

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования «Барановичский государственный университет»
Студенческое научное общество БарГУ

СОДРУЖЕСТВО НАУК. БАРАНОВИЧИ-2016

Материалы XII Международной
научно-практической конференции
молодых исследователей

(Барановичи, 19—20 мая 2016 года)

В трёх частях

Часть 3

Барановичи
БарГУ
2016

В части 3 материалов XII Международной научно-практической конференции молодых исследователей «Содружество наук. Барановичи-2016» представлены результаты теоретических и практических исследований, проведённых в учреждениях высшего образования Республики Беларусь и за рубежом, по психолого-педагогическим и социально-гуманитарным наукам, экологии, физической культуре, спорту и здоровому образу жизни, технологическому и эстетическому образованию.

Сборник адресуется широкому кругу специалистов сферы образования, аспирантам и студентам.

Редакционная коллегия:

А. В. Никишова (гл. ред.), А. А. Селезнёв (отв. секретарь),
В. И. Козел, А. В. Демидович, А. В. Литвинский, З. В. Лукашя, Н. Г. Дубешко, Е. А. Клещёва,
К. С. Тристеня, И. А. Ножка, А. В. Земоглядчук, Д. С. Лундышев

Рецензент

доктор психологических наук, профессор Я. Л. Коломинский

ЭКОЛОГИЯ, ЭКОЛОГО-КРАЕВЕДЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ, ОХРАНА ПРИРОДЫ

УДК 574.2

Е. И. Говоровский, А. Г. Антонович

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ГОРОДА АВТОТРАНСПОРТОМ

Введение. В настоящее время автомобиль — это массовый и доступный вид транспорта, осуществляющий местные и межрегиональные пассажирские перевозки и обслуживающий все отрасли хозяйства. К сожалению, автомобильный транспорт представляет собой один из основных источников загрязнения воздушного бассейна городов и играет негативную роль в формировании санитарных условий городской среды. Объективно оценить степень загрязнения воздушной среды города можно на основе постоянно действующего комплексного мониторинга за состоянием экосистем, основанного на физико-химических и биоиндикационных методах.

Цель проведённого исследования заключается в изучении экологического состояния урбанизированных территорий на примере Барановичей. В ходе исследования изучалась динамика интенсивности движения автотранспорта, осуществлялся мониторинг качества атмосферного воздуха в районе исследования с использованием инструментальных методов и биоиндикаторов.

Оценка распределения загрязнителей от автотранспорта — наиболее сложная задача, так как транспорт нужно относить к линейным движущимся или площадным (в случае скопления) нестационарным и неоднородным источникам, действующим в условиях сложной городской застройки. Методика, принятая нами в данном исследовании [1], учитывает удельный выброс вредных веществ по автомобилям отдельных групп (грузовые, автобусы, легковые), тип двигателя автотранспортного средства, коэффициент, зависящий от изменения выбросов при движении в населённых пунктах.

Основная часть. В Барановичах наблюдается динамика интенсивного роста автотранспортного потока. По состоянию на 1 января 2015 г. в городе зарегистрировано 71 676 автотранспортных средств, что на 1,5 тыс. больше, чем в предыдущем году [2]. Анализ структуры и технического состояния автопарка позволяет утверждать, что он усугубляет экологическую обстановку района исследований.

Для исследования был выбран участок в Барановичах, на котором расположен сквер с относительно молодыми деревьями, стоянка автобусных маршрутов № 5, 6, 16, 31, предприятие малого бизнеса «СТО — мойка машин», завод пищевых концентратов, корпуса БарГУ, воинская часть. Для оценки загрязнения воздушной среды Баранович нами проведены натурные наблюдения по изучению автотранспортных потоков в районе «сквера Героя Карвата» — ул. Войкова — ул. Баранова. По уменьшению степени интенсивности выделены три транспортных потока: 1) ул. Войкова — ул. Баранова; 2) ул. Войкова — ул. Чурилина; 3) ул. Войкова — «СТО — мойка машин». Наблюдения проводились за автотранспортом трёх категорий: грузовые, легковые, автобусы.

При изучении суточного недельного распределения интенсивности движения транспорта было выявлено, что для данного района не характерно такое понятие, как «час пик», а увеличение интенсивности движения автомобилей в утренние и вечерние часы незначительно. Это объясняется концентрацией учебных заведений, магазинов и других общественных и хозяйственных зданий.

Ввиду того, что режим движения автомобильного транспорта в городе имеет свои особенности — постоянные торможения и остановки из-за перегруженности или на перекрёстках, работа двигателя на холостом ходу — в атмосферу города поступает значительное количество загрязняющих веществ. Для оценки транспортной нагрузки в районе регулируемых и нерегулируемых перекрёстков проводились дополнительные наблюдения: время действия запрещающего сигнала светофора, подсчёт автомобилей, образующих очередь в это время, и т. д.

Представим усреднённые данные за время наблюдения по числу единиц автотранспорта (по типам), проходящего на ключевом участке (таблица 1).

