

ЭКОЛОГИЯ

УДК 574.24

**ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ
НА ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ****А.К. Юзбеков, М.А. Юзбеков****(кафедра общей экологии; e-mail: uak2003@mail.ru)*

Путем анализа динамики состояния атмосферного воздуха выявлено неблагоприятное влияние хозяйственной деятельности промышленных производств на экологическую ситуацию в Новгородской области. В результате корреляционного анализа связи между плотностью выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и заболеваемостью населения болезнями органов дыхания установлено, что загрязнение атмосферного воздуха обусловило 56,5% болезней населения в муниципальных районах и 6% болезней детей в Великом Новгороде.

Ключевые слова: *загрязнение, атмосферный воздух, промышленное производство, болезнь, корреляционный анализ.*

В настоящее время экологическая ситуация в России находится в критическом состоянии. Динамика основных экологических показателей показывает увеличение негативного воздействия на окружающую среду; отмечаются тенденции сокращения видового биологического разнообразия и изменения состояния окружающей среды на фоне потепления климата. В городах с высоким уровнем загрязнения воздуха проживает 54% городского населения. Ежедневно с проблемой качества воды сталкивается более 40% населения страны [1].

Ухудшение состояния окружающей среды стало в большей степени отражаться на качестве жизни: увеличилось количество экологически обусловленных заболеваний, наблюдается высокий уровень смертности и в связи с этим низкая ожидаемая продолжительность жизни населения.

В последние годы направление на включение показателя здоровья в анализ экологических проблем все более явно прослеживается в разработках международных организаций [2]. Во многих странах проводятся исследования, чтобы выяснить, насколько значительно влияние загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух, на состояние здоровья населения, какие болезни особенно часто возникают под влиянием веществ, попадающих в окружающую среду, сколько случаев смертности среди населения связано с загрязнением [3–7]. Согласно формуле, предложенной USA Health Department [8], доля экологического фактора в уровне заболеваемости населения составляет 1/5 часть влияния всех факторов. Однако, по мнению некоторых ученых, экологическая составляющая в общем воздействии на здоровье населения значительно больше — 40–60% [9].

Рост нагрузки на окружающую среду в первую очередь связан с производственной деятельностью предприятий и развитием автомобильного транспорта. В этих условиях оценка экологических воздействий промышленного производства на окружающую среду и здоровье населения приобретает актуальное значение, а уменьшение этого влияния является одной из приоритетных задач экологической политики в регионе.

Объекты и методы

Объектом нашего исследования являются промышленные предприятия Новгородской области, производственная деятельность которых оказывает негативное воздействие на окружающую среду и здоровье населения.

Анализ динамики состояния окружающей среды в Новгородской области провели по натуральным показателям (объем и структура выбросов вредных веществ в атмосферу от стационарных источников).

Для анализа зависимости заболеваемости населения от загрязнения атмосферы использовали корреляционный анализ.

Источники информации: данные территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Новгородской области, Комитета по охране здоровья населения Администрации Новгородской области, Комитета по охране окружающей среды и природных ресурсов Новгородской области, государственная статистическая отчетность по охране окружающей среды предприятий промышленных производств.

* НоВГУ им. Ярослава Мудрого, г. Великий Новгород.

Результаты и обсуждение

Анализ динамики состояния окружающей среды в регионе

Качество воздушного бассейна является его важнейшей характеристикой, так как нормальная жизнедеятельность людей требует не только наличия воздуха, но и его определенной чистоты. В 2011 г. выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от всех источников, расположенных на территории Новгородской области, составили 109 тыс. т, в том числе 42 тыс. т от стационарных источников (или 38,5% от общего количества).

По объемам выбросов в атмосферный воздух от стационарных источников основными загрязнителями являлись *обрабатывающие производства*. Наблюдения велись за 53 ингредиентами. Расчеты показали, что выбросы загрязняющих веществ в атмосферу за период наблюдений от обрабатывающих производств увеличились на 5% и составили в 2011 г. 18,7 тыс. т (44,5% объема по области).

