

ДМИТРИЙ СЕРГЕЕВИЧ РЫБАКОВ

кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник, Институт геологии Карельского научного центра РАН (Петрозаводск, Российская Федерация)
rybakovd@krc.karelia.ru

ВЫБРОСЫ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ КАК РЕГИОНАЛЬНЫЙ ФАКТОР ИЗМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СМЕРТНОСТИ

Выявлена сильная линейная статистическая связь между уменьшающимися выбросами загрязняющих веществ от объектов вида экономической деятельности «производство целлюлозы, древесной массы, бумаги, картона и изделий из них», вносящими наибольший вклад в сокращение региональных выбросов, и смертностью от болезней системы кровообращения. Статистическая связь этого показателя с количеством выбросов загрязняющих веществ от остальных обрабатывающих производств (кроме производства алюминия) лучше всего описывается уравнением степенной зависимости. Скачкообразный рост смертности от новообразований в 2008 году может быть следствием резкого увеличения выбросов от автотранспорта в 2006 году (наличие двухлетнего лага). Кроме того, ухудшение демографических показателей по причине распространенности новообразований статистически достоверно связано с ростом выбросов загрязняющих веществ от существующих объектов добычи и переработки железных руд. Минимальная оценка числа случаев смерти из-за загрязнения воздуха составила за 2002–2012 годы 10,5 % от общего количества умерших в Республике Карелия за этот период, в 2012 году – 5,1 %. Гипотетический потенциал сокращения смертности в регионе в случае прекращения загрязнения воздуха составляет 32,9 % от общего числа умерших в 2012 году.

Ключевые слова: выбросы загрязняющих веществ, виды экономической деятельности, коэффициенты смертности, основные причины смерти

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы вопросы, связанные с резкими изменениями демографических показателей, находятся под пристальным вниманием медиков, специалистов в области геоэкологии и общественности. По данным ВОЗ, экологические факторы ответственны за 23 % случаев смерти в мире [2], что объясняет интерес к этой тематике со стороны ученых, занимающихся проблемами экологических рисков. Исследования, проведенные для групп регионов Северо-Запада России, в частности, показали [3], что улучшение качества и доступности медицинского обслуживания увеличивает уровень заболеваемости в силу лучшей диагностики различных патологий, однако значительно снижает уровень смертности. Вместе с тем полноценные математические модели, которые бы увязывали ежегодно меняющиеся значения экологических и демографических показателей, для конкретного региона созданы не были. В Республике Карелия к настоящему времени накоплены статистические данные как по суммарным выбросам загрязняющих веществ от различных источников, включая промышленность и автотранспорт, так и уровню смертности, в том числе с разбивкой по классам причин смерти.

В настоящей работе впервые сопоставляются многолетние изменения показателей техногенных выбросов загрязняющих веществ и смертности населения изучаемого региона, прослеживаются корреляционные связи между ними,

выявляются виды экономической деятельности (ВЭД), создающие за счет загрязнения воздуха дополнительный риск умереть от основных причин смерти, осуществляется грубый расчет (оценка) числа дополнительных случаев смерти, связанных с выбросами.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для построения математических (статистических) моделей и выявления корреляционных связей использовались данные по выбросам загрязняющих веществ от стационарных и передвижных (автотранспорт) источников и данные медицинской статистики, опубликованные за период 1994–2012 годов в государственных докладах о состоянии окружающей среды в Республике Карелия. Корректировка значений коэффициентов смертности осуществлялась на основании информации, имеющейся на сайте Карелиястата (http://krl.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/krl/ru/statistics/population/).

Так называемые лонгитудинальные исследования, к которым можно отнести используемые нами методические приемы, применяются главным образом при регистрации изменений состояния здоровья населения, подвергающегося вредному воздействию загрязнения окружающей среды [1] и др. Поскольку упорядоченных сведений о концентрациях вредных веществ в атмосферном воздухе и показателях смертности населения в конкретных населенных пунк-

ктах за длительный период времени в открытом доступе найти не удалось, осуществлена попытка анализа данных в целом по изучаемому региону. Вместо регулярно измеряемых концентраций вредных веществ в воздухе использовались ежегодные данные о суммарном количестве их выбросов, в том числе по отдельным ВЭД.

