

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММЫ "СОPERT" ДЛЯ РАСЧЕТОВ ЭМИССИЙ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ОТ АВТОТРАНСПОРТА

Быкова Е. В.

Институт энергетики АН Молдовы

В статье кратко описан опыт применения программы COPERT. Методология, которая используется в расчетах выбросов от автотранспорта, учитывает целую совокупность первичных факторов. Сравнение величин выбросов, полученных с использованием программы, показало меньшие количества эмиссий, чем методы более простого уровня.

Постановка проблемы. Автотранспорт является ключевой категорией при оценке эмиссий во многих странах. Для расчетов применяется 3 метода, которые различаются степенью детализации данных. Методы описаны для 7 парниковых газов в Руководствах IPCC [1], для 13 загрязняющих веществ - European Monitoring and Evaluation Program (EMEP) [2]. В специальной программе COPERT реализован самый сложный метод – уровня 3 [3]. Программа рассчитывает 30 базовых загрязнителей и ряд дополнительных (всего око-

ло 200). Результаты расчетов эмиссий могут быть использованы для отчетности стран по IPCC, EMEP, а также для выполнения различного рода анализа и исследований. Отчетность Молдовы по упомянутым конвенциям осуществляется уже около 20 лет. За эти годы были опубликованы четыре Национальных Сообщения, 4 Инвентаря эмиссий по РСС, 1 Инвентарь по EMEP и ряд других книг. Фотоизображения некоторых из них приведены ниже на рис. 1.

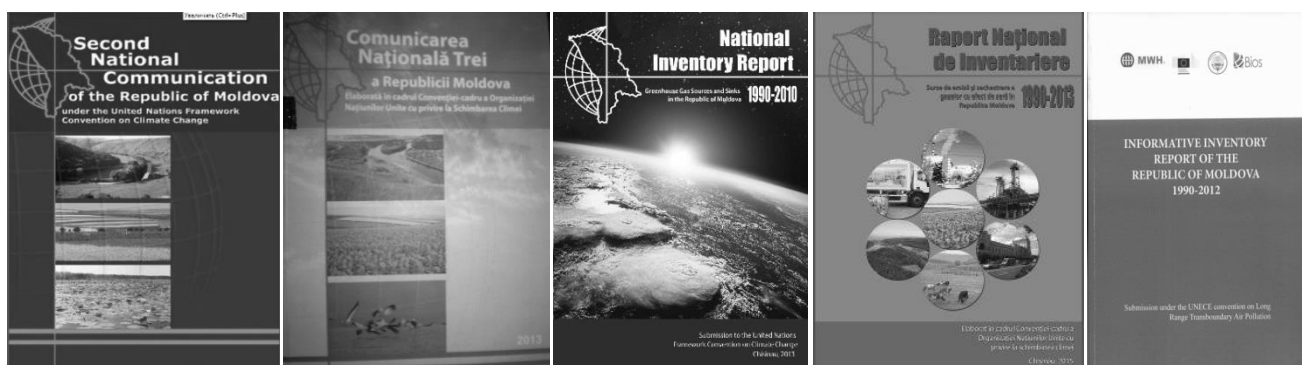


Рисунок 1 – Национальные Сообщения и Национальные Инвентари по эмиссиям парниковых газов и загрязняющих веществ в Молдове

Цель статьи. Описание опыта применения программы, который был получен в Молдове.

Основные материалы исследования. *Входные данные программы COPERT.* Входная информация включает сведения о количествах транспортных средств каждой категории с указанием объемов двигателей категорий (пассажирские легковые М1, автобусы М2-М3, легкие грузовики N1, тяжелые грузовики-N2-N3, мотоциклы-L1-L5), режимах езды (по сельской местности, в городской среде, на автотрассе), вид евростандарта, потребление топлив на автотранспорте. Ряд других данных (степень загруженности машин, уклон дороги и др.) используется для расчетов небольших дополнительных составляющих в суммарных эмиссиях.

Выходная информация состоит в величинах эмиссий каждого загрязняющего вещества для каждой категории автомашин.

Расчеты производятся в 2 этапа. Первый этап – это расчеты коэффициентов выбросов эмиссий для заданной конфигурации автопарка и режимов езды. Второй этап – это вычисление количества выбросов с

применением коэффициентов, полученных на первом этапе. Математическая часть описана в Руководстве EMEP-2016, том "Автотранспорт".

Подготовка входных данных. Интерфейс программы представляет собой несколько открывающихся окон, в которых необходимо записать первичные данные, рис. 3. Работу с программой можно разделить на несколько шагов.

На первом шаге работы наиболее трудным моментом является составление перечня автомашин – конфигурации автопарка. Для легковых пассажирских машин требуется распределение количества по 4 диапазонам объемов двигателей для бензиновых и по 3 диапазонам - для дизельных двигателей. Для легких грузовиков необходимо разделение количества на 3 группы по весу, а для тяжелых – на 8 групп (7,5-12 тонн, 12-14 тонн, 14-16 тонн, 16-20 тонн, 20-24 тонны, 24-28 тонн, 28-32 тонны, более 32 тонн). Для автобусов также необходимо разделение на городские и туристические и дополнительно также по весу.

