ДОРОЖНОЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЕ
И ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ
ОБЪЕДИНЕНИЕ НПО РОСДОРНИИ

РЕКОМЕНДАЦИИ

по определению величины ущерба при пропуске по автомобильным дорогам общего пользования транспортных средств со сверхдопустимой нагрузкой на ось в период сезонного ограничения движения

Рекомендовано Управлением
перспективного развития
для апробирования в весенний
период 1992 г.

Москва 1992

gost.e-ecolog.ru

ДОРОЖНОЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЕ И ПРОИЗВОДСТВЕННО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
НТО РОСДОРНИИ

РЕКОМЕНДАЦИИ

по определению величины ущерба при пропуске по автомобильным дорогам общего пользования транспортных средств со сверхдопустимой нагрузкой на ось в период сезонного ограничения движения.

Рекомендовано Управлением
перспективного развития
для апробирования в весенний
период 1992 г.

Москва 1992

УДК 625.76

Рекомендации по определению величины ущерба при пропуске по автомобильным дорогам общего пользования транспортных средств со сверхдопустимой нагрузкой на ось в период сезонного ограничения движения / НПО Росдорнии. М.: ЦБНТИ, 1992.- с.

В Рекомендациях изложены вопросы определения величины ущерба, наносимого автомобильным дорогам применительно к условиям, не предусмотренным в настоящее время при формировании дорожного фонда. Для практических целей предложен метод, основывающийся на действующей нормативной и справочной литературе. Показаны особенности расчета ущерба от проезда автомобилей по нежестким дорожным одеждам, не рассчитанным на пропуск транспортных средств с осевыми нагрузками более 60 кН, а также по дорогам, на которых состояние дорожных одежд по прочности в неблагоприятные по условиям увлажнения периоды года не отвечает требованиям движения. Даны границы применимости предложенных решений. Предусмотрена возможность корректировки результатов расчета в случаях изменения договорных цен на учитываемые виды работ.

Рекомендации ориентированы на совместное использование с Указаниями по оценке прочности и расчету усиления нежестких дорожных одежд (ВСН 52-89), М.: ЦБНТИ Минавтодора РСФСР, 1989.

В разработке документа приняли участие специалисты НПО Росдорнии - МАДИ канд.техн.наук В.К.Апестин, А.И.Дудаков, инженер А.М.Стрижевский.

Рекомендации предназначены для использования в практической деятельности дорожных организаций, осуществляющих сезонное ограничение движения автомобилей по осевым нагрузкам на дорогах общего пользования.

Замечания и предложения по Рекомендациям просим направлять по адресу: 125493, Москва, ул.Смольная, 1/3, влад.2, НПО Росдорнии.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. В настоящее время планирование затрат и выделение средств на ремонт автомобильных дорог осуществляют в соответствии с нормами межремонтных сроков службы дорожных одежд и покрытий с учетом результатов диагностики дорог. Какие-либо отклонения от нормативных условий могут вызвать необходимость осуществления дополнительных затрат, неучтенных в средствах, централизованно выделяемых на строительство, реконструкцию, ремонт и содержание автомобильных дорог. Фактически выделяемых средств в этом случае недостаточно для компенсации возникающего ущерба от проезда автомобилей и приведения существующих дорог в соответствие с предъявляемыми требованиями. Такие случаи имеют место при необходимости пропуска транспортных средств со сверхдопустимой нагрузкой на ось, в частности, по дорогам, рассчитанным на пропуск автомобилей с осевой нагрузкой до 60 кН (до 50 кН при сближенных осях) в период сезонного ограничения движения.

1.2. Общая величина ущерба, нанесенного участку дороги при вынужденном пропуске транспортных средств со сверхдопустимой осевой нагрузкой зависит от конструкции дорожной одежды, ее фактической прочности на рассматриваемый момент времени и региональных условий района расположения дороги.

