

УДК 33:504.062(571.54)

**МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ПОСЛЕДСТВИЙ
ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА****Михеева А.С., Аюшеева С.Н.***ФГБУН «Байкальский институт природопользования» СО РАН, Улан-Удэ, e-mail: info@binm.ru*

В работе рассматривается анализ влияния антропогенного воздействия на состояние атмосферного воздуха городов Байкальского региона, оценка действенности существующего экономического механизма природопользования с точки зрения компенсации экологического ущерба воздушной среде, анализ текущих и капитальных затрат на охрану окружающей среды предприятий-загрязнителей. Возрастающие масштабы антропогенного воздействия на природную среду требуют повышенного внимания к процессам охраны атмосферного воздуха. Очень высокий уровень загрязнения в исследуемых городах обусловлен как природными, так и антропогенными факторами воздействия. В городах Байкальского региона, ежегодно входящих в список самых загрязненных городов России по уровню загрязнения атмосферы, данная проблема обусловлена процессами, связанными с выработкой электроэнергии. Загрязнение атмосферы приводит к дополнительным затратам в промышленности, сельском и лесном хозяйстве, к ухудшению качества жизни. Очень высокие концентрации бенз(а)пирена, формальдегида и взвешенных веществ, относящихся к I и II классам опасности, способствуют росту заболеваемости детского и взрослого населения. Высокий износ природоохранного оборудования, недостаточность затрат на атмосфероохранные мероприятия, сопоставимость объемов платежей за нормативное и сверхнормативное загрязнение определяют неэффективность существующей природоохранной политики.

Ключевые слова: индекс загрязнения атмосферы, экономический ущерб от загрязнения атмосферы, платежи за загрязнение

**METHODOLOGICAL APPROACHES TO ASSESSMENT
OF THE CONSEQUENCES OF ATMOSPHERIC AIR POLLUTION****Mikheeva A.S., Ayusheeva S.N.***Baikal Institute of Nature Management of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences,
Ulan-Ude, e-mail: info@binm.ru*

The paper considers the analysis of the influence of anthropogenic impact on the state of atmospheric air in the cities of the Baikal region, the assessment of the effectiveness of the existing economic mechanism of environmental management in terms of compensation for environmental damage to the air environment, the analysis of current and capital costs for environmental protection of polluting enterprises. The increasing scale of anthropogenic impact on the natural environment requires increased attention to the processes of air protection. A very high level of pollution in the studied cities is caused by both natural and anthropogenic factors of influence. In the cities of the Baikal region, which are annually included in the list of the most polluted cities in Russia in terms of atmospheric pollution, this problem is caused by the processes associated with the generation of electricity. Air pollution leads to additional costs in industry, agriculture and forestry, to a deterioration in the quality of life. Very high concentrations of benz (a) pyrene, formaldehyde and suspended solids belonging to I and II hazard classes contribute to an increase in the incidence of diseases in children and adults. High wear and tear of environmental protection equipment, insufficient costs of environmental protection measures, comparability of the volumes of payments for regulatory and excess pollution determine the inefficiency of the existing environmental policy.

Keywords: air pollution index, economic damage from air pollution, payments for pollution

Загрязнение атмосферы наносит огромный ущерб экономике регионов. Наиболее значительные потери возникают от увеличения заболеваемости населения, в жилищно-коммунальном хозяйстве, сельском и лесном хозяйстве. Многие ученые, в частности Т.С. Хачатуров, Г.А. Маховикова, оценивают экономический ущерб с точки зрения дополнительных издержек хозяйственных субъектов, на деятельность которых влияет изменение качества окружающей среды [1, 2]:

в промышленном производстве – дополнительные издержки, которые связаны с ускоренным износом основных производственных фондов, действующих в услови-

ях загрязненной среды (коррозия металлов и др.), а также потери из-за ухудшения качества выпускаемой продукции;

в лесном хозяйстве – потери товарной продукции лесоводства (снижение годового естественного прироста древесины на корню) и дополнительные издержки на воспроизводство лесных ресурсов (выращивание молодых лесных культур, очистка леса);

в сельскохозяйственном производстве – потери, связанные со снижением урожайности и качества сельскохозяйственных угодий и продуктивности животноводства;

у населения ухудшение качества природной среды проявляется в повышении

его заболеваемости, снижении продолжительности жизни, которые определяются в денежном выражении через повышение расходов на медицинское обслуживание, уменьшение дохода и заработной платы.

