
ВЛИЯНИЕ И МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ЭКОСИСТЕМЫ

УДК 656.13.07:504.3

И. И. Леонович, Ю. А. Врубель, Д. В. Капский

*Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь*

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ В ДОРОЖНОМ ДВИЖЕНИИ

Аннотация

В статье рассмотрены вопросы разработки методики определения экологических потерь в дорожном движении. Предложены подходы к определению основных характеристик данных потерь для их дальнейшего сопоставления с другими видами потерь: экономическими, аварийными и социальными. Сделаны предложения по разработке Концепции или Программы по экологической безопасности в рамках действующих современных тенденций. Определены основные направления дальнейших исследований.

➤ **Ключевые слова:** экологическая безопасность, экологические потери, потери в дорожном движении, оптимизация организации дорожного движения.

Оценка качества (эффективности) дорожного движения сегодня либо не выполняется совсем, либо выполняется формально по нескольким несогласованным оценочным критериям, что приводит к тяжелым последствиям [1, 2]. В данной работе делается попытка изменить положение по оценке качества дорожного движения.

Условно процессы в дорожном транспорте можно разделить на два этапа – подготовка к движению и сам процесс движения. На первом этапе происходит создание необходимых предпосылок для движения или необходимой инфраструктуры – строительство и содержание дорог, производство (или приобретение) и обслуживание транспортных средств, создание систем управления, подготовка кадров и т. д. На втором этапе производится перемещение людей и грузов в созданных для этого условиях. Очевидно, что на первом этапе от общества требуются весьма значительные затраты – так называемые затраты в инфраструктуре. Также очевидно, что и на втором этапе неизбежны не менее значительные издержки – издержки движения: потери времени, расход топлива, износ дорог и транспортных средств, выбросы в атмосферу, аварии и т. д.

Указанные затраты и издержки очень разнообразны и проявляются в самых различных формах, например, стоимость отведенных для дороги земельных участков, выбросы в атмосферу, содержание огромной массы людей, обслуживающих дорожное движение и дорожный транспорт, аварии, законопослушание участников движения, потерянное время и т. д. Поэтому сопоставление их между собой дается очень трудно и является довольно условным.

Тем не менее, всегда существует некая приведенная сумма издержек и затрат, которая характеризует стоимость транспортного обслуживания или транспортной услуги. Эта стоимость складывается из двух основных составляющих – затрат в инфраструктуре и издержек движения [1, 2]:

$$C = Z + E,$$

где C – стоимость транспортного обслуживания (транспортной услуги); Z – затраты в инфраструктуре; E – издержки движения.

Все это оценивается в денежных единицах (рублях или у. е.) либо, как часто принято, в руб/год или у.е./год.

Если исследуемая стоимость близка к минимально возможной, то считается, что система работает оптимально, без потерь. Если же эта стоимость не минимальна, то имеют место *потери, под которыми понимают превышение исследуемой стоимости над минимально возможной*:

$$П = C - C_{min},$$

где $П$ – потери в исследуемой системе; C – исследуемая стоимость транспортного обслуживания (транспортной услуги); C_{min} – минимально возможная стоимость.

Понятие "минимально возможная стоимость" довольно условное и имеет расширенное толкование. Во-первых, все необязательные издержки, например аварии, считаются потерями, хотя известно, что безаварийного движения в целом не бывает. Во-вторых, за базу для сравнения, скажем, скорости сообщения, принимается стандартная разрешенная скорость в населенных пунктах – 60 км/ч, повсеместное достижение которой, как известно, пока нереально. В-третьих, для достижения минимально возможной стоимости необходимо на исследуемом участке или в исследуемой системе собрать воедино все лучшие мировые достижения в этой области, что также практически нереально. Поэтому минимально возможная стоимость сегодня реально выступает не как эталон, а, скорее, как некий ориентир, к которому необходимо стремиться. В результате, в понятие "*потери*" вкладывается смысл не только того, что мы потеряли, но также и того, что мы *упустили, не воспользовались, не взяли* и т. д.

И еще одно необходимо пояснение. Дорожное движение обслуживает все сферы нашей деятельности, в нем участвуют все население страны, наши дороги, улицы и окружающая среда являются общенародной собственностью и т. д. В силу этих и ряда других очевидных причин стоимость транспортного обслуживания рассматривается исключительно как общенародная, общегосударственная, общенациональная и др., поэтому любая потеря в дорожном транспорте, в любой его подсистеме или на любом участке, независимо от причины, последствий или пострадавших, является потерей общенародной, общегосударственной, общенациональной. В результате, любые потери в дорожном транспорте или дорожном движении – это *наши* потери, и все мы сильно, а иногда и кровно заинтересованы в снижении этих потерь.

