

Федеральное агентство по образованию  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
Владимирский государственный университет  
Кафедра автомобильных дорог

# Зимнее содержание автомобильных дорог

Методические указания к курсовой работе по дисциплине  
«Эксплуатация автомобильных дорог»

Составитель  
Г.В. ПРОВАТОРОВА

Владимир 2005

УДК 625.7/8  
ББК 39.311-08  
362

Рецензент  
Кандидат технических наук, доцент  
Владимирского государственного университета  
*Э.Ф. Семехин*

Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Владимирского государственного университета

**Зимнее** содержание автомобильных дорог: метод. указания к  
362 курсовой работе по дисциплине «Эксплуатация автомобильных до-  
рог» / сост. Г.В. Проваторова ; Владим. гос. ун-т. – Владимир : Изд-во  
ВлГУ, 2005. – 36 с.

Содержат общие положения, основные расчеты, определение объемов снегопе-  
реноса к дороге, варианты снегозадерживающих устройств, расчет потребности снего-  
очистителей и распределителей ПГМ, выбор и определение потребного количества  
противогололедных реагентов.

Предназначены для студентов специальности 291000 – автомобильные дороги и  
аэродромы дневной и заочной форм обучения.

Табл. 8. Ил. 2. Библиогр. : 13 назв.

УДК 625.7/8  
ББК 39.311-08

## ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Зимнее содержание представляет собой комплекс мероприятий, включающий защиту дорог от заносов, их очистку от снега, борьбу с зимней скользкостью, защиту от лавин и наледей. Основные показатели зимнего содержания: ширина чистой дороги без снега и льда, толщина рыхлого слоя снега на поверхности, толщина снежного наката на проезжей части и обочинах, сроки очистки дорог от снега, ликвидация гололеда и зимней скользкости.

Зимний период года – самый сложный для эксплуатации дорог и организации дорожного движения. Он характеризуется короткой светлой частью суток, низкой температурой воздуха, снегопадами и метелями, формирующими снежные отложения, зимней скользкостью. Различают несколько типов снежно-метельных явлений.

Снегопад – выпадение снега без сдувания и переноса ветром, наблюдается при скорости ветра 2 – 3 м/с.

Верховая метель – снегопад при ветре, когда снег переносится в слое воздуха высотой до 100 метров.

Низовая метель – перенос ранее выпавшего снега в слое высотой до 10 м.

Поземка – перенос частиц ранее выпавшего снега в слое высотой до 0,3 м.

Общая (двойная) метель – верховая и низовая метель одновременно.

По уровню зимнего содержания дороги различают на три группы:

- 1) дороги с чистой проезжей частью;
- 2) дороги с чистой серединой проезжей части;
- 3) с уплотненным снегом.

Требования к уровню зимнего содержания каждой дороги устанавливаются на основе технико-экономических расчетов с учетом оснащенности дорожной службы машинами. Предельно допустимые значения требований приведены в табл. 1.

Комплекс мер по зимнему содержанию включает:

- 1) профилактические меры, цель которых предупредить и максимально ослабить образование снежных и ледяных отложений на дороге;
- 2) защитные меры, с помощью которых преграждают доступ к дороге снега и льда. Главным критерием качества снегозащиты считают полное исключение отложения метелевого снега на дороге;
- 3) меры по удалению уже возникших снежных и ледяных отложений.

Таблица 1

Народнохозяйственное и административное значение дорог	Интенсивность движения, авт./сут	Минимальная ширина очищенной поверхности проезжей части, м	Допустимая толщина рыхлого снега на покрытии, мм	Допустимая толщина уплотнённого снега на покрытии, мм	Допустимая толщина снега на обочинах, мм	Максимальный срок снегоочистки и ликвидации зимней скользкости, ч
Общегосударственного и республиканского	>7000	На всю ширину	10	–	-	3
	3000 – 7000		20	–	50	4
	1000 – 3000	7,5	2,5	–	60	5
	500 – 1000	7,0	30	–	70	6
	до 500	6,0	35	–	80	8
Областного и краевого, местного с регулярным автобусным движением зимой	3000 – 7000	7,5	20	–	50	3
	1000 – 3000	7,0	30	–	60	4
	500 – 1000	6,0	40	–	70	5
	200 – 500	5,0	60	–	80	6
		3,0	70	50	100	
Местного непрерывного действия без автобусного движения	>7000	–	70	70	120	10
	200 – 500 до 200	–	80	100	150	12 16
Местного с допускаемым кратковременным перерывом	Движение нерегулярное	–	–	100 – 150	180 – 200	48

**Цель работы** – выполнить оценку снегозаносимости дороги и рассчитать объем снегопереноса, назначить мероприятия по защите дорог от снежных заносов и очистке от снежных отложений, разработать мероприятия и технологию борьбы с зимней скользкостью.

**Состав работы.** Курсовая работа предусмотрена для студентов специальности 291000 дневной формы обучения. Данные для выполнения работы указаны в задании.

В курсовой работе на основании анализа климатических условий заданного района, характеристик дороги и условий ее эксплуатации должны быть разработаны основные мероприятия по защите дороги от снежных заносов и удалению снежных отложений, а также по борьбе с зимней скользкостью. Кроме того, должен быть детально разработан один из вопросов зимнего содержания.

По результатам проведенной работы и выполненным расчетам должна быть представлена пояснительная записка объемом 15 – 20 листов, также графическая часть на листе формата А2. Состав и рекомендуемая последовательность выполнения курсовой работы приведены в табл. 2.

Таблица 2

№ п/п	Наименование разделов	Процент выполнения к общему объему
1	Анализ исходных данных и климатических условий района эксплуатации. Расчет объема снегоприноса	15
2	Оценка снегозаносимости дороги и определение участков, наиболее опасных для движения	20
3	Назначение мероприятий по защите дороги от снежных заносов и очистке от снежных отложений	20
4	Назначение мероприятий и технологии борьбы с зимней скользкостью. Выбор и определение потребного количества противогололедных реагентов	20
5	Деталь курсовой работы	15
6	Разработка линейного графика организации зимнего содержания	10

## АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ И КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ РАЙОНА ЭКСПЛУАТАЦИИ

Исходные данные для выполнения курсовой работы получают из задания. Они сразу заносятся в линейный график организации зимнего содержания, который оформляется как графическое приложение работы, по форме, указанной в [1]. Для этого вычерчивают форму на формате А2 и заполняют по мере получения необходимых данных: наносят километраж, вычерчивают сокращенный продольный профиль по заданным характеристикам, наносят ситуацию, места расположения инженерных сооружений и элементов обстановки и обустройства дороги. Определяют румб начального участка.

По данным СНиП 2.01.01 – 82 «Строительная климатология и геофизика», справочника по климату СССР или другим климатическим справочникам для района эксплуатации определяют: даты начала и конца устойчивого снежного покрова и периода с отрицательной температурой воздуха, среднее количество гололедов и снегопадов за зиму, помесячные розы ветров за зимний период, максимальную, минимальную и среднемесячную температуру воздуха, среднемесячное количество осадков в мм воды, среднемесячные скорости ветров и высоту снежного покрова.

На основании этих данных строят розу ветров за зимний период (рис. 1).

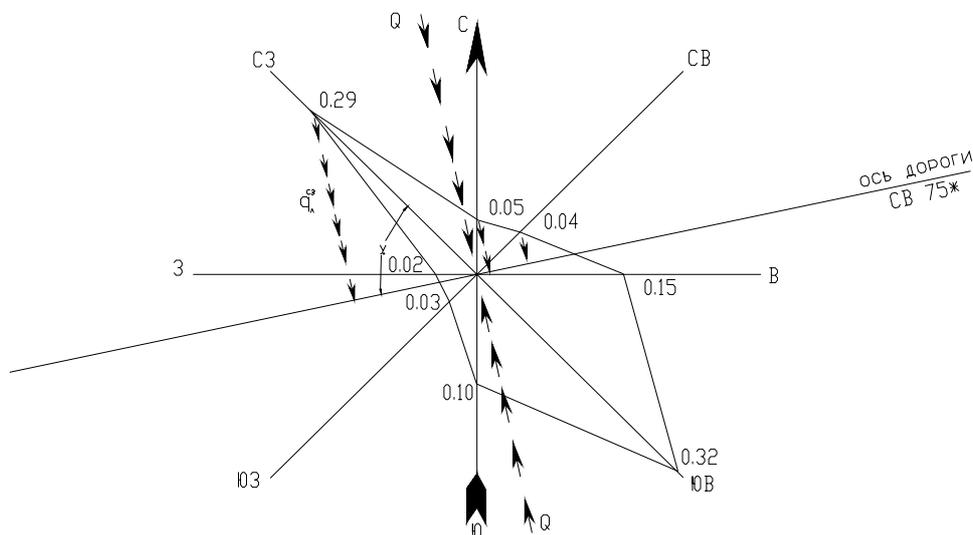


Рис. 1. Роза ветров

После этого приступают к определению объема снегоприноса к дороге на каждом участке с каждой стороны. Установленный нормативными

документами порядок его расчета основан на использовании подробных данных о направлении и скорости ветра за последние 10 лет в районе эксплуатации (прил. 3) [1, 2, 12].

