

## РАЗДЕЛ II

# СТРОИТЕЛЬСТВО. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

---

УДК 625.71.8

### ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ ПАРКА МАШИН ДЛЯ ЗИМНЕГО СОДЕРЖАНИЯ ГОРОДСКИХ УЛИЦ И ДОРОГ С УЧЕТОМ ВЕРОЯТНОСТНОЙ ОЦЕНКИ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Т.В. Боброва, И.В. Слепцов  
ФГБОУ ВПО «СибАДИ», Россия, г. Омск.

***Аннотация.** Предложена модель оптимизации парка снегоочистителей для зимнего содержания городской улично-дорожной сети с учетом вероятностных характеристик интенсивности снегопада в условиях определенной территории. В качестве критерия оптимальности приняты минимальные суммарные затраты в сфере транспорта и на ликвидацию неблагоприятного воздействия снегопадов на дорожную сеть города. Реализация данного подхода рассмотрена на примере дорожно-эксплуатационной службы г. Омска.*

***Ключевые слова:** интенсивность снегопада, вероятность, зимнее содержание, парк снегоочистителей.*

#### **Введение**

В расчетах необходимого парка снегоочистителей для зимнего содержания городской улично-дорожной сети (ГУДС) используются характеристики неблагоприятных метеорологических явлений, обобщенные за длительный период наблюдений (как правило период не менее десяти лет). Неблагоприятное метеорологическое явление – это случайная величина, значения которого формируется в результате влияния множества факторов.

Основными неблагоприятными метеорологическими явлениями, которые используются при расчетах машинного парка дорожно-эксплуатационных служб (ДЭС) являются: среднегодовая интенсивность снегопада, число дней с твердыми осадками, число дней с общими метелями, число дней с гололедными явлениями.

В работе [1] доказано, что приведенные выше климатические явления подчиняются нормальному закону распределения.

Существующие методики определения требуемого парка машин для зимнего содержания автомобильных дорог [2] рекомендуют использовать среднегодовые (эмпирически средние) значения неблагоприятных метеорологических явлений.

Применение указанного метода при расчетах требуемого парка машин, приводит к существенному снижению эксплуатационного

состояния городских улиц и дорог при превышении климатическими явлениями средних значений их характеристик, если не предусмотрен резерв дорожных машин.

#### **Модель оптимизации количества снегоочистителей для обеспечения нормативного уровня снегоочистки дорожной сети города**

В работе [3] разработана имитационная модель, позволяющая оценить затраты на зимнее содержание в зависимости от вероятности появления неблагоприятных явлений за рассматриваемый период для разных категорий дорог. В качестве комплексного показателя для моделирования годовых затрат на патрульную снегоочистку авторами принят показатель продолжительности снегопадов в цикло-часах, определяемый как произведение двух случайных нормально-распределенных величин – повторяемости снегопадов (цикличности) и длительности одного снегопада. Принимая при моделировании вероятности появления данных неблагоприятных событий от 0,5 и выше, авторы доказывают, что снижение выделяемых средств на зимнее содержание ниже расчетных значений связано с рисками как для подрядной организации, так и для пользователей дорог. Однако авторы не ставили задачу оценки потребного количества машин для зимнего содержания, поэтому в числе факто-

ров не рассматривалась вероятность снегопада с интенсивностью, превышающей расчетный уровень.

К основным факторам, влияющим на количество требуемых дорожных машин для зимнего содержания ГУДС, можно отнести: площадь проезжей части, подлежащей снегоочистке; эксплуатационная производительность снегоочистителей; уровень надежности дорожных машин; характеристики неблагоприятных метеорологических явлений района производства работ. Подробней разберем последние два фактора.

Уровень надежности дорожной машины отражает средняя наработка на отказ, что выражается в частоте появления внеплановых (аварийных) ремонтов. Уровень надежности также характеризует коэффициент технической готовности, со снижением которого необходимо выполнять мероприятия по обновлению и модернизации машинного парка или формирова-

нию резервов. Обоснование учета технического состояния дорожных машин при выполнении дорожно-эксплуатационных работ приведено в работе [4].

Используемые при расчете снегоочистителей вероятностные показатели в зависимости от отклонения их характеристик от средних значений можно разделить на две группы: при изменении характеристик в большую сторону требуется увеличение численности дорожных машин; при изменении характеристик в большую сторону требуется увеличение численности дорожных машин.