Понятие "стоимость транспортного обслуживания" имеет несколько оттенков. В одних случаях, когда речь идет об огромных региональных или национальных системах дорожного транспорта, в это понятие обычно вкладывается суммарная стоимость с учетом всех составляющих чрезвычайно сложной и многогранной системы. Такую стоимость можно было бы назвать глобальной, $C_{гл}$. В других случаях, в частности при исследовании вариантов регулирования на ограниченном участке улично-дорожной сети, в понятие "стоимость" вкладываются лишь издержки движения, а остальные составляющие могут быть просто опущены, поскольку они никак не участвуют в оценке вариантов и принятии решений. Такую стоимость можно было бы назвать стоимостью издержек, C_e . В третьих случаях речь может идти только о затратах в инфраструктуре, а именно: разрабатывать ли собственные конструкции светофоров или же закупить их за рубежом. Такую стоимость можно было бы назвать стоимостью затрат в инфраструктуре, C_z . В большинстве случаев, однако, инженер имеет дело с промежуточными вариантами, когда в понятие "стоимость" включаются лишь сопоставляемые компоненты – чаще всего, это издержки движения и определенные затраты на ограниченное изменение условий движения. Такую стоимость можно было бы назвать сопоставительной, $C_{сп}$, или просто C .

Поскольку потери, по определению, есть производная от стоимости, то их можно квалифицировать аналогично стоимости – глобальные, от издержек движения и в инфраструктуре. В данной работе исследуются *потери в дорожном движении, под которыми будем пони-*

мать социально-экономическую стоимость необязательных, невынужденных издержек в процессе движения.

Потери от издержек, равно как и сами издержки, можно разделить на четыре вида – экономические, экологические, аварийные и социальные. Все эти виды довольно тесно связаны между собой и иногда бывает трудно провести между ними четкую границу. Поэтому указанное деление, а также приведенные названия следует считать условными или рабочими. Тем не менее, более чем двадцатилетний опыт применения этой классификации показал, что она понятна и довольно удобна в пользовании, особенно при анализе структуры потерь на отдельном участке.

Экономические потери в дорожном движении связаны с необязательными задержками (снижением скорости в сравнении с нормативной), остановками и перепробегом транспорта, задержками пассажиров и пешеходов, перерасходом топлива, износом или повреждением транспортного средства из-за некачественных условий движения и т. д. Сюда же относятся потери прибыли участниками движения и потери в смежных отраслях из-за невыполнения принятых обязательств, например, из-за опозданий или поломок в дороге и др. Экономические потери характеризуются тем, что они почти равномерно распределяются между всеми членами общества и маскируются, сливаясь с действительно неизбежными издержками, в результате к ним привыкают и их как бы не замечают. И напрасно, потому что по своим масштабам эти потери значительно превышают аварийные и экологические вместе взятые и значимо влияют на уровень нашего благосостояния.

Экологические потери – это превышающие минимально возможные выбросы вредных веществ в атмосферу, загрязнение воды и почвы, воздействие шума, вибрации и электромагнитных излучений. Основными причинами повышенного уровня экологических потерь являются перегрузки отдельных участков улично-дорожной сети; повышенный уровень маневрирования интенсивных потоков, включая торможения, остановки и разгоны; вынужденное снижение скорости и движение на неэкономичных режимах; перепробег в любых его проявлениях; неудовлетворительное техническое состояние транспортных средств и т. д. Даже, казалось бы, такие "полезные" начинания, как понижение установленного предела скорости в населенных пунктах или обязательное включение головного света в дневное время, приводят к повышенному расходу топлива и увеличению экологических (не говоря уже об экономических) потерь, что многократно перечеркивают кажущиеся "выигрыши".

