

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
Брестский государственный технический университет

---

Кафедра геотехники и транспортных коммуникаций

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

по выполнению курсового проекта по дисциплине  
**«Диагностика автомобильных дорог»**  
для студентов специальности 1-70 03 01  
*«Автомобильные дороги»*

Брест 2012

УДК 625.768.5

В методических указаниях изложены способы уменьшения снегозаносимости дороги, основные методы защиты дорог от снежных заносов

Составители: Н.В.Чумичева, ст. преподаватель  
Е.С.Климович, ассистент

Рецензент: С.С.Панченко – заместитель генерального директора  
РУП «Бреставтодор»

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ .....	4
1 ТРЕБОВАНИЯ К ЗИМНЕМУ СОДЕРЖАНИЮ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ .....	4
2 ОБЩАЯ И ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ДИСЛОКАЦИИ ДОРОГИ .....	6
3 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СПОСОБОВ ОЦЕНКИ СНЕГОЗАНОСИМОСТИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА.....	7
4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ СНЕГОПРИНОСА.....	9
5 ОЦЕНКА СНЕГОЗАНОСИМОСТИ ДОРОГ И ВЫЯВЛЕНИЯ СНЕГОЗАНОСИМЫХ УЧАСТКОВ .....	12
6 ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБОВ ЗАЩИТЫ ДОРОГ ОТ СНЕЖНЫХ ЗАНОСОВ .....	14
6.1 Защита дорог от снежных заносов с помощью снегозащитных насаждений .....	15
6.2 Защита дорог от снежных заносов с помощью переносных щитов .....	23
6.3 Защита дорог от снежных заносов с применением синтетических сеток .....	26
6.4 Защита дорог от снежных заносов с применением снежных траншей .....	28
7 ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ И ЛИКВИДАЦИИ ЗИМНЕЙ СКОЛЬЗКОСТИ .....	30
8 ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО СНЕГООЧИСТКЕ .....	31
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	46
Приложение А Районирование территории Республики Беларусь по условиям снегоприноса на автомобильных дорогах .....	47
Приложение Б Районирование территории Республики Беларусь по условиям борьбы с гололедицей на автомобильных дорогах ...	48
Приложение В Классификация деревьев и кустарников по их высоте и размеру крон .....	49
Приложение Г Быстрота роста древесных кустарниковых пород ...	50
Приложение Д Требовательность к влаге древесных и кустарниковых пород .....	51
Приложение Е Требовательность к интенсивности освещения древесных и кустарниковых пород .....	52
Приложение Ж Требовательность к плодородию почвы древесных и кустарниковых пород .....	53
Литература .....	54

## **ВВЕДЕНИЕ**

Зимнее содержание автомобильных дорог занимает центральное место в деятельности дорожных организаций.

Вся система мероприятий по зимнему содержанию автомобильных дорог должна быть построена таким образом, чтобы обеспечить наилучшие условия для движения автотранспорта, максимально облегчить и удешевить выполнение работ по ликвидации зимней скользкости. Для выполнения этих требований осуществляют:

- профилактические меры, цель которых – не допустить или максимально ослабить образование зимней скользкости на дороге;
- защитные меры по предотвращению образования снежных заносов путем устройства постоянных и временных средств снегозащиты;
- меры по удалению снежных и ледяных образований на дороге и уменьшению их воздействия на автомобильное движение.

При разработке организационно-технических мероприятий по зимнему содержанию дорог необходимо четко определить сроки, характер и объемы работ.

В данном курсовом проекте должны быть выполнены расчеты по определению объемов снегоприноса, аргументировано приняты меры по снегозащите. Рассчитано необходимое количество противогололедных материалов распределителей и снегоочистительных машин. Завершающий этап проектирования связан с обоснованием принятых технико-экономических решений.

Нижеприведенный материал ставит своей целью сориентировать студентов в вопросах зимнего содержания автомобильных дорог. При этом студент должен использовать нормативную и справочную литературу, список которой приведен в конце методических указаний.

Данное пособие предназначено для курсового и дипломного проектирования.

### **1 ТРЕБОВАНИЯ К ЗИМНЕМУ СОДЕРЖАНИЮ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

Зимняя скользкость образуется практически одновременно на значительном протяжении автомобильных дорог, а ее устранение связано с затратами времени, технических и людских ресурсов на выполнение большого объема работ, а также ограниченные производственно-технические возможности дорожных организаций, вся сеть автомобильных дорог общего пользования разделена на 5 уровней требования в соответствии с таблицей 1.1.

Директивные сроки обработки покрытия противогололедным материалом и выполнение работ по очистке покрытия и обочин от снега при обычных и экстремальных погодных условиях приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.1

Уровни требования	Народнохозяйственное и административное значение автомобильных дорог общего пользования данного уровня содержания	Интенсивность движения, авт./сут.
		в транспортных единицах
1	Республиканские автомобильные дороги, включенные в сеть международных автомобильных дорог; важнейшие республиканские дороги, соединяющие г. Минск с административными центрами областей и Национальным аэропортом «Минск» и административные центры областей между собой	более 3000
2	Республиканские дороги, соединяющие административные центры областей с административными центрами районов; подъезды к пограничным пунктам таможенного оформления; местные автомобильные дороги, имеющие важное народнохозяйственное значение	1000-3000
3	Республиканские дороги, не отнесенные к уровням содержания 1 и 2, соединяющие, как правило, административные центры районов между собой по одному из направлений; местные автомобильные дороги, соединяющие города районного подчинения, поселки городского типа с административными центрами районов, а также с ближайшими железнодорожными станциями и республиканскими автомобильными дорогами	500-1000
4	Прочие республиканские дороги, не отнесенные к уровням содержания 1, 2 и 3; местные дороги, не отнесенные к уровням содержания 2 и 3, а также автомобильные дороги, соединяющие центральные усадьбы совхозов и колхозов, административные центры сельсоветов, больницы, культурно-исторические памятники с административными центрами областей и районов и с ближайшими железнодорожными станциями и республиканскими автомобильными дорогами	100-500
5	Местные дороги, не отнесенные к уровням содержания 2, 3 и 4	менее 100

*Примечание:* уровни требования утверждает департамент «Белавтодор»

Таблица 1.2

Уровни содержания дорог	Директивные сроки, ч				Директивные сроки очистки остановочных площадок и обочин, дни	
	обработки покрытия ПГМ		очистки покрытия от снега		в обычных условиях	в экстремальных условиях
	в обычных условиях	в экстремальных условиях	в обычных условиях	в экстремальных условиях		
1	2	3	4	5	6	7
1	3	4	4	8	1,5	3,0
2	4	6	6	11	2,5	5,0
3	6	8	8	15	4,0	7,0

Продолжение таблицы 1.2

1	2	3	4	5	6	7
4	9	12	12	18	8,0	11,0
5	12	16	16	22	12,0	17,0

*Примечания:*

1. Директивные сроки снегоочистки определяются с момента прекращения снегопада или метели или образования (обнаружения) гололеда до завершения работ по обеспечению требований, указанных в таблице 1.3.

2. На местных дорогах 4 и 5 уровней содержания директивные сроки обработки покрытия противогололедными материалами указаны для опасных участков.

Предельные значения показателей, характеризующих состояние покрытия после истечения директивных сроков должны отвечать требованиям, приведенным в таблице 1.3.

Таблица 1.3

Показатели состояния покрытия	Предельные значения показателей для уровней содержания				
	1	2	3	4	5
Коэффициент сцепления по ПКРС-2	не регламентируется				
Наличие колеи, выбоин в снежном накате глубиной, мм	не допускается	не допускается	20	30	не нормируется
Толщина снежного и снежно-ледяного наката на покрытии проезжей части, мм не более	не допускается	не допускается	30	60	100
Наличие заснеженных неровных участков, на которых скорость должна быть снижена, % от общей протяженности обслуживаемого участка дороги	не допускается	не допускается	30	40	не нормируется

Допускается измерение коэффициента сцепления и ровности другими приборами, приведенными к ПКРС-2. На дорогах 4-5 уровней содержания коэффициент сцепления нормируется только для опасных участков.

## **2 ОБЩАЯ И ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ДИСЛОКАЦИИ ДОРОГИ**

По данным метеостанций или на основании справочников [3] определяются среднемесячные температуры воздуха, среднемесячное количество твердых осадков, направление и повторяемость ветра в зимний период, даты начала и конца устойчивого снежного покрова, среднее количество гололедиц за зимний период.

На основании данных среднемесячной температуры воздуха и количества твердых осадков строят дорожно-климатический график (рисунок 2.1).

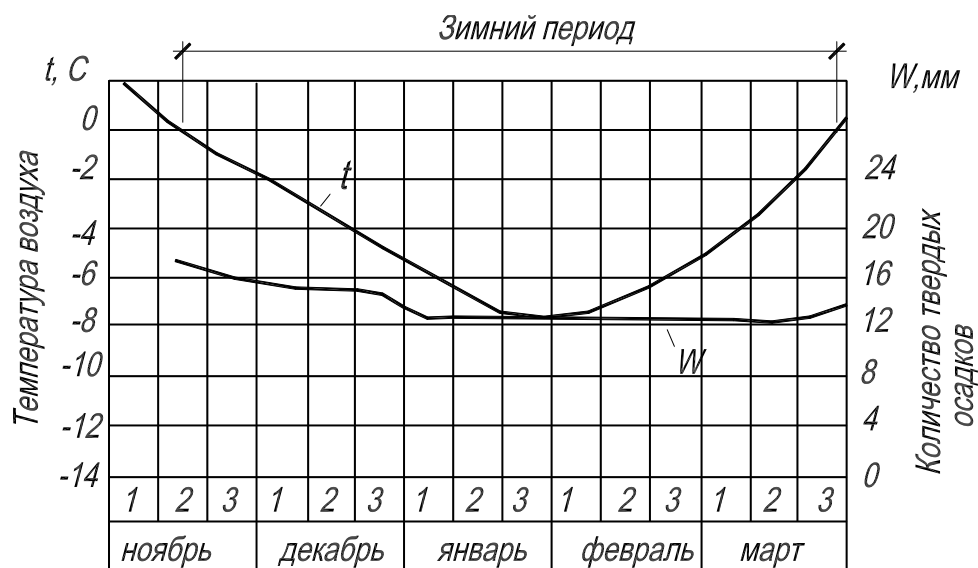


Рисунок 2.1 – Дорожно-климатический график

По дорожно-климатическому графику определяют продолжительность зимнего периода.

### 3 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СПОСОБОВ ОЦЕНКИ СНЕГОЗАНОСИМОСТИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

Для обеспечения снегонезаносимости земляного полотна необходимо, чтобы высота насыпи была больше высоты снегонезаносимой насыпи.

Высота незаносимой снегом насыпи  $h_n$  и расчетная высота снежного покрова определяется в соответствии с таблицей 3.1, учитывая район снегонезаносимости дороги (приложение А).

Таблица 3.1

Районы снегонезаносимости дорог		Расчетная высота снежного покрова $h_c, \text{ м}$	Высота незаносимой снегом насыпи $h_n$ по категориям дорог, м				
Обозначение	Часть территории Беларуси		I	II	III	IV	V
I	Северо-восточная	0,6	1,8	1,3	1,2	1,1	1,0
II	Центральная	0,5	1,7	1,2	1,1	1,0	0,9
III	Южная и западная	0,4	1,6	1,1	1,0	0,9	0,8
IV	Юго-западная	0,3	1,5	1,0	0,9	0,8	0,7

Уменьшить или предотвратить снегонезаносимость выемок за счет элементов поперечного профиля возможно путем:

- разделки невысоких насыпей, нулевых мест и выемок глубиной до 2 м под насыпь, высота которой должна быть не менее высоты снежного покрова в данном регионе, или под снегонезаносимую насыпь;
- уплотнения откосов выемок глубиной более 2 м от 1:1,5 до 1:3;
- устройства дополнительных аккумуляционных полок.

При этом за счет элементов поперечного профиля дорог необходимо обеспечить задержание объема снегоприноса, который находится в пределах от 8 до 18 м<sup>3</sup>/м, как минимум за одну метель.

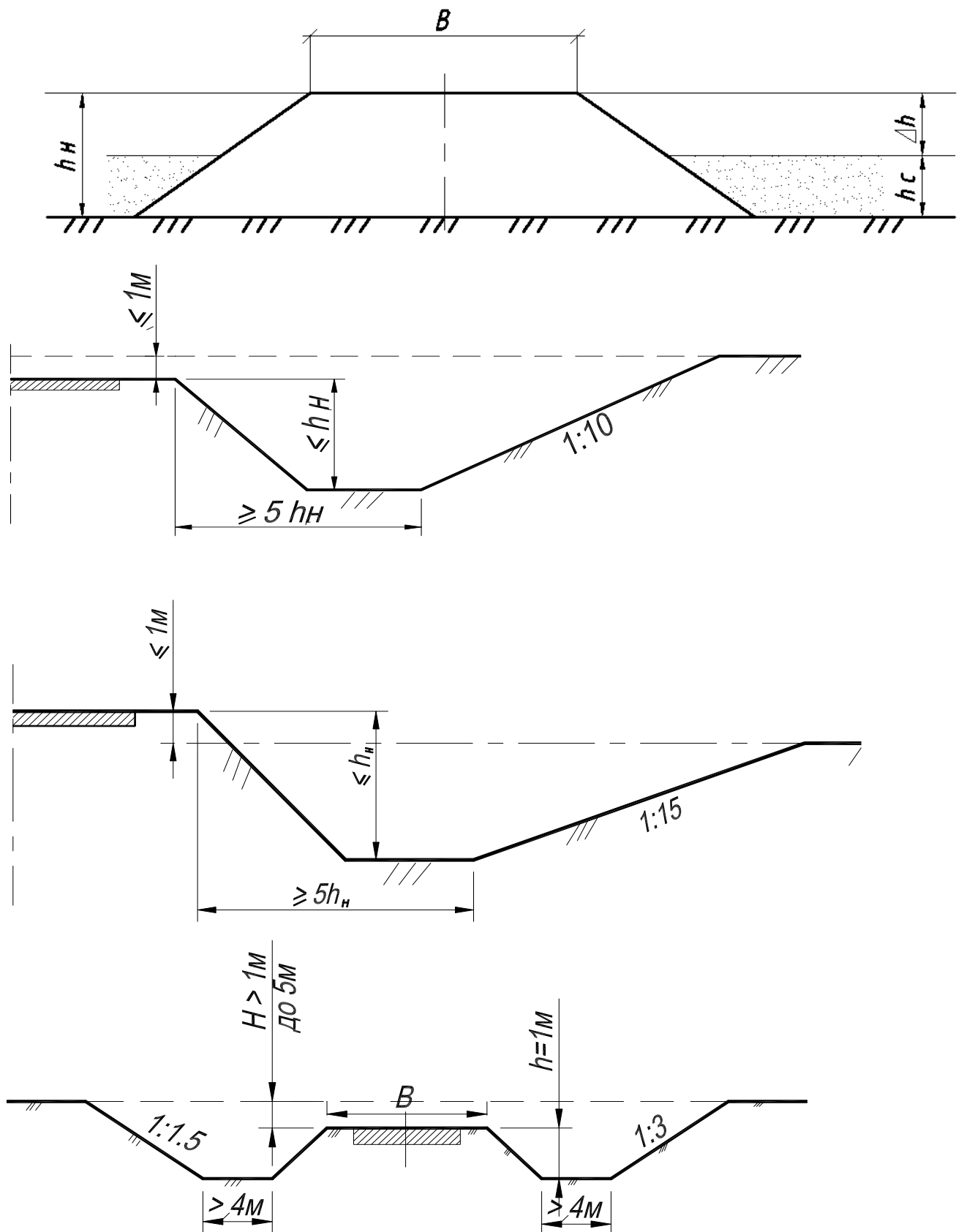


Рисунок 3.1 – Элементы поперечного профиля дорог по условиям снегонезаносимости: а - для насыпи; б – при разделке невысоких и нулевых мест; в – при разделке неглубоких выемок; г – насыпей при разделке выемок глубиной от 1 до 5 м.



Элементы поперечного профиля земляного полотна при разделке невысоких насыпей нулевых мест и выемок приведены на рисунке 3.1.

Снегосборность подветренного откоса выемок ( $Q_в$ ) в м<sup>3</sup>/м рассчитывают:

$$Q_в = a \cdot h_в^2; \quad (3.1)$$

где  $a$  – принимается 0,9 при заложении откосов 1:1,5 и 1,2 – при заложении 1:3,0;  $h_в$  – глубина выемки, м. Минимальное значение  $h_в$  равно 2,0 м.

#### 4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ СНЕГОПРИНОСА

Снегозаносимость автомобильных дорог обусловлена объемами снегоприноса, т.е. количество снега, приносимого метелями к дороге в м<sup>3</sup> на 1 м протяжения дороги; шириной примыкающих снегосборных бассейнов и поперечным профилем земляного полотна.