1.3. Оценку ущерба выполняют в соответствии с долей разрушающего воздействия, характеризуемого соответствующими коэффициентами приведения автомобилей к расчетным нагрузкам. При этом учитывают значение дороги, фактическую прочность дорожных одежд, общие затраты на возмещение износа дорожных конструкций, перспективную интенсивность и состав движения на дороге.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕЙ ВЕЛИЧИНЫ УЩЕРБА, НАНЕСЕННОГО УЧАСТКУ ДОРОГИ ДЛИНОЙ 1 км ТРАНСПОРТНЫМИ СРЕДСТВАМИ СО СВЕРХДОПУСТИМЫМИ НАГРУЗКАМИ НА ОСЬ

Общую величину ущерба определяют по формуле:

$$\Delta У = [142{,}857 \cdot K_{з1} \cdot a\,(2{,}718^{\delta \cdot E_y} - 2{,}718^{\delta \cdot E_{min}}) \cdot Z_к + 10^3 \cdot K_{з2} \cdot m \cdot Э \cdot z_c] \cdot B_1 \cdot K \quad \text{. руб/км} \qquad (1)$$

где a, b - эмпирические коэффициенты, характеризующие стоимость дорожной одежды и принимаемые для РСФСР на 1990 г. - $a = 17{,}5$; $b = 0{,}0075$;

$Z_к$, $Z_с$ - эмпирические коэффициенты, учитывающие затраты на дополнительные виды работ, [illegible] выполняют одновременно с ремонтом дорожной одежды (см. Приложение, табл.1);

Э - затраты на ремонт дорожного покрытия. Для дорожных одежд с усовершенствованными видами покрытия Э = 1,55 руб/м^2. Для дорожных одежд с переходным покрытием Э = 0,85 руб/м^2;

$B_г$ - ширина проезжей части, м;

K_I - переходной коэффициент, характеризующий территориальное расположение автомобильной дороги. Принимают по Нормативам удельных капитальных вложений в строительство автомобильных дорог общего пользования на 1991-1995 г.г. Гипродорнии, М., ЦБНТИ 1990 - (Приложение 1, стр.17-20).

$K_{з1}$, $K_{з2}$ - коэффициенты корректировки затрат. Величину этих коэффициентов определяют, используя данные дорожных организаций, по формулам:

$$K_{з1} = \frac{C_{t_1}}{C_{к1}} \quad , \qquad (2)$$

$$K_{з2} = \frac{C_{t_2}}{C_{к2}} \quad , \qquad (3)$$

где C_{t_1} - стоимость устройства 1 м^2 дорожной одежды с данным требуемым модулем упругости в рассматриваемом году, руб;

$C_{к1}$ - то же в 1990 г., руб;

C_{t_2} - стоимость устройства выравнивающего слоя и поверхностной обработки на 1 м^2 покрытия в рассматриваемом году, руб;

$C_{к2}$ - то же в 1990 г., руб.

Коэффициенты $K_{з1}$ и $K_{з2}$ назначают дорожные организации.

Требуемый модуль упругости E_y при усилении конструкции:

$$E_y = (E^*_{тр} \cdot K_{пр} \cdot K_{рег} + \Delta) \frac{K_п}{X_i} \cdot K_б \quad , \text{МПа} \quad , \qquad (4)$$

$$E^*_{тр} = A + B\left[lg\left(\gamma \cdot \omega^* \cdot N_1 \frac{q^{\Delta t} - 1}{q - 1}\right) - 1\right] \quad , \qquad (5)$$

Все параметры за исключением Δt в (4) и (5) определяют по ВСН 52-89 (см. формулы 4.1 и 4.2).

Величину Δt определяют по формуле:

$$\Delta t = T_{ост} - T_{ф} \quad , \qquad (6)$$

где $T_{ост} = T_{н} - t_{ф}$; $T_{н}$ и $t_{ф}$ – нормативный (расчетный) срок службы дорожной одежды и фактический период ее эксплуатации до момента проведения полевых испытаний соответственно, годы.

$T_{ф}$ – фактический срок службы дорожной одежды.