За годы наблюдений общая структура выбросов в атмосферу претерпела определенные изменения (рис. 1).

В течение периода исследований в связи с изменением объемов и видов производимой на предприятиях продукции увеличились выбросы таких загрязнителей, как оксид углерода (на 5%), оксид азота (на 33%), ЛОС (на 67%), но сократились выбросы твердых веществ (на 23%). В группе специфических веществ произошло увеличение выбросов аммиака (на 16%), формальдегида (на 211%), меди (на 10%), метана (на 360%) и уменьшение фенола (на 93%), свинца (на 65%).

Динамика выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников обрабатывающих производств по видам экономической деятельности представлена на рис. 2.

Среди предприятий обрабатывающей отрасли следует выделить в особую группу предприятия *химического производства*, которые доминируют по воздействию на экологическую ситуацию в регионе. В выбросах вредных веществ в атмосферу химического производства присутствовали как наиболее распространенные вещества (диоксид серы, оксид азота, оксид углерода, взвешенные вещества), так и специфические (аммиак, бензин, сероводород, толуол, ацетон, бензол, ксилол, формальдегид, дихлорэтан, этилацетат, серная кислота, метанол, капролактан, фенол, хлористый водород, бенз(а)пирен, шестивалентный хром, марганец и его соединения, оксид меди, свинец).

На долю химического производства приходилось около 1/7 части всех выбросов в атмосферу от стационарных источников Новгородской области, или 1/3 часть от общего количества вредных веществ, поступивших в атмосферу с выбросами обрабатывающих производств. За период наблюдений произошло увеличение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на 20%. При этом в 2008—2009 гг. в связи с вводом в действие новых предприятий не отмечалось характерное для других производств уменьшение загрязнений, обусловленное кризисными явлениями в экономике.

На долю *производства прочих неметаллических минеральных продуктов* приходилось около 1/8 части выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников Новгородской области (1/3 часть от выбросов обрабатывающих производств). В выбросах присутствовали оксид азота, оксид углерода, диоксид серы, фенол, формальдегид, аммиак, углеводороды предельные C12—C19, оксиды алюминия и железа, марганец и его соединения, взвешенные вещества, пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния; карбонат калия. За период исследования поступление вредных веществ в атмосферный воздух в целом по отрасли снизилось на 31%. При этом

