

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (МАДИ)»
ВОЛЖСКИЙ ФИЛИАЛ

Кафедра «Строительство дорог и инженерная экология»

ЗИМНЕЕ СОДЕРЖАНИЕ УЧАСТКА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению курсовой работы
по дисциплине «Эксплуатация автомобильных дорог»
для студентов направления подготовки
08.03.01 «Строительство» профиль «Автомобильные дороги»
всех форм обучения

Чебоксары, 2025

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования
**«МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (МАДИ)»**

ВОЛЖСКИЙ ФИЛИАЛ

Направление: 08.03.01 «Строительство»
Кафедра: Строительство дорог и инженерная экология
Дисциплина: Эксплуатация автомобильных дорог

ЗАДАНИЕ

на выполнение курсовой работы

**на тему: "ЗИМНЕЕ СОДЕРЖАНИЕ УЧАСТКА АВТОМОБИЛЬНОЙ
ДОРОГИ"**

Выдано студенту(ке) группы АД _____ курса, _____ факультета
_____ "_____" 20____ г.
(Ф.И.О.)

Дата защиты законченного проекта "_____" – "_____" 20____ г.

Руководитель курсового проекта: _____ / _____ /

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

1. Вариант - _____ ;
2. Район прохождения трассы - _____ ;
3. Категория дороги - _____ ;
4. Протяженность трассы _____ км;
5. Начальный румб - _____ - _____ °;

6. Углы поворота:	Влево, °	Вправо, °	Вершина угла, Км
ВУ - 1			
ВУ - 2			

7. Лес:	Слева, Км	Справа, Км

8. Рабочие отметки насыпи в пределах участка дороги
(упрощенный продольный профиль):

Км	0	15	25	30	40	45	50
Высотная отметка, м							

9. Местоположение ДРСУ - _____ Км;

10. Базы противогололедных материалов	Км	Расстояние от дороги, Км
База №1		
База №2		

11. Средняя продолжительность одной метели - _____ ч;
12. Количество дней с гололедом - _____ ;
13. Количество дней с накатом - _____ .

Содержание курсовой работы	Стр.
Введение	5
Исходные данные	7
Глава 1. Характеристика района прохождения трассы	7
1.1. Географическое положение	7
1.2. Климат	7
1.3. Гидрологические условия	9
1.4. Инженерно - геологические условия	9
1.5. Растительность и почвы	10
1.7. Экономическая характеристика района прохождения трассы	10
Глава 2. Расчёт снегоприноса к дороге	10
2.1. Подбор защиты дороги от снегоприноса на каждом участке	13
Глава 3. Технология очистки дороги от снежных отложений и обработка противогололёдными реагентами при содержании дороги в зимний период	18
3.1. Подбор снегоочистительной техники	18
3.2. Расчёт потребности противогололёдных реагентов для борьбы с зимней скользкостью	21
Заключение	21
Список использованной литературы	22
Приложения	23
Почасовой график очистки дороги от снега в период метели	23
Почасовой график обработки дороги песчано-соляной смесью машиной КДМ-1306	23
Схема расстановки защитных сооружений от снежных заносов	24
Технические характеристики дорожно-строительных машин	

Введение

Курсовая работа по дисциплине “Эксплуатация автомобильных дорог” посвящена решению содержанию дорог в зимний период.

Зимнее содержание представляет собой комплекс мероприятий, которые должны обеспечивать бесперебойное и безопасное движение автомобилей с высокими скоростями и нагрузками, соответствующими требованиям, установленным в «Технических правилах ремонта и содержания автомобильных дорог».

Для выполнения указанных требований дорожная эксплуатационная служба должна обеспечить высокий уровень зимнего содержания дорог, основными показателями которого являются:

- ширина чистой от снега и льда поверхности дороги;
- толщина слоя рыхлого снега на поверхности дороги, накапливающегося с момента от начала снегопада или метели до начала снегоочистки и в перерывах между проходами снегоочистительных машин;
- толщина уплотненного слоя снега (снежного наката) на проезжей части и обочинах;
- сроки очистки дороги от снега и ликвидации гололёда и зимней скользкости.

Зимний период года является самым сложным для эксплуатации дорог и организации движения. Продолжительность этого периода колеблется от 20 суток - в южных районах, до 260 суток - в северных районах России.