Характер влияния основных климатических явлений на численный состав дорожных машин представлен на рисунке 1. Из которого следует, что основным климатическим показателем, влияющим на изменение числа снегоочистителей, является интенсивность снегопада.

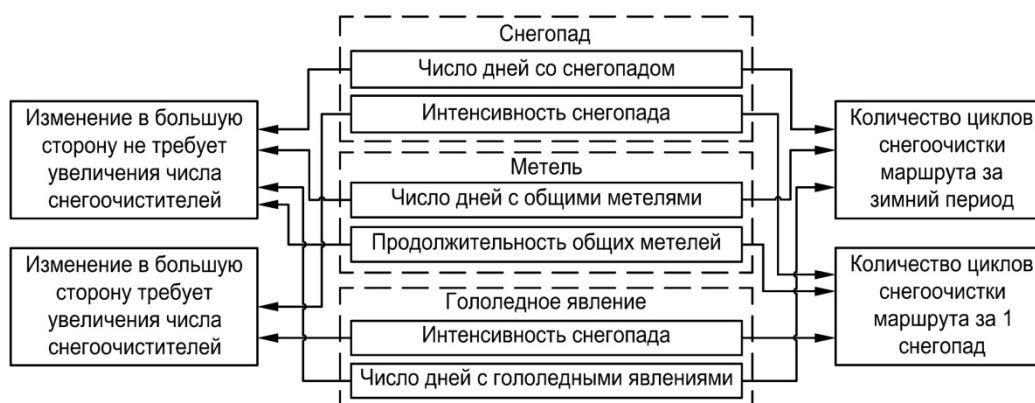


Рис. 1. Характер влияния основных климатических явлений на расчетные параметры процессов снегоочистки

На рисунке 2 представлена имитационная модель, позволяющая выполнять расчеты потребности снегоочистителей на ГУДС с учетом вероятности интенсивности снегопада на определенной территории.

Обработка данных интенсивности снегопадов заключается в определении закона распределения и статистических характеристик: эмпирическое среднее (математическое ожидание), дисперсия, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации.

Функция плотности нормального распределения имеет вид [5]:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}}, \quad (1)$$

где  $\bar{x}$  - среднее квадратическое отклонение;  $X$  - эмпирическое среднее.

Вероятность появления интенсивности снегопада, не превышающей расчетного значения ( $b$ ), определяется с использованием функции Лапласа [5]:

$$P(x \leq b) = \frac{1}{2} \left[ \Phi\left(\frac{b-\bar{x}}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{0-\bar{x}}{\sigma}\right) \right], \quad (2)$$

где  $\Phi(x)$  – функция Лапласа, определяемая по справочным таблицам.

Отклонение интенсивности снегопада в сторону уменьшения от среднего значения не влечет за собой ухудшения условий движения на ГУДС. Отклонение интенсивности в большую сторону требует дополнительных ресурсов для обеспечения нормальных условий движения. Для выявления потребности в резервах в расчетах будет приниматься односторонняя доверительная вероятность.