Экономический ущерб, который возникает в процессе производства продукции, не включается в полную себестоимость продукции, в том числе не возмещается из прибыли, а в большей своей части он ложится на население, соседние предприятия и т.п.

Целью исследования является оценка экономического ущерба от загрязнения атмосферного воздуха г. Улан-Удэ, сопоставительный анализ экономического ущерба от загрязнения атмосферы и платежей за нормативное и сверхнормативное загрязнение.

Материалы и методы исследования

В 2019 г. из 18 городов Российской Федерации с самым высоким уровнем загрязнения атмосферы 9 находились в Байкальском регионе (г. Зима, Иркутск, Свирск, Усолье-Сибирское, Черемхово, Шелехов Иркутской области; г. Улан-Удэ, пос. Селенгинск Республики Бурятия; г. Чита Забайкальского края). Загрязнение атмосферного воздуха в городах Байкальского региона обусловлено антропогенной деятельностью, естественными природными процессами, лесными пожарами, а также трансграничным переносом загрязненных воздушных масс. Техногенное изменение воздушной среды происходит за счет выбросов загрязняющих веществ в результате производственной деятельности предприятий, организаций и учреждений (стационарные и площадные источники), передвижных транспортных средств (автомобили, железнодорожный и авиационный транспорт), отопительных котельных и печей частного сектора.

Основными факторами рассеивания вредных выбросов являются инверсии, штили, туманы, ветровой режим и растительность, так как они определяют загрязнение воздуха населенных пунктов.

По мнению А.С. Михеевой [3], территория г. Улан-Удэ, так же как и территория Республики Бурятия, относится к территориям с низкими возможностями самоочищения атмосферы. Оценка количества факторов, благоприятствующих рассеиванию (число дней с ветром ≥ 15 м/с, число дней с осадками ≥ 5 мм), ниже количества факторов, препятствующих очищению атмосферного воздуха (число дней с туманами, число дней со штилем, число дней с относительной влажностью воздуха $\geq 80\%$). Расчетные значения климатического потенциала самоочищения атмосферы для терри-

тории Бурятии характеризуются как низкие, что зависит от региональных особенностей природной среды, которые обусловлены действием азиатского антициклона, при котором мощные температурные инверсии образуют задерживающий слой, препятствуя переносу примесей.

Высокая способность репродукции атмосферного кислорода территории Бурятии, определяемая лесистостью (2016 г. – 63,7%), нивелирует низкие возможности самоочищения атмосферного воздуха, однако для селитебной территории г. Улан-Удэ характерна низкая способность воспроизводства атмосферного кислорода [3].

Количественная оценка качества атмосферного воздуха является приоритетной задачей природопользования. Комплексным показателем, характеризующим состояние загрязнения атмосферы, является индекс загрязнения атмосферы (ИЗА), который зависит от уровня опасности примеси, рассчитывается по значениям среднегодовых концентраций загрязняющих веществ. Данный показатель характеризует уровень постоянного загрязнения воздушной среды. Согласно существующим методам оценки, уровень загрязнения считается повышенным при ИЗА от 5 до 6, высоким (В) при ИЗА от 7 до 13 и очень высоким (ОВ) при ИЗА, который равен или больше 14. Практически во всех исследуемых городах основным видом деятельности, загрязняющим атмосферный воздух, является производство, передача и распределение электроэнергии, газа, пара и горячей воды (табл. 1).

