

тронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902111644> (дата обращения: 1.11.2022).

4. «Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях» от

30.12.2001 N 195-ФЗ (ред. от 04.11.2022)». – Текст: электронный // КонсультантПлюс. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34661/9a42a7dcbc6d4d4b091d2e491b723161b4912163/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34661/9a42a7dcbc6d4d4b091d2e491b723161b4912163/) (дата обращения: 1.11.2022).

**УДК 614.7**

*д.м.н., профессор, профессор кафедры «Экология и безопасность деятельности человека»,  
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,  
e-mail: vmprusak@yandex.ru*

**Прусакова Александра Валерьевна,**

*к.м.н., доцент, доцент кафедры «Экология и безопасность деятельности человека»,  
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,  
e-mail: alprus@mail.ru*

**Федоров Дмитрий Александрович,**

*обучающийся, кафедра «Экология и безопасность деятельности человека»,  
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»*

## **ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЩЕРБА ОТ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ В АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ В ПЕРИОД ТРАНСФОРМАЦИОННОГО КРИЗИСА В СТРАНЕ**

*Prusakov V.M., Prusakova A.V., Fedorov D.A.*

## **ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL DAMAGE FROM POLLUTANT EMISSIONS INTO THE ATMOSPHERIC AIR IN THE PERIOD OF TRANSFORMATIONAL CRISIS IN THE COUNTRY**

**Аннотация.** В статье представлены результаты анализа динамики воздействия выбросов основных загрязнителей от стационарных источников и автотранспорта в Иркутской области на атмосферный воздух в период кризиса трансформации экономики (в период перехода от централизованной социалистической экономики к рынку) с использованием методики получения укрупненной эколого-экономической оценки ущерба.

**Ключевые слова:** выбросы, загрязняющие вещества, трансформационный кризис, экологический ущерб.

**Abstract.** The article presents the results of the analysis of the dynamics of the impact of emissions of the main pollutants from stationary sources and vehicles in the Irkutsk region on the atmospheric air during the crisis of economic transformation (during the transition from a centralized socialist economy to a market economy) using the methodology for obtaining an integrated environmental and economic assessment damage.

**Keywords:** emissions, pollutants, transformational crisis, environmental damage.

С начала 90-х годов XX в. экономика России переживает один из наиболее глубоких и продолжительных кризисов – кризис трансформации в экономике, вызванный переходом от централизованной социалистической экономики к рынку. Однако экономика России начала выходить из кризиса [1].

Трансформационный цикл в России длился 18 лет, с 1990 г. по 2007 г. При этом спад производства продолжался 9 лет с 1990 г. по 1998 г., (фаза кризиса). Столько же лет с 1999 г. по 2007 г. ушло на то, чтобы по объему валового продукта выйти на предкризис-

ный уровень (фаза оживления). Таким образом, в целом за 18 лет развития Россия обеспечила нулевой прирост экономики. В 1998 г. было достигнуто дно экономического кризиса, Объем ВВП с 1990 г. по 1998 г. сократился на 44,3 %. На основе более благоприятных расчетов считают, что к 2007 г. Россия только восстановила уровень ВВП 1989 г., а трансформационный цикл завершился [2].

Согласно представленным данным, резкий переход от административной к рыночной экономике сопровождается самым глубоким падением производства за всю ис-

торию страны. Это, в свою очередь, позволяет предполагать подобную динамику валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу области и промышленных городов, а, следовательно, и соответствующие изменения динамики наносимого экологического ущерба от их воздействия.

В статье представлены результаты изучения динамики валовых выбросов основных вредных веществ от источников хозяйственной и иной деятельности в Иркутской области в период трансформационного кризиса с помощью интегрального эколого-экономического показателя их воздействия на условия жизнедеятельности населения.

Для достижения цели выполнили:

- формирование необходимого для исследования массива данных о валовых выбросах в атмосферу основных контролируемых загрязнителей по Иркутской области и в периоды времени, отражающие динамику ВВП в 1991-2010 гг.;

- расчет и оценку динамики показателей общего состоявшегося и не состоявшегося натурального ущерба от выбросов в атмосферный воздух вредных веществ по Иркутской области в результате осуществления преобразований хозяйственной деятельности в период 1991-2010 гг.;

- определение и оценку динамики показателей состоявшегося и несостоявшегося (предотвращенного) прогнозируемого экологического ущерба от воздействия выбросов в атмосферный воздух вредных веществ по области в результате осуществления преобразований хозяйственной деятельности в период 1991-2010 гг.