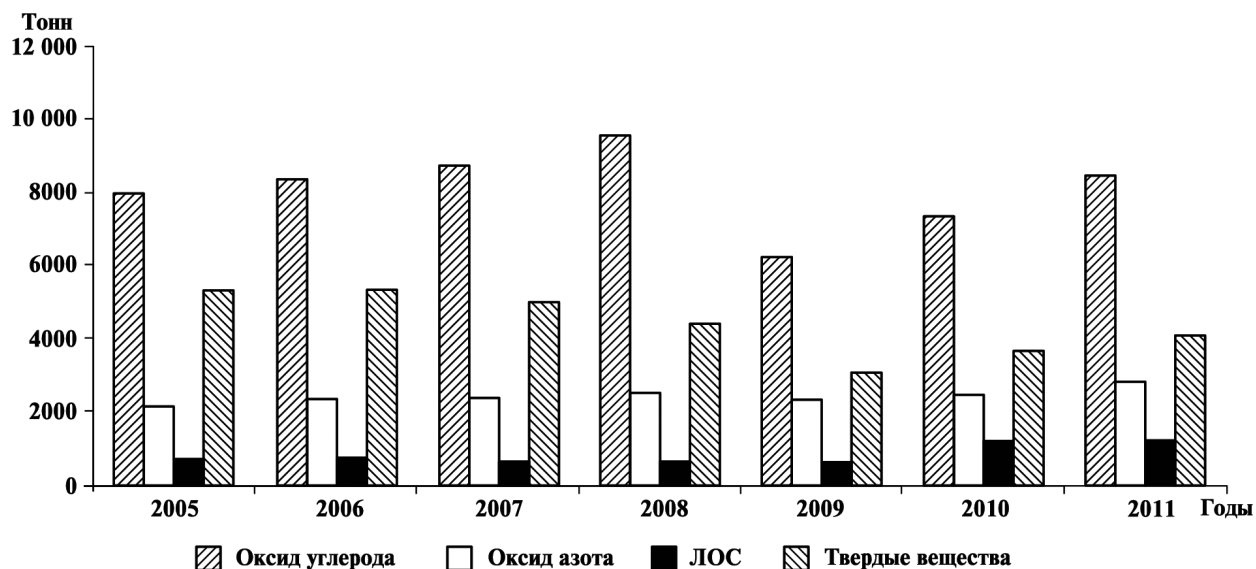


Рис. 1. Структура выбросов загрязняющих веществ в атмосферу обрабатывающими производствами

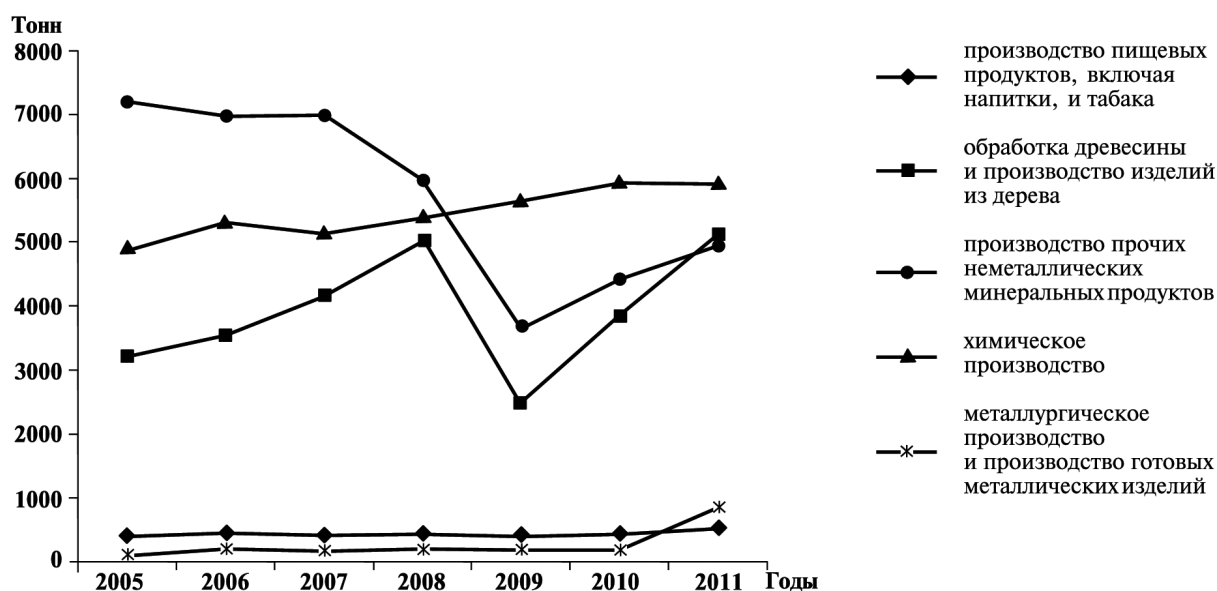


Рис. 2. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу обрабатывающими производствами

в 2009 г. наблюдались минимальные объемы выбросов, обусловленные спадом производства.

Лесоперерабатывающий комплекс Новгородской области развивается быстрыми темпами. Большое место в структуре отрасли занимает производство фанеры, ДСП, пиломатериалов; производятся окна, двери, мебель. Для отрасли характерны выбросы загрязняющих веществ, которые обусловлены технологическими процессами в производстве (фенол, формальдегид, аммиак, ксилол, винилбензол, толуол, бутилацетат, этилацетат, марганец и его соединения, взвешенные вещества; пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния).

