

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ



DOI: 10.26794/1999-849X-2025-18-2-67-76
УДК 338.244(045)
JEL O21

Альтернативные методы экономической оценки загрязнения окружающей среды объектами энергетики

И.Ю. Новоселова^а, А.Л. Новоселов^б

^а Финансовый университет, Москва, Россия;

^б Российский государственный университет нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Предмет исследования — объекты энергетики, которые являются одними из наиболее крупных загрязнителей атмосферного воздуха из-за роста объемов жилищного строительства, увеличения транспортной нагрузки на улично-дорожную сеть городов. В свою очередь от корректной оценки загрязнения окружающей среды в настоящее время и в перспективе зависит принятие решений по техническому обновлению объектов энергетики.

Цель работы — установление альтернативных методов экономической оценки загрязнения окружающей среды от деятельности объектов энергетики и альтернативного инструментария защиты биосферы, который препятствует нанесению вреда (ущерба) живым организмам от выбросов вредных веществ. Рассмотрены показатели, позволяющие всесторонне характеризовать экологическую ситуацию в регионе, включающие региональный индекс антропогенной преобразованности; коэффициент антропогенного давления; уровень экологической напряженности; эргодемографический индекс; коэффициент естественной защищенности. Приведены варианты экономической оценки ущерба от загрязнения атмосферного воздуха.

Результатом работы стала выработка предложений по совершенствованию существующих методов экономической оценки вреда (ущерба) окружающей среде от выбросов вредных веществ благодаря обязательному включению в расчет коэффициента, учитывающего региональные особенности и плотность населения.

Сделаны выводы о том, что предложенная в статье процедура оценки ущерба, наносимого окружающей среде выбросами вредных веществ, может применяться на этапе прогнозирования в период неизменности технологических процессов, протекающих на объектах энергетики.

Ключевые слова: устойчивое развитие; экологическая ситуация; ущерб, наносимый окружающей среде; плотность населения

Для цитирования: Новоселова И.Ю., Новоселов А.Л. Альтернативные методы экономической оценки загрязнения окружающей среды объектами энергетики. *Экономика. Налоги. Право.* 2025;18(2):67-76. DOI: 10.26794/1999-849X-2025-18-2-67-76

ORIGINAL PAPER

Alternative Methods of Economic Assessment of Environmental Pollution by Energy Facilities

I.Yu. Novoselova^а, A.L. Novoselov^б

^а Financial University, Moscow, Russia;

^б Gubkin Russian State University of Oil and Gas, Moscow, Russia

ABSTRACT

The subject of the study is energy facilities, which are among the largest pollutants of atmospheric air due to the growth of housing construction and increased traffic load on the urban street and road network. In turn, the correct assessment of environmental pollution currently and in the future depends on decision-making on the technical renovation of energy facilities.

© Новоселова И.Ю., Новоселов А.Л., 2025

The purpose of the work is to establish alternative methods for the economic assessment of environmental pollution from the activities of energy facilities and alternative tools for protecting the biosphere, which prevents harm (damage) to living organisms from emissions of harmful substances. The article considers indicators that allow comprehensively characterizing the environmental situation in the region, including the regional index of anthropogenic transformation; anthropogenic pressure coefficient; level of environmental tension; ergodemographic index; coefficient of natural protection. The options for the economic assessment of damage from atmospheric air pollution are given.

The result of the work was the development of proposals to improve existing methods of economic assessment of environmental harm (damage) from emissions of harmful substances due to the mandatory inclusion in the calculation of a coefficient that takes into account regional characteristics and population density.

It is concluded that the procedure proposed in the article for assessing the damage caused to the environment by emissions of harmful substances can be applied at the forecasting stage during the period of immutability of technological processes occurring at energy facilities.

Keywords: sustainable development; environmental situation; environmental damage; population density

For citation: Novoselova I.Yu., Novoselov A.L. Alternative methods of economic assessment of environmental pollution by energy facilities. *Ekonomika. Nalogi. Pravo = Economics, taxes & law*. 2025;18(2):67-76. (In Russ.). DOI: 10.26794/1999-849X-2025-18-2-67-76

ВВЕДЕНИЕ

Оценка состояния окружающей среды региона необходима для принятия решений о строительстве жилищного фонда, размещении промышленных предприятий, обустройстве экскурсионных и туристических маршрутов не только в сфере экологической реабилитации посредством выполнения комплекса специальных природоохранных и режимных мероприятий, но и в распределении инвестиций для социально-экономического развития [1–4].

