

УДК 656.18:504

ОЦЕНКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОКРАЩЕНИЯ ВЫБРОСОВ ПРИ ПЕРЕСАДКЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ И ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА НА ВЕЛОСИПЕД ДЛЯ КРУПНОГО ГОРОДА

Зега А.Н., Трофименко Ю.В.

*Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ),
Москва, e-mail: zege1999@mail.ru, ywtrofimenko@mail.ru*

Проводится оценка сокращения выбросов автомобильным транспортом при пересадке автомобилистов на велосипед в крупном городе в результате внедрения развитой велотранспортной сети в транспортную сеть крупного города. В данной работе расчет ведется для города Москвы. Для проведения расчета был проведен анализ данных, полученных из опросов Всероссийского центра исследования общественного мнения (ВЦИОМ) по частоте использования велосипедов, причинам их неиспользования и отталкивающим факторам. Выделена целевая группа пользователей велотранспортной сети в городе Москве, которая в результате анализа была определена как 22% от всех жителей города Москвы и в фактическом значении составляет около 3,3 млн человек. В соответствии с методическими рекомендациями по оценке выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от передвижных источников (автомобильный и железнодорожный транспорт) определено сокращение выбросов по различным загрязняющим веществам, типам двигателей и экологическому классу от автомобильного транспорта при пересадке целевой группы пользователей с личных автомобилей на велосипеды с учетом данных о фактическом количестве личных автомобилей в городе Москве. Суммарное сокращение выбросов составило 81,6746 тысяч тонн в год.

Ключевые слова: сокращение, выбросы, велосипед, аналитика, оценка, статистика

GRADE FOR DETERMINING EMISSION REDUCTIONS FROM TRANSFERRING CAR AND PUBLIC TRANSPORT USERS TO A BICYCLE FOR A LARGE CITY

Zege A.N., Trofimenko Yu.W.

*Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI), Moscow,
e-mail: zege1999@mail.ru, ywtrofimenko@mail.ru*

A method is proposed for calculating the reduction of emissions by road transport when changing motorists to a bicycle in a large city as a result of the introduction of a developed bicycle transport network. In this work, the calculation is carried out for the city of Moscow. To carry out the calculation, we analyzed the data obtained from the polls of the All-Russian Center for the Study of Public Opinion (VTSIOM) on the frequency of using bicycles, the reasons for their non-use and repulsive factors. The target group of users of the cycling transport network in the city of Moscow was identified, which, as a result of the analysis, was determined as 22% of all residents of the city of Moscow and in fact amounts to about 3.3 million people. In accordance with the methodological recommendations for assessing emissions of pollutants into the atmosphere from mobile sources (road and rail transport), the reduction of emissions for various pollutants, engine types and environmental class from road transport was determined when the target group of users was transferred from personal cars to bicycles, taking into account the data on the actual number of private cars in the city of Moscow. The total reduction in emissions amounted to 81.6746 thousand tons per year.

Keywords: reduction, emissions, bike, analytics, estimation, statistics

В настоящее время развитие велосипедного транспорта является неотъемлемой частью развития городской среды. Развитие велотранспортной сети дает возможность организовать городское пространство, в котором потребность перемещения на личном автомобиле будет снижаться. [1]

При развитии велотранспортом сети важным моментом является оценка экологического влияния этой сети на окружающую среду в городе.

Наиболее значимым положительным эффектом пересадки людей на велосипед с личного автомобиля является сокращение выбросов вредных веществ, за счет сниже-

ния количества используемых двигателей внутреннего сгорания разного типа.

Целью работы являлась оценка сокращения выбросов вредных веществ при пересадке целевой группы пользователей в городе Москве с личного транспорта на велосипед, а также определение потенциального количества пользователей велосипедной инфраструктуры по результатам социологических опросов.

Основная часть при оценке сокращения выбросов вредных веществ за счет пересадке целевой группы пользователей в городе Москве с личного транспорта на велосипед показателя необходимо:

- Оценить потенциальное количество людей, которые переседут с личного автомобиля или автобуса на велосипед – оценку можно провести путем социологических опросов

- Выделить целевую группу
- Определить сокращение автомобилей по обработке данных опросов среди целевой группы пользователей
- Рассчитать сокращение выбросов по методике

Обработка статистических данных по использованию велосипеда в городе Москве. Для определения воздействия вело-транспортной сети на городскую среду, необходимо определить количество пользователей, которые будут использовать велосипед в качестве основного вида транспорта, после развития этой сети. Для этого необходимо определить целевую группу пользователей и рассчитать их количество.