Согласно нашим расчетам, деревообрабатывающая отрасль вносит вклад в загрязнение атмосферного воздуха в регионе на уровне 8% объема выбросов от стационарных источников Новгородской области (22% от выбросов обрабатывающих производств) [10]. За период исследований суммарные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу предприятий отрасли увеличились на 58%. Общая структура выбросов в атмосферу за наблюдаемый период претерпела изменения: увеличилось количество оксида азота (на 380%), аммиака (на 313%), ЛОС (на 255%), в том числе формальдегида (на 571%), оксида углерода (на 36%).

Металлургическое производство Новгородской области относится к предприятиям, которые занимаются переработкой цветных металлов. Металлургическое производство вносит вклад в загрязнение атмосферного воздуха на уровне 0,6% объема выбросов от всех стационарных источников региона (в 2011 г. — 2%). Для отрасли характерны выбросы таких загрязняющих веществ, как диоксид серы, оксид азота, оксид углерода, оксид меди, марганец, сажа. В общей структуре выбросов в атмосферу за наблюдаемый период произошли изменения: за 2005—2010 гг. увеличилось количество диоксида серы (в 1,4 раза), оксида углерода (в 2,4 раза), мар-

ганца (в 15 раз), стирола (в 32 раза), соляной кислоты (в 1,8 раза), появился хром шестивалентный. В 2011 г. в связи с появлением новых стационарных источников произошло увеличение объемов выбросов диоксида серы — в 3,6 раза, оксидов азота и углерода — в 6,5 раза, марганца — в 1,6 раза.

Пищевая промышленность загрязняет воздушную среду в меньшей степени, чем рассмотренные выше производства. Загрязнения, поступающие в атмосферу от пищевых предприятий, разнообразны и зависят от вида продукции. В выбросах в атмосферу наблюдалось присутствие таких веществ, как оксид азота, оксид углерода, диоксид серы, фенол, формальдегид, аммиак, метанол, этанол, ацетальдегид, пропаналь, бенз(а)пирен, оксид железа, марганец и его соединения, взвешенные вещества, пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния; пыль пентоксида ванадия. Для объемов загрязняющих веществ были характерны небольшие синусоидальные изменения во времени; при этом значения выбросов находились на уровне 400—450 т/год.

Топливо-энергетический комплекс Новгородской области играет важную роль в экономике региона, так как обеспечивает необходимые потребности общества в энергетических продуктах и услугах.

Согласно нашим расчетам, предприятия производства и распределения электроэнергии, газа и воды вносят вклад в загрязнение атмосферного воздуха на уровне 1/5 объема выбросов от стационарных источников региона [11]. За период исследований выбросы загрязняющих веществ в атмосферу увеличились на 75%. Уменьшение объемов вредных веществ в 2009 г. по сравнению с 2008 г. на 23% обусловлено экономическим спадом в регионе в секторе обрабатывающих производств. Восстановление экономики привело к увеличению выбросов в атмосферу в 2010 г. до докризисных показателей и к их дальнейшему росту (на 34%) в 2011 г. до 11,5 тыс. т.

Для энергетического сектора в регионе характерны выбросы таких загрязняющих веществ, как диоксид серы, оксиды азота и углерода, аммиак, бенз(а)-пирен, сажа. Общая структура выбросов в атмосферу за наблюдаемый период претерпела изменения: увеличилось количество диоксида серы (на 73%), оксида углерода (на 150%), аммиака (на 31%), сажи (на 796%), сероводорода (на 44%), появились в выбросах такие вредные вещества, как хлор, метан.

Таким образом, анализ экологической ситуации в Новгородской области выявил, что производственная деятельность промышленных предприятий неблагоприятно влияла на окружающую среду в течение всего периода исследований. Несмотря на некоторое оздоровление окружающей среды, вызванное спадом производства в 2009 г., сохранялась острота экологических проблем в регионе.

Оценка нарушений здоровья населения, обусловленных загрязнением атмосферного воздуха

Каждый человек находится под влиянием различных факторов, сложные взаимодействия которых определяют состояние его здоровья и продолжительность жизни и, следовательно, влияют на уровень и качество жизни. Загрязнение атмосферного воздуха является одним из важнейших факторов среды обитания человека, от которого зависят названные показатели.

