹ ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда
и экологии человека», г. Уфа, Россия;

² Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей
и благополучия человека по Республике Башкортостан, г. Уфа, Россия;

³ ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа, Россия

В Уфе предприятия нефтехимии и нефтепереработки формируют до 80 % выбросов от всех стационарных источников. Загрязнение воздушного бассейна токсичными веществами может представлять опасность для здоровья населения мегаполиса.

Цель исследования. Гигиеническая оценка влияния выбросов предприятий нефтехимии и нефтепереработки на онкологическую заболеваемость населения г. Уфы.

Материалы и методы. Проанализированы данные о содержании в атмосферном воздухе г. Уфы химических веществ, обладающих канцерогенным действием, а также показатели общей смертности населения, первичной онкологической заболеваемости, контингента больных злокачественными новообразованиями и смертности от онкологических заболеваний за 2007–2017 гг. Рассчитаны коэффициенты корреляции Пирсона и уровни канцерогенного риска.

Результаты. Содержание бензола, бензина, этилбензола и этилбензола в отдельные периоды времени превышало предельно допустимую концентрацию в 5 и более раз; формальдегида, бенз(а)пирена и углерода (сажи) – в 2 раза. Уровень впервые выявленной онкологической заболеваемости за 2007–2017 гг. повысился на 6,0 %, уровень контингента онкобольных – на 6,9 %. Смертность от онкологических заболеваний за последние 4 года достигла максимума за весь рассматриваемый период – 200,1 на 100 тыс. населения (средний показатель за 2007–2017 гг. – 165,6±15,6). Выявлена тесная корреляционная связь между контингентом больных злокачественными новообразованиями и выбросами углерода ($r=0,74$), этилбензола ($r=0,63$). Содержание трихлорметана тесно коррелирует с показателями первичной онкологической заболеваемости ($r=0,82$) и смертности от онкологии ($r=0,78$). Уровень суммарного канцерогенного риска, обусловленного загрязнением атмосферного воздуха, составляет $9,0 \times 10^{-4}$, что классифицируется как неприемлемый. Уровень популяционного аэрогенного канцерогенного риска составляет 1000 дополнительных (к фоновому) случаев злокачественных новообразований.

Выводы. При сохранении существующих уровней загрязнения атмосферного воздуха г. Уфы возможно дальнейшее обострение экологических проблем, связанных с канцерогенными рисками, и сокращение продолжительности жизни жителей мегаполиса.

Ключевые слова: загрязнение атмосферного воздуха, канцерогены, онкологическая заболеваемость и смертность, риски здоровью населения.

Введение. Последние десятилетия характеризуются нарастающим негативным влиянием факторов природной среды на здоровье населения, которое приводит к ухудшению медико-демографических показателей [1]. Проблема «окружающая среда – здоровье человека» стала одной из самых актуальных и в связи с увеличением показателей онкологической заболеваемости населения, проживаю-

щего в экологически неблагоприятных регионах [2–8]. На сегодняшний день в Российской Федерации смертность населения от злокачественных новообразований устойчиво ассоциирована с загрязнением атмосферного воздуха канцерогенами на территории 11 субъектов [9]. В 2017 г. в Российской Федерации выявлено 617,2 тыс. случаев злокачественных новообразований. Прирост данного показателя

по сравнению с 2016 г. составил 3 %. При этом около 40 % впервые выявленных злокачественных новообразований имеют III–IV стадию заболевания, что обуславливает достаточно высокий показатель одногодичной летальности (22,5 %). В стране онкологические заболевания занимают второе место среди причин смерти населения. Так, в 2017 г. от злокачественных новообразований умерло 290,7 тыс. больных, что составляет 15,9 % в общей структуре смертности [5, 10]. Ожидается, что рак станет основной причиной смерти и единственным наиболее важным препятствием для увеличения продолжительности жизни в каждой стране [11]. Уровень онкозаболеваемости, являясь одним из критериев оценки качества среды обитания, рекомендуется для использования при оценке санитарно-эпидемиологического неблагополучия населения техногенных территорий.

Проведенные исследования показывают, что неблагополучная экологическая обстановка часто складывается в регионах размещения объектов топливно-энергетического комплекса. При этом для населения особую опасность представляет загрязнение атмосферного воздуха токсичными, в т.ч. канцерогенными, веществами, содержащимися в выбросах нефтехимических и нефтеперерабатывающих предприятий [12–16]. В РФ функционируют около 40 крупных нефтеперерабатывающих заводов (НПЗ) с объемами переработки более 1 млн т в год и значительное количество малых НПЗ. Большинство отечественных НПЗ было введено в эксплуатацию в период с конца 1940-х до середины 1960-х гг. и не отвечает современным экологическим требованиям [17, 18]. В г. Уфе, столице Республики Башкортостан (РБ), объекты нефтехимии и нефтепереработки формируют до 80 % выбросов от всех стационарных источников [19]. Такие крупные предприятия, как ПАО «Уфаоргсинтез», «Башнефть-Уфанефтехим», «Башнефть-Новойл», «Башнефть-Уфимский нефтеперерабатывающий завод», а также сеть автозаправочных станций наряду с другими промышленными объектами обуславливают неблагоприятную экологическую обстановку в мегаполисе.

Эколого-гигиеническое обоснование безопасности среды обитания с учетом факторов

риска и состояния здоровья населения является важной социальной и медико-экологической проблемой.

Цель исследования. Гигиеническая оценка влияния выбросов предприятий нефтехимии и нефтепереработки на онкологическую заболеваемость населения г. Уфы.

Материалы и методы. Источниками информации являлись:

– данные мониторинга содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в 2007–2016 гг., предоставленные Управлением Роспотребнадзора по РБ, а также результаты собственных измерений;

– данные Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по РБ, органов статистики Министерства здравоохранения РБ за 2007–2017 гг. (показатели общей смертности населения, первичной онкологической заболеваемости населения, сведения о контингентах больных злокачественными новообразованиями, показатели смертности от онкологических заболеваний).