На основе данных метеостанций по ветровому режиму определяют объемы переносимого снега по зависимости между осредненной интенсивностью горизонтального переноса снега  $iw$  ( $\text{м}^3/\text{м}\cdot\text{ч}$ ) и скоростью ветра на высоте флюгера:

$$iw = cV_{\text{ф}}^3, \quad (1)$$

где  $c$  – коэффициент пропорциональности, величина которого зависит от плотности снега в метелевых сугробах;

$V_{\text{ф}}$  – скорость ветра на высоте флюгера, м/с.

Для большей части территории России, где плотность снега  $0,25 \text{ т}/\text{м}^3$ , а коэффициент пропорциональности  $c$  принимаем  $0,00031$ , для районов Сибири –  $0,00026$ .

Объем снега  $W$ , переносимого за время действия метелевого ветра определенного направления, можно вычислить по формуле

$$W = iw \cdot t_{\text{в}}, \quad (2)$$

где  $t_{\text{в}}$  – повторяемость метелевых ветров по направлениям и скоростям.

Практически для расчета снегоприноса выбирают сведения при определенных погодных условиях – температуре воздуха ниже  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ , скорости ветра на высоте флюгера не менее  $6 \text{ м}/\text{с}$  и толщине снежного покрова не менее  $10 \text{ см}$  [12].

На основании повторяемости метелевых ветров по табл. 3 определяют объемы переноса снега за каждую зиму по всем основным направлениям ветра (прил. 3). Полученные результаты сводят в табл. 4.

Таблица 3

Расчёт объёмов снегоприноса с левой и правой сторон дороги при её направлении относительно сторон света

$W_c$	$W_{св}$	$W_B$	$W_{ЮВ}$	$W_{Ю}$	$W_{ЮЗ}$	$W_3$	$W_{сз}$
0,2	–	9,6	10,7	9,7	8,9	–	1,6

Направление дороги	Сторона снегоприноса	$\sin \alpha \cdot W$	Значения $\sin \alpha \cdot W$
С – Ю	Левая	0,7 $W_{св}$	0
		$W_B$	9,6
	Правая	0,7 $W_{ЮВ}$	7,5
		$W_{Ю}$	$\Sigma = 17,1$
СВ – ЮЗ	Левая	0,7 $W_{ЮЗ}$	6,2
		$W_3$	0
	Правая	0,7 $W_{сз}$	1,1
		$W_{с}$	$\Sigma = 7,3$
В – З	Левая	0,7 $W_B$	6,7
		$W_{ЮВ}$	10,7
	Правая	0,7 $W_{Ю}$	6,8
		$W_{сз}$	$\Sigma = 24,2$
ЮВ – СЗ	Левая	0,7 $W_3$	0
		$W_{сз}$	1,6
	Правая	0,7 $W_{с}$	0,1
		$W_{св}$	$\Sigma = 1,7$
В – З	Левая	0,7 $W_{ЮВ}$	7,5
		$W_{Ю}$	9,7
	Правая	0,7 $W_{ЮЗ}$	6,2
		$W_{сз}$	$\Sigma = 23,4$
ЮВ – СЗ	Левая	0,7 $W_{сз}$	1,1
		$W_{с}$	0,2
	Правая	0,7 $W_{св}$	0
		$W_B$	$\Sigma = 1,3$
ЮВ – СЗ	Левая	0,7 $W_{Ю}$	6,8
		$W_{ЮЗ}$	8,9
	Правая	0,7 $W_3$	0
		$W_{с}$	$\Sigma = 15,7$
ЮВ – СЗ	Левая	0,7 $W_{сз}$	1,1
		$W_{с}$	0,1
	Правая	0,7 $W_{св}$	0
		$W_B$	6,7
			$\Sigma = 6,8$

Примечание: При изменении направления дороги на обратное, её правая и левая стороны меняются местами.

Таблица 4

## Ведомость объёмов снегопереноса по основным направлениям

Скорость ветра, м/с	Объём снегопереноса, м <sup>3</sup> /м, по направлениям ветра															
	С		СВ		В		ЮВ		Ю		ЮЗ		З		СЗ	
6	1	0,2			1	0,2	3	0,6	3	0,6	3		0,6			
7					4	1,3	6	1,9	4	1,3	4		1,3			
8					2	1,0	4	1,9	3	1,4	4		1,9			
9					1	0,7	1	0,7	4	2,7	2		1,4			
10							1	0,9	1	0,9	1		0,9			
11									1	1,2	1		1,2			
12					2		1	1,6	1	1,6	1		1,6		1	1
13																
14					1	2,6										
15							1	3,1								
16					1	3,8										
17																

Расчетные объемы снегопереноса за сезон по направлениям ветра определяются суммированием снегопереноса  $\Sigma W$  при всех скоростях метеорологического ветра данного направления и указываются в итоге ведомости (см. табл. 3). Они служат основой для вычисления объемов снегоприноса с каждой стороны участка автомобильной дороги, которые понимаются как геометрическая сумма расчетов снегоприноса по всем румбам, относящихся к определенной стороне дороги данного направления. Объем снегоприноса определяют с использованием среднемесячной розы ветров за зимний период. Условно считают, что общий снегоперенос  $W$ , м<sup>3</sup>/м, указанный в задании, распределяется по направлениям в том же соотношении, что и число случаев ветра.

Тогда объем снегопереноса по каждому направлению, указанному на розе ветров,

$$W_i = \lambda_i \cdot W, \quad \text{м}^3/\text{м}, \quad (3)$$

где  $\lambda_i$  – доля ветров данного направления по розе ветров.

Сумма объемов снегопереноса по всем направлениям равна общему объему снегопереноса, т.е.

$$W = \Sigma w_i. \quad (4)$$

После этого определяют снегопринос к дороге за зиму с каждой стороны, для чего накладывают розу ветров на направление оси рассматри-

ваемого участка дороги, т.е. румб участка дороги совмещают с таким же румбом розы метелей (см. рис. 1).

Так как часть румбов розы метелей расположена с правой стороны, а часть с левой, то снегопринос определяют отдельно с левой и правой сторон по формуле

$$W_{л} = \sum w_{ли} \cdot \sin \gamma_{ni}; \quad (5)$$

$$W_{л} = \sum w_{пρι} \cdot \sin \gamma_{w}, \quad (6)$$

где  $W_{л}$ ,  $W_{пр}$  – соответственно снегоприносы с левой и правой сторон,  $\text{м}^3 / \text{п.м}$ ;

$w_{ли}$ ,  $w_{пρι}$  – соответственно снегоприносы по соответствующим румбам с левой и правой стороны;

$\gamma_{ni}$  – угол между рассматриваемым румбом ветра и осью дороги.

Таким образом, все снегоприносы по румбам справа и слева приводят к одному снегоприносу, направленному перпендикулярно к оси дороги. Их принимают за расчетные для рассматриваемой зимы ( $W_{л}$ ,  $W_{пр}$ ) и заносят в график организации зимнего содержания для каждой стороны.

## **ОЦЕНКА СНЕГОЗАНОСИМОСТИ ДОРОГИ И ВЫЯВЛЕНИЕ ОПАСНЫХ ДЛЯ ДВИЖЕНИЯ УЧАСТКОВ**

Под снегозаносимостью понимают подверженность дорог образованию снежных заносов. Главным источником снежных отложений на дороге является снегоперенос, вызванный метелями. Ветром снежные частицы поднимаются над поверхностью снежного покрова и снова откладываются там, где скорость ветра снижается. В зависимости от количества снегоотложений участки дорог классифицируются по степени снегозаносимости на три категории: слабозаносимые; среднезаносимые; сильнозаносимые.

К снегозаносимым участкам относят: мелкие выемки, места перехода из насыпи в выемку, невысокие насыпи, имеющие необтекаемый профиль, нераскрытые выемки, выемки на кривых.

Главнейшим фактором, от которого зависит снегозаносимость дороги, необходимо выполнить два основных требования к поперечному профилю:

- 1) земляное полотно должно быть аэродинамически обтекаемым для ветра без образования вихревых зон;

2) скорость ветра должна быть достаточной, чтобы сдувать весь снег с дороги.

Для оценки условий снегозаносимости дороги необходимо в первую очередь по СНиП 2.05.02 – 85 определить высоту снегозаносимой насыпи (выемки) для дороги заданной категории.

Условия по снегонезаносимости:

а) насыпи

$$h_n = H_{\max} + \Delta H, \quad (7)$$

где  $H_{\max}$  – среднемноголетняя максимальная высота снегового покрова;

$\Delta H$  – возвышение насыпи над  $H_{\max}$ , назначается согласно СНиП 2.05.02 –85:

Ширина земляного полотна, м	28	15	12	10	8
$\Delta H$ , м	1,2	0,7	0,6	0,5	0,4

б) выемки

$$h_n \geq \sqrt{(W \cdot c \cdot \rho) / 0,3}, \quad (8)$$

где  $c$  – коэффициент, зависящий от направления ветра  $\approx 0,5$ ;

$\rho$  – плотность снега.

