

УДК 628.394.57

МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ ОБЪЕМОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ, ПРИВНОСИМЫХ АВТОТРАНСПОРТНЫМИ ПОТОКАМИ НА ТЕРРИТОРИИ КУРОРТОВ

М. Б. МАНУЙЛОВ, канд. техн. наук, **В. И. ТОШИНСКИЙ**, докт. техн. наук, **О. П. СКОМОРОХА**
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»

Представлены результаты исследований, которые могут найти применение при разработке природоохранных мероприятий на курортах, и оптимизации проведения санитарно-экологических работ на водных объектах.

Одной из значимых проблем экологической безопасности курортов является процесс формирования загрязнений на водонепроницаемых поверхностях водосборных территорий рекреационных зон, которые при выпадении дождевых осадков посредством поверхностного стока оказывают существенное влияние на качественное состояние водных объектов [1]. Причем надо отметить, что данные загрязнения также оказывают значительные воздействия на качество поверхностных вод, и, как следствие, приводят к снижению качества и удорожанию производства питьевой воды, кроме того, их накопление снижает привлекательность рекреационных и городских территорий, увеличивает затраты по уборке дорог, площадей и т. п.

Формирование загрязнений селитебных, застроенных и других территорий происходит за счет следующих факторов: осадимых аэрозолей автотранспортного, промышленного и аэрозионного происхождения [2, 3]; продуктов разрушения дорожных покрытий; загрязнений, образующихся при истирании автомобильных шин о поверхность дорог; переноса загрязнений автотранспортными потоками с загрязненных участков – автотрасс с высокой интенсивностью движения транспорта, промышленных и строительных площадок, площадей, занятых под рынки, дорог с грунтовыми покрытиями и т. п., на водосборы курортов, центральные и административные части городских территорий и так далее [4].

В работе [4] была предложена формула учета перераспределения загрязнений, накапливающихся на сопредельных урбанизированных территориях, которая имеет вид:

$$M(t) = 10^{-3} \cdot \beta \cdot L_g \cdot \left[\sum_{n=1}^{n=T_1,4} \Delta\lambda(n) \cdot K_b^n \cdot l_1(n) + \sum_{n=1}^{n=T_1,4} \Delta\lambda(n) \cdot K_b^n \cdot \sum_{i=n-d+1}^{i=T_1,4} l_2(i) \right], \quad (1)$$

где $M(t)$ – масса привносимых автотранспортными средствами загрязнений на исследуемую территорию за $T_{б.д}$ / n суток/ – бездождевой период времени, кг; β – коэффициент, указывающий на долю автотранспортных средств, не прошедших мойку при въезде на выделенную территорию; $\Delta\lambda(n)$ – величина, характеризующая уровень различий загрязненности выделенной и прилегающих территорий, г/км дороги, определяется по формуле:

$$\Delta\lambda(n) = \left\{ \begin{array}{l} [\lambda_{12}(n) - \lambda_{11}(n)] \cdot l_{12}(n) + [\lambda_{22}(n) - \lambda_{21}(n)] \cdot l_{22}(n) \\ l_{22}(n) + [\lambda_{32}(n) - \lambda_{31}(n)] \cdot l_{32}(n) \end{array} \right\}, \quad (2)$$

где $\lambda_{12}(n) - \lambda_{11}(n)$ – масса загрязняющих веществ, попадающих с усредненного единичного легкового автотранспортного средства; $\lambda_{22}(n) - \lambda_{21}(n)$ – с усредненного единичного грузового автотранспортного средства; $\lambda_{32}(n) - \lambda_{31}(n)$ – с единичного усредненного транспортного средства типа автобус-троллейбус; $l_{12}(n)$ – интенсивность суточного въезда на исследуемую территорию легкового транспорта, шт./сут.; $l_{22}(n)$ – грузового, шт./сут.; $l_{32}(n)$ – автобусно-троллейбусного, шт./сут.; K_b – коэффициент суточного выноса частиц дорожного смета ветром и при движении автотранспорта задается в зависимости от профилей дорог, высот бордюрного ограждения и тому подобного [4] и имеет размерность – 1/сут.; d – временной период, при котором автотранспортное средство является источником загрязнения дорожного полотна, определяется по формуле:

$$d = \frac{\Delta S^*}{l}, \quad (3)$$

где ΔS^* – пробег автотранспортного средства, при котором оно является источником загрязнения, иначе, сколько километров необходимо проехать машине по выделен-



ной территории для выравнивания значений $\lambda_1(n)$ и $\lambda_2(n)$; l – среднесуточный пробег транспорта по выделенной территории, км/сут.; L_g – протяженность дороги изучаемой территории, км; $I_1(n)$ – интенсивность автотранспортного потока, проходящего через рекреационную /изучаемую/ зону, шт./сут.; $I_2(n)$ – интенсивность движения автотранспортных средств, въехавших на исследуемую территорию и в интервале времени d , являющихся источниками загрязнения дорожного полотна, шт./сут.

Для определения величин, входящих в формулы (1), (2) и (3), нами была получена номограмма, приведенная на рисунке 1.