Исходя из данных мониторинга атмосферного воздуха г. Уфы для статистической обработки были выбраны валовые выбросы от стационарных источников (т/г.), а также показатели среднегодовых концентраций токсикантов (мг/м^3), обладающих канцерогенным действием: формальдегида, бенз(а)пирена, бензола, бензина, тетрахлорметана, трихлорметана, углерода (сажи), этилбензола и этилбензола. Фактические концентрации загрязняющих веществ сравнивали с предельно допустимыми концентрациями (ПДК) согласно ГН 2.1.6.3492-17 «Предельно-допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений» (постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 22.12.2017 № 165 с изменениями на 31.05.2018).

Статистическую обработку осуществляли с использованием программы Microsoft Excel версии 2010.

На первом этапе были построены графики двумерного рассеивания между медико-демографическими показателями и количеством выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Затем были рассчитаны коэффициенты корреляции Пирсона (r). При этом

влияние вышеперечисленных аэрополлютантов оценивали с учетом временного лага в 3 года и 5 лет. При коэффициенте корреляции $r < 0,30$ связь оценивали как слабую, $r = 0,30 \dots 0,69$ – среднюю, $r \geq 0,70$ – сильную. В качестве критического был принят уровень значимости (p) 0,05. При выявлении зависимости медико-демографических показателей от выбросов токсикантов проводили моделирование и прогнозирование показателей с использованием метода линейной парной регрессии. Качество уравнения регрессии оценивали по значению коэффициента детерминации (R^2). При $R^2 < 0,50$ модель оценивали как слабую, $R^2 = 0,50 \dots 0,79$ – модель приемлемого качества, $R^2 \geq 0,80$ – модель хорошего качества.

Расчеты и анализ уровней канцерогенного риска для здоровья населения проводили в соответствии с Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (Р 2.1.10.1920-04) [20].

Результаты и обсуждение. Анализ данных по выбросам загрязняющих веществ от стационарных источников г. Уфы показал, что максимальный валовый объем приходился на 2007 г. – 154,1 тыс. т. В 2010–2012 гг. наблюдалось снижение показателя до 132,2–134,4 тыс. т. Однако в дальнейшем общий объем выбросов увеличился и в 2016 г. достиг 153,0 тыс. т загрязняющих веществ. Наибольший вклад (до 60 %) в объемы валовых выбросов вносили такие предприятия, как «Башнефть-Навойл» и «Башнефть-Уфанефтехим». Доля выбросов от «Башнефть-Уфимский нефтеперерабатывающий завод» составляла 14–23 %, «Уфаоргсинтез» – 2–3 %. Рост объема выбросов за рассматриваемый период наблюдался по нефтеперерабатывающему заводу «Башнефть-Навойл» – с 43,66 тыс. до 49,77 тыс. т в год. В течение последних 3 лет произошло увеличение количества выбросов нефтехимического предприятия «Уфаоргсинтез» – с 3,83 тыс. до 4,76 тыс. т в год. На таких предприятиях, как «Башнефть-Уфимский нефтеперерабатывающий завод» и «Башнефть-Уфанефтехим», объемы валовых выбросов в течение 10 лет варьировали в пределах 21,13–32,42 тыс. и 38,99–43,69 тыс. т в год соответственно.

Данные многолетних исследований качества атмосферного воздуха позволили устано-

вить уровни среднегодовых концентраций аэрополлютантов. Среди токсикантов, обладающих канцерогенным действием, в наибольших количествах в воздушном бассейне г. Уфы регистрировались бензин (средняя многолетняя концентрация составила 1,90 мг/м³) и углерод (0,043 мг/м³). В отдельные годы наблюдалось увеличение доли формальдегида (до 0,08 мг/м³) и бензола (до 0,03 мг/м³). Превышения до 5 ПДК и выше регистрировались по бензину, бензолу, этилбензолу и этилбензолу; до 2 ПДК – по формальдегиду, бенз(а)пирену и углероду (саже). В 2016 г. удельный вес исследований атмосферного воздуха с превышением ПДК в целом по республике составил 0,42 %, по Уфе – 0,52 %. При этом в столице республики загрязнение этилбензолом выше гигиенических нормативов выявлено в 3,75 % всех проб, этилбензолом – в 2,06 %, формальдегидом – в 0,05 %.

Численность населения г. Уфы на 1 января 2017 г. составляла 1126 тыс. чел. (27,7 % от населения республики). Уровень впервые выявленной онкологической заболеваемости в Уфе за рассматриваемый период повысился на 6,0 % и в 2017 г. достиг 360,1 на 100 тыс. населения. Средний показатель за 2007–2017 гг. составил $341,0 \pm 15,0$, что существенно выше среднереспубликанского ($296,4 \pm 23,6$). Средний многолетний показатель контингента онкобольных по Уфе составил $2305,6 \pm 63,9$ на 100 тыс. населения, в то время как аналогичный показатель по РБ – $1801,2 \pm 1263,9$. С 2007 г. контингент онкобольных по г. Уфе повысился на 6,9 %.

Данные общей смертности (на 1000 населения) и смертности от онкологических заболеваний (на 100 тыс. населения) по Уфе и РБ за 2007–2017 гг. показаны на рис. 1 и 2. Средний показатель общей смертности населения мегаполиса за последние 11 лет составил $11,6 \pm 0,5$, что несколько ниже среднереспубликанского ($13,2 \pm 0,4$). Как видно, наблюдалось снижение данного показателя как по г. Уфе (на 13,6 %), так и по республике в целом (на 8,8 %). Прогностический полиномиальный тренд показал ожидаемое незначительное снижение уровня общей смертности населения Уфы в ближайшие три года (коэффициент аппроксимации 0,82).