Т а б л и ц а 1 — Интенсивность автомобильного транспорта на ул. Войкова — ул. Баранова («Сквер Героя Карвата»)

Тип автотранспорта	Содержание в потоке, %	Интенсивность, авт / ч	Средний эксплуатационный расход топлива, л / км
Легковой	40	75	0,11
Малый грузовой карбюраторный	5	10	0,16
Грузовой карбюраторный	30	60	0,33
Грузовой дизельный	20	35	0,34
Автобус карбюраторный	5	10	0,37

Средняя скорость потока движения — 60 км / ч; скорость господствующего ветра к оси трассы — 3 м / с; угол направления ветра к оси трассы — 30°. Автомобильная дорога на рассматриваемом участке проходит в границах населённого пункта, застройка находится на расстоянии 20 м от кромки проезжей части.

Мощность эмиссии CO, C_nH_m, NO_x в отработавших газах отдельно для каждого газообразного вещества определяли по формуле

$$q = 2,06 \cdot 10^{-4} \cdot m \cdot \left[\left(\sum_1^i G_{ik} \cdot N_{ik} \cdot K_k \right) + \left(\sum_1^i G_{id} \cdot N_{id} \cdot K_d \right) \right], \quad (1)$$

где q — мощность эмиссии данного вида загрязнений от транспортного потока на конкретном участке дороги, г / м·с;
 $2,06 \cdot 10^{-4}$ — коэффициент перехода к принятым единицам измерения;
 M — коэффициент, учитывающий дорожные и автотранспортные условия;
 G_{ik} — средний эксплуатационный расход топлива для данного типа (марки) карбюраторных автомобилей, л / км;
 G_{id} — средний эксплуатационный расход топлива для дизельных автомобилей, л / км;
 N_{ik} — интенсивность движения каждого выделенного типа карбюраторных автомобилей, авт / ч;
 N_{id} — интенсивность движения каждого выделенного типа для дизельных автомобилей, авт / ч;
 K_i и K_d — коэффициенты, принимаемые для данного компонента загрязнения для карбюраторных и дизельных типов двигателей соответственно.

Используя полученные данные, выполнены расчёты загрязнения атмосферного воздуха выбросами вредных веществ с отработанными автомобильными газами. В качестве расчётной принята интенсивность движения различных типов автомобилей в смешанном потоке, определённая на заданном участке магистрали. При расчётах рассеянных выбросов от автотранспорта и определении концентрации токсичных веществ на различном удалении от дороги использовали модель Гауссова распределения примесей в атмосфере на небольших высотах.

Концентрацию загрязнений атмосферного воздуха вдоль автомобильной дороги определяли по формуле

$$C = \frac{2q}{\sqrt{2\pi \cdot \sigma \cdot V \cdot \sin \varphi}} + F, \quad (2)$$

где C — концентрация данного вида загрязнения в воздухе, г / м³;
 σ — стандартное отклонение Гауссова рассеяния в вертикальном направлении, м (принимается по табличным данным);
 V — скорость ветра, преобладающего в расчётный месяц м / с;
 φ — угол, составляемый направлением ветра к трассе дороги;
 F — фоновая концентрация загрязнения воздуха, г / м³.

Результаты расчётов сопоставили с предельно допустимыми концентрациями токсичных составляющих (CO, C_nH_m, NO_x) отработавших газов в воздухе населённых мест. Кроме того, для комплексной оценки воздействия автотранспорта в ходе исследования проводились измерения содержания указанных загрязняющих веществ с помощью газоанализатора ФПЗЗ.

Удельная эмиссия загрязняющих веществ, рассчитанная по формуле (1), по компонентам составила для оксида углерода — $q_{CO} = 2,06 \cdot 10^{-4} \cdot 0,1(0,11 \cdot 75 \cdot 0,6 + 0,16 \cdot 10 \cdot 0,6 + 0,33 \cdot 60 \cdot 0,6 + 0,34 \cdot 35 \cdot 0,14 + 0,37 \cdot 10 \cdot 0,6) = 0,0004$ г / м·с; для углеводородов — $q_{C_nH_m} = 2,06 \cdot 10^{-4} \cdot 0,1(0,11 \cdot 75 \cdot 0,12 + 0,16 \cdot 10 \cdot 0,12 + 0,33 \cdot 60 \cdot 0,12 + 0,34 \cdot 35 \cdot 0,037 + 0,37 \cdot 10 \cdot 0,12) = 0,00094$ г / м·с; для оксидов азота — $q_{NO_x} = 2,06 \cdot 10^{-4} \cdot 0,1(0,11 \cdot 75 \cdot 0,06 + 0,16 \cdot 10 \cdot 0,06 + 0,33 \cdot 60 \cdot 0,06 + 0,34 \cdot 35 \cdot 0,015 + 0,37 \cdot 10 \cdot 0,06) = 0,0000448$ г / м·с.