В экологических потерях следует различать произведенный и потребленный вред. Одно дело, когда нагруженная городская магистраль проложена через незаселенную, например, промышленную зону, и совсем иное дело, когда эта же магистраль проходит через густонаселенные жилые районы и вплотную примыкает к жилым зданиям, больницам, детским учреждениям и т. п. Очевидно, что при одинаковом произведенном вреде, потребленный вред во втором случае будет несопоставимо большим. Это разделение, хотя и недостаточно, но все же учитывается при определении экологических потерь. Так, стоимость ущерба от одинакового количества выбросов в атмосферу в городе, в целом, оценивается почти в полтора раза выше, чем за городом, а при определении конкретного ущерба от экологического воздействия учитывается число подвергшихся этому воздействию пешеходов и жителей, удаленность застройки и т. д.

Экологические потери характеризуются тем коварным свойством, что их действие отложено во времени на довольно значительный период. В результате, сегодняшнее поколение пожинает плоды экологической деятельности прошлых поколений, а плоды нашей деятельности будут пожинать наши потомки. Опасность заключается в том, что результаты могут оказаться непредсказуемо страшными, вплоть до исчезновения озонового слоя или генетических изменений в самом человеке. Что касается денежного эквивалента, то экологические потери по сегодняшним оценкам существенно уступают экономическим, но столь же существенно превышают аварийные; в будущем, как представляется, значимость экологических потерь существенно возрастет.

Под **аварийными** понимают все потери от аварий любых видов и любой тяжести последствий, а также судебные и иные издержки, связанные с авариями. В аварийных потерях, в отличие от экономических и экологических, ущерб наносится, в первую очередь, отдельным участникам движения – для них именно эти потери в тысячекрат важнее, чем другие виды

потерь. В то же время, отношение общества к аварийным потерям легко определяется по результатам, по уровню аварийности, т. е. по тому, что оно делает для снижения этих (и других) потерь, а не по тому, что оно заявляет по этому поводу.

Под **социальными** понимают все потери, связанные с нарушением прав и свобод человека, законотворчеством и духовным развращением личности. Они могут быть вызваны произволом, недобросовестностью или некомпетентностью властей, неподчинением участников движения установленным нормам, равно как нелепостью или невыполнимостью отдельных положений этих норм; принуждением или подстрекательством к невыполнению нормативов; бесконтрольностью или безнаказанностью отдельных лиц и т. д. Долгое время социальные потери вообще не рассматривались как факт и уж тем более как потери. Видимо, потребуются определенное время для того, чтобы осознать их значимость. Причем не только для дорожного движения, где они, как оказалось, занимают доминирующее положение, но и для других областей нашей жизни.

Все виды потерь являются социально-экономическими и имеют две составляющие – материальную и духовную, или экономическую и социальную. Экономическая составляющая – это та часть потерь, которая имеет однозначный денежный эквивалент, например стоимость поврежденных машин или грузов при аварии или оплата листов нетрудоспособности из-за экологических воздействий на человека и т. д.

Социальная составляющая не имеет однозначного денежного эквивалента и характеризует ту часть потерь, которая отражается на полноценности отдельного человека или общества в целом. Это потери, связанные с гибелью человека или утратой здоровья, в том числе и психического («душевная боль»); с состоянием окружающей среды, состоянием общества, воспитанием детей и т. д. Экономическая оценка этих потерь производится опосредованно, через систему страховых отношений, общественных приоритетов (нормативов), возмещения морального ущерба. И хотя эта оценка очень нежесткая и приблизительная, она все же есть и позволяет сопоставить между собой различные виды потерь.

Рост автомобильного транспорта в Республике Беларусь негативно влияет на окружающую среду: выбросы вредных веществ в атмосферу, загрязнение воды и почвы продуктами работы автомобилей, воздействие шума, вибрации и электромагнитных излучений. Однако основными причинами повышенного уровня экологических потерь являются перегрузки на отдельных перекрестках; повышенный уровень маневрирования (перестроений, троганий и торможений) при интенсивных транспортных потоках; снижение скорости и движение на неэкономичных режимах при нагрузке, близкой к пиковой и при местных ограничениях максимально допустимой скорости движения); перепробег транспорта; неудовлетворительное техническое состояние транспортных средств и т. д.

Различается произведенный и потребленный вред. Например, когда нагруженная городская магистраль проложена через незаселенную или промышленную зону, потребленный вред значительно меньший, чем когда эта же магистраль проходит через густонаселенные жилые районы и вплотную примыкает к жилым зданиям, больницам, детским учреждениям и т. п.

Малейшие недостатки организации дорожного движения приводят к огромным экологическим потерям. Оптимальная организация движения зависит от различных факторов и множества их комбинаций, поэтому задача оптимизации требует создания соответствующих методик.

