УДК 338.14:338.3

# ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ВОЗДЕЙСТВИЙ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА НА АТМОСФЕРУ

**[1]Юзбеков М.А., [2]Юзбеков А.К.**

*[1]Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого, Великий Новгород, e-mail: uma77@mail.ru;*

*[2]Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, e-mail: uak2003@mail.ru*

Настоящая работа посвящена экономической оценке ущерба здоровью населения от загрязнения атмосферного воздуха промышленными производствами. Путем анализа динамики объемов и структуры выбросов вредных веществ в атмосферу выявлена тенденция к увеличению негативного воздействия промышленных производств Новгородской области на экологическую ситуацию и определены наиболее экологически опасные сферы деятельности: химическое производство, производство прочей неметаллической минеральной продукции, обработка древесины и предприятия топливно-энергетического комплекса. Посредством регрессионного анализа установлена прямая линейная зависимость между уровнем загрязнения атмосферы и заболеваемостью взрослого и детского населения болезнями органов дыхания. На основе разработанного авторами алгоритма проведена оценка экономического ущерба от нарушений здоровья населения вследствие загрязнения атмосферного воздуха промышленными производствами, по методу «стоимость заболевания» (затраты на оказание медицинской помощи людям, затраты на компенсацию нетрудоспособности людей, недопроизводство валового регионального продукта (ВРП)), с учетом параметров влияния экологического фактора на численность заболевших. Полученные результаты свидетельствуют о значительных потерях для экономики региона: величина ущерба от заболеваемости населения составила 407,7 млн руб/год. Целесообразно учитывать величину экономического ущерба здоровью населения при определении приоритетных экологических проблем и направлений природоохранной деятельности, а также в показателе валового регионального продукта (ВРП).

**Ключевые слова: промышленное производство, загрязнение атмосферы, население, заболеваемость, болезни органов дыхания, регрессионный анализ, экономический ущерб, валовой региональный продукт (ВРП)**

# ECONOMIC CONSEQUENCES OF IMPACTS OF INDUSTRIAL PRODUCTION ON ATMOSPHERE

**[1]Yuzbekov M.A., [2]Yuzbekov A.K.**

*[1]The Yaroslav-the-Wise Novgorod State University, Velikiy Novgorod, e-mail: uma77@mail.ru;*

*[2]Lomonosov Moscow State University, Moscow, e-mail: uak2003@mail.ru*

The present work is devoted to the economic assessment of damage to population health from industrial air pollution. Assessment of the dynamics of air pollutant emission in terms of volume and structure revealed a tendency towards an increase in the negative impact of industrial production activities in the Novgorod Region on the environment. The most environment-endangering production branches were detected, including chemical industry, production of non-metallic mineral items, wood processing, and fuel and energy industry. Regression analysis yielded a direct linear relationship between the air pollution level and the incidence of respiratory diseases in children and adults. According to the algorithm suggested by the authors, economic damages resulting from industrial air pollution-caused morbidity could be estimated using the «illness costs» method (healthcare delivery costs, the incapacity compensation, the decrease in gross regional product (GRP)), while taking account of the influence of environmental factors on the morbidity level. The results obtained indicated that the Region's economy suffered significant losses: economic damages associated with the population morbidity amounted to 407,7 million roubles per annum. It is advisable to take into account the magnitude of economic damage to population health when determining priority environmental problems and lines of environmental activity, as well as in the gross regional product (GRP).

**Keywords: industrial production, air pollution, population, morbidity, respiratory diseases, regression analysis, economic damage, gross regional product (GRP)**

Экологическая ситуация в регионах России характеризуется высоким уровнем антропогенного воздействия на окружающую среду. Ухудшение качества атмосферного воздуха сопровождается повышенной заболеваемостью населения, важнейшими последствиями которой являются значительные экономические затраты и потери как на национальном, так и на региональном уровне [1, 2]. Особенности сложившейся ситуации обуславливают необходимость учета величины экономического ущерба при принятии управленческих решений, включая определение приоритетных экологических проблем и направлений природоохранной деятельности, формирование соответствующих статей бюджета, при характеристике уровня эко-

номического развития региона на основе показателя ВРП. Однако на сегодняшний день игнорирование реального ущерба здоровью населения вследствие загрязнения окружающей среды стало одной из причин остроты экологической ситуации в регионах. Это в немалой степени обусловлено, несмотря на внимание отечественных авторов к данному вопросу [3], отсутствием единых методических подходов к определению показателя, а также недостатками существующих методик. Практическая значимость исследуемой проблемы и вместе с тем неполная степень проработки ряда вопросов, в частности оценки величины ущерба в зависимости от вида промышленного производства, предопределили тему нашего исследования.