Эффективность использования сведений о суммарных выбросах определяется узкопрофильным характером региональной экономики, в которой доминируют предприятия нескольких ВЭД. В том числе среди них представлены: «добыча полезных ископаемых» (ОАО «Карельский окатыш», относимое до 2005 года к отрасли народного хозяйства «черная металлургия»), «производство целлюлозы, древесной массы, бумаги, картона и изделий из них» (ОАО «Кондопога», ОАО «Сеgezский ЦБК», ОАО «Целлюлозный завод «Питкяранта»»), «металлургическое производство» (производство алюминия в ОАО Филиал «НАЗ-СУАЛ») и в наибольшей мере расщепленное «производство и распределение электроэнергии, газа, пара и горячей воды» (Петрозаводская ТЭЦ, Филиал «Карельский ОАО «ТГК-1»», ОАО «Петрозаводские коммунальные системы», ООО «Лоухские коммунальные системы», ООО «Прометей», МУП «Теплоэнергия» и др.). Такая структура экономики сформировалась в течение всего периода наблюдений за счет закрытия многих предприятий, организаций и воинских частей, которые могли вносить определенный местный «шум» в характер устанавливаемых взаимосвязей. Так, в 1994 году в регионе по своим выбросам отчитались 470 предприятий, в 1997 – 430, в 2002 – 402, а в 2008 – только 367. В 2012 году на территории республики насчитывалось 225 объектов, имеющих выбросы загрязняющих веществ в атмосферу.

Для проверки нормальности распределения значений в статистических выборках, расчета парных коэффициентов корреляции, построения графиков использовался пакет «Анализ данных» программы Microsoft Excel.

Оценка минимального числа умерших из-за загрязнения воздуха за период 2002–2012 годов проводилась с учетом адекватности построенных статистических моделей, использованием текущих и минимальных показателей смертности, в том числе в соответствующих классах причин смерти, показателей численности и общей смертности населения.

Гипотетический потенциал сокращения смертности рассчитывался, исходя из теоретической возможности прекращения воздействия загрязненного воздуха на здоровье населения, предположения о сохранении при этом адекватности построенных моделей, среднегодовой численности населения Карелии, общего числа умерших в 2012 году, значений показателей смертности, зафиксированных в этом же году и полученных уравнений линейной регрессии.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Количество выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от всех стационарных источников в Карелии снизилось с 200,9 тыс. т в 1994 году до минимального значения 96,0 тыс. т в 2011 году, а в 2012 году вновь несколько выросло до 106,6 тыс. т (рис. 1). Это уменьшение – следствие прекращения работы многих небольших предприятий и котельных, падения производства на крупных промышленных объектах, замены на них угля и мазута на природный газ и древесное топливо, а также повышения эффективности и ввода новых газоочистных сооружений. Количество выбросов от автотранспорта с 1994 года колебалось в интервале от 39,1 до 87,7 тыс. т и в 2011 году составило 72,1 тыс. т (см. рис. 1).