В работе исследована заболеваемость населения болезнями органов дыхания. Органы дыхания находятся на границе раздела двух сред (внутренней среды организма и внешней) и постоянно подвергаются неблагоприятному влиянию веществ, загрязняющих атмосферный воздух, поэтому, по мнению ряда авторов, широкая распространенность болезней системы дыхания среди населения в значительной мере связана с загрязнением окружающей среды [9, 12]. Анализ общей заболеваемости населения в Новгородской области показал, что болезни органов дыхания занимали первое место в ее структуре (23,7%), при этом доля заболеваемости органов дыхания детского населения в общей детской заболеваемости более чем в 2 раза превышала аналогичный показатель для всего населения. В результате оценки состояния здоровья населения по статистическим данным о количестве случаев заболеваний органов дыхания у взрослых (от 17 лет и старше) и детей (0—17 лет) было установлено, что коэффициенты заболеваемости в каждой группе отличаются друг от друга в разных муниципальных образованиях региона.

В качестве индикатора загрязнения атмосферы нами была выбрана плотность суммарных выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников и автотранспорта. Расчеты показали, что плотность выбросов характеризовалась неравномерностью распределения по административным территориям области и изменялась в пределах от наименьшего

значения в 0,26 т/км² (в 9 раз меньше среднего уровня по области) до наибольшего значения, равного 426,23 т/км² (в 185 раз выше среднего значения по области).

Таким образом, учитывая территориальную зависимость показателей, дальнейшее исследование провели по 22 муниципальным образованиям.

Мы предположили наличие линейной связи между плотностью суммарных выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и числом случаев болезней органов дыхания. Это было подтверждено дальнейшими расчетами, уравнение корреляционной связи имеет вид

$$Y = a + b \cdot X. \quad (1)$$

В работе был выполнен корреляционный анализ связи плотности выбросов вредных веществ с численностью заболевших в муниципальных районах для каждого года отдельно, а также для средних значений показателей за период наблюдений. Результаты модельных расчетов по заболеваемости взрослого населения представлены в табл. 1

Таблица 1

Коэффициенты корреляции заболеваемости взрослого населения с плотностью выбросов загрязняющих веществ в атмосферу

Годы	Показатель				
	a	b	r	r ²	p
2005	1250	1633	0,558	0,311	< 0,01
2006	1167	1551	0,507	0,257	< 0,02
2007	140	2281	0,637	0,406	< 0,001
2008	−681	2736	0,703	0,494	< 0,001
2009	−1149	3569	0,738	0,544	< 0,001
2010	−629	2798	0,721	0,520	< 0,001
2005—2010 гг.	−111	2503	0,671	0,450	< 0,001

Примечание: a — свободный коэффициент уравнения регрессии; b — коэффициент регрессии при плотности выбросов вредных веществ; r — коэффициент корреляции между числом заболевших и плотностью выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

Как следует из табл. 1, значения коэффициента b, связанного с плотностью выбросов, свидетельствуют о наличии прямой связи между плотностью выбросов и заболеваемостью органов дыхания взрослого населения, т.е. рост загрязнения воздуха сопровождался увеличением заболеваемости населения. Среднее значение коэффициента корреляции за период наблюдений составило $r = 0,644$.

В результате расчетов установили, что около 56,5% заболеваемости взрослого населения связано с загрязнением атмосферы, на долю других факторов приходится соответственно 43,5%.

Корреляционный анализ, выполненный по средним данным за период исследований, подтвердил значения коэффициентов корреляции, полученные за каждый год. Линейный коэффициент корреляции, рассчитанный по средним значениям показателей, равнялся $r = 0,671$ ($p < 0,001$), что свидетельствовало о наличии хорошей связи между плотностью выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и числом заболевших. В работе рассчитали наименьшую плотность загрязняющих веществ, при которой заболеваемость зависела от фактора-признака: $X_{\min} = 0,044 \text{ т/км}^2$.