Затем, пользуясь классификацией участков дорог по снегозаносимости [1, 11], анализируя продольный профиль, план трассы, ситуацию, объем снегоприноса с каждой стороны, определяют пикетажное положение участков дороги с разной степенью заносимости и отмечают их на графике организации зимнего содержания условными обозначениями. Кроме того, выделяют наиболее опасные для движения участки дороги при образовании зимней скользкости. К ним относят участки пересечений, примыканий, участки, проходящие по населенным пунктам, мосты и путепроводы, крутые подъемы и спуски, кривые малых радиусов и др.

## НАЗНАЧЕНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЗАЩИТЕ ДОРОГ ОТ СНЕЖНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ. СНЕГООЧИСТКА

### Защита дорог от снежных отложений

Существуют три способа защиты дорог от снега:

1) задержать переносимый снег на подступах к дороге и вызвать образование снежных отложений на безопасном расстоянии;

- 2) увеличить скорость ветрового потока над дорогой;
- 3) полностью укрыть дорогу от снега.

Практически применяют два первых способа.

В данном разделе на основании анализа данных о снегоприносе и ситуации с каждой стороны дороги на каждом участке назначают вид снегозадерживающих сооружений и их основные параметры, главным из которых является снегоемкость или задерживающая способность защиты [1, 2, 10, 11, 13]. Снегоемкость снегозащитных сооружений должна быть равна или больше расчетного снегоприноса.

Все снегозадерживающие устройства по продолжительности службы делят на постоянные и временные. К постоянным можно отнести лесонасаждения, совершенствование формы земляного полотна, снегозадерживающие и снегопериодические заборы, навесы, галереи. К временным – устройства из снега (валы, траншеи, снежные стенки), переносные щиты.

По принципу работы снегозадерживающие устройства могут быть разделены на две группы:

- 1) работающие как (глухие) сплошные;
- 2) работающие как преграды с просветами.

Исходя из реальных условий, в качестве защиты принимают постоянные или временные средства, а также их сочетания. В записке приводят расчеты снегоемкости или снегозадерживающей способности выбранных конструкций, а на графике указывают места их установки.

### **Снегоемкость защиты**

*Снегозащитные насаждения* – наиболее надежные и экономичные средства снегозащиты. Насаждения для защиты автомобильных дорог от снежных заносов создают в виде одной или нескольких полос, а при небольших объемах снегоприноса – в виде живых изгородей из ели или кустарников.

По своему действию снегозащитные насаждения представляют собой объемную преграду, внутри и вблизи которой снижается скорость ветра и происходит отложение снега. Они состоят из нескольких рядов деревьев и кустарниковой опушки, расположенной с полевой стороны лесной полосы. Лесные полосы формируют из нескольких групп растений: низких кустарников высотой до 2 м; высоких – до 4 м; низкокронных деревьев до 15 м и

высококронных – до 25 м. Расстояние от бровки земляного полотна до придорожной лесной полосы, ширина лесных полос и величина разрывов между ними при объемах снегоприноса до 250 м<sup>3</sup>/м определяются в зависимости от объема снегоприноса по табл. 5.

Таблица 5

Расчетный объем снегоприноса, м <sup>3</sup> /м	Расстояние от бровки земляной полосы до лесонасаждений, м	Ширина разрыва между лесонасаждениями, м	Ширина полос отвода земель для лесонасаждений, м
10 – 25	15 – 25	–	4
50	30	–	9
75	40	–	12
100	50	–	14
125	60	–	17
150	65	–	19
200	70	–	22
250	50	50	2 × 14

На основе типовых схем [1, 11] выбираются рабочие схемы полос для каждого конкретного участка, определяя состав древесных и кустарниковых пород, их размещение по рядам, а также количество рядов, ширину междурядий и размещение растений в рядах. Расстояние между рядами должно быть одинаковым и в благоприятных условиях принимается 2,5 м, а в тяжелых условиях 3 – 3,5 м. Расстояние между растениями в ряду допускается в пределах 0,5 – 1 м.

В связи с возможностью переноса снега под углом по отношению к оси дороги, снегозащитные лесополосы создаются длиннее защищаемого участка дороги на 50 – 100 м.

Чтобы полностью задержать снег, приносимый к дороге, полоса должна иметь ширину

$$L = W / h_{ср} - 8h_{ср}, \quad (9)$$

где  $h_{ср}$  – средняя высота снегоотложений в полосе (от 1 до 2,5 м).

Требуемая ширина полосы

$$L_{тр} = 0,09W_p + 6; \quad (10)$$

необходимое удаление от бровки полотна

$$I = 20 + 0,25 W_p; \quad (11)$$

снегоемкость полосы

$$Q_p = (L_f - 6) / 0,09, \quad (12)$$

где  $L_f$  – фактическая ширина полосы, м;  $W_p$  – расчетный снегопринос, м<sup>3</sup>/м.

*Живые изгороди* – одно- или двухрядные густые посадки высотой 2 – 3 м, работающие по принципу плоской просветной преграды. Изгороди создаются из одной породы деревьев, на расстоянии от подошвы насыпи или выемки не менее 10 высот деревьев, практически не ближе 25 м. Снегоемкость однорядных живых изгородей

$$Q_{п} = 7 H \cdot 2. \quad (13)$$

Снегоемкость двухрядных изгородей увеличивается за счет накопления снега между рядами

$$Q_{п} = 7 H \cdot 2 + 0,8 HB, \quad (14)$$

где  $H$  – высота деревьев, м;  $B$  – расстояние между рядами, равное 2 – 3 м.

Если насаждения еще не вступили в работу или их применение невозможно по почвенно-климатическим или другим условиям, необходимо использовать искусственные снегозащитные устройства.

Снегоемкость таких преград можно определить по приближенной формуле ( $\text{м}^3/\text{м}$ )

$$W = (1 + n) H \cdot 2, \quad (15)$$

где  $n$  – коэффициент (для сплошных преград равен 7 – 9, для преград с просветностью – 8 – 12).

*Снегозадерживающие заборы* следует применять в районах с интенсивными метелями, где невозможно создать снегозащитные лесные полосы. Высоту забора определяют в зависимости от объема снегоприноса и высоты снежного покрова в данной местности:

$$H = 0,34 \sqrt{W1 + H_{п}}, \quad (16)$$

где  $H$  – высота забора, м;  $W1$  – объем снегоприноса,  $\text{м}^3/\text{м}$ ;  $H_{п}$  – средняя многолетняя наибольшая в течение зимы высота снежного покрова в данной местности, м.

Снегозадерживающая способность одного ряда заборов может быть до  $200 \text{ м}^3/\text{м}$ , двухрядного забора до  $800 \text{ м}^3/\text{м}$ .

Общая снегосборная способность заборов, поставленных в несколько рядов,

$$W = \beta (n - 1) Hl + KH \cdot 2, \quad (17)$$

где  $\beta$  – коэффициент, характеризующий степень заполнения пространства между рядами заборов  $\beta \approx 0,8$ ;  $n$  – количество рядов заборов;  $H$  – высота забора, м;  $l$  – расстояние между рядами заборов, которое следует принимать в пределах 30 м;  $K$  – эмпирический коэффициент,  $K = 8$ .

В районах с устойчивым направлением метелевых ветров и открытой безлесой местностью могут применяться *снегоперебивающие (снеговывывающие) заборы*. Их применяют при одновременном соблюдении следующих условий:

– господствующий ветер должен быть направлен под углом от 50 до 90° к оси дороги;

- снег сухой и легкоподвижный;
- объем снегоприноса – более 300 м<sup>3</sup>/м.

Заборы снегопередающего действия могут быть железо- и керамзитобетонными, и деревянными. Высоту забора принимают равной 5 – 8 м.

*Переносные щиты* – маневровое средство снегозащиты. Они применяются в качестве самостоятельного средства защиты и как средство усиления посадок и заборов. Применяют четыре типа щитов, конструктивные данные которых приведены в табл. 6.

Таблица 6

Тип щита	Высота, м	Просветность, %			Скорость ветра, м/с	Объем снегоприноса, м <sup>3</sup> /м
		Общая	Нижней части	Верхней части		
I	2,0	50	60	40	Более 20	Более 100
II	1,5	50	60	40	Более 20	Менее 100
III	2,0	60	70	50	20 и менее	Более 100
IV	1,5	60	70	50	20 и менее	Менее 100

Щиты устанавливают сплошной линией параллельно оси дороги, привязывая их к кольям. Расстояние между кольями должно быть 1,9 м. Щитовая защита в плане должна иметь вид прямой или плавной кривой линии, без изломов и резких перегибов.