Примечания к рисунку: m^* – масса частиц дорожного смета прибордюрной зоны дороги, $г/м^2$; L – пробег автотранспортного средства по загрязненной территории, км; Δm^* – различия в нагрузках дорожного смета на сопредельных территориях прибордюрной зоны, $г/м^2$; ΔL – фактический пробег автотранспортного средства по загрязненной территории, км; M_n – масса загрязняющих веществ, накапливающихся на единичном автотранспортном средстве, кг; Δm_n – масса накапливающихся на единичном автотранспортном средстве загрязнений при значении Δm^* и пробеге по загрязненной территории не менее $\lambda^{(1)}$, $\lambda^{(2)}$, $\lambda^{(3)}$, кг; ΔL – масса загрязняющих веществ, попадающих с усредненного автотранспортного средства (1 – легкового, 2 – грузового, 3 – автобусно-троллейбусного) на дорожное полотно, $г/км$ дороги; $\Delta \lambda^{(1)}$, $\Delta \lambda^{(2)}$, $\Delta \lambda^{(3)}$ – масса загрязняющих веществ, попадающих с усредненного автотранспортного средства, характеризующегося значением Δm_n , $г/км$ дороги; S – пробег автотранспортного средства по изучаемой территории курорта города и т. п., км; ΔS^* – пробег автотранспортного средства по изучаемой территории, при котором она является источником загрязнения дорожного полотна, км.

Зависимости, приведенные в номограмме, определялись по следующим методикам:

1. Определение зависимостей между нагрузками дорожного смета, пробегом автотранспортных средств и массой загрязняющих веществ, накапливающихся на поверхностях машин.

Методика проведения исследований:

- автомобиль перед началом исследований проходил тщательную мойку всей поверхности, особое внимание уделялось днищу;
- разрабатывались маршруты движения транспорта, характеризующиеся близкими значениями нагрузок дорожного смета по всей их протяженности;
- при прохождении заданного интервала пробега автомобиль исследовался на объемы накопившихся

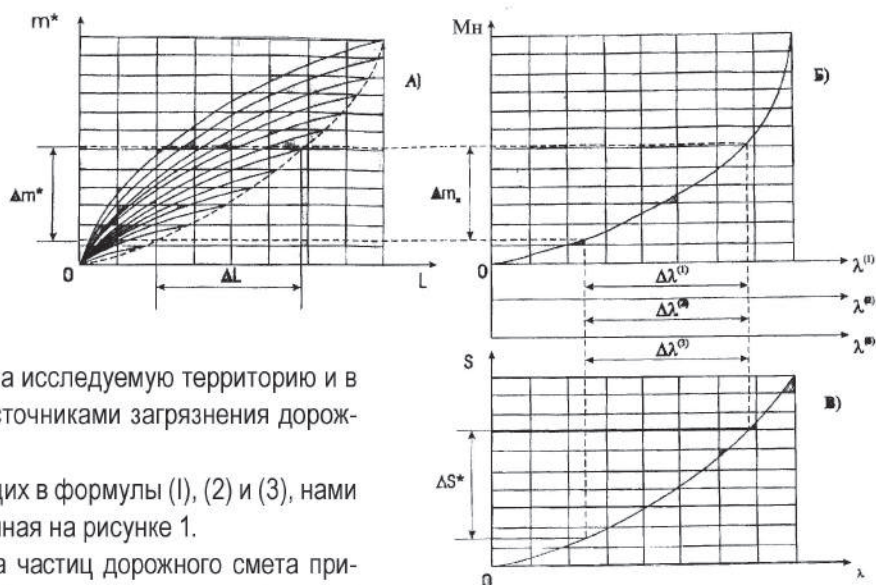


Рисунок 1. Номограмма определения параметров перераспределения загрязнений

на его поверхности загрязнений. С этой целью машина помещалась на стенд, поверхность под которым охватывалась сборным планшетом, и со всех ее поверхностей счищались загрязнения с помощью жестких щеток; загрязнения собирались с планшета, взвешивались и исследовались на гранулометрический состав присутствующих в них частиц;

- эксперименты по определению объемов накопления загрязнений прекращались при достижении величины некоторого значения, остававшегося неизменным при дальнейшем увеличении пробега автотранспортного средства;
- полученные данные обрабатывались и использовались при составлении номограммы.

Проведенные исследования позволили выявить ряд закономерностей:

- объемы загрязнений, накапливающихся на поверхности автотранспортного средства, зависят как от нагрузок дорожного смета, так и от интервала пробега транспорта по загрязненной территории;
- аккумуляция загрязнений происходит до некоторого значения, после которого при дальнейшем пробеге сохраняется квазистационарное состояние величины M_n . При этом происходит следующий процесс: часть загрязнений, попадающих при движении транспорта на дорожное полотно, компенсируется частицами дорожного смета, налипающими на поверхности машины;
- на рисунке (А) приведенной номограммы ограничения по максимально возможному накоплению загрязнений на поверхностях автотранспортных средств представлены в виде пунктирной линии.

