

Фундаментальные и прикладные  
науки сегодня

---

***Fundamental and  
applied sciences  
today XXIII***

**spc Academic**

ISBN 978-1-71659-496-0



Publisher: **Lulu Press, Inc.**  
**627 Davis Drive, Suite 300,**  
**Morrisville, NC, USA 27560**

**2020**

**Нгуен Фьонг Донг**

кандидат географических наук

**Нгуен Тхи Хонг**

магистр

**Nguyen Phuong Dong**

Doctor of Philosophy in Geography

**Nguyen Thi Hong**

Master

Hanoi University of Mining and Geology

No.18 Vien Street - Duc Thang Ward- Bac Tu Liem District - Ha Noi- VietNam

phuongdongmdc@gmail.com

**ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛИ METI-LIS ДЛЯ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ  
ВЫБРОСОВ АВТОТРАНСПОРНЫХ СРЕДСТВ НА ВОЗДУШНУЮ  
СРЕДУ РАЙОНА КАУЗЯЙ**

**Application Meti-Lis model to assess the impact of vehicle emissions on the  
air environment of the Cau Giay District**

**Аннотация**

В данной статье изучается применение модели Meti-Lis для определения состояния и прогноза загрязнителей воздушной среды в районе Каузьяй с различными сценариями. По сценарию 1 результаты исследований показали, что большинство значения концентрации загрязняющих веществ в воздухе практически ниже значения предельных допустимых нормативных по QCVN 05:2013. Результаты по сценарию 2 показали, что воздушная среда в районе Каузьяй будет серьезно загрязнена NO<sub>2</sub>, особенно на основных транспортных развязках, таких как улицы Фам Ван Донг, Хоанг Куок Вьет и Каузьяй.

**Abstract**

This paper presents the application of Meti-Lis model to determine the state and forecast of air pollutants in Cau Giay district with different scenarios. In scenario 1 the research results have revealed that current concentration of air pollutants in almost areas is lower than the standards. Scenario 2 has shown that air environment in some areas and main traffic junctions in Cau Giay district will be seriously polluted by NO<sub>2</sub>, such as Pham Van Dong, Hoang Quoc Viet and Cau Giay Street.

**Ключевые слова:** модель Meti-lis, загрязнение воздуха, Каузьяй.

**Key words:** model Meti-lis, air pollution, Cau Giay.

**1. Введение**

В последние годы одной из основных проблем в крупных городах и городских районах Вьетнама является загрязнение воздуха. Очень много причин и факторов, которые вызывают загрязнение воздуха в больших

городах, но загрязнение воздуха из-за дорожных транспортных средств является наиболее серьезным фактором загрязнения воздуха. Наиболее 200 различных химических соединений входит в состав выбросов транспортных средств, в том числе оксида углерода (CO), окислы азота (NO<sub>x</sub>), диоксид серы (SO<sub>2</sub>), взвешенные вещества и др. [1]. Согласно исследованиям [2], [3], загрязнение от автотранспорта составляют около 70% общего загрязнения воздуха пылью и газом в Ханое.

Каузэй является важным воротами Ханоя с 71 улицей и многими важными перекрестками, такими как перекресток Каузэй, перекресток Тран-Тхань-Тонг, перекресток Май-Дичь, перекресток Хо-Тунг-Мау ... поэтому, в этом районе ежедневно движется большое количество транспортных средств. Это основная причина того, что в последние годы качество воздуха в районе Каузэй ухудшается. Загрязнение воздуха не только влияет на здоровье людей, экосистему, а также увеличивает экологические издержки. Однако, до сих пор существует очень мало конкретных исследований для оценки качества и районирования рассеяния загрязняющих веществ выбросов от дорожной деятельности в районе Каузэй.

В настоящее время использование математических моделей для расчета выбросов и рассеяния загрязняющих веществ, выбрасываемых дорожным движением, является довольно распространенным явлением. Модель Meti-Lis является одним из оптимальных вариантов, используемых популярностью и высокой надежностью для расчета выбросов загрязняющих веществ от дорожных источников [4].

В данной статье представлен частичный результат использования Meti-Lis для определения состояния, районирования загрязнения атмосферного воздуха пылью и токсичными газами от выбросов автотранспорта в районе Каузэй.