В Иркутской области 31 % вырабатываемой электроэнергии приходится на угольные ТЭС, 69% – на гидроэлектростанции [7, 8]. Анализ Стратегии развития топливно-энергетического комплекса Иркутской области до 2010–2015 гг. и на перспективу до 2030 г. показал, что на теплоэлектростанциях Иркутской области основным видом топлива останется уголь. В настоящее время большинство ТЭС эксплуатируются за пределами нормативного срока службы [9, 10]. В Улан-Удэ моральный и физический износ оборудования ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2 также очень высок [11].

В г. Улан-Удэ средние за год концентрации бенз(а)пирена (I класс опасности), формальдегида (I класс опасности), взвешенных веществ (3 класс опасности) значительно выше нормы. Многолетние наблюдения показывают, что максимальные разовые концентрации бенз(а)пирена, оксида азота, фенола, диоксида азота превышают ПДК в зимние месяцы, взвешенных веществ в осенние и весенние месяцы.

Таблица 1

Динамика изменения индексов загрязнения атмосферы городов Байкальского региона

Населенные пункты	2008 г.	2010 г.	2018 г.	Приоритетное вещество загрязнения (2019 г.)	Вид экономической деятельности, определяющий загрязнение
Братск	ОВ	ОВ	ОВ	БП, ВВ, CS2	производство алюминия
Зима	ОВ	ОВ	ОВ	БП	химическое производство
Иркутск	ОВ	ОВ	ОВ	БП, ВВ, NO2	производство электроэнергии, обрабатывающие производства
Свирск	н/д	н/д	ОВ	БП, ВВ	обработка древесины и производство изделий из дерева
Усолье-Сибирское	В	В	ОВ	БП	химическое производство, производство электроэнергии
Черемхово	В	В	ОВ	БП, NO2, ВВ	производство электроэнергии
Шелехов	В	В	ОВ	БП, O3, ВВ, PM10	производство алюминия, производство электроэнергии
Улан-Удэ	ОВ	В	ОВ	БП, PM2.5, PM10, ВВ, Ф	производство электроэнергии
Селенгинск	ОВ	ОВ	ОВ	БП, O3, PM2.5, PM10, ВВ	целлюлозно-картонное производство
Чита	ОВ	ОВ	ОВ	БП, ВВ, фенол	производство электроэнергии

Примечание: БП – бенз(а)пирен, ВВ – взвешенные вещества, PM – взвешенные частицы фракций PM10 и PM2.5, Ф – формальдегид, CS2 – сероуглерод, NO2 – диоксид азота, O3 – приземный озон. Составлено по [4–6].

Таблица 2

Объемы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников, г. Улан-Удэ

Наименование загрязняющего вещества	2003 г.		2010 г.		2017 г.	
	тыс. т	%	тыс. т	%	тыс. т	%
твердые вещества	11,5	42,0	14,5	45,1	10,6	36,7
диоксид серы	6,1	22,3	7,6	23,6	7,5	26,0
оксид углерода	5,8	21,2	6,2	19,3	6,8	23,6
оксиды азота	3,4	12,4	3,0	9,4	3,2	11,1
углеводороды	0,01	0,0	0,2	0,5	0,2	0,8
ЛОС	0,6	2,2	0,6	2,0	0,5	1,7
прочие газообразные и жидкие	–	–	0,025	0,1	0,017	0,1
всего	27,4	100	32,0	100	29,0	100

Примечание: рассчитано по [12, 13].

Наибольший объем привноса в атмосферу г. Улан-Удэ от стационарных источников имеют следующие поллютанты – твердые вещества, диоксид серы, оксид углерода, которые составляют около 86–88% в общем объеме. За анализируемые годы объем выбросов загрязняющих веществ составляет в среднем 30 тыс. т загрязняющих веществ (табл. 2). Основными стационарными источниками загрязнения являются: ТЭЦ-1 г. Улан-Удэ (вклад данного предприятия в суммарные выбросы составляет более 33%), Улан-Удэнская ТЭЦ-2 (19%), Улан-Удэнский энергетический комплекс (17,5%), ОАО «Улан-Удэнский авиационный завод (более 5%), ЗАО

«Улан-Удэстальмост» (4,4%), Улан-Удэнский ЛВРЗ (2,1%) и др.

