

УДК 656.025.41.6

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ ВНЕДРЕНИИ SCOOT

С.Н. Павлов, Е.В. Журина

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

В данной статье производится оценка экологической обстановки на выбранном участке при внедрении SCOOT. Расчет ведется на основе определения значений показателей количества вредных веществ в отработавших газах, получаемых в процессе эксплуатации автомобильного транспорта. Внедрение интеллектуальной транспортной системы SCOOT позволит снизить количество выбросов веществ, загрязняющих атмосферу.

Ключевые слова: интеллектуальная транспортная система, SCOOT, выбросы загрязняющих веществ.

ASSESSMENT OF THE ENVIRONMENTAL SITUATION IN THE IMPLEMENTATION OF SCOOT

S. N. Pavlov, E. V. Zhurina

Polzunov Altai State Technical University, Barnaul

This article is the assessment of the environmental situation in the selected area the introduction of SCOOT. The calculation is based on the definition of values of quantities of hazardous substances in the exhaust gases produced during the operation of the CA more or less stable vehicles. The introduction of intelligent transport system SCOOT will reduce the amount of emissions of substances polluting the atmosphere.

Keywords: intelligent transport system, SCOOT, the emissions of pollutants.

Введение

Автомобильный транспорт оказывает значительное негативное воздействие на окружающую среду в процессе эксплуатации. Загрязняющие выбросы в атмосферу от автомобилей по объёму более чем на порядок превосходят выбросы от железнодорожных транспортных средств. Выбросы от автотранспорта в России составляют около 22 млн. т в год. Отработавшие газы двигателей внутреннего сгорания содержат более 200 вредных наименований вредных веществ и соединений, в том числе и канцерогенных. Нефтепродукты, продукты износа шин, тормозных накладок, сыпучие и пылящие грузы, хлориды, используемые в качестве антиобледенителей дорожных покрытий, загрязняют придорожные полосы и водные объекты. В мировом балансе загрязнений, основная доля (54 %) приходится на автомобильный транспорт, но в разных странах доля неодинакова и колеблется от 13-30 % до 60-80 %. Общее количество автомашин в мире превысило 500 млн. шт., в том числе в Российской Федерации 56 млн. шт. Вредные выбросы от автотранспорта в Российской Федерации со-

ставляют 22 млн. т/год. Один автомобиль при пробеге 15 тыс. км сжигает в среднем 2 т топлива, около 26 - 30 т воздуха, в том числе 4 - 5 т кислорода, что в 50 раз больше потребностей человека, при этом выбрасывает в атмосферу [1]:

- угарного газа – 700 кг/год;
- диоксида азота – 40 кг/год;
- несгоревших углеводородов – 230 литров;
- твёрдых веществ – 2-5 кг/год.

Районы, содержащие в воздухе данные вещества, превращаются в зоны повышенного риска необратимой потери здоровья населения. Сейчас в них проживают около 15 млн. человек. На прилегающей территории к автомагистралям вода, почва и растительность является носителями ряда канцерогенных веществ, а местность – опасной зоной.

В данной работе рассматривается участок проспекта Комсомольского – одной из центральных улиц города, а также одной из важнейших транспортных магистралей, особенно для грузового автомобильного транспорта. Его протяженность составляет 3,9 километра. Ширина на разных его участках достигает от 10 до 15 метров, на которой рас-

полагается по две полосы движения в каждом направлении.

Влияние транспорта на рассматриваемом участке также негативно сказывается на проживающих в непосредственной близости к автомобильной дороге. К тому же данный проспект отличается наличием достаточно интенсивного движения грузового автомобильного транспорта, преимущественно дизельного, который является источником повышенного загрязнения атмосферы. На некоторых участках расстояние от жилой застройки до проезжей части не превышает 8 метров. Растительность же вдоль дороги не является достаточно густой, чтобы значительно снизить негативное влияние вредных выбросов на окружающую среду и жителей близстоящих домов.

Как показывает статистика и опыт применения, рассматриваемый в данной работе, интеллектуальной транспортной системы (ИТС) SCOOT, в результате снижения задержек транспорта на пересечениях SCOOT позволяет уменьшить количество вредных выбросов до 7-9 % [2].