Результаты анализа корреляционной связи между плотностью выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и численностью заболевших детей в муниципальных районах представлены в табл. 2.

Таблица 2

Коэффициенты корреляции заболеваемости детского населения с плотностью выбросов загрязняющих веществ в атмосферу

Годы	Показатель				
	a	b	r	r ²	p
2005	1237	1414	0,521	0,271	< 0,02
2006	1125	1710	0,519	0,269	< 0,02
2007	–10	2366	0,711	0,505	< 0,001
2008	–608	2869	0,778	0,606	< 0,001
2009	–1495	4252	0,811	0,658	< 0,001
2010	–1380	3490	0,808	0,653	< 0,001
2005–2010 гг.	–239	2705	0,713	0,508	< 0,001

Примечание: обозначения см. в табл. 1.

Значение коэффициента b , связанного с плотностью выбросов, в течение периода наблюдений было положительным по знаку и свидетельствовало о наличии прямой связи между плотностью выбросов в атмосферу и заболеваемостью органов дыхания детей. При этом теснота связи между показателями была хорошей: среднее значение коэффициента корреляции за период наблюдений $r = 0,691$. Согласно расчетам, доля влияния выбросов загрязняющих веществ на заболеваемость детского населения болезнями органов дыхания в общем воздействии всех факторов составила 56,5%.

Корреляционный анализ, выполненный по средним за период исследований данным заболеваемости детского населения, подтвердил наличие тесной связи между плотностью выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и числом заболевших детей: линейный коэффициент корреляции равнялся $r = 0,713$ ($p < 0,001$). Рассчитанная минимально возможная величина фактора X , при которой обеспечивалось наименьшее значение признака Y , составила $X_{\min} = 0,088 \text{ т/км}^2$.

Поскольку при корреляционном анализе, выполненном по муниципальным районам, Великий Новгород был исключен из первичной информации при проверке ее на нормальность распределения с помощью правила “трех сигм”, расчеты для областного центра провели отдельно. При этом в качестве показателя, характеризующего качество атмосферного воздуха, использовали индекс загрязнения атмосферного воздуха (ИЗА).

В случае детской заболеваемости в Великом Новгороде уравнение регрессии имеет вид:

$$Y = 87,66 X + 1341. \quad (2)$$

Значение коэффициента b при ИЗА свидетельствовало о наличии прямой корреляционной связи между показателями: при изменении ИЗА на 1 единицу, заболеваемость детей изменялась на 87,66 случая на 1000 детей (с учетом средней численности детей в городе за период наблюдений — 6110 случаев заболеваемости); коэффициент линейной корреляции составил $r = 0,688$. В результате расчетов установили, что доля влияния выбросов загрязняющих веществ на заболеваемость детского населения в общем воздействии всех факторов в Великом Новгороде составила чуть более 6%.

Корреляционная связь между заболеваемостью взрослого населения в Великом Новгороде и загрязнением атмосферного воздуха не наблюдалась, что, по-видимому, можно объяснить преобладающим воздействием других факторов на численность заболевших по сравнению с влиянием изучаемого показателя.

Таким образом, в результате проведенной оценки заболеваемости населения Новгородской области через конкретные показатели состояния окружающей среды было установлено влияние загрязнения атмосферы на здоровье людей. Это подтвердила прямая корреляционная связь между плотностью выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и заболеваемостью детского и взрослого населения болезнями органов дыхания.

Выводы

На основе выполненного исследования были сделаны следующие выводы.

1. В течение всего периода наблюдений выявлено неблагоприятное влияние промышленных производств на экологическую обстановку в Новгородской области. Несмотря на некоторое оздоровление окружающей среды, вызванное кризисными явлениями в экономике в 2009 г., сохранялась острота экологических проблем в регионе. Основными загрязнителями окружающей среды в группе обрабатывающих производств являлись химическое производство, производство огнеупоров и обработка древесины; значительные выбросы в атмосферу характерны для топливно-энергетического комплекса, на долю которых

приходилось 14, 12, 8 и 20% выбросов от стационарных источников области соответственно.