Под снегосборным бассейном понимают свободную от различных препятствий территорию (пашня, луг, пастбище, водоем и т.д.) непосредственно примыкающую к каждой из сторон дороги.

Суммарный объем снегоприноса включает поступления снега к обоим сторонам дороги в течение зимы в результате складывающегося снежно-метелевого режима.

Для определения снегоприноса к дороге за зиму с каждой стороны накладывают розу ветров (розу метелей) на направление оси рассматриваемого участка дороги, т.е. румб участка дороги совмещают с таким же румбом розы ветров(метелей) (рисунок 4.1).

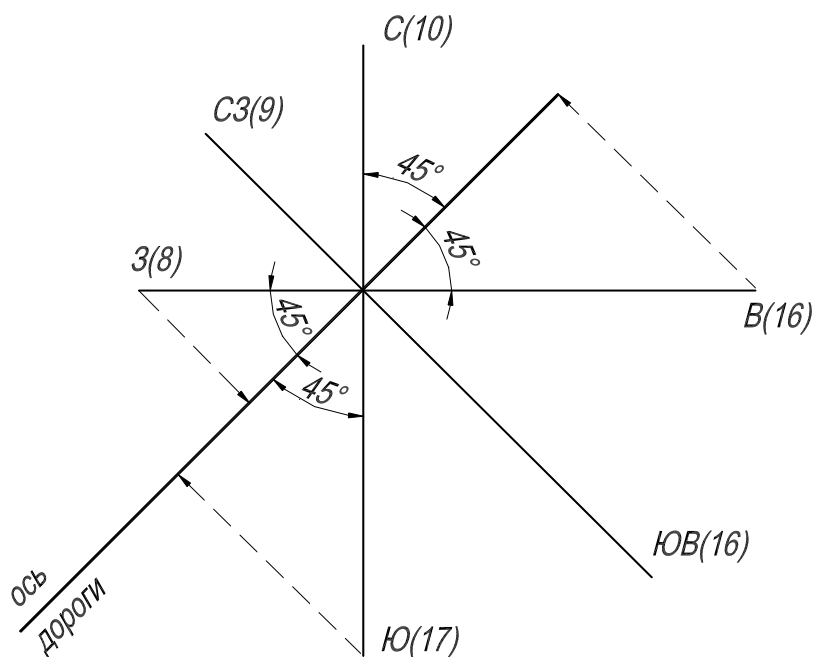


Рисунок 4.1 – Схема определения суммарных снегоприносов

Для всех ветров определенного румба принимается один угол  $\alpha_k$ , средний для данного румба. Ветры скоростью менее 5 м/с, а также ветры, составляющие с осью дороги угол менее 30 градусов, и ветры при положительных температурах не учитываются.

Данные по ветровому режиму берут на ближайшей метеорологической станции за последние 10 лет.

В случае явно выраженного одного господствующего направления метелей расчет упрощается.

Объем снегоприноса может быть определен по формуле

$$Q_e = \frac{b \cdot \sin \alpha_k}{\rho_c (1/L + 1/L_s)} \cdot W_a, \quad (4.1)$$

где  $b$  – коэффициент сдувания твердых осадков в бассейне, характеризующий ту их часть, которая подносится метелью к дороге,  $b=0,5$ ;  $L$  – путь, который проходит метель от границы бассейна до дороги,  $L=0,1 \dots 1,5$  км;  $W_a$  – общее число твердых осадков за зиму, мм;  $\rho_c$  – плотность снега,  $\rho = 0,4$  т/м<sup>3</sup>;  $L_s$  – предельная дальность снегоприноса, принимаемая по таблице 4.1 в зависимости от  $V_{cp}$ , км.

Таблица 4.1

$V_{cp}$ , м/с	5	7	9	11	13	15	20
$L_s$ , км	0,5	0,7	1,4	2,0	2,7	3,3	4,7

Зная величину снегоприноса по румбу господствующего ветра и значения повторяемости ветра, находят объемы снегоприноса по остальным румбам:

$$Q_i = \frac{Q_e \cdot P_i}{P_e}, \quad (4.2)$$

где  $Q_i$  – снегопринос по отдельным румбам, м<sup>3</sup>/м;  $Q_e$  – снегопринос от господствующего ветра м<sup>3</sup>/м;  $P_i$  – повторяемость ветра по отдельным румбам, %;  $P_e$  – повторяемость господствующего ветра, %.

Поскольку часть румбов розы метелей расположена с правой стороны оси участка дороги, а часть – с левой, снегопринос определяют отдельно для каждой стороны по формулам

$$Q_l^{\max} = \sum Q_{li} \cdot \sin \alpha_i, \quad (4.3)$$

$$Q_{np}^{\max} = \sum Q_{npi} \cdot \sin \alpha_i, \quad (4.4)$$

где  $Q_l^{\max}, Q_{np}^{\max}$  – соответственно снегоприносы с левой и правой стороны, м<sup>3</sup>/м;  $Q_{li}, Q_{npi}$  – соответственно снегоприносы по соответствующим румбам с левой и правой стороны, м<sup>3</sup>/м;  $\alpha_i$  – угол между рассматриваемым румбом ветра и осью дороги, град.

Все снегоприносы по румбам справа и слева приводят к одному снегоприносу, направленному перпендикулярно к оси дороги. Такие снегоприносы принимают за расчетные.

Принято различать максимальный объем снегоприноса, средний из максимальных объемов снегоприноса и средние объемы снегоприноса за одну метель.

Средний объем снегоприноса определяется по формулам:

$$Q_n^{cp} = 0,425 \cdot Q_l^{max}, \quad (4.5)$$

$$Q_{np}^{cp} = 0,425 \cdot Q_{np}^{max}. \quad (4.6)$$

По максимальным объемам снегоприноса на территории Республики Беларусь выделены четыре района, различающиеся по условиям снегоборьбы на автомобильных дорогах в соответствии с таблицей 4.2 приложения Б.

Таблица 4.2

Районы снеготаносимости дорог		Максимальные объемы снегоприноса за расчетный период ( $Q_{ск}$ ), м <sup>3</sup> /пог.м*, к сторонам автомобильных дорог							
Обозначение	Часть территории Беларуси	северной	северо-восточной	восточной	юго-восточной	южной	юго-западной	западной	северо-западной
I	Северо-восточная	90	120	150	135	120	105	90	75
II	Центральная	70	80	100	100	90	70	70	60
III	Западная	70	70	75	70	55	55	60	60
	Южная	45	55	75	70	55	45	45	45
IV	Юго-западная	40	45	50	45	35	35	40	40
* далее по тексту, м <sup>3</sup> /м									

При решении первоочередных вопросов защиты автомобильных дорог от снежных заносов с применением постоянных или временных средств защиты необходимо руководствоваться средними из максимальных объемов снегоприноса за расчетный период ( $Q_{cp}$ ) и объемами снегоприноса за одну метель ( $Q_M$ ), которые приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3

Районы снеготаносимости дорог		Средние из максимальных объемов снегоприноса за расчетный период ( $Q_{cp}$ ), м <sup>3</sup> /м, к сторонам дорог								Объемы снегоприноса за одну метель ( $Q_M$ ), м <sup>3</sup> /м
Обозначение	Часть территории Беларуси	северной	северо-восточной	восточной	юго-восточной	южной	юго-западной	западной	северо-западной	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
I	Северо-восточная	38	51	64	58	51	45	38	32	18
II	Центральная	30	35	44	44	39	30	30	27	12

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
III	Западная	28	28	31	28	22	22	25	25	10
	Южная	24	28	40	36	28	24	24	24	11
IV	Юго-западная	19	19	21	19	15	15	17	17	8

Объемы снегоприноса, приведенные в таблицах 4.2 и 4.3, наблюдаются при ширине примыкающих снегосборных бассейнов 1,5 км и более.

При меньшей ширине снегосборных бассейнов объемы снегоприноса, приведенные в выше указанных таблицах, необходимо умножать на коэффициенты редукции ( $K_{рд}$ ), приведенные в таблице 4.4.

Таблица 4.4

Ширина снегосборного бассейна, км	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,9	1,2	1,5
Коэффициент редукции, $K_{рд}$	0,22	0,40	0,60	0,73	0,78	0,82	0,88	0,94	1,00

## 5 ОЦЕНКА СНЕГОЗАНОСИМОСТИ ДОРОГ И ВЫЯВЛЕНИЯ СНЕГОЗАНОСИМЫХ УЧАСТКОВ

В процессе эксплуатации дороги дорожные организации обязаны выявлять снегозаносимые участки, устанавливать причины заносимости и осуществлять мероприятия, уменьшающие или полностью устраняющие снежные заносы.

Категории снегозаносимости земляного полотна, основные критерии при выборе средств снегозащиты и очередность их создания приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1

Категории снегозаносимости земляного полотна	Характеристика элементов поперечного профиля земляного полотна и снегосборности снегозащиты	Очередность создания снегозащиты
1	2	3
I сильно-заносимые	Выемки глубиной до 2 м. Постоянные средства снегозащиты, снегосборность которых меньше объема снегоприноса за одну метель $Q_M$ .	в первую очередь
II средне-заносимые	Нулевые места и насыпи, высота которых меньше расчетной высоты снежного покрова $h_c$ . Постоянные средства снегозащиты и подветренные откосы выемок, снегосборность которых больше $Q_M$ , но меньше среднего объема снегоприноса $Q_{ср}$ .	Во вторую очередь

Продолжение таблицы 5.1

1	2	3
III слабо- заносимые	Насыпи высотой больше $h_c$ , но меньше высоты незаносимой снегом насыпи $h_n$ . Нулевые места и выемки, разделанные под насыпь. Постоянные средства снегозащиты и подветренные откосы выемок, снегосборность которых больше $Q_{cp}$ , но меньше максимального объема снегоприноса $Q_{сн}$ . Насыпи с металлическими барьерными ограждениями, в т.ч. снегозаносимые	В третью очередь
IV незаносимые	Насыпи, высота которых больше $h_n$ . Постоянные средства снегозащиты и подветренные откосы выемок, снегосборность которых больше $Q_{сн}$ .	Защиту не предусматривают

Анализируя сокращенный продольный профиль (рисунок 5.1), с учетом данных, приведенных в таблице 5.1, определяют категорию заносимых участков. Местоположение снегозаносимых участков записывают в таблицу 5.2.

Таблица 5.2 – Характеристика снегозаносимых участков автомобильной дороги

№ п/п	Местоположение снегозаносимого участка, км+...				Категория снегозаносимости земполотна		Ширина снегосборного бассейна, км	Объем снегоприноса, м <sup>3</sup> /м			Примечание
	сторона дороги	начало	окончание	протяженность, м	насыпь	выемка		$Q_M$	$Q_{cp}$	$Q_{max}$	
1	правая	2+000	2+630	630	III		0,9	8	19	40	$h_{нас}$ от $h_c$ до $h_n$
2	левая	2+800	2+875	75	-	I	1,5	8	15	35	$h_e < h_e^{min}$

Всего:

правая сторона

левая сторона

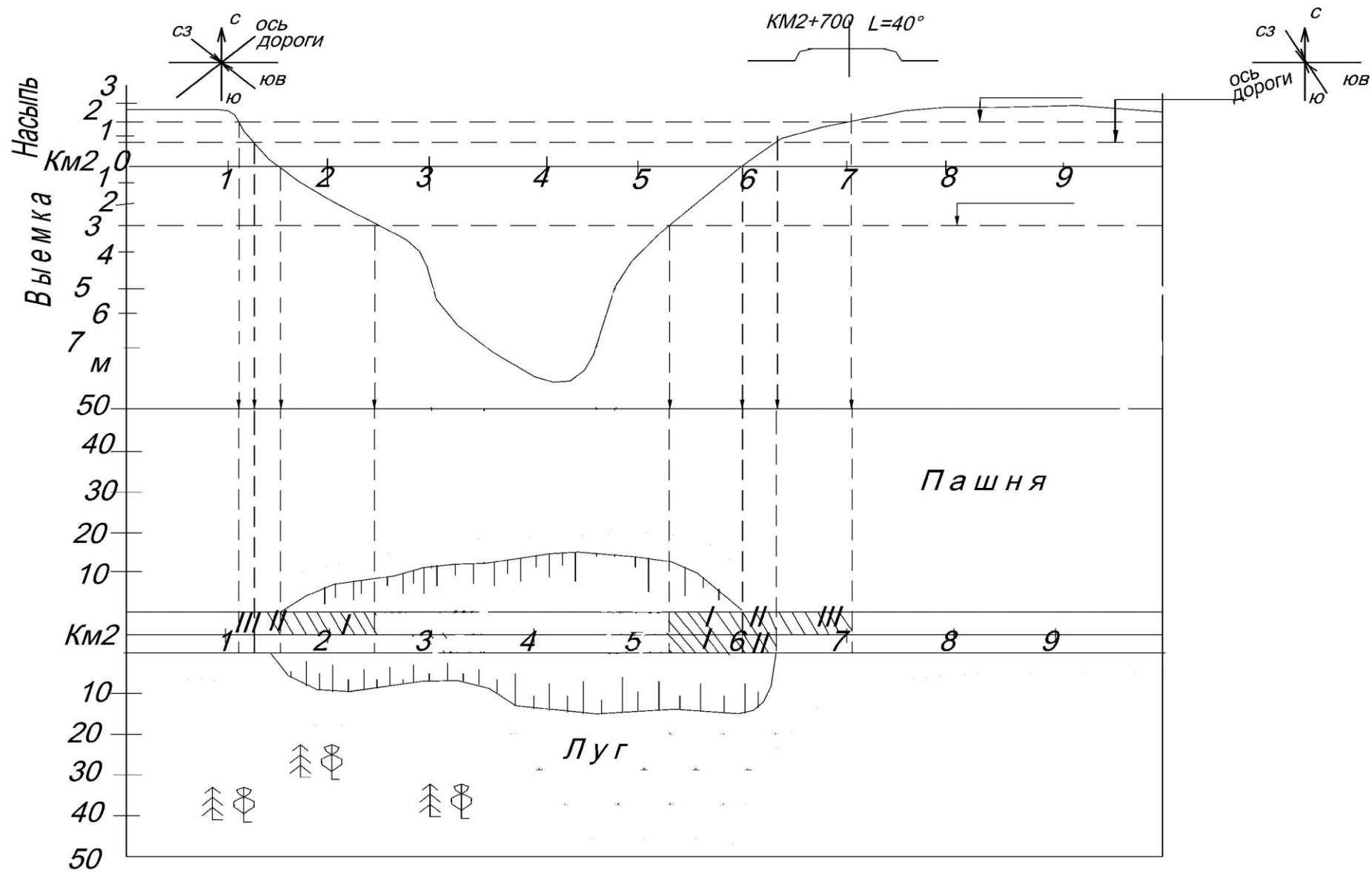


Рисунок 5.1 – Схема определения заносимых участков

## 6 ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБОВ ЗАЩИТЫ ДОРОГ ОТ СНЕЖНЫХ ЗАНОСОВ

Защита дорог от снежных заносов производится на снегозаносимых участках с целью предупреждения образования снегоотложений на проезжей части автомобильных дорог.

Для защиты дорог от снежных заносов или уменьшения снегозаносимости необходимо применять постоянные и временные средства снегозащиты, условия применения которых даны в таблице 6.1 [ 6 ].

Постоянные средства снегозащиты проектируют и создают специализированные организации. К ним относят снегозащитные насаждения, аккумуляционные полки в выемках, снегозадерживающие устройства.

К временным снегозадерживающим преградам относятся преграды из щитопланки и бортовых колец автопокрышек, а также снежные траншеи. Временные преграды применяют в качестве самостоятельного средства или для усиления постоянных средств с недостаточной снегосборностью (таблица 6.1).

Таблица 6.1

Снегозащитные устройства	Целесообразные условия применения	Краткая характеристика, преимущества и недостатки
<b><i>Постоянные средства снегозащиты</i></b>		
Снегозадерживающие лесные полосы, еловые изгороди	На сильно- и среднезаносимых участках с объемом снегоприноса более 25 м <sup>3</sup> /м	Надежное и экономичное средство снегозащиты. Локализация и нейтрализация вредных выбросов. Уменьшение ветровой нагрузки на транспорт. Повышение эстетики дорог. Требуется дополнительный отвод земли.
Снегонезаносимые насыпи	В условиях равнинного или слабоволнистого рельефа	Надежное средство снегозащиты. Увеличение объема земляных работ
Раскрытие невысоких насыпей, нулевых мест и неглубоких выемок или разделка их под насыпь	При глубине выемок до 2 м. В условиях равнинного или холмистого рельефа	Уменьшение снегозаносимости дорог. Увеличение объема земляных работ
Дополнительные аккумуляционные полки	При глубине выемок от 2 до 5 м. Полки шириной не менее 4 м	Надежное средство снегозащиты. Увеличение объемов земляных работ
<b><i>Временные средства снегозащиты</i></b>		
Планочные щиты из древесины	Как самостоятельное средство, а также для усиления постоянных средств снегозащиты	Ограниченно-маневренные средства защиты. Расход древесины. Требуются затраты ручного труда
Сетки из синтетических материалов	То же при объемах снегоприноса до 75 м <sup>3</sup> /м	Весьма долговечны. Требуются затраты ручного труда для установки
Снежные траншеи	При отсутствии других средств снегозащиты. Для усиления постоянных и временных	Механизация работ по устройству. Незначительная снегосборность. Требуется наличие устойчивого снежного покрова

### 6.1 Защита дорог от снежных заносов с помощью снегозащитных насаждений

Снегозащитные лесонасаждения – наиболее надежный, экономичный и долговечный вид постоянной снегозащиты.