Динамика изучалась по среднегодовым показателям следующих 3-х летних отрезков изучаемого периода: 1991-1993 гг., 1997-1999 гг., 2001-2003 гг. и 2008-2010 гг.

Выбор масштаба исследования на уровне области в большей мере отвечал характеру процессов трансформации хозяйственно-экономической деятельности в стране.

В работе использовали:

- а) данные, опубликованные в ежегодных государственных докладах «О состоянии окружающей природной среды Иркутской области» (за 1991-2010 гг.);

- б) основные положения методики получения укрупненной эколого-экономической оценки ущерба, предотвращаемого в результате осуществления государственного экологического контроля, реализации разно-

образных экологических программ и природоохранных мероприятий в области охраны окружающей природной среды и т. п. [3].

Предметом изучения являлась динамика выбросов основных загрязнителей атмосферного воздуха пыли, диоксида серы, оксидов азота (в пересчете на диоксид азота), окиси углерода и углеводородов от стационарных и передвижных источников и возможного их воздействия на окружающую среду по области в целом.

На территории Иркутской области расположены крупнейшие предприятия теплоэнергетики, переработки нефти, цветной металлургии, химической и нефтехимической, лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной, легкой и пищевой промышленности, которые определяют количественный и качественный состав выбрасываемых загрязняющих веществ в атмосферу. Дополнительный вклад в загрязнение воздушного бассейна вносят большое количество мелких котельных, жилой сектор с печным отоплением, автотранспорт, лесные и торфяные пожары.

Особо следует отметить, что основная часть предприятий осуществляет определение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу расчетным путем, что допустимо по существующему законодательству, и только небольшая группа предприятий определяет выбросы на основании прямых замеров. Кроме того, не маловажную роль в состоянии атмосферы городов играет частный сектор (домовые печи), использующий в качестве топлива дрова и уголь и имеющий низкие источники выбросов. Это значительно искажает реальную картину [4].

В данной работе в качестве оцениваемой группы источников рассматриваются все выше перечисленные источники и автотранспорт в области как единый «приведенный» источник [3].

В качестве показателей воздействия выбросов на окружающую среду использовали:

- приведенную массу выбросов загрязняющих веществ (как индикатор натурального ущерба), поступивших и не поступивших от учитываемых источников выбросов в атмосферный воздух в результате осуществления преобразований хозяйственной деятельности в области в течение наблюдаемых периодов времени, тыс. усл. тонн;

– экономическая оценка прогнозируемого нанесенного (предотвращенного) экологического ущерба от не поступивших в атмосферный воздух выбросов загрязняющих веществ в течение выше указанных периодов времени, тыс. руб./год.

Величина приведенной массы загрязняющих веществ в условных тоннах позволяет в сопоставимом виде отразить вредность или эколого-экономическую опасность всей суммы разнообразных загрязнителей, поступающих в атмосферный воздух от различных источников на территории. Для каждого загрязнителя приведенная масса определяется умножением его удаляемой массы выброса в тоннах на коэффициент относительной эколого-экономической опасности  $i$ -го загрязняющего вещества ( $K_{эi}$ ), который используется для каждого загрязнителя из методических указаний (таблица 2, Приложение 2) [3] или определяется по формуле:

$$K_{эi} = 1/PДК_{iCC}, \quad (1)$$

где  $PДК_{iCC}$  – среднесуточная предельно допустимая концентрация.

Приведенная масса загрязняющих веществ, в определенной мере, отражает возможный натуральный ущерб при реализации выше отмеченных вредности или опасности указанных веществ.

Приведенная масса ( $M_{П}$ ) загрязняющих веществ (условная тонна), поступающая в атмосферный воздух области в каждый наблюдаемый срок периода преобразований производственно-хозяйственной деятельности, рассчитывается по общей формуле:

$$M_{П} = \sum m_i \cdot K_{эi}, \quad (2)$$

где  $m_i$  – фактическая масса  $i$ -го загрязняющего вещества, поступившая в атмосферный воздух от стационарных и подвижных источников выбросов в наблюдаемый срок, тонн;

$K_{эi}$  – коэффициент относительной эколого-экономической опасности  $i$ -го загрязняющего вещества (см. выше), безразмерная величина.

Для наблюдаемого срока, в котором регистрируется снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух на территории области или города, определяется не поступившая приведенная масса ( $M_{ПН}$ ) по формуле:

$$M_{ПН} = M_{Писх} - M_{ПСН}, \quad (3)$$

где  $M_{Писх}$  – исходная приведенная масса выброса загрязняющих веществ в начале на-

блюдаемого периода преобразований, усл. тонн;

$M_{ПСН}$  – меньшая по сравнению с исходной приведенная масса выброса загрязняющих веществ в другой наблюдаемый срок периода преобразований, усл. тонн.

