

УДК 504.3.054

Брюхань А.Ф., Черемикина Е.А.

Московский государственный областной университет

**СРЕДНЕГОДОВАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ,
ПОСТУПАЮЩИХ В АТМОСФЕРУ ОТ НЕСТАЦИОНАРНОГО
ИСТОЧНИКА, КАК КРИТЕРИЙ ЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЧЕЛОВЕКА
И ОКРУЖАЮЩУЮ ПРИРОДНУЮ СРЕДУ***

A. Bryukhan, E. Cheremikina

Moscow State Regional University

**THE ANNUAL-AVERAGED CONCENTRATION OF POLLUTANTS RELEASED
INTO THE ATMOSPHERE FROM NON-STATIONARY SOURCE AS A CRITERION
OF ITS IMPACT ON HUMAN BEINGS AND ENVIRONMENT**

Аннотация. Среди источников загрязнения атмосферного воздуха населенных территорий имеются промышленные объекты, работающие непостоянно в течение года. Для контроля уровня загрязнения атмосферы и разработки мероприятий по ее защите от нестационарных источников предлагается учет среднегодовых концентраций загрязняющих веществ, которые пропорциональны индивидуальным воздействиям этих веществ на человека. Приводится пример расчета индивидуальных и коллективных годовых воздействий от загрязнений, вызываемых стационарным и нестационарным энергетическими объектами. Отмечается, что при наличии данных медицинской статистики можно установить количественную связь между величинами воздействий, с одной стороны, и рисками легочных заболеваний и преждевременных смертей, с другой.

Ключевые слова: загрязнение атмосферы, нестационарный источник загрязнения, среднегодовая концентрация, мобильная пиковая газотурбинная электростанция, индивидуальное воздействие, коллективное воздействие, атмосферная дисперсия

Abstract. Among the sources of atmospheric air pollution of the residential territories there are industrial enterprises working non-constantly within a year. For the atmosphere pollution level control and working out actions for its protection against non-stationary sources the accounting of annual-averaged concentrations of polluting substances which are proportional to individual impacts of these substances on a man is offered. The example of calculation of individual and collective annual influences of the pollution caused by stationary and non-stationary energy objects is given. It is noticed that in the presence of the medical statistics data it is possible to establish quantitative connection between values of influences on the one hand and risks of pulmonary diseases and premature death on the other hand.

Key words: atmospheric pollution, non-stationary source of pollution, annual-averaged concentration, mobile peak gas turbine power plant, individual influence, collective influence, atmospheric dispersion.

Текущий контроль уровня загрязнения атмосферного воздуха селитебных территорий осуществляется с помощью дискретных измерений разовых концентраций загрязняющих веществ (ЗВ) с экспозицией 20-30 мин., а также путем непрерывного отбора проб в течение суток [1]. По результатам таких измерений определяются соответствующие концентрации ЗВ – максимальная разовая C_{mr} и среднесуточная C_{cc} .

Концентрации C_{mr} и C_{cc} характеризуют специфику биологического воздействия ЗВ на организм человека: рефлекторное и резорбтивное. Рефлекторное воздействие означает реакцию на кратковременное воздействие загрязнителя со стороны рецепторов верхних дыхательных путей, например, ощущение запаха, раздражение слизистых оболочек,

* © Брюхань А.Ф., Черемикина Е.А.

задержку дыхания. Для такого воздействия определяющей характеристикой является C_{mr} . Резорбтивное воздействие предполагает возможность развития общетоксических, гондотоксических, эмбриотоксических, мутагенных, канцерогенных и других биологических эффектов, проявление которых зависит как от концентрации ЗВ в воздухе, так и от длительности вдыхания загрязненного воздуха. При разработке мер предупреждения развития резорбтивного воздействия учитывается среднесуточная концентрация C_{cc} .

Оценка степени техногенного загрязнения атмосферного воздуха предусматривает использование соответствующих нормативных показателей: предельно допустимой максимальной разовой и предельно допустимой среднесуточной концентраций вредного вещества в воздухе населенных мест – соответственно $ПДК_{mr}$ и $ПДК_{cc}$ [5; 8]. На основании указанных показателей разрабатываются санитарно-гигиенические нормативы, природоохранные мероприятия, средства инженерной защиты окружающей среды.

Среднесуточная концентрация C_{cc} достаточно объективно характеризует состояние загрязнения атмосферы от стационарных источников с точки зрения оценки негативного воздействия ЗВ на человека и окружающую природную среду. Однако имеется класс источников загрязнения, воздействие которых во времени непостоянно, например, имеющих ярко выраженные внутригодовые изменения объема выбросов ЗВ (отопительные котельные установки, автотранспортные потоки и пр.), а также объекты, функционирующие непродолжительное время «от случая к случаю».