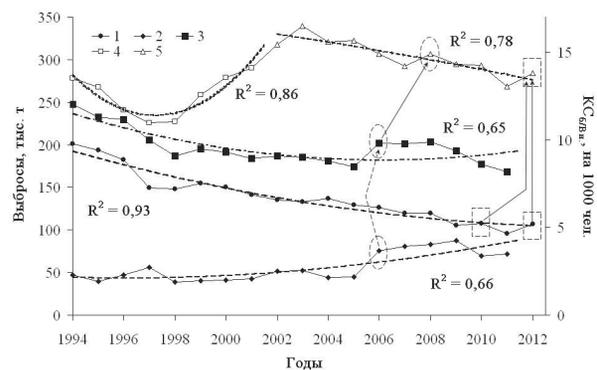


Рис. 1. Выбросы загрязняющих веществ и смертность населения в 1994–2012 годах: выбросы: 1 – от стационарных источников, 2 – от автотранспорта, 3 – общие от стационарных источников и автотранспорта; общие коэффициенты смертности без учета случаев смерти от внешних причин (КС₆₅₊₇₄): 4 – 1994–2001 годы, 5 – 2002–2012 годы; тренды – полиномиальные второй степени; R² – коэффициенты детерминации

В ходе изменения значений общего коэффициента смертности, не учитывающего количества случаев смерти от внешних причин (случайных отравлений, несчастных случаев, убийств и самоубийств), на рис. 1 можно выделить два периода. Так, в 1994–2003 годах наблюдается как снижение, так и рост данного показателя. В целом за этот период смертность населения (без учета внешних факторов) колебалась в пределах от 11,0 до 16,5 случая на каждую 1000 человек. С 2004 по 2011–2012 годы в целом фиксируется тенденция снижения данного показателя (с 16,5 до 13,1 и 13,8 соответственно) с относительно небольшими всплесками в 2008 и 2012 годах.

Основными причинами смерти являются (1994–2012 годы): болезни системы кровообращения (53,2–56,1 % случаев), внешние причины (20,2–10,2 %) и онкологические заболевания (10,5–15,6 %). При этом в 2008 году злокачественные новообразования как причина смерти устойчиво вышли на второе место, сместив внешние причины на третье (в 2012 году их доли составили 15,6 и 10,2 % соответственно).

Статистическая связь между количеством выбросов и числом случаев смерти от болезней системы кровообращения, а также всех причин за исключением внешних в период с 1994 по 2001 год отсутствует (рис. 2). Этот факт может объясняться: более значительным количеством источников выбросов в этот промежуток времени, не приносящих заметного ущерба здоровью, в определенной мере сокращением численности регистрируемого населения, зафиксированным переписью 2002 года (разница между данными текущей статистики и данными переписи составила 36,9 тыс. человек, или 4,9 %), а также, возможно, другими факторами. Наиболее сильная статистическая связь отмечается (см. рис. 2) в период с 2002 по 2012 год между количеством выбросов и смертностью от болезней системы кровообращения, несколько менее сильная – между количеством выбросов и общей смертностью за исключением случаев смерти от внешних причин.

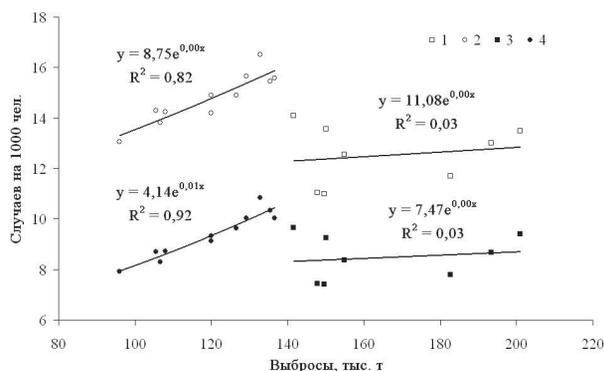


Рис. 2. Выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников и смертность населения: 1 – без учета случаев смерти от внешних причин в 1994–2001 годах, 2 – то же в 2002–2012 годах, 3 – от болезней системы кровообращения в 1994–2001 годах, 4 – то же в 2002–2012 годах

Основной объем выбросов загрязняющих веществ в экономике региона приходится на объекты добычи и переработки железных руд ОАО «Карельский окатыш» и обрабатывающие производства (в сумме за 2002–2012 годы – 78,2–87,4 %). При этом, если выбросы от обрабатывающих предприятий постепенно снижались с 65,6–65,9 тыс. т в 2002–2003 годах до 30,1 тыс. т в 2012 году, то ОАО «Карельский окатыш» за это же время их увеличил с 42,0 до 60,5 тыс. т.