Величину $T_{ф}$ определяют по формулам:

$$T_{ф} = \frac{1}{lg\, q} \cdot lg\left[\frac{10^{M}(q-1)}{\gamma \cdot \omega^{*} \cdot N_{ф}\, q} + 1\right] \quad , \qquad (7)$$

$$M = \frac{E_i - A}{B} + 1 \quad , \qquad (8)$$

$$E_i = \left(\frac{E_{ф}^{*} \cdot X_i}{K_{п}} - \Delta\right) \frac{1}{K_{пр}\ K_{рег}} \quad , \qquad (9)$$

Все параметры в (7), (8), (9) соответствуют ВСН 52-89 (см. формулы 3.9, 4.I и 4.2).

Величину минимально допустимого модуля упругости в конце срока службы дорожной одежды (E_{min}) определяют по формуле:

$$E_{min} = \frac{1}{1{,}15}\ A\ K_{пр} \cdot K_{рег}\ , \text{МПа} \quad , \qquad (10)$$

Все параметры в (10) определяют по ВСН 52-89 (см. формулы 4.I и 4.2).

Количество ремонтов дорожного покрытия после усиления дорожной одежды (m) определяют по формуле:

$$m = \frac{\Delta t}{T_{п}} \quad , \qquad (11)$$

где m – количество ремонтов – целое число;

$T_{п}$ – межремонтный срок службы дорожного покрытия (см. Приложение, табл.2).

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНОЙ ПОВТОРНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ СО СВЕРХДОПУСТИМОЙ НАГРУЗКОЙ НА ОСЬ ПРИ НЕДОСТАТОЧНОЙ ПРОЧНОСТИ НЕЖЕСТКОЙ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ

Величину повторности движения транспортных средств определяют по формуле:

$$\Delta N_p = n \frac{q^{T_{ост}} - 1}{q - 1} (N_1 - N_2) \quad , \qquad (12)$$

где n - период ограничения движения. Назначается дорожной организацией, либо его рассчитывают по ВСН 52-89 (см. формулу 2.3).

N_2 - приведенная интенсивность движения транспортных средств, допустимая в I-й год службы. Рассчитывают по ВСН 52-89 (см. формулу 5.2).

Величины N_1 и q определяют по ВСН 52-89 (см. формулу 4.3 и 3.5).

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНОЙ ПОВТОРНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ СО СВЕРХДОПУСТИМОЙ НАГРУЗКОЙ НА ОСЬ ДЛЯ ДОРОГ, РАССЧИТАННЫХ НА ПРОПУСК АВТОМОБИЛЕЙ С ОСЕВОЙ НАГРУЗКОЙ ДО 60 кН.

Величину повторности движения транспортных средств определяют по формуле:

$$\Delta N_p = n \frac{N_{пр} (q^{T_{ост}} - 1)}{q^{T_{ост}-1} (q - 1)} \quad , \qquad (13)$$

Расчетную интенсивность движения на полосу ($N_{пр}$) определяют, используя рис.3.2 ВСН 46$_F$-83 Минтрасстроя СССР:

$$N_{пр} = 10^F \quad , \qquad (14)$$

$$F = \frac{K_{рег} \cdot K_{пр} (B - A) + E_{тр}}{B \cdot K_{рег} \cdot K_{пр}} \quad , \qquad (15)$$

где A, B - эмпирические коэффициенты, равные A = 65 МПа, B = 72 МПа для дорог, рассчитанных на пропуск автомобилей с осевой нагрузкой до 60 кН. Величины остальных показателей в (15) можно определить по ВСН 52-89 (см. формулу 4.1).

$E_{тр}$ - требуемый (расчетный) модуль упругости дорожной конструкции на рассматриваемую перспективу.

Полученные величины расчетной повторности движения соответствуют величине ущерба, определяемого по формуле (1) при замене E_y на $E_{тр}$.