Повышение качества жизни населения регионов требует надежного инструментария прогнозирования состояния окружающей среды [5; 6] с учетом состояния транспортной сети, увеличения интенсивности транспортных потоков, строительства новых промышленных предприятий, включая металлургические заводы, а также объекты энергетики (генерирующие компании и др.) [7–9].

В настоящее время существует множество показателей, позволяющих всесторонне характеризовать экологическую ситуацию в регионе и включающих:

- региональный индекс антропогенной преобразованности;
- коэффициент антропогенного давления;
- уровень экологической напряженности;
- эргодемографический индекс;
- коэффициент естественной защищенности.

Первые четыре критерия оценки экологического состояния в регионе могут быть использованы только для сравнительной оценки, поскольку пороговых величин для этих критериев нет. Кроме того, эти критерии базируются на экспертных оценках, что снижает объективность расчетов. Эргодемографический индекс, рассчитываемый исходя из

потребления энергии на единицу рассматриваемой территории, требует значительного объема информации из различных источников. Поэтому он редко используется на практике и не имеет пороговых значений. Коэффициент естественной защищенности, указывающий на рост устойчивости эколого-хозяйственного баланса территории, основывается на статистической информации, доступной в территориальном кадастре, т.е. объективной информации, и рассчитывается по формуле

$$K_i^{e.з} = \frac{S_{i1} + 0,8S_{i2} + 0,6S_{i3} + 0,4S_{i4}}{S_i^{\Sigma}}, \quad (1)$$

где S_i^{Σ} — суммарная площадь i -го региона, км²; S_{ik} — площадь i -го региона в соответствии с k -й степенью антропогенной нагрузки (табл. 1), км².

Можно с некоторым скептицизмом отнестись к упрощенным коэффициентам, на которые умножаются площади в числителе при расчете коэффициента естественной защищенности, но этот недостаток можно исправить, если установить собственные шкалы для каждого региона. Их пороговые числа целесообразно основывать на структурных «числах» греческого архитектора Доксиадиса, которые задают идеальное соотношение природных и антропогенно измененных ландшафтов.

Наиболее предпочтительным для оценки негативного воздействия объектов энергетики на атмосферный воздух является показатель экономической оценки вреда (ущерба), причиняемого выбросами вредных веществ в процессе производства электроэнергии и тепла [10; 11]. Для экономической оценки вреда (ущерба), причиняемого выбросами вредных

Таблица 1 / Table 1

**Деление видов использования земель для расчета коэффициента естественной защищенности /
Division of types of land use for calculating the coefficient of natural protection**

Степень антропогенной нагрузки, k / Degree of anthropogenic load, k	Оценка антропогенной нагрузки / Assessment of anthropogenic load	Вид использования земель / Type of land use
1	Очень низкая / Very low	Природоохранные земли и земли запаса / Conservation and reserve lands
2	Низкая / Low	Земли лесного фонда, сенокосы, земли под многолетними культурами, леса ограниченного использования / Forest fund lands, hayfields, lands under perennial crops, forests of limited use
3	Средняя / Average	Земли водного фонда, пастбища, рекреационные земли / Water fund lands, pastures, recreational lands
4	Высокая / High	Пахотные земли и ареалы интенсивных рубок, используемые нерационально / Arable lands and areas of intensive logging, used irrationally
5	Очень высокая / Very high	Орошаемые и осушаемые земли, садово-огородные участки / Irrigated and drained lands, horticultural plot
6	Высшая / Super	Земли промышленности, транспорта, городов, поселков, инфраструктуры, нарушенные земли / Lands of industry, transport, cities, towns, infrastructure, disturbed lands

Источник / Source: [9].

веществ в атмосферный воздух, разработан ряд методик, которые рассматриваются ниже.

СУЩЕСТВУЮЩИЕ МЕТОДЫ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ УЩЕРБА ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Методы осуществления экономических оценок вреда (ущерба) от загрязнения трех составляющих окружающей среды (атмосферного воздуха, водной среды, земель) появились в нашей стране еще в середине 1980-х гг. В основе этих методик находится произведение удельной величины ущерба на массу выброса загрязняющего вещества [12; 13]. Поскольку при эксплуатации ТЭС и промышленных предприятий в атмосферный воздух выбрасываются различные вещества $j = 1, 2, \dots, n$ в объеме m_j (тыс. т/год), были предложены два варианта перевода выброса в тыс. т/год в стоимостную оценку¹:

- перемножение удельной оценки ущерба от каждого вещества P_j (тыс. руб./т) на выбросы соответствующих веществ, т.е. $P_j m_j$. Это позволяет просуммировать получившиеся стоимостные

оценки ущербов по каждому из анализируемых веществ, чтобы получить итоговую экономическую оценку ущерба;