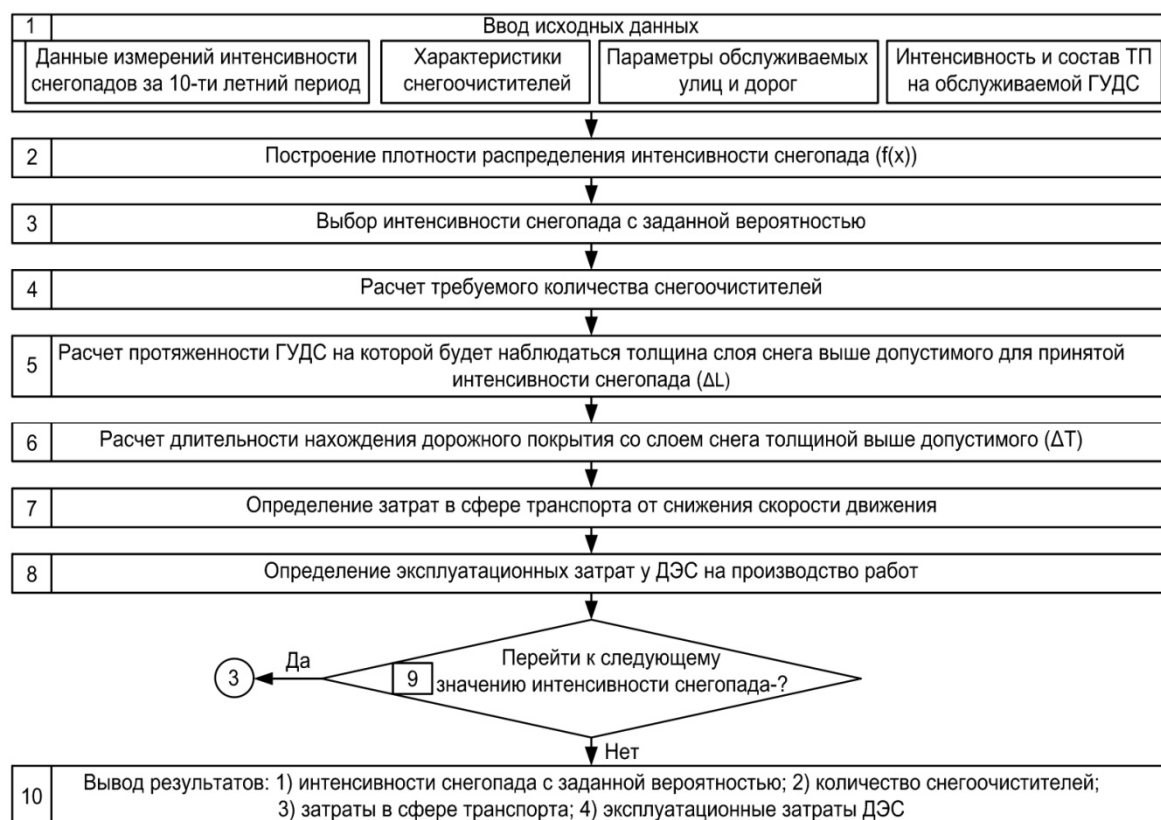


Рис. 2. Модель определения оптимального количества снегоочистителей с учетом уровня вероятности интенсивности снегопада

Основной организационной единицей при производстве работ на улично-дорожной сети города является отряд дорожных машин. Отряд дорожных машин – это совокупность одновременно работающих дорожных машин для выполнения одной или нескольких взаимосвязанных технологических операций в зависимости от технических параметров и характеристик проезжей части улиц [6,7].

Число машин в отряде принимается в зависимости от наибольшей ширины проезжей части магистральной улицы, входящей в обслуживаемую сеть. Число снегоочистителей в отряде ( $N_C$ ) определяется по формуле, ед. [8]:

$$N_C = \frac{0,5 \cdot \text{Ш}_{\text{пч}} - b}{\text{Ш}_{\text{оп}} - \text{Ш}_{\text{пер}}}, \quad (3)$$

где  $\text{Ш}_{\text{пч}}$  – ширина проезжей части магистральной улицы, м;  $\text{Ш}_{\text{оп}}$  – ширина очищаемой полосы снегоочистителя, м;  $\text{Ш}_{\text{пер}}$  – ширина перекрытия очищаемых полос, м;  $b$  – ширина прилотовой полосы (ширина снежного вала у тротуара), м.

Протяженность  $i$ -х улиц, которую отряд способен очистить от выпавшего снега

( $\sum_{i=1}^I L_C$ ) за нормативное время ( $T_H$ ), км:

$$\sum_{i=1}^I L_C = 0,5 \cdot V_p \cdot T_H \cdot k_u, \quad (4)$$

где  $V_p$  – рабочая скорость отряда машин, км/ч;  $T_H$  – нормативный срок ликвидации зимней скользкости, который соответствует допустимому времени снегонакопления, ч;  $k_u$  – коэффициент использования машин во времени,  $k_u=0,75 \dots 0,85$ .

$$T_H = \frac{\rho_{сн} \cdot h_{доп}}{i_{сн} \cdot \rho_в}, \quad (5)$$

где  $\rho_{сн}$  – плотность рыхлого снега, г/см<sup>3</sup> ( $\rho_{сн} = 0,15 - 0,17$  г/см<sup>3</sup>);  $h_{доп}$  – допускаемая толщина снега на покрытии, мм;  $i_{сн}$  – интенсивность снегопада, мм/ч;  $\rho_в$  – плотность воды, г/см<sup>3</sup>.