## 2. Методы исследований

Для проведения исследования использовали метод сбора и обработки информации, в результате которого была получена вся информация, включая: карта местности, данные улично-дорожной сети, данные о метеорологии и природных условиях района Каузэй.

В качестве примера расчета загрязнения выхлопными газами транспортных средств были выбраны 11 основных магистралей и улиц, на которых проведем измерения с конкретными данными о составе и интенсивности автотранспорта в текущий момент времени. Количества транспортных средств были разделены на 3 основные категории: 1) типы мотоциклов, 2) легковые автомобили и 3) грузовые и автобусы. Это типичные виды транспорта в этом районе.

В данной работе использовали модель Meti-Lis версии 2.03 на английском языке. Эта модель построена на основе принципа рассеяния с уравнением Гаусса, примененная для расчета выбросов любого источника.

Источники с линейной характеристикой может быть найти по способу численного интегрирования уравнения рассеяния от точечного источника.

$$C_{(x,y,z)} = \frac{Q}{2\pi\sigma_y\sigma_z u} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \left[ \exp\left(-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right) + \exp\left(-\frac{(z+H)^2}{2\sigma_z^2}\right) \right]$$

Где: С - концентрация загрязняющего вещества в точке с координатами (х, у, z)

Q - Объем выбросов дорожно-транспортных средств на единицу расстояния и единицу времени (пример: кг/км/ч.)

H: Эффективная высота (для дорожного источника, высота источников и также их эффективная высота считаются равными 0).

$\sigma_y, \sigma_z$  – Стандартные отклонения поперечного и вертикального рассеяния (м) (согласно кривой Пасскилла-Гиффорда).

U - Скорость ветра (м /с).

Для исходных данных модели Meti-Lis потребовались следующие факторы: скорость и направление ветра, уровень устойчивости атмосферного воздуха, широта и длина каждой дороги, суммарный объём выбросов дорожно-транспортных средств на единицу расстояния и др. Все исходные данные представлены в таблице 1.

**Таблица 1.** Параметры исходных данных, используемые в модели

Название	Параметры данных
Загрязнитель	Название вещества, молекулярная масса и форма в воздухе (газовая или взвешенная). В данной работе были рассмотрены оксид углерода (CO), окислы азота (NO <sub>x</sub> ) и диоксид серы (SO <sub>2</sub> )
Метеорологические данные	Данные метеорологического мониторинга о направлении ветра, скорости ветра, температуре и стабильности атмосферы.
Карта	Карта района Каузэй
Линейный источник	Протяженность и ширина 11 основных магистралей и улиц. Объем выбросов дорожно-транспортных средств на единицу расстояния в час.
Режим моделирования	Коэффициенты выбросов в соответствии с режимом моделирования краткосрочные или долгосрочные

Для расчета объема выбросов использовали коэффициент значения пробеговых выбросов для различных групп транспорта в соответствии с исследованиями [5, 6, 7], примененными к Вьетнаму, и Руководством по инвентаризации выбросов Европейского агентства по окружающей среде [8, 9]. В рамках работы мы используем три основных параметра, в том числе: горячие выбросы (E<sub>h</sub>), холодные выбросы (E<sub>c</sub>) и количество пыли,

поднимающейся над дорогой после прохождения транспортного средства ( $E_d$ ).

$$E_{total} = E_h + E_c + E_d$$

Все параметры представлены в таблицах ниже.

**Таблица 2.** Коэффициент горячих выбросов для различных групп транспорта [6, 7]

Наименование группы транспорта	Выброс (г/км)			
	NO <sub>x</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>
Грузовые и автобусы	19,7	11,1	0,18	0,178
Легковые автомобили	1,9	34,8	0,018	0,016
Мотоциклы	0,05	21,85	0,03	0,0088