- приведение всех анализируемых выбросов к условным тоннам с учетом коэффициента вредности A_j (усл. т) каждого вещества, т.е. $A_j m_j$, а затем найти произведение удельной величины ущерба от выброса одной условной тонны γ_j (руб./усл. т) на суммарную величину выбросов, приведенных к условному веществу:

$$\gamma_j \times \sum_{j=1}^m A_j m_j.$$

Вышеуказанные варианты экономической оценки ущерба от загрязнения атмосферного воздуха эквивалентны, но установлены в методиках, утвержденных в разные годы. В эти формулы вводятся коэффициенты, отражающие специфику загрязняемых территорий, индекс-дефлятор и др. На протяжении сорока лет эти методики усовершенствовались, и в настоящее время на уровне Минприроды России действует ряд методик, например Методика исчисления размера вреда, причиненного атмосферному воздуху как компоненту природной среды², в которой реали-

¹ Утверждена приказом Минприроды России от 28.01.2021 № 59.

² Там же.

зуется первый вариант перевода объема выбросов в натуральном выражении в стоимостную оценку:

$$Y = \sum_{j=1}^n T_j \times m_j \times K_{ин} \times K_{опр}, \quad (2)$$

где T_j — такса расчета вреда от выброса j -вредного вещества, руб./т; m_j — годовая масса выбросов j -вредного вещества, т / год; $K_{ин}$ — коэффициент, учитывающий изменение потребительских цен на товары и услуги в России за рассматриваемый период; $K_{опр}$ — коэффициент, который для особо охраняемых территорий принимается на уровне 2, а всех прочих — 1.

Второй вариант определения стоимостной оценки исходя из выброса вредных веществ в натуральном выражении использован в ряде методик³ 1999 и 2005 гг. Для экономической оценки ущерба применяется формула

$$Y = \gamma \times J_{деф} \times \alpha \times \sum_{j=1}^m A_j m_j, \quad (3)$$

где γ — удельная оценка ущерба от загрязнения атмосферного воздуха, руб./усл. т; $J_{деф}$ — индекс-дефлятор, позволяющий осуществлять удельную оценку ущерба к моменту проведения расчетов; α — коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния атмосферного воздуха территорий.

Если во второй методике вредность веществ учитывается непосредственно на основе использования коэффициентов экологической опасности каждого из загрязняющих веществ, то в первой методике размер ущерба j -вредного вещества заложен в индивидуальные таксы каждого вещества, что является отличием рассматриваемых методик. Кроме того, в самой первой методике оценки экономического ущерба⁴ предложено использование показателя относительной опасности загрязнения атмосферного воздуха над территориями различных типов, включая города с различной плотностью населения. Представляется правильным учитывать данный показатель при расчете размера ущерба, поскольку чем выше плотность населения, тем больше размер ущерба.

³ Временная методика определения предотвращаемого экологического ущерба. Государственный комитет Российской Федерации по охране окружающей среды. М.: 1999. 41 с.

⁴ Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды. М.: Экономика; 1986.

АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ УЩЕРБА ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Альтернативой рассмотренных выше подходов к стоимостной оценке ущерба от загрязнения атмосферного воздуха на основе объемов потребления топлива (угля, нефти, природного газа и др.) может быть использование контаминационных эквивалентов⁵ энергии благодаря наличию соотношения потребления энергии в условных тоннах выбросам в атмосферный воздух образующихся вредных веществ. Это соотношение является постоянным для определенных технологий, используемых в промышленном производстве, энергетике, на транспорте. Контаминационный коэффициент для любого года t можно определить по формуле

$$K_t = \frac{\sum_{j=1}^m A_j m_{jt}}{\sum_{l=1}^L E_l v_{lt}}, \quad t = 1, 2, \dots, \tau, \quad (4)$$

где E_l — коэффициент для перевода l -го вида топлива в условное топливо, равный отношению теплотенности 1 кг топлива данного вида к теплотенности 1 кг условного топлива⁶;

v_{lt} — объем потребляемого в год t топлива l -го вида в натуральном измерении (тыс. т, тыс. м³);

m_{jt} — масса выбросов j -вредного вещества в год t , т/год;

Поскольку между энергопотреблением и природоемкостью производства имеется почти линейная функциональная зависимость экономической оценки ущерба от загрязнения атмосферного воздуха вредными веществами, можно определить среднее значение контаминационного коэффициента:

$$\bar{K} = \frac{\sum_{t=1}^{\tau} K_t}{\tau}. \quad (5)$$

Благодаря использованию этого коэффициента можно установить ожидаемую величину ущерба, взяв за базу формулу (3):

$$Y = \gamma \times J_{деф} \times \alpha \times \bar{K} \times \sum_{l=1}^L e_l v_l. \quad (6)$$

⁵ Контаминационный коэффициент — общая масса техногенных загрязнителей среды, приходящаяся на единицу потребленной энергии.