Первоначальное расстояние установки щитов от бровки земляного полотна назначают в зависимости от объема снегоприноса: до 25 м<sup>3</sup>/м – 30 м; до 75 м<sup>3</sup>/м – 50 м; более 75 м<sup>3</sup>/м – 60 м.

В районах с длительными и интенсивными метелями, во время которых перестановка щитов затруднительна, щитовые линии ставят в два, три и более рядов.

Расстояние между рядами двух-, трехрядных щитовых линий принимают равным 30 высотам щитов, причем первый, ближайший к дороге ряд, ставят на расстоянии 20 высот от бровки земляного полотна.

Снегоемкость однорядной линии щитов можно подсчитать по формуле

$$W = H \cdot 2 (0,5c + v + ac_1 + 0,5 ac_2), \quad (18)$$

а многорядной снегозащиты

$$W = H \cdot 2 (13 + 1,8v + 1,8ac_1 + 1,3ac_2), \quad (19)$$

где  $ac_1$  и  $ac_2$  – параметры, зависящие от скорости ветра, назначаются по табл. 7;  $c = 10H$ ;  $H$  – высота щита, м;  $v$  – назначают по отношению  $v/\chi$ ;  $\chi$  – просветность преграды (по табл. 6).

При объемах снегоприноса до  $75 \text{ м}^3/\text{м}$  можно применять *временные пространственные снегозащитные средства* (ВПС), изготавливаемые из полимерных материалов и сетки на полимерной основе. Их устанавливают параллельно оси дороги на расстоянии 30 высот от бровки земляного полотна.

*Снежные траншеи* применяются как самостоятельное средство защиты на слабозаносимых участках или в сочетании с другими средствами снегозащиты. Их устраивают при толщине снежного покрова более 20 см последовательными проходами машин параллельно дороге. Оптимальное расстояние между осями соседних траншей составляет 12 – 15 м.

Ближайшую к дороге траншею при отсутствии других средств защиты размещают не ближе 30 м и не дальше 100 м от бровки дороги. Если траншеи служат дополнительной защитой к имеющимся насаждениям, заборам или щитам, то ближайшую к дороге траншею размещают с полевой стороны имеющихся снегозащитных линий на расстоянии 20 – 30 м от них.

Для обеспечения надежной защиты и максимального задержания переносимого снега необходимо прокладывать с каждой стороны дороги одновременно количество траншей [11]: при объеме снегоприноса до  $100 \text{ м}^3/\text{м}$  – не менее 3; до  $200 \text{ м}^3/\text{м}$  – не менее 4; более  $200 \text{ м}^3/\text{м}$  – не менее 5 с постоянным возобновлением при отработке на половину глубины.

### **Очистка дорог от снега**

Как бы тщательно не была ограждена дорога снегозащитой, снег падает на нее при снегопадах, верховых и общих метелях. Поэтому одним из важнейших видов работ по зимнему содержанию дорог является очистка их от снега.

#### **Требования к снегоочистке**

1. Снегоочистка должна быть своевременной.
2. Расчищать необходимо всю ширину земляного полотна.
3. На дорогах с усовершенствованными покрытиями должна производиться полная очистка, т.е. на всю толщину снежного покрова. На дорогах с переходными и низшими типами покрытий разрешается оставлять 5 – 10 см снега, но обязательно в уплотненном состоянии.

Очистка дорог от снега должна обеспечить такое состояние дороги, при котором в максимально возможной степени удовлетворяются требования непрерывного, удобного и безопасного движения автомобилей с рас-

четной скоростью, а также снижается до минимума объем снежных отложений на проезжей части и обочинах. В зависимости от толщины снежных отложений на дороге выполняют следующие виды снегоочистки.

1. Патрульная –  $H_c = 30$  см.
2. Интенсивная –  $H_c = 30 - 50$  см.
3. Расчистка валов –  $H_c = 50 - 100$  см.
4. Расчистка завалов –  $H_c = 100 - 500$  см.
5. Расчистка лавин –  $H_c =$  более 500 см.
6. Удаление уплотненного снега –  $H_c = 25$  см.

Интенсивность снегопада имеет три режима.

Режим I – интенсивность снегопада 0,5 – 1 мм/ч.

Режим II – интенсивность снегопада 1 – 3 мм/ч.

Режим III – интенсивность снегопада свыше 3 мм/ч.

Для предупреждения образования снежного наката необходимо проводить в период снегопада обработку дорожного покрытия химическими материалами или ПСС. В период снегопада интенсивностью 1 – 3 мм/ч к распределению реагентов приступают через 10 – 15 мин после начала снегопада. При слабом снегопаде интенсивностью 0,5 – 1 мм/ч твердые химические материалы начинают распределять по поверхности дороги через 20 – 30 мин. Розлив жидких реагентов целесообразно проводить в начале снегопада [11,12].

После обработки ПГМ необходимо произвести выдержку, т.е. дать сработать химическим реагентам. К подметанию приступают после того, как агрегатное состояние снега может характеризоваться как сыпучее.

С учетом свойств снега, при которых достигается качественная очистка, следует считать оптимальными следующие нормы внесения реагентов (хлоридов) в снег (см. табл. 7), [3].

Таблица 7

Температура снега, °С	Нормы посыпки реагентов, г/м <sup>2</sup>
Выше – 6	15
От – 6 до – 18	25
Ниже – 18	35

Очистку дорог от снега производят специальными снегоочистительными машинами, целесообразные условия применения которых, приведены в табл. 8 (прил. 1), [11].

Таблица 8

Машина	Плотность снега, г/м <sup>3</sup>	Толщина слоя, при которой возможна работа машины		Работы, на которых целесообразно использование машин	
		При полной ширине захвата	При неполной ширине захвата	основные	прочие
Одноотвальные плужно-щеточные автомобильные снегоочистители	0,3	0,3	0,7	Патрульная очистка	Расчистка снежных заносов небольшой толщины, уширение полосы расчистки
Двухотвальные плужные автомобильные снегоочистители	0,4	На коротких участках до 0,6, на длинных до 0,4	0,8	Расчистка снежных заносов средней толщины	Уширение полосы расчистки, патрульная очистка
Двухотвальные тракторные снегоочистители	0,6	1,0	1,2	Прокладка снегозащитных траншей в снегу на прилегающих к дороге полях	Прокладка колонных путей, удаление снежных отложений большой толщины
Роторные и фрезерно-роторные снегоочистители	0,7	За один проход до 1,5 м; при послойной разработке толщина не ограничена		Расчистка снежных заносов или снегопадных отложений большой толщины. Удаление снежных валов.	
Автогрейдеры	0,6	0,5	0,6	Расчистка отложений средней толщины. Удаление плотного снега	Разравнивание или полное удаление снежных валов при совместной работе с роторными снегоочистителями
Бульдозеры	0,7	За один проход 1м; при разработке слоями без ограничений		Расчистка снежных отложений большой толщины (в том числе снежных завалов)	Устройство снегозащитных траншей. Удаление плотного снега
Валоразбрасыватели	0,6	До 1,5		Удаление снежных валов (в том числе расположенных над кюветами)	Расчистка снежных заносов

Потребность в снегоочистителях, одновременно работающих на очистке, зависит от ширины очищаемой поверхности и количества снега на дороге.

Необходимое число снегоочистителей определяется по формуле [3]

$$N = \Pi_{\text{п}} / \Pi_{\text{э}} T_{\text{ц}}, \quad (20)$$

где  $N$  – количество снегоочистителей;  $\Pi_{\text{п}}$  – площадь очистки, тыс. м<sup>2</sup>;  $\Pi_{\text{э}}$  – эксплуатационная производительность снегоочистителя;  $T_{\text{ц}}$  – продолжительность одного цикла очистки, ч.

Эксплуатационная производительность снегоочистителей определяется исходя из того, что каждая машина, кроме первой, обрабатывает ширину, меньшую, чем ширина ее захвата. Поэтому производительность, м<sup>2</sup>/ч,

$$\Pi_{\text{р}} = c V K_{\text{и}} K_{\text{п}}; \quad (21)$$

$$K_{\text{п}} = (c - b) / c, \quad (22)$$

где  $K_{\text{п}}$  – коэффициент перекрытия очищаемой полосы;  $c$  – ширина захвата снегоочистителем, м;  $b$  – средняя ширина перекрытия следа снегоочистителями, м;  $V$  – рабочая скорость снегоочистителя, м/ч;  $K_{\text{и}}$  – коэффициент использования.

Количество проходов зависит от ширины очищаемой поверхности и количества работающих очистителей. Время на очистку

$$T = \Pi_{\text{п}} / \Pi_{\text{э}} n, \quad (23)$$

где  $\Pi_{\text{п}}$  – площадь очистки, тыс. м<sup>2</sup>;  $\Pi_{\text{э}}$  – эксплуатационная производительность снегоочистителей, тыс. м<sup>2</sup>/ч;  $n$  – количество машин на маршруте.