Примером таких объектов могут быть мобильные пиковые газотурбинные электростанции (МПГТЭС) [2], работающие в периоды пиковых нагрузок в электросетях обычно в осенне-зимний период. Суммарная продолжительность работы МПГТЭС в году не превышает 150 часов. Поэтому среднесуточные концентрации различных загрязняющих агентов, обусловленные такими источниками, не могут быть объективными критериями уровня загрязнения воздуха. Для более адекватной оценки уровня загрязнения атмосферы, вызванного нестационарными источниками, ниже обосновывается использование среднегодовой концентрации ЗВ.

1. Расчетная методика

Очевидно, что ни максимально разовая, ни среднесуточная концентрации ЗВ в атмосферном воздухе не определяют фактическое воздействие загрязнений от нестационарных источников на человека, фауну и флору, а также на загрязнение почвы, поверхностных и подземных вод. Наиболее объективной характеристикой негативного воздействия техногенного загрязненного воздуха может служить суммарная (проинтегрированная по времени) концентрация за заданный период времени:

$$I(r, \varphi) = \int_0^{\tau} C(r, \varphi, t) dt, \quad (1)$$

где $C(r, \varphi, t)$ – измеренная либо расчетная концентрация ЗВ в момент времени t в точке с полярными координатами r и φ относительно источника, помещенного в начало координат, τ – период воздействия. Текущая концентрация $C(r, \varphi, t)$ определяется задаваемым графиком работы промышленного объекта. Количество ЗВ, проникающее в организм человека в результате дыхания, пропорционально проинтегрированной по времени концентрации (ПВК). Показатель ПВК часто используется при оценке биологического воздействия радионуклидов и токсичных химических веществ на человека [7; 9].

Воздействие ЗВ на организм человека при функционировании загрязняющего объекта довольно продолжительно во времени и составляет годы и десятки лет. Поэтому

в практических оценках биологического воздействия вместо величины $I(r, \varphi)$ проще использовать среднегодовую концентрацию $\bar{C}(r, \varphi)$:

$$\bar{C}(r, \varphi) = \frac{1}{T} \int_0^T C(r, \varphi, t) dt, \quad (2)$$

где T – продолжительность года.

При оценках экологической опасности нестационарного объекта загрязнения во внимание следует принимать две величины – индивидуальное годовое воздействие $D_u(r, \varphi)$ на человека, проживающего в точке с координатами r и φ относительно точки расположения источника загрязнения, и коллективное годовое воздействие D_k на население, проживающее в районе размещения источника:

$$D_u(r, \varphi) = T \bar{C}(r, \varphi),$$

$$D_k = T \int_0^{2\pi} \int_0^{\infty} r \bar{C}(r, \varphi) \rho(r, \varphi) dr d\varphi. \quad (3)$$

В выражении (3) посредством $\rho(r, \varphi)$ обозначена плотность населения.

Поскольку число пунктов измерений концентраций ЗВ даже в крупных городах незначительно, величины $D_u(r, \varphi)$ и D_k могут быть определены лишь расчетным путем с помощью той или иной модели атмосферной дисперсии, например, модели, предложенной в работе Брюхань Ф.Ф. [3]. Эта модель построена на принципе достижения максимального индивидуального и коллективного воздействий источника загрязнения атмосферы на население.

В численных расчетах коллективного годового воздействия D_k процедуру интегрирования можно заменить суммированием по площадным элементам, ограниченным 8 угловыми секторами шириной $\pi/4$ и интервалами расстояний Δr от источника, составляющими, например, 1 км:

$$D_k = \frac{\pi T}{4} \sum_i \sum_j r_i \bar{C}(r_i, \varphi_j) \rho(r_i, \varphi_j) \Delta r. \quad (4)$$

Кроме того, среднегодовую концентрацию в точках с координатами r_i и φ_j можно определить путем осреднения расчетных среднемесячных концентраций:

$$\bar{C}(r_i, \varphi_j) = \frac{1}{12} \sum_m \bar{C}_m(r_i, \varphi_j), \quad (5)$$

а распределение плотности населения – с помощью мелкомасштабной карты городской застройки.

Указанные оценки относятся к одному конкретному загрязняющему агенту. Поэтому при анализе комплексного воздействия совокупности выбросов ЗВ необходимо выполнять расчеты, по крайней мере, для основных химических веществ.