⁶ Условное топливо — единица учета органического топлива, теплота сгорания 1 кг или 1 м³, равная 7000 ккал.

В результате будут получены верхний и нижний пределы экономической оценки ущерба от загрязнения атмосферного воздуха.

ПРИМЕР РАСЧЕТОВ И АНАЛИЗА РАЗЛИЧНЫХ ПОДХОДОВ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ОБЪЕКТАМИ ЭНЕРГЕТИКИ

Рассмотрим применение вышеприведенных методов экономической оценки ущербов на данных московских энергетических предприятий. Из годовых отчетов ПАО «Мосэнерго»⁷ были взяты данные о загрязнении атмосферного воздуха основными вредными веществами — твердыми частицами, диоксидом серы, оксидом углерода и оксидами

азота (табл. 2), а также объемы потребления природного газа, который используется на московских ТЭЦ (табл. 3).

В последней строке табл. 3 выполнен пересчет потребленного природного газа в тысячи тонн условного топлива (далее — тут)⁸. На основе приведенных исходных данных следует провести расчеты экономической оценки ущерба с использованием методов, приведенных в вышеуказанных методиках, и альтернативного подхода.

Для того чтобы воспользоваться методикой исчисления размера вреда окружающей среде по формуле (2), необходимо наряду с фактическими данными, взятыми из табл. 3, использовать таксы расчета вреда от выброса рассматриваемых вредных веществ и задать коэффициент, учитывающий

⁷ URL: <https://mosenergo.gazprom.ru/investors/reports/yearly-reports>.

⁸ В соответствии с приказом Минэкономразвития России (от 15.07.2020 № 425) 1 тыс. м³ соответствует 1,154 тут.

Таблица 2 / Table 2

Загрязнение атмосферного воздуха московскими ТЭЦ / Atmospheric air pollution by Moscow thermal power plants

Наименование веществ-загрязнителей / Name of the polluting substances	Объемы выбросов загрязняющих веществ, тыс. т / Emissions of pollutants, thousand tons				
	2019	2020	2021	2022	2023
Твердые вещества / Solid substances	0,1	0,2	0,099	0,03	0,622
Диоксид серы / Sulfur dioxide	3,6	3	0,916	2,476	0,936
Оксид углерода / Carbon monoxide	1,362	1,318	1,275	1,053	1,278
Оксиды азота / Nitrogen oxides	30,8	29,1	34,244	32,523	32,655

Источник / Source: годовые отчеты ПАО «Мосэнерго» за 2019–2023 гг. / Annual reports of Mosenergo PJSC for 2019–2023. URL: <https://mosenergo.gazprom.ru/investors/reports/yearly-reports>.

Таблица 3 / Table 3

Годовое потребление природного газа ТЭЦ Москвы / Annual consumption of natural gas at the Moscow thermal power plants

Показатель / Indicator	Потребление природного газа по годам / Natural gas consumption by year				
	2019	2020	2021	2022	2023
Природный газ, млн куб. м / Natural gas, million cubic meters	21 240	19 730	23 214	23 136	22 062
Природный газ, тут / Natural gas, tons of conventional fuel	24 511	22 768	26 788	26 687,4	25 459

Источник / Source: годовые отчеты ПАО «Мосэнерго» за 2019–2023 гг. URL: <https://mosenergo.gazprom.ru/investors/reports/yearly-reports> / annual reports of Public Joint Stock Company Mosenergo for 2019–2023. URL: <https://mosenergo.gazprom.ru/investors/reports/yearly-reports>.

изменение потребительских цен на товары и услуги в России за рассматриваемый период (принят равным единице). При этом коэффициент особо охраняемых территорий принимается на уровне 1. Результаты расчетов представлены в *табл. 4*.

Рассмотрим применение формулы (6), для которой прежде всего необходимо определить суммарное загрязнение с учетом коэффициентов вредности загрязняющих веществ (*табл. 5*).

В случае использования формулы (6) при коэффициенте экологической ситуации и экологической значимости состояния атмосферного воздуха территорий Центрального района, равных 1,6, и удельной величине ущерба, скорректированной на индекс-дефлятор, которая оказалась равной 5 тыс. руб., были проведены расчеты экономической оценки ущерба на *рис. 1*.