## **НАЗНАЧЕНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ И ТЕХНОЛОГИИ БОРЬБЫ С ЗИМНЕЙ СКОЛЬЗКОСТЬЮ. ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО ПРОТИВОГОЛОЛЕДНОГО РЕАГЕНТА**

Работы по борьбе с зимней скользкостью должны обеспечивать транспортно-эксплуатационное состояние дорог, удовлетворяющее требованиям ГОСТ 50597 – 93, и соответствовать заданному уровню содержания.

Для выполнения этих требований осуществляют следующие мероприятия:

– профилактические, цель которых не допустить образования зимней скользкости на дорожном покрытии или максимально снизить прочностные характеристики снежно-ледяных образований при их возникновении на покрытии, ослабить сцепление слоя снежно-ледяных отложений с покрытием;

– повышение сцепных качеств дорожных покрытий при образовании на них снежно-ледяных отложений, уплотненного снега или расплавления снежно-ледяных отложений или гололедных пленок [7].

### **Дорожная классификация зимней скользкости**

Все виды снежно-ледяных отложений, образующихся на дорожных покрытиях, по внешним признакам подразделяют:

- на рыхлый снег – откладывается на покрытиях в виде ровного по толщине слоя;
- снежный накат – слой снега, уплотненный колесами проходящего транспорта;
- стекловидный лед – появляется на покрытиях в виде гладкой стекловидной пленки толщиной от 1 до 3 мм, и изредка в виде матовой белой шероховатой корки толщиной до 10 мм и более.

Для организации работ по борьбе и предотвращению образования зимней скользкости необходимо учитывать ее вид, погодные условия, предшествующие и сопутствующие образованию скользкости, и тенденцию их изменения.

### **Противогололедные материалы**

К противогололедным материалам (ПГМ) относятся:

- 1) химические:
  - а) твердые:
    - кристаллические
    - гранулированные,
    - чешуирированные.
  - б) жидкие:
    - растворы,
    - рассолы.
- 2) фрикционные:
  - мелкий щебень,
  - песок,
  - песчано-гравийная смесь (ПГС),
  - шлак,
  - золы уноса.
- 3) комбинированные:
  - смесь фрикционных и химических материалов (ППС).

Фрикционные ПГМ должны повышать коэффициент сцепления со снежно-ледяными отложениями на покрытии для обеспечения безопасных условий движения; иметь высокие физико-механические свойства, препятствующие разрушению, износу, дроблению и шлифованию ПГМ. Их применяют в сухом, рассыпчатом состоянии с влажностью, не превышающей безопасную, в отношении смерзания.

Комбинированные ПГМ обладают одновременно функциями фрикционных и химических материалов и состоят из смеси песка и химических реагентов.

В качестве химических добавок используют твердые соли: технический хлористый натрий, соль сильвинитовых отвалов и хлористый кальций. Из жидких хлоридов для этих целей пригодны высококонцентрированные хлориды натрия, кальция и магния.

Пескосоляную смесь готовят на базах ПГМ путем тщательного перемешивания компонентов смеси.

Все химические ПГМ применяют в твердом, жидком и смоченном виде. Они должны обладать следующими общими свойствами:

- понижать температуру замерзания раствора;
- обеспечивать таяние снежно-ледяных отложений на дорожных покрытиях;
- проникать сквозь слои снега и льда, разрушая межкристаллические связи, и снижать силы смерзания слоев отложений с дорожным покрытием;
- не увеличивать скользкость обработанных покрытий, особенно при использовании ПГМ в виде растворов;
- быть технологичными при хранении, транспортировке и применении;
- быть экологически безопасными и не оказывать вредного влияния на природную среду, металл, бетон, кожу и резину.

По химическому составу ПГМ этой группы разделяют на четыре подгруппы: хлориды; ацетаты; карбамидами и нитраты.

Противогололедные материалы распределяют равномерно по поверхности покрытия в соответствии с необходимыми нормами расхода, которые устанавливают в зависимости от вида и толщины гололедных образований, а также температуры и влажности воздуха.

Оптимальные величины норм распределения твердых химических ПГМ ( $\text{г/м}^2$ ) и жидких ( $\text{л/м}^2$ ) представлены в прил. 2.

### **Способы борьбы с зимней скользкостью**

При зимнем содержании автомобильных дорог применяют химический, комбинированный, фрикционный и физико-фрикционный способы борьбы с зимней скользкостью.

Химический способ основан на использовании химических материалов, обладающих способностью при контакте со снежно-ледяными отложениями переводить их в раствор, не замерзающий при отрицательных температурах. При химическом способе распределяют чистые ПГМ в твердом или жидком виде с целью профилактики образования зимней скользкости или ликвидации уже образовавшихся снежно-ледяных отложений.

Комбинированный (химико-фрикционный) способ предусматривает совместное применение химических и фрикционных материалов. Его применяют при необходимости ликвидации снежно-ледяных отложений и повышения коэффициента сцепления на них.

Фрикционный способ применяют на дорогах 3, 4, 5 категорий, а также на дорогах, расположенных в регионах с продолжительными и устойчивыми низкими температурами, или где использование химических реагентов запрещено.

Физико-химический способ заключается в придании противогололедных свойств покрытию путем введения в асфальтобетонную смесь противогололедного наполнителя [7].

### **Расчет потребности распределителей ПГМ**

1. Расчет потребности распределителей ПГМ ведется из условия необходимости одновременной обработки участка автодороги на всем протяжении.

2. Потребность распределителей ПГМ определяется отдельно для каждого мастерского участка или ГУП. Потребность распределителей ПГМ для всей автодороги или сети дорог есть сумма потребностей всех мастерских участков.

3. Для расчета потребности распределителей для каждого конкретного мастерского участка необходимы следующие исходные данные:

- 1) Линейная схема обслуживаемого участка (километраж, ширина проезжей части) с привязкой местоположения базы (баз) ПГМ (рис. 2).
- 2) Вид применяемого ПГМ и планируемые среднесезонные нормы его распределения ( $\text{кг}/\text{м}^2$ ) (см. прил. 2).

- 3) Средний объем (вместимость) кузова распределителя ( $\text{м}^3$ ) (см. прил. 1).
- 4) Ширина полосы распределения ПГМ.

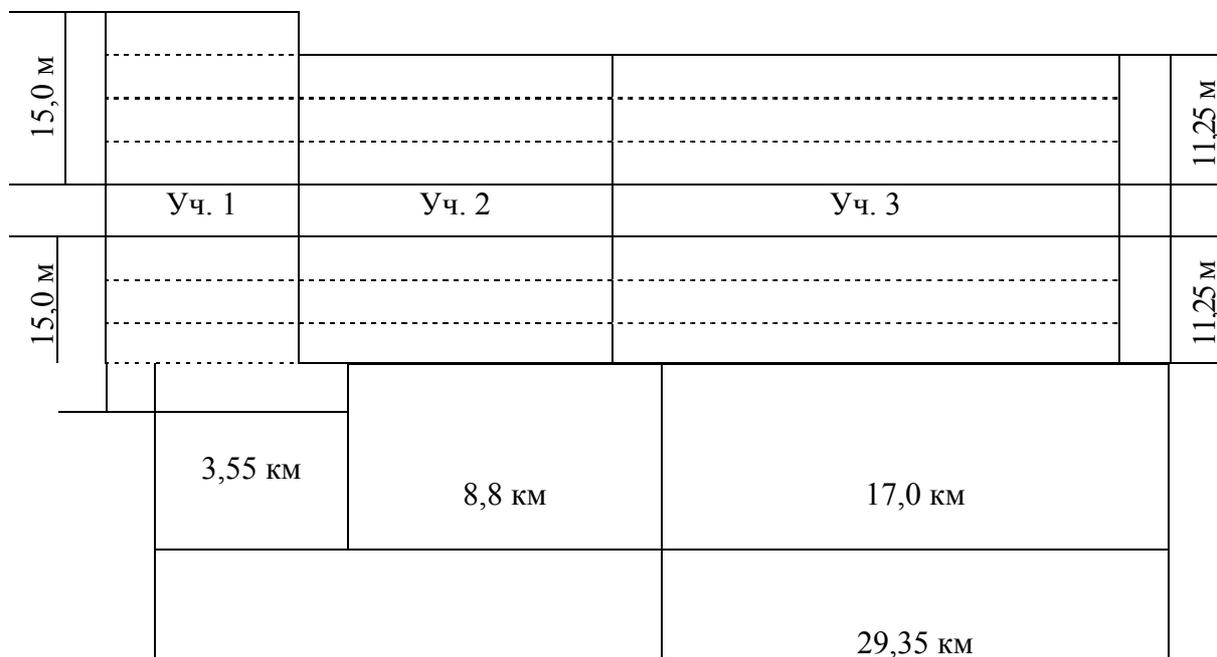


Рис. 2. Схема назначения длин участков

- 5) Средние транспортные (с грузом, без груза) и рабочие скорости распределения (см. прил. 1).
  - 6) Время загрузки одного распределителя.
  - 7) Заданный срок обработки покрытия, позволяющий уложиться в директивные сроки ликвидации зимней скользкости (прил. 4).
4. Пример расчета потребности распределителей ПГМ.
- 1) Линейная схема обслуживаемого участка.
  - 2) В качестве ПГМ применяем пескосольную смесь со среднесезонной нормой распределения  $p = 0,250 \text{ кг/м}^2$ .
  - 3) Объем кузова распределителя  $P = 6,0 \text{ м}^3$  (или 9,0 тонн).
  - 4) Ширина распределений ( $H$ ) для участка 1 – 7,5 м, для участков 2 и 3 – 5,625 м.
  - 5) Транспортная скорость порожнего распределителя  $V_{\text{тп}} = 60 \text{ км/ч}$ , груженого –  $V_{\text{тг}} = 50 \text{ км/ч}$ , рабочая скорость  $V_{\text{р}} = 30 \text{ км/ч}$ .
  - 6) Время загрузки одного распределителя  $t_3 = 7 \text{ мин}$ .
  - 7) Заданный срок обработки покрытия  $t = 3 \text{ ч}$ .
  - 8) Коэффициент использования пробега  $K_{\text{пр}} = 0,5$ .