Состояние поверхности дорог и условия движения зимой формируются под влиянием отрицательной температуры воздуха, ветра, снегопада, метели, гололёда и ограниченной метеорологической видимости, а также сочетания этих факторов. В горных районах самым опасным зимой является образование и сход снежных лавин.

В состав работ по зимнему содержанию входят следующие виды работ:

- уход за постоянными снегозащитными сооружениями;
- устройство снегомерных постов необходимых для изучения работы автомобильных дорог и дорожных сооружений в зимних условиях;
- заготовка, установка, перестановка, уборка и восстановление временных снегозадерживающих устройств (щитов, изгородей, сеток и др.), сигнальных вех; формирование снежных валов и траншей для задержания снега на придорожной полосе и их периодическое обновление;
- механизированная снегоочистка, расчистка автомобильных дорог от снежных заносов, борьба с зимней скользкостью, уборка снежных валов с обочин;
- профилирование и уплотнение снежного покрова на проезжей части автомобильных дорог с переходным или грунтовым покрытием;
- погрузка и вывоз снега в пределах населенных пунктов;
- распределение противогололёдных материалов при борьбе с зимней скользкостью;

- регулярная очистка от снега и льда элементов обустройства (в том числе автобусных остановок, павильонов, площадок отдыха, берм дорожных знаков, ограждений и других объектов);

- очистка от снега и льда элементов мостового полотна, а также зоны сопряжения с насыпью, подферменных площадок, опорных частей, пролетных строений, опор, конусов и регуляционных сооружений, подходов и лестничных сходов;

- круглосуточное дежурство механизированных бригад для уборки снега и борьбы с зимней скользкостью, патрульная снегоочистка;

- устройство, поддержание в чистоте и порядке зимних автомобильных дорог (автозимников);

- обслуживание и восстановление баз хранения противогололёдных материалов и скважин для добычи природных рассолов, приготовление противогололёдных материалов, поддержание в чистоте и порядке подъездов к базам хранения противогололёдных материалов и скважинам для добычи природных рассолов;

- поддержание в чистоте и порядке автоматических систем раннего обнаружения и прогнозирования зимней скользкости, а также автоматических систем распределения противогололёдных материалов на развязках в разных уровнях и искусственных сооружениях;

- закрытие отверстий водопропускных труб осенью и открытие их весной, очистка водопропускных труб от снега, льда, мусора и посторонних предметов;

- борьба с наледями на автомобильных дорогах, в том числе у искусственных сооружений;

- проведение противолавинных мероприятий, уборка лавинных отложений;

- устройство, поддержание в чистоте и порядке ледовых переправ.

В процессе выполнения курсовой работы необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать природно-климатические условия работы автомобильной дороги в зимний период;

- выявить снегозаносимые участки, определить объемы снегоприноса, определить способы снижения снегозаносимости;

- разработать и обосновать выбор мер защиты дороги от снежных заносов;

- назначить технологию патрульной очистки снежных отложений;

- определить материал и средства борьбы с зимней скользкостью;

- разработать график зимнего содержания участка автомобильной дороги.

Исходные данные:

Выдаются студенту индивидуально преподавателем.

1. Вариант - 2 ;
2. Район прохождения трассы – Республика Чувашия;
3. Категория дороги - II;
4. Протяженность трассы 50 км;
5. Начальный румб - СЗ - 25 °;

6. Углы поворота:	Влево, °	Вправо, °	Вершина угла, км
ВУ - 1		45	15
ВУ - 2	60		19

7. Лес:	Слева, Км	Справа, Км
	Нет	с 22 по 24

8. Рабочие отметки насыпи в пределах участка дороги
(упрощенный продольный профиль):

Км	0	15	25	30	40	45	50
Высотная отметка, м	- 4	- 1	0	+ 0,7	+ 2	+ 2	+ 2

9. Местоположение ДРСУ - 44 км;

10. Базы противогололедных материалов

База №1

База №2

Км	Расстояние от дороги, км
13	1,0
35	0,8

11. Средняя продолжительность одной метели - 10 ч;
12. Количество дней с гололедом - 14 ;
13. Количество дней с накатом - 15 .

Глава 1. Характеристика района прохождения трассы

1.1. Географическое положение

Территория Чувашской Республики составляет 18,3 тыс. км². Республика расположена в восточной части Восточно-Европейской равнины на правом берегу р. Волги, между притоками Суры и Свияги. На западе граничит с Нижегородской областью, на севере – с Республикой Марий Эл, на востоке – с Республикой Татарстан, на юге – с Ульяновской областью, на юго-западе – с Республикой Мордовия.

