

DOI 10.51582/interconf.7-8.04.2021.010

**Бакулич Елена Александровна**

ORCID. ID 0000-0002-5700-0576

Кандидат технических наук, профессор кафедры менеджмента

Национальный транспортный университет, Украина

**Самойленко Евгений Сергеевич**

ORCID. ID 0000-0001-8352-228

ассистент кафедры менеджмента

Национальный транспортный университет, Украина

## УПРАВЛЕНИЕ УРОВНЕМ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ В ПРОЕКТАХ ОРГАНИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ В ГОРОДАХ

*Аннотация.* Статья посвящена исследованию изменения интенсивностей движения транспортных потоков в уличных каньонах г. Киева и определению динамики интенсивности выбросов основных загрязняющих веществ в течение суток. Результаты работы позволят делать оперативные прогнозы уровня загрязнения экосистем городов и принимать управленческие решения по улучшению качества атмосферного воздуха в проектах организации движения транспорта в городах.

*Ключевые слова:* Управление интенсивностью движения, Улично-дорожная сеть, Транспортные потоки, Уличный каньон, Уровень загрязнения.

**Вступление.** На сегодняшний день в современных мегаполисах наблюдается множество экологических проблем различного характера. Одной из основных проблем есть загрязнение атмосферного воздуха транспортными потоками, которые являются динамическими, стохастическими, наземными источниками загрязнения непрерывного действия [1]. Полям загрязнения, которые при этом образуются, характерны значительные пространственные градиенты и сильные временные колебания. В частности, динамика уровня загрязнения улиц городов зависит от метеорологических условий (векторного поля ветра, температурной стратификации, турбулентного обмена),

интенсивности и состава транспортного потока [2]. Поэтому для оперативных прогнозов уровня загрязнения атмосферы городов и предупреждения негативных ситуаций, при которых концентрация загрязняющих веществ превышает предельно допустимые значения необходимо иметь представление о суточном распределении интенсивностей транспортных потоков на каждом из участков улично-дорожной сети (УДС).

**Основная часть.** Движение транспортных потоков характеризуется рядом показателей, таких как: пропускная способность автомобильной дороги; интенсивность транспортного потока; плотность транспортного потока; скорость движения транспортного потока; состав транспортного потока; задержки движения транспортного потока; уровень загрузки автомобильной дороги. Суточный ход интенсивности транспортных потоков представляет собой нестационарный временной ряд, поведение которого определяется детерминированными (структурные признаки УДС, средства организации и регулирования дорожного движения) и стохастическими (состав транспортного потока) факторами [3]. Поскольку транспортные потоки являются динамическими системами, которым свойственна определенная периодичность, в частности суточная, то необходимо определить суточные распределения интенсивности транспортных потоков.

Для исследования закономерностей изменения интенсивности движения и управления ими были проведены системные натурные наблюдения за интенсивностью и составом транспортных потоков на наиболее типичных уличных каньонах Печерского района г. Киева. (ул. И. Мазепы, ул. Институтская и др.). В качестве элементарного уличного каньона принимается участок с постройками вдоль улицы между ближайшими перекрестками. Уличный каньон - это самый распространенный архитектурно-планировочный элемент города, который представляет собой элементарный участок, застроенный вдоль проезжей части улицы (автомагистрали). Уличные каньоны города имеют разные пространственно-геометрические характеристики: ширина, длина, плотность и композиция застройки. Кроме того, выделяют симметричные и асимметричные уличные каньоны [4].

Обследования проводились в период суток 7:00-22:00 ч., в разные дни недели. Характер изменения интенсивности суточного хода на ул. И. Мазепы, которая имеет регулируемые перекрестки и четыре полосы движения (по две полосы в каждом из направлений) изображено на рис. 1.

