

Блащинская Оксана Николаевна,
старший преподаватель, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: lin_oks@mail.ru

Патрушев Константин Юрьевич,
доцент, Ангарский государственный технический университет

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ ПО ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ АСИММЕТРИИ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

Blashinskaya O.N., Patrushev K.IU.

ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL STATE OF THE URBAN ENVIRONMENT BASED ON THE FLUCTUARY ASYMMETRY OF WOODY PLANTS

Аннотация. В статье приведён анализ результатов расчётов показателей годового количества воздухообмена в атмосфере, загрязнение воздушного обмена городской среды г. Ангарска и сравнение полей загрязнения Иркутско-Черемховского промышленного узла. Выполнена идентификация опасности с использованием величины условной экспозиции, которая является первым этапом оценки риска окружающей среды.

Ключевые слова: загрязнение окружающей среды, экологическая нагрузка, идентификация опасности, индекс сравнительной канцерогенной опасности, оценка риска окружающей среды.

Abstract. The article presents an analysis of the results of calculations of indicators of the annual amount of air exchange in the atmosphere, pollution of the air exchange of the urban environment in the city of Angarsk and a comparison of the pollution fields of the Irkutsk-Cheremkhovo industrial hub. Hazard identification was carried out using the value of conditional exposure, which is the first stage of environmental risk assessment.

Keywords: environmental pollution, environmental load, hazard identification, relative carcinogenic hazard index, environmental risk assessment.

Проведённый анализ результатов расчета таких показателей, как годовое количество воздухообменов с атмосферным воздухом, потребный воздухообмен, а также сравнение полей загрязнения Иркутско-Черемховского промышленного узла по фоновой концентрации монооксида углерода (CO) [1], свидетельствовал о существенной экологической нагрузке, которая сложилась на данной территории, включая городскую среду города Ангарска.

Согласно данным Государственных докладов [3-5], основными загрязнителями воздушного бассейна городской среды г. Ангарска с отчетливым превышением максимальной разовой предельно допустимой концентрации (ПДК) являются такие вещества, как бенз(а)пирен, оксид углерода и формальдегид.

Кратность превышения ПДК_{мр} загрязняющего вещества представлены в таблице 1.

Для идентификации опасности загрязнения атмосферы провели ранжирование химических веществ в соответствии с перечнем в таблице 1, используя сведения об объемах их поступлений в окружающую среду и численности населения города. Идентификация опасности, являющаяся первым этапом оценки риска, была выполнена по [6] с использованием величины условной экспози-

ции (Е, т/год) по данным, приведенным в [5]. Ее результаты представлены в таблице 2.

Как видим из таблицы 2, максимальная величина HRI (индекса сравнительной не канцерогенной опасности) отмечалась у диоксида серы.

По этому показателю загрязняющие атмосферу вещества оказалось возможным разбить на три группы: с относительно низким (формальдегид, фенол, аммиак), средним (оксид углерода и сероводород) и высоким (диоксид азота, диоксид серы) HRI. Для бенз(а)пирена был рассчитан индекс сравнительной канцерогенной опасности (HRI_c), величина которого составила 782,09.

Таким образом, значительные величины HRI веществ, которые являются наиболее характерными загрязнителями атмосферы г. Ангарска и Ангарского муниципального образования (АМО), свидетельствовали о низком качестве воздушной среды рассматриваемой территории.

Таблица 1

Загрязнение воздушного бассейна г. Ангарска в 2020 – 22 гг.

Название загрязняющего вещества (ЗВ)	Кратность превышения ПДК _{мр} загрязняющего вещества		
	2020 г.	2021 г.	2022 г.
1. Диоксид серы	1,1	1,1	1,1
2. Оксид углерода	-	2,4	2,2
3. Бенз(а)пирен	> ПДК _{мр}	6,0	6,8
4. Сероводород	> ПДК _{мр}	2,3	1,3
5. Фенол	< ПДК _{мр}	1,1	< ПДК _{мр}
6. Аммиак	< ПДК _{мр}	1,8	< ПДК _{мр}
7. Формальдегид	1,4–2,9	2,2	1,7
8. Диоксид азота	3,1–3,7	1,4	1,8
9. Взвешенные вещества	1,2-3,8	1,2	1,6

Примечание: «-» – данные о кратности превышения норматива по данному загрязнителю отсутствуют.