Для выделения целевой группы пользователей используются результаты опро-

са жителей Москвы (таблица 1) в которых представлена информация о частоте использования велосипедов жителями москвы различных возрастных категорий. В соответствии с данными [2] большинство москвичей не используют велосипед в повседневной жизни.

Результаты опроса жителей города Москвы с разбивкой на частоту использования велосипеда по всем возрастным категориям наглядно представлены в виде графика (рис. 1).

При анализе приведенных данных опроса было определено, что среди москвичей с определенной частотой велосипед используют 29% опрошенных, которых мы можем отнести к целевой группе. При этом 19% из 29% москвичей считают, что велосипед является развлечением или хобби, при этом именно в качестве самостоятельного средства передвижения его рассматривает всего 3% из 29% (рис. 2).

Таблица 1

Результаты опроса жителей города москвы в соответствии с данными ВЦИОМ

Как часто вам случается ездить на велосипеде по Москве, включая прогулки в московских парках?	Все москвичи	18–30 лет	31–45 лет	46–60 лет	Старше 60 лет
Каждый день	2	3	2	3	1
Несколько раз в неделю	7	10	9	5	1
Раз в неделю	7	8	9	7	0
Несколько раз в месяц	6	11	7	4	1
Реже, чем раз в месяц	7	12	8	3	1
Не езжу или почти не езжу на велосипеде	71	54	63	76	97
Затрудняюсь ответить	1	1	1	2	<1



Рис. 1. Использование велосипеда жителями г. Москвы

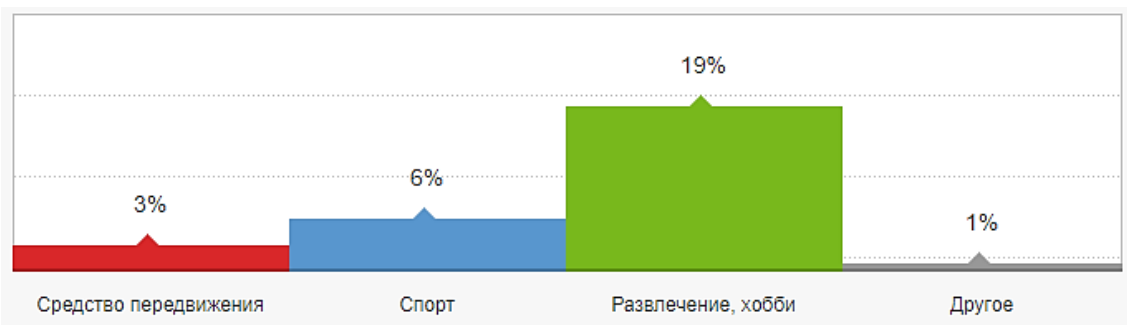


Рис. 2. Результаты опроса «Чем является для вас велосипед в первую очередь: это средство передвижения, спорт или развлечение, хобби?»

Такие невысокие показатели использования велосипеда в качестве средства передвижения москвичи связывают со следующими факторами:

- Мало оборудованных велодорожек, город не приспособлен для поездок на велосипеде;
- Большие расстояния, слишком долго;
- Автомобили, загруженность дорог;
- Опасность передвижения на велосипеде;
- Проблема парковки велосипедов, их сохранности;
- Отсутствие культуры в отношении к велосипедистам;
- Специфика работы, дресс-код;
- Плохая погода.

При этом более 35% опрошенных заявили, что основным препятствием в использовании велосипеда в качестве транспортного средства является отсутствие велосипедной инфраструктуры, более 23% опрошенных заявили, что велосипед не комфортен для перемещения на дальние дистанции из-за низкой скорости передвижения и около 18% утверждают, что движение на велосипеде опасно из-за тесного контакта с автомобилями.

Таким образом, можно утверждать, что при создании развитой велосипедной сети, имеющей интеграцию с общественным транспортом и которая позволяет перемещаться по городу быстро и безопасно

можно привлечь более 76% потенциальных пользователей, относящихся к целевой группе. Данное значение позволяет:

- Рассчитать примерное количество пользователей велотранспортной сети;
- Оценить экологическое положительное влияние велотранспортной сети путем расчета снижения выбросов;
- Оценить потенциал велотранспортной сети.

Население города Москвы на 2021 в соответствии с [3] составляет 15 млн человек. При выделении целевой группы можно определить, что использовать велотранспортную сеть будет около 3,3 млн человек.

Оценка сокращения выбросов автомобилей. В соответствии с [4] около 25% населения города Москвы имеют автомобиль, соответственно при пересадке 3,3 млн человек на велосипед трафик в Москве снизится примерно на 825 тыс автомобилей. При этом средний годовой пробег автомобиля в городе Москве составляет 16,1 тыс. Км.