Количество отрядов снегоочистителей ( $n_C$ ) определяется по зависимости, ед:

$$n_C = L_{об} / \sum_{i=1}^I L_C, \quad (6)$$

где  $L_{об}$  – протяженность улично-дорожной сети, которую требуется обслужить ДЭС, км.

Протяженность ГУДС за зимний период, на которой будет наблюдаться толщина слоя снега выше допустимого для принятой интенсивности снегопада, выражается зависимостью:

$$\sum_{i=1}^I \Delta L_j = \sum_{k=1}^K (L_{об} - (0,5 \cdot V_p \cdot T_{нк} \cdot k_u)) \cdot n_k, \quad (7)$$

где  $\sum_{i=1}^I \Delta L_j$  – протяженность  $i$ -х улиц и дорог за зимний период, на которых будет наблюдаться толщина слоя снега выше допустимого при  $j$ -ой интенсивности снегопада, км;  $T_{нк}$  – нормативный срок снегоочистки при  $k$ -ой интенсивности снегопада, ч;  $K$  – количество расчетных интенсивности снегопада;  $n_k$  – число снегопадов  $k$ -ой интенсивности за зиму.

Длительность нахождения дорожного покрытия на  $i$ -х улицах со слоем снега толщиной выше допустимого ( $\sum_{i=1}^I \Delta T_j$ ) при  $j$ -ой интенсивности снегопада, превышающей  $k$ -ю расчетную, определяется по формуле, ч:

$$\sum_{i=1}^I \Delta T_j = \sum_{k=1}^K (T_{нк} \cdot n_k) - (T_{нj} \cdot n_j). \quad (8)$$

Затраты в сфере транспорта, для  $j$ -ой расчетной интенсивности снегопада определяются по формуле ( $\Delta C_{ТРj}$ ), тыс.руб.:

$$\Delta C_{ТРj} = \sum_{i=1}^I \Delta L_j \cdot \sum_{f=1}^F \Delta T_j \cdot \left( \sum_{f=1}^F N_i \cdot P_f \cdot \left( \frac{S_{носмf}}{V_{ТПсн}} - \frac{S_{носмf}}{V_{ТПэ}} \right) \right), \quad (9)$$

где  $N_i$  – среднечасовая интенсивность движения транспортного потока на  $i$ -ой улице, авт/час;  $P_f$  – доля  $f$ -го автомобиля в транспортном потоке, д.ед.;  $F$  – число типов транспортных средств в потоке, шт.;  $S_{носмf}$  – постоянные расходы в себестоимости пробега  $f$ -го типа автомобиля, руб./маш-ч;  $V_{ТПсн}$  – скорость транспортного потока по дорожному покрытию со слоем рыхлого снега толщиной 35...50 мм, км/ч;  $V_{ТПэ}$  – скорость транспортного потока при эталонном состоянии дорожного покрытия (сухое, чистое), км/ч;  $I$  – число

улиц, на которых наблюдается толщина слоя снега выше допустимого.

Дополнительные потери, вызванные задержками пассажиров в пути на  $i$ -ой улице при  $j$ -ой интенсивности снегопада находятся по выражению ( $\Delta C_{Пассj}$ ), тыс.руб.:

$$\Delta C_{Пассj} = \sum_{i=1}^I \Delta L_j \cdot \sum_{i=1}^I \Delta T_j \cdot \left( \sum_{h=1}^H N_i \cdot P_h \cdot K_h^{пасс} \cdot \left( \frac{C_{пасс}}{V_{ТПсн}} - \frac{C_{пасс}}{V_{ТПэ}} \right) \right), \quad (10)$$

где  $P_h$  – доля  $h$ -го типа маршрутного транспорта в транспортном потоке, д.ед.;  $K_h^{пасс}$  – среднее количество пассажиров в  $h$ -ом типе маршрутного транспорте, чел.;  $H$  – число типов маршрутного транспорта, шт.;  $C_{Пасс}$  – стоимость 1 часа пребывания пассажира в пути, руб/чел.ч.