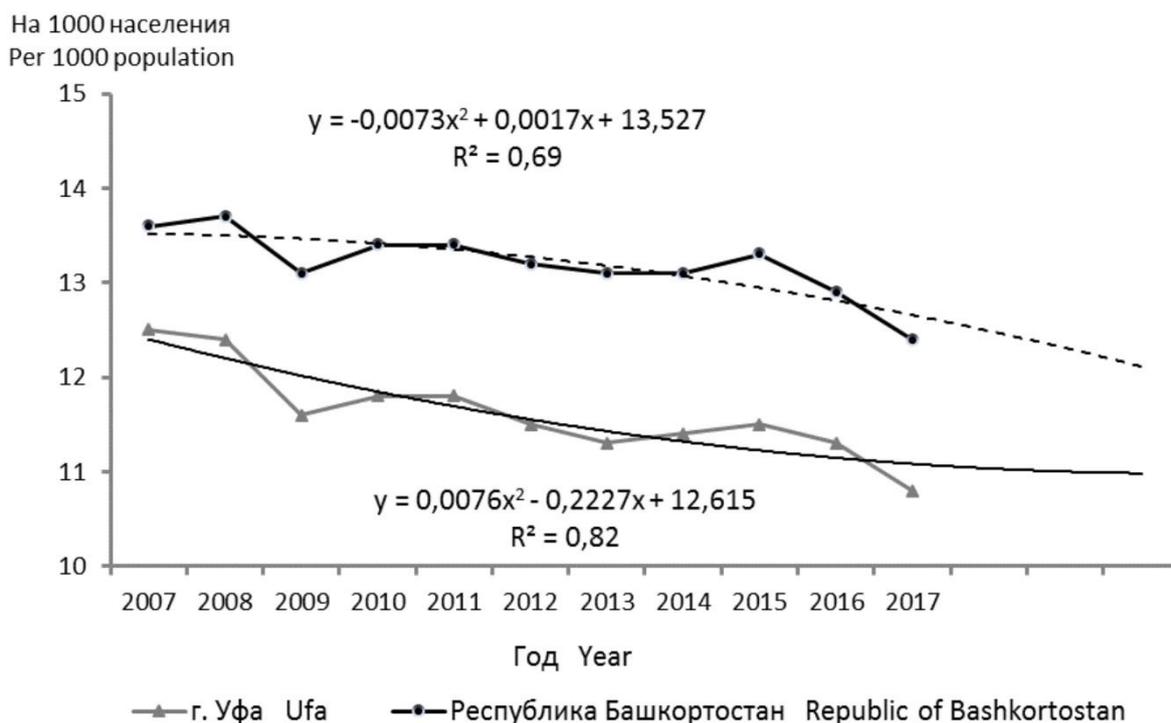


Рис. 1. Динамика общей смертности населения в период 2007–2017 гг. (на 1000 населения) и прогноз до 2020 г.

Fig. 1. Dynamics of total population mortality between 2007 and 2017 (per 1000 population) and forecast until 2020

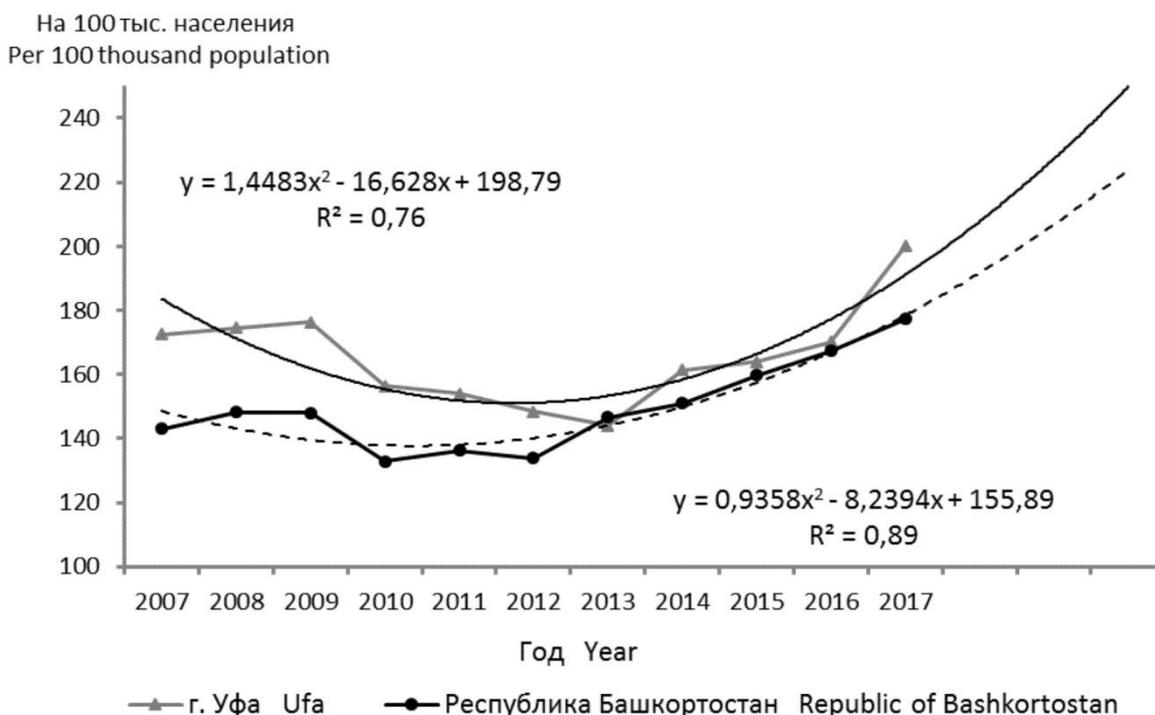


Рис. 2. Динамика смертности населения от онкологических заболеваний в период 2007–2017 гг. (на 100 тыс. населения) и прогноз до 2020 г.