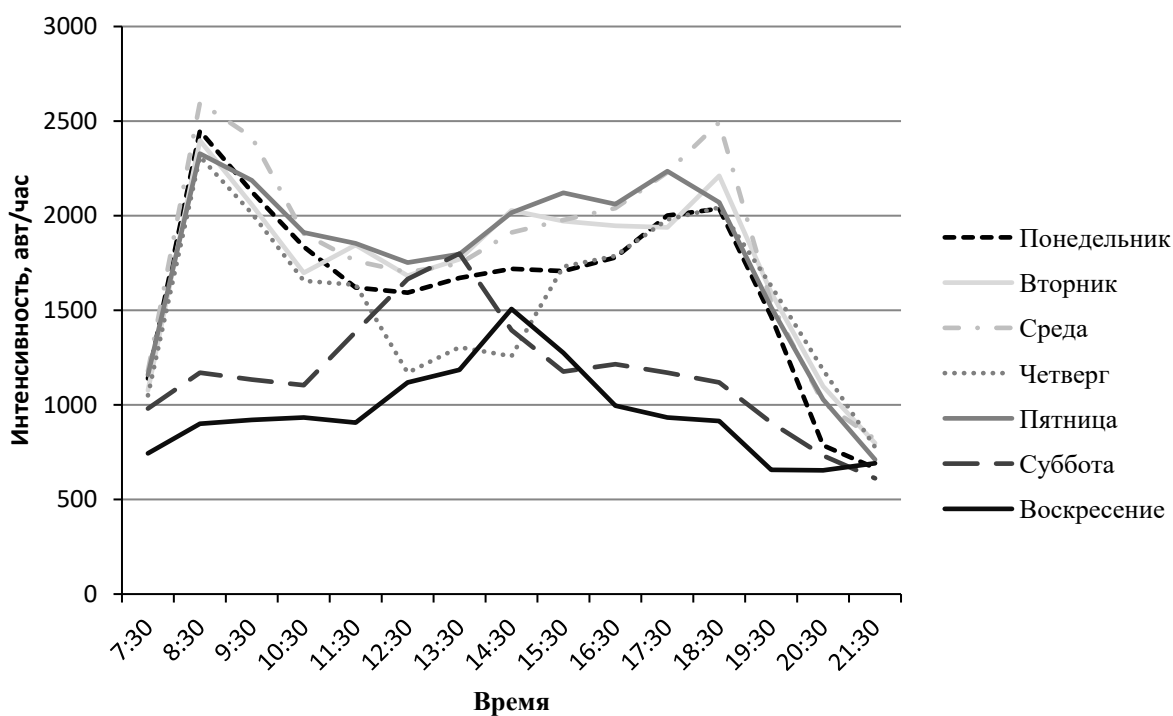
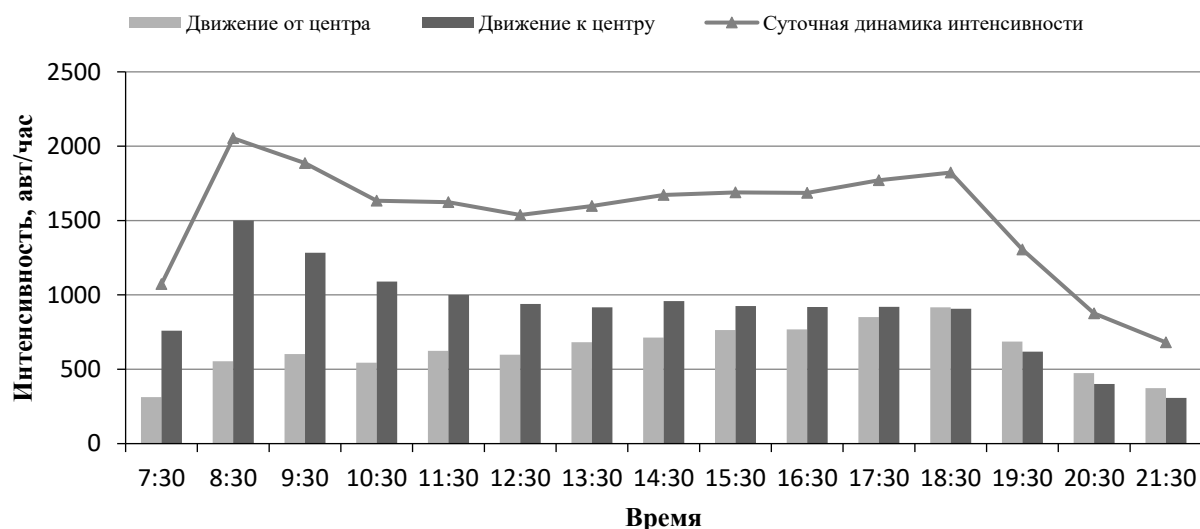