Сравнение двух методов показывает, что полученные оценки экономического ущерба во втором методе значительно выше, чем в первом. Это обусловлено наличием коэффициента экологической ситуации, которая для Центрального федерального округа равна 1,6, тогда как в первом методе используется коэффициент особо охраняемых территорий, равный при расчете единице. Следует отметить, что

территориальные оценки во втором методе более обоснованы.

Альтернативный расчет экономической оценки ущерба от загрязнения атмосферного воздуха требует использования данных *табл. 3* и суммарных объемов загрязнения в тут. Расчет по формулам (4)–(6) показывает, что динамика ущерба повторяет динамику потребления топлива (*рис. 2*), коэффициент парной корреляции равен 0,817. В *табл. 6* для сравнения представлены экономические оценки ущерба от загрязнения атмосферного воздуха, полученные на основе формулы (3) и альтернативного метода с помощью формулы (6).

Расхождение результатов расчета составило 0,62%, поэтому можно доверять использованию альтернативного метода расчета, основанного на исчислении ущерба (вреда) выбросами предприятиями генерации энергии (ТЭЦ, ТЭС, ГРЭС и котельных) в зависимости от объема потребляемого топлива.

ВЫВОДЫ

Анализ методов оценки загрязнения окружающей среды показывает значительное разнообразие используемого инструментария и возможностей анализа экологических последствий функционирования

Таблица 4 / Table 4

Расчет экономической оценки ущерба московскими ТЭЦ по формуле (2) / Calculation of the economic assessment of damage by Moscow thermal power plants according to the formula (2)

Наименование веществ-загрязнителей / Name of the polluting substances	Такса, руб./т / Payment fees, RUB/ton	Стоимостная оценка ущерба, млн руб. / Cost estimate of the damage, million rubles				
		2019	2020	2021	2022	2023
Твердые вещества / Solid substances	344 850	34,49	68,97	34,14	10,35	214,50
Диоксид серы / Sulfur dioxide	110 723	398,60	332,17	101,42	274,15	103,64
Оксид углерода / Carbon monoxide	5000	6,81	6,59	6,38	5,27	6,39
Оксиды азота / Nitrogen oxides	64 289	1980,10	1870,81	2201,51	2090,87	2099,36
Экономическая оценка ущерба / Economic assessment of damage		2420,00	2278,54	2343,45	2380,63	2423,88

Источник / Source: годовые отчеты ПАО «Мосэнерго» за 2019–2023 гг. URL: <https://mosenergo.gazprom.ru/investors/reports/yearly-reports/> / annual reports of Public Joint Stock Company Mosenergo for 2019–2023, URL: <https://mosenergo.gazprom.ru/investors/reports/yearly-reports/>

Таблица 5 / Table 5

Результаты расчета суммарного приведенного выброса при загрязнении атмосферного воздуха московскими ТЭЦ по формуле (6) / The results of calculating the total reduced emissions from atmospheric air pollution by Moscow thermal power plants according to the formula (6)

Наименование веществ-загрязнителей / Name of the polluting substances	Коэффициент приведения, усл. т/т* / Reduction coefficient, con.t/t	Годовые значения приведенного выброса по веществам, тыс. усл. тонн / Annual values of the reduced emissions by substances, thousand con.tons				
		2019	2020	2021	2022	2023
Твердые вещества / Solid substances	2,7	0,27	0,54	0,27	0,08	1,68
Диоксид серы / Sulfur dioxide	20	72,00	60,00	18,32	49,52	18,72
Оксид углерода / Carbon monoxide	0,4	0,54	0,53	0,51	0,42	0,51
Оксиды азота / Nitrogen oxides	16,5	508,20	480,15	565,03	536,63	538,81
Сумма приведенного выброса / The amount of the reduced emission		581,01	541,22	584,12	586,65	559,72
Экономическая оценка ущерба / Economic assessment of damage		2420,00	2278,54	2343,45	2380,63	2423,88

*Примечание / Note: взято из табл. 1 приложения 1 временной методики определения предотвращаемого экологического ущерба, 1999 / taken from Table 1 of Appendix 1 of the provisional methodology for determining avoidable environmental damage, 1999.

Источник / Source: составлено авторами / compiled by the authors.