Эксплуатационные затраты ДЭС на производство работ по снегоочистке ГУДС при  $j$ -ой расчетной интенсивности снегопада определяется по зависимости ( $C_{ДЭСj}$ ), тыс. руб.:

$$C_{ДЭСj} = \sum_{m=1}^M T_{маш-чm} \cdot \left( \sum_{m=1}^M C_{маш-чm} \cdot N_m \right) + \left( \sum_{m=1}^M C_{Бm} \cdot E \right), \quad (11)$$

где  $T_{маш-чm}$  – длительность выполнения снегоочистки снегоочистителем  $m$ -ой марки за зимний период, маш-ч;  $C_{маш-чm}$  – стоимость эксплуатации 1 маш-ч снегоочистителя  $m$ -ой марки, руб.;  $N_m$  – количество снегоочистителей  $m$ -ой марки, шт.;  $C_{Бm}$  – балансовая стоимость снегоочистителя  $m$ -ой марки, тыс. руб.;  $E$  – ставка дисконтирования.

В качестве примера выполнен расчет оптимального количества снегоочистителей для ДЭС, эксплуатирующей улично-дорожную сеть города Омска. Протяженность сети – 250 км, из них: эксплуатационной группы А – 134 км; Б – 47 км; В – 69 км.

Данные о количестве и интенсивности снегопадов приняты по показателям метеорологической станции г. Омск (ФГБУ «Обь-Иртышское УГМС»). Выполнена их статистическая обработка за 10-ти летний период. Ряд распределения интенсивности снегопадов приведен в таблице 1. Определены числовые характеристики ряда распределения:  $X=0,13$  мм/ч;  $\sigma=0,03$  мм/ч. На рисунке 3 представлена плотность распределения интенсивности снегопада за период 2000 – 2010 года для города Омск. Доказано, что значения интенсивности снегопадов подчиняется нормальному закону распределения ( $\chi_{набл}^2 = 0,0121 < \chi_{крит}^2 = 12,6$ ).

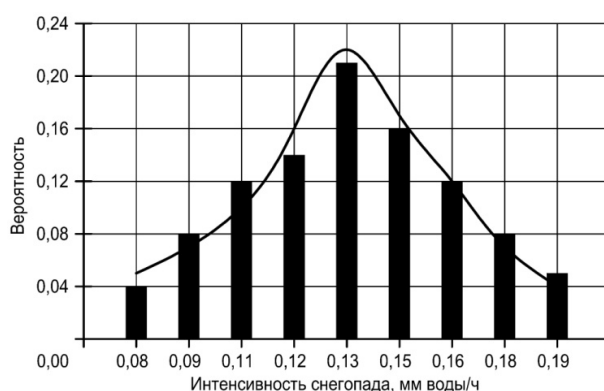


Рис. 3. Эмпирическая эпюра и кривая нормального распределения интенсивности снегопада за период 2000 – 2010 года для города Омск

Таблица 1 – Ряд распределения интенсивности снегопада в г. Омск

Интенсивность снегопада, мм/ч	0,07... 0,08	0,08... 0,10	0,10... 0,11	0,11... 0,13	0,13... 0,14	0,14... 0,16	0,16... 0,17	0,17... 0,18	0,18... 0,20
Среднее значение интервала, мм/ч	0,08	0,09	0,11	0,12	0,13	0,15	0,16	0,18	0,19
$f_{э}$	0,04	0,08	0,12	0,14	0,21	0,16	0,12	0,08	0,05
$f_m$	0,04	0,06	0,10	0,15	0,22	0,18	0,13	0,08	0,04

где  $f_{э}$ ,  $f_m$  - соответственно эмпирическая и теоретическая вероятности попадания в интервал

На рисунке 4 представлена матрица с расчетом длительности нахождения дорожно-го покрытия с эксплуатационными показателями ниже нормативных в зависимости от расчетной интенсивности снегопада. Среднее число снегопадов за зиму в городе Омск составляет  $N = 47$ .

Число снегопадов с  $i$ -ой интенсивностью ( $n_i$ ) определяется по зависимости:

$$n_i = P_i \cdot N, \quad (12)$$

где  $N$  - общее количество снегопадов за зиму.

Расчет затрат в сфере транспорта в зависимости от принятой интенсивности снегопада представлен в таблице 3.