В соответствии с методическими рекомендациями по оценке выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от передвижных источников (автомобильный и железнодорожный транспорт) [5] состав парка легковых автомобилей в России представлен в таблице 2, а структура парка по типу используемого топлива в автопарках представлена в таблице 3.

Таблица 2

Структура парка легковых автомобилей в России [4, с. 4]

Тип АТС	Вид топлива	Экологический класс АТС						
		0 (Евро 0)	1 (Евро 1)	2 (Евро 2)	3 (Евро 3)	4 (Евро 4)	5 (Евро 5)	6 (Евро 6)
		Для соответствующего экологического класса						
Легк. авто. категории М1	Бензин	0,10	0,10	0,10	0,20	0,30	0,20	-
	ДТ	0,10	0,10	0,10	0,20	0,30	0,20	-

Таблица 3

Структура парка по типа используемого топлива [4, с. 5]

Легковые		Грузовые автомобили и автобусы категории М1, N1		Грузовые автомобили категории N2, N3		Автобусы категории М2, М3	
бензин	ДТ	бензин	ДТ	бензин	ДТ	бензин	ДТ
0,98	0,02	0,70	0,30	0,30	0,70	0,20	0,80

Таблица 4

удельные выбросы ЗВ легковых автомобилей категории М₁ при движении по крупным и сверхкрупным городам, г/км [4, с. 8]

Экологический класс АТС	Вид топлива	Загрязняющие вещества						
		СО	NOx	С	So2	СН4	ЛОСНМ*	NH3
0 (евро 0)	Бензин	29,3	1,15	-	0,022	0,040	5,260	0,002
	ДТ	0,9	2,80	0,25	0,075	-	0,225	0,001
	СНГ	29,3	1,15	-	0,007	0,025	5,275	-
1 (евро 1)	Бензин	9,2	0,72	-	0,018	0,015	0,495	0,070
	ДТ	0,6	0,55	0,07	0,070	-	0,110	0,001
	СНГ	9,2	0,72	-	0,007	0,010	1,440	-
2 (евро 2)	Бензин	6,2	0,28	-	0,016	0,010	0,110	0,095
	ДТ	0,6	0,55	0,07	0,070	-	0,120	0,001
	СНГ	6,2	0,28	-	0,007	0,010	0,110	-
3 (евро 3)	Бензин	3,3	0,11	-	0,016	0,004	0,076	0,060
	ДТ	0,6	0,42	0,05	0,066	-	0,095	0,001
	СНГ	3,3	0,11	-	0,007	0,003	0,077	-
4 (евро 4)	Бензин	0,30	0,07	-	0,016	0,003	0,027	0,060
	ДТ	0,35	0,23	0,05	0,066	-	0,055	0,001
	СНГ	0,30	0,07	-	0,007	0,001	0,029	-
5 (евро 5)	Бензин	0,30	0,05	-	0,016	0,003	0,028	0,060
	ДТ	0,35	0,18	0,03	0,066	-	0,055	0,001
	СНГ	0,30	0,05	-	0,007	0,001	0,029	-

* ЛОСНМ – неметановые летучие органические соединения

В общем виде формула общих выбросов загрязняющих веществ АТС при перемещении в городах и населенных пунктах выглядит следующим образом:

$$M_i = M_{1i} + M_{2i} + M_{3i}, \text{ тыс. т}$$

где M_{1i} – выброс i -го вещества во время перемещения транспортного средства на территории крупных и сверхкрупных городов (население города превышает 1 млн человек), тыс. т

M_{2i} – выброс i -го вещества во время перемещения транспортного средства на территории больших, средних и малых городов (до 1 млн человек), тыс. т

M_{3i} – выброс i -го вещества во время перемещения транспортного средства на территории внегородских дорог, тыс. т

В нашем случае расчет производится для города Москвы и рассчитываться будет

только значение M_{1i} , следовательно, формула приобретает следующий вид:

$$M_i = M_{1i} = \sum M_{1ij}, \text{ тыс. т}$$

где M_{1ij} – выброс i -го вещества от АТС для j -го расчетного типа при движении по УДС крупных и сверхкрупных городов.

M рассчитывается по формуле:

$$M_{1ij} = m_{1ij} \cdot L_{1j} \cdot N_{1j} \cdot 10^{-6}, \text{ тыс. т}$$

где m_{1ij} – удельный выброс i -го вещества автотранспортного средства j -го расчетного типа (в нашем случае легковые автомобили и автобусы) при перемещении АТП по крупным и сверхкрупным городам в соответствии с таблицей 4, г/км;

L_{1j} – среднегодовой пробег автотранспортного средства j -го расчетного типа, тыс. км;

N_{1j} – количество автотранспортных средств j -го расчетного типа, ед.