- 9) Коэффициент использования машины  $K_m = 0,7$ .
- 10) Определяем средневзвешенные дальности возки ПГМ на участки с разной шириной обработки:
- $\bar{R}$  Для участка 1  $R = 3,55/2 + 8,8 = 10,575$  км;  
 Для участков 2 и 3  
 $R_{2,3} = (8800 \cdot 22,58 \cdot 4,4 + 17000 \cdot 22,5 \cdot 8,5) / (8800 \cdot 22,5 + 17000 \cdot 22,5) = 7,1$  км
- 11) Определяем по участкам требуемое количество ПГМ для обработки ( $Q$ ):
- $\bar{Q}$  Участок 1 –  $3550 \text{ п.м.} \cdot 30 \text{ м} \cdot 0,250 \text{ кг/м}^2 = 26,625$  т;  
 $\bar{Q}$  Участки 2 и 3 –  $25\ 800 \text{ п.м.} \cdot 22,5 \text{ м} \cdot 0,250 \text{ кг/м}^2 = 145,125$  т.
- 12) Среднее время пробега машины до участка распределения ( $t_n$ ):
- $\bar{t}_n$  Участок 1  $(60 \cdot 10,575) / (0,5 \cdot (60+50)/2) = 23,07$  мин;  
 $\bar{t}_n$  Участки 2 и 3  $(60 \cdot 7,1) / (0,5 \cdot (60+50)/2) = 15,49$  мин;
- 13) Время распределения ( $t_p$ ):
- $\bar{t}_p$  Участок 1  $(60 \cdot 9,0) / (0,25 \cdot 7,5 \cdot 30) = 9,6$  мин;  
 $\bar{t}_p$  Участки 2 и 3  $(60 \cdot 9,0) / (0,250 \cdot 5,625 \cdot 30) = 12,8$  мин.
- 14) Средняя продолжительность одного цикла ( $t_u = t_z + t_u + t_p$ ):
- $\bar{t}_u$  Участок 1  $7 + 23,07 + 9,6 = 39,67$  мин;  
 $\bar{t}_u$  Участки 2 и 3  $7 + 15,49 + 12,8 = 35,29$  мин.
- 15) Производительность одного распределителя по участкам:
- $\bar{P}$  Участок 1  $\Pi = P \cdot K \cdot 60 / t_{ц} = 9,0 \cdot 0,7 \cdot 60 / 39,67 = 9,53$  т/ч;  
 $\bar{P}$  Участки 2 и 3  $9,0 \cdot 0,7 \cdot 60 / 35,29 = 10,71$  т/ч.
- 16) Потребность распределителей по участкам:
- $\bar{n}$  Участок 1  $n = Q / \Pi \cdot t = 26,625 / 9,53 \cdot 3 = 0,93$  шт.;  
 $\bar{n}$  Участки 2 и 3  $n = 145,125 / 10,710 \cdot 3 = 4,52$  шт.
- 17) Потребность распределителей для обработки всего обслуживаемого участка  
 $0,93 + 4,52 = 5,45$  шт., принимается 6 шт.

## ДЕТАЛЬ ПРОЕКТА

В качестве детали может быть принято решение одного из следующих вопросов:

- разработка схем очистки от снега сложных участков дороги (пересечения и примыкания, кривые малого радиуса, серпантины и др.);
- разработка технологии очистки от снега многополосных автомагистралей;
- расчет аккумуляционных полостей и грунтовых кавальеров в выемках;
- разработка конструкций и технологии строительства покрытий с противогололедными свойствами;
- разработка базы приготовления и хранения противогололедных материалов;
- разработка противоналедных мероприятий;
- выбор и обоснование противолавинных мероприятий.

Курсовая работа также может содержать другие детали научно-исследовательского, расчетного, конструкторского, технологического или организационного характера.

## **РАЗРАБОТКА ЛИНЕЙНОГО ГРАФИКА ОРГАНИЗАЦИИ ЗИМНЕГО СОДЕРЖАНИЯ**

Каждая дорожная организация до наступления зимнего периода составляет план подготовки и организации зимнего содержания автомобильных дорог с учетом опыта предыдущих лет. План содержит график работ, схему защиты дороги от заносов, очередность и сроки очистки участков от снега и ликвидации зимней скользкости, состав отрядов и порядок работы машин, схему размещения баз противогололедных материалов. Все эти сведения оформляются в линейный график организации зимнего содержания, образец которого приведен в прил. [1].

## ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

### *Технические характеристики распределителей твёрдых и жидких противогололёдных материалов*

№ п/п	Наименование и местонахождение завода-изготовителя	Марка машины	Базовое шасси	Монтаж оборудования	Вид ПГМ	Вместимость кузова, ёмкости, м <sup>3</sup>	Ширина распределения, м	Плотность распределения, г/м <sup>2</sup>	Скорость до км/ч		Дополнительное оборудование для зимнего содержания
									транспортная	рабочая	
1	ОАО "Амурдор-маш" Амурская обл. п. Прогресс	ЭД-403Д-01	ЗИЛ-431412	Стационарно съёмная	Твёрдые	3,25	4,0 – 10,6	25–940	60	30	Передний отвал, средняя щётка
		ЭД-242	КамАЗ-55111, 65111	Навесная к кузову самосвала (0,7м <sup>3</sup> )	__»_	6,6; 8,2	4,0-6,0	100–400	40	20	Передний скоростной отвал
2	Саратовский завод дорожно-эксплуатационного и дорожно-строительного оборудования "Транс-Магистраль" г. Саратов	4906	ЗИЛ-4331	Стационарно съёмная	Твёрдые	3,25	До 8,5	50–1000	60	40	Передний отвал
		ДМ-32 ДМ-32М	ЗИЛ-431410	__»_	__»_	4,0	__»_	__»_	__»_	__»_	__»_
		ДМ-1 ДМ-28-10 ДМ-6м-30	КамАЗ-55111, МАЗ-5551, ЗИЛ-4520	Быстро съёмная в кузове а/м	__»_	4,5	__»_	25 – 500	__»_	__»_	Передний скоростной отвал
		ДМ-34 ДМ-39	МАЗ-5334, КамАЗ-5320	Стационарно-съёмная	__»_	4,5	__»_	50 – 1000	__»_	__»_	Передний скоростной отвал, средний и боковой (на КамАЗ)
		ДМ-6м ДМ-38 ДМ-41	КамАЗ-5320, ЗИЛ-133ГЯ, Г40, КамАЗ-55111	Быстро съёмная в кузове а/м	__»_	6,0	__»_	25–500	__»_	__»_	Передний скоростной отвал

3	ЗАО "Смоленский авто-агрегатный завод АМО ЗИЛ" г. Смоленск	МДК-433362-00, 01, 05, 06	ЗИЛ-433362	Стационарно-съёмная	Твёрдые	4,0	3,0 – 9,0	10–400	60	30	Передний отвал, щетка
		МДК-133 Г4-S1	ЗИЛ-133Г4	_»_	_»_	6,0	4,0 – 9,0	25–400	60	20	Передний отвал, скоростной отвал, боковой отвал, щетка
		МДК-5337-00, 01, 05, 06	МАЗ-533700	_»_	_»_	5,9	3,0 – 9,0	10–400	60	30	Передний отвал, щетка
4	ОАО "Комплексные дорожные машины" г. Смоленск	КДМ-130В, ЭД-226	ЗИЛ-433362 ЗИЛ-433102	Стационарно-съёмная	Твёрдые	3,25	4,0 – 10,0	25–500	60	30	Передний отвал, щетка
		ЭД-224	МАЗ-5337	_»_	_»_	5,6	4,0 – 12,0	10–500	_»_	_»_	_»_
		ЭД-403, ЭД-410	ЗИЛ-133 Г4, Д4	_»_	_»_	_»_	_»_	25–500	_»_	_»_	_»_
		ЭД-405, ЭД-405А	КамАЗ-53213, КамАЗ-55111	_»_	_»_	6,5	_»_	10–500	_»_	_»_	Передний отвал, скоростной отвал, щётка
		ЭД-243 (оборудование фирмы "Шмидт" Германия)	МАЗ-63039	_»_	Твёрдые (в т.ч. смоченные), жидкие	6,0	2,0 – 12,0	5 – 500	_»_	_»_	Передний отвал, боковой отвал, щетка