5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ УЩЕРБА, НАНЕСЕННОГО АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГЕ КОНКРЕТНЫМ ТРАНСПОРТНЫМ СРЕДСТВОМ СО СВЕРХДОПУСТИМОЙ НАГРУЗКОЙ НА ОСЬ

Величину ущерба, нанесенного транспортным средством j -ой марки одному километру автомобильной дороги в период сезонного ограничения движения ($И_{Pj}$) определяют по формуле:

$$И_{Pj} = \frac{\Delta У}{\Delta N_P} \cdot \alpha_j \text{ , руб/авт.км ,} \qquad (16)$$

где α_j - коэффициенты приведения транспортных средств j -ых марок. Определяют по ВСН 52-89 (см. Приложение 5, табл.2). Для дорог, рассчитанных на пропуск автомобилей с осевой нагрузкой до 60 кН, коэффициенты α_j, приведенные в этой таблице, следует делить на 0,23 для дорожных одежд облегченного типа, и на 0,41 для дорожных одежд переходного типа.

В случае, если транспортное средство j -ой марки со сверхдопустимой осевой нагрузкой несколько раз в течение периода ограничения движения проезжает по дороге, на которой есть участок или несколько одинаковых участков с ограниченным движением, то величину ущерба определяют по формуле:

$$П = И_{Pj} \cdot L \cdot S \cdot Э \text{ , руб. ,} \qquad (17)$$

где L - общая длина дороги, км;

S - доля длины дороги, где нужно ограничение движения;

$Э$ - количество проездов транспортного средства j -ой марки по участкам с ограниченным движением за период этого ограничения.

6. ПРИМЕР РАСЧЕТА ВЕЛИЧИНЫ УЩЕРБА ОТ ПРОЕЗДА ПО АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГЕ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ СО СВЕРХДОПУСТИМОЙ НАГРУЗКОЙ НА ОСЬ

Исходные данные:

- участок автомобильной дороги II категории, длиной L = 15 км расположен во II дорожно-климатической зоне;

- область: Тверская (согласно приложению I Нормативов удельных вложений переходной коэффициент для определения стоимости автомобильных дорог $K_I = I,06$);

- ширина проезжей части $B_ф = 7,5$ м ;

- дорожная одежда капитального типа;

- фактический период эксплуатации на момент проведения полевых испытаний по данным автодора $t_ф = 5$ лет ;

- нормативный срок службы дорожной одежды по ВСН 52-89 (табл.7 приложения 7) : $T_н = I5$ лет ;

- полевые испытания дорожной одежды проведены в соответствии с ВСН 52-89 методом статического нагружения колесом автомобиля. Учитывая это, эмпирические коэффициенты, характеризующие прочность дорожной одежды (см.п.4.2 ВСН 52-89), выбираем равными:

$$A = I25 \text{ МПа} \quad \text{и} \quad B = 68 \text{ МПа} ;$$

- по данным полевых испытаний дорожная одежда имеет недостаточную прочность только на протяжении $L_у = I$ км дороги.

Фактический модуль упругости конструкции $E^{*}_{ф} = 202,5$МПа

Требуемый по условиям движения - $E_{тр} = 2II,66$ МПа

Фактическая интенсивность движения транспортного потока $N_c = 3200$ авт/сут.

То же приведенная к расчетным нагрузкам $N_ф = 906$ авт/с

Доля участков с недостаточной прочностью $S = L_у/L = I/I5$;

Общая толщина дорожной одежды - 65 см. Климатические и грунтово-гидрологические условия - относятся к сложным. С учетом этого выбираем по табл.3 приложения 7 ВСН-52-89 показатель

$$\Delta = 25 \text{ МПа}.$$

В конструкции дорожной одежды имеется песчаный слой толщиной 25 см. Для этой толщины по табл.4 приложения 7 ВСН 52-89 коэффициент $K_п = I$.

- по данным учета движения, проведенного в автодоре, показатель роста движения во времени $q = I,05$;

- по данным автодора в результате изменения цен коэффициенты корректировки затрат (формулы 2 и 3) должны быть приняты:

$$K_{з1} = K_{з2} = 5 :$$

Последовательность расчета:

- определяем фактический срок службы дорожной одежды при пропуске по дороге транспортных средств со сверхдопустимой нагрузкой на ось. Предварительно для принятых исходных данных по

приложению 7 ВСН 52-89 назначаем:

параметр, учитывающий вероятность повреждения покрытия

$$X_t = 1{,}42 \quad \text{(табл.2.2)},$$

коэффициент относительной прочности дорожной одежды

$$K_{пр} = 1 \quad \text{(табл.2.2)},$$

коэффициент, учитывающий агрессивность воздействия расчетных автомобилей в разных погодно-климатических условиях

$$\omega^* = 1{,}16 \quad \text{(табл.5.2)}.$$

Параметр, учитывающий тип дорожной одежды: $\gamma = 0{,}12$, выбираем в соответствии с п.4.2 ВСН 52-89. То же : $K_{рег} = 1$.