В БНТУ ведутся работы по разработке и совершенствованию методики определения экологических потерь в дорожном движении [2]. В существующих методиках и подходах [3, 4, 5, 6] рассматриваются различные аспекты экологической безопасности. Предложенная методика отличается от существующих тем, что позволяет унифицировать результаты исследований в виде денежного эквивалента, приводимого по всем видам потерь в дорожном движении, отсутствием необходимости проведения специальных замеров, не характерных для исследования транспортной нагрузки и условий движения, доступной алгоритмизацией проводимых расчетов. Кроме того, существующие методики оперируют предельно допустимыми нормами выбросов, которые приводятся в расчетах для отдельных транспортных средств, но не учитывают транспортный поток в целом, учитывают средний пробег, а не фактический объем движения по исследуемым участкам улично-дорожной сети. Отсутствие системного подхода в рассматриваемой области до сих пор не позволяло оптимизировать варианты

организации дорожного движения по критерию минимизации экологических потерь. Более того, в этих источниках рассчитывается только произведенный экологический вред, независимо от числа его производства, будь то густонаселенный жилой район или полупустая промышленно-складская зона [6, 5]. Ясно, что при одинаковом произведенном вреде потребленный экологический вред и его значимость в рассматриваемых случаях будет совершенно иным.

Расчеты потерь от выбросов вредных веществ в атмосферу производятся по стоимости ущерба от произведенного объема выбросов (M_0) и стоимости ущерба для здоровья людей от приведенного (к потребителю) объема выбросов (M_i).

Годовые нормативные (нормативные – по отношению к принятой нормативной скорости движения: $V = 60$ км/ч, $I_v = 0$ и $t = 4$ года) потери от выбросов предлагается определять по формуле:

$$P_{mn(u, \varepsilon)} = \left[M_0 \cdot C_{m0} + \sum_{i=1}^n (N_i \cdot C_{mi}) \right] \cdot \Phi_e \cdot S \cdot K_c, \text{ у.е./год}, \quad (1)$$

где $P_{mни}$ – годовые нормативные потери в исследуемых условиях, у.е./год; $P_{mнэ}$ – годовые нормативные потери в эталонных условиях, у.е./год; Φ_e – годовой фонд времени, час/год; S – протяженность исследуемого участка, км; K_c – социальный коэффициент экологических потерь, $K_c = 1,5$, M_0 – удельный объем произведенных выбросов, кг/км:

$$M_0 = Q^* \cdot m \cdot [K_{nn}(K_{mv} \cdot K_{iv} - 1) + H_t \cdot K_{mv} \cdot K_{iv}], \text{ кг/км},$$

m – базовое (минимальное) значение суммарных приведенных (по CO) выбросов легкового автомобиля кг/км; K_{tv} – коэффициент изменения выбросов от скорости; K_{iv} – коэффициент изменения выбросов от дисперсии скорости;

$$K_{iv} = \sqrt{1 + I_v},$$

где I_v – коэффициент вариации распределения скоростей; Q^* – расчетная интенсивность движения, а/ч:

$$Q^* = Q [1 - \Delta_{эл} (1 + K_{nn \text{ эл}} - K_{nn})]$$

где Q – интенсивность движения транспортного потока, а/ч (рассматривается суммарный поток, параметры которого определены как средневзвешенные значения параметров входящих в него потоков); $\Delta_{эл}$ – доля электротранспорта в потоке; $K_{nn \text{ эл}}$ – динамический коэффициент приведения электротранспорта; H_t – коэффициент возраста транспортных средств:

$$H_t = \Delta \delta \cdot K_{nn \delta} \cdot K_{t\delta} + \Delta \delta \cdot K_{t\delta} \cdot K_{nn\delta},$$

где $\Delta \delta$ и $\Delta \delta$ – доля в потоке транспортных средств с бензиновыми и дизельными двигателями; $K_{nn \delta}$ и $K_{nn\delta}$ – динамический коэффициент приведения транспортных средств с бензиновыми и дизельными двигателями; $K_{t\delta}$ и $K_{t\delta}$ – коэффициент приращения выбросов от возраста транспортных средств с бензиновыми и дизельными двигателями:

$$K_{t\delta} = 0,08(t - 4); K_{t\delta} = 0,05(t - 4),$$

где t – средний возраст автомобилей в потоке, лет; C_{m0} – стоимость экологических потерь в народном хозяйстве от выброса 1 кг приведенных (по CO) вредных веществ, у.е./кг.