2. Корреляционный анализ связи между плотностью выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и заболеваемостью детского и взрослого населения болезнями органов дыхания в муниципальных районах Новгородской области (коэффициенты корреляции составили $r = 0,713$ и $r = 0,671$ соответственно), а также между ИЗА и детской заболеваемостью

в Великом Новгороде (коэффициент корреляции $r = 0,688$) подтвердил влияние загрязнения атмосферы на здоровье людей. Установлено, что 56,5% болезней органов дыхания населения в муниципальных районах обусловлено загрязнением атмосферного воздуха; доля влияния выбросов загрязняющих веществ на заболеваемость детей в Великом Новгороде в общем воздействии всех факторов составила 6%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Распоряжение правительства РФ от 17.11.2008 № 1662-р. (ред. от 08.08.2007). Официальный сайт Консультант Плюс [электронный ресурс] 2009. URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения 12.04.2013).
2. Доклад о развитии человеческого потенциала в 2005 году в Российской Федерации / Под ред. С.Н. Бобылева и А.Л. Александровой. М.: ПРООН, 2006—2007. 145 с.
3. Мамин Р.Г. Безопасность природопользования и экология здоровья. М.: Юнити—Дана, 2003. 238 с.
4. Робертсон Д.С. Негативное влияние растущего уровня углекислого газа в атмосфере на организм человека // Экол. вест. России. 2008. № 9. С. 23—25.
5. Чехановер А. Качество окружающей среды очень важно для здоровья // Экология и жизнь. 2011. № 10. С. 83—84.
6. Brunekreef B., Holgate S.T. Air pollution and health // Lancet. 2002. Vol. 360. N 9341. P. 1233—1242.
7. Van Oostdam I., Donaldson S.G., Feeley M. et al. Human health implication of environmental contaminants in Arctic Canada: a review // Sci. Total. Environ. 2005. Vol. 351—352. P. 165—246.
8. Протасов В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России. М.: Финансы и статистика, 2000. 672 с.
9. Гичев Ю.П. Загрязнение окружающей среды и здоровье человека (печальный опыт России). Новосибирск: СО РАМН, 2002. 230 с.
10. Бобров А.Л., Юзбеков М.А. Природоохранная деятельность деревообрабатывающего производства // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 6. Экономика. 2012. № 5. С. 98—104.
11. Юзбеков М.А., Юзбеков А.К. Эколого-экономические аспекты природоохранной деятельности топливно-энергетического комплекса региона // Фундаментальные исследования. 2012. № 6 (часть 3). С. 771—774.
12. Безуглая Э.Ю., Смирнова И.В. Воздух городов и его изменения. СПб.: Астерион, 2008. 254 с.

Поступила в редакцию
13.09.13

EFFECTS OF INDUSTRIAL POLLUTION ON THE RESPIRATORY DISEASES

A.K. Uzbekov, M.A. Uzbekov

Analysis of the dynamics of the state of atmospheric air revealed adverse effects of the business activities of industrial productions on the environmental situation in the Novgorod region. Using correlation analysis, a relationship between the density of emissions of polluting substances into the atmosphere and the incidence of respiratory diseases was established. Air pollution accounted for 56,5% of disease cases in the population of municipalities and 6% of the children of Veliky Novgorod.

Key words: *pollution, atmospheric air, industrial production, disease, correlation analysis.*

Сведения об авторах

Юзбеков Ахмед Кадималиевич — докт. биол. наук, проф. кафедры общей экологии биологического факультета МГУ. Тел.: 8-926-733-19-44; e-mail: uak2003@mail.ru

Юзбеков Марат Ахмедович — докторант кафедры экономики природопользования экономического факультета МГУ; канд. экон. наук, доц. кафедры управления и делового администрирования факультета управления Новгородского государственного университета имени Ярослава Мудрого. Тел. 8-908-293-91-53; e-mail: uma77@mail.ru