1.2. Климат

Чувашская Республика расположена в III дорожно-климатической зоне. III-я дорожно-климатическая зона благоприятна для строительства автомобильных дорог и земляного полотна, характеризуется переменными условиями увлажнения грунтов.

Лето теплое: среднесуточная температура воздуха наиболее жаркого месяца (июля) составляет + 19°C; зимы умеренные со среднесуточной температурой наиболее холодного месяца (января) – 12°C.

Отрицательные температуры воздуха бывают с ноября до марта, а расчетная длительность периода отрицательных температур (менее 8°C) составляет T₃= 180 суток.

Абсолютный максимум температуры воздуха в году достигает +38°C, а минимум -46°C. Следовательно, амплитуда температуры воздуха составляет 79°C. Годовая среднесуточная температура воздуха бывает: в июле – максимальная +10°C, а минимальная в январе -10,8°C (табл.1).

Для Чувашской Республики преобладающее направление и скорость ветра зимой – западное, а летом – юго-западное (табл.2). Из этого вытекает необходимость снегозадерживающих мероприятий при направлении трассы с севера на юго-восток. В летний период устойчиво преобладает ветер северо-западного направления и западного.

Таблица 1

Среднемесячная и среднегодовая температура воздуха

Пункт наблюдения- г. Чебоксары	Месяц												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Температура, С°	-12,9	-10,7	-5,1	4,3	12,6	16,6	18,8	16,6	10,6	3,1	-3,4	-9,1	3,7

Таблица 2

Повторяемость и скорость ветра по направлениям

Чувашская Республика	Повторяемость ветра в %							
	Скорость ветра, м/сек							
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
январь	7	6	6	17	27	12	15	10
	3,3	2,6	2,7	4,1	4,6	3,8	3,3	3,3

Роза ветров в январе

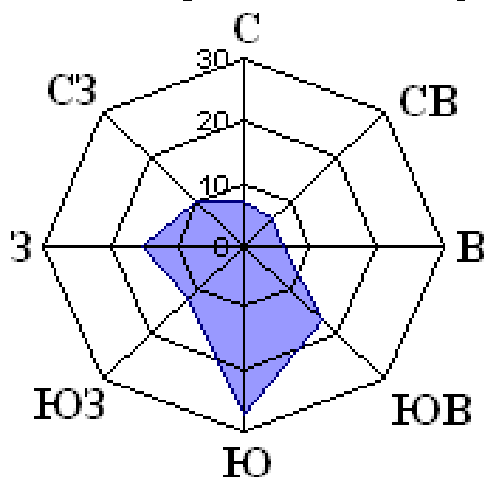


Рис.1. Роза ветров Чувашской Республики в январе

Таблица 3

Среднемесячное и среднегодовое количество осадков

Пункт наблюдения Че- боксары	Месяц												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Осадки, мм	33	28	27	36	40	66	70	64	54	53	44	38	554

Дорожно-климатический график Чувашской Республики представлен (рис.2).