В структуре выбросов от обрабатывающих предприятий ведущее место принадлежит ВЭД, основу которого все больше (83,7–88,9 % в 2002–2004 годах и 92,0–95,3 % в 2005–2012 годах) составляет ЦБП, сосредоточенная в трех районах – Сегежском, Кондопожском и Питкярантском. Включая деревообработку (16,4–4,7 % выбросов) этот ВЭД ответственен за 50,7–53,2 тыс. т (2002–2004 годы) и до 20,3 тыс. т (2012 год) выброшенных в атмосферу загрязняющих веществ. Такие значительные сокращения и, как следствие, улучшение экологической обстановки в жилых

кварталах Сегежи и Кондопоги, находящихся непосредственно вблизи крупнейших ЦБК, позволили зафиксировать тесную прямую корреляционную связь между выбросами предприятий данного ВЭД и коэффициентом смертности от болезней системы кровообращения ($r = 0,96$ при $r_{p=0,95; f=9} = 0,60$). В связи с этим статистическая связь между указанными параметрами надежно описывается линейным трендом (рис. 3).

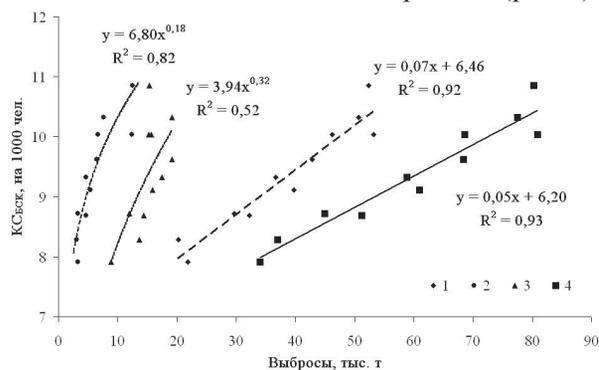


Рис. 3. Выбросы загрязняющих веществ от трех ВЭД и смертность населения от болезней системы кровообращения ($КС_{БСК}$) в 2002–2012 годах: 1 – ЦБП и деревообработка, 2 – прочие обрабатывающие производства (кроме производства алюминия), 3 – электроэнергетика и жилищно-коммунальный комплекс, 4 – всего по трем ВЭД

Вклад в снижение смертности по данному классу причин может также вносить сокращение выбросов от предприятий остальных обрабатывающих производств (кроме алюминиевого завода ОАО Филиал «НАЗ-СУАЛ») – $r = 0,85$, а также объектов ВЭД «производство и распределение электроэнергии, газа, пара и горячей воды» – $r = 0,68$ (в обоих случаях критическое значение $r_{p=0,95; f=9} = 0,60$). Вместе с тем статистическая связь в этих случаях лучше описывается степенными моделями, хотя уровни их адекватности различаются (рис. 3).

Изменение количества загрязняющих веществ, поступивших в атмосферу от объектов ОАО «Карельский окатыш» и ОАО Филиал «НАЗ-СУАЛ», не сказалось на улучшении общего по республике показателя смертности населения от болезней системы кровообращения (соответственно $r = -0,77$ и $-0,35$). Увеличившиеся за это время выбросы от автотранспорта также не повлияли на данный показатель ($r = -0,69$).

Общее снижение выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников (см. рис. 1) не приводит к адекватному сокращению смертности от новообразований. Наоборот, происходит рост числа умерших по этому классу причин (см. таблицу).

На рис. 1 представлен график изменения количества отходящих газов от автотранспорта. Между данным показателем и значением коэффициента смертности от новообразований существует прямая корреляционная связь ($r = 0,61$ при критическом $r_{p=0,95; f=16} = 0,47$).