Таблица 5

Результаты расчета сокращения выбросов по веществам в год, тыс. т

номер M1ij	Загрязняющее вещество							тип двиг.	Класс евро
	CO	NOx	C	So2	CH4	ЛОСНМ*	NH3		
M1ij1	38,139	1,4969	0	0,029	0,052	6,847	0,0026	Бен.	Евро 0
M1ij2	0,0239	0,0749	0,0066	0,002	0	0,006	2,7 ⁻⁵	ДТ	
M1ij3	11,976	0,9372	0	0,0234	0,020	0,644	0,0911	Бен.	Евро 1
M1ij4	0,0159	0,0146	0,0019	0,0019	0	0,003	2,7 ⁻⁵	ДТ	
M1ij5	8,0706	0,3645	0	0,0208	0,013	0,143185	0,12366	Бен.	евро 2
M1ij6	0,0159	0,0146	0,0019	0,0019	0	0,00	2,7 ⁻⁵	ДТ	
M1ij7	8,5911	0,2864	0	0,0417	0,010	0,199	0,1562	Бен.	евро 3
M1ij8	0,0319	0,0223	0,0027	0,0035	0	0,005	5,3 ⁻⁵	ДТ	
M1ij9	1,1715	0,2734	0	0,0625	0,013	0,105	0,2343	Бен.	евро 4
M1ij10	0,0279	0,0183	0,0040	0,0053	0	0,004	8 ⁻⁵	ДТ	
M1ij11	0,7810	0,1302	0	0,0416	0,008	0,073	0,1562	Бен.	евро 5
M1ij12	0,0186	0,0096	0,0016	0,0035	0	0,003	5,3 ⁻⁵	ДТ	
Итого	68,863	3,6423	0,019	0,2366	0,115	8,035	0,7644	общ.	
Сумма	81,6746								

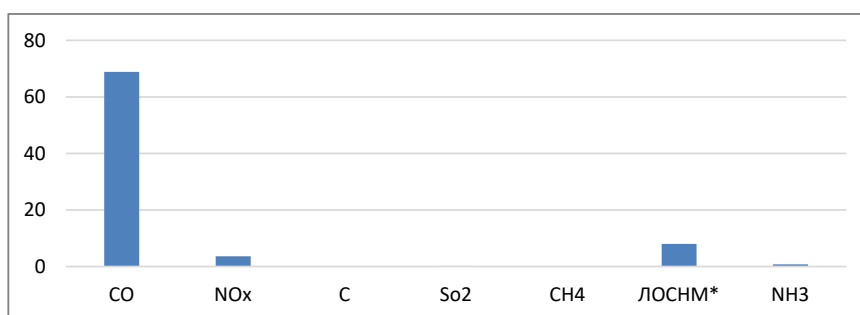


Рис. 3. Сокращение выбросов по веществам, тыс. т

Результаты расчета приведены в таблице 5
Оценка сокращения использования топлива. Для определения сокращения потребления топлива при развитии велотранспортной сети в крупном городе следует учитывать среднегодовой пробег автомобилей в городе, а также средний расход топлива легковыми автомобилями. Для города Москвы среднегодовой пробег составляет 16,1 тыс. Км. При этом принимая средний расход топлива легковым автомобилем 10л/100км [6] получим экономию топлива до 5313 миллионов литров в год.

Таким образом мы видим, что внедрение велосипедной сети, которая охватывает целевую группу пользователей в городе Москве, позволит сократить выбросы на 81,6746 тыс. т в год. И сэкономить до 5313 миллионов литров топлива.

Список литературы

1. Гальшев А.Б., Шелмаков С.В. Развитие велосипедного движения для улучшения экологической обстановки в крупных городах // Успехи современного естествознания. 2011. № 7. С. 93.
2. Опрос ВЦИОМ [электронный ресурс]. URL: <https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/velosipedisty-krutim-pedali> (дата обращения: 20.08.2021).
3. Официальный сайт мэра города Москвы. Население города Москвы на 2021 год [электронный ресурс]. URL: https://www.mos.ru/dvms/documents/materialy_smi/view/228778220/ (дата обращения: 21.08.2021).
4. Исследование аналитического агентства «Автостат-Инфо» [электронный ресурс]. URL: <https://avtostat-info.com/News/9384> (дата обращения: 20.08.2021).
5. Трофименко Ю.В., Шелмаков С.В., Зега С.О., Шашина Е.В. Велосипедный транспорт в городах: монография. М.: МАДИ, 2020. 154 с.
6. Шелмаков С.В. Экотранспорт: учеб. пособие. М.: МАДИ, 2018. 199 с.