Концентрация загрязнений атмосферного воздуха различными компонентами в зависимости от расстояния от дороги, рассчитанная по формуле (2), составила: для оксида углерода — $C_{CO}^{20} = 2 \cdot 0,0004 / \sqrt{2\pi \cdot \sigma \cdot V \cdot \sin \varphi} = 0,0008 / \sqrt{2 \cdot 3,14 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 0,5} = 0,00011$ г / м³ или 0,11 г / м³; для углеводородов — $C_{C_nH_m}^{20} = 2 \cdot 0,00094 / \sqrt{2\pi \cdot \sigma \cdot V \cdot \sin \varphi} = 0,0018 / \sqrt{2 \cdot 3,14 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 0,5} = 0,00024$ г / м³ или 0,024 г / м³; для оксидов азота — $C_{NO}^{20} = 2 \cdot 0,0000448 / \sqrt{2\pi \cdot \sigma \cdot V \cdot \sin \varphi} = 0,000896 / \sqrt{2 \cdot 3,14 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 0,5} = 0,0001119$ г / м³ или 0,011 г / м³.

Концентрация загрязняющих веществ, замеренная газоанализатором, составляет: для оксида углерода $C_{CO} = 0,00023$ г / м³; для углеводородов $C_{C_nH_m} = 0,025$ мг / м³; для оксидов азота $C_{NO_x} = 0,000042$ г / м³.

Загрязнение воздушной среды проверили методами биоиндикации. Особенность биоиндикаторов заключается в том, что они реагируют не только на отдельные компоненты, но и на весь комплекс воздействующих веществ, который чаще всего сложно определяется с помощью приборов. В ходе исследования проводилась экспресс-оценка воздуха по состоянию хвои *Pinus sylvestris*. Применяемая методика [3] основана на выявлении зависимости степени повреждения хвои (некрозов и усыхания) от загрязнения воздуха в районе произрастания сосны обыкновенной.

Показатель	Номер ключевого участка		
	1	2	3
Состояние хвои сосны:			
а) количество обследованных деревьев, шт;	30	30	30
б) повреждения хвои, %;	12	3	25
в) усыхания хвои, %	5,6	0	3
Состояние генеративных органов:			
а) количество обследованных деревьев, шт;	30	30	30
б) количество измеренных шишек, шт;	250	400	400
в) средняя длина шишки, мм;	41	43	47
г) средний диаметр шишки, мм	23	25	25
Продолжительность жизни хвои:			
а) количество обследованных деревьев с возрастом хвои 3—4 года, %;	40	30	70
б) количество деревьев с возрастом хвои 2—3 года, %;	30	20	30
в) количество деревьев с хвоей только текущего года, %	30	50	0
Прирост сосны:			
а) количество обследованных деревьев;	30	30	30
б) средняя длина побега, см	22,7	24,04	21,02
Индекс продолжительности жизни хвои	1,9	2,2	2,5

Для экспресс-оценки выделены три ключевых участка на равном удалении от магистрали: № 1 — граница сквера и магистрали, № 2 — центр сквера, № 3 — территория БарГУ, прилегающая к магистрали. Степень вытоптанности участков оценивалась в 2 балла. У сосен высотой 1—1,5 м отбирались хвоинки предыдущего года. На больших деревьях (20—30 лет) обследования проводились на боковых побегах в четвёртой сверху мутовке. Полученные результаты представлены в экопаспорте биодиагностики чистоты воздуха по состоянию сосны (таблица 2).

Заключение. По полученным данным был сделан вывод относительно качества воздуха посредством измерений расчётным, инструментальным и биоиндикационным методами. Данные методы хорошо дополняют друг друга. Экспресс-оценка осмотра хвои позволяет утверждать, что если наиболее чувствительные к загрязнению растения могут служить индикаторами, то самые устойчивые должны широко использоваться для озеленения посёлков и городов, особенно крупных, с развитой промышленностью и обилием автомобилей. Именно здесь особую роль (экологическую и автомобильную) играют лесные насаждения. Деревья могут поглощать разнообразные атмосферные загрязнения антропогенного происхождения, а органическое вещество лесной подстилки — адсорбировать весьма вредные компоненты (тяжёлые металлы, пары ртути, аммиак и т. д.). Во многих городах необходимо увеличивать площади зелёных насаждений. И делать это следует с учётом таких важных свойств растений, как газо-, пыле- и дымоустойчивость.

Список цитируемых источников

1. Методика определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчётов загрязнения атмосферы городов / Гос. комитет Рос. Федерации по охране окружающей среды. М. : Библиотека ИНТЕГРАЛА, 1999. 16 с.
2. Пояснительная записка заместителя начальника ОГАИ Барановичского ГОВД, 04.02.2015 г. [Электронный ресурс] / Сайт Барановичского райисполкома. URL: <http://baranovichi.brest-region.gov.by/> (дата обращения: 09.03.2016).
3. Там же. С. 69—73.