Цель исследования: экономическая оценка ущерба от нарушений здоровья населения вследствие загрязнения атмосферного воздуха промышленными производствами.

## Материалы и методы исследования

Объектом исследования являлись промышленные производства Новгородской области. В качестве информационной базы исследований использовали открытые общедоступные базы данных Федеральной службы государственной статистики (Росстат) и Министерства здравоохранения РФ.

Экономическая оценка ущерба здоровью населения от загрязнения атмосферы промышленными производствами выполнена согласно разработанному авторами алгоритму расчета, включающему этапы и основные элементы: экологическое состояние атмосферы; определение параметров влияния загрязнения атмосферы на заболеваемость населения; анализ структуры ущерба и его величины в различных условиях загрязнения атмосферы [4]. Для денежной оценки ущерба от заболеваемости населения применили стоимостный показатель – «стоимость заболевания». Статистическую обработку данных провели с использованием методов регрессионного и корреляционного анализа.

## Результаты исследования и их обсуждение

Для решения поставленных задач нами выбран один из регионов СЗФО – Новгородская область. В промышленном секторе региона ведущее место занимают обрабатывающие производства (92%). Среди них наиболее развиты отрасли: химическая, производство продуктов из нерудных материалов, деревообработка, пищевое производство, металлургическое производство и производство готовых металлических изделий. Важнейшей структурной составляющей экономики являются предприятия топливно-энергетического комплекса.

В 2017 г. всеми источниками Новгородской области было выброшено в атмосферу 127,8 тыс. т загрязняющих веществ, из них стационарными источниками – 53,0 тыс. т, что составило около 42% от общего объема выбросов.

За 2005–2017 гг. в структуре выбросов загрязняющих атмосферу веществ стационарными источниками произошли изменения: увеличилось количество оксида азота и оксида углерода – в 1,3 раза, ЛОС – в 1,4 раза; уменьшилось поступление твердых веществ и диоксида серы – в 1,4 и 1,6 раза.

Сравнительный анализ плотности выбросов наиболее распространенных загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников в Новгородской области и в целом по России, выявил, что региональные показатели больше общероссийских для ингредиентов: твердые вещества – в 1,7 раза; оксид азота – в 1,3 раза; оксид углерода – в 1,5 раза.

По объемам выбросов вредных веществ в атмосферу основными загрязнителями в регионе являлись обрабатывающие производства и предприятия топливно-энергетического комплекса, на долю которых в 2017 г. приходилось 1/2 и 1/3 часть общего объема выбросов стационарными источниками. За годы исследований поступления загрязняющих веществ в атмосферу от производств увеличились в 1,5 и 2,6 раза и достигли уровня 26,1 и 17,0 тыс. т (рис. 1).

В результате анализа динамики и структуры загрязнений, поступающих в атмосферу от предприятий различных отраслей промышленности, выявили, что наибольший экологический вред окружающей среде причиняли производства, связанные с выпуском химических удобрений, огнеупоров и изделий из дерева; доли их выбросов в выбросах обрабатывающими производствами составили соответственно 43; 33 и 12%.

Таким образом, на основе всестороннего исследования выбросов вредных веществ промышленными производствами выявлена тенденция к увеличению негативных воздействий на экологическую ситуацию и определены наиболее экологически опасные сферы деятельности.

Важнейшим показателем качества жизни является состояние здоровья населения. Исследования авторов [5], проведенные в разных странах, показали, что приоритеты ценностей населения очень близки: более 70% опрошенных на первое место по значимости поставили здоровье.