$i_p$ , мм/ч	0,13	0,15	0,16	0,18	0,19
0,13	$P_p=0,57$ $n_p=27$ $T_{нр}=5,6$ ч	-	-	-	-
0,15	$P_1=0,75$ $n_1=35$ $T_{н1}=4,8$ ч	$P_p=0,75$ $n_p=35$ $T_{нр}=4,8$ ч	-	-	-
0,16	$P_2=0,88$ $n_2=41$ $T_{н2}=4,5$ ч	$P_2=0,88$ $n_2=41$ $T_{н2}=4,5$ ч	$P_p=0,88$ $n_p=41$ $T_{нр}=4,5$ ч	-	-
0,18	$P_3=0,96$ $n_3=45$ $T_{н3}=4,0$ ч	$P_3=0,96$ $n_3=45$ $T_{н3}=4,0$ ч	$P_3=0,96$ $n_3=45$ $T_{н3}=4,0$ ч	$P_p=0,96$ $n_p=45$ $T_{нр}=4,0$ ч	-
0,19	$P_4=0,997$ $n_4=47$ $T_{н4}=3,6$ ч	$P_4=0,997$ $n_4=47$ $T_{н4}=3,6$ ч	$P_4=0,997$ $n_4=47$ $T_{н4}=3,6$ ч	$P_4=0,997$ $n_4=47$ $T_{н4}=3,6$ ч	$P_p=0,997$ $n_p=47$ $T_{нр}=3,6$ ч
	$\Delta T=10,4$ ч	$\Delta T=6,6$ ч	$\Delta T=3,3$ ч	$\Delta T=0,8$ ч	$\Delta T=0,0$ ч

Рис. 4. Схема расчета длительности нахождения дорожного покрытия с эксплуатационными показателями ниже нормативных в зависимости от расчетной интенсивности снегопада:  $i_p$  – расчетная интенсивность снегопада, мм/ч;  $P_p$  – вероятность появления снегопада с интенсивностью, не превышающей расчетную;  $P_j$ ...- вероятность появления снегопада с интенсивностью, выше расчетной; при  $j=1,2,3,4$  интенсивности снегопадов принимают значения 0,15; 0,16; 0,18; 0,19 мм/ч;  $n_p$  – число снегопадов с расчетной интенсивностью;  $n_1$ ... $n_4$  – число снегопадов за зиму с интенсивностью, выше расчетной;  $T_{нр}$  - нормативный срок ликвидации зимней скользкости для расчетной интенсивности, ч;  $T_{н1}$ ... $T_{н4}$  - нормативный срок ликвидации зимней скользкости для интенсивности выше расчетной, ч;  $\Delta T$  – длительность нахождения дорожного покрытия со слоем снега толщиной выше допустимого, ч (см. формулу (8)).

Таблица 3 – Расчет затрат в сфере транспорта и у дорожно-эксплуатационной службы в зависимости от принятой интенсивности снегопада за один зимний период

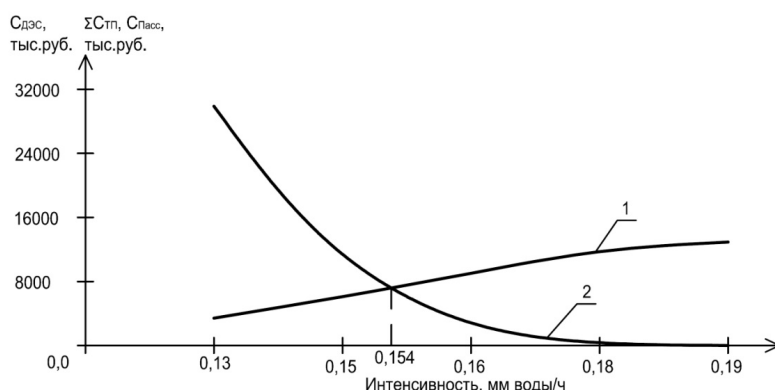
Вероятность появления снегопада с интенсивностью менее расчетной	0,57	0,75	0,88	0,96	0,997
Расчетная интенсивность, мм/ч	0,13	0,15	0,16	0,18	0,19
$\Delta L$ , км	541,0	324,0	162,0	26,0	0,0
$\Delta T$ , ч	10,4	6,6	3,3	0,8	0,0
$\Delta C_{ТР}$ , тыс.руб.	25,206	9,580	2,395	0,093	0,000
$\Delta C_{Пасс}$ , тыс.руб.	4,726	1,796	0,449	0,017	0,000
$C_{ДЭС}$ , тыс.руб.	3,369	6,049	8,984	11,709	12,913

По формулам (3 – 6) выполнен расчет требуемого количества снегоочистителей в зависимости от интенсивности снегопада с заданной вероятностью: 0,13 мм/ч – 16 ед.; 0,15 мм/ч – 18 ед.; 0,16 мм/ч – 19 ед.; 0,18 мм/ч – 20 ед.; 0,19 мм/ч – 23 ед.