$$C_{m0} = 0,025 \text{ у.е./кг – город};$$

$$C_{m0} = 0,01 \text{ у.е./кг – загород};$$

C_{mi} – стоимость экологических потерь от воздействия выбросов такой концентрации, которая эквивалентна удельному приведенному (к данному потребителю) выбросов (M_i), у.е./чел.

$$C_{mi} = C_B 0,02 \cdot \sqrt{M_i - 6}, \text{ у.е./чел},$$

где M_i – удельный приведенный (к данному потребителю) объем выбросов, кг/км. Рассматриваются 3 категории потребителей – водители, пешеходы и жители прилегающих зданий:

- водители: $M_1 = M_0 \cdot K_{z1}$,

где K_{z1} – коэффициент защиты водителей. $K_{z1} = 1$;

- пешеходы: $M_2 = M_0 \cdot K_{z2}$,

где K_{z2} – коэффициент защиты пешеходов.

$$K_{z2} = e^{-0,04 \cdot (r_2 + 5 \cdot i_2)},$$

где r_2 – расстояние от середины траектории движения ближайшего ряда транспортных средств до середины тротуара, м; i_2 – число рядов деревьев или кустарников, эффективно защищающих пешеходов от экологического воздействия;

- жители: $M_3 = M_0 \cdot K_{z3}$,

где K_{z3} – коэффициент защиты жителей.

$$K_{z3} = e^{-0,04 \cdot (r_3 + 5 \cdot i_3 + 10)},$$

где r_3 – расстояние (по диагонали) от середины траектории движения ближайшего ряда транспортных средств до средних по высоте окон застройки, м. Высоту застройки предлагается оценивать по формуле:

$$0,5 \cdot H \approx 3 \cdot n_{\text{ЭТ}} + 2, \text{ м},$$

где $n_{\text{ЭТ}}$ – число этажей застройки; i_3 – число рядов деревьев (а для одноэтажной застройки – и кустарников), эффективно защищающих жителей от экологического воздействия; N_i – удельное (на 1 км) число потребителей данной категории, чел/км; N_1 – водители и пассажиры:

$$N_1 = \frac{(40 \cdot \Delta O + 1,5) \cdot Q}{V}, \text{ чел/км},$$

где ΔO – доля общественного транспорта в потоке; Q – интенсивность движения, а/ч; V – скорость движения, км/ч; N_2 – пешеходы:

$$N_2 = \frac{Q_{n\Sigma}}{V_n}, \text{ чел/км},$$

где V_n – скорость движения пешеходов, км/ч. $V_n = 4$ км/ч – тротуары; $V_n = 5$ км/ч – переходы; $Q_{n\Sigma}$ – суммарная (включая движение по тротуарам и переходам) интенсивность движения пешеходов, чел/ч. При отсутствии экспериментальных данных значения N_2 , в зависимости от категории улицы равны: главная – 250 чел/ч·км, торгово-деловая – 150 чел/ч·км; прочие – 50 чел/ч·км.

N_3 – число жителей прилегающих зданий. Для приближенных расчетов, в зависимости от типа и назначения застройки, можно принимать: $N_3 \approx (0,7 \div 1,0) \cdot N_{ok}$, чел/км, где N_{ok} – число окон прилегающих (до 50 м) зданий, входящих на исследуемую улицу, окон/км.

При определении экологических потерь на перекрестках учитываются два транспортных потока, каждый со своими «потребителями» – для главной и второстепенной улиц. В расчетный поток объединяются все потоки, движущиеся транзитом с обоих направлений данной улицы, и все поворотные потоки, выходящие с нее. Для каждого отдельного потока, входящего в состав расчетного, определяется расчетная протяженность перекрестка (S_i) и параметры распределения скорости (v_i и I_{vi}).