**Таблица 3.** Коэффициент холодных выбросов для различных групп транспорта [6, 8]

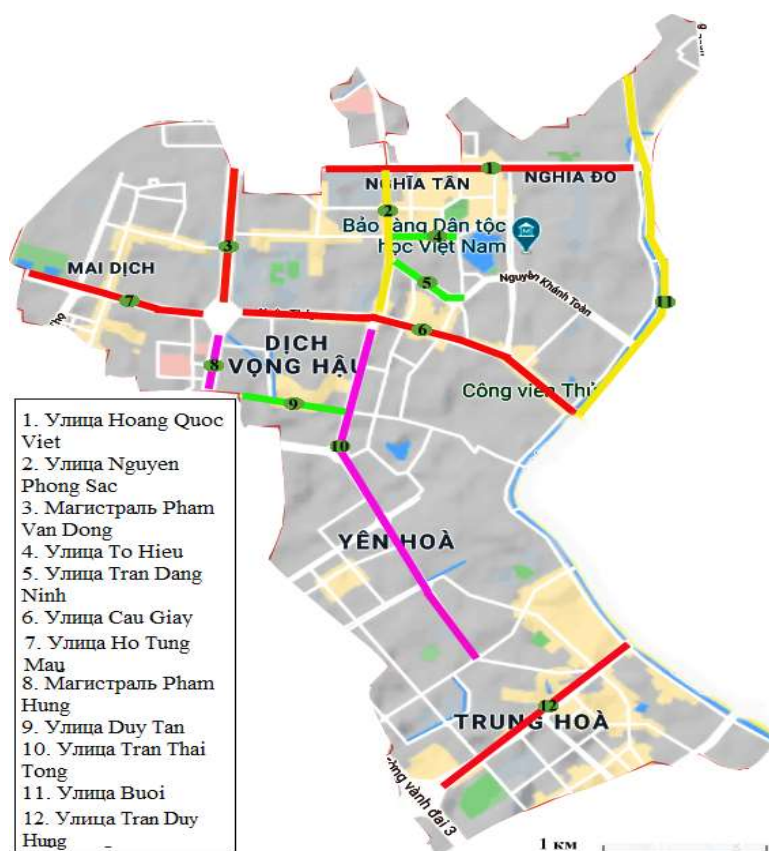
Наименование группы транспорта	Выброс (г/км)			
	NO <sub>x</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>
Грузовые и автобусы	0,0	0,0	0,0	0,0
Легковые автомобили	0,02294	0,0	0,00871	0,0294
Мотоциклы	0,0023	1,7086	0,00138	0,0023

**Таблица 4.** Количество пыли, поднимающейся над дорогой после прохождения транспортного средства [9]

Наименование группы транспорта	PM <sub>10</sub> (г/км)
Грузовые и автобусы	0,38
Легковые автомобили	0,0075
Мотоциклы	0,003

### Результаты исследований

Отметим, что все полученные данные были проведены при исследовании рассеяния выбросов в нормальной деятельности. В данной работе выбранная улично-дорожная сеть включает 11 основных магистралей и улиц, протяженность которых составляет около 17 км (рис. 1).



**Рисунок 1.** Выбранная улично-дорожная сеть района Каузай

В таблице 5 приведены фрагменты итоговых результатов значения выбросов загрязнений транспортными потоками на 11 основных магистралях и улицах в час. С получением результатов можно представить интенсивность выброса отдельных примесей.

**Таблица 5.** Итоговые значения выбросов загрязнений транспортными потоками на 11 основных магистралях и улицах.

№	Магистраль\Улица	Значения выбросов транспортными потоками на перегонах (г/км.ч)			
		NO <sub>2</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>
1	Hoang Quoc Viet	7847	248957	334	321
2	Nguyen Phong Sac	5127	219797	275	230
3	Pham Van Dong	16424	361068	507	597
4	To Hieu	2667	131674	166	129
5	Tran Dang Ninh	3778	161020	209	174
6	Cau Giay	11596	367769	506	482
7	Ho Tung Mau	16963	461073	660	676
8	Pham Hung	11191	328545	434	440
9	Duy Tan	2746	34123	56	89

10	Tran Thai Tong	4393	186132	238	199
11	Buoi	6704	169672	243	259
12	Tran Duy Hung	10392	268118	318	368

В данной работе исходные метеорологические данные относятся к значениям наблюдения о скорости, направления ветра и температуры окружающей среды района:

- + Направление ветра: Юго-запад
- + Скорость ветра: 1,8 м/с
- + Температура окружающей среды: 32 °С

При расчете рассеивания выбросов в атмосфере кроме вышеуказанных метеорологических данных, необходимо указать класс устойчивости атмосферы. В модели рассматривается 6 классов устойчивости атмосферы, обозначаемых буквами А, В, С, D, E, F, которые представлены в таблице 6.