При небольших объемах снегоприноса применяют живые изгороди. Они представляют собой одно- или двухрядные густые посадки из ели, а также насаждения из лиственных пород. Основными конструктивными параметрами снегозащитных насаждений являются плотность, «рабочая» высота и удаление насаждений от дороги. Насаждения создают на расстоянии в соответствии с таблицей 6.2.

Таблица 6.2

Требуемая «рабочая» высота насаждений ( $h_{mp}$ ), м	Минимальное удаление насаждений от бровки земляного полотна ( $l$ ), м, при объемах снегоприноса в зависимости от $h_{mp}$ , м <sup>3</sup> /м					
	25	50	75	100	125	150
1-2-рядные насаждения из хвойных пород						
3,0	16	22	32	-	-	-
3,5	16	20	26	37	45	-
4,0	16	18	22	31	38	45
4,5	16	16	20	27	34	40
4-6-рядные насаждения из лиственных пород						
3,0	18	30	39	-	-	-
3,5	16	26	35	44	45	-
4,0	16	24	33	40	45	45
4,5	16	20	32	38	45	45

*Примечание:* На автомобильных дорогах I категории для обеспечения проветривания дороги, а также на автомобильных дорогах II-III категорий для обеспечения боковой видимости насаждения необходимо проектировать не ближе 25 м от бровки земляного полотна.

Требуемую «рабочую» высоту проектируемых насаждений ( $h_{mp}$ ) рассчитывают по формуле

$$h_{mp} = 0,32 \cdot \sqrt{Q_{сн}} + h_c,$$

где  $Q_{сн}$  – максимальный объем снегоприноса к ограждаемому участку дороги, м<sup>3</sup>/м.

Подбор пород для создания снегозадерживающих насаждений осуществляется с учетом лесорастительных условий, высоты древесных и кустарниковых пород (приложение В), быстроты роста (приложение Г), их требовательности к влажности почвы (приложение Д), интенсивности освещения (приложение Е) и к плодородию почв (приложение Ж).



Руководствуясь типовыми схемами (рисунок 7) и исходя из наличия древесных и кустарниковых пород (приложения В, Г, Д, Е и Ж), необходимо определить конструкцию проектируемых насаждений и их "рабочую" высоту ( $h_p$ ), которую сопоставляют с  $h_{mp}$ .

Если  $h_p > h_{mp}$ , то проектируют насаждения плотностью 0,8.

Если  $h_p = h_{mp}$ , то проектируют насаждения плотностью 1,0.

Если  $h_p < h_{mp}$ , то проектируют насаждения плотностью 1,2 при условии  $h_{mp} - h_p < 0,5$  м. При  $h_{mp} - h_p > 0,5$  м необходимо производить замену кустарников на более высокие или на хвойные породы (ель; можжевельник) или проектировать вторую кулису насаждений с соблюдением требований таблицы 6.2.

Снегоемкость однорядных живых изгородей определяется по формуле

$$W_{ж.у.} = 7H^2, \text{ м}^3/\text{м}, \quad (6.1)$$

где  $H$  – высота деревьев, м.

Число рядов живой изгороди можно определить по формуле

$$n = Q_{max} / W_{ж.у.} \quad (6.2)$$

где  $Q_{max}$  – максимальный объем снегоприноса,  $\text{м}^3/\text{м}$ .

Снегоемкость двухрядных изгородей увеличивается за счет накопления снега между рядами

$$W_{ж.у.} = 7H^2 + 0,8HB, \quad (6.3)$$

где  $B$  – расстояние между рядами деревьев, м.

Надежность снегозащитных сооружений определяют по формуле

$$N = \frac{W}{Q_{max}} \cdot 100\%, \quad (6.4)$$

где  $W$  – снегоемкость сооружения,  $\text{м}^3/\text{м}$ ;  $Q_{max}$  – максимальный объем снегоприноса,  $\text{м}^3/\text{м}$ ;

При  $N > 100\%$  участок дороги гарантирован от образования снежных заносов.

При недостаточной снегоемкости снегозащитные полосы усиливают путем посадки дополнительных рядов со стороны поля. Расчет ширины полосы усиления для еловых изгородей производят по следующей схеме.

Определяют дополнительный объем снега  $\Delta Q$ , который необходимо задержать.

Этот объем будет равен разнице между максимальным объемом снегоприноса и расчетной снегоемкостью изгороди, т.е.

$$\Delta Q = Q_{max} - W_{ж.у.} \quad (6.5)$$

Дополнительный объем снега должен отложиться в пространстве между кулисами.

Расстояние между кулисами определяют по формуле

$$L_1 = \Delta Q / 0,8H. \quad (6.6)$$

Общая ширина полос усиления, необходимая для размещения дополнительной кулисы, будет равна

$$L = L_1 + L_2 + L_3, \quad (6.7)$$

где  $L_2$  – ширина между деревьями дополнительной кулисы,  $L_2 = 3$  м;  $L_3$  – ширина закраек,  $L_3 = 1,5$ .

Если грунтовые условия неблагоприятны для еловых пород, то защиту предусматривают путем посадки лиственных снегозащитных полос.

Снегозащитная лесная полоса состоит из нескольких рядов деревьев и кустарника. Лесные полосы формируют из нескольких групп растений (рисунок 6.1).

Требуемую ширину лесополос вычисляют по формуле

$$L_{л} = Q_{max}/h_{cp} - 8h_{cp}, \quad (6.8)$$

где  $Q_{max}$  – максимальный объем снегоприноса, м<sup>3</sup>/м;  $h_{cp}$  – средняя высота снегоотложений в полосе, равная 2,5...3 м.

Необходимое удаление полосы от бровки земляного полотна определяют по формуле

$$l = 20 + 0,25 Q_{max}. \quad (6.9)$$

Полученные по расчету значения ширины снегозащитных полос и удаления полос от бровки земляного полотна сравнивают с типовыми схемами снегозащитных насаждений (рисунок 6.1).

Живые изгороди создают из деревьев одной породы. В еловые изгороди через каждые 100-200 м следует включать перемычки длиной не менее 10 м из лиственных пород в противопожарных целях.

При проектировании снегозадерживающих насаждений из ели, туи и можжевельника необходимо руководствоваться следующим:

- однорядные насаждения из ели проектируют на глинистых и суглинистых почвах, а также на супесчаных почвах, подстилаемых до глубины 1 м водоупорной мореной;
- двухрядные насаждения из ели (с комом земли) и туи проектируют на супесчаных почвах;
- двухрядные насаждения из можжевельника проектируют, как правило, на бедных песчаных почвах.

При проектировании снегозадерживающих насаждений из лиственных пород необходимо:

- вводить не менее двух рядов высоких кустарников и не менее двух рядов деревьев третьей величины (приложение В);
- не допускать смешения пород в рядах. Светолюбивые породы (приложение Е) необходимо размещать только с южной и юго-западной стороны.

Увеличение длины снегозадерживающих насаждений за пределами снегозаносимых участков автомобильных дорог следует устанавливать на основании расчета, исходя из угла подхода метельных ветров с максимальным объемом снегоприноса (расчет производится при угле 30° и больше); рельефа местности и удаления посадок от дороги, или принимать равной 30 м.

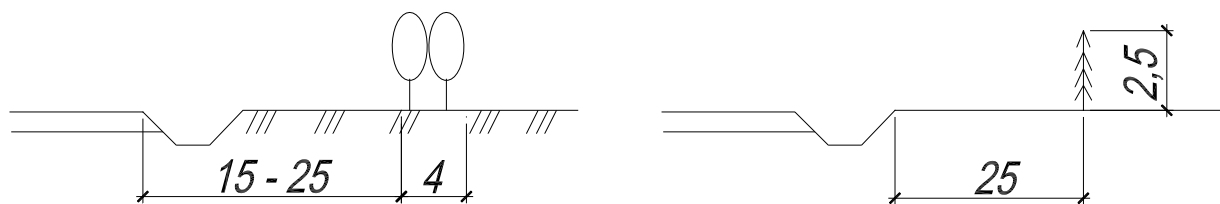
Для усиления существующих снегозадерживающих насаждений, если дополнительный объем снегозадержания не превышает 25 м<sup>3</sup>/м, проектируют проведение рубок ухода или посадку дополнительных рядов кустарников, как правило, со стороны поля. В противном случае

необходимо предусматривать устройство новых насаждений, которые проектируют без учета снегосборности существующих насаждений.

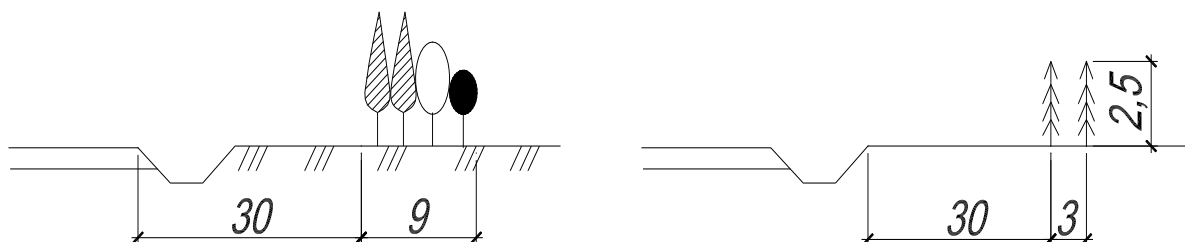
Анализируя каждый снегозаносимый участок дороги, определяют максимальные снегоприносы справа и слева от дороги, ширину лесопосадок и необходимое удаление лесопосадок от бровки земляного полотна. Все расчеты сводят в ведомость (таблица 6.3).

На основании данных, внесенных в ведомость, строят линейный график проектируемых снегозадерживающих насаждений в масштабе 1:5000 по горизонтали и 1:1000 по вертикали (рисунок 6.2).

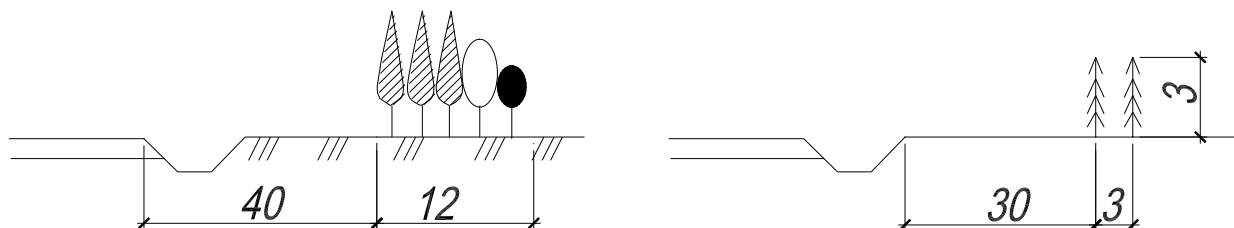
А)



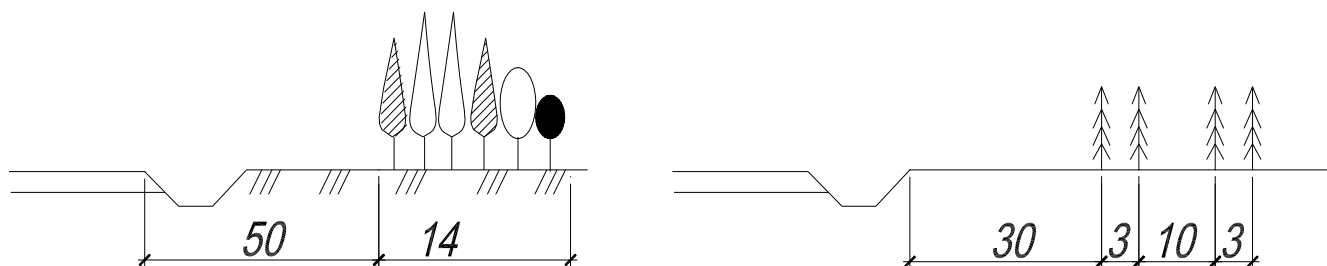
Б)



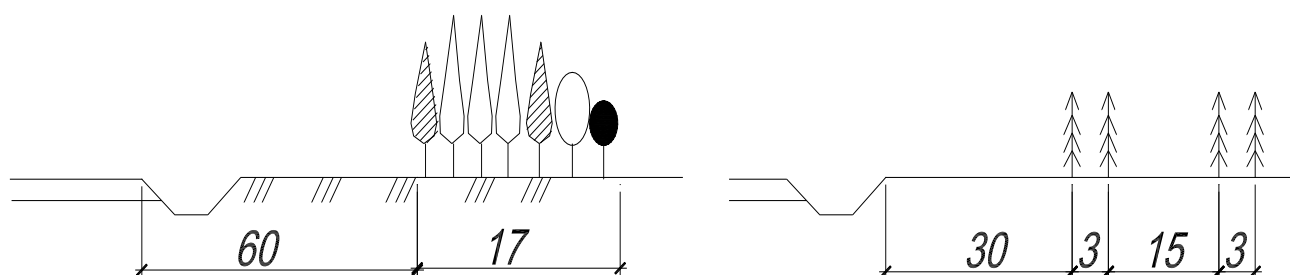
В)



Г)



Д)



Е)

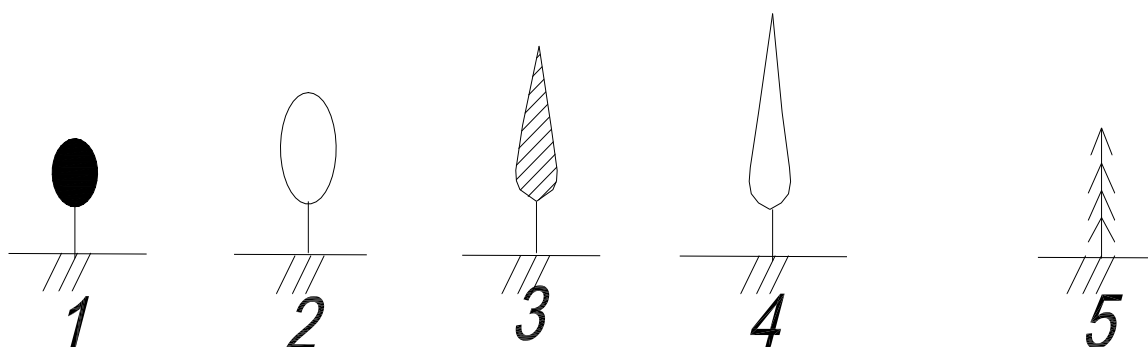
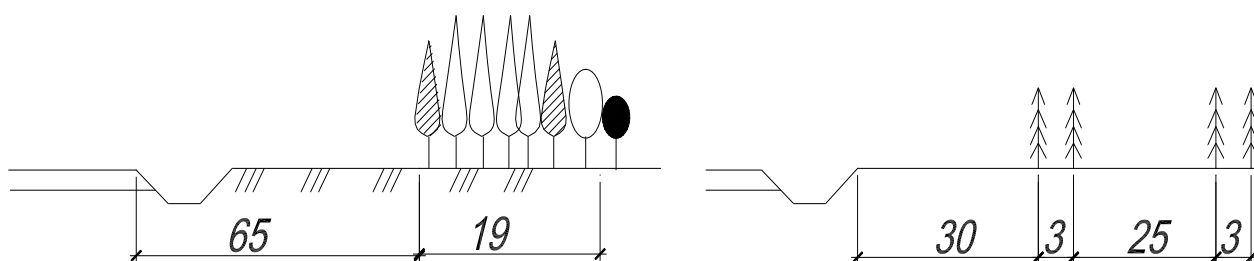


Рисунок 6.1 – Типовые схемы снегозащитных насаждений автомобильных дорог

А – при объёме снеготранспорта до  $25 \text{ м}^3/\text{м}$ ; Б – до  $50 \text{ м}^3/\text{м}$ ; В – до  $75 \text{ м}^3/\text{м}$ ; Г – до  $100 \text{ м}^3/\text{м}$ ; Д – до  $125 \text{ м}^3/\text{м}$ ; Е – до  $150 \text{ м}^3/\text{м}$

1 – кустарники низкие; 2 – кустарники высокие и средние; 3 – деревья второй и третьей величины; 4 – деревья первой величины; 5 – ёлочные.