Рис. 1. Суточное распределение интенсивности транспортных потоков по дням недели (ул. И. Мазепы)

В течение суток наблюдаются утренние и вечерние «пиковые периоды», что объясняется поездками от дома до места работы и обратно. Также можно выделить и «межпиковый» период, когда интенсивность движения снижается (10:00-16:00ч.). Наибольшая интенсивность движения наблюдается в среду и пятницу, наименьшая - в субботу и воскресенье. На часы «пик» приходится 12-15% суточного объема движения.

Распределение интенсивности движения по направлениям, как правило, имеет симметричный характер, хотя в некоторых уличных каньонах есть заметно выраженные отклонения, что связано с их расположением и особенностями планировки УДС. На период с 7 до 22 часов приходится около 90% суточного объема движения (рис.2)



**Рис. 2. Суточное распределение интенсивностей транспортных потоков (ул. И. Мазепы)**

Таким образом, в результате эмпирических исследований установлены суточные распределения интенсивности транспортных потоков что необходимо, в дальнейшем, для определения пространственно-временной изменчивости мощности источника выбросов, а также оперативном прогнозировании и управлении уровнем загрязнения атмосферы в проектах организации движения транспортных потоков в городах.

Состав транспортного потока характеризует соотношение в нем транспортных средств различного типа. Поскольку его формируют транспортные средства различных марок, моделей, возрастного и технического состояния, то процесс эмиссии загрязняющих веществ имеет стохастический характер. Для оценки интенсивности выбросов загрязняющих веществ транспортными потоками используется два основных подхода [5,6]. К первому подходу относятся методики инвентаризации загрязняющих веществ в масштабах автомобильного парка предприятия или страны в целом за определенный период времени. Они основаны на использовании статистической информации о структуре автопарка и расхода топлива потребленного определенным типом транспортного средства [5]. Ко второму подходу относятся методики, которые оценивают выбросы загрязняющих веществ на отдельном участке улично-дорожной сети. В качестве исходных

данных используются результаты натурных исследований структуры и интенсивности транспортного потока на автомагистралях города с разделением транспортных средств по основным группам [6]. В этом случае удельные выбросы загрязняющих веществ представляют собой усредненные выбросы для исследуемых групп автомобилей. Основным недостатком данных методик является сложность отнесения автомобиля к определенной группе во время натурных исследований.

Интенсивность выбросов загрязняющих веществ может быть определена следующим образом:

$$Q = \frac{1}{3600} \sum_{i=1}^k q_i \cdot I_i \quad (1)$$

где  $Q$  – интенсивность выбросов загрязняющих веществ, мг/м·с;

$q_i$  – удельный выброс  $i$ -ой категории транспортных средств, г/км;

$I_i$  – интенсивность  $i$ -ой категории транспортных средств, авт./час;

Для установления удельных выбросов предложена модель «эффективного» транспортного потока - модельного потока, техногенное действие которого на окружающую среду эквивалентно действию реального транспортного потока, содержащего аналогичное количество транспортных средств [7]. «Эффективный» транспортный поток является статистической совокупностью «эффективных» транспортных средств - виртуальных автомобилей, технико-эксплуатационные характеристики которых соответствуют средневзвешенным характеристикам автомобилей всех марок, моделей, серий, относящихся к данной категории с учетом их весовых коэффициентов.