Оценка вероятного минимального числа умерших по причинам заболеваний, вызванных загрязнением воздуха, за период 2002–2012 годов и потенциала сокращения смертности на 2012 год

Годы	ОКС, на 1000 чел.	КС, на 1000 чел.				БСК ₁ – БСК _{min}		Нов ₁ – Нов _{min}		б/Вн ₁ – б/Вн _{min}		Среднего- довая чи- сленность населения, тыс. чел.	Всего умер- ших, чел.	Умерших из-за загрязнения (оценка мини- мума)	
		БСК	Нов.	Вн.	б/Вн.	на 1000 чел.	%	на 1000 чел.	%	на 1000 чел.	%			чел.	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2002	18,70	10,33	2,16	3,26	15,45	2,41	23,3	0,17	7,9	2,58	16,7	718,350	13435	1853	13,8
2003	19,86	10,85	2,09	3,36	16,50	2,93	27,0	0,10	4,8	3,44	20,8	711,948	14141	2449	17,3
2004	18,55	10,04	1,99	2,97	15,58	2,12	21,1	0,00	0,0	2,52	16,2	699,148	13092	1762	13,5
2005	18,53	10,04	2,06	2,87	15,66	2,12	21,1	0,07	3,4	2,60	16,6	682,800	12649	1775	14,0
2006	17,50	9,63	2,08	2,59	14,91	1,71	17,8	0,09	4,3	1,85	12,4	670,500	11716	1240	10,6
2007	16,62	9,12	2,06	2,43	14,19	1,20	13,2	0,07	3,4	1,27	8,9	662,200	11007	841	7,6
2008	16,96	9,32	2,36	2,07	14,89	1,40	15,0	0,37	15,7	1,83	12,3	656,583	11134	1202	10,8
2009	16,28	8,69	2,33	1,98	14,30	0,77	8,9	0,34	14,6	1,24	8,7	651,233	10599	808	7,6
2010	16,19	8,72	2,32	1,94	14,25	0,80	9,2	0,33	14,2	1,19	8,4	645,641	10451	768	7,4
2011	14,78	7,92	2,25	1,72	13,06	0,00	0,0	0,26	11,6	0,26	2,0	641,132	9474	167	1,8
2012	15,36	8,28	2,41	1,55	13,81	0,36	4,3	0,42	17,4	0,78	5,6	638,307	9804	498	5,1
												Всего	127502	13363	10,5

Расчет потенциала сокращения смертности из-за загрязнения атмосферного воздуха на конец 2012 года

2012	15,36	8,28	2,41	1,55	13,81	4,14	50,0			5,06	36,6	638,307	9804	3230	32,9
------	-------	------	------	------	-------	------	------	--	--	------	------	---------	------	------	-------------

Примечания. ОКС – общий коэффициент смертности; КС – коэффициент смертности по классам причин: БСК – болезни системы кровообращения, Нов. – новообразования, Вн. – внешние причины, б/Вн. – без учета внешних причин (ОКС – Вн.); цифры курсивом – сумма (БСК₁ – БСК_{min}) и (Нов₁ – Нов_{min}) при ее превышении рассчитанного значения (б/Вн₁ – б/Вн_{min}); среднегодовая численность населения – средняя арифметическая из численностей на начало и конец соответствующего года (по данным государственной статистики); столбец 15 = столбец 13 x столбец 11, столбец 16 = столбец 15 x 100/столбец 14; при расчете потенциала сокращения смертности использованы уравнения экспоненциальных моделей (см. рис. 2), где 8,75 и 4,14 – коэффициенты, совпадающие с прогнозными значениями б/Вн_{min} и БСК_{min} соответственно при гипотетическом отсутствии выбросов (x = 0).