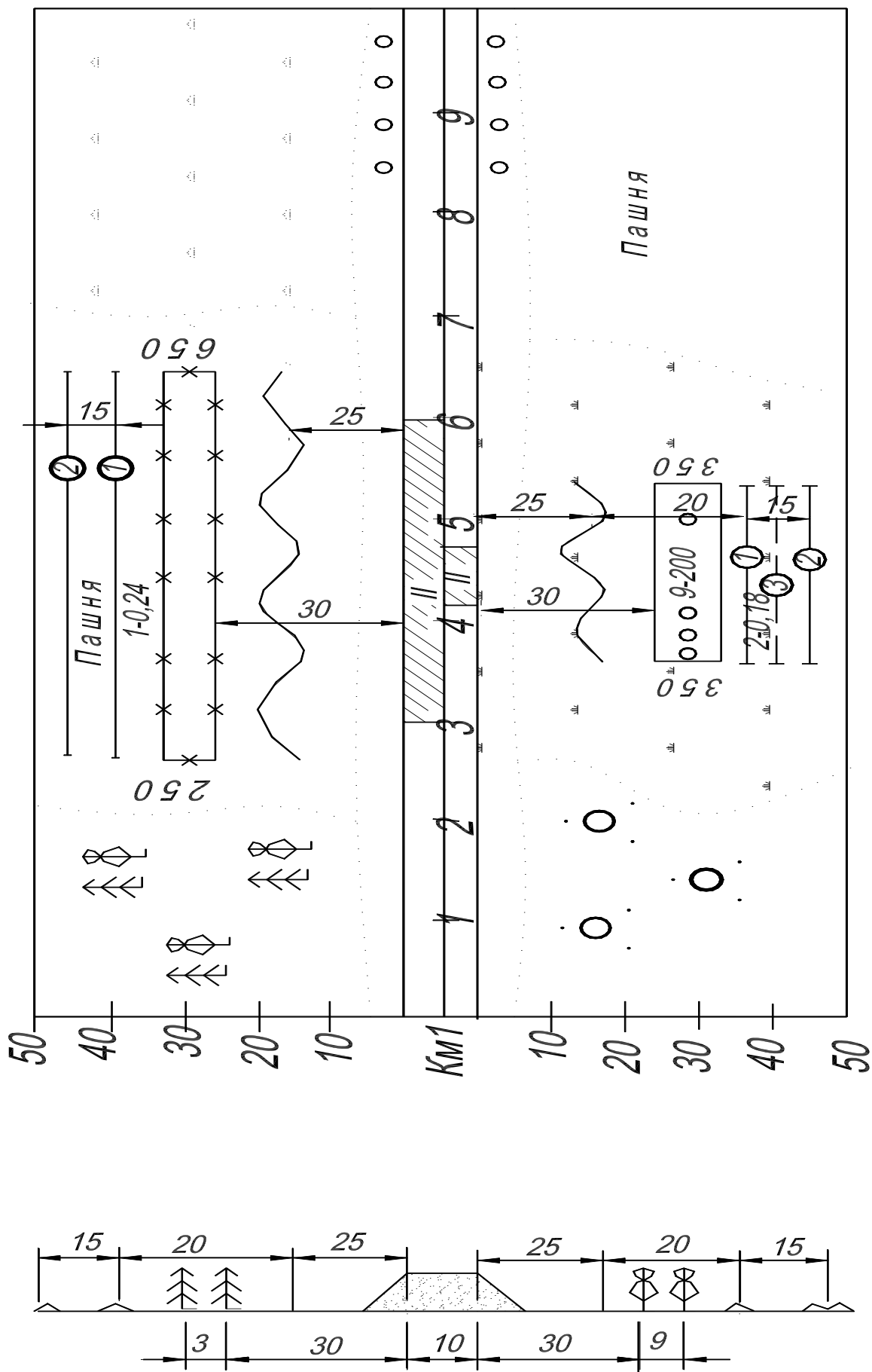


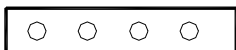


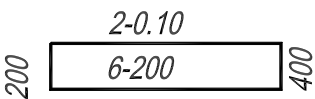
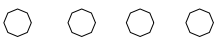








Рисунок 6.2 – Линейный график проектируемых снегозадерживающих насаждений

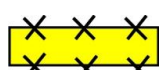
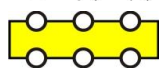
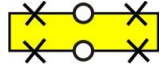




## Условные обозначения к рисунку 6.2

	– незаносимые снегом участки дорог;
	– заносимые снегом участки дорог;
	– проектируемые насаждения из лиственных пород;
	– насаждения из хвойных и лиственных пород;
	– двухрядная живая изгородь;
	<p>200 – начало посадок;</p> <p>2 – номер участка;</p> <p>0,10 – площадь участка, га;</p> <p>6 – ширина полосы, м;</p> <p>200 – протяжённость посадок, м;</p> <p>I,II – категория снегозаносимости дороги;</p> <p>H-0,5 – насыпь высотой 0,5 м;</p> <p>B-1,0 – выемка глубиной 1,0 м;</p>
	– существующая декоративная посадка;
	– решётчатые щиты;
	– снежные траншеи.


### Категории снегозаносимости:

- |   |   |
|---|---|
|  | - I категория – сильнозаносимый участок;  |
|  | - II категория – среднезаносимый участок; |
|  | - III категория – слабозаносимый участок; |
|  | - IV категория – незаносимый участок.     |



### Снегозадерживающие насаждения

- |   |   |
|---|---|
|    | – еловые изгороди;  |
|    | – древесно-кустарниковые полосы;                          |
|    | – хвойно-лиственные полосы;                               |
|    | – полоса зарослей кустарника шириной до 100 м (ЗК);       |
|    | – полоса лиственного леса шириной до 100 м (ПЛЛ);         |
|   | – полоса хвойного леса шириной до 100 м (ПХЛ);            |
|  | – полоса хвойно-лиственного леса шириной до 100 м (ПХЛЛ). |

### Боковая ситуация

- |   |                            |
|---|----------------------------|
|  | – пашня;                   |
|  | – выгон (пастбище);        |
|  | – луг;                     |
|  | – сад;                     |
|  | – населённый пункт;        |
|  | – лес;                     |
|  | – кустарник;               |
|  | – декоративные насаждения. |

### Временные средства снегозащиты

- |   |   |
|---|---|
|  | – временные снегозадерживающие преграды из планочных щитов и синтетических сеток; |
|  | – снежные траншеи.  |

## Искусственные сооружения



– мосты и путепроводы;



– трубы одноочковые круглые;

## Места складирования ПСС



– места складирования ПСС в небольших объемах;



– склады для хранения ПСС в больших объемах.

Таблица 6.2

№ п/п	Местоположение участка				Расстояние от бровки земполотна	Количество рядов	Главные древесные и кустарниковые породы	Схема размещения посадочных мест	Потребность в посадочном материале, тыс. шт.	Площадь, занимаемая под посадки, га	Породы проектируемых насаждений
	сторона а/д	начало	окончание	протяженность, м							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Всего:

левая сторона

правая сторона

Учитывая, что снегозадерживающие насаждения вступают в работу через 5-6 лет, снегозаносимые участки следует оснастить на этот период временными снегозадерживающими устройствами – переносными щитами и снежными траншеями.

### **6.2 Защита дорог от снежных заносов с помощью переносных щитов**

Переносные щиты применяются в качестве самостоятельного средства защиты от снежных заносов и как средство усиления посадок. Они также применяются и на участках, где снегозащитные насаждения еще не вступили в работу.

В климатических условиях Беларуси необходимо применять планочные щиты 1-4 типов с общей просветностью 50% и просветностью нижней части 60, 70% в соответствии с рисунком 6.3



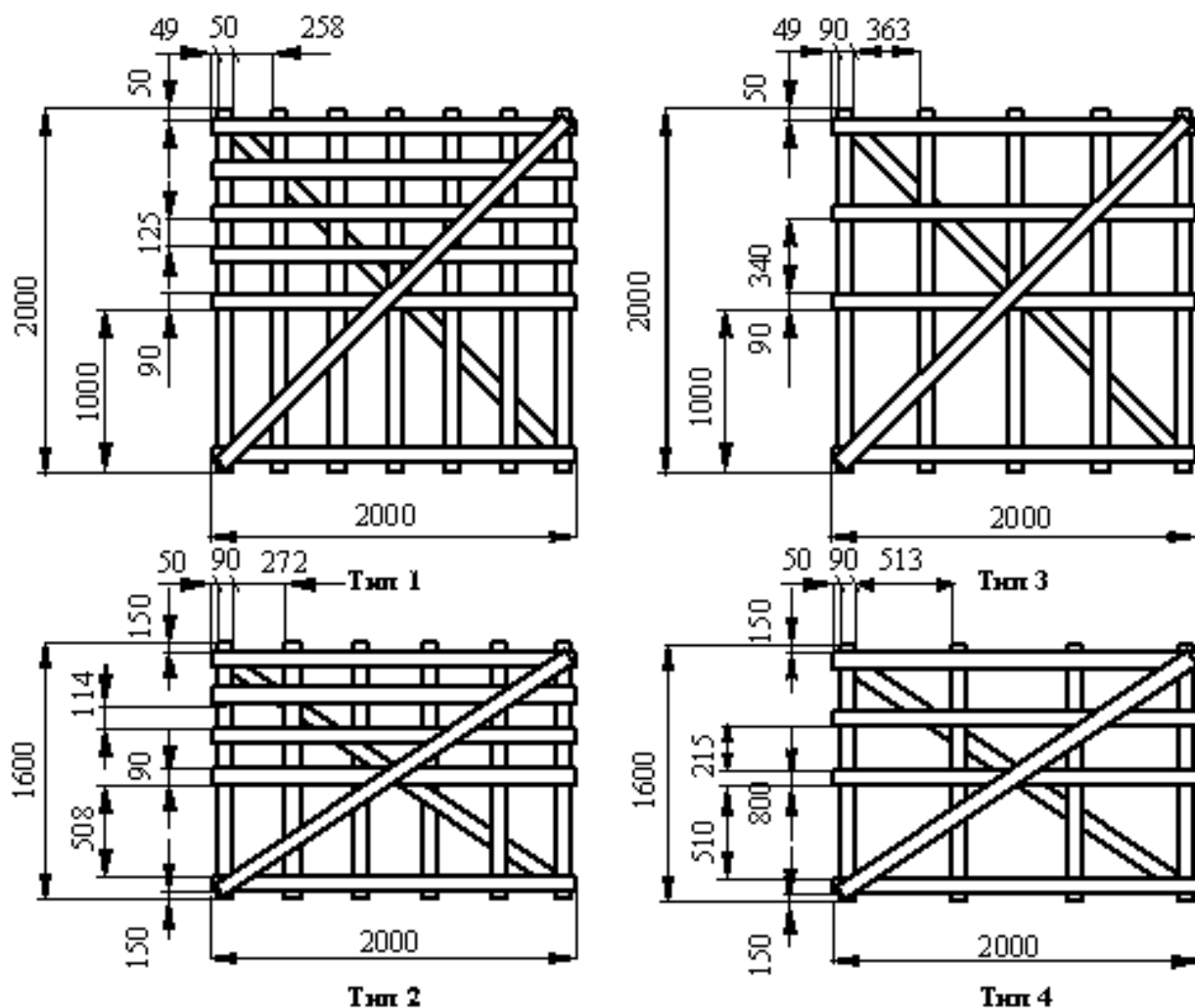


Рисунок 6.3 – Переносные решетчатые щиты с неравномерным заполнением тип 1; тип 2, тип 3, тип 4

Щиты обычно устанавливают сплошной линией параллельно оси дороги, привязывая их к кольям.

Для обеспечения требуемой прочности вертикальные щитопанки изготавливают толщиной 15-16 мм, а горизонтальные и диагональные – 12-13 мм, шириной 90-95 мм. Щиты привязывают к кольям диаметром 60-80 мм так, чтобы просвет от поверхности земли или растительности составлял 50 мм.

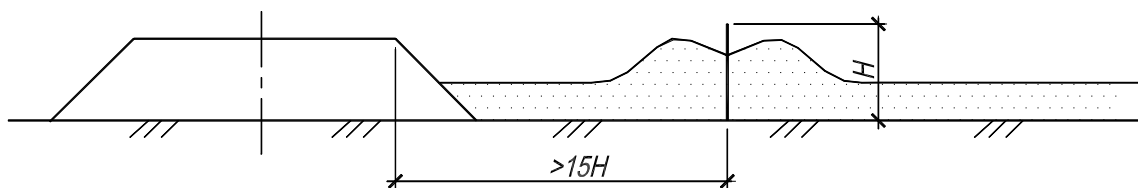
Для установки кольев в грунте просверливают отверстия глубиной 0,5-0,7 м с помощью ямобура. После установки кольев ямки засыпают грунтом и уплотняют.

На средне- и слабозаносимых участках дорог, а также при недостатке щитов можно устанавливать с разрывом 2 м через каждые три щита.

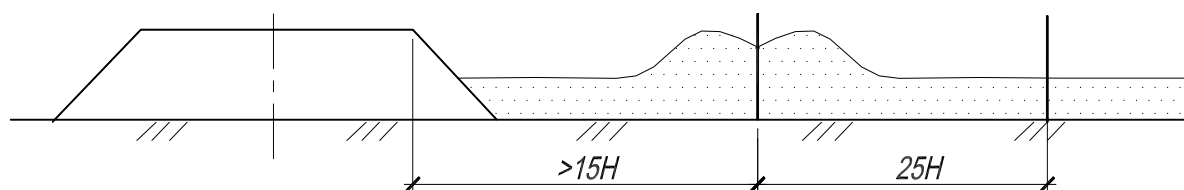
Перестановку на вершину снежного вала или подъем щитов по кольям производят, когда высота снежного вала достигает уровня высоты щита или когда слой снега непосредственно у линии щитов достигает 50 см.

При перестановке щиты снимают и устанавливают на некотором расстоянии в сторону поля (рисунок 6.4).

По окончании зимы щиты и кольца собирают и складывают в полосе отвода.



1-я перестановка



2-я перестановка

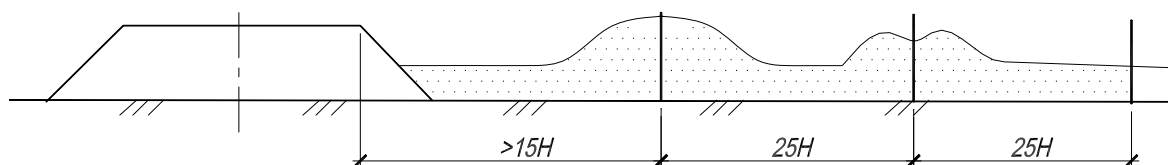


Рисунок 6.4 – Перестановка щитов

При расчете временных снегозащитных устройств принимают средние объемы снегоприноса.

Снегоемкость однорядных решетчатых щитов определяют по формуле

$$W_{щ} = 9H^2, \text{ м}^3/\text{м} \quad (6.10)$$

а многорядных – по формуле

$$W_{щ} = K_p (n-1)HL + 9H^2, \quad (6.11)$$

где  $H$  – высота щита, м;  $K_p$  – коэффициент заполнения снегом пространства между рядами  $K = 0,6 \dots 0,8$ ;  $n$  – число рядов щитов;  $L$  – расстояние между рядами, м,  $L = 20 \dots 30 H$ .

Ближайший ряд щитов должен быть расположен на расстоянии  $15-20 H$  от земляного полотна.

Сравнивая объемы снегоприноса слева и справа от дороги и снегоемкость щитовой защиты, определяют необходимое число рядов щитов, которые необходимо установить параллельно дороге по обеим ее сторонам.

### 6.3 Защита дорог от снежных заносов с применением синтетических сеток

При объемах снегоприноса до  $75 \text{ м}^3/\text{м}$  допускается применение снегозадерживающих преград, устраиваемых из синтетических сеток (рисунок 6.5).

Просветность синтетических сеток должна быть не более 50%.

Высота синтетических сеток должна быть 1,6 м. Материалы, из которых изготовлены сетки должны обеспечивать их работу без деформаций и разрушений при температурах до минус  $40^\circ\text{C}$ .

Если средний объем снегоприноса окажется больше снегоемкости щитовой защиты, то следует применять комбинированную защиту, то есть использовать для защиты дорог от снежных заносов переносные щиты и снежные траншеи (рисунок 6.6).

Дополнительный объем снега  $\Delta Q$ , который следует задержать определяют по формуле:

$$\Delta Q = Q_{cp} - W_{щ}, \quad (6.12)$$

где  $Q_{cp}$  – средний объем снегоприноса,  $\text{м}^3/\text{м}$ ;  $W_{щ}$  – снегоемкость щитовой защиты.