Для того чтобы оценить возможное снижение негативного воздействия автотранспорта в случае применения ИТС SCOOT, в данной статье будет произведен расчет выбросов вредных веществ на рассматриваемом участке при интенсивности движения в «час-пик» [3].

Рассматриваемая ИТС делит район управления на зоны. В каждой зоне обеспечивается сетевая координация работы светофоров. Границы зон расположены вдоль длинных или слабо загруженных дорог. Работа системы существенно зависит от получаемой информации о параметрах транспортного потока, которую она получает от детекторов транспорта, которые установлены на протяжении конкретного участка [4].

Программное составляющее данной системы оценивает задержки, которые испытывают транспортные средства (ТС) на каждой дороге, а также количество их остановок и вычисляет индекс производительности, основанный на этих параметрах. На основе общей производительности сети, SCOOT постепенно изменяет заранее определенные программы светофоров [5].

Расчет выбросов, движущегося автотранспорта производят по выбросу i -того загрязняющего вещества (г/с) потоком на автомагистрали (или ее участке) с фиксированной протяженностью L (км) и определяется по формуле:

$$M_{Li} = \frac{L}{3600} \sum_{k=1}^k M_{k,1}^{\Pi} \cdot G_k \cdot r_{V_{k,1}}$$

где $M_{k,1}^{\Pi}$ – пробеговой выброс i -го вредного вещества автомобилями k -й группы для городских условий эксплуатации; k – количество групп автомобилей; G_k (1/час) – фактическая наибольшая интенсивность движения, т.е. количество автомобилей каждой из K групп, проходящих через фиксированное сечение выбранного участка автомагистрали в единицу времени в обоих направлениях по всем полосам движения; $r_{V_{k,1}}$ – поправочный коэффициент, учитывающий среднюю скорость движения транспортного; $\frac{1}{3600}$ – коэффициент пересчета «час» в «сек». L (км) – протяженность автомагистрали (или ее участка) из которого исключена протяженность очереди автомобилей перед запрещающим сигналом светофора и длина соответствующей зоны перекрестка.

Расчет выбросов производится для таких загрязняющих веществ как: CO, CH, сажа, SO₂, формальдегид, соединения свинца, бенз(а)пирен.

$$M_{CO} = 6,65 \text{ (г/с);}$$

$$M_{NO_2} = 0,56 \text{ (г/с);}$$

$$M_{CH} = 0,7 \text{ (г/с);}$$

$$M_{\text{Сажа}} = 0,005 \text{ (г/с);}$$

$$M_{SO_2} = 0,19 \text{ (г/с);}$$

$$M_{\text{формал-д}} = 0,006 \text{ (г/с);}$$

$$M_{\text{Соед.свинца}} = 0,005 \text{ (г/с);}$$

$$M_{\text{Бенз(а)пирен}} = 0,5 \cdot 10^{-6} \text{ (г/с).}$$

Расчет выбросов транспорта в районе регулируемого пересечения

При расчетной оценке уровней загрязнения воздуха в зонах перекрестков следует исходить из наибольших значений содержания вредных веществ в отработавших газах, характерных для режимов движения автомобилей в районе пересечения автомагистралей (торможение, холостой ход, разгон).

Выброс i -го загрязняющего вещества автомобилями в зоне перекрестка при запрещающем сигнале светофора M определяется по формуле:

$$M_{\Pi i} = \frac{T}{40} \sum_{k=1}^k \sum_{i=1}^i (M_{\Pi k, i} \cdot G_{K, T}) \cdot L_o$$

где $M_{\Pi k, i}$ – значения удельных выбросов для автомобилей, находящихся в зоне перекрестка (г/мин); k – количество групп автомобилей; T – количество циклов действия запрещающего сигнала светофора за 20-минутный период времени; $G_{K, T}$ – количество

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ ВНЕДРЕНИИ SCOOT

автомобилей в каждой из "к" групп, образующих "очередь" в зоне перекрестка на обследуемой автомагистрали.