Значительный вклад в загрязнение атмосферы г. Улан-Удэ вносят автономные источники теплоснабжения (около 35 тыс. домов), 77,7% которых используют печи и 22,3% котлы [14]. 81,9% автономных источников в качестве топлива используют дрова, 17,4% уголь, 0,7% газ, жидкое топливо, топливные брикеты и электрообогрев.

Результаты исследования и их обсуждение

Природный потенциал для атмосферного воздуха ограничен, а масштабы техногенного воздействия г. Улан-Удэ ежегодно

увеличиваются. В исследовании не учитывается объем выбросов от автономных источников отопления, автомобильного и железнодорожного транспорта, котельных, не имеющих разрешения на выбросы, поэтому суммарный объем выбросов поллютантов значительно выше.

Анализ затрат на экологические цели, в том числе на мероприятия на охрану атмосферного воздуха промышленных предприятий Республики Бурятия, представляет значительные трудности, так как данные затраты учитываются в составе общих затрат на технологический процесс или производство. Объем капитальных вложений и эксплуатационных затрат изменяется в зависимости от особенностей технологии, объема очищаемых газов, их физико-химических параметров, а также от уровня износа природоохранных основных фондов. Текущие атмосфероохранные затраты г. Улан-Удэ значительно превышают затраты на капитальный ремонт природоохранного оборудования. В 2018 г. степень износа основных фондов в Республике Бурятия по виду деятельности «Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха» составила 63 %.

экономической опасности: диоксид серы (64,0 %), оксиды азота (22,5 %).

Платежи за загрязнение, уплачиваемые предприятиями-загрязнителями г. Улан-Удэ, недостаточны и несопоставимы с ущербом от загрязнения атмосферы, выраженном в стоимостной форме. Соразмерность платежей за нормативное и сверхнормативное загрязнение означает, что предприятия электроэнергетики, как основные загрязнители воздуха, не стремятся снизить сверхлимитное загрязнение атмосферы. Выплачивая плату за сверхнормативные выбросы из прибыли, они не инвестируют в собственные природоохранные мероприятия.

Выводы

Анализ загрязнения атмосферного воздуха г. Улан-Удэ показал, что очень высокий уровень загрязнения обусловлен как природными, так и антропогенными факторами воздействия. Оценка соотношения ущерба от загрязнения атмосферы в стоимостной форме и платежей за загрязнение выявила их недостаточность. Основными направлениями экологической политики города должны стать совершенствование системы платежей за загрязнение, в том

Таблица 3

Соотношение экономического ущерба от загрязнения атмосферного воздуха и компенсационных платежей

Показатели	2016 г.
Масса загрязняющих веществ, приведенная к монозагрязнителю, тыс. усл. т	234,28
в том числе диоксид серы	150
оксиды азота	52,8
Экономический ущерб от загрязнения атмосферного воздуха, тыс. руб.	76089
Плата за допустимые выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, тыс. руб.	4207
Плата за сверхнормативные выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, тыс. руб.	3092
Соотношение экономического ущерба за загрязнение атмосферного воздуха и платежей за загрязнение, раз	10,4

Примечание: рассчитано по [13, 15].