Fig. 2. Dynamics of mortality from cancer between 2007 and 2017 (per 100 000 population) and forecast until 2020

Несмотря на то что в г. Уфе с 2010 по 2013 г. наблюдалось снижение уровня смертности от онкологических заболеваний с 176,3 до 144,1 на 100 тыс. населения, за последние 4 года показатель повысился и достиг максимума за весь рассматриваемый период – 200,1. Средний показатель за 2007–2017 гг. составил $165,6 \pm 15,6$. Среднемноголетний показатель смертности от онкологических заболеваний в целом по РБ был ниже, чем в Уфе, – $149,5 \pm 14,0$. Прогностический полиномиальный тренд показал ожидаемый рост смертности от злокачественных новообразований как по г. Уфе (коэффициент аппроксимации $R^2=0,76$), так и в целом по республике ($R^2=0,89$).

Для получения информации по негативному воздействию вредных химических веществ на здоровье населения и дальнейшего принятия управленческих решений необходимо выявление приоритетных аэрополлютантов. Корреляционный анализ показал зави-

симость некоторых медико-демографических показателей от содержания в атмосферном воздухе токсикантов, обладающих канцерогенным действием. Так, при временном лаге в 3 года тесная положительная связь выявлена между контингентом больных злокачественными новообразованиями и выбросами углерода (табл. 1), а также выбросами этилбензола. Количество выбросов формальдегида коррелирует с уровнем первичной онкологической заболеваемости и смертностью от онкологии. Остальные пары показателей не коррелируют между собой или же коррелируют весьма слабо. Построенные уравнения регрессии позволяют вычислить ожидаемый уровень медико-демографических показателей в зависимости от объема выбросов токсикантов. Коэффициент детерминации в данных моделях показывает, в какой степени уровень загрязняющего вещества может влиять на медико-демографический показатель.

Таблица 1

Table 1

Результаты корреляционно-регрессионного анализа с учетом временного лага в 3 года

Results of correlation and regression analysis based on a 3-year time lag

Уравнение регрессии Regression equation	Коэффициент парной корреляции r Pair correlation coefficient r	Коэффициент детерминации R ² Coefficient of determination R ²
Первичная онкологическая заболеваемость Primary cancer morbidity		
$y=4078,4 \times \text{формальдегид} + 305,58$ $y=4078,4 \times \text{formaldehyde} + 305,58$	0,30	0,09
Контингент больных злокачественными новообразованиями Cohort of patients with malignant neoplasms		
$y=7652,3 \times \text{углерод (сажа)} + 2027,8$ $y=7652,3 \times \text{carbon (soot)} + 2027,8$	0,74	0,55
$y=6990,4 \times \text{этилбензол} + 2255,2$ $y=6990,4 \times \text{ethylbenzene} + 2255,2$	0,63	0,39
Смертность от онкологических заболеваний Cancer mortality		
$y=3750,6 \times \text{формальдегид} + 125,69$ $y=3750,6 \times \text{formaldehyde} + 125,69$	0,53	0,28

Результаты корреляционно-регрессионного анализа с учетом временного лага в 5 лет показаны в табл. 2. Достаточно сильная корреляционная связь выявлена между содержа-

нием в атмосферном воздухе трихлорметана и показателями первичной онкологической заболеваемости, а также смертности от онкологии. В несколько меньшей степени данные ме-

дико-демографические показатели коррелируют с уровнем этилбензола. Средняя положительная связь выявлена между контингентом больных злокачественными новообразованиями и выбросами формальдегида, тетра-

лорметана, бензина и этилбензола. С точки зрения индекса детерминации приемлемыми являются две построенные модели, а остальные оцениваются как статистически незначимые.

Таблица 2

Table 2

Результаты корреляционно-регрессионного анализа с учетом временного лага в 5 лет

Results of correlation and regression analysis based on a 5-year time lag

Уравнение регрессии Regression equation	Коэффициент парной корреляции r Pair correlation coefficient r	Коэффициент детерминации R ² Coefficient of determination R ²
Первичная онкологическая заболеваемость Primary cancer morbidity		
y=15455×трихлорметан+194,40 y=15455×trichloromethane+194.40	0,82	0,67
y=1489,7×этилбензол+328,05 y=1489.7×ethylbenzene+328.05	0,47	0,23
Контингент больных злокачественными новообразованиями Cohort of patients with malignant neoplasms		
y=28070×формальдегид+2095,2 y=28070×formaldehyde+2095.2	0,49	0,24
y=31913×тетрахлорметан+1992,0 y=31913×carbon tetrachloride+1992.0	0,48	0,23
y=13,305×бензин+2285,5 y=13.305×gasoline+2285.5	0,36	0,13
y=7441,0×этилбензол+2280,0 y=7441.0×ethenylbenzene+2280.0	0,36	0,13
Смертность от онкологических заболеваний Cancer mortality		
y=8723,7×трихлорметан+72,98 y=8723.7×trichloromethane+72.98	0,78	0,61
y=672,34×этилбензол+150,26 y=672.34×ethylbenzene+150.26	0,36	0,13

Прогнозирование показателей с использованием регрессионного анализа желательно сочетать с расчетами оценки риска для здоровья населения. Согласно нашим расчетам (табл. 3) уровень суммарного канцерогенного риска, обусловленного загрязнением атмосферного воздуха, для населения г. Уфы составил $9,0 \times 10^{-4}$, что классифицируется как не-

приемлемый. Наиболее высокие значения индивидуального канцерогенного риска были получены по этилбензолу, углероду (саже), тетрахлорметану и формальдегиду. Уровень популяционного аэрогенного канцерогенного риска для населения города составил 1000 дополнительных (к фоновому) случаев злокачественных новообразований.