Продолжение прил. 1

№ п/п	Наименование и местонахождение завода-изготовителя	Марка машины	Базовое шасси	Монтаж оборудования	Вид ПГМ	Вместимость кузова, ёмкости, м <sup>3</sup>	Ширина распределения, м	Плотность распределения, г/м <sup>2</sup>		Скорость до км/ч		Дополнительное оборудование для зимнего содержания
5	ОАО "Новосибирский завод дорожных машин" г. Новосибирск	ЭД-242	Самосвалы семейства ЗИЛ КамАЗ, УРАЛ	Навесная к кузову самосвала (0,7 м <sup>3</sup> )	Твёрдые	3,25; 5,6; 6,2	4,0 – 6,0	100 – 400	40	40	Передний отвал, скоростной отвал	
		ЭД-240	ЗИЛ-433362, ЗИЛ-133 Г4, КамАЗ-55111	Стационарно-съёмная	»_»	»_»	4,0 – 10,6	25 – 500	60	30	Передний отвал, скоростной отвал, щетка	
6	ОАО "Росдормаш" Московская обл. п. Мамонтовка	КО-713 М, КО-713-02М	ЗИЛ-433362, ЗИЛ-433360	Стационарно-съёмная	Твёрдые	3,25	4,0-10,0	25-500	60	30	Передний отвал, щетка	
7	ОАО "Севдормаш" Архангельская обл. г. Северодвинск	КО-713 М,	ЗИЛ-433362,	Стационарно-съёмная	Твёрдые	3,0	4,0-9,0	50-300	60	30	Передний отвал, щетка	
		КО-822-1, КО-822-2	"Урал" - 43203-1922-30	»_»	Жидкие	8,0	До 15,8	10-400	60	20-30	Передний отвал, скоростной отвал, щетка	
8	ОАО "Мценский завод коммунально-машиностроения" г. Мценск	КО-713-02, КО-713-03	ЗИЛ-433362	Стационарно-съёмная	Твёрдые	3,0	4,0-9,0	50-300	60	30	Передний отвал, щетка	
		КО-806	КамАЗ-4925	»	»	5,0	»	»	»	»	»	
		КО-823	КамАЗ-53229	»_»	»_»	6,5	»_»	»_»	»_»	»_»	»_»	

9	“Тосненский механический завод” (То-МеЗ) Ленинградская обл. г. Тосно	КДМ-69283 (“Сокол”)	КамАЗ-53229	Стационарно-быстро-съемная	Твёрдые	6,2	4,0 – 9,0	25 – 500	60	30	Передний обычный, скоростной отвал, боковой отвал, щётка передняя, средняя
10	ОАО “Кемеровский опытный ремонтно-механический завод” г. Кемерово	ДМК-10	КРАЗ-6510	Навесная к кузову самосвала	Твёрдые	6,2	4,0 – 6,0	125 – 400	60	30	-
11	ОАО “Мотовилихинские заводы” г. Пермь	КМ-500	КамАЗ-53213	Стационарно-съемная	Твёрдые	6,2	4,0 – 10,0	25 – 500	60	30	Передний отвал, скоростной и средний отвал
12	ОАО “Рязанский авторемонтный завод” Рязанская обл. г. Рязань	МКДС-1	ЗИЛ-433362	Стационарно-съемная	Твёрдые, жидкие	3,25 5,5	4,0 – 10,0 3,0 – 6,0	10 – 300 10 – 100	60 _»_	30 _»_	Передний отвал, щетка
		МКДС-2004	ЗИЛ-133 Д4	_»_	Твёрдые	5,6	4,0 – 10,0	10 – 300	_»_	_»_	Передний отвал, скоростной отвал, щетка
		МКДС-4005	КамАЗ-53213	_»_	Жидкие	10,0	4,0 – 8,0	10 – 150	_»_	_»_	_»_
13	Концерн «Амкодор» республика Беларусь г. Минск	НО-075	МАЗ-5551	Быстро-съемная в кузове а/м	Твёрдые, в т.ч. смо-ченые	4,0	2,0 – 8,0	5 – 40	60	30	Передний отвал

## Окончание прил. 1

№ п/п	Наименование и местонахождение завода-изготовителя	Марка машины	Базовое шасси	Монтаж оборудования	Вид ПГМ	Вместимость кузова, ёмкости, м <sup>3</sup>	Ширина распределения, м	Плотность распределения, г/м <sup>2</sup>		Скорость до км/ч		Дополнительное оборудование для зимнего содержания
14	ООО «Евразия» г. Челябинск	Тройка-2000	Урал-55571-30, Урал-Ивеско	Быстро-съемная в кузове	Твердые, жидкие	4,0	6,0 – 14,0	20–400	60	30	Передний отвал, скоростной, средний, боковой, щетка	
15	ОАО «Арзамасский завод коммунального машиностроения» Нижегородская обл. г. Арзамас	КО-829 А	ЗИЛ-433362	Стационарно-съемная	твердые	3,1	4,0 – 9,0	25–500	60	30	Передний отвал, щетка	
16	ОАО «Кургандормаш» г. Курган	КДМ (испытания)	Урал-43206	Стационарно-съемная	Твердые, жидкие	Испытания						
		МД-433	ЗИЛ-433362	»_»	Твердые	3,0	4,0 – 9,0	100–400	60	30	Передний отвал, щетка	
		КУМ-99	ЗИЛ-452632	»_»	»_»	4,0	3,0 – 9,0	10–300	60	30	»_»	
17	«Дорком-техника» г. Москва	ДКТ-503 (оборудование)	КО-829 А, КО-713-01, КДМ-130 (ЗИЛ-433362)	Стационарно-съемная	Жидкие	6,1	3,5 – 7,0	10 – 150	60	25	Передний отвал, щетка	
18		КУМ-100	ЗИЛ-433362	Стационарно-съемная	Жидкие	6,0	3,5 – 7,0	20 – 200	60	40	Передний отвал, щетка	
		КУМ-99	ЗИЛ-452632	»_»	Твердые	4,0	4,0-9,0	10-300	60	40	»_»	

**Нормы распределения химических веществ**

Химические вещества	Предел применения, не ниже °С	Лед				Накат				Рыхлый снег				Ингибитор (один из перечисленных), % к основному веществу
		Нормы распределения, г/м <sup>2</sup> , при температуре воздуха, °С												
		0...-05	0...-10	0...-15	0...-20	0...-05	0...-10	0...-15	0...-20	0...-05	0...-10	0...-15	0...-20	
<b>Твердые кристаллические</b>														
Техническая поваренная соль	- 15	20	40	70	-	15	30	50	-	10	20	30	-	Однозамещенный фосфат натрия 2 – 3 %, двузамещенный фосфат натрия 5 – 7 %, двойной суперфосфат 3%, простой суперфосфат 5 – 7%
Соль сильвинитовых отвалов	- 12	25	50	-	-	20	40	-	-	15	25	35	-	
Чешуируванный хлористый кальций	- 35	30	60	80	95	25	40	60	80	20	30	40	50	
Фосфатированный хлористый кальций	- 35	35	65	90	-	30	50	70	90	20	35	45	60	
<b>Жидкие</b>														
Природные рассолы хлоридно-натриевого состава	- 10	120	200	-	-	100	150	-	-	100	120	-	-	Однозамещенный фосфат натрия 0,5 – 1 %, двузамещенный фосфат натрия 1 %,гексаметафосфат натрия 0,5 – 1%
Обогащенные рассолы	- 10	100	150	-	-	80	120	-	-	80	100	-	-	
Раствор хлористого кальция 32 – 38 % концентрации	- 12	100	150	-	-	80	120	-	-	80	100	-	-	