**Таблица 6.** Классы устойчивости атмосферы [4]

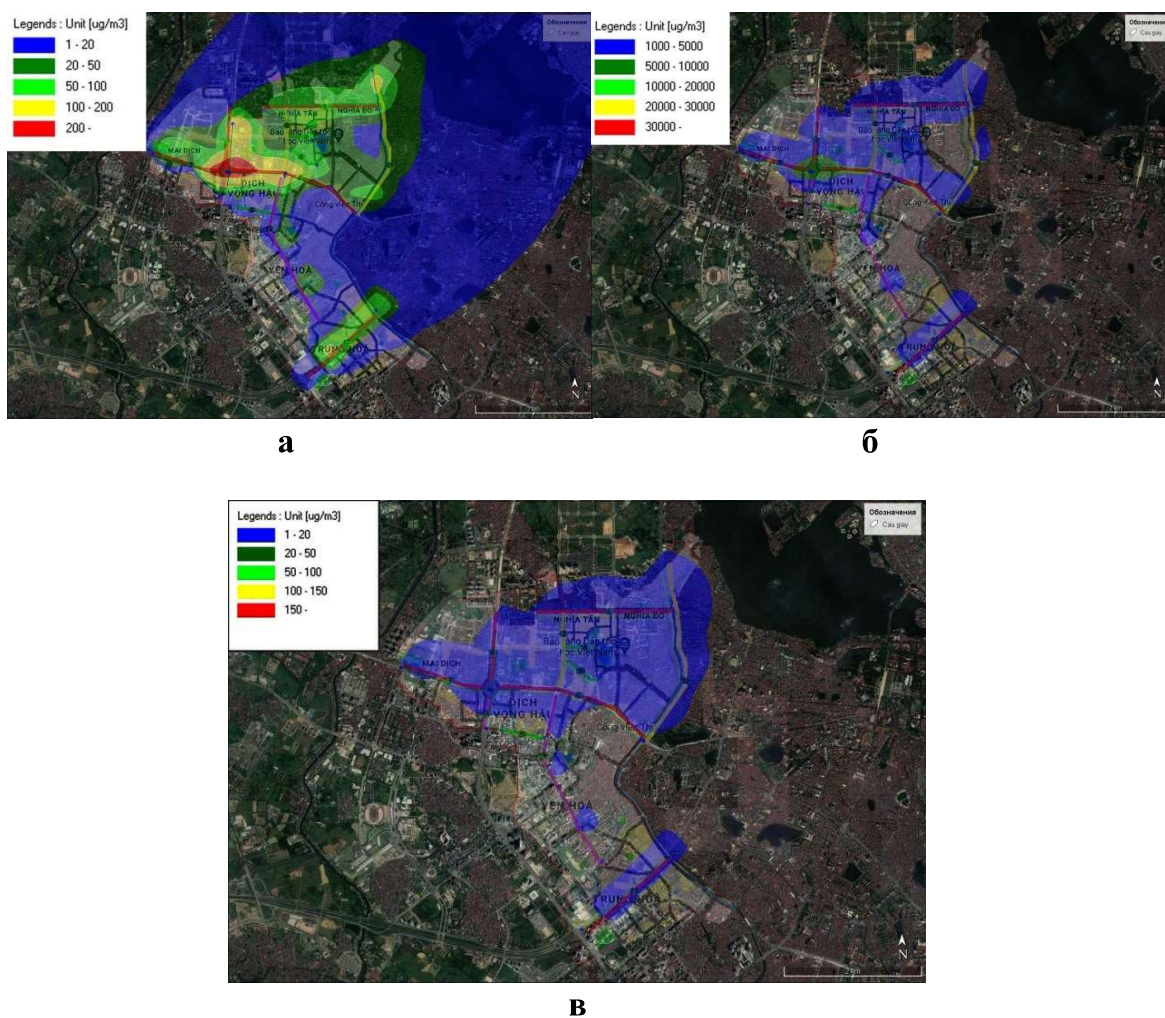
Скорость ветра (м/с)	День				Ночь
	Интенсивность солнечного излучения Q (0.01 кВт/м <sup>2</sup> )				
	60 < Q	30 ~ 59	15 ~ 29	1 ~ 14	
U < 2.0	A	A – B	B	D	F
2.0 – 2.9	A-B	B	C	D	E
3.0 – 3.9	B	B – C	C	D	D
4.0 – 5.9	C	C – D	D	D	D
5.0 < U	C	D	D	D	D

В настоящей работе были представлены два сценария стабильности атмосферы:

**Первый сценарий:** Атмосферная стабильность на уровне **В**

На рисунке 2 приведены конкретные примеры результатов расчета с неустойчивостями атмосферы.