Таблица 3
Table 3

**Уровни канцерогенного риска здоровью населения г. Уфы,
обусловленного загрязнением атмосферного воздуха**
Levels of carcinogenic public health risks due to air pollution in Ufa

Наименование веществ, обладающих канцерогенным действием List of carcinogen	Уровень индивидуального канцерогенного риска (ICR) Individual carcinogenic risk (ICR) level
Формальдегид Formaldehyde	$1,10 \times 10^{-4}$
Бенз(а)пирен Benzo(a)pyrene	$2,00 \times 10^{-6}$
Бензол Benzene	$8,40 \times 10^{-5}$
Тетрахлорметан Tetrachloromethane	$1,80 \times 10^{-4}$
Трихлорметан Trichloromethane	$1,90 \times 10^{-5}$
Углерод (сажа) Carbon (Soot)	$2,40 \times 10^{-4}$
Этилбензол Ethylbenzene	$9,20 \times 10^{-6}$
Этенилбензол Ethenylbenzene	$2,60 \times 10^{-4}$
Суммарный индивидуальный канцерогенный риск Total individual carcinogenic risk	$9,0 \times 10^{-4}$
Популяционный канцерогенный риск (число дополнительных случаев) Population carcinogenic risk (number of additional cases)	1000*

Примечание. * – при численности населения в г. Уфе 1 105 667 чел.

Note. * – population of Ufa being 1 105 667.

Заключение. Таким образом, территория г. Уфы на протяжении десятилетий является очагом эколого-гигиенического неблагополучия, что негативно отражается на состоянии здоровья населения. Загрязнение атмосферного воздуха является одним из основных экологических факторов риска по онкозаболеваемости. При этом до 80 % выбросов от всех стационарных источников формируется на объектах нефтехимии и нефтепереработки. По ряду канцерогенов в атмосферном воздухе обнаруживается их присутствие выше ПДК в отдельные периоды времени. Корреляционный анализ показал зависимость некоторых медико-де-

мографических показателей от содержания в выбросах токсикантов, обладающих канцерогенным действием. При сохранении существующих уровней загрязнения атмосферного воздуха г. Уфы возможно дальнейшее обострение экологических проблем, связанных с канцерогенными рисками, и сокращение продолжительности жизни жителей столицы РБ. Выявленные приоритетные факторы внешнесредового канцерогенного риска целесообразно учитывать при планировании программ натуральных исследований качества среды обитания для задач социально-гигиенического мониторинга. По результатам исследования был разработан

комплекс санитарно-гигиенических мероприятий, направленный на осуществление эффективного контроля за состоянием объектов

окружающей среды, снижение канцерогенных рисков здоровью и улучшение медико-демографических показателей населения РБ.

Исследования проведены при финансовой поддержке гранта РГНФ № 17-16-02010-ОГН «Эколого-гигиеническое обоснование канцерогенных рисков здоровью населения Республики Башкортостан от загрязнения объектов окружающей среды».

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. World health statistics 2018: monitoring health for the SDGs, sustainable development goals. Geneva: World Health Organization; 2018. 96.
2. Гичев Ю.П. К вопросу классификации экологически обусловленных заболеваний человека для целей изучения влияния загрязнения окружающей среды на здоровье населения. Сибирский медицинский журнал. 1996; 6 (1): 36–41.
3. Веремчук Л.В., Кику П.Ф., Жерновой М.В., Юдин С.В. Экологическая зависимость распространения онкологических заболеваний в Приморском крае. Сибирский онкологический журнал. 2012; 1: 19–25.
4. Голивец Т.П., Коваленко Б.С. Анализ мировых и российских тенденций онкологической заболеваемости в XXI веке. Научный результат. Сер. Медицина и фармация. 2015; 1 (4): 79–86. DOI: 10.18413/2313-8955-2015-1-4-79-86.
5. Каприн А.Д., Старинский В.В., Петрова Г.В., ред. Злокачественные новообразования в России в 2017 году (заболеваемость и смертность). М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России; 2018. 250.
6. Чимитдоржиева Т.Н., Ляхова Н.П., Чимитдоржиева Г.Д. Заболеваемость населения Республики Бурятия злокачественными новообразованиями и анализ экологического состояния её территории. Российский онкологический журнал. 2018; 23 (1): 35–42.
7. Howe G.M. (eds.). Global geocancerology. Edinburg: Churchill Livingstone; 2006. 350.
8. Kulhanova I., Znaor A., Shield K.D., Arnold M., Vignat J., Charafeddine M., Fadhil I., Fouad H., Al-Omari A., Saeed Al-Zahrani A., El-Basmy A., Shamseddine A., Bray F.I., Soerjomataram I. Proportion of cancers attributable to major lifestyle and environmental risk factors in the Eastern Mediterranean region. International Journal of Cancer. 2019; 18 March. DOI: 10.1002/ijc.32284.
9. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2018 году: государственный доклад. Москва: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека; 2019. 254.
10. Каприн А.Д., Старинский В.В., Петрова Г.В., ред. Состояние онкологической помощи населению России в 2017 году. М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России; 2018. 236.
11. Bray F., Ferlay J., Soerjomataram I., Siegel R.L., Torre L.A., Jemal A. Global Cancer Statistics 2018: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. CA: A Cancer Journal for Clinicians. 2018; 68 (6): 394–424. DOI: 10.3322/caac.21492.
12. Ревич Б.А. К оценке влияния деятельности ТЭК на качество окружающей среды и здоровье населения. Проблемы прогнозирования. 2010; 4: 87–99.
13. Май И.В., Вековишина С.А., Клейн С.В., Балашиов С.Ю., Евдошенко В.С. Сравнительный анализ экологической безопасности производств крупного нефтеперерабатывающего предприятия по критериям риска для здоровья населения. Медицина труда и промышленная экология. 2011; 11: 11–16.
14. Бобылев С.Н., Григорьев Л.М., ред. Доклад о человеческом развитии в Российской Федерации за 2017 год. Экологические приоритеты для России. М.: Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации; 2017. 292.
15. Yang C.Y., Cheng B.H., Hsu T.Y., Tsai S.S., Hung C.F., Wu T.N. Female lung cancer mortality and sex ratios at birth near a petroleum refinery plant. Environmental Research. 2000; 83: 33–40. DOI: 10.1006/enrs.2000.4038.