Места установки щитов обозначают на рисунке 6.2. Данные расчеты сводят в ведомость (таблица 6.3). Для защиты дороги от дополнительного снегоприноса или при невозможности поднятия щитов осуществляют установку преград из бортовых колец на вершину снежного вала, пропашу снежных траншей.

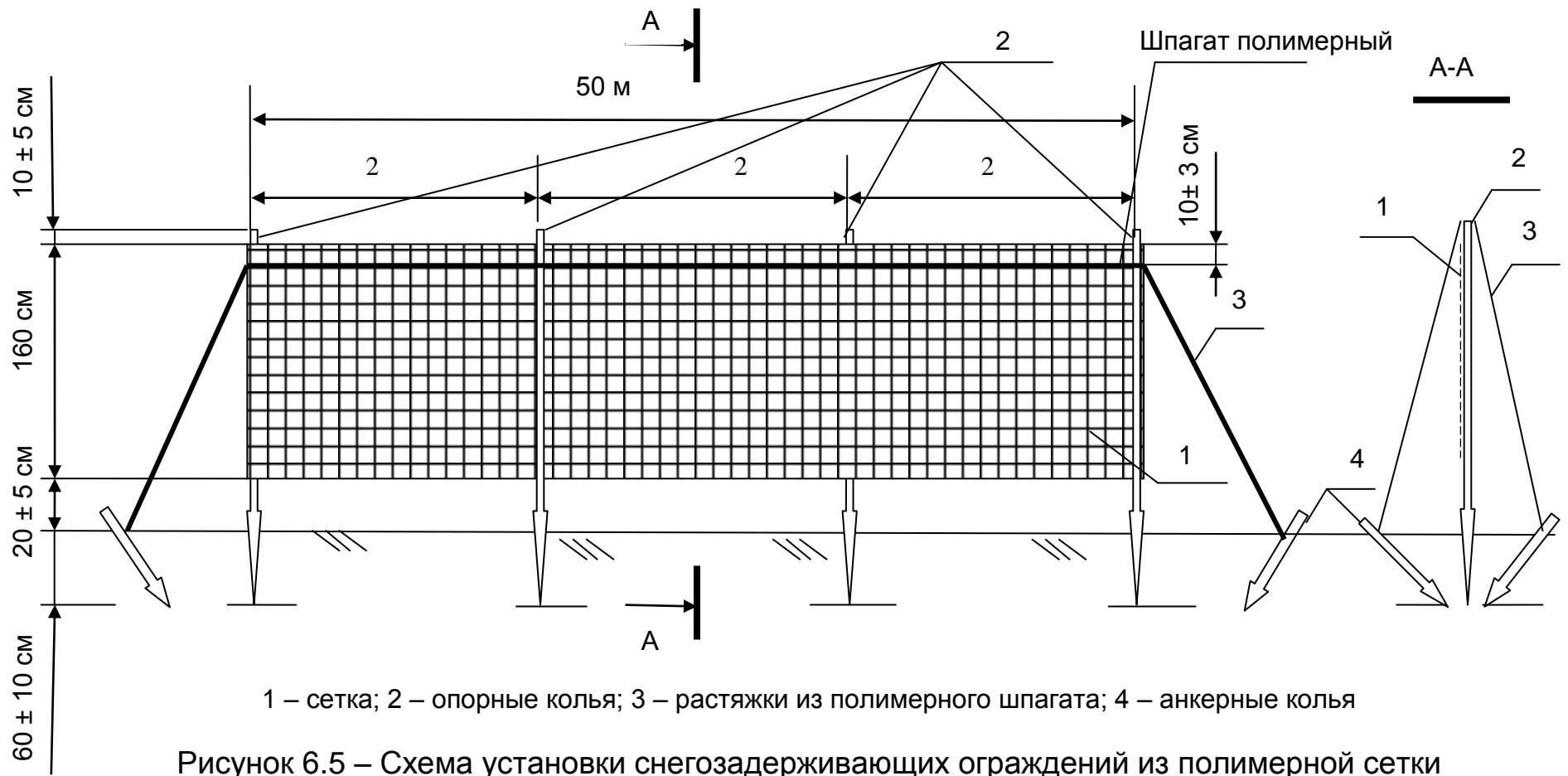
Таблица 6.3

№ п/п	Местоположение участков				Расстояние от щитов до бровки зем-полотна, м	Объем снегоприноса, $\text{м}^3/\text{м}$	Тип щитов	Число рядов щитов	Количество щитов, шт.	Количество колец, шт.	Примечание
	сторон в а/д	начало	окончание	протяженность, м							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Всего слева:

Всего справа:

Итого:



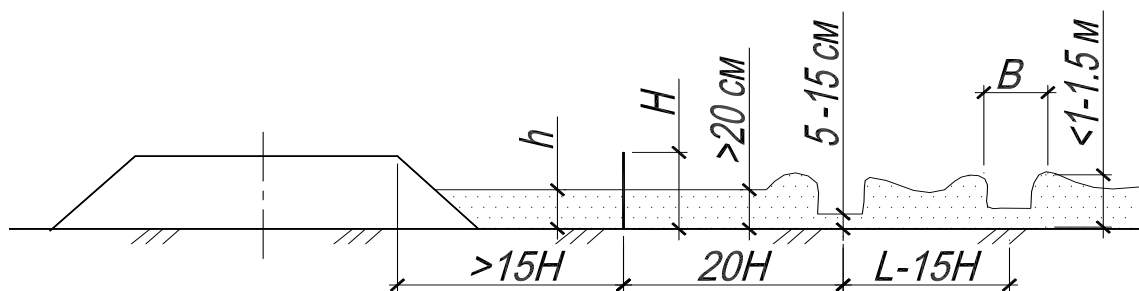


Рисунок 6.6 – Устройство комбинированной защиты

#### 6.4 Защита дорог от снежных заносов с применением снежных траншей

Снежные траншеи следует устраивать при высоте снежного покрова более 20 см. Оптимальное расстояние между осями траншей, устраиваемых бульдозерами, составляет 12-15 м, а двухотвальными плужными снегоочистителями – 20 м. Одновременно необходимо устраивать не менее трех траншей.

Первую со стороны дороги траншею при отсутствии других средств снегозащиты размещают не ближе 25 м от бровки земляного полотна. Если траншеи служат дополнительным средством снегозащиты, то первую траншею устраивают со стороны поля по вершине собранного снежного вала, если его высота не превышает 1 м, или рядом с валом при высоте снежного покрова 30-40 см.

После заполнения траншей снегом до половины глубины производят их восстановление по старому следу. При этом толщина снега по дну траншей для исключения повреждения посевов озимых должна быть не менее 5 см. При толщине снежных отложений 1,0-1,5 м устраивают новые траншеи между занесенными снегом или параллельно им.

Объем снега, задерживаемый одной траншеей, определяют по формуле

$$W_T = 10h_n^2 + 2Bh_n, \quad (6.13)$$

где  $h_n$  – толщина снежного покрова, м;  $B$  – ширина траншеи, м.

Снегоемкость многорядных траншей определяют по формуле

$$W_{м.т.} = 0,5(Bh_n + L\sqrt{B \cdot h_n}), \quad (6.14)$$

где  $L$  – расстояние между траншеями ( $L=10...15$  м).

Необходимое число траншей для защиты дорог от заносов определяют по формуле

$$n = Q_{ср} / W_{т.м.} \quad (6.15)$$

Дальнейшие расчеты по определению числа траншей слева и справа от дороги заносят в таблицу 6.4 и обозначают на рисунке 6.2.

Необходимое количество бульдозеров для прокладки траншей может быть определено по формуле

$$N_b = (L \cdot n \cdot P_n) / (V_p \cdot K_i \cdot t_b) \quad (6.16)$$

где  $L$  – общая длина участков, на которых прокладывают траншеи, км;  $n$  – число одновременно прокладываемых траншей, не менее трех;  $P_n$  – количество проходов бульдозера по одной и той же траншее, не менее 2-3;  $V_p$  – рабочая скорость бульдозера,  $V_p = 5 \dots 10$  км/ч;  $K_i$  – коэффициент использования бульдозера во времени,  $K_i = 0,7$ ;  $t_b$  – возможное время работы по прокладке траншей в течение промежутка между метелями. Принимают для I и II-й зоны – 48 часов; для III и IV зоны – 72 часа.

Таблица 6.4 – Ведомость размещения снежных траншей на а/д .....

№ п/п	Местоположение участка				Расстояние от бровки земполотна, м	Объем снегоприноса, м <sup>3</sup> /м	Число рядов траншей	Общая длина траншей, км	Примечание
	сторона а/д	начало	окончание	протяженность, м					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Всего:

слева:

справа:

Опорные кольца (диаметр 50-30 мм, высота 2,4-2,6 м) устанавливаются с шагом 2 м. Установку опорных колец рекомендуется производить в осенний период до замерзания грунта.

К опорным кольям сетка крепится стяжными хомутами в количестве 4 шт. на каждый кол. Верхний и нижний хомуты устанавливаются на расстоянии 5 см от краев сетки, два оставшихся - на расстоянии 50 см от них.

Перед креплением сетки к каждому из колец производится натяжение сетки.

Полимерный шпагат закрепляется узлом на первом опорном коле участка, протягивается на расстоянии 7-13 см от верха сетки с продеванием в ячейки сетки с интервалом 30-40 см, натягивается, оборачивается вокруг каждого опорного кола и закрепляется узлом на последнем опорном коле. Схема установки полимерного шпагата в ограждение приведена на рисунке 6.7.

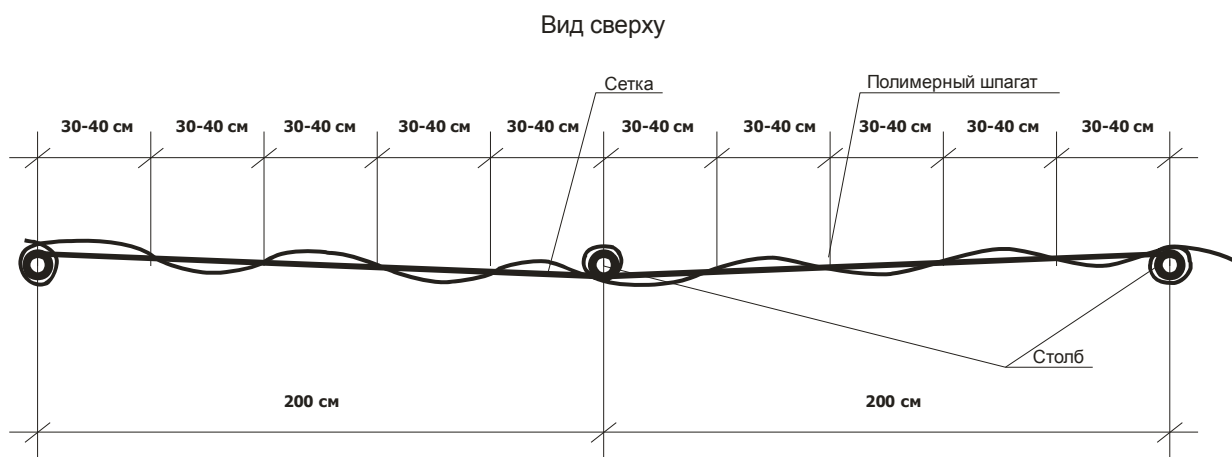


Рисунок 6.7 – Схема установки полимерного шпагата в ограждение

При установке сетки необходимо произвести установку растяжек на крайних кольях участка с целью надежной фиксации и натяжения сетки. Растяжки устраиваются из полимерного шпагата и крепятся к анкерным кольям, которые забиваются в землю с помощью кувалды. Протяженность участка - не более 50 м.

Снегозащита из сеток должна иметь в плане вид прямой или плавной кривой линии, без изломов и резких изгибов, нижняя часть сеток располагается на высоте  $20 \pm 5$  см над уровнем земли. Сетки по возможности следует ставить по верху возвышений на местности.

В местностях ее слабоинтенсивными метелями (при объемах снегоприноса менее  $50 \text{ м}^3/\text{л.м}$ ) допускается устраивать преграды из сеток с разрывами шириной, равной 2,0 м, и не чаще чем через 6,0 м.

Расстояние установки преград из сеток от бровки земляного полотна следует принимать 15-20 их высотам.

## 7 ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ И ЛИКВИДАЦИИ ЗИМНЕЙ СКОЛЬЗКОСТИ

Главным требованием при проведении работ по предупреждению и ликвидации зимней скользкости является своевременное и качественное распределение противогололедных материалов с соблюдением норм и сроков очистки.

Таблица 7.1 – Основные виды зимней скользкости, образующейся под действием осадков и знакопеременных температур

Виды зимней скользкости, в т.ч. прогнозируемый	Агрегатное состояние осадков	Процесс образования	Очередность обработки покрытия ПГМ
1	2	3	4
Гололед *	жидкое	замерзание дождя, воды или мороси	профилактическая основная
Иней *	парообразное	намерзание тумана на охлажденном покрытии	профилактическая основная
Изморозь *	парообразное	замерзание переохлажденного тумана	профилактическая основная

Продолжение таблицы 7.1

1	2	3	4
Снежный накат		уплотнение рыхлого снега	основная
Снежно-ледяной накат		Замерзание переувлажненного снега	основная
*Три первых вида зимней скользкости далее по тексту объединены под одним названием - гололед			

Наиболее вероятными условиями образования гололеда на дорожном покрытии являются следующие:

- температура воздуха от минус 2°С до минус 12°С;
- относительная влажность воздуха от 83 % до 100 %;
- точка росы от минус 3°С до минус 14°С;
- температура поверхности покрытия от минус 2°С до минус 11°С.

Наиболее вероятными условиями образования инея на дорожном покрытии являются следующие:

- температура воздуха от +1°С до минус 7°С;
- относительная влажность воздуха от 86 % до 100 %;
- точка росы от 0°С до минус 8°С;
- температура поверхности покрытия от 0°С до минус 8°С.

Гололед - наиболее опасный вид зимней скользкости.

Рыхлый снег на покрытии образуется во время снегопадов и метелей. В зависимости от содержания влаги снег может быть сухим, влажным и мокрым. С увеличением влажности и повышением температуры воздуха плотность рыхло снега возрастает от 0,07 до 0,2 г/см<sup>3</sup>.

Для определения в зимний период температуры покрытия  $T_n$  следует использовать следующую зависимость

$$T_n = 0,9126 \cdot T_g + 1,0618, \quad (7.1)$$

где  $T_g$  - температура воздуха, С°.

При несвоевременной россыпи ПГМ и снегоочистке рыхлый снег под действием колес автотранспорта превращается в снежный накат. Наиболее интенсивно снег уплотняется при температуре воздуха, близкой к 0°С. Плотность снежного наката составляет 0,2-0,4 г/см<sup>3</sup>.

Снежно-ледяной накат представляет собой спрессованный слой снега с прослойками льда или обледенелые на всю толщину снежные отложения. Толщина снежно-ледяного наката не одинакова и может превышать 5 см. Плотность таких отложений 0,5-0,7 г/см<sup>3</sup>.

Трудоемкость работ по борьбе с гололедицей зависит от частоты, интенсивности и продолжительности снегопадов, метелей и обледенения дорог, а также температуры воздуха при таких явлениях.

Исходя из этих показателей, на территории республики выделено четыре района, различающихся по условиям борьбы с зимней скользкостью (рисунок 7.1).



Среднее число случаев образования гололедицы за зимний период в выделенных районах приведено в таблице 7.2.

Таблица 7.2

Район	Часть территории Беларуси	Среднее число случаев зимней скользкости по причине		Всего	Продолжительность снегопадов, $t_c$ , ч
		гололеда, $n_e$	снегопадов и метелей, $n_c$		
I	Юго-западная	15	30	45	6
II	Южная и западная	20	35	55	6
III	центральная	25	40	65	6
IV	Восточная и северная	20	40	60	5

В 95% случаев максимальная продолжительность выпадения снега на всей территории республики не превышает 16 часов. Температура воздуха во время снегопадов, как правило, находится в пределах минус 5-6°C, ее минимальное значение – минус 14°C.

Средняя толщина разовых снежно-ледяных отложений в пересчете на воду в I, II, III и IV районах равна, соответственно, 0,7; 0,9; 1,2 и 1,1 мм, а их наибольшее значение не превышает 5 мм.

Исходя из числа случаев зимней скользкости, ее продолжительности, температуры воздуха и толщины снежно-ледяных отложений, рассчитывают количество посыпок дорог, нормы распределения технической соли, потребность в ПГМ и сроки выполнения работ.

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

При химическом способе распределяют чистые ПГМ в кристаллическом (техническая соль, хлористый кальций и др.) или жидком (рапа, пластовые воды и др.) виде.