В программе учитываются топлива - бензин, дизельное топливо, сжиженный газ и сжатый газ. Мож-

но учесть и биотопливо, и указать характеристики топлива (по существующим стандартам качества топлива). В действительности имеются автомобили и на двух видах топлив, а также гибридные и электрические. Они должны быть предварительно отнесены к одному из заданных видов топлив (допущение 1 и шаг 2). По возрасту автомобиля определяется тип Евро, если нет указаний об этом в первичных данных (шаг 3).

Четвертым шагом является заполнение данных по скоростному режиму по разным типам дорог. Прямых данных такого рода нет, и тут необходимы либо до-

пущения (допущение 2), либо реальные замеры. Отдельным показателем является среднегодовой пробег автомашин. Представляемые в Статистических изданиях "тонно-км" или "пассажира-км" для данной задачи не подходят, и нужны данные по среднегодовому пробегу машин в каждой категории и для каждого вида топлива. Эти величины можно вычислить по числу машин, типовому расходу топлива и общему потреблению топлив каждого вида. Полученные расчетные значения будут оценочными (допущение 3), но их можно уточнить и скорректировать по балансу топлива при расчетах.

The screenshot shows the 'Входные данные о парке' (Input data for the fleet) window in the COPERT software. The window is divided into several sections:

- Top Left:** A list of vehicle categories: Light Duty Vehicles, Heavy Duty Trucks, Buses, Mopeds, Motorcycles. A checkbox 'Показать все секторы' (Show all sectors) is checked.
- Top Center:** A section for 'Виды транспортных средств' (Vehicle types) with radio buttons for 'Все' (All) and 'по умолчанию программы COPERT' (Default COPERT program).
- Top Right:** A button 'Применить данную конфигурацию парка к следующим годам.' (Apply this fleet configuration to the following years).
- Center:** A dropdown menu for 'Сектор:' (Sector) set to 'Passenger Cars'.
- Main Table:** A table with columns: 'Подсектор' (Subsector), 'Соответствие стандарту' (Standard compliance), 'Количество' (Quantity), 'Пробег (км/год)' (Mileage (km/year)), and 'Средний пробег парка (км)' (Average fleet mileage (km)). The table lists various gasoline standards and their corresponding quantities and mileages.
- Right Sidebar:** A list of calculation options with checkboxes:
 - Страна: Moldova
 - Год: 2014
 - Вета: Calculated
 - Применить статистические коэффициенты коррекции расхода топлива: No
 - Сокращение пробега: No
 - Коэффициенты сокращения пробега: Calculated
 - Год, по которому рассчитывается влияние топлива: 1996
 - Коэффициенты влияния топлива: Calculated
 - Коэффициенты горячего выброса: Calculated
 - Коэффициенты холодного выброса: Calculated
 - Коэффициенты испарений: Calculated
 - Горячие выбросы: Calculated
 - Холодные выбросы: Calculated
 - Выбросы в виде испарений: Calculated
 - Дополнительные показатели** (Additional indicators):
 - Влияние загруженности: Yes
 - Влияние уклона дороги: Yes
 - Влияние использования кондиционера: Yes
 - Коэффициенты использования кондиционера: Not Calculated
 - Влияние сгорания смазочного масла на выбросы CO2: No

Рисунок 2 – Окна входной информации программы COPERT

Работа с программой COPERT. Работа с программой состоит из нескольких этапов. Первым этапом является заполнение исходных данных – создание списка машин (конфигурация автопарка) и скоростные режимы на каждом виде дороги. Вторым этапом являются расчеты коэффициентов эмиссий для горячего и холодного старта и расчеты самих выбросов. Можно учесть и дополнительные выбросы для учета испарения, загруженности автомобиля, уклона дорог, возраста автомашины и других. Эмиссии рассчитываются для основного списка загрязнителей (около 30), но имеется возможность рассчитать и дополнительные, например, состав Nox, NMVOC.

Третьим этапом является проверка по балансу топлива, которое задано по топливно-энергетическому балансу, и которое рассчитано для каждой категории машин с учетом среднегодового пробега. При расхождении более 10% расчет необходимо повторить, откорректировав данные среднего-

дового пробега и другие данные, для которых были допущения. Четвертым этапом является формирование выходного файла путем импортирования в Excel.

Пятый этап состоит в сравнении полученных результатов по эмиссиям с количествами, которые показывает метод более простого уровня, например, метод уровня 1. Но такое сравнение можно выполнить только для 13 загрязняющих веществ. На рис.3 приведены фотоизображения страниц выходного файла программы для загрязнителей CO и VOC (фрагменты таблиц). Сравнение количества эмиссий, рассчитанных с помощью программы, показало меньшие эмиссии, чем по методу более простого уровня. Для рассчитанных трех лет и для загрязнителей, которые можно сравнить, эта величина составила около 10%.