Оценка величины нанесенного (предотвращенного) экологического ущерба от загрязнения атмосферного воздуха стационарными и передвижными источниками выбросов проводится на основе показателей удельного ущерба для экономического района, представляющих собой удельные стоимостные оценки ущерба от выброса единицы (1 условной тонны) приведенной массы загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух. Расчет выполняется по формуле:

$$U_{пр} = U_{ун} \cdot M_{ПН} \cdot K_{э}, \quad (4)$$

где  $U_{пр}$  – нанесенный (предотвращенный) экологический ущерб от загрязнения атмосферного воздуха выбросами от стационарных и передвижных источников на  $г$ -ой территории в течение изучаемого периода времени в результате осуществления преобразований хозяйственной деятельности, тыс. руб.;

$U_{ун}$  – показатель удельного ущерба атмосферному воздуху, наносимого выбросом единицы приведенной массы загрязняющих веществ на конец отчетного периода времени для Иркутской области, 134 руб./усл.т. (индексация данных таблица 1, Приложение 2) [3];

$M_{ПН}$  – не поступившая в атмосферный воздух приведенная масса выбросов загрязняющих веществ в изучаемый срок, в который регистрируется снижение общей массы этих выбросов на территории области, усл. тонна;

$K_{э}$  – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния атмосферного воздуха территорий в составе Восточно-Сибирского экономического района России равный 1,4 [5].

Динамика общих выбросов основных загрязнителей атмосферного воздуха: твердых веществ, диоксида серы, оксида углерода, оксидов азота, углеводородов от стационарных и передвижных (автотранспорта) источников в период 1991-2010 гг. представлена осредненными за три года данными в 1991-1993 гг., 1997-1999 гг., 2001-2003 гг. и 2008-2010 гг. (таблица 1).

Таблица 1 - Динамика выбросов загрязнителей в атмосферу от стационарных источников и автотранспорта по Иркутской области в 1991-2010 гг. (по осредненным за 3 года значениям)

| Загрязнитель   | 1991-1993 гг. |           | 1997-1999 гг. |           | 2001-2003 гг. |           | 2008-2010 гг. |           |
|----------------|---------------|-----------|---------------|-----------|---------------|-----------|---------------|-----------|
|                | тыс. т./г     | % от исх. | тыс. т./г     | % от исх. | тыс. т./г     | % от исх. | тыс. т./г     | % от исх. |
| Всего          | 1569,517      | 100,0     | 667,300       | 42,52     | 989,932       | 63,07     | 955,316       | 60,87     |
| Твердые        | 261,955       | 100,0     | 158,500       | 60,51     | 148,006       | 56,50     | 111,168       | 42,44     |
| Диоксид серы   | 202,868       | 100,0     | 141,067       | 69,83     | 129,769       | 63,97     | 192,297       | 94,79     |
| Оксид углерода | 465,122       | 100,0     | 227,867       | 48,99     | 536,571       | 115,36    | 401,255       | 86,27     |
| Окислы азота   | 126,468       | 100,0     | 93,033        | 73,56     | 164,814       | 130,32    | 173,004       | 136,80    |
| Углеводороды   | 157,520       | 100,0     | 60,830        | 38,62     | 90,481        | 57,44     | 74,977        | 47,60     |

Массы выбросов отдельных загрязнителей имеют различные динамики, однако для всех общим является их снижение различной выраженности в 1997-1999 гг. Затем масса выбросов окиси углерода и углеводородов в 2001-2003 гг. возрастает, особенно первых двух, а в 2008-2010 гг. заметно снижается по отношению к предыдущему периоду. Выбросы твердых веществ снижаются в 1997-1999 гг., 2001-2003 гг. и в 2008-2010 гг. соответственно до 60,51 %, 56,50 % и 42,44 % от исходного периода. Напротив, выбросы диоксида азота после снижения до 73,56 % в 1997-1999 гг. в следующие трехлетия нарастают соответственно до 130,32 % и 136,80 %.

Динамики масс диоксида серы, окиси

углерода и окислов азота в общем соответствуют тренду динамики общей массы 5-ти веществ. Массы твердых загрязнителей и углеводородов снижаются на протяжении всех трех периодов наблюдения по отношению к исходным.