Химико-фрикционный способ предусматривает смешивание кристаллических ПГМ с инертными (песком, отсевом от камнедробления, мелким гравием и др.) в количестве, обеспечивающем распределение ПГМ, как и при химическом способе. При химико-фрикционном способе происходит более интенсивное разрушение гололедной пленки и снежно-ледяного наката и повышается коэффициент сцепления. Химико-фрикционный способ на основе технической соли необходимо применять при температуре воздуха до минус 15°C.

При фрикционном способе используют инертные материалы, повышающие коэффициент сцепления, но не ликвидирующие зимнюю скользкость. Для предотвращения смерзания инертные материалы смешивают с (5±1)% технической соли. Такую смесь целесообразно применять при температуре воздуха ниже минус 15°C, а также вблизи источников хозяйственного и питьевого водоснабжения, в водоохраных зонах рек и водоемов.

Технология работ по предупреждению зимней скользкости предусматривает проведение следующих операций:

- профилактическую (превентивную) обработку покрытий противогололедными материалами (ПГМ) до образования гололеда или в начале снегопада, чтобы предотвратить образование зимней скользкости или исключить примерзание снега к покрытию;

- плавление снежно-ледяных образований с помощью химических материалов;

- удаление снежных и ледяных образований с покрытий дорог и обочин;

- обработку снежно-ледяного наката фрикционными материалами для повышения коэффициента сцепления.

В первую очередь борьбу с зимней скользкостью необходимо проводить на участках с необеспеченной видимостью, крутыми уклонами и кривыми малого радиуса, на пересечениях в одном уровне, искусственных сооружениях и подходах к ним, в населенных пунктах, на остановочных площадках и во всех других местах, где особенно часто возможно экстренное торможение.

Профилактической обработке покрытий и свежеснег выпавшего снега необходимо уделять первостепенное значение, т.к. при образовании гололеда резко возрастает число ДТП.

Профилактическую обработку необходимо производить при:

- ожидаемом выпадении дождя на переохлажденное покрытие;

- прогнозируемом резком понижении температуры (от положительной до минус 1°С в ближайшие 2-6 часов) и мокром покрытии или начале дождя;

- измороси;

- инея;

- образовании гололеда на дорожном покрытии.

Технология работ по предотвращению образования снежно-ледяного наката во время снегопадов предусматривает следующие этапы: выдержку, обработку свежеснег выпавшего снега ПГМ, интервал, очистку покрытия от снега.

Для реализации указанных способов необходимо использовать следующие реагенты: техническую соль Солигорских калийных комбинатов (ТУ 2152-005-00-20-9527), хлористый кальций чешуированный и порошкообразный, хлористый кальций фосфатированный – ХКФ, рапу хлоридов натрия и калия Солигорских калийных комбинатов, пластиковые воды Речицкого месторождения нефти и другие противогололедные материалы, отвечающие требованиям СТБ 1158.

Основным химическим реагентом для предупреждения образования и ликвидации зимней скользкости на дорогах Республики является техническая соль Солигорских калийных комбинатов (галитовые отхо-

ды), которая содержит не менее 90% хлористого натрия, не более 4,5 хлористого калия, 1,2 сернокислого кальция, 0,3 хлористого магния и 4-6% нерастворимого в воде остатка. Техническая соль транспортируется в насыпном виде без тары при положительной температуре воздуха железнодорожным и автомобильным транспортом.

При влажности более 3% техническая соль слеживается при положительной температуре воздуха и смерзается при отрицательной и не-технологична. Поэтому перевозить техническую соль железнодорожным транспортом необходимо при положительной температуре воздуха.

Для предотвращения слеживания и смерзания техническую соль в течение 1-5 дней после получения необходимо:

- высушивать до влажности, не превышающей 3%, или обрабатывать противослеживающими реагентами, например, «Антислеживатель» (ТУ РБ 37329551.001) и др., хранить в складах закрытого типа или под навесом. При хранении на открытых площадках соль должна быть обработана или укрыта влагонепроницаемыми материалами;

- смешивать с песком или другими фрикционными материалами в соотношении соль:песок от 1:1 до 1:4;

- смешивать с 4-7% хлористого кальция порошкообразного или 7-12% хлористого кальция чешуированного.

Для уменьшения коррозии металлов автомобилей в твердые и жидкие добавляют ингибиторы.

Для каждой дороги должны быть установлены директивные сроки обработки покрытия противогололедными материалами (ПГМ).

Таблица 7.3

Район	Часть территории Беларуси	Среднее количество посыпок за зиму (П <sub>н</sub> )	Средняя отрицательная температура воздуха, °С (Т)	Средняя толщина снежно-ледяных отложений, мм (h)	Средняя плотность снежно-ледяных отложений, г/см <sup>3</sup> (g)	Норма распределения технической соли, т/1000 м <sup>2</sup> , при борьбе со снежно-ледяными отложениями (N)	Потребность в технической соли (песке), т/км (M)	
							всего	в т.ч. для ликвидации гололеда
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	Юго-западная	60	6	0,7	0,4	0,018	7,6	3,9
II	Южная и западная	70	7	0,9	0,4	0,025	12,3	5,2
III	Центральная	85	7	1,2	0,3	0,025	14,9	6,5
IV	Восточная и северо-восточная	80	8	1,1	0,3	0,026	14,6	5,2

Расчет потребности в технической соли ( $M$ ), производят по формуле

$$M = N \cdot B_p \cdot P_n \cdot L, \quad (7.2)$$

где  $N$  – норма распределения технической соли, т/1000 м<sup>2</sup>;  $B_p$  – ширина распределения ПГМ, м. Определяется с учетом ширины проезжей части, полос уширения, остановочных площадок или принимается равной 7 м для дорог с двухполосным движением;  $P_n$  – количество посыпок за зимний период;  $L$  – протяженность обслуживаемого участка дороги, приведенной к 7 м, км.

Нормы распределения технической соли ( $N$ ) в т/1000 м<sup>2</sup> рассчитывают по формуле

$$N = 0,005 + 0,008 \cdot T \cdot h \cdot q, \quad (7.3)$$

где  $T$  – средняя отрицательная температура воздуха за зимний период по модулю, °С (таблица 7.3);  $h$  – средняя толщина разовых снежно-ледяных отложений в пересчете на воду, мм (таблица 7.3);  $q$  – средняя плотность снежных и ледяных отложений, г/см<sup>3</sup>. Принимается равной в I и II районах – 0,4 г/см<sup>3</sup>; в III-IV – 0,3 г/см<sup>3</sup> и для льда – 0,8 г/см<sup>3</sup>.

Количество посыпок за зимний период рассчитываем по формуле

$$P_n = P_e + P_c \cdot \left( \frac{t_c}{t_{dur}} \right), \quad (7.4)$$

где  $P_e$  – число случаев гололеда (таблица 7.2);  $P_c$  – число случаев снегопадов и метелей (таблица 7.2);  $t_c$  – продолжительность снегопадов, ч (таблица 7.2);  $t_{dur}$  – директивные сроки, в течение которых необходимо ликвидировать зимнюю скользкость, ч (таблица 7.2).

При образовании гололедицы борьбу с ней необходимо вести, посыпая дорогу смесью технической соли с фрикционными материалами, содержание которых должно быть не менее 30%. Нормы расхода смеси ( $N_{см}$  в г/м<sup>2</sup>) рассчитываем по формуле

$$N_{см} = 100 \frac{N}{N_{\phi}}, \quad (7.5)$$

где  $N$  – норма распределения технической соли, рассчитанная по формуле 6.2, г/м<sup>2</sup> или т/1000 м<sup>2</sup>;  $N_{\phi}$  – фактическое содержание технической соли в смеси, %.

При минимальной плотности насыпки 100 г/м<sup>2</sup> для распределения 20 г/м<sup>2</sup> технической соли необходимо приготовить смесь технической соли с песком в соотношении 1:4, а для распределения 30 г/м<sup>2</sup> необходимо приготовить смесь в соотношении 1:2. Для распределения 50 г/м<sup>2</sup> необходимо приготовить смесь в соотношении 1:1.

При расчете следует руководствоваться 50%-м содержанием песка в смеси. Тогда потребность в заготовке песка будет аналогична потребности в технической соли.

Усредненные нормы распределения хлоридов приведены в таблице 7.4.

Таблица 7.4

ПГМ	Гололед				Снежно-ледяной накат				Рыхлый снег			
	Усредненные нормы распределения чистых хлоридов, г/м <sup>2</sup> , при отрицательной температуре воздуха, °С											
	0-5	6-10	11-15	16-20	0-5	6-10	11-15	16-20	0-5	6-10	11-15	16-20
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Техническая соль (соль сильвинитовых отвалов, галитовые отходы)	30	50	75	-	25	35	60	-	15	25	35	-
Чешуиrowанный хлористый кальций, ХКФ	30	60	80	100	25	40	65	80	20	30	40	50
Смесь технической соли с хлористым кальцием (88:12)	25	50	75	-	20	40	65	-	15	25	40	-
Рапа, природные рассолы, пластовые воды, концентрированные растворы хлористонариевого состава	170	240	-	-	140	170	-	-	100	120	-	-
Пластовые воды и концентрированные растворы хлористо-кальциевого состава	140	180	220	260	100	130	160	200	80	100	130	160

**Примечания:**

1. Нормы рассчитаны при толщине слоя льда 1 мм: снежно-ледяного наката – 1см; рыхлого снега – 2 см.

2. Прочерк обозначает, что при такой температуре воздуха применять данное химическое вещество нельзя.

3. Чешуиrowанный хлористый кальций целесообразно применять при температуре воздуха от минус 15 до минус 35°С.

Время, необходимое для обработки 1 км покрытия противогололедными материалами для конкретных распределителей, рассчитывают по формуле

$$T_{np} = \left[ \left( N \cdot B \cdot \frac{t_3}{Q} + \frac{1}{V_p} \right) + L_{ck} \cdot N \cdot \frac{B}{8Q} \cdot \left( \frac{1}{V_1} + \frac{1}{V_2} \right) \right] : K_p, \quad (7.6)$$

где  $N$  – норма распределения ПГМ, т/1000 м<sup>2</sup>;  $B$  – ширина распределения материала, м;  $t_3$  – время загрузки одного распределителя, час;  $V_p$  – скорость движения распределителя при посыпке дороги, км/ч;  $Q$  – грузоподъемность распределителя, т;  $L_{ck}$  – расстояние между складами (пескобазами), км;  $V_1$  – скорость движения распределителей с гру-

зом, км/час;  $V_2$  – скорость движения распределителей без груза, км/час;  $K_p$  – коэффициент использования рабочего времени,  $K_p = 0,7$ .

Таблица 7.5 – Характеристика распределителей

Марка распределителя	Грузоподъемность распределителя, т	Скорость движения с грузом, км/ч	Скорость движения без груза, км/ч	Время загрузки одного распределителя, ч	Ширина распределения материала, м	Скорость движения при посыпке дорог, км/ч
КДМ-130	4,0	50	60	0,1	7	25
КО-104	3,5	50	60	0,1	7	20
ЭД-403	4,5	50	60	0,1	7	40

Базы для хранения противогололедных материалов (рисунок 7.2) рекомендуется размещать для дорог I категории через 20 км, для остальных дорог – через 40-50 км.

Нормы расхода противогололедных материалов на опасных участках увеличиваются в два раза.

Анализируя план и продольный профиль, опасные участки вносят в ведомость (таблица 7.6) и определяют их общую длину.

Таблица 7.6 – Ведомость участков дорог, подлежащих первоочередной обработке противогололедными материалами

Адрес участка		Наименование опасного участка	Площадь участка, м <sup>2</sup>	Расход песчано-соленой смеси, кг	
начало	конец			при гололеде, при норме $q$ , г/м <sup>2</sup>	при снегопаде, при норме $q$ , г/м <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6

При наличии вдоль дороги нескольких баз хранения противогололедных материалов определяют границы действия каждой базы.

Для этого в масштабе вычерчивают схему дороги и подъездов от баз. Затем под углом 45° к горизонтальной линии проводят лучи от места положения баз до их взаимного пересечения между смежными базами. Проекции точек пересечения лучей на ось дороги и будут являться границами действия баз. Для каждой базы в пределах границ ее действия рассчитывают требуемое количество машин-распределителей противогололедных материалов (рисунок 7.3).

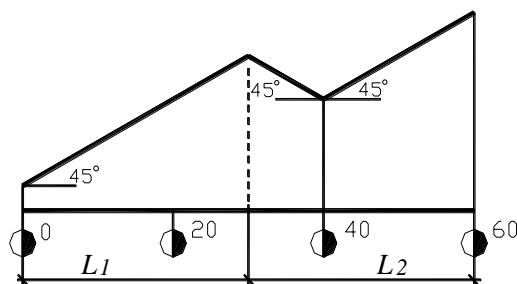


Рисунок 7.3 – Определение границ действия баз

Необходимое число распределителей определяют по формуле

$$N_p = \frac{T_{np} \cdot L}{t_{dup}}, \quad (7.7)$$

где  $L$  – длина участка дороги до границы действия базы, км;  $t_{dup}$  – директивное время распределения противогололедных материалов, ч.

Потребность в машинах для всех баз суммируют, определяя необходимое количество машин для всей дороги.

Протяженность участка, обработанного за один рейс распределителя  $l_p$  (км), определяют по формуле

$$l_p = \frac{Q}{N_{cm} \cdot B}, \quad \text{ч} \quad (7.8)$$

где  $Q$  – грузоподъемность распределителя, кг, т;  $N_{cm}$  – норма распределения материала, г/м<sup>2</sup>, т/1000 м<sup>2</sup>;  $B$  – ширина распределения материала, м.

Время на разгрузку одного распределителя определяют по формуле

$$t_p = \frac{l_p}{V_p}, \quad (7.9)$$

где  $V_p$  – скорость движения машины при распределении материала, км/ч.

Число рейсов распределителя для обработки каждого участка с данной базы определяют по формуле

$$n_p = \frac{L_i}{l_p}, \quad (7.10)$$

где  $L_i$  – длина участка дороги, обрабатываемого с данной базы противогололедных материалов, км.

Продолжительность одного рейса распределителя определяют по формуле

$$t_{cp} = t_3 + \frac{l_1}{V_1} + \frac{l_p}{V_p} + \frac{l_2}{V_2}, \quad (7.11)$$

где  $t_3$  – время загрузки машины, ч;  $l_1$  – расстояние от базы до начала места распределения материалов, км;  $l_2$  – расстояние от окончания участка до базы, км;  $l_p$  – длина участка распределения материала, км;  $V_1, V_2$  – скорость груженого и порожнего распределителя, км/ч;  $V_p$  – скорость машины при распределении материала, км/ч.

Данные расчетов сводим в таблицу 7.7.

Таблица 7.7 – Расчет времени работы распределителя  
КДМ 130 № \_\_\_\_\_ при снегопаде

№ п/п	Вид работ	Номер рейса	Маршрут		Расстояние, км	Скорость движения, км/ч	Время работы, ч	
			от пункта	до пункта			на участке	с начала работы
1.	Подготовка распределителя к работе	1	-	-	-	-	0,5	0,5
2.	Погрузка ПСС		-	-	-	-	0,1	0,6
3.	Доставка к месту распределения		база ПСС	км +000	10	50	0,2	0,8
4.	Распределение материала на участке		км 0 +000	км 10 +000	10	25	0,4	1,2
5.	Подъезд к месту погрузки		км 10 +000	база ПСС	20	60	0,33	1,53
6.	Погрузка ПСС	2	-	-	-	-	0,1	1,63
7.	Подвозка к месту распределения		база ПСС	км 10 +000	20	50	0,4	2,03
8.	Распределение смеси		км 10 +000	км 20 +000	10	25	0,4	2,43
9.	Подъезд к месту погрузки		км 20 +000	база ПСС	30	60	0,5	2,93
10.	Погрузка ПСС	3	-	-	-	-	0,1	3,03
11.	Подвозка к месту распределения		база ПСС	км 20 +000	30	50	0,6	3,63
12.	Распределение смеси		км 20 +000	км 30 +000	10	25	0,4	4,03
13.	Подъезд к месту погрузки		км 30 +000	база ПСС	40	60	0,67	4,7

Аналогично определяем время распределения противогололедных материалов на опасных участках (таблица 7.8).