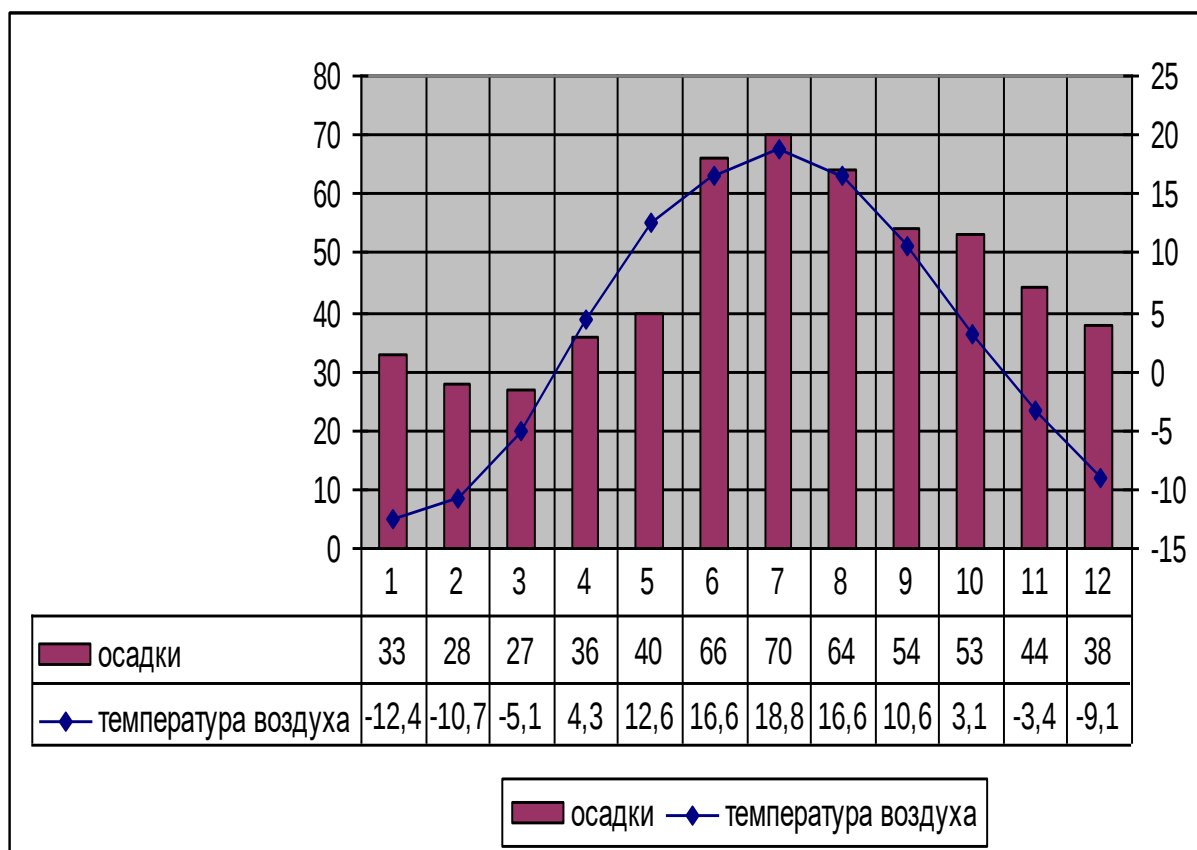


Рис. 2. Дорожно-климатический график Чувашской Республики

1.3. Гидрологические условия

Реки: Волга; притоки Сура (бассейн Волги) - Б.Цивиль.

Почва главным образом дерново-подзолистые встречаются почвы болотного типа, по долинам рек - аллювиальные. Дерново-подзолистая почва пригодна для рекультивации земель и укрепления откосов земляного полотна.

1.4. Инженерно - геологические условия

На территории Чувашской Республики имеются разнообразные полезные ископаемые нерудного происхождения. Наибольшее промышленное значение имеют известняки, гравий, пески. Для строительства проектируемого участка дороги предусматривается использование каменного, песчано-гравийного и песчаного карьеров. Запасы материалов в месторождениях достаточные для строительства участка дороги. По своим свойствам материалы пригодны для использования их в слоях дорожной одежды.

1.5. Растительность и почвы

В Чувашской Республике леса занимают более 1/3 территории области. Большие площади заняты лугами, свыше 30 тыс. Га занимают болота.

Основная лесобразующая порода – сосна. Из лиственных пород распространены береза, осина, реже дуб, липа, клен. Древесные и кустарниковые породы пригодны для снегозащитного и декоративного озеленения.

1.7. Экономическая характеристика района прохождения трассы

Чувашская Республика представляет собой экономический административный район. В настоящее время это крупный железнодорожный узел, научно-технический центр с развитой промышленностью. В Чувашской Республике развита, отрасли промышленности: машиностроение, металлообработка, деревообработка, текстильная промышленность, производство строительных материалов.

Предприятия машиностроения в Канаше, Чебоксарах. Деревообрабатывающая промышленность представлена целлюлозно-бумажным комбинатом в Ядрине. Мебельные фабрики в городах Чебоксары, Канаш, Шумерля. Швейные и обувные предприятия в Чебоксарах, Козловке. Предприятия химической промышленности в городах Новочебоксарск, пос. Вурнары.

Имеются предприятия мукомольные, маслосыроваренные и др. предприятия пищевой промышленности. В Порецком, Алатырском районах ведут разработку известняков.