2. Результаты

При проведении расчетов с помощью модели атмосферной дисперсии [3] в качестве исходных данных использовались среднемесячные многолетние розы ветров, предоставленные ГУ «Тувинский Республиканский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды». Кроме того, в расчетах использовались технические характеристики Кызылской ТЭЦ и МПГТЭС (высоты дымовых труб, мощности выбросов ЗВ), а также картографический материал для определения распределения плотности населения вокруг Кызылской ТЭЦ и МПГТЭС.

В качестве примера проведем сравнение индивидуальных и коллективных воздействий на население г. Кызыл от работы Кызылской ТЭЦ (стационарного источника) и МПГТЭС (нестационарного источника), пущенной в эксплуатацию в г. Кызыл в 2009 г. [4]. Индивидуальные воздействия определялись в точках достижения максимальных концентраций ЗВ в пределах жилой зоны города. Основные результаты расчетов сведены в табл. 1. В расчетах

предполагалось, что ТЭЦ работает непрерывно в течение года с постоянным объемом выбросов ЗВ, а МПГТЭС – по 30 часов в ноябре, декабре, январе, феврале и марте. Было также принято во внимание то обстоятельство, что ближайшая жилая застройка расположена на расстоянии 350 м к востоку от ТЭЦ и на расстоянии 500 м к востоку от МПГТЭС.

Согласно результатам, приведенным в табл. 1, индивидуальные годовые воздействия в точках достижения максимальных концентраций ЗВ в пределах жилой застройки от обоих объектов соизмеримы для всех загрязняющих компонентов. Что же касается коллективных воздействий,

можно отметить значительно меньшие воздействия, оказываемые на население со стороны МПГТЭС. Это обстоятельство связано с малой продолжительностью работы МПГТЭС в сравнении с ТЭЦ. Таким образом, для объектов, функционирующих непродолжительное время в течение года, вполне оправданным может быть контроль регулирующими природоохранными организациями среднегодовых концентраций ЗВ и введение в систему нормативов соответствующих среднегодовых ПДК.

Приведенный пример не учитывает фоновых концентраций ЗВ. Однако расчет индивидуальных и коллективных воздействий при наличии соответствующих дан-

Таблица 1

Результаты расчета индивидуальных годовых воздействий на человека в точках максимальных концентраций ЗВ и коллективных годовых воздействий на население г. Кызыл

ЗВ	Индивидуальное годовое воздействие, (мг/м ³)Чгод	Коллективное годовое воздействие, (мг/м ³)Ччел.Чгод
Кызыльская ТЭЦ		
SO ₂	0,085	3018
NO ₂	0,15	5214
NO	0,029	1042
CO	0,015	539
МПГТЭС		
SO ₂	0,025	10,2
NO ₂	0,12	48,8
NO	0,019	7,8
CO	0,011	4,5

ных по фоновому загрязнению атмосферы выполнить достаточно просто.

Для оценки биологического воздействия на человека от источника загрязнения воздуха населенных пунктов можно ввести понятие годовой индивидуальной дозы ЗВ, вдыхаемого человеком в течение года, которая пропорциональна индивидуальному годовому воздействию $D_{\text{и}}(r, \varphi)$. Аналогичным образом можно определить коллективную дозу, пропорциональную коллективному годовому воздействию $D_{\text{к}}$. Располагая данными медицинской статистики, можно в принципе установить связь между дозами и социальными рисками проживания населения вблизи источников загрязнений. Отметим, что тепловые электростанции, особенно угольные, относятся к числу наиболее опасных производств. Оценки рисков смерти для населения только от воздействия воздуха, загрязненного в городах крупными угольными ТЭС, показывают, что индивидуальные годовые риски преждевременной смерти от легочных заболеваний находятся на уровне 10^{-3} – 10^{-4} [1]. Соответственно, популяционный риск преждевременной смерти населения, проживающего в зоне влияния угольных ТЭС в масштабе страны, составляет десятки тысяч преждевременных смертей в год.

Что же касается рисков поражения фауны и флоры, а также уровней загрязнения почвы, поверхностных и подземных вод от воздействия источников загрязнения воздуха, можно в первом приближении предполагать, что они пропорциональны ПВК загрязняющих агентов.

Выводы

1. Для контроля уровня загрязнения атмосферы и разработки мероприятий по ее защите от нестационарных источников, например, МПГТЭС, предлагается учет среднегодовых концентраций ЗВ. Эти концентрации пропорциональны индивидуальным воздействиям ЗВ на человека. На основе среднегодовых концентраций ЗВ можно

оценить также соответствующие коллективные воздействия ЗВ на население, проживающее в районе размещения источника загрязнения.