Отмечается заметный пик в общей динамике снижения коэффициента смертности, не учитывающего число случаев смерти от внешних причин, приходившийся на 2008 год, – 14,9 на 1000 чел. населения (рост на 4,9 % по сравнению с 2007 годом) (см. рис. 1). Это увеличение связано с резким ростом смертности от новообразований в указанном году – на 14,6 % по сравнению с 2007 годом (см. таблицу). Зафиксировано наличие двухлетнего лага между пиками выбросов в 2006 году и скачком смертности населения в 2008 году (см. рис. 1). Учет данного лага усиливает корреляционную связь между выбросами автотранспорта и значением коэффициента смертности от новообразований ($r = 0,73$ при критическом $r_{p=0,95; f=15} = 0,48$). Увеличение показателей смертности в 2012 году (см. рис. 1, таблицу) с загрязнением от автотранспорта не связывается.

Вклад в увеличение числа случаев смерти от новообразований могут также вносить выбросы, образующиеся в результате добычи и переработки железных руд на ОАО «Карельский окатыш»: $r = 0,60$ при критическом $r_{p=0,95; f=14} = 0,50$; с учетом лага в два года $r = 0,78$ при $r_{p=0,95; f=12} = 0,53$. Если принять во внимание наличие гипотетического двухлетнего лага, то критический рост смертности от новообразований в 2012 году (2,41 случая на 1000 чел. населения) может быть

обусловлен самым большим за 1997–2011 годы количеством загрязняющих веществ, выброшенных ОАО «Карельский окатыш» в 2010 году (53,9 тыс. т). В 2012 году производственными объектами ОАО «Карельский окатыш» выброшено еще больше загрязнителей – 60,5 тыс. т.

В разрезе восемнадцати муниципальных образований, по данным Центра гигиены и эпидемиологии в Республике Карелия, в 2006–2008 годах на первом месте по распространенности новообразований среди населения находился г. Петрозаводск, в котором вклад автотранспорта в загрязнение атмосферного воздуха достиг 90 %, на втором – г. Костомукша, в районе которого сосредоточены объекты добычи и переработки железных руд. Влияние алюминиевого производства, расположенного в небольшом поселке городского типа Надвоицы (1,28 % от общей численности населения республики), на рост среднего по региону значения коэффициента смертности от новообразований не ощущается ($r = -0,54$).

Учитывая тесные статистические связи между соответствующими параметрами, в приведенной выше таблице предпринята попытка оценки минимального числа дополнительных случаев смерти от заболеваний, вызванных загрязнением воздуха в результате вредных выбросов в 2002–

2012 годах. Из таблицы видно, что в результате загрязнения воздуха минимальное число умерших в разные годы от болезней системы кровообращения может достигать 27 % от числа всех умерших по этой причине (2003 год), от новообразований – 17,4 % (2012 год), от всех причин за исключением внешних – 20,8 % (2003 год). Минимальное число дополнительных случаев смерти в результате загрязнения воздуха в Республике Карелия может варьировать от 17,3 % от общего количества всех случаев смерти (2003 год) до 1,8 % (2011 год). То есть оценки значения минимума смертности из-за загрязнения атмосферного воздуха не выходят за рамки оценок ВОЗ по смертности от воздействия всех экологических факторов.

В случае теоретически возможного прекращения выбросов от стационарных источников при сохранении адекватности полученных моделей (см. рис. 2) потенциал сокращения смертности в регионе может составить 32,9 % от общего числа умерших в 2012 году (см. таблицу).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методы математической статистики позволяют установить связь между количеством выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ от стационарных и подвижных (автотранспорт) источников и параметрами смертности населения Карелии. Так, снижение смертности от болезней системы кровообращения статистически тесно связано с сокращением выбросов от обрабатывающих производств (кроме производства алюми-

ния ОАО Филиал «НАЗ-СУАЛ»), прежде всего от объектов ЦБП ($R^2 > 0,80-0,90$), а также, менее заметно, в том числе из-за широкого распределения по территории региона, от объектов энергетики и жилищно-коммунального комплекса.