Природный каркас городской территории является своеобразным барьером на пути загрязняющих веществ, попадающих с выбросами предприятий и автотранспорта в атмосферу. В 2022 г. на территории г. Ангарска были отобраны для определения показателя флуктуирующей асимметрии побегов сосны обыкновенной. Показатель флуктуирующей асимметрии (ФА) листовых пластинок рассматривается как неспецифический показатель стресса, который испытывают растения, в том числе и древесные, в тех или иных условиях, включая и антропогенные условия среды [7, 8]. У сосны обыкновенной флуктуирующую

асимметрию хвои определяли по соотношению между разностью длины хвоинок, связанных с одним и тем же укороченным побегом (брахибластом), и их средней длиной [7].

Таблица 2

Результаты расчета индекса сравнительной опасности приоритетных загрязнителей

NN	Код (САС)	Наименование веществ	Индекс сравнительной опасности, HRI ($\times 10^6$)	Хроническое ингаляционное воздействие на критические органы/системы
1.	50-00-0	формальдегид	4,97	органы дыхания, глаза, иммунная система (сенсibilизация)
2.	108-95-2	фенол	5,05	серд.-сосуд., почки, ЦНС, печень, органы дыхания
3.	7664-41-7	аммиак	9,69	органы дыхания
4.	630-08-0	углерода оксид	33,35	кровь, серд.-сосуд. система, развитие, ЦНС
5.	7783-06-4	водорода сульфид	44,13	органы дыхания (воспаление слизистой)
6.	10102-44-0	азота диоксид	2565,46	органы дыхания, кровь (образование MetHb)
7.	7446-09-5	серы диоксид	4886,45	органы дыхания, смертность

На рисунке представлены результаты измерения показателя ФА в семи точках урбоэкосистемы г. Ангарска, три из которых (рисунок «а») можно отнести к так называемой старой части города, а остальные – к его центральной части (рисунок «б»). Точки на рисунке «а» располагаются севернее относительно точек, представленных на рисунке «б». Кроме того, первые три точки расположены на территории, которая фактически соответствует санитарно-защитной зоне

основного градообразующего предприятия – АО «Ангарская нефтехимическая компания» (АО «АНХК»).

Следует отметить, что санитарно-защитная зона западнее АО «АНХК» до настоящего времени не утверждена Главным санитарным врачом РФ.