2. Определение зависимостей между массой аккумулярованных на поверхности машин загрязнений и объемом частиц, попадающих на дорожное полотно при движении транспортного средства.

Методика проведения исследований:

- автомобиль, характеризующийся некоторым значением M_p , помещался на испытательный стенд легкового автотранспорта, представляющий собой установку, снабженную подвижными валами с резиновыми покрытиями, на которых машина может развивать любую из ее возможных скоростей с имитацией профилей дорог;
- под испытательным диагностическим стендом устанавливались планшеты, выполненные из ватмана и полностью охватывающие площадь под машиной;
- время проведения испытаний варьировалось от 20 до 45 минут, что при задаваемых скоростях составляло от 18 до 41 км пробега;
- загрязнения, попадающие на планшет, собирались, взвешивались и исследовались на гранулометрический состав;
- загрязнения, оставшиеся на поверхности машины, собирались и исследовались по приведенной методике № 1;
- полученные данные обрабатывались и использовались для составления части номограммы – зависимостей (Б).

Проведенные исследования позволили выявить ряд закономерностей:

- при увеличении M_p происходит увеличение массы загрязнений, попадающих на единичный участок дорожного полотна, до некоторого значения $\lambda_{(max)}$ задаваемого $m^*(max)$ и $m_{d, (max)}$;
- частицы, попадающие с автотранспортного средства на дорожное полотно, характеризуют состав дорожного смета исследуемых участков дорог в интервале размеров от долей мкм до 280–300 мкм;
- частицы больших размеров присутствуют, но их количество составляет не более 5–6 % от формирующего дорожный смет; существует прямая зависимость между площадью днища автотранспортного средства и величинами M_n и λ – данная закономерность использовалась при построении зависимости (Б) номограммы, где λ_1 , λ_2 и λ_3 определялись из соотношений усредненных площадей днищ легкового, грузового и автобусно-троллейбусного транспорта.

Определение интервала пробега автотранспортного средства, при котором оно является источником загрязнения дорожных покрытий.

Методика проведения исследований:

- автотранспортное средство, характеризующееся некоторым значением M_n , соответствующее нагрузке

дорожного смета, составляющей m^* , переводится на маршрут движения, характеризуемый нагрузками дорожного смета $m_2^* < m_1^*$;

- при фиксированных интервалах пробега, загрязнения, находящиеся на поверхностях машин, исследовались по методике № 1;
- исследования прекращались при выходе величины M_n на квазистационарное состояние;
- полученные данные обрабатывались и использовались для составления части номограммы – зависимости (В).

Приведенные в данном разделе исследования позволили выявить закономерность: автотранспортное средство, попадая с неблагоприятной территории, является источником загрязнения дорожного полотна до момента выравнивания объемов накопившейся на ней грязи до уровня, характеризуемого нагрузками дорожного смета изучаемой территории. В дальнейшем транспорт осуществляется перераспределение частиц дорожного смета в границах курорта административной или центральной части городов и т. п.

В предложенной работе номограмма дается в общем виде, хотя у нас есть данные по центральной части г. Харькова и по Большой Ялте, показывающие высокое сходство расчетных значений и результатов действительных исследований по определению объемов перераспределения частиц дорожного смета. Составить общую номограмму для всех регионов Украины крайне сложно, что вызвано местными условиями: наличием предприятий различных профилей хозяйственной деятельности, количествами и площадями грунтовых дорог, незастроенных территорий, видами почв, их составляющих и т. п. Поэтому необходимы корректировки параметров, входящих в формулы (1), (2) и (3), с определением региональных зависимостей, представленных в номограмме, по методикам, описанным в данной работе.

Представленные исследования могут найти применение при разработке природоохранных мероприятий на курортах, водосборах рек и других водных объектах, для оптимизации проведения санитарно-экологических работ на городских территориях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мануйлов М. Б., Шевченко А. К. Эколого-экономические аспекты функционирования рекреационных объектов // Вестник Харьковского Государственного экономического университета. – Х.: ХГЭУ, 2001. – Вып. 4 /20/. – С. 105 – 106.



2. Московкин В. М., Мануйлов М. Р. Оценка потоков осадимых аэрозолей и тяжелых металлов на урбанизированные территории, на примере городов Ялта и Алушта // Вопросы развития Крыма: научно-практический дискуссионно – аналитический сборник – Симферополь: Центр регионального развития, Крымская Академия наук. – 1996. – Вып. 2. – С. 87 – 91.
3. *Хват В. М., Московкин М. Б., Мануйлов М. Р., Роненко О. П.* Об аэрозольном загрязнении поверхностного стока на урбанизированных территориях // Метеорология и гидрология. – 1991. – № 2. – С. 114 – 115.
4. Мануйлов М. Б., Тошинский В. И., Шутинский А. Г., Деменкова С. Д., Скомороха О. П. Перераспределение загрязняющих веществ, накапливающихся на урбанизированных территориях автотранспортными средствами // Вестник НТУ «ХПИ». – Х.: НТУ «ХПИ», 2002. – Том I. – Вып. 9. – С. 40 – 43.