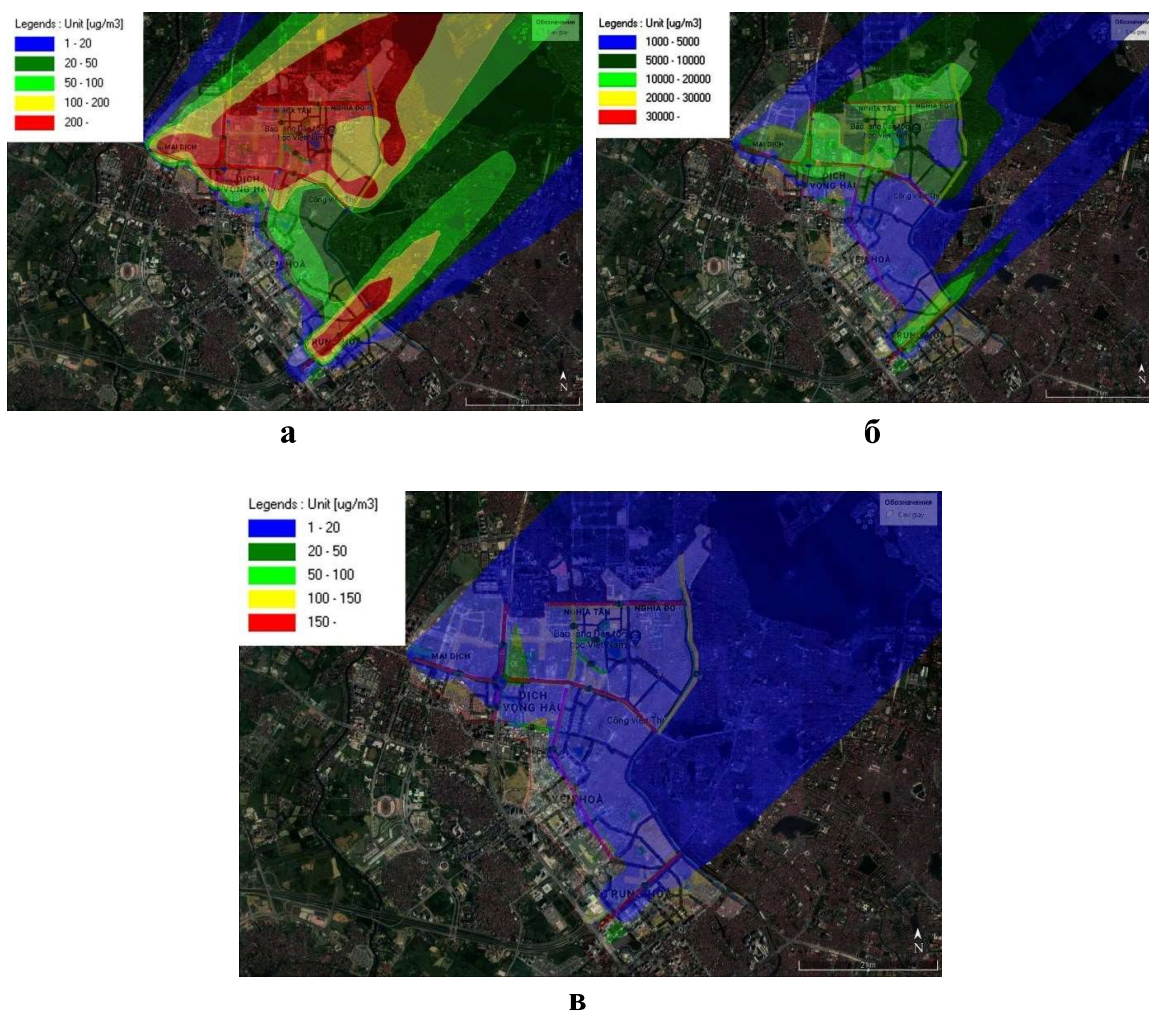


**Рисунок 2.** Расчет поля концентрации с устойчивостями атмосферы В: а) для  $\text{NO}_2$ ; б) для  $\text{CO}$  и в) для пыли  $\text{PM}_{10}$