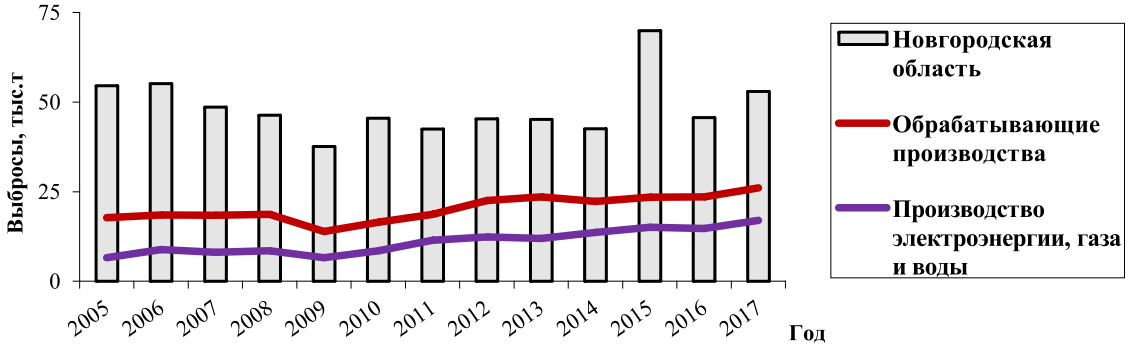


*Рис. 1. Изменение объемов загрязняющих веществ, поступающих в атмосферный воздух от стационарных источников, в 2005–2017 гг.*

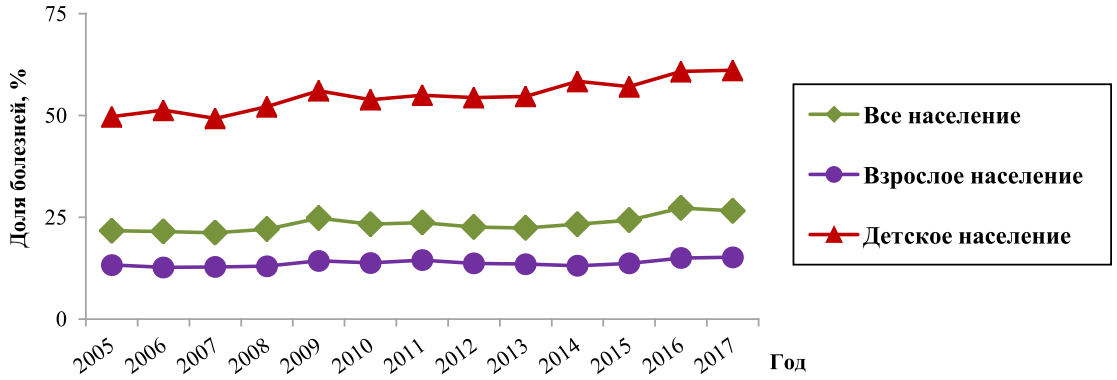


*Рис. 2. Доля болезней органов дыхания в структуре общей заболеваемости населения в 2005–2017 гг.*

По мнению российских и зарубежных авторов [6, 7], одной из причин повышенной заболеваемости населения является загрязнение окружающей природной среды. Под воздействием загрязнения происходят негативные изменения основных свойств атмосферы, последствием которых является ухудшение здоровья человека, при этом заболевания возникают во всех без исключения органах и системах организма. Поскольку человек вынужден постоянно дышать загрязненным воздухом, существенное значение загрязнение атмосферы имеет в широком распространении болезней органов дыхания [8, 9].

По данным Росстата, в структуре заболеваемости, как в целом по России, так и в Новгородской области, болезни органов дыхания занимают первое место. В 2017 г. общая заболеваемость всего населения Новгородской области болезнями органов дыхания составила 26,6 % от всех болезней (рис. 2) (в РФ – 24,8 %); при этом региональный показатель заболеваемости, в расчете на 1000 человек, превысил общероссийский в 1,2 раза.

В регионе существовала проблема детской заболеваемости: доля заболеваемости детей болезнями органов дыхания во всех детских болезнях равнялась 61 % и была больше в 4 раза аналогичного показателя для взрослого населения. В период исследований для всех возрастных групп характерно увеличение доли заболеваний органов дыхания в структуре общей заболеваемости.

Анализ динамики заболеваемости, рассчитанной на 1000 человек, выявил тенденцию к ее увеличению: в 2017 г. показатель превысил уровень 2005 г. для всего населения, взрослого населения и детей соответственно на 14; 3 и 25 %.

Ухудшение состояния здоровья населения приводит к экономическим затратам и потерям самого заболевшего человека и его семьи, а также затратам и потерям, которые несет общество. Ущерб здоровью населения является важнейшим структурным элементом экономического ущерба от загрязнения окружающей природной среды и обусловлен воздействием этой среды на уровень заболеваемости населения, на снижение производительности его труда и со-

кращение продолжительности активной деятельности.

В работе экономический ущерб от повышенной заболеваемости населения болезнями органов дыхания вследствие загрязнения атмосферы промышленными производствами определяли по методу «стоимость заболевания», с учетом только общественных затрат и потерь, в соответствии с разработанным авторами алгоритмом.