Для расчетных потоков определяются для обеих улиц удельные объемы произведенных выбросов (M_{01} и M_{02}). Затем для каждой улицы рассчитывается суммарный объем произведенных выбросов:

$$M_{01\Sigma} = M_{01} + \Delta M_{02}, \text{ кг/км},$$

$$M_{02\Sigma} = M_{02} + \Delta M_{01}, \text{ кг/км},$$

где ΔM_{01} – для удельного объема произведенных выбросов главной улицы, попадающего в зону влияния второстепенной улицы предлагается определять:

$$\Delta M_{01} = M_{01} \cdot \left[K_{z01} + \frac{(S_2 + B_1) \cdot (1 - K_{z01})}{2 \cdot S_2} \right], \text{ кг/км}, \quad (2)$$

где S_2 – протяженность перекрестка по второстепенной улице, м; B_1 – ширина проезжей части главной улицы, м; K_{z01} – коэффициент защиты потребителей главной улицы предлагается определять:

$$K_{z01} = \frac{B_2 + 2 \cdot b_2}{S_1} \cdot e^{-0,02 \cdot S_2} + \left(1 - \frac{B_2 + 2 \cdot b_2}{S_1} \right) \cdot e^{-0,04 \cdot (0,5 \cdot S_2 + 5 \cdot i_{41} + 10 \cdot i_{51})}, \quad (3)$$

где B_2 – ширина проезжей части второстепенной улицы, м; b_2 – средняя ширина тротуара (с одной стороны) второстепенной улицы, м; i_{41} – число рядов деревьев и кустарников на удалении от оси проезжей части главной улицы до $0,5 \cdot S_2$; i_{51} – число рядов зданий на удалении от оси проезжей части главной улицы до $0,5 \cdot S_2$.

Аналогично может быть определено значение ΔM_{02} :

$$\Delta M_{02} = M_{02} \cdot \left[K_{z02} + \frac{(S_1 + B_2) \cdot (1 - K_{z02})}{2 \cdot S_1} \right], \text{ кг/км}, \quad (4)$$

где K_{z02} – коэффициент защиты потребителей второстепенной улицы:

$$K_{z02} = \frac{B_1 + 2 \cdot b_1}{S_2} \cdot e^{-0,02 \cdot S_1} + \left(1 - \frac{B_1 + 2 \cdot b_1}{S_2} \right) \cdot e^{-0,04 \cdot (0,5 \cdot S_1 + 5 \cdot i_{42} + 10 \cdot i_{52})}, \quad (5)$$

где S_1 – расчетная протяженность перекрестка по главной улице, м; b_1 – средняя ширина тротуара (с одной стороны) главной улицы, м; i_{42} – число рядов деревьев и кустарников на удалении от оси проезжей части второстепенной улицы до $0,5 \cdot S_1$; i_{52} – число рядов зданий на удалении от оси проезжей части второстепенной улицы до $0,5 \cdot S_1$.

Значения M_i и C_{mi} для главной и второстепенной улиц:

$$M_{i1} = M_{01\Sigma} \cdot K_{zi1}; C_{mi1} = C_B 0,02 \cdot \sqrt{M_{i1} - 6};$$

$$M_{i2} = M_{02\Sigma} \cdot K_{zi2}; C_{mi2} = C_B 0,02 \sqrt{M_{i2} - 6},$$

где K_{zi1} и K_{zi2} – коэффициент защиты потребителей главной и второстепенной улицы.

Нормативные потери от выбросов для главной улицы:

$$П_{mn1} = \left[\left(M_{01} \cdot C_{M0} + \sum_{i=1}^{i=3} (N_{i1} \cdot C_{mi1}) \right) \right] \cdot \Phi_{\varepsilon} \cdot S_1 \cdot K_c, \text{ у.е./год}, \quad (6)$$

$$П_{mn2} = \left[\left(M_{02} \cdot C_{M0} + \sum_{i=1}^{i=3} (N_{i2} \cdot C_{mi2}) \right) \right] \cdot \Phi_{\varepsilon} \cdot S_2 \cdot K_c, \text{ у.е./год}. \quad (7)$$

Потери от выбросов на перекрестке: $П_{mn} = П_{mn1} + П_{mn2}$, у.е./год.

Необходимо рассчитывать нормативные потери отдельно для исследуемых условий ($\Pi_{\text{тнн}}$) и отдельно для эталонных условий ($\Pi_{\text{тнэ}}$). Разность между ними – величина экологических потерь от выбросов: $\Pi_{\text{т}} = \Pi_{\text{тнн}} - \Pi_{\text{тнэ}}$, у.е./год.

Таким образом, данная методика позволяет оптимизировать принимаемые решения по организации дорожного движения по величине экологических потерь.