Общество избирает стратегию в области охраны окружающей среды, только имея информацию о реальном, а не заниженном объеме экологического ущерба. Соотношение фактического объема экологического ущерба с платежами за загрязнение позволяет оценить достаточность компенсации ущерба, наносимого атмосфере. Приведение объемов выбросов к монозагрязнителю характеризует объем загрязнения с учетом экологической опасности веществ (табл. 3). Наибольшую долю в структуре приведенной массы занимают вещества с высоким уровнем экологи-

числе предусмотрение льгот, которые бы выполняли стимулирующую роль для предприятий; совершенствование системы экологического мониторинга г. Улан-Удэ в части обеспечения контроля за соблюдением государственных стандартов качества окружающей среды; содействие в разработке новых требований к схемам территориального планирования; проведение инвентаризации технологического состояния основных производственных фондов атмосфероохранного назначения; создание действенных стимулов для предприятий к снижению объемов выбросов в атмосферу с примене-

нием системы сводных расчетов загрязнений; рассмотрение возможности создания целевого экологического фонда г. Улан-Удэ за счет перераспределения части неналоговых платежей субъектам РФ; содействие созданию типовых геопорталов для обмена экологическими, пространственными, тематическими данными в целях оперативного управления и снижения рисков экстремального загрязнения воздуха.

Работа выполнена по государственному заданию Байкальского института природопользования СО РАН.

Список литературы

1. Экономика природопользования / Под ред. Т.С. Хачатурова. М.: Изд-во МГУ, 1991. 271 с.
2. Маховикова Г.А. Оценка экономической эффективности инвестиционных проектов с учетом экологического фактора. СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2010. 180 с.
3. Михеева А.С. Загрязнение атмосферы // Антропогенная трансформация природных систем и социально-экономические последствия в бассейне реки Селенги. Улан-Удэ, 2012. С. 124–133.
4. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году». [Электронный ресурс]. URL: https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye_doklady/ (дата обращения: 19.08.2020).
5. Доклад «Об экологической ситуации в Забайкальском крае за 2018 год». [Электронный ресурс]. URL: <https://xn----gtbnaliicpkb.xn--80aaaac8algcbgbck3fl0q.xn--p1ai/action/ohrana-okrujayushchey-sredy/ekologicheskaya-situaciya-v-zabaykalskom-krae/> (дата обращения: 19.08.2020).
6. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Республики Бурятия в 2018 году». [Электронный ресурс]. URL: https://egov-buryatia.ru/mpr/activities/reports_and_reports/gosudarstvennyy-doklad.php (дата обращения: 19.08.2020).
7. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2018 году». [Электронный ресурс]. URL: <https://irkobl.ru/region/ecology/doklad/> (дата обращения: 19.08.2020).
8. Белозерцева И.А., Хавина Л.А. Загрязнение окружающей среды в зоне воздействия Ирказа и здоровье населения г. Шелехов // Сибирский медицинский журнал. Иркутск, 2012. Т. 110. № 3. С. 122–124.
9. Соломин С.В. Прогноз развития электроэнергетики Иркутской области до 2050 года // материалы XXVII Всероссийской научно-практической конференции. Новосибирск: Издательство ООО «Центр развития научного сотрудничества», 2015. С. 41–44.
10. Соколов А.Д., Такайшвили Л.Н., Муzychук С.Ю. Уголь в топливно-энергетическом балансе Иркутской области // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2017. Т. 21. № 12 (131). С. 185–194.
11. Дамбиев Ц.Ц., Тыскинеева И.Е., Кушнарев С.Н. Особенности загрязнения атмосферного воздуха г. Улан-Удэ // Вестник ВСГУТУ. 2014. № 5 (50). С. 76–79.
12. Социально-экономическое положение городов Бурятии: Статистический сборник № 01-01-18. Улан-Удэ: Бурятстат, 2008. 108 с.
13. Охрана окружающей среды в Республике Бурятия: Статистический сборник № 06-07-08. Улан-Удэ: Бурятстат, 2017. 53 с.
14. Общегородской сводный том «Охрана атмосферы и предельно допустимые выбросы (ПДВ) г. Улан-Удэ». СПб.: ООО «ИПЭиГ», 2013. 481 с.
15. Методика определения предотвращенного экологического ущерба. Государственный комитет по охране окружающей среды Российской Федерации. М.: Государственный комитет Российской Федерации по охране окружающей среды, 1999. 71 с.