Важным этапом в расчете ущерба является определение параметров влияния загрязнения атмосферы на заболеваемость населения. В результате выполненного авторами регрессионного анализа установлено, что численность заболевших в муниципальных районах (Y) находилась в прямой линейной зависимости от плотности выбросов вредных веществ в атмосферу стационарными источниками (X). Итоги модельных расчетов представлены в табл. 1.

В связи с большой плотностью выбросов вредных веществ в атмосферу, регрессионный анализ для Великого Новгорода выполнили, согласно правилу «трех сигм», отдельно от муниципальных районов. При этом функциональная зависимость между загрязнением атмосферы и заболеваемостью была установлена только для детского населения (табл. 1). Влияние экологического фактора на состояние здоровья взрослого населения не было выявлено, что, очевидно, связано с превалирующим воздействием других факторов на численность заболевших.

Коэффициенты корреляции R между численностью заболевших во всех группах населения и уровнем загрязнения атмосферы свидетельствуют о наличии значимой связи между показателями. В ряде работ получены аналогичные коэффициенты корреляционной связи между показателями патологии системы органов дыхания и загрязнением атмосферного воздуха [10, 11].

Анализ коэффициентов детерминации $R^2$ показал, что 36 % вариации заболеваемости взрослых и 53 % вариации детской заболеваемости в муниципальных районах обусловлены изменчивостью экологического фактора; для Великого Новгорода показатель составил 32 %.

Рассчитанные частные ущербы от заболеваемости населения приведены в табл. 2.

Согласно расчетам, общий ущерб от заболеваемости населения муниципальных районов, определенный как сумма частных ущербов, равнялся 1449,2 млн руб., в том числе 1183,3 и 265,9 млн руб. – по причине болезней взрослых и детей. С учетом коэффициентов влияния загрязнения атмосферы на численность заболевших ущерб составил 564,3 млн руб.

Величина ущерба от заболеваемости детей в Великом Новгороде равнялась 305,6 млн руб., с поправкой на загрязнение атмосферного воздуха – 99,0 млн руб.

Таким образом, величина ущерба здоровью населения Новгородской области в связи с загрязнением атмосферы выбросами от стационарных источников оценена в 663,3 млн руб. При этом доля затрат на медицинские услуги, оплату бюллетеней и потерь ВРП в структуре общего ущерба составила соответственно 68,4; 5,5 и 26,1 %.

**Таблица 1**

Зависимость заболеваемости населения от загрязнения атмосферного воздуха

| Показатель/ Население | Уравнение регрессии | Коэффициент корреляции R | p-значение |
|---|---|---|---|
| Детское население (районы) | Y = 6454,7 X + 514 | 0,728 | p < 0,001 |
| Взрослое население (районы) | Y = 4297,3 X + 1029,7 | 0,599 | < 0,005 |
| Детское население (Великий Новгород) | Y = 2264,6 X + 47718 | 0,569 | p < 0,05 |

**Таблица 2**

Оценка частных ущербов от заболеваемости населения

| Экономический ущерб/ Население | Затраты на медицинскую помощь, млн руб. | | | | Затраты на оплату бюллетеней млн руб. | Потери ВРП, млн руб. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Скорая медицинская помощь | Больница | Дневной стационар | Поликлиника | | |
| Детское население (районы) | 24,7 | 79,9 | 41,3 | 120 | – | – |
| Взрослое население (районы) | 31,0 | 374,3 | 49,0 | 143,2 | 101,3 | 484,5 |
| Детское население (Великий Новгород) | 11,3 | 137,8 | 23,5 | 133,0 | – | – |

**Таблица 3**

Экономическая оценка ущерба здоровью населения от загрязнения атмосферного воздуха промышленными производствами

| Производство/ Показатель | Химическое производство | Обработка древесины | Производство прочей неметаллической минеральной продукции | Пищевое производство | Металлургическое производство | Производство и распределение электроэнергии, газа и воды |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Выбросы вредных веществ в атмосферу, тыс. т | 11,3 | 3,1 | 8,7 | 1,0 | 0,7 | 17,0 |
| Ущерб от заболеваемости населения, млн руб. | 56,9 | 37,8 | 84,3 | 12,2 | 4,3 | 212,2 |

Ущерб от нарушений здоровья населения по причине загрязнения атмосферы промышленными производствами рассчитывали, принимая во внимание территориальную неоднородность их распределения. Предприятия топливно-энергетического комплекса расположены по всей территории области; пищевая промышленность – в 17 районах из 22; обработка древесины – в 15 районах; производство прочей неметаллической минеральной продукции – в 5 районах; металлургическое производство – в 2 районах; химическое производство – в Великом Новгороде. Таким образом, на территории региона сформировали шесть групп муниципальных образований, каждая из которых находилась под влиянием конкретного производства. С учетом данных о выбросах загрязняющих веществ стационарными источниками в муниципальных образованиях и объемах ущерба здоровью населения, определили характерные показатели для каждой отрасли (табл. 3).