По формуле (9):

$$E_t = (202{,}5 \cdot 1{,}42/1 - 25)\ 1/1 \cdot 1 = 262{,}55 \text{ МПа}$$

По формуле (8):

$$M = (262{,}55 - 125)/68 + 1 = 3{,}023$$

По формуле (7):

$$T_ф = (1/\lg 1{,}05) \cdot \lg(10^{3{,}023(1{,}05-1)}/(0{,}12 \cdot 1{,}16 \cdot 906 \cdot 1{,}05) + 1) = 6{,}87 \approx 7 \text{ лет};$$

– определяем остающийся период эксплуатации:

$$T_{ост} = T_н - t_ф = 15 - 5 = 10 \text{ лет};$$

– определяем расчетный период после выхода дорожной одежды в предельное состояние по формуле (6):

$$\Delta t = 10 - 7 = 3 \text{ года};$$

– определяем требуемый модуль для усиления дорожной одежды на перспективу Δt. Предварительно вычисляем интенсивность расчетного движения в 1-ый год после усиления дорожной одежды:

$$N_1 = N_ф \cdot q = 906 \cdot 1{,}05 = 951{,}3 \approx 951 \text{ авт/сут}$$

По формуле (5):

$$E^*_{тр} = 125 + 68(\lg(0{,}12 \cdot 1{,}16 \cdot 951 \cdot (1{,}05^3 - 1)/(1{,}05 - 1)) - 1) = 235{,}19 \text{ МПа}$$

По формуле (4):

$$E_у = (235{,}19 \cdot 1 \cdot 1 + 25)\ 1 \cdot 1/1{,}42 = 183{,}23 \text{ МПа};$$

– определяем минимально допустимый модуль по формуле (10):

$$E_{min} = (1/1{,}15) \cdot 125 \cdot 1 \cdot 1 = 108{,}7 \text{ МПа}$$

– определяем количество ремонтов дорожного покрытия в пределах времени Δt по формуле (11). Предварительно в соответствии с ВСН 52-89 (формула 3.6 и табл.3.1) определяем интенсивность движения транспортного потока на наиболее загруженную полосу:

$$N = N_c \cdot f_п = 3200 \cdot 0{,}55 = 1760 \text{ авт/сут}$$

где $f_п$ – коэффициент, учитывающий количество полос движения.

По полученной величине из таблицы 2 приложения определяем норму межремонтного срока службы дорожного покрытия для П ДКЗ :

$T_п = 6$ лет. Тогда $m = 3/6 = 0{,}5 < 1$.

Результат свидетельствует, что в пределах рассматриваемого периода Δt не требуется проведения ремонтов дорожного покрытия ($\Delta t < T_н$). Принимаем $m = 0$;

– определяем общую величину ущерба по формуле (1), используя принятые исходные данные и коэффициенты увеличения затрат из таблицы 1 приложения к Рекомендациям:

$$\Delta У = (142{,}857 \cdot 5 \cdot 17{,}5(2{,}718^{0{,}0075 \cdot 183{,}23} - 2{,}718^{0{,}0075 \cdot 108{,}7}) \cdot 2.07 + 10^3 \cdot 5 \cdot 0 \cdot 1{,}55 \cdot 1{,}49)7{,}5 \cdot 1{,}06 = 348110{,}59 \text{ руб/км};$$

– определяем период ограничения движения по ВСН 52-89 (формула 2.3):

$$n = h_з / V_t = 120/3 = 40 \text{ дней}$$

где $h_з$ – глубина промерзания грунта земляного полотна. Для Тверской области по карте изолиний (рис. 4.3 ВСН 46-83)