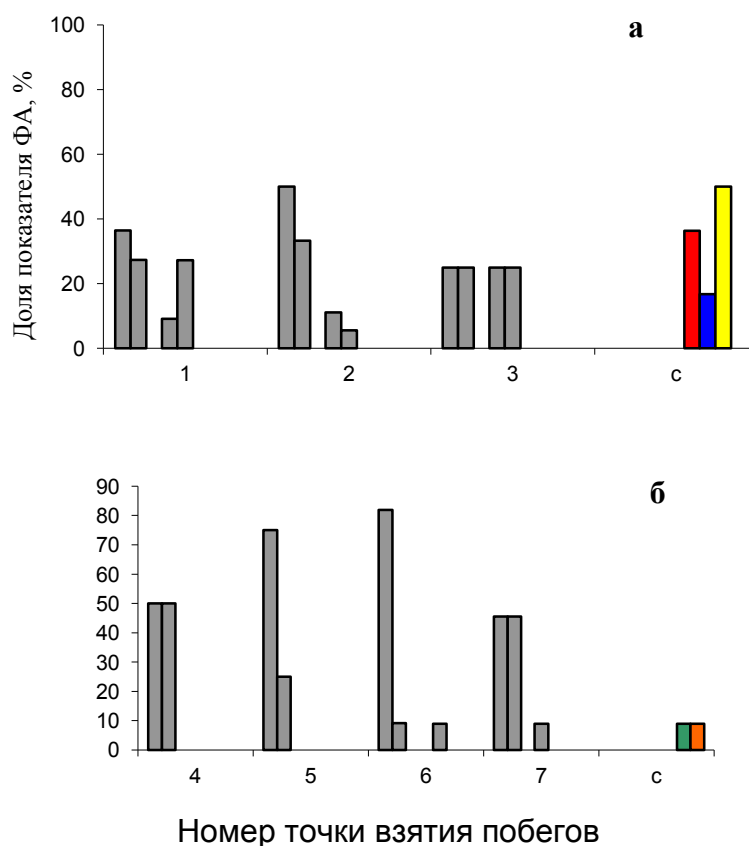


Рисунок 1 – Распределение показателя флуктуирующей асимметрии (ФА) по группам его значений в семи точках взятия побегов сосны обыкновенной
 Обозначения: группы значений показателя ФА – I $\leq 10 \cdot 10^{-3}$, II $11 \cdot 10^{-3} - 20 \cdot 10^{-3}$, III $21 \cdot 10^{-3} - 30 \cdot 10^{-3}$, IV $31 \cdot 10^{-3} - 40 \cdot 10^{-3}$, V $41 \cdot 10^{-3} - 50 \cdot 10^{-3}$ и более; 1 – парк Победы (С52°33' 08,63", В103°53' 02,60"); 2 – насаждение за ДК «Энергетик» (С52°32' 45,11", В103°52' 24,69"); 3 – парк за ДК «Нефтехимик» (С52°32' 37,80", В103°53' 02,33"); 4 – парк Строителей (С52°32' 59,23", В103°52' 02,60"); 5 – насаждение между профилакториями «Жемчужина» – «Родник» (С52°31' 31,26", В103°52' 08,94"); 6 – МОУ школа №38 (С52°31' 32,18", В103°52' 44,26"); 7 – насаждение перед МОУ школа №7 (С52°30' 46,46", В103°51' 21,74"); с – сумма долей показателя ФА IV и V группы по каждой из точек взятия побегов.

Как видим, сумма долей показателя ФА IV и V группы, свидетельствующая о значительности асимметрии ассимилирующих органов, и, следовательно, отклонений в развитии, оказалась наиболее высокой в точках, находящихся в старой части города (рисунок «а») по сравнению с центральной его частью

(рисунок «б»). Наиболее высокой она была в точке 3 (парк за ДК «Нефтехимик»).

Полученные результаты согласуются с выводами о взаимосвязи метеоусловий, складывающихся на территории нефтехимических комплексов, и уровней содержания поллютантов [2], а также выводами о том, что комплекс синоптико-метеорологических характеристик в районе промышленной площадки ОАО «АНХК» обуславливает повышенное в несколько раз содержание загрязняющих веществ в воздухе селитебной зоны г. Ангарска.

При этом наибольшее воздействие загрязняющими веществами получают те районы города, которые наиболее близко расположены от АО «АНХК». К таковым относятся территории, на которых находятся точки 1 – 3 (рисунок «а»).

Таким образом, высокие доли показателя ФА хвои IV и V группы (более 35%) сосны обыкновенной, растущей на территории г. Ангарска в так называемой старой части города (рисунок «а»), свидетельствовали о нарушении развития ассимиляционного аппарата сосны обыкновенной – одного из основных барьеров природного каркаса территории г. Ангарска.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Блащинская О.Н., Горбунова О.В., Забуга Г.А., Асламова В.С.** Оценка экологического состояния атмосферы урбанизированных территорий / Всероссийское совещание «Безопасность регионов – основа устойчивого развития». Иркутск, (ИрГУПС), 2009. – С.162 –165.
2. **Воробьев Е.И., Прусаков В.М., Душутин К.К.** Охрана атмосферы и нефтехимия. М.: Гидрометеиздат, 1985. – 232 с.
3. Государственный доклад «О состоянии окружающей среды Иркутской области в 2020 году». – Иркутск, 2021. – 585 с.
4. Государственный доклад «О состоянии окружающей среды Иркутской области в 2021 году». – Иркутск, 2022. – 585 с.
5. Государственный доклад «О состоянии окружающей среды Иркутской области в 2022 году». – Иркутск, 2023. – 125 с.
6. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду Р 2.1.10.1920-04. Утверждено Главным государственным санитарным врачом РФ 5 марта 2004 г. М., 172 с.
7. **Btrocka A., Staszewski T.** Asymetria fluktuacyjna igliwia – niespecyficzny wskaźnik stresu sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) // Leś. pr. bad. – 2007. N4. – С. 125-131.
8. **Kozlov, M. V., Niemela P.** Difference in needle length – a new and objective indicator of pollution impact on Scots pine //Water, Air, And Soil Pollution. – 1999. – V. 116. – P. 365 – 370.