Глава 2. Расчёт снегоприноса к дороге

Таблица 4

Климатические параметры требуемые для расчёта снегоприноса

Месяцы Параметры	11	12	1	2	3
$V_{в}, \text{ м/с}$	4,2	4,1	4,1	3,9	3,6
$h_{сн}, \text{ мм}$	29	58	124	121	139
$h_{гл. промерзания}, \text{ м}$	0,5	1,8	2,1	1,8	1,5

Найдём среднюю скорость ветра за зимний период определяется по формуле (1):

$$V_{в.сред} = \frac{4,2 + 4,1 + 4,1 + 3,9 + 3,6}{5} = 3,98 \text{ м/с}$$

Общий объём снегоприноса за сезон будет равен, формулы (2-3):

$$Q = c * V^3 * t; \quad (2)$$

$$t = 24 * n * t_{cp} = 24 * 30 * 12 = 8640 \text{ ч} \quad (3)$$

$$Q = 0,00031 * 3,98^3 * 8640 = 168,86 \text{ м}^3/\text{мп}$$

Рассчитаем снегопринос по каждому направлению ветра за зимний период:

$$q_c = 168,86 * 0,07 = 11,820 \text{ м}^3/\text{мп};$$

$$q_{св} = 168,86 * 0,06 = 10,132 \text{ м}^3/\text{мп};$$

$$q_{в} = 168,86 * 0,06 = 10,132 \text{ м}^3/\text{мп};$$

$$q_{юв} = 168,86 * 0,17 = 28,706 \text{ м}^3/\text{мп};$$

$$q_{ю} = 168,86 * 0,27 = 45,592 \text{ м}^3/\text{мп};$$

$$q_{юз} = 168,86 * 0,12 = 20,263 \text{ м}^3/\text{мп};$$

$$q_3 = 168,86 * 0,15 = 25,329 \text{ м}^3/\text{мп};$$

$$q_{сз} = 168,86 * 0,10 = 16,886 \text{ м}^3/\text{мп}.$$

Таблица 5

Сводная ведомость снегоприноса по направлениям ветра

Напр.ветра Параметры	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Σ
повторяемость, %	7	6	6	17	27	12	15	10	100%
$q_i, \text{ м}^3/\text{мп}$	11,257	8,443	8,443	23,922	37,993	16,886	21,107	14,072	140,72

Рассчитаем снегопринос к дороге: по участкам, с правой и левой стороны от дороги, по каждому направлению, на всех 3-х участках по формуле (4):