Необходимо отметить, что предложенные подходы позволяют также сопоставлять все виды потерь: экономические, аварийные, экологические и социальные, что, в свою очередь, делает возможным оптимизацию вариантов организации дорожного движения по комплексному критерию – потери в дорожном движении.

На сегодняшний день уже не хватает простых мероприятий по снижению вредного воздействия дорожных транспортных средств, которые, в основном, охватывают пропаганду экологических знаний среди населения, некоторое развитие сферы услуг по ремонту и обслуживанию транспорта, улучшение условий дорожного движения и оптимизацию вариантов управления дорожным движением, увеличение количества экологически безопасного транспорта (электротранспорт и применение альтернативных видов топлива), административное и экономическое принуждение владельцев транспортных средств, хозяев СТО и поставщиков топлива соблюдать нормативные требования. Конечно, эти мероприятия позволили бы существенно снизить загрязнение окружающей среды, но без их обоснованности, без применения комплексного критерия они так и останутся принудительными, не ясными для всех категорий пользователей дорожным транспортом и, как представляется, канут в небытие. Для обоснования предлагаемых мероприятий, выработки единых подходов необходимо проведение научных исследований, которые в полном объеме могли бы быть выполнены БНТУ по заданию Минприроды совместно с заинтересованными учреждениями и ведомствами.

Более того, сегодня в нашей стране, с принятием Концепции обеспечения безопасности дорожного движения в Республике Беларусь [10], создана благодатная почва для доскональных исследований всех видов потерь, в том числе и экологических. В рамках утвержденной Концепции может быть разработана Концепция экологической безопасности нашей республики по снижению вредного воздействия дорожного транспорта на окружающую среду. В БНТУ уже идет некоторая работа в данном направлении; очерчены направления возможных действий, первоочередные цели и задачи, а именно: оценка состояния имеющегося транспорта и снижение влияния на окружающую среду от проведения ТО и ТР в крупных транспортных предприятиях и не только; контроль качества топлива при помощи экспертной оценки; оптимизация управления дорожным движением с минимизацией всех видов потерь в дорожном движении (например, за счет внедрения современных автоматизированных систем управления дорожным движением, с интеграцией управления маршрутным транспортом, выделением центральных зон города, не доступных для определенных категорий транспорта с предоставлением перехватывающих парковок и т. п.); разработка технических нормативных и правовых актов, направленных на совершенствование действующих ныне подходов, по безопасности транспорта и экологическим стандартам, включая стандарты на содержание вредных веществ в отработанных газах различных двигателей. Разработка и обоснование вышеуказанных предложений позволит не только повысить качество дорожного движения, но и улучшить экологическую обстановку в нашей республике.

Список литературы

1. Врубель, Ю. А. Потери в дорожном движении / Ю. А. Врубель. – Минск : БНТУ, 2002. – 306 с.
2. Врубель, Ю. А. Определение потерь в дорожном движении / Ю. А. Врубель, Д. В. Капский, Е. Н. Кот. – Минск : РИО БНТУ – 252 с.
3. Факторович, А. А. Защита городов от транспортного шума / А. А. Факторович, Г. И. Постник. – Киев.: Будівельник, 1982. – 144 с.
4. Нормативно-техническая документация по определению выбросов вредных веществ. – Минск, 2004. – 34 с.
5. Инструкция о порядке исчисления и уплаты налога за пользование природными ресурсами (экологического налога) : 28 мая 2003 г., № 28. – Минск , 2003.

6. Правила расчета выбросов транспортных средств в населенных пунктах : ТКП 17.08–03–2006 (02120).
7. Методика расчета концентрации в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий : ОНД–86 / Госкомгидромет. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1987. – 68 с.
8. Снижение автотранспортного шума в городах / А. Я. Фоменко [и др.]. – Киев: Техніка, 1979. – 104 с.
9. Концепция обеспечения безопасности дорожного движения в Республике Беларусь : Постановление Совмина РБ 14 июня 2006 г., № 757. – Минск , 2006.

I. I. Leonovich, J. A. Vrubel, D. V. Kapsky

THEORETICAL BASES OF DEFINITION OF ECOLOGICAL LOSSES IN TRAFFIC

In article questions of development of a technique of definition of ecological losses in road traffic are considered. Approaches to definition of the basic characteristics of the given losses for their further comparison to other kinds of losses are offered: economic, road incidents and social. Offers on development of the Concept or the Program on ecological safety are made within the framework of working modern lines. The basic directions of the further researches are determined.