Таблица 7.8 – Расчет времени работы распределителя  
КДМ 130 № \_\_\_\_\_ при  
обработке опасных участков

№ п/п	Вид работ	Номер рейса	Маршрут		Расстояние, км	Скорость движения, км/ч	Время работы, ч	
			от пункта	до пункта			на участке	с начала работы
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Подготовка распределителя к работе	1	-	-	-	-	0,5	0,5
2.	Погрузка ПСС		-	-	-	-	0,1	0,6
3.	Подвозка к месту распределения		база ПСС	км 10 +000	20	50	0,4	1,0
4.	Распределение смеси		км 10 +000	км 12 +000	2	25	0,08	1,08



Продолжение таблицы 7.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5.	Переезд на новый участок		км 12 +000	км 15 +000	3	50	0,06	1,14
6.	Распределение смеси		км 15 +000	км 18 +000	3	25	0,12	1,62
7.	Подъезд к месту погрузки		км 18 +000	база ПСС	28	60	0,47	1,73
8.	Погрузка ПСС	2	-	-	-	-	0,1	1,83
9.	Подвозка к месту распределения		база ПСС	км 18 +000	28	50	0,56	2,39
10.	Распределение смеси		км 18 +000	км 20 +000	2	25	0,08	2,47
11.	Переезд на новый участок		км 20 +000	км 27 +000	7	50	0,14	2,61
12.	Распределение смеси		км 27 +000	км 30 +000	3	25	0,12	2,73
13.	Подъезд к месту погрузки		км 30 +000	база ПСС	40	60	0,67	3,4

Среднее число рейсов одного распределителя за директивное время ликвидации зимней скользкости на каждом участке определяют по формуле

$$n_{cp} = \frac{t_{dup} - t_{on}}{t_{cp}}, \quad (7.12)$$

где  $t_{dup}$  – максимальный срок ликвидации зимней скользкости, ч;  $t_{on}$  – время на оповещение, запуск, прибытие и постановку под отгрузку распределителя, ч,  $t_{on} = 0,4$  ч.

Время на подготовку распределителя должно быть минимальным. Оно зависит от организации службы оповещения, места дежурства распределителей, оборудования их стоянки, но не должно превышать 0,5 часа.

Количество требуемых распределителей на каждом участке равно

$$N_{mp} = \frac{n_p}{K_p \cdot n_{cp}}, \quad (7.13)$$

Количество распределителей, требуемых для ликвидации гололеда на всей дороге, рассчитывают по формуле

$$N_{mp} = \sum_{i=1}^k N_{mp} \cdot i, \quad (7.14)$$

где  $k$  – количество баз хранения противогололедных материалов.

Аналогично определяют потребность в распределителях противогололедных материалов для ликвидации зимней скользкости при снегопадах.

Затем приступают к построению линейного графика производства работ.

Чертят сетку графика с таблицей внизу, в которой указывают план дороги, длину участка, обрабатываемого одной машиной, количество материала для одной обработки, количество материала для участка,

обрабатываемого одной машиной (рисунок 7.4). Предусматривают пере-  
рывы на обед, для смены водителей и для заправки машин ГСМ.

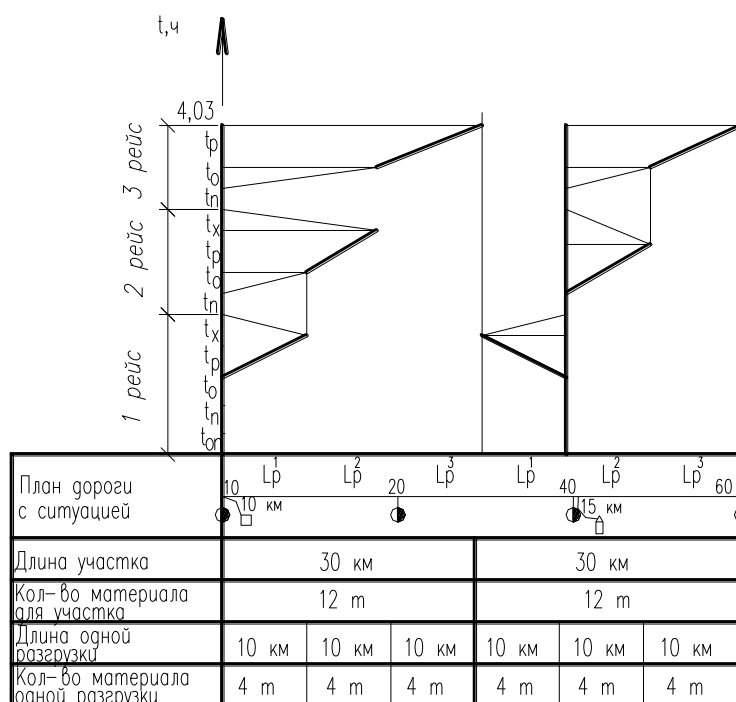


Рисунок 7.4 – График работы распределителей

## 8 ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО СНЕГООЧИСТКЕ

Очистку автомобильных дорог от снега производят специальными снегоочистительными машинами.

Снегоочистка должна быть организована таким образом, чтобы в максимальной степени обеспечить бесперебойный и безопасный проезд транспортных средств.

К очистке проезжей части во время снегопадов и метелей необходимо приступать при толщине рыхлого снега, указанной в таблице 8.1.

Таблица 8.1

Уровни содержания дорог	Виды работ по очистке	Интенсивность снегопада, см/ч	Толщина рыхлого снега, при которой необходимо приступать к очистке, см
1; 2	Периодическая	<5	6
	Патрульная	5-8	5
	Патрульная	>8	3
3; 4	Периодическая	<5	8
	Патрульно-периодическая	5-8	6
	Патрульная	>8	4
5	Не производится	<5	Очистка производится после прекращения снегопада
	Периодическая	5-8	10

При периодической снегоочистке производится россыпь ПГМ на опасных участках, а очистка покрытия от снега осуществляется после прекращения снегопада или толщине рыхлого снега 6-10 см.

При патрульной снегоочистке работы выполняют плужными снегоочистителями на закрепленном участке в течение всего снегопада или метели с распределением при необходимости ПГМ.

При патрульно-периодической снегоочистке основное внимание уделяют распределению ПГМ с целью сохранения снега в рыхлом состоянии, а также периодической снегоочистке плужными снегоочистителями.

Если толщина рыхлого снега за директивный срок обработки покрытий ПГМ не достигнет 3-8 см (таблица 8.1), осуществляют их повторное распределение, а после прекращения снегопада или метели производят снегоочистку.

Для дорог с уровнем содержания 1 и 2 после прекращения снегопада или метели и при наличии после снегоочистки рыхлого снега на покрытии осуществляют распределение ПГМ до полной ликвидации зимней скользкости.

Необходимой, независимо от наличия и степени эффективности снегозащиты, является патрульная снегоочистка.

Патрулирование выполняется плужными снегоочистителями путем периодических проходов по участкам длиной 10-15 км со скоростью 30-40 км/ч. Наибольший эффект достигается при одновременной работе нескольких снегоочистителей. Снегоочистители, располагаются в плане уступами на половине ширины земляного полотна.

При работе двух и более снегоочистителей на дорогах полоса, очищенная впереди идущей машиной, должна перекрываться следующей за ней машиной на 0,2-0,5 м. Разрыв между снегоочистителями в плане должен быть 30-60 м.

Несоблюдение изложенного технологического регламента очистки покрытий от свежевывавшего снега, как правило, приводит к возникновению на дороге участков, покрытых уплотненным снегом, который может превратиться в снежно-ледяной накат. Поэтому его необходимо удалять в возможно кратчайшие сроки на дорогах 1-3 уровней содержания.

Для организации патрульной снегоочистки на автомобильных дорогах в первую очередь необходимо знать допустимое время снегонакопления, то есть время, через которое патрульный снегоочиститель должен повторять проход по одному месту, чтобы не допустить снегонакопления на дороге слоем, толщиной больше допустимого.

Допустимое время снегонакопления в период снегопада определяют по формуле

$$t_n = \frac{h_{дон} \cdot P_c}{i_p \cdot P_s}, \quad (8.1)$$

где  $h_{дон}$  – максимально допустимая толщина слоя рыхлого снега на поверхности проезжей части, мм (принимается по таблице 8.2);  $i_p$  – интенсивность расчетного снегопада, мм/ч.

$$i_p = \frac{W_a}{n_c \cdot t_c}, \quad (8.2)$$

где  $n_c$  – число случаев снегопадов за зимний период (таблица 7.2);  $t_c$  – продолжительность снегопадов, ч (таблица 7.2);  $W_a$  – количество твердых осадков за зимний период, мм.

Таблица 8.2 – Толщина очистки покрытия и допустимая толщина снежного и снежно-ледяного наката

Уровни содержания долог	Ширина очистки от снега, %				Допустимая толщина снежного и снежно-ледяного наката, $h_{доп}$ , мм			
	проезжей части		обочин		на проезжей части		на обочинах	
	в обычных условиях	в экстремальных условиях	в обычных условиях	в экстремальных условиях	в обычных условиях	в экстремальных условиях	в обычных условиях	в экстремальных условиях
1	100	80	80	50	нет	20	20	10
2	100	60	70	40	нет	30	25	50
3	80	50	65	30	30	60	35	80
4	70	50	60	30	60	100	70	130
5	60	50	50	30	100	150	120	180

Толщина рыхлого снега, накапливающегося на дороге, зависит от интенсивности снегопада и времени между проходами снегоочистительных машин, называемого временем снегонакопления:

$$h = i_{сн} \cdot t_n \cdot P_e / P_c, \quad (8.3)$$

где  $h$  – толщина рыхлого снега, мм;  $i_{сн}$  – интенсивность снегопада, мм/ч;  $t_n$  – время снегонакопления, ч;  $P_c$  – плотность слоя снега на покрытии, равная 0,1...0,4 г/см<sup>3</sup> для плотного снега, 0,07...0,25 г/см<sup>3</sup> – для рыхлого снега, 0,1 г/см<sup>3</sup> – для свежеснегавшего снега;  $P_e$  – плотность воды, равная 1 г/см<sup>3</sup>.

Число проходов снегоочистительных машин за один снегопад по одному следу рассчитывают по формуле

$$n_{np} = \frac{t_c}{t_n}. \quad (8.4)$$

Число снежных снегоочистителей, необходимых для очистки дороги от снега за один проход, по формуле

$$N_c = \frac{2L \cdot n_n}{V_p \cdot K_p \cdot t_n}, \quad (8.5)$$

где  $L$  – длина участка, км;  $V_p$  – рабочая скорость снегоочистителя, км/ч;  $K_p$  – коэффициент использования рабочего времени, принимается равным 0,7...0,9;

$$L = \frac{t_n \cdot V_p \cdot K_p}{2}. \quad (8.6)$$

Время, необходимое для очистки 1 км покрытия от снега ( $T_{сн}$ ), ч, для конкретных снегоочистителей рассчитывают по формуле

$$T_{сч} = \frac{L \cdot n}{V_p \cdot K_p}, \quad (8.7)$$

где  $L$  – длина обслуживаемого участка дороги, 1 км;  $n$  – число проходов снегоочистителя, необходимое для полной уборки снега с проезжей части или обочин рассчитывают по формуле

$$n = \frac{B}{e \cdot K_n}, \quad (8.8)$$

где  $B$  – ширина проезжей части или обочины, м (обычно принимают половину ширины земляного полотна);  $e$  – ширина отвала, м;  $K_n$  – коэффициент, учитывающий перекрытие ширины очистки в зависимости от угла установки отвала и высоты снега. Находится в пределах от 0,4 до 0,8;  $V_p$  – средняя рабочая скорость снегоочистителя, км/ч.

После окончания снегопада необходим еще один проход комплекта машин, чтобы закончить уборку. Число машин для этой операции  $N_\delta$  принимают равным  $n$ .

Число машино-часов работы снегоочистителей для удаления рыхлого снега после каждого снегопада определяют по формуле

$$T_i = N_c \cdot t_c + N_\delta \cdot 2L/V_p \cdot K_p. \quad (8.9)$$

Общая потребность плужных снегоочистителей за зиму составит

$$T_o = T_i \cdot n_c, \quad (8.10)$$

где  $n_c$  – число снегопадов за зимний период (таблица 7.2).

Определяем время, за которое удалит снег с покрытия расчетное количество снегоочистителей:

$$t = \frac{2 \cdot L \cdot n_n}{N_c \cdot V_p \cdot K_p}, \text{ ч.} \quad (8.11)$$

Полученное значение сравниваем с предельно допустимым временем очистки дороги от снега. Предельно допустимые значения времени приведены в таблице 1.2 [8].

Расчетное время  $t$ , необходимое для очистки дороги от снега, должно быть меньше  $t_{доп}$ . Если в расчете получим  $t > t_{доп}$ , то необходимо выполнить перерасчет и увеличить число снегоочистителей.

По данным расчета строят почасовой линейный график патрулирования снегоочистителей.

При составлении графика патрулирования сначала вычерчивают сетку линейного почасового графика (рисунок 8.1). Указывают места дислокации снегоочистителей и границы их действия. Места дислокаций назначают исходя из условий обеспечения круглосуточного патрулирования, с учетом создания необходимых бытовых условий машинистам.

На левой ординате графика наносят часы суток. После этого наносят линии патрулирования снегоочистителя или для звена снегоочистителей. Линии патрулирования наносят с учетом скорости движения  $V_p$  и необходимого времени между проходами снегоочистителей  $t_n$ .

При построении графика учитывают неизбежные остановки: на обеденный перерыв (30 мин), для смены водителей (5-10 мин), для заправки ГСМ (20 мин). Остановки показывают условными обозначениями

на линии патрулирования. Места остановок на обед, смену и отдых водителей необходимо увязывать с расположением населенных пунктов, пунктов питания и отдыха машинистов.

Началом патрулирования может быть любой час суток. Это зависит от времени начала снегопада или метели.

Время, затрачиваемое снегоочистителем или звеном на один проход, определяется путем деления длины участка обслуживания на рабочую скорость движения машины с учетом коэффициента использования рабочего времени

$$t_{np.} = \frac{L}{V_p} \cdot K_p, \quad (8.12)$$

где  $L$  – длина участка обслуживания, км;  $V_p$  – рабочая скорость движения машины, км/ч.

Это время откладывают на ординате графика. Если на перегоне одного прохода полагается остановка, то время остановки добавляется к времени рабочего прохода.