Как видно из рисунка 2, что значения концентрации типичных загрязняющих веществ от выбросов транспортных средств находятся в допустимых пределах, кроме  $\text{NO}_2$ . Максимальное значение концентрации  $\text{NO}_2$  составляет в зоне пересечения дорог Pham Van Dong - Ho Tung Mau – Pham Hung. Это может быть объяснено рассеянием загрязнений при различной устойчивости атмосферы. Как так в условии конвекции (класс В) происходит сильная турбулентность, поэтому выхлопные газы быстро рассеиваются в воздушной атмосфере.

**Второй сценарий:** Атмосферная стабильность на уровне **F**

Расчеты поля концентрации по второму сценарию представляются на рисунке 3.



**Рисунок 3.** Расчет поля концентрации с атмосферной стабильностью F: а) для  $\text{NO}_2$ ; б) для CO и в) для пыли  $\text{PM}_{10}$

Результаты моделирования по сценарию 2 показали, что: выброс  $\text{NO}_2$  от дорожного транспорта по-прежнему является типичным загрязнителем воздушной среды для района Каузяй. В условии сильно устойчивой атмосферы, поле концентрации других загрязнений атмосферы выбросами автотранспорта увеличивается. Это можно объяснить, что турбулентность воздуха в этом случае оказывается очень слабой, и выбросы автотранспорта тоже слабо рассеиваются в атмосфере.

### Заключение

В данной работе используется расчетная модель переноса загрязняющих веществ от автотранспортных выбросов на территории района Каузяй для двух случаев: стабильная и нестабильная атмосфера. Конкретные параметры выбросов рассчитываются на основе общего количества автотранспорта, различных транспортных классификаций и коэффициентов выбросов, подходящих для каждого типа транспортного средства.

По результатам расчетов видно, что в соответствии со сценарием 1 при нестабильных атмосферных условиях, процессы турбулентности происходят очень быстро, поэтому значения концентрации большинства загрязняющих веществ ниже ПДК в атмосферном воздухе согласно QCVN 05:2013/BTNMT. По сценарию 2 воздушная среда на некоторых участках и на основных перекрестках была загрязнена NO<sub>2</sub>. Максимальные концентрации NO<sub>2</sub> фиксировались в 1,5 - 2,0 раза выше предельно допустимых концентраций.

Полученные результаты позволяют провести оценку и районирование качества воздуха на исследуемой территории.

### Литература

1. Денисов В.Н., Роголев В.А. Проблемы экологизации автомобильного транспорта. – СПб.: Изд. МАНЭБ, 2005. – 312 с.
2. Ministry of Natural Resources and Environment (MONRE). Báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia 2016//Vietnam Environment Report 2016. Chuyên đề: Môi trường đô thị. Hà Nội, năm 2016, 168 trang.
3. MONRE, Ministry of Natural Resources and Environment (MONRE). Vietnam Environment Report. MONRE. 170 pp. 2010.
4. Ministry of Economy, Trade and Industry (2005), Low Rise Industrial Source Dispersion Model, Meti-lis Model – Technical Manual.
5. Bang Quoc Ho, Alain Clappier. Road traffic emission inventory for air quality modelling and to evaluate the abatement strategies: A case of Ho Chi Minh City, Vietnam. Atmospheric Environment, Volume 45, Issue 21, 2011. Pages 3584-3593.
6. Vũ Hoàng Ngọc Khuê, Hồ Minh Dũng, Nguyễn Thoại Tâm, Nguyễn Thị Thúy Hằng, Hồ Quốc Bằng. Kiểm kê và xây dựng bản đồ phát thải khí thải từ hoạt động giao thông cho TP.HCM. In: Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ – Khoa học Tự nhiên; 2019. P. 100–114.
7. Urban transport energy demand and emission analysis – Case study of HCM city. DOSTE (Department of Science, Technology and Environment of Ho Chi Minh City). 2001.
8. EMEP/CORINAIR Atmospheric emission inventory guidebook - Second edition 1999
9. Technical guidance to prepare national emission inventories. In: and others, editor. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2013. vol. 12. EEA Technical report.