При построении «эффективного» транспортного средства выбираются технико-эксплуатационные характеристики, которые прямо или косвенно влияют на уровень мощности источника загрязнения (объем двигателя, мощность, вид топлива, расход топлива, масса, габариты, категория, возрастное состояние, экологический класс и др.)

Для того чтобы выяснить, какие модели по своим техническим характеристикам подобны «эффективному» транспортному средству использовался кластерный анализ. Благодаря чему удалось разбить множество

автомобилей на однородные группы (кластеры). При этом автомобили, которые находятся в одном кластере, должны иметь подобные технические характеристики (рис.3). [8]

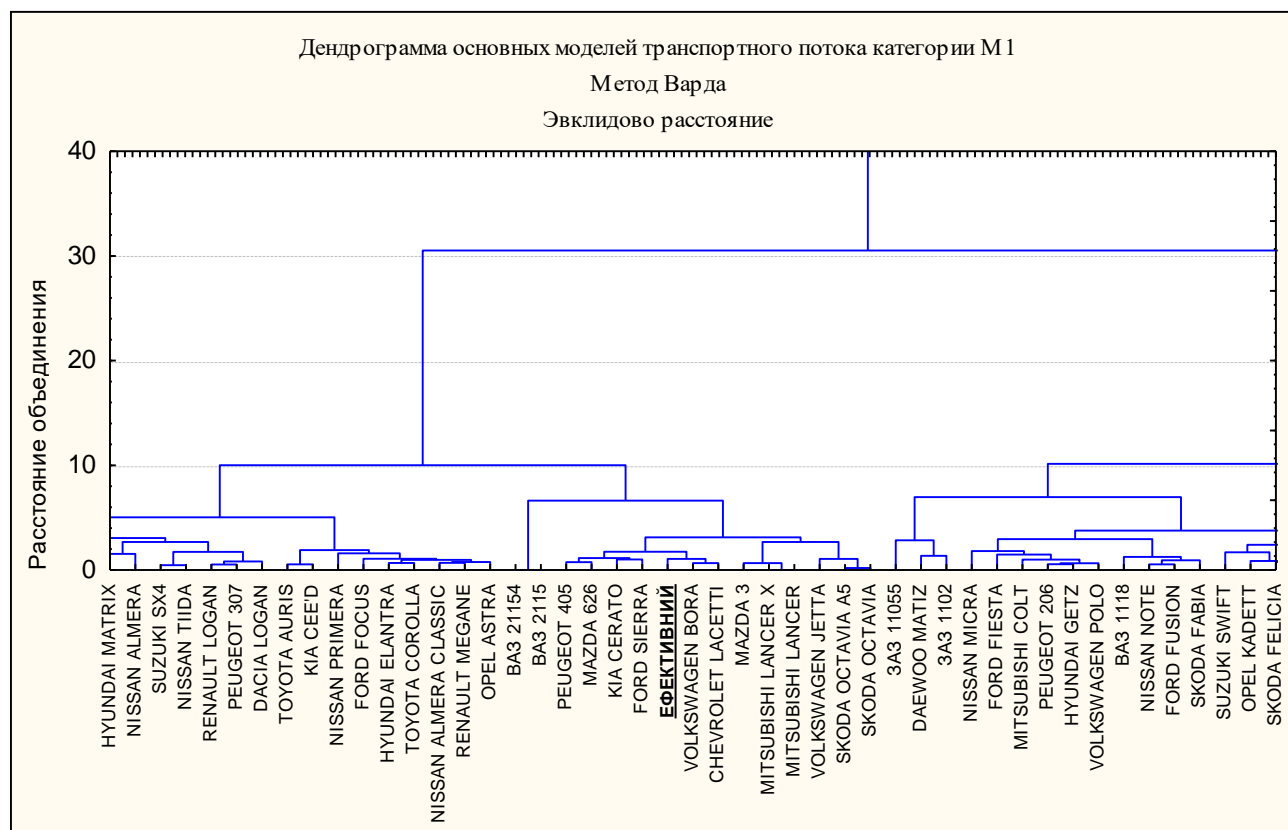


Рис. 3. Разделение автомобилей категории М1 на однородные группы

Таким образом, "эффективное" транспортное средство вошло в один кластер с такими автомобилями: Chevrolet Lacetti, Volkswagen Bora, поскольку расстояние объединения между ними минимальное. Также необходимо отметить, что Skoda Octavia, Daewoo Lanos имеют одни из наименьших расстояний объединения, что указывает на их принадлежность к данному кластеру.