Динамика натурального ущерба, представленная поступившей в атмосферный воздух приведенной массой выбросов 5-ти загрязняющих веществ ( $M_{\Pi}$ ) в изучаемые сроки (таблица 2), так же демонстрирует более выраженное ее совпадение с динамикой ВВП, за исключением меньшего снижения уровня ущерба в конце фазы кризиса. В 1997-1999 гг. приведенная масса загрязняющих веществ выбросов в атмосферу уменьшилась на 31,2 %, а ВВП в 1998 г. – на 44,3 %.

Таблица 2 - Динамика натурального ущерба от основных загрязнителей и их суммы по Иркутской области в 1991-2010 гг.

| Загрязнитель           | 1991-1993 гг. |           | 1997-1999 гг. |           | 2001-2003 гг. |           | 2008-2010 гг. |           |
|------------------------|---------------|-----------|---------------|-----------|---------------|-----------|---------------|-----------|
|                        | тыс. усл. т/г | % от исх. | тыс. усл. т/г | % от исх. | тыс. усл. т/г | % от исх. | усл. тыс. т/г | % от исх. |
| $M_{\Pi}$ в том числе: | 7147,673      | 100,0     | 4918,063      | 68,8      | 5992,396      | 83,8      | 7213,646      | 100,9     |
| Твердые                | 707,2785      | 100,0     | 427,95        | 60,5      | 399,62        | 56,5      | 300,154       | 42,4      |
| Диоксид серы           | 4057,36       | 100,0     | 2821,34       | 69,5      | 2595,38       | 64,0      | 3845,94       | 94,8      |
| Оксид углерода         | 186,0488      | 100,0     | 91,147        | 49,0      | 214,628       | 115,4     | 160,502       | 86,3      |
| Окислы азота           | 2086,722      | 100,0     | 1535,045      | 73,6      | 2719,431      | 130,3     | 2854,566      | 136,8     |
| Углеводороды           | 110,264       | 100,0     | 42,581        | 38,6      | 63,337        | 57,4      | 52,484        | 47,6      |

Примечание:  $M_{\Pi}$  – приведенная масса ( $M_{\Pi}$ ) загрязняющих веществ, поступающая в атмосферный воздух.

Таблица 3 - Вклад отдельных загрязнителей в общий натуральный ущерб от основных загрязнителей по Иркутской области

| Загрязнитель     | 1991-1993 гг. |          | 1997-1999 гг. |          | 2001-2003 гг. |          | 2008-2010 гг. |          |
|------------------|---------------|----------|---------------|----------|---------------|----------|---------------|----------|
|                  | тыс. усл. т/г | Вкл. в % | тыс. усл. т/г | Вкл. в % | тыс. усл. т/г | Вкл. в % | усл. тыс. т/г | Вкл. в % |
| Мп, в том числе: | 7147,673      | 100,0    | 4918,063      | 100,0    | 5992,396      | 100,0    | 7213,646      | 100,0    |
| Твердые          | 707,2785      | 9,9      | 427,95        | 8,70     | 399,62        | 6,67     | 300,154       | 4,16     |
| Диоксид серы     | 4057,36       | 56,76    | 2821,34       | 57,37    | 2595,38       | 43,31    | 3845,94       | 53,315   |
| Окись углерода   | 186,0488      | 2,60     | 91,147        | 1,85     | 214,628       | 3,58     | 160,502       | 2,225    |
| Окислы азота     | 2086,722      | 29,19    | 1535,045      | 31,21    | 2719,431      | 45,38    | 2854,566      | 39,57    |
| Углеводороды     | 110,264       | 1,54     | 42,581        | 0,87     | 63,337        | 1,06     | 52,484        | 0,73     |

Таблица 4 - Общая характеристика воздействия на окружающую среду выбросов загрязнителей в атмосферу от стационарных источников и автотранспорта в целом по Иркутской области в 1991-2010 гг.

| Показатель                                                            | 1991-1993 гг. | 1997-1999 гг. | 2001-2003 гг. | 2008-2010 гг. |
|-----------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Общая масса загрязнителей, тыс. тонн/год                              | 1569,517      | 667,3         | 989,932       | 955,316       |
| Натуральный ущерб, тыс. усл. тонн/год                                 | 7147,6733     | 4968,063      | 5992,396      | 7213,646      |
| Несостоявшийся натуральный ущерб, тыс. усл. тонн/год                  |               | 2229,61       | 1155,277      |               |
| Несостоявшийся экологический ущерб, млн. руб./год.                    |               | 418,275       | 216,730       |               |
| Несостоявшийся экологический ущерб за период 1997-2003 гг., млн. руб. |               | ≈ 2540,0      |               |               |

Такой ход динамики натурального ущерба от всех загрязнителей обусловлен ведущим вкладом в его формирование приведенных масс диоксида серы (57,37-43,31 %) и окислов азота (45,38-29,19 %) (таблица 3), поскольку тренды динамик этих загрязнителей и ВВП совпадают. Последнее показано при анализе динамики фактических масс диоксида серы и окислов азота, поступивших в атмосферный воздух с выбросами стационарных источников и автотранспорта (см. таблицу 1), и естественно их приведенных масс (см. таблицу 2).