16. Vega E., Sánchez-Reyna G., Mora-Perdomo V., Iglesias G.S., Arriaga J.L., Limón-Sánchez T., Escalona-Segura S., Gonzalez-Avalos E. Air quality assessment in a highly industrialized area of Mexico: Concentrations and sources of volatile organic compounds. *Fuel*. 2011; 90: 3509–3520. DOI: 10.1016/j.fuel.2011.03.050.
17. Эдер Л.В., Филимонова И.В., Немов В.Ю., Проворная И.В., Мишенин М.В., Комарова А.В., Ельцов И.Н., Эпов М.И., Буриштейн Л.М., Сенников Н.В., Ершов С.В., Моисеев С.А., Казаненков В.А., Малев-Ланецкий Д.В., Юркевич Н.В. Нефтегазовый комплекс России. Часть 1. Нефтяная промышленность: долгосрочные тенденции и современное состояние. Новосибирск: ИНГТ СО РАН; 2017. 71.
18. Фейгин В.И., Брагинский О.Б., Заболотский С.А., Кукушкин И.Г., Маевский А.В., Масленников Н.И., Рыков Ю.Г. Исследование состояния и перспектив направлений переработки нефти и газа, нефте- и газохимии в РФ. М.: Экон-информ; 2011. 806.
19. Доклад об экологической ситуации на территории Республики Башкортостан в 2016 г. Уфа: Министерство природопользования и экологии Республики Башкортостан; 2016. 187.
20. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду: Р 2.1.10.1920-04. М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России; 2004. 143.

Поступила в редакцию 17.10.2019; принята 12.11.2019.

Авторский коллектив

Бактыбаева Зульфия Булатовна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела медицинской экологии, ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека». 450106, Россия, г. Уфа, ул. С. Кувыкина, 94; e-mail: baktybaeva@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-1249-7328>.

Сулейманов Рафаил Анварович – доктор медицинских наук, заведующий отделом медицинской экологии, ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека». 450106, Россия, г. Уфа, ул. С. Кувыкина, 94; e-mail: rafs52@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-4134-5828>.

Валеев Тимур Камилевич – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела медицинской экологии, ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека». 450106, Россия, г. Уфа, ул. С. Кувыкина, 94; e-mail: valeevtk2011@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-7801-2675>.

Степанов Евгений Георгиевич – кандидат медицинских наук, доцент, руководитель, главный государственный санитарный врач по Республике Башкортостан, Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Башкортостан. 450054, Россия, Уфа, ул. Р. Зорге, 58; профессор кафедры охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов, ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет». 450062, Россия, Уфа, ул. Космонавтов, 1; e-mail: Stepanov_EG@02.rospotrebnadzor.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-1917-8998>.

Давлетнуров Наил Хамзинович – начальник отдела социально-гигиенического мониторинга и информационного обеспечения, Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Башкортостан. 450054, Россия, Уфа, ул. Р. Зорге, 58; e-mail: Davletnurov_NKh@02.rospotrebnadzor.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-9534-0240>.

Рахматуллин Наиль Равилович – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отдела медицинской экологии, ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека». 450106, Россия, г. Уфа, ул. С. Кувыкина, 94; e-mail: nailnii@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-3091-8029>.

Образец цитирования

Бактыбаева З.Б., Сулейманов Р.А., Валеев Т.К., Степанов Е.Г., Давлетнуров Н.Х., Рахматуллин Н.Р. Гигиеническая оценка влияния выбросов предприятий нефтехимии и нефтепереработки на онкологическую заболеваемость населения крупного промышленного центра. Ульяновский медико-биологический журнал. 2020; 1: 84–95. DOI: 10.34014/2227-1848-2020-1-84-95.

HYGIENIC IMPACT ASSESSMENT OF EMISSIONS OF PETROCHEMICAL PLANTS AND PETROLEUM REFINERIES ON CANCER MORBIDITY IN A LARGE INDUSTRIAL CENTER

Z.B. Baktybaeva¹, R.A. Suleymanov¹, T.K. Valeev¹,
E.G. Stepanov^{2,3}, N.Kh. Davletnurov², N.R. Rakhmatullin¹

¹ Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, Ufa, Russia;

² Department of Russian Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing in the Republic of Bashkortostan, Ufa, Russia;

³ Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russia

Introduction. Petrochemical and refinery enterprises generate up to 80 % of emissions from all stationary sources in Ufa. Air toxic pollution can threaten public health.

The purpose of the study is to conduct hygienic impact assessment of emissions from petrochemical and refinery enterprises on cancer morbidity in Ufa.

Materials and Methods. The authors examined the data on air carcinogen concentrations and indicators of general mortality, primary cancer morbidity, patient cohorts with malignant neoplasms and cancer mortality rate in Ufa between 2007 and 2017. They also calculated Pearson correlation coefficients and carcinogenic risks.