**Расчётный объём снеготранспорта в зависимости от скорости на высоте флюгера и повторяемости метелевых ветров**

Повторяемость ветров (продолжительность, ч) при 8 срочных наблюдениях в сутки	Расчётный объём снеготранспорта $W$ , м <sup>3</sup> /м, при скорости ветра, м/с										
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	25
Плотность снега 0,25 т/м <sup>3</sup> ; $c = 0,00031$											
1(3)	0,2	0,5	0,9	1,6	2,6	3,8	5,4	7,4	9,9	12,8	14,5
5(15)	1,0	2,4	4,6	8,0	12,8	19,0	27,1	37,2	49,5	64,3	72,6
10(30)	2,0	4,8	9,3	16,1	25,5	38,1	54,2	74,4	99,0	128,6	145,3
15(45)	3,0	7,1	14,0	24,1	38,3	57,1	81,4	111,6	148,5	192,8	218,0
20(60)	4,0	9,5	18,6	32,1	51,0	76,2	108,5	148,8	198,0	257,1	250,6
25(75)	5,0	11,9	23,2	40,2	63,8	95,2	135,6	186,0	247,6	321,4	363,3
30(90)	6,0	14,3	27,9	48,2	76,6	114,3	162,7	223,2			
35(105)	7,0	16,7	32,6	56,2	89,3	133,3	189,9				
40(120)	8,0	19,0	37,2	64,3	102,1	152,4					
Плотность снега 0,3 т/м <sup>3</sup> ; $c = 0,00026$											
1(3)	0,2	0,4	0,8	1,3	2,1	3,2	4,5	6,2	8,3	10,8	12,2
5(15)	0,8	2,0	3,9	6,7	10,7	16,0	22,7	31,2	41,5	53,9	60,9
10(30)	1,7	4,0	7,8	13,5	21,4	31,9	45,5	62,4	83,0	107,8	121,9
15(45)	2,5	6,0	11,7	20,2	32,1	47,9	68,2	93,6	124,6	161,7	182,8
20(60)	3,4	8,0	15,6	27,0	42,8	63,9	91,0	124,8	166,1	215,6	243,7
25(75)	4,2	10,0	19,5	33,7	53,5	79,9	113,7	156,0	207,6	269,6	304,7
30(90)	5,0	12,0	23,4	40,4	64,2	95,6	136,5	187,2			
35(105)	5,9	14,0	27,3	47,2	74,9	111,8	159,2				
40(120)	6,7	16,0	31,2	53,9	85,6	127,8					

**Среднемноголетние данные образования зимней скользкости  
и ориентировочной потребности ПГМ (в пересчете на твердые  
хлориды) в различных регионах Российской Федерации**

Центры регионов	Зимняя скользкость			Число дней с возможными случаями образования зимней скользкости	Ориентировоч- ная годовая потребность ПГМ в пересчете на твёрдые хлориды, т/1000 м <sup>2</sup>
	Средняя дата начала	Средняя дата оконча- ния	Продол- житель- ность периода, дни		
Архангельск	20.10	21.04	179	112	2,2
Астрахань	25.11	16.03	112	35	0,2
Белгород	15.11	23.03	129	64	0,8
Благовещенск	20.10	9.04	171	33	0,8
Брянск	14.11	26.03	133	73	1,1
Владивосток	11.11	29.03	138	33	1,2
Владикавказ	1.12	4.03	94	34	0,4
Владимир	2.11	4.04	154	79	1,9
Волгоград	16.11	23.03	129	59	0,7
Вологда	30.10	7.04	160	93	1,8
Воронеж	10.11	27.03	141	72	0,9
Грозный	8.12	28.02	83	32	0,1
Екатеринбург	20.10	9.04	172	73	1,9
Иваново	31.10	6.04	158	95	1,8
Ижевск	24.10	5.04	164	93	1,9
Иркутск	16.10	13.04	180	63	1,5
Йошкар-Ола	28.10	5.04	160	84	1,9
Казань	31.10	6.04	158	80	2,0
Калининград	5.12	10.03	96	56	0,6
Калуга	7.11	5.04	150	77	1,4
Кемерово	19.10	18.04	182	87	1,6
Киров	25.10	9.04	169	92	2,4
Кострома	31.10	6.04	158	93	1,9
Краснодар	20.12	24.02	64	32	0,1
Красноярск	23.10	8.04	168	66	1,4
Курган	22.10	10.04	171	65	1,8
Курск	11.11	26.03	136	78	1,2
Липецк	9.11	29.03	141	73	1,0
Махачкала	3.01	14.02	43	14	0,1
Москва	5.11	5.04	152	79	1,7
Мурманск	17.10	21.04	187	106	1,5
Нальчик	2.12	9.03	98	37	0,2
Н. Новгород	29.10	5.04	159	88	1,9
Новгород	5.11	2.04	146	71	1,1

Новосибирск	22.10	17.04	178	98	2,2
Омск	20.10	14.04	177	68	1,3
Оренбург	1.11	6.04	157	69	1,4
Орел	9.11	3.04	146	73	1,0
Пенза	3.11	4.04	153	79	1,9
Пермь	21.10	8.04	170	101	2,2
Петрозаводск	3.11	10.04	159	89	2,3
Петропавловск-Камчатский	8.11	20.04	162	66	1,7
Псков	13.11	1.04	139	73	0,7
Ростов-на-Дону	27.11	12.03	113	46	0,3
Рязань	5.11	4.04	151	78	1,6
Самара	1.11	6.04	157	74	1,7
Санкт-Петербург	11.11	3.04	143	85	1,2
Саранск	4.11	4.04	152	72	1,7
Саратов	9.11	31.03	149	60	1,4
Смоленск	8.11	1.04	145	78	1,1
Ставрополь	26.11	14.03	109	34	0,5
Сыктывкар	17.10	10.04	176	107	2,2
Тамбов	7.11	2.04	147	78	1,4
Тверь	4.11	3.04	151	82	1,8
Томск	8.10	17.04	183	105	3,5
Тула	8.11	2.04	145	77	1,4
Тюмень	21.10	7.04	169	64	1,8
Улан-Удэ	14.10	12.04	181	40	0,7
Уфа	27.10	6.04	162	94	2,4
Ульяновск	31.10	6.04	153	74	1,9
Хабаровск	27.10	7.04	162	39	1,2
Челябинск	23.10	8.04	168	65	1,7
Чита	14.10	15.04	184	25	0,5
Элиста	23.11	17.03	115	39	0,2
Южно-Сахалинск	8.11	16.04	160	113	2,6
Якутск	3.10	1.05	211	82	1,3
Ярославль	3.11	4.04	153	83	2,0

## РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Васильев, А. П.* Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения / А. П. Васильев, В. М. Сиденко. – М. : Транспорт, 1990. – 303 с. – ISBN 5-277-00877-2.
2. Зимнее содержание автомобильных дорог / Г. В. Бялобжесский, А. К. Дюнин, Л. Н. Плакса [и др.] ; под ред. А. К. Дюнина. – М. : Транспорт, 1983. – 197 с.
3. *Карабан, Г.М.* Современная технология содержания городских дорог / Г. М. Карабан, Н. В. Борисюк. – М. : Изд-во МАДИ, 1982. – 92 с.
4. ГОСТ 505997-93. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. – М. : Стройиздат, 1993.
5. ОДН. Методика испытания ПГМ. – М. : Росавтодор Минтранса РФ, 2003.
6. ОДН. Требования к ПГМ. – М. : Росавтодор Минтранса РФ, 2003.
7. Руководство по борьбе с зимней скользкостью на автомобильных дорогах / Министерство транспорта РФ, гос. служба дорожного хозяйства. – М. : Росавтодор Минтранса РФ, 2003. – 69 с.
8. СНиП 2.05.02-85<sup>\*</sup>. Автомобильные дороги. Госстрой СССР. – М. : ЦИТП Госстроя СССР, 1986.
9. СНиП 2.01.01-82. Строительная климатология и геофизика. – М. : Стройиздат, 1989.
10. Содержание и ремонт автомобильных дорог. Справочник инженера-дорожника / под ред. А. П. Васильева. – М. : Транспорт, 1989. – 287 с.
11. Технические правила ремонта и содержания автомобильных дорог. ВСН 24 – 88 / Минавтодор РСФСР. – М. : Транспорт, 1988. – 128 с.
12. Указания по защите и очистке автомобильных дорог от снега. – М. : Росавтодор Минтранса РФ, 2003.
13. Указания по производству изысканий и проектированию лесонасаждений вдоль автомобильных дорог. ВСН 33 – 87. Минавтодор РСФСР. – М. : Транспорт, 1988. – 95 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Общие положения.....	3
Анализ исходных данных и климатических условий района эксплуатации.....	6
Оценка снегозаносимости дороги и выявление опасных для движения участков.....	10
Назначение предприятий по защите дорог от снежных отложений. Снегоочистка.....	11
Назначение мероприятий и технологии борьбы с зимней скользкостью. Выбор оптимального противогололедного реагента.....	19
Деталь проекта.....	24
Разработка линейного графика организации зимнего содержания.....	25
Приложения.....	26
Рекомендательный библиографический список.....	35

### ЗИМНЕЕ СОДЕРЖАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Методические указания к курсовой работе  
по дисциплине «Эксплуатация автомобильных дорог»

Составитель  
ПРОВАТОРОВА Галина Владимировна

Ответственный за выпуск – зав. кафедрой доцент Э.Ф. Семехин

Редактор Л.В. Пукова  
Корректор Е.В. Афанасьева  
Компьютерная верстка С.В. Павлухиной

ЛР № 020275. Подписано в печать 22.08.05.  
Формат 60x84/16. Бумага для множит. техники. Гарнитура Таймс.  
Печать на ризографе. Усл. печ. л. 2,09. Уч.-изд. л. 2,21. Тираж 120 экз.  
Заказ

Издательство  
Владимирского государственного университета.  
600000, Владимир, ул. Горького, 87.