Резкий рост выбросов от автотранспорта в 2006–2007 годах, по-видимому, определил скачкообразный переход в 2008–2012 годах на более высокий уровень смертности от новообразований. Проведение дальнейших мероприятий по оценке экологических рисков при таких переходах количества в качество требует учитывать наличие лага между моментом воздействия и появлением эффекта, в данном случае отсутствием в определенный срок выживаемости больных злокачественными новообразованиями.

Созданные статистические модели для подтверждения их достоверности в дальнейшем необходимо дополнять вновь поступающими данными. При отклонении новых данных от указанных моделей следует оценивать воздействие ранее отсутствовавших или слабо проявлявшихся факторов.

Оценки минимальных уровней смертности от заболеваний, связанных с загрязнением воздуха в Карелии, находятся в рамках мировых оценок ВОЗ по смертности от воздействия всех экологических факторов. Гипотетический потенциал сокращения смертности населения республики за счет уменьшения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на конец 2012 года составлял 32,9 % от общего числа умерших в этом году.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гичев Ю. П. Загрязнение окружающей среды и здоровье человека. (Печальный опыт России). Новосибирск: СО РАМН, 2002. 230 с.
2. Гичев Ю. П. Здоровье человека и окружающая среда: SOS! М., 2007. 186 с.
3. Молчанова Е. В. Оценка региональных медико-эколого-экономических процессов // Экономика российских регионов: Материалы II Молодежного экономического форума, 12–13 ноября 2009 года, г. Петрозаводск. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2010. С. 123–130.

Rybakov D. S., Institute of Geology, Karelian Research Center of RAS (Petrozavodsk, Russian Federation)

POLLUTANT EMISSIONS AS REGIONAL FACTOR OF MORTALITY RATE CHANGE

A strong linear statistical correlation between decreasing pollutant emission from subjects of economic activity (production of pulp, paper, cardboard, and goods made from them) and mortality from cardiovascular diseases was revealed. Manufacturing industries, located on the territory of the Republic, significantly contribute to the reduction of regional emissions. Statistical correlation of this index with the amount of pollutant emissions from other manufacturing industries (except aluminum) is best described by the power-law dependence equation. Abrupt increase in mortality from neoplasms in 2008 is conditioned by the sharp increase in emissions from motor transport in 2006 (two-year lag availability). In addition, deterioration of demographic indices is statistically associated with the increase of pollutant emissions from existing ore mining and processing industries. Minimum estimate of the number of deaths due to air pollution for the period of 2002–2012 amounted to 10,5 % from the total number of deaths in Republic of Karelia. In 2012 the death rate from pollutant emissions amounted to 5,1 % from the total number of deaths. If pollutant emissions are terminated, hypothetical reduction of deaths caused by pollutant emissions may be reduced by 32,9 % from the total number of deaths in 2012.

Key words: emissions, economic activities, mortality coefficients, major causes of death

REFERENCES

1. Gichev Yu. P. *Zagryaznenie okruzhayushchey sredy i zdorov'e cheloveka. (Pechal'nyy opyt Rossii)* [Pollution of the environment and human health. (The sad experience of Russia)]. Novosibirsk, SB RAMS Publ., 2002. 230 p.
2. Gichev Yu. P. *Zdorov'e cheloveka i okruzhayushchaya sreda: SOS!* [Human Health and the Environment: SOS!]. Moscow, 2007. 186 p.
3. Molchanova E. V. Assessment of regional health-ecological-economic processes [Otsenka regional'nykh mediko-ekologo-ekonomicheskikh protsessov]. *Ekonomika rossiyskikh regionov: Materialy II Molodezhnogo ekonomicheskogo foruma, 12–13 noyabrya 2009 goda, g. Petrozavodsk* [Economy of Russian Regions: Proceedings of the II Youth Economic Forum, 12–13 November 2009, Petrozavodsk]. Petrozavodsk: Karelian Research Centre of RAS Publ., 2010. P. 123–130.

Поступила в редакцию 30.01.2013