Results. At some instants, benzene, gasoline, ethylbenzene and ethenylbenzene concentrations exceeded the maximum permissible concentration 5 times or more; concentrations of formaldehyde, benzo(a)pyrene and carbon (soot) were 2 times higher than the norm. In 2007–2017, the rate of newly diagnosed cancer morbidity increased by 6.0 %, the number of cancer patients – by 6.9 %. Over the last 4 years, cancer mortality rate reached its maximum during the given period, namely 200.1 per 100 000 people (mean value between 2007 and 2017 was 165.6±15.6). The authors revealed a close correlation between the patient cohort with malignant neoplasms and carbon ($r=0.74$) or ethylbenzene ($r=0.63$) emissions. The trichloromethane concentration was closely correlated with indicators of primary cancer morbidity ($r=0.82$) and mortality ($r=0.78$). The rate of carcinogenic risks due to air pollution was 9.0×10^{-4} , i.e. unacceptably high. The rate of population aerogenic carcinogenic risks resulted in 1000 additional cases of malignant neoplasms.

Conclusion. If there are no changes in the existing levels of air pollution in Ufa, further environmental aggravation associated with carcinogenic risks and reduction in life expectancy among Ufa residents can be possible.

Keywords: air pollution, carcinogens, cancer morbidity and mortality, public health risks.

This work was supported by a grant from Russian Foundation for Humanities No. 17-16-02010-OGN “Ecological and hygienic proof of carcinogenic risks from environmental pollution to the public health in the Republic of Bashkortostan”.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

References

1. *World health statistics 2018: monitoring health for the SDGs, sustainable development goals.* Geneva: World Health Organization; 2018. 96.
2. Gichev Yu.P. K voprosu klassifikatsii ekologicheskoi obuslovlennykh zabolevaniy cheloveka dlya tseley izucheniya vliyaniya zagryazneniya okruzhayushchey sredy na zdorov'e naseleniya [Classification of environmentally caused human diseases aimed to studying the environmental pollution effects on public health]. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal.* 1996; 6 (1): 36–41 (in Russian).
3. Veremchuk L.V., Kiku P.F., Zhernovoy M.V., Yudin S.V. Ekologicheskaya zavisimost' rasprostraneniya onkologicheskikh zabolevaniy v Primorskom krae [Ecological dependence of cancer prevalence in Primorsky Krai]. *Sibirskiy onkologicheskii zhurnal.* 2012; 1: 19–25 (in Russian).
4. Golivets T.P., Kovalenko B.S. Analiz mirovykh i rossiyskikh tendentsiy onkologicheskoy zabolevayemosti v XXI veke [Analysis of global cancer morbidity in the 21st century]. *Nauchnyy rezul'tat. Ser. Meditsina i farmatsiya.* 2015; 1 (4): 79–86. DOI: 10.18413/2313-8955-2015-1-4-79-86 (in Russian).

5. Kaprin A.D., Starinskiy V.V., Petrova G.V., eds. *Zlokachestvennye novoobrazovaniya v Rossii v 2017 godu (zabolevaemost' i smernost')* [Malignant tumors in Russia in 2017 (morbidity and mortality)]. Moscow: MNIOI im. P.A. Gertsena – filial FGBU “NMITs radiologii” Minzdrava Rossii; 2018. 250 (in Russian).
6. Chimitdorzhieva T.N., Lyakhova N.P., Chimitdorzhieva G.D. Zabolevaemost' naseleniya Respubliki Buryatii zlokachestvennymi novoobrazovaniyami i analiz ekologicheskogo sostoyaniya ee territorii [Malignant tumor morbidity and ecological situation in the Republic of Buryatia]. *Rossiyskiy onkologicheskiy zhurnal*. 2018; 23 (1): 35–42 (in Russian).
7. Howe G.M. (eds.). *Global geocancerology*. Edinburg: Churchill Livingstone; 2006. 350.
8. Kulhanova I., Znaor A., Shield K.D., Arnold M., Vignat J., Charafeddine M., Fadhil I., Fouad H., Al-Omari A., Saeed Al-Zahrani A., El-Basmy A., Shamseddine A., Bray F.I., Soerjomataram I. Proportion of cancers attributable to major lifestyle and environmental risk factors in the Eastern Mediterranean region. *International Journal of Cancer*. 2019; 18 March. DOI: 10.1002/ijc.32284.
9. *O sostoyanii sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya naseleniya v Rossiyskoy Federatsii v 2018 godu: gosudarstvennyy doklad* [Public health in the Russian Federation in 2018]. Moscow: Federal'naya sluzhba po nadzoru v sfere zashchity prav potrebiteley i blagopoluchiya cheloveka; 2019. 254 (in Russian).
10. Kaprin A.D., Starinskiy V.V., Petrova G.V., eds. *Sostoyanie onkologicheskoy pomoshchi naseleniyu Rossii v 2017 godu* [Cancer care in Russia in 2017]. Moscow: MNIOI im. P.A. Gertsena – filial FGBU «NMITs radiologii» Minzdrava Rossii; 2018. 236 (in Russian).
11. Bray F., Ferlay J., Soerjomataram I., Siegel R.L., Torre L.A., Jemal A. Global Cancer Statistics 2018: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*. 2018; 68 (6): 394–424. DOI: 10.3322/caac.21492.
12. Revich B.A. K otsenke vliyaniya deyatel'nosti TEK na kachestvo okruzhayushchey sredy i zdorov'e naseleniya [Assessment of the effect produced by fuel and energy complex on the environment and health]. *Problemy prognozirovaniya*. 2010; 4: 87–99 (in Russian).
13. May I.V., Vekovshina S.A., Kleyn S.V., Balashov S.Yu., Evdoshenko V.S. Sravnitel'nyy analiz ekologicheskoy bezopasnosti proizvodstv krupnogo neftepererabatyvayushchego predpriyatiya po kriteriyam riska dlya zdorov'ya naseleniya [Comparative analysis of ecological safety at an oil refinery due to public health risk criterion]. *Medsitsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2011; 11: 11–16 (in Russian).
14. Bobylev S.N., Grigor'ev L.M., eds. *Doklad o chelovecheskom razvitii v Rossiyskoy Federatsii za 2017 god. Ekologicheskie priority dlya Rossii*. [Report on human development in the Russian Federation in 2017. Ecological priorities in Russia]. Moscow: Analiticheskiy tsentr pri Pravitel'stve Rossiyskoy Federatsii; 2017. 292 (in Russian).
15. Yang C.Y., Cheng B.H., Hsu T.Y., Tsai S.S., Hung C.F., Wu T.N. Female lung cancer mortality and sex ratios at birth near a petroleum refinery plant. *Environmental Research*. 2000; 83: 33–40. DOI: 10.1006/enrs.2000.4038.
16. Vega E., Sánchez-Reyna G., Mora-Perdomo V., Iglesias G.S., Arriaga J.L., Limón-Sánchez T., Escalona-Segura S., Gonzalez-Avalos E. Air quality assessment in a highly industrialized area of Mexico: Concentrations and sources of volatile organic compounds. *Fuel*. 2011; 90: 3509–3520. DOI: 10.1016/j.fuel.2011.03.050.
17. Eder L.V., Filimonova I.V., Nемов V.Yu., Provornaya I.V., Mishenin M.V., Komarova A.V., El'tsov I.N., Epov M.I., Burshteyn L.M., Sennikov N.V., Ershov S.V., Moiseev S.A., Kazanekov V.A., Malev-Lanetskiy D.V., Yurkevich N.V. Neftegazovyy kompleks Rossii. Chast' 1. *Neftyanaya promyshlennost': dolgosrochnye tendentsii i sovremennoe sostoyanie* [Oil and gas complex in Russia. Part 1. Oil industry: Long-term trends and actual status]. Novosibirsk: INGG SO RAN; 2017. 71 (in Russian).
18. Feygin V.I., Braginskiy O.B., Zabolotskiy S.A., Kukushkin I.G., Maevskiy A.V., Maslennikov N.I., Rykov Yu.G. *Issledovanie sostoyaniya i perspektiv napravleniy pererabotki nefti i gaza, nefte- i gazokhimii v RF* [Study of actual oil and gas processing, petrochemistry and chemical utilization of natural gas in Russia and future prospects]. Moscow: Ekon-inform; 2011. 806 (in Russian).
19. *Doklad ob ekologicheskoy situatsii na territorii Respubliki Bashkortostan v 2016 g.* [Report on ecological situation in the Republic of Bashkortostan in 2016]. Ufa: Ministerstvo prirodopol'zovaniya i ekologii Respubliki Bashkortostan; 2016. 187 (in Russian).