Для расчета затрат у ДЭС при формировании парка снегоочистителей принята стоимость дорожной машины 1400 тыс. руб. (по данным официального сайта производителя).

На рисунке 5 представлены результаты расчета оптимального количества снегоочи-

стителей для обслуживания улично-дорожной сети г. Омск с учетом вероятности интенсивности снегопада на расчетный период длительностью 1 год. Оптимальное число снегоочистителей составило 18 ед. при вероятности интенсивности снегопада 0,8, обеспечивающее минимальные затраты в сфере транспорта и у дорожно-эксплуатационной службы. Это на 2 машины больше, чем при расчете на среднее значение интенсивности снегопада 0,13 мм/ч.



1 – эксплуатационные затраты ДЭС на производство работ по снегоочистке, тыс.руб.;  
2 - затраты в сфере транспорта от ухудшения условий движения в результате превышения толщины слоя снега выше допустимого, тыс.руб.

Рис. 5. Расчет оптимального количества снегоочистителей для обслуживания улично-дорожной сети г. Омск с учетом вероятности интенсивности снегопада на расчетный период длительностью 1 год

**Заключение**

Расчетная интенсивность снегопада с вероятностью появления  $P=0,8$  позволяет снизить риски невыполнения снегоочистки в нормативные сроки из-за превышения его интенсивности. Предложенный метод позволяет обосновывать резервы дорожных машин, сопоставляя снижение затрат в сфере транспорта от повышения качества работ и затраты на создание данных резервов.

Предложенная модель определения оптимального количества снегоочистителей обеспечивает формирование парка снегоочистителей с учетом климатических особенностей района производства работ, прогнозиро-

вание ресурсоемкости работ и затрат в сфере транспорта при различной расчетной интенсивности снегопада.

**Библиографический список**

1. Коденцева, Ю.В. Обоснование ресурсоемкости зимнего содержания сети автомобильных дорог на основе районирования территорий по неблагоприятным климатическим факторам: дис... канд. техн. наук. – Омск: 2007. – 169 с.
2. Рекомендации по технологии уборки проезжей части городских дорог с применением средств комплексной механизации: утв. АКХ им. Памфилова 01.01.1989: ввод в действие с 01.01.1989. – М.: 1989. – 36 с.

3. Боброва, Т. В. Обоснование ресурсоемкости проектов зимнего содержания автомобильных дорог с учетом факторов риска / Т. В. Боброва, Ю. В. Коденцева // Дороги и мосты: сборник / ФГУП РОСДОРНИИ. – М.: 2006. Вып. 16/2. – С. 107-117.

4. Слепцов, И.В. Учет технического состояния дорожных машин при планировании работ по содержанию городской улично-дорожной сети / И.В.Слепцов // Межвузовский сборник: материалы научно-практической конференции, посвященной Дню российской науки. Вып. 10 – Омск: СибАДИ, 2013 – С. 247-250.

5. Мальцев, Ю.А. Экономико-математические методы проектирования транспортных сооружений: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / Ю.А. Мальцев. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 320 с.

6. Боброва, Т.В. Модель формирования парка машин региональных дорожно-эксплуатационных организаций / Т.В.Боброва // Автомобильные дороги. – 2011. – №1 (950) – С.148-151.

7. Самодурова, Т.В. Оперативное управление зимним содержанием дорог: научные основы: монография / Т.В. Самодурова. – Воронеж: изд-во Воронеж. гос.ун-та, 2003. – 168с.

8. ОДМ 218.2.018-2012 Методические рекомендации по определению необходимого парка дорожно-эксплуатационной техники для выполнения работ по содержанию автомобильных дорог при разработке проектов содержания автомобильных дорог [текст]: Утв. ФДА от 25.04.2012г. № 203-р. – М.: 2012. – 83 с.