На основе определения экологических показателей реальных транспортных средств, технико-эксплуатационные характеристики которых соответствуют средневзвешенным технико-эксплуатационным характеристикам автомобилей соответствующей категории, построен суточный ход интенсивности выбросов основных загрязняющих веществ (рис. 4,5).

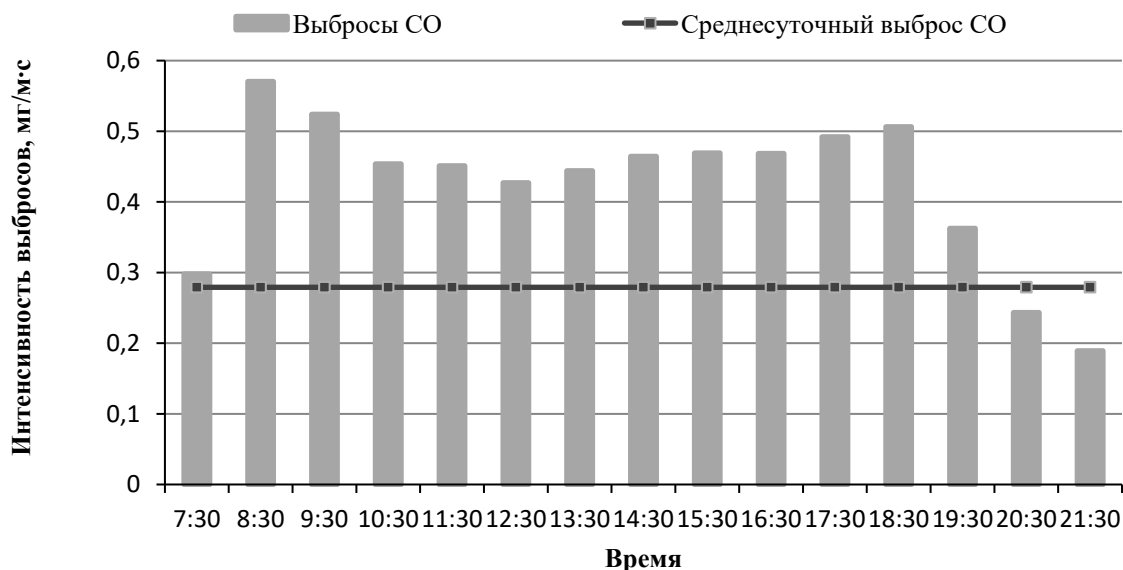


Рис. 4. Динамика интенсивности выбросов оксида углерода транспортным потоком (ул. И. Мазепы)