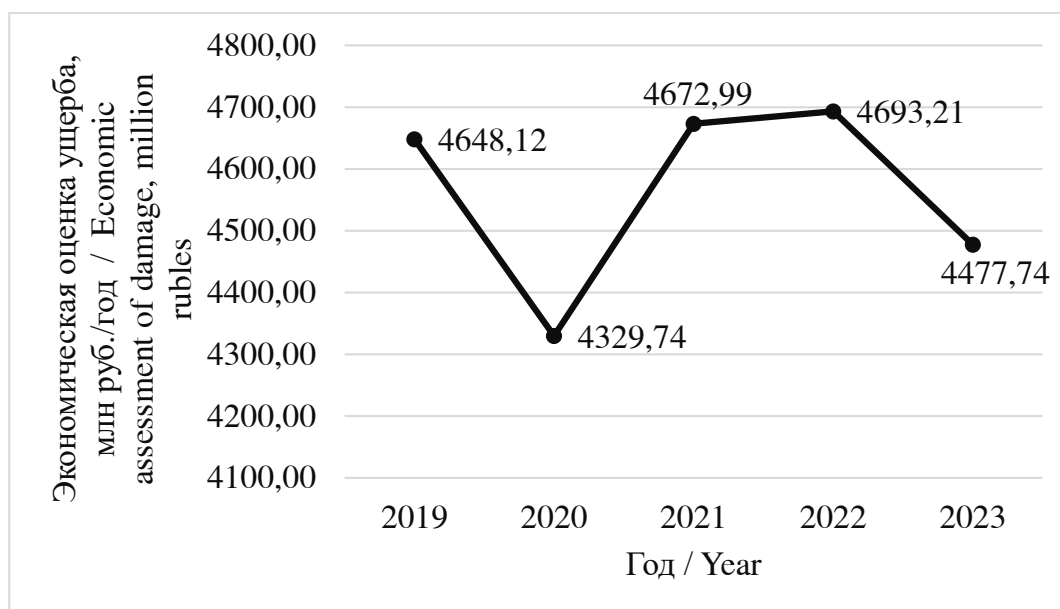


Рис. 1 / Fig.1. Экономическая оценка ущерба от загрязнения атмосферного воздуха объектами энергетики / Economic assessment of damage caused by atmospheric air pollution by energy facilities

Источник / Source: составлено авторами / compiled by the authors.

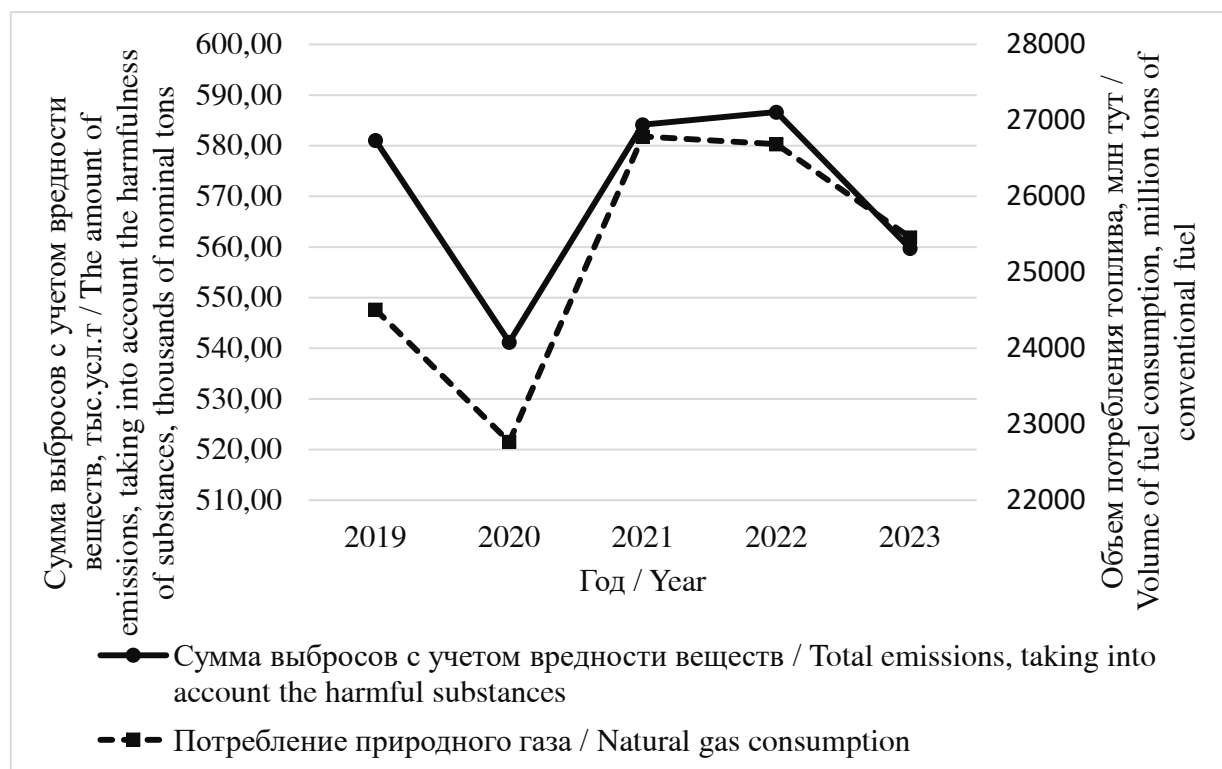


Рис. 2 / Fig.2. Сравнение динамики суммарного выброса и потребления топлива на московских ТЭЦ / Comparison of the dynamics of total fuel emissions and consumption at Moscow thermal power plants