Значения $M_{\text{п}}$ определяются по таблице, в которой приведены усредненные значения удельных выбросов (г/мин), учитывающие режимы движения автомобилей в районе пересечения перекрестка (торможение, холо-

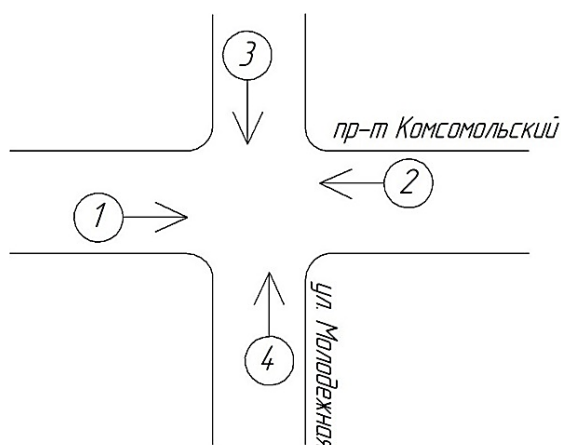


Рисунок 1 – Номера направлений движения на пересечении с ул. Молодежной

Расчет содержания СО:

$$\begin{aligned} M_{\text{ПСО1}} &= 27 \text{ (г/мин);} \\ M_{\text{ПСО2}} &= 10 \text{ (г/мин);} \\ M_{\text{ПСО3}} &= 11 \text{ (г/мин);} \\ M_{\text{ПСО4}} &= 9 \text{ (г/мин).} \end{aligned}$$

Суммарный выброс СО на перекрестке 57 г/мин.

Расчет содержания NO_2 :

$$\begin{aligned} M_{\text{П(NO2)1}} &= 0,54 \text{ (г/мин);} \\ M_{\text{П(NO2)2}} &= 0,15 \text{ (г/мин);} \\ M_{\text{П(NO2)3}} &= 0,24 \text{ (г/мин);} \\ M_{\text{П(NO2)4}} &= 0,15 \text{ (г/мин).} \end{aligned}$$

Суммарный выброс NO_2 на перекрестке 1,08 г/мин.

Расчет содержания СН:

$$\begin{aligned} M_{\text{ПCH1}} &= 1,96 \text{ (г/мин);} \\ M_{\text{ПCH2}} &= 0,74 \text{ (г/мин);} \\ M_{\text{ПCH3}} &= 0,81 \text{ (г/мин);} \\ M_{\text{ПCH4}} &= 0,71 \text{ (г/мин);} \end{aligned}$$

Суммарный выброс СН на перекрестке 4,22 г/мин.

Расчет содержания сажи:

$$\begin{aligned} M_{\text{Псажа1}} &= 1,62 \text{ (г/мин);} \\ M_{\text{Псажа3}} &= 0,34 \text{ (г/мин);} \end{aligned}$$

Суммарный выброс сажи на перекрестке 1,96 г/мин.

Расчет содержания SO_2 :

$$\begin{aligned} M_{\text{П(so2)1}} &= 0,17 \text{ (г/мин);} \\ M_{\text{П(so2)2}} &= 0,3 \text{ (г/мин);} \\ M_{\text{П(so2)3}} &= 0,4 \text{ (г/мин);} \\ M_{\text{П(so2)4}} &= 0,29 \text{ (г/мин);} \end{aligned}$$

стой ход, разгон), а значения Р, Т, Gk - по результатам натурных обследований.

Номера направлений потоков, для которых производился расчет выбросов на пересечении проспекта Комсомольского и улицы Молодежной указаны на рисунке 1.

Суммарный выброс SO_2 на перекрестке 1,16 г/мин.

Расчет содержания формальдегида:

$$\begin{aligned} \text{МПФ1} &= 0,0098 \text{ (г/мин);} \\ \text{МПФ2} &= 0,0023 \text{ (г/мин);} \\ \text{МПФ3} &= 0,0044 \text{ (г/мин);} \\ \text{МПФ4} &= 0,0023 \text{ (г/мин);} \end{aligned}$$

Суммарный выброс формальдегида на перекрестке 0,02 г/мин.