2. Сравнительный анализ индивидуальных и коллективных воздействий на население г. Кызыл от работы Кызылской ТЭЦ и МПГТЭС показывает, что индивидуальные годовые воздействия в точках достижения максимальных концентраций ЗВ в пределах жилой застройки от обоих объектов соизмеримы для всех загрязняющих компонентов. При этом коллективные воздействия, оказываемые на население со стороны МПГТЭС, значительно меньше, чем воздействия от ТЭЦ. Такое различие связано с малой продолжительностью работы МПГТЭС в сравнении с ТЭЦ.

3. Для объектов, функционирующих непродолжительное время в течение года, вполне оправданным может быть контроль регулируемыми природоохранными организациями среднегодовых концентраций ЗВ и введение в систему нормативов соответствующих среднегодовых ПДК.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Большов Л.А., Арутюнян Р.В., Линге И.И. и др. Ядерные технологии и экологические проблемы России в XXI веке // Бюлл. по атомной энергии. 2003. № 5. С.15-19.
2. Брюхань А.Ф., Черемкина Е.А. Экологическая оценка проекта размещения мобильных пиковых газотурбинных электростанций в Московском регионе // Вестник МГОУ. Сер. «Естественные науки». 2007. № 2. С. 109-114.
3. Брюхань Ф.Ф. Оценка условий атмосферной дисперсии выбросов от высотного источника // Промышленное и гражданское строительство. 2003. № 7. С. 30-32.
4. Брюхань Ф.Ф., Черемкина Е.А. Оценка экологичности строительства мобильной пиковой газотурбинной электростанций в Республике Тыва // Вестник МГСУ. 2010. № 2. С. 115-119.
5. ГН 2.1.6.695-98. Гигиенические нормативы. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. М.: Минздрав России, 1998. 96 с.
6. ГОСТ 17.2.3.01-86. Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных

- пунктов. М.: Стандартиформ, 2005. 3 с.
7. Методика расчета рассеяния загрязняющих веществ в атмосфере при аварийных выбросах. Обнинск: НПО «Тайфун», 2009. 113 с.
8. Протасов В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России: учебное и справочное пособие. М.: Финансы и статистика, 1999. 671 с.
9. Учет дисперсионных параметров атмосферы при выборе площадок для атомных электростанций // Серия изданий МАГАТЭ по безопасности. № 50-SG-S3. Вена: МАГАТЭ, 1983. 105 с.

УДК: 911.52(478.9)

Капитальчук И.П., Соловьева Н.Н.

Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко

О ПРОБЛЕМНЫХ ВОПРОСАХ ЛАНДШАФТНОГО РАЙОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ ПРИДНЕСТРОВЬЯ*

I. Kapitalchuk, N. Soloviova

Transdnestrian State University of T.G.Shevchenko

ON ISSUES OF CONCERN LANDSCAPE ZONING TERRITORY OF TRANSNISTRIA

Аннотация. Рассмотрены подходы различных исследователей к выделению ландшафтов на территории Приднестровья. Показано, что здесь имеет место несовпадение границ ландшафтов и различия в количестве самих ландшафтов, выделяемых разными авторами. Особенно значительны различия ландшафтного районирования лесостепной области. На основе анализа ведущих факторов, положенных в основу выделения морфологических частей ландшафта разными исследователями, установлено, что причина несоответствия единиц ландшафтного районирования Приднестровья заключается в различных подходах к определению морфологических элементов ландшафта.

Ключевые слова: ландшафт, морфологическая структура, районирование.

Abstract. The approaches of various researchers in the evolution of landscapes on the territory of Transdnistria are considered. It has been shown that there is the discrepancy between the boundaries of landscape and differences in the number of landscapes themselves available by different authors. The differences of landscape zoning of forest-steppe region are especially great. On the basis of the analysis of the leading factors underlying the selection of the landscape morphological parts by different researchers it has been stated that the reason for units' inconsistency of Transdnistria landscape zoning is in different approaches to the definition of the landscape morphological elements.

Key words: landscape, morphological structure, zoning.

Ландшафты Приднестровья были достаточно подробно изучены и описаны в 60-80-е годы прошлого столетия. Наиболее системно природно-территориальная организация этого региона представлена в работах И.К. Гораша [1; 2], В.Е. Прока [3-5] и Н.Л. Рымбу [6]. Вместе с тем до настоящего времени не решены некоторые принципиальные вопросы природного районирования. В частности, нет единого мнения по поводу количества единиц разного ранга и, особенно, в отношении принципов выделения единицы природно-географическо-

* © Капитальчук И.П., Соловьева Н.Н.