Источник / Source: составлено авторами / compiled by the authors.

Таблица 6 / Table 6

Результаты оценки экономической оценки ущерба с использованием двух методов / The results of the economic damage assessment using two methods

Применяемые методы / Applied methods	Значение экономической оценки ущерба, млн руб. / The value of the economic assessment of damage, million rubles				
	2019	2020	2021	2022	2023
Экономическая оценка ущерба по формуле (3) / Economic damage assessment according to the formula (3)	4648,12	4329,74	4672,99	4693,21	4477,74
Экономическая оценка ущерба по формуле (6) / Economic damage assessment according to the formula (6)	4441,30	4125,55	4853,88	4835,66	4613,07

Источник / Source: составлено авторами / compiled by the authors.

промышленных предприятий, включая объекты энергетики. Недостатком последних методик является отсутствие в них коэффициента, учитывающего региональные особенности и плотность населения. Такой коэффициент позволит повысить объектив-

ность расчета экономической оценки вреда (ущерба) от загрязнения атмосферного воздуха, выработать эффективные технологические решения по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и уменьшению расхода топлива [14; 15].

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Novoselov A., Potravny I., Novoselova I. Yu. et al. Harmonization of interests during Arctic industrial development: The case of mining corporation and indigenous peoples in Russia. *Polar Science*. 2023;35:100915. DOI: 10.1016/j.polar.2022.100915
2. Elena Z.A Business management model in the circular economy: Technological solutions for plastic recycling. *Revista de Gestao Social e Ambiental*. 2024;18(10):109398. DOI: 10.24857/rgsa.v18n10-275
3. Dmitrieva D. Russian arctic mineral resources sustainable development in the context of energy transition, ESG Agenda and Geopolitical Tensions. *Energies*. 2023;16(13):5145. DOI: 10.3390/en16135145
4. Makarova I., Makarov D., Gubacheva L. et al. Assessment of Environmental risks during the implementation of infrastructure projects in the arctic region. *Infrastructures*. 2024;9(9):148. DOI: 10.3390/infrastructures9090148
5. Shinkevich A. I. Development of a methodology for forecasting the sustainable development of industry in Russia based on the tools of factor and discriminant analysis. *Mathematics*. 2022;10(6). DOI: 10.3390/math10060859
6. X. Xu, Zh. Zhu, L. Ye et al. Ultimate pit limit optimization method with integrated consideration of ecological cost, slope safety and benefits: A case study of heishan open pit coal mine. *Sustainability*. 2024.16(13):5393. DOI: 10.3390/su16135393
7. Waldhoff S, Anthoff D, Rose S. The marginal damage costs of different greenhouse gases: An application of FUND. *Economics*. 2014(8):13. DOI: 10.5018/economics-ejournal. ja.2014-316
8. Новоселова И.Ю. Социо-эколого-экономический выбор маршрута нефтепровода. *Проблемы региональной экологии*. 2024;(5):85–90. DOI: 10.24412/1728–323X-2024–5–85–89
Novoselova I. Yu. Socio-ecological-economic choice of the oil pipeline route. *Problemy regional'noy ekologii = The problems of regional ecology*. 2024;(5):85–90. (In Russ). DOI: 10.24412/1728–323X-2024–5–85–89
9. Трапезникова И.С. Экономическая оценка комплексного ущерба от деятельности предприятий добывающей промышленности с учетом экологического фактора. *Экономика и управление: проблемы, решения*. 2022;122(3):10–14. DOI: 10.36871/ek.up.p.r.2022.02.03.002
Trapeznikova I.S. Economic assessment of complex damage from the activities of enterprises of the extractive industry taking into account the environmental factor. *Ekonomika i upravleniye: problemy, resheniya = Economy and management: problems, solutions*. 2022;122(3):10–14. (In Russ). DOI: 10.36871/ek.up.p.r.2022.02.03.002
10. Медведева О.Е., Артеменков А.И. Оценка ущерба от загрязнения атмосферного воздуха в России. Современные подходы и методика. *Имущественные отношения в РФ*. 2019;215(8):31–42. DOI: 10.24411/2072–4098–2019–10802
Medvedeva O.E., Artemenkov A.I. Assessment of damage from air pollution in Russia. Modern approaches and methods. *Imushchestvennyye otnosheniya v RF = Property relations in the Russian Federation*. 2019;215(8):31–42. (In Russ). DOI: 10.24411/2072–4098–2019–10802
11. Соловьева С.В., Фильченкова О.А., Медведева О.Е. Оценка ущерба (вреда) от загрязнения атмосферного воздуха для стимулирования внедрения наилучших доступных технологий в России. *Имущественные отношения в РФ*. 2019;216(9):35–45. DOI: 10.24411/2072–4098–2019–10902
Solovieva S.V., Filchenkova O.A., Medvedeva O.E. Assessment of damage (harm) from air pollution to stimulate the implementation of the best available technologies in Russia. *Imushchestvennyye otnosheniya v RF = Property relations in the Russian Federation*. 2019;216(9):35–45. (In Russ). DOI: 10.24411/2072–4098–2019–10902
12. Артамонов Г.Е., Васенев И.И., Гутников В.А. Экологическая оценка углеродного и азотного следа объектов тепловой энергетики в условиях города Москвы. *Экология урбанизированных территорий*. 2023;(4):16–25. DOI: 10.24412/1816–1863–2023–4–16–25
Artamonov G.E., Vasenev I.I., Gutnikov V.A. Ecological assessment of the carbon and nitrogen footprint of thermal power plants in the conditions of Moscow. *Ekologiya urbanizirovannykh territoriy = Ecology of urbanized territories*. 2023;(4):16–25. (In Russ). DOI: 10.24412/1816–1863–2023–4–16–25
13. Afanasieva O.R., Adamenko A.P., Shumakov S.A., Zarapina L.V., Mukhlylina M.M. Economic and legal aspects of compensation for environmental damage. *Journal of Environmental and Tourism*. 2020;11:43. DOI: 10.14505/jemt.v11.3(43).03