$h_з = 120$ см,

V_t – среднесуточная скорость оттаивания (принимаем $V_t = 3$ см/сут);

– определяем допустимую интенсивность движения в соответствии с рекомендациями раздела 5.2 ВСН 52-89 (см. формулу 5.2):

$$N' = \frac{10^M \cdot (q-1)}{\gamma \omega^* (q^{T_{экт}} - 1)},$$

показатель М – определяется по формуле (8). По уже выполненным расчетам: $M = 3{,}023$

$$N_2 = 10^{3{,}023}(1{,}05 - 1)/(0{,}12 \cdot 1{,}16 \cdot (1{,}05^{10} - 1)) = 602{,}2 \approx 602 \text{ авт/сут}$$

– определяем расчетную повторность движения по формуле (12):

$$\Delta N_р = 40(1{,}05^{10} - 1)(951 - 602)/(1{,}05 - 1) = 175588 \text{ авт.}$$

– рассчитаем величину ущерба для следующих автомобилей, выбрав соответствующие коэффициенты приведения из приложения 5 ВСН 52-89 (см. табл. 2):

МАЗ-53352	$\alpha_j = 1{,}00$
КамАЗ-5511	$\alpha_j = 0{,}81$
КрАЗ-256Б1	$\alpha_j = 1{,}90$

Для указанных автомобилей по формуле (I6):

$$И_{маз} = I,00 \cdot 348II0,59/I75588 = I,98 \text{ руб/авт.км}$$

$$И_{камаз} = I,6I \text{ руб/авт.км}$$

$$И_{краз} = 3,77 \text{ руб/авт.км} ;$$

– рассчитываем полный ущерб от проезда отдельных автомобилей по формуле (I7). Предварительно примем суммарное количество проездов автомобилей за период ограничения движения J = 60 (принимается по данным производственных организаций, использующих автомобильную дорогу):

$$П_{маз} = I,98 \cdot I5 \cdot I/I5 \cdot 60 = II8,8 \text{ руб.}$$

$$П_{камаз} = I,6I \cdot 60 = 96,6 \text{ руб.}$$

$$П_{краз} = 3,77 \cdot 60 = 226,2 \text{ руб.}$$

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица I.

Тип дорожной одежды	Категория дороги	Показатели	
		$Z_к$	$Z_с$
Капитальный	I, II	2,07	I,49
	III	2,I3	I,53
Облегченный	III, IУ	2,44	I,76
Переходный	IУ, У	3,70	2,66

Таблица 2.

Интенсивность движения по наиболее загруженной полосе, авт/сут	Дорожно-климатические зоны	Нормы межремонтных сроков службы дорожных покрытий $T_п$, лет
до 200	I-У	8
от 200 до 2500 от 200 до 2000 от 200 до I500	I-II III IУ-У	6
от 2500 до 4500 от 2000 до 4000 от I500 до 3000	I-II III IУ-У	4
от 4500 до 6500 от 4000 до 6000 от 3000 до 5000	I-II III IУ-У	3
свыше 6500 -"- 6000 -"- 5000	I-II III IУ-У	2

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

1. Общие положения 3
2. Определение общей величины ущерба, нанесенного участку дороги длиной 1 км транспортными средствами со сверхдопустимыми нагрузками на ось 3
3. Определение расчетной повторности движения транспортных средств со сверхдопустимой нагрузкой на ось при недостаточной прочности нежесткой дорожной одежды 5
4. Определение расчетной повторности движения транспортных средств со сверхдопустимой нагрузкой на ось для дорог, рассчитанных на пропуск автомобилей с осевой нагрузкой до 60 кН 6
5. Определение величины ущерба, нанесенного автомобильной дороге конкретным транспортным средством со сверхдопустимой нагрузкой на ось 7
6. Пример расчета величины ущерба от проезда по автомобильной дороге транспортных средств со сверхдопустимой нагрузкой на ось 7

Приложение 12

gost.e-ecolog.ru