20. *Rukovodstvo po otsenke riska dlya zdorov'ya naseleniya pri vozdeystvii khimicheskikh veshchestv, zagryaznyayushchikh okruzhayushchuyu sredu: R 2.1.10.1920-04* [Manual on assessing public health risks under chemical agents, polluting the environment: R 2.1.10.1920-04]. Moscow: Federal'nyy tsentr Gos-sanepidnadzora Minzdrava Rossii; 2004. 143 (in Russian).

Received 17 October 2019; accepted 12 November 2019.

Information about the authors

Baktybaeva Zulfiya Bulatovna, Candidate of Sciences (Biology), Senior Researcher, Department of Medical Ecology, Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology. 450106, Russia, Ufa, S. Kuvykin Street, 94; e-mail: baktybaeva@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-1249-7328>.

Suleymanov Rafail Anvarovich, Doctor of Sciences (Medicine), Head of the Department of Medical Ecology, Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology. 450106, Russia, Ufa, S. Kuvykin Street, 94; e-mail: rafs52@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-4134-5828>.

Valeev Timur Kamilevich, Candidate of Sciences (Biology), Senior Researcher, Department of Medical Ecology, Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology. 450106, Russia, Ufa, S. Kuvykin Street, 94; e-mail: valeevtk2011@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-7801-2675>.

Stepanov Evgeniy Georgievich, Candidate of Sciences (Medicine), Associate Professor, Head of the Department of Russian Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing in the Republic of Bashkortostan, Chief State Sanitary Doctor in the Republic of Bashkortostan. 450054, Russia, Ufa, R. Sorge Street, 58; Professor, Chair of Environmental Protection and Rational Use of Natural Resources, Ufa State Petroleum Technological University. 450062, Russia, Ufa, Cosmonauts Street, 1; e-mail: Stepanov_EG@02.rospotrebnadzor.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-1917-8998>.

Davletnurov Nail Khamzinovich, Head of the Department of Social and Hygienic Monitoring and Information Support, Department of Russian Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing in the Republic of Bashkortostan. 450054, Russia, Ufa, R. Sorge Street, 58; e-mail: Davletnurov_NKh@02.rospotrebnadzor.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-9534-0240>.

Rakhmatullin Nail Ravilovich, Candidate of Sciences (Medicine), Senior Researcher, Department of Medical Ecology, Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology. 450106, Russia, Ufa, S. Kuvykin Street, 94; e-mail: nailnii@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-3091-8029>.

For citation

Baktybaeva Z.B., Suleymanov R.A., Valeev T.K., Stepanov E.G., Davletnurov N.Kh., Rakhmatullin N.R. Gigienicheskaya otsenka vliyaniya vybrosov predpriyatij neftekhimii i neftepererabotki na onkologicheskuyu zaboлеваemost' naseleniya krupnogo promyshlennogo tsentra [Hygienic impact assessment of emissions of petrochemical plants and petroleum refineries on cancer morbidity in a large industrial center. *Ulyanovsk Medico-Biological Journal*. 2020; 1: 84–95. DOI: 10.34014/2227-1848-2020-1-84-95 (in Russian).