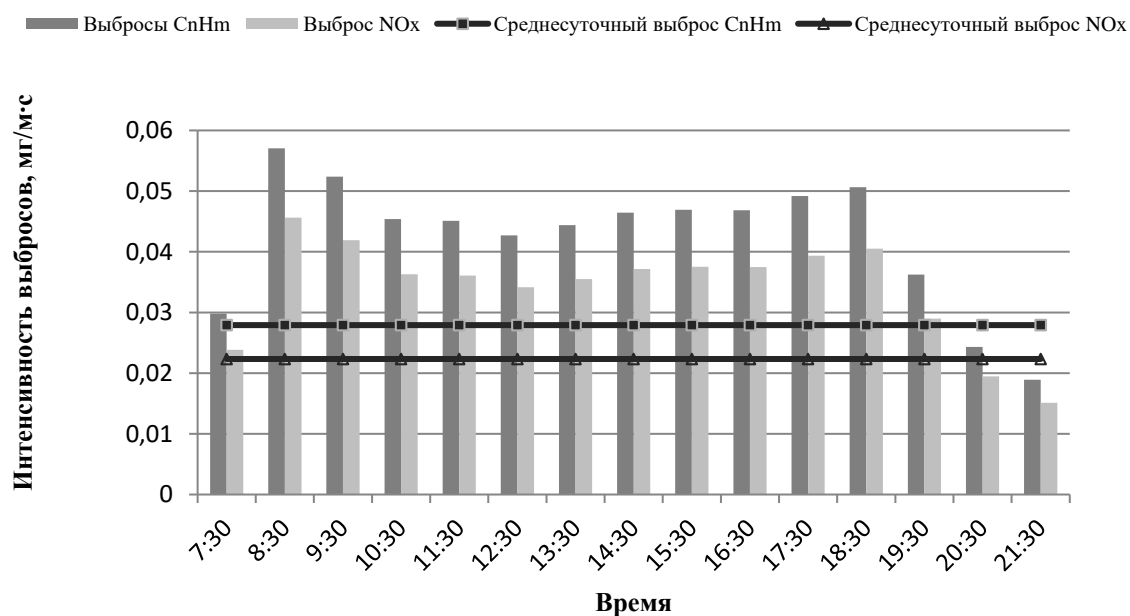


Рис. 5. Динамика интенсивности выбросов оксидов азота и углеводородов транспортным потоком (ул. И. Мазепы)

Таким образом, полученные результаты могут быть использованы в дальнейшем при определении концентраций загрязняющих веществ в уличных каньонах городов, что позволит делать оперативные прогнозы уровня загрязнения экосистем городов и принимать управленческие решения

по улучшению качества атмосферного воздуха в проектах организации движения транспорта в городах.

**Вывод.** Проанализированы суточные распределения интенсивностей движения транспортных потоков в уличных каньонах г. Киева, и на основе определения экологических показателей реальных транспортных средств, технико-эксплуатационные характеристики которых соответствуют характеристикам «эффективных» автомобилей соответствующих категорий, построено суточное распределение интенсивности выбросов основных загрязняющих веществ. Результаты исследований позволят оперативно прогнозировать и управлять уровнем загрязнения атмосферного воздуха городов и своевременно предупреждать критические ситуации, при которых концентрация загрязняющих веществ превышает предельно допустимые значения.

#### Список источников:

1. Луканин В.Н. Промышленно-транспортная экология: – М.: Высш. школа, 2003. – 273с.
2. Берлянд М. Е. Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы. Л.: Гидрометеиздат, 1975. 448 с.
3. Поліщук В.П. Теорія транспортного потоку: методи та моделі організації дорожнього руху: навч. посіб. / В.П. Поліщук, О.П. Дзюба. – К. : Знання України, 2008. – 175 с.
4. Бакуліч О.О. Потенційна екологічна небезпека вуличних каньйонів міста / О.О. Бакуліч, Р.В. Олійник, Є.С. Самойленко // Вісник Національного транспортного університету. – К.:НТУ, 2015. – Вип.31. С. 12-18
5. Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу автотранспортных предприятий (расчетным методом). – М.: ОАО «НИИАТ», 1998.
6. Расчетная инструкция (методика) по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ от автотранспортных средств на территории крупнейших городов. – М.: ОАО «НИИАТ», 2008.
7. Патент на корисну модель № 95713 Україна МПК (2015.01) E01C 1/00. Спосіб оцінки потужності джерела забруднення / Бакуліч О.О., Олійник Р.В., Самойленко Є.С. – № 201402498; заявл. 13.03.2014; опубл. 12.01.2015
8. Бакуліч О.О. Модель складу транспортного потоку міста / О.О. Бакуліч, Є.С. Самойленко // Економіка та управління на транспорті. – К.: НТУ, 2016. – Вып. 3. С. 3-9