Использование программы переводит расчеты эмиссий от автотранспорта на другой качественный уровень и дает более точные результаты.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Sector	Subsector	Technology	2014						
2	Passenger Cars	Gasoline <1,4l	PRE ECE	0						
3	Passenger Cars	Gasoline <1,4l	ECE 15/00-01	0						
4	Passenger Cars	Gasoline <1,4l	ECE 15/02	0						
5	Passenger Cars	Gasoline <1,4l	ECE 15/03	0						
6	Passenger Cars	Gasoline <1,4l	ECE 15/04	0						
7	Passenger Cars	Gasoline <1,4l	Improved Conventional	0						
8	Passenger Cars	Gasoline <1,4l	Open Loop	477,7584157						
9	Passenger Cars	Gasoline <1,4l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	40,52954192						
10	Passenger Cars	Gasoline <1,4l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	10,6412276						
11	Passenger Cars	Gasoline <1,4l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	10,94779221						
12	Passenger Cars	Gasoline <1,4l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	12,33756338						
13	Passenger Cars	Gasoline <1,4l	PC Euro 5 - EC 715/2007	2,610467788						
14	Passenger Cars	Gasoline <1,4l	PC Euro 6 - EC 715/2007	0,510449113						
15	Passenger Cars	Gasoline 1,4 - 2,0l	PRE ECE	0						
16	Passenger Cars	Gasoline 1,4 - 2,0l	ECE 15/00-01	0						
17	Passenger Cars	Gasoline 1,4 - 2,0l	ECE 15/02	0						
18	Passenger Cars	Gasoline 1,4 - 2,0l	ECE 15/03	0						
19	Passenger Cars	Gasoline 1,4 - 2,0l	ECE 15/04	0						
20	Passenger Cars	Gasoline 1,4 - 2,0l	Improved Conventional	0						
21	Passenger Cars	Gasoline 1,4 - 2,0l	Open Loop	391,8376252						
22	Passenger Cars	Gasoline 1,4 - 2,0l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	111,5439888						
23	Passenger Cars	Gasoline 1,4 - 2,0l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	40,05299609						
24	Passenger Cars	Gasoline 1,4 - 2,0l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	33,95348136						
25	Passenger Cars	Gasoline 1,4 - 2,0l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	24,31616643						
26	Passenger Cars	Gasoline 1,4 - 2,0l	PC Euro 5 - EC 715/2007	4,426980607						
27	Passenger Cars	Gasoline 1,4 - 2,0l	PC Euro 6 - EC 715/2007	0,548562516						
28	Passenger Cars	Gasoline >2,0l	PRE ECE	0						
29	Passenger Cars	Gasoline >2,0l	ECE 15/00-01	0						
30	Passenger Cars	Gasoline >2,0l	ECE 15/02	0						
31	Passenger Cars	Gasoline >2,0l	ECE 15/03	0						
32	Passenger Cars	Gasoline >2,0l	ECE 15/04	0						
33	Passenger Cars	Gasoline >2,0l	Conventional	0						

Рисунок 3 – Фрагменты страниц выходного файла программы (по эмиссиям загрязнителя VOC)

Выводы. Приобретенный опыт работы с COPERT показал целесообразность ее применения. Методология, заложенная в ней, учитывает многие аспекты режима езды автомобилей и охватывает значительно большее число загрязнителей по сравнению с методами более простого уровня.

Трудным моментом является подготовка первичных данных по требуемому формату ввиду отсутствия в официальной статистике сведений о конфигурации автопарка, распределения машин по категориям и другим параметрам автомобилей (градациям по объему двигателей и весу, типам применяемого топлива, Евро-стандартам). Использование программы представляет качественное изменение в расчетах эмиссий, и необходимы рекомендации по улучшению национальной статистики по транспортным средствам для возможности ее постоянного использования.

Список использованных источников

1. Руководство Межправительственной группы по изменению климата (IPCC), версия 2006 г. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.
2. Руководство ЕМЕП-2016 (European Monitoring and Evaluation Program), версия 2016 г. – Режим доступа: <http://www.ceip.at>.
3. Программа COPERT 4.9. European Environment Agency. Инструкция и Руководство пользователя. – Режим доступа: <http://www.emisia.com>.

Анотація

ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМИ "COPERT" ДЛЯ РОЗРАХУНКІВ ЕМІСІЇ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН ВІД АВТОТРАНСПОРТУ

Бикова Є. В.

У статті коротко описано досвід застосування програми COPERT. Методологія, яка використовується в розрахунках викидів від автотранспорту, враховує цілу сукупність первинних факторів. Порівняння величин викидів, отриманих з використанням програми, показало менші кількості емісій, ніж методи більш простого рівня.

Abstract

USING "COPERT" FOR CALCULATING EMISSIONS POLLUTANTS FROM ROAD TRANSPORT

E. Bykova

The experience of using the program COPERT of calculating emissions from road transport briefly describes in the article. The methodology used the set of primary factors. Comparison of the values of emissions obtained using the program showed smaller amounts of emissions than simpler methods.