Расчет содержания соединений свинца:

$$\begin{aligned} \text{МПсo1} &= 0,33 \text{ (г/мин);} \\ \text{МПсo2} &= 0,13 \text{ (г/мин);} \\ \text{МПсo3} &= 0,13 \text{ (г/мин);} \\ \text{МПсo4} &= 0,11 \text{ (г/мин);} \end{aligned}$$

Суммарный выброс соединений свинца на перекрестке 0,7 г/мин.

Расчет содержания бенз(а)пирена:

$$\begin{aligned} \text{МПБ1} &= 0,000016 \text{ (г/мин);} \\ \text{МПБ2} &= 0,000006 \text{ (г/мин);} \\ \text{МПБ3} &= 0,000007 \text{ (г/мин);} \\ \text{МПБ4} &= 0,000006 \text{ (г/мин);} \end{aligned}$$

Суммарный выброс бенз(а)пирена на перекрестке 0,000035 г/мин.

Аналогичный расчет произведён для остальных пересечений рассматриваемого участка. Получившиеся данные занесены в таблицу 1 в виде суммарных выбросов конкретного загрязняющего вещества (ЗВ) на всех пересечениях. В данной таблице выражено количество выбросов за 1 час.

Таблица 1 – Итоговое количество выброса загрязняющих веществ

Вид загрязняющего вещества	СО	NO_2	СН	Сажа	SO_2	Формальдегид	Соединения свинца	Бенз(а)пирен
Количество выбросов ЗВ при движении, (г/час)	23 400	2016	2520	18	684	21,6	0,18	0,0018

Суммарное количество выбросов ЗВ (г/час)	Количество выбросов ЗВ в зоне регулируемого пересечения, (г/час)
31860	8460
2184	168
3229	709
365	347
867	183
129,6	108
53,18	53
0,0071	0,0053

В результате возможного применения ИТС SCOOT, на рассматриваемом участке при такой же интенсивности и составе потока, уменьшится время задержки транспортных средств. После изменения транспортной ситуации улучшатся экологические показатели. Расчет количества выбросов загрязняющих атмосферу веществ приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Предполагаемое количество выброса загрязняющих веществ

Вид загрязняющего вещества	Предполагаемое суммарное количество выбросов ЗВ (г/час)
CO	29311
NO ₂	2009
CH	2971
Сажа	335
SO ₂	797
Формальдегид	119
Соединения свинца	49
Бенз(а)пирен	0,0065

Выводы

В результате проведенного расчета выброса загрязняющих веществ наблюдаются достаточно высокие показатели количества вредных веществ, получаемых в процессе эксплуатации автомобильного транспорта. Применение ИТС SCOOT позволит снизить количество выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на 7-9 %. Если рассматривать общее количество выбросов в атмосферу, то данное снижение является достаточно существенным и должно благоприятно отразиться на экологической обстановке проспекта Комсомольского и прилегающей к нему территории.

Список литературы

1. Охрана окружающей среды [Электронный ресурс]: Электрон. дан. – Москва, 2016. – Режим доступа: <http://www.localtransport.ru/>.
2. Интеллектуальная транспортная система SCOOT [Электронный ресурс]: Электрон. дан. – Imtech Traffic & Infra UK Ltd, 2000-2014. – Режим доступа: <http://www.scoot-utc.com/>
3. Методика определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов: Государственный комитет Российской Федерации по охране окружающей среды. – Санкт-Петербург, 1999. – 16 с.
4. Интеллектуальные транспортные системы: учеб. пособие / С.В. Жанказиев. – М.: МАДИ, 2016. – 120 с.
5. Исследование интеллектуальных систем на автомобильном транспорте [Электронный ресурс]: Электрон. дан. – Воронеж, 2015. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/item.asp?id=28121885>

Павлов Сергей Николаевич, к.т.н., доцент
каф. ОБД, АлтГТУ им. И.И. Ползунова, e-mail: sergei_pavl@mail.ru;

Журина Елена Владимировна, студент,
АлтГТУ им. И.И. Ползунова, e-mail: le-na_zhu_95@mail.ru