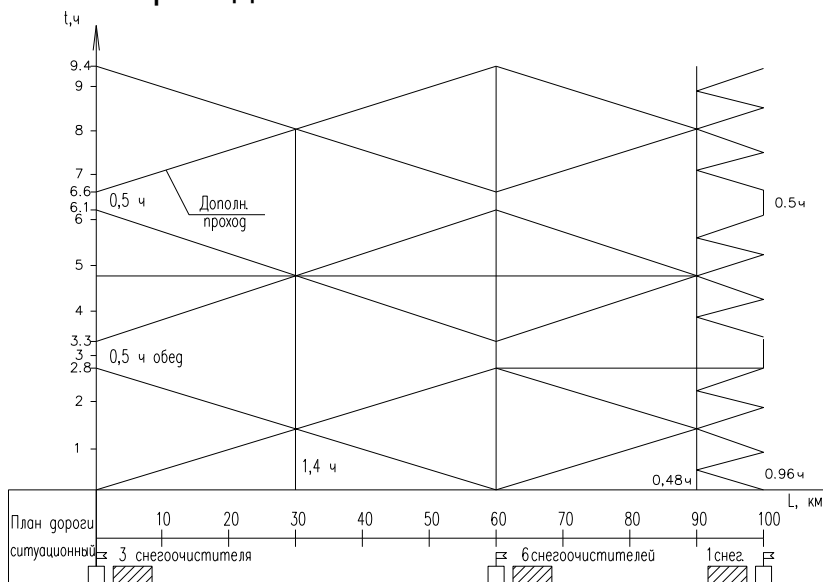


Рисунок 8.1 – График работы снегоочистителей

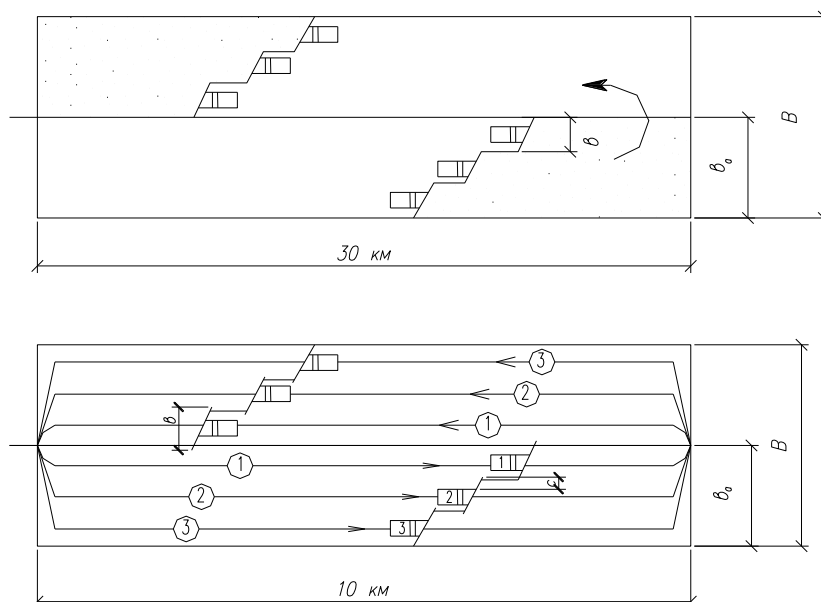


Рисунок 8.2 – Схема работы снегоочистителей

## ПРИЛОЖЕНИЯ

# Приложение А

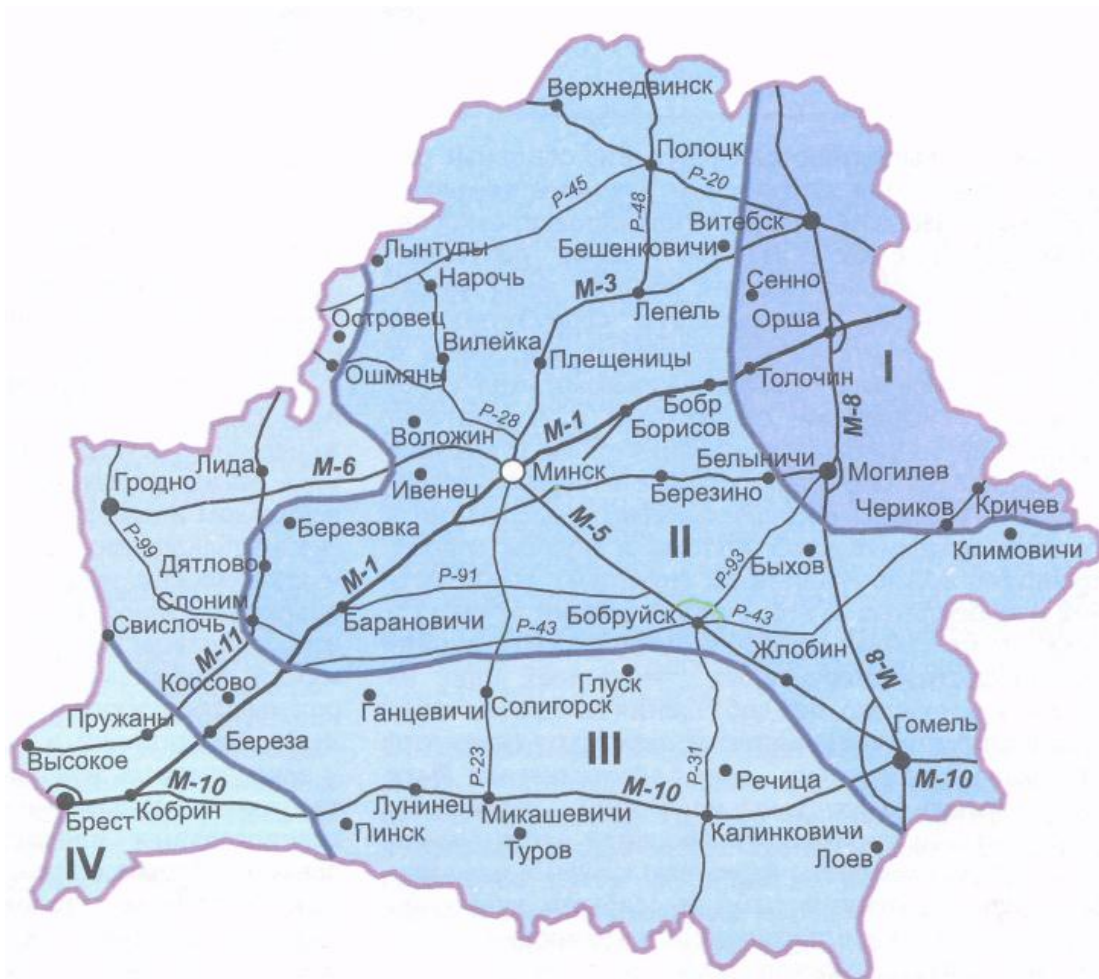




Рисунок А1 – Районирование территории Республики Беларусь по условиям снегоприноса на автомобильных дорогах

Приложение Б

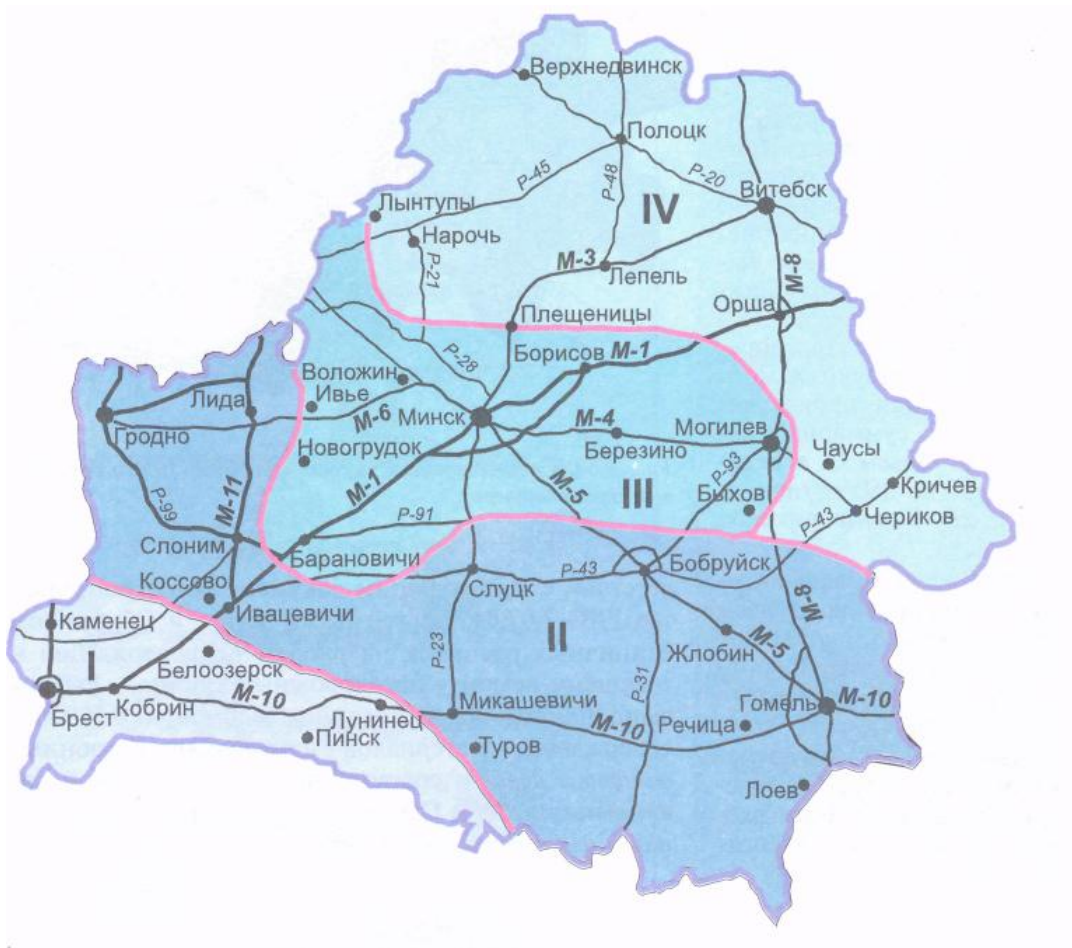


Рисунок Б1 – Районирование территории Республики Беларусь по условиям борьбы с гололедицей на автомобильных дорогах

## Приложение В

### Классификация деревьев и кустарников по их высоте и размеру крон

Высота, м	Класс вы- соты	Хвойные породы	Лиственные породы
20 и более	Деревья первой величины	Ель обыкновенная, лиственница сибир- ская, сосна обыкно- венная	Береза бородавчатая, бук, дуб черешчатый, ива белая, клен остролистный, липа крупнолистная, ольха черная, тополь белый, тополь чер- ный, ясень обыкновенный
10-20	Деревья второй величины	Ель канадская, лист- венница японская, сосна пицундская, тис ягодный	Береза пушистая, граб, гру- ша обыкновенная, ива лом- кая, клен полевой, липа мелколистная
5-10	Деревья третьей величины	Можжевельник высо- кий, сосна Банкса	Клен татарский, рябина обыкновенная, черемуха обыкновенная, яблоня
2-5	Кустарники высокие	Кедровый стланец, можжевельник обыкновенный	Акация желтая, бересклет европейский, боярышник обыкновенный, бузина красная, калина обыкно- венная, клен Гиннала, ле- щина, лох узколистный, си- рень обыкновенная, шелю- га желтая, шелюга красная
1-2	Кустарники средней высоты	Сосна горная низко- рослая	Барбарис обыкновенный, спирея острозубчатая, спи- рея иволистная смородина золотистая

0,5-1	Кустарники низкие	Можжевельник казацкий	Дафна (волчегодник) обыкновенная, дейция изящная, дрок красильный, спирея зубчатая, спирея японская
-------	-------------------	-----------------------	---

Деревья первой величины имеют широкую (более 10 м в диаметре) крону - дуб, клен остролистный, ясень. Крону средних размеров (диаметром 5-10 м) имеют деревья второй величины - граб, груша обыкновенная, клен полевой. Узкую крону (диаметром 2-5 м) имеют деревья третьей величины - рябина обыкновенная, черемуха обыкновенная, яблоня.

## Приложение Г

### Быстрота роста древесных кустарниковых пород

Ежегодный прирост	Класс быстроты роста	Хвойные породы	Лиственные породы
До 2 м и более	<p>Весьма быстрорастущие:</p> <p>а) деревья</p> <p>б) кустарники</p>		<p>Тополь черный, тополь канадский, тополь берлинский, тополь бальзамический, тополь Симона (тополь, китайский), осина, ива белая, ива вавилонская; береза бородавчатая, акация белая, гледичия, клен ясенелистный, клен серебристый</p> <p>Карагана древовидная (желтая акация), аморфа, бузина черная, бузина красная, чубушники, форзиция пониклая и другие виды того же рода, разные виды гребенщика, спирея калинолистная, рябинолистная Вангутта</p>
До 1 м	<p>Быстрорастущие:</p> <p>а) деревья</p> <p>б) кустарники</p>	<p>Лиственница европейская, лиственница сибирская, сосна обыкновенная, лжетсуга тисолистная, сосна Веймутова, ель обыкновенная</p>	<p>Орех черный, ясень обыкновенный, орех грецкий, ясень пенсильванский, катальпа великолепная, акация серебристая, стеркулия, вяз шершавый (ильм), вяз мелколистный, дуб красный</p> <p>Лещина обыкновенная, жимолость татарская, лох узколистный, клен татарский, бересклет европейский, калина обыкновенная, свидина красная (дерен красный), свидина сибирская (дерен сибирский), лох колючий, смородина золотистая</p>
До 0,5-0,6 м	Умеренного		

	роста: а) деревья	Пихта сибирская, ель Энгельмана, туя западная, ель колючая	Вяз гладкий, вяз листоватый, клен остролистный, клен полевой, дуб черешчатый, бархат амурский, граб обыкновенный, липа мелколистная, липа крупнолистная
	б) кустарники	Сосна горная низкорослая	Клен Гиннапа, скумпия, сирень обыкновенная
До 0,25-0,3м	Медленно-растущие: а) деревья	Сосна кедровая	Груша лесная, груша лохолистная, яблоня лесная, яблоня сибирская, земляничник
	б) кустарники	Можжевельник обыкновенный	Боярышник обыкновенный, ирга, кизил обыкновенный, бирючина обыкновенная, облепиха коллация

#### Приложение Д

#### Требовательность к влаге древесных и кустарниковых пород

Группа	Хвойные породы	Лиственные породы
Требовательные к влаге (гигрофиты), растущие на избыточно увлажненных почвах		Ивы, некоторые виды тополей
Средней требовательности к влаге (мезофиты), растущие на достаточно увлажненных местах	Ель обыкновенная, пихта белая и другие виды пихт, туя гигантская, туя западная	Бархат амурский, береза пушистая, бук, вяз гладкий, клен (явор), клен остролистный, липа мелколистная, липа крупнолистная, рябина обыкновенная, ясень обыкновенный
Малотребовательные к влаге (ксерофиты), растущие на сухой почве	Биота (туя) восточная, ель колючая, можжевельник виргинский, можжевельник казацкий, пихта одноцветная, сосна обыкновенная	Акация белая, аморфа, береза бородавчатая, бирючина обыкновенная, боярышник, вяз приземистый, вишня магалебская, гледичия, граб, груша, дуб черешчатый, ирга обыкновенная, калина гордовина, клен полевой, клен татарский, клен ясенелистный, липа войлочная, лох узколистный, рябина круглолистная, сирень обыкновенная, смородина золотистая

Приложение Е

Требовательность к интенсивности освещения  
древесных и кустарниковых пород

Группа	Деревья	Кустарники
Светолюбивые	Гледичия, акация белая (лжеакация), береза, лиственница, кедр атласский, сосна обыкновенная, ясень пенсильванский, ясень обыкновенный, шелковца белая, вяз приземистый, бархат амурский, клен ясенелистный, орех грецкий, тополь черный, тополь белый, осина, дуб обыкновенный	Лох узколистый, спирея иволистная, спирея кантонская, рябинник рябинолистный, аморфа
Полутеневыносливые	Липа серебристая (липа войлочная), рябина обыкновенная, груша, черемуха обыкновенная, каштан съедобный, сосна Веймутова, ольха черная, ольха серая	Акация желтая, боярышник, бузина красная, жимолость татарская, скумпия, чубушник, клен татарский
Теневыносливые	Каштан конский, сосна кедровая сибирская (кедр сибирский), липа мелколистная, липа крупнолистная, клен остролистный, клен ложноплатановый (явор), клен полевой, граб, ель	Калина-гордовина, бересклет бородавчатый, дерен красный (свидина), дерен сибирский, лещина, бирючина обыкновенная, бересклет

	обыкновенная, бук, пихта европейская, пихта сибирская, тис	европейский, бузина черная
--	--	----------------------------

## Приложение Ж

### Требовательность к плодородию почвы древесных и кустарниковых пород

Группа	Древесные и кустарниковые породы
1 - требовательные (растущие лишь на богатых минеральными веществами гумусом супесях, суглинках и чернозёмах)	Бук, граб, дуб, ильмовые, клены полевой и. остролистный, липа, пихта, черная ольха, ясень, бузина, дерен, лещина, сирень
II – средней требовательности (растущие на сравнительно бедных гумусом супесях и подзолистых почвах)	Ель, лиственница, клен ясенелистный, осина, боярышник обыкновенный, калина, снежноягодник китайский
III - нетребовательные (растущие даже на бедных почвах)	Акация белая, акация желтая, береза бородавчатая, гребенщик (тамариск), груша, ива, лох узколистный, можжевельник обыкновенный, сосна черная, сосна обыкновенная, некоторые виды тополей (белый, черный), рябина, аморфа, жимолость, облепиха, смородина, спирея, черемуха, шиповник

## ЛИТЕРАТУРА

1. Агроклиматический справочник / Под ред. Н.А.Малишевской. – Мн.: Ураджай, 1970.
2. Леонович И.И. Дорожная климатология. – Мн.: БГПА, 1994.
3. СНиП 2.01.01-82. Климатология и геофизика. – М.: Госстрой, 1983.
4. ТКП 45-3.03-19-2006. Автомобильные дороги. Нормы проектирования. – Мн., 2006.
5. Зимнее содержание автомобильных дорог / Под ред. А.К.Дюнина. – М.: Транспорт, 1983.
6. ТКП 100-2011. Порядок организации и проведения работ по зимнему содержанию автомобильных дорог. – Мн., 2011.
7. Васильев А.П., Сиденко В.М. Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения. – М.: Транспорт, 1990.
8. Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения / Под ред. И.И.Леоновича. – Мн.: Высшая школа, 1988.
9. Содержание и ремонт автомобильных дорог / Под ред. А.П.Васильева. – М.: Транспорт, 1989.
10. Ширикова В.В., Мацкевич Д.И., Мороз Ю.Д. Эффективность капиталовложений в условиях рынка. – Мн.: НИК «Маркетинг», 1994.
11. Михайлова Е.А., Рожков Ю.В. Финансово-кредитные методы регулирования инвестиционных рынков. – Л.: ЛФЭИ, 1991.
12. ТКП 337-2011. Автомобильные дороги. Правила благоустройства и озеленения. – Мн., 2011.

**Учебное издание**

**Составители:**

*Чумичева Наталья Валентиновна*

*Климович Елена Станиславовна*

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

по выполнению курсового проекта по дисциплине

**«Диагностика автомобильных дорог»**

для студентов специальности 1-70 03 01

*«Автомобильные дороги»*



Ответственный за выпуск: ст. преподаватель *Н.В.Чумичева*  
Редактор: *Т.В.Строкач*  
Компьютерный набор и верстка: *Н.А.Казимирова*  
Корректор:

---

Подписано к печати                    2012. Бумага «Снегурочка». Формат  
Гарнитура Arial. Усл. п. л.        . Уч.-изд.л.            Тираж экз. Заказ  
Отпечатано на ризографе Учреждения образования  
«Брестский государственный технический университет».  
224017, г. Брест, ул. Московская, 267