Наблюдаемое снижение поступившей в атмосферный воздух приведенной массы загрязнителей в 1997-1999 гг. и 2001-2003 гг. позволяет выполнить определение не поступившей ее части по отношению к исходной в 1991-1993 г. в объеме 2229,61 и 1155,277 тыс. условных тонн/год в среднем соответственно.

Используя полученные значения не по-

ступившей приведенной массы загрязнителей в указанные сроки и показатель удельного ущерба атмосферному воздуху, наносимого выбросом единицы приведенной массы загрязняющих веществ, рассчитали несостоявшийся (предотвращенный) прогнозируемый экологический ущерб в указанные сроки соответственно в объеме 418,275 и 216,730 млн. руб./год в среднем.

На основании полученных годовых значений рассчитали среднегодовой экологический ущерб для 6-ти лет 2-х оцененных трехлетних отрезков времени и на его основе определили ожидаемый предотвращенный экологический ущерб за 7-ми летний период 1997-2003гг. на уровне 2 540,0 млн. руб. (таблица 4).

Согласно [3] масса загрязняющих веществ, не поступивших (предотвращенных, не допущенных к выбросу) в атмосферный воздух относится к основным факторам, влияющим на величину предотвращенного

на территории субъектов Российской Федерации экологического ущерба, в частности, в результате природоохранной деятельности.

Одним из таких мероприятий является снижение производственной нагрузки на действующих объектах и видов деятельности, связанной с выбросами в атмосферу. В этом плане использованный подход и полученный результат представляет процесс смены социалистических основ хозяйственной деятельности на рыночные отношения как фактор изменяющий (снижающий) воздействие выбросов загрязняющих веществ на окружающую среду, в частности, на атмосферный воздух.

Трансформация производственно-хозяйственной деятельности, сопровождающаяся временным спадом производства и выбросов в атмосферу, в данной работе представляется как одно из направлений природоохранной деятельности.

Таким образом, в период фазы кризиса трансформационного цикла и спада производства в стране на территории Иркутской области снижается фактическое количество поступающих в атмосферный воздух выбросов основных загрязняющих веществ и приведенная их масса, отражающая вредность или эколого-экономическую опасность всей суммы загрязнителей, снижается на пике спада ВВП.

В фазе оживления трансформационного цикла кризиса общие фактическая и приведенная массы выбросов всех загрязняющих веществ нарастают, а приведенная масса в конце цикла достигает предкризисный уровень.

Снижение приведенной массы выброса загрязняющих веществ в процессе трансформационного цикла позволяет оценить прогнозируемый экологический ущерб от не поступившей в атмосферу их массы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акиндинова Н.В., Кузьминов Я.И., Ясин Е.Г. Экономика России: перед долгим переходом. – Текст: электронный // Вопросы экономики. 2016. №6. С. 21. – URL: [http://library.asue.am/books/vopr\\_econ\\_2016%20%E2%84%96%206.pdf](http://library.asue.am/books/vopr_econ_2016%20%E2%84%96%206.pdf) (дата обращения: 20.03.2022 г.).

2. Динамика развития российской экономики: от спада к оживлению и неуверенному росту. – Текст: электронный URL: [https://studref.com/592781/ekonomika/dinamika\\_razvitiya\\_rossiyskoy\\_ekonomiki\\_spada\\_ozhivleniyu\\_neuverennomu\\_rostu](https://studref.com/592781/ekonomika/dinamika_razvitiya_rossiyskoy_ekonomiki_spada_ozhivleniyu_neuverennomu_rostu) (дата обращения: 20.03.2022 г.).

3. Методика определения предотвращенного экологического ущерба. – Текст: электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200035561> (дата обращения: 11.11.2022 г.).

4. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2000 году». Иркутск, 2001. – Текст: непосредственный.

5. Плата за загрязнение окружающей среды. – Текст: электронный // Клерк – URL: <https://www.klerk.ru/buh/articles/348474/> (дата обращения: 11.11.2022 г.).