**OPTIMIZATION OF A STRUCTURE OF MACHINES' FLEET FOR WINTER MAINTAINENCE OF URBAN ROAD NETWORK TAKING INTO ACCOUNT PROBABILISTIC ASSESSMENT OF CLIMATE FACTORS**

T.V. Bobrova, I.V. Sleptsov

**Abstract.** The article dwells upon the model of optimization of the fleet of snowplows for winter maintainence of the urban road network, taking into account the probability characteristics of the intensity of snowfall in a certain territory. As an optimal criterion there are taken minimal total costs in the transport sector and to eliminate negative effects of snowfalls on the road network of a city. The implementation of this approach is considered on the example of road maintainence service of Omsk.

**Keywords:** intensity of snowfall, probability, winter maintainence, fleet of snowplows.

**References**

1. Kodenceva Y.V. *Obosnovanie resursoem-kosti zimnego soderzhanija seti avtomobil'nyh dorog na osnove rajonirovaniya territorij po neblagoprijatnym klimaticheskim faktoram: dis. kand. tehn. nauk* [Justification of resource intensity of the winter maintenance of motor roads' network on the basis of districts' division on adverse climatic factors: dis. cand. technical science]. Omsk: 2007. 169 p.

2. Recommendations about technology of cleaning of the carriageway of city roads with applica-

tion of means of complex mechanization: AKH of Pamfilov 01.01.1989: commissioning from 01.01.1989 Moscow, 1989. 36 p.

3. Bobrova T.V., Kodenceva Y.V. *Obosnovanie resursoemko-sti proektov zimnego soderzhanija avtomobil'nyh dorog s uchetom faktorov riska* [Justification of projects' resource intensity of the motor roads'winter maintenance taking into account risk factors]. *Dorogi i mosty: sbornik*, FGUP ROSDORNII. Moscow, 2006. no 16/2. pp. 107-117.

4. Slepcov I.V. *Uchet tehničeskogo sostojaniya dorozhnyh mashin pri planirovanii rabot po soderzhaniju gorodskoj ulično-dorozhnoj seti* [Accounting technical condition of road machines when scheduling according to the maintenance of an urban road network] *Mezhvuzovskij sbornik: materialy nauchno-praktičeskoj konferencii, posvjashhennoj Dnju rossijskoj nauki*.no. 10. Omsk: SibADI, 2013. pp. 247-250.

5. Mal'cev Y.A. *Jekonomiko-matematicheskie metody proektirovaniya trans-portnyh sooruzhenij: uchebnik dlja stud. uchrezhde-nij vyssh. prof. obrazovanija* [Economic-mathematical methods of designing transport constructions: the textbook for students. establishments prof. of education]. Moscow, Izdatel'skij centr «Akademija», 2010. 320 p.

6. Bobrova T.V. *Model' formirovaniya parka mashin regional'nyh dorozhno-jekspluatacionnyh organizacij* [Model of forming machines' fleet of regional road and operational organizations]. *Avtomobil'nye dorogi*, 2011, no 1 (950), pp.148-151.

7. Samodurova T.V. *Operativnoe upravlenie zimnim soderzhanijem dorog: nauchnye osnovy: monografija* [Operational management of the winter maintenance of roads: scientific basics]Voronezh: izd-vo Voronezh. gos.un-ta, 2003. 168 p.

8. ODM 218.2.018-2012 Methodical recommendations on determining necessary fleet of road and operational equipment for implementing works on maintenance of highways when developing projects of motor roads' maintenance: FDA from 25.04.2012g. No. 203-r. Moscow, 2012. 83 p.

*Боброва Татьяна Викторовна (Россия, г. Омск) – доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Экономика и проектное управление в транспортном строительстве» ФГБОУ ВПО «СибАДИ». (644080, г. Омск, пр. Мира,5, e-mail: bobrova.tv@gmail.com).*

*Слепцов Игорь Викторович (Россия, г. Омск) – аспирант кафедры «Экономика и проектное управление в транспортном строительстве» ФГБОУ ВПО «СибАДИ». (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: sleptsov\_igor@mail.ru).*

*Bobrova Tatyana Viktorovna (Russian Federation, Omsk) – doctor of technical sciences, professor of The Siberian state automobile and highway academy (SibADI). (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: bobrova .tv@gmail.com).*

*Sleptsov Igor Viktorovich (Russian Federation, Omsk) – graduate student of The Siberian state automobile and highway academy (SibADI). (644080, Omsk, Mi-ra Ave., 5, e-mail: sleptsov\_igor@mail.ru).*