Суммарный экономический ущерб здоровью населения вследствие загрязнения атмосферы промышленными предприятиями составил 407,7 млн руб. (0,2 % ВРП). Поскольку в расчетах учитывались только затраты и потери общества и неполный перечень составляющих ущерба, рассчитанная величина является нижней границей ущерба от заболеваемости населения болезнями органов дыхания.

## Заключение

Таким образом, по результатам исследований сделаны выводы:

1. На основе анализа динамики и структуры выбросов вредных веществ в атмосферу выявлена тенденция к увеличению негативного воздействия промышленных производств Новгородской области на экологическую ситуацию и определены наиболее экологически опасные сферы экономической деятельности.

2. Методом регрессионного анализа установлена прямая линейная зависимость между уровнем загрязнения атмосферы и заболеваемостью взрослого и детского населения болезнями органов дыхания. Определено, что 36 % заболеваемости взрослых и 53 % заболеваемости детей в муниципальных районах, а также 32 % болезней детей в Великом Новгороде обусловлены загрязнением атмосферного воздуха.

3. Разработанный авторами алгоритм позволил на основе статистической информации рассчитать экономический ущерб от заболеваемости населения вследствие загрязнения атмосферы промышленными производствами. Суммарная величина ущерба здоровью населения составила 407,7 млн руб., что свидетельствует о значительных потерях для экономики региона. Показатели экономического ущерба могут быть применены при решении практических задач на уровне региона и промышленных производств, а также при разработке Стратегии экологической безопасности Новгородской области.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ.*

*Проект № 18-410-530004 «Угрозы и социально-экономические последствия техногенного загрязнения атмосферы для населения Новгородской области».*

## Список литературы

1. Muller N.Z., Mendelsohn R. Measuring the damages of air pollution in the United States. J. Environ. Econ. and Manag. 2007. vol. 54. no1. P. 1–14.

2. Юзбеков М.А., Юзбеков А.К. Управление хозяйственными воздействиями на окружающую среду в условиях трансформации социально-экономических последствий для населения // Фундаментальные исследования. 2018. № 11. С. 115–120.

3. Гусев А.А., Бизяркина Е.Н. Совершенствование методов оценки экономического ущерба здоровью населения

от загрязнения атмосферного воздуха // Экономика природопользования. 2009. № 2. С. 104–110.

4. Юзбеков М.А., Юзбеков А.К. Основные направления экологизации промышленного производства в регионе // Фундаментальные исследования. 2013. № 10 (6). С. 1321–1328.

5. Квинт В.Л., Окрепилов В.В. Качество жизни и ценности в национальных стратегиях развития // Вестник Российской академии наук. 2014. Т. 84. № 5. С. 412–425.

6. Curtis L., Rea W., Smith-Willis P., Fenyves E., Pan Y. Adverse health effects of outdoor air pollutants. Environ Int. 2006. vol. 32. no. 6. P. 815–830.

7. Потапов И.И., Карцева Е.В., Корешкова С.В., Щетинина И.А. Экологические проблемы и здоровье населения России // Экономика природопользования. 2016. № 1. С. 15–33.

8. Parker J.D., Akinbami L.J., Woodruff T.J. Air pollution and childhood respiratory allergies in the United States. Environ. Health Perspect. 2009. vol. 117. no. 1. P. 140–147.

9. Rückerl R., Schneider A., Breitner S., Cyrys J., Peters A. Health effects of particulate air pollution: A review of epidemiological evidence. Inhal. Toxicol. 2011. vol. 23. no. 10. P. 555– 592.

10. Мешков Н.А., Вальцева Е.А., Баева Ю.И., Крылицына Е.А. Оценка обусловленности заболеваемости населения города Самары воздействием факторов среды обитания // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2017. Т. 19. № 2 (2). С. 300–306.

11. Yuzbekov A.K., Yuzbekov M.A. Effects of Industrial Population on Respiratory Diseases. Moscow Univ. Biol. Sci. Bull. 2015. vol. 70. no. 1. P. 17–22.