14. Росляков П.В., Рыбаков Б.А., Савитенко М. Оценки возможностей снижения выбросов парниковых газов при сжигании топлив в котлах ТЭС и котельных. *Теплоэнергетика*. 2022;(9):97–106. DOI: 10.56304/S 0040363622090041
Roslyakov P.V., Rybakov B.A., Savitenko M. Assessment of the possibilities of reducing greenhouse gas emissions during combustion of fuels in boilers of thermal power plants and boiler houses. *Teploenergetika = Thermal Power Engineering*. 2022;(9):97–106. (In Russ). DOI: 10.56304/S 0040363622090041
15. Сибгатуллин А., Ишков А., Петличенко К. Оценка потенциала снижения выбросов парниковых газов с учетом перспектив развития газификации регионов России. *Энергетическая политика*. 2023;189(10):31–42. DOI: 10.46920/2409–5516_2023_10189_30
Sibgatullin A. Ishkov, K. Petlichenko. Assessment of the potential for reducing greenhouse gas emissions, taking into account the prospects for the development of gasification of Russian regions. *Energeticheskaya politika = Energy Policy*. 2023;189(10):31–42. (In Russ). DOI: 10.46920/2409–5516_2023_10189_30

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / ABOUT OF THE AUTHORS

Ирина Юрьевна Новоселова — доктор экономических наук, профессор кафедры отраслевых рынков факультета экономики и бизнеса, Финансовый университет, Москва, Россия

Irina Yu. Novoselova — Dr. Sci. (Econ.), Prof. of Department of Industry, Markets, Faculty of Economics and Business, Financial University, Moscow, Russia

<https://orcid.org/0000-0002-5054-0676>

Автор для корреспонденции / Corresponding author:

iunov2010@yandex.ru

Андрей Леонидович Новоселов — доктор экономических наук, профессор кафедры экономики нефтяной и газовой промышленности, Российский государственный университет нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина, Москва, Россия

Andrey L. Novoselov — Dr. Sci. (Econ.), Prof. of Department of Economics of the Oil and Gas Industry, Gubkin Russian State University of Oil and Gas (NRU), Moscow, Russia

<https://orcid.org/0000-0003-1495-4836>

alnov2004@yandex.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflicts of Interest Statement: The authors have no conflicts of interest to declare.

Статья поступила 15.01.2025; принята к публикации 25.03.2025.

The article was received 15.01.2025; accepted for publication 25.03.2025.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

The authors read and approved the final version of the manuscript.