$$Q_{напр} = q_{напр} * \sin(\alpha) \quad (4)$$

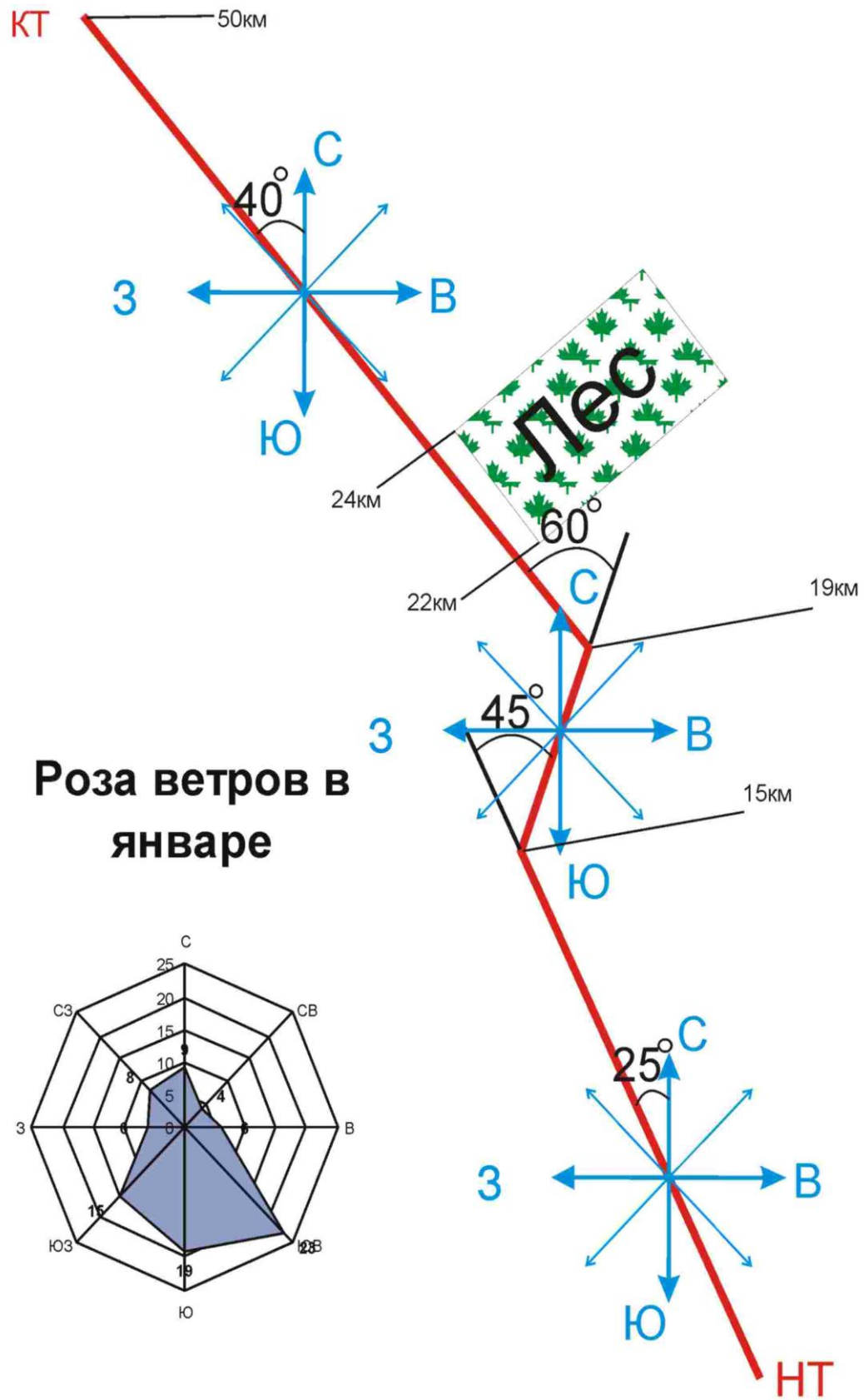


Рис.3. Схема определения снегоприноса к дороге
(схематический чертёж трассы)

1-ый участок.

Правая сторона:

$$Q_{\text{св}} = 10,132 * \sin 15^\circ = 2,62 \text{ м}^3/\text{мп};$$

$$Q_{\text{в}} = 10,132 * \sin 60^\circ = 8,77 \text{ м}^3/\text{мп}$$

$$Q_{\text{юз}} = 28,706 * \sin 105^\circ = 27,73 \text{ м}^3/\text{мп};$$

$$Q_{\text{ю}} = 45,592 * \sin 150^\circ = 29,80 \text{ м}^3/\text{мп}$$

$$\Sigma Q_{\text{прав.напр}} = 61,92 \text{ м}^3/\text{мп}$$

Левая сторона:

$$Q_{\text{с}} = 11,820 * \sin 30^\circ = 5,91 \text{ м}^3/\text{мп};$$

$$Q_{\text{сз}} = 16,886 * \sin 75^\circ = 16,31 \text{ м}^3/\text{мп}$$

$$Q_{\text{з}} = 25,329 * \sin 120^\circ = 21,94 \text{ м}^3/\text{мп};$$

$$Q_{\text{юз}} = 28,706 * \sin 165^\circ = 7,43 \text{ м}^3/\text{мп}$$

$$\Sigma Q_{\text{лев.напр}} = 51,59 \text{ м}^3/\text{мп}$$

2-ой участок.

Правая сторона:

$$Q_{\text{юв}} = 28,706 * \sin 30^\circ = 14,35 \text{ м}^3/\text{мп};$$

$$Q_{\text{ю}} = 45,592 * \sin 75^\circ = 44,04 \text{ м}^3/\text{мп}$$

$$Q_{\text{юз}} = 20,263 * \sin 120^\circ = 17,55 \text{ м}^3/\text{мп};$$

$$Q_{\text{з}} = 25,325 * \sin 165^\circ = 6,56 \text{ м}^3/\text{мп}$$

$$\Sigma Q_{\text{прав.напр}} = 82,50 \text{ м}^3/\text{мп}$$

Левая сторона:

$$Q_{\text{в}} = 10,132 * \sin 15^\circ = 2,62 \text{ м}^3/\text{мп};$$

$$Q_{\text{св}} = 10,132 * \sin 60^\circ = 8,77 \text{ м}^3/\text{мп}$$

$$Q_{\text{с}} = 11,820 * \sin 105^\circ = 11,42 \text{ м}^3/\text{мп};$$

$$Q_{\text{сз}} = 16,886 * \sin 150^\circ = 8,44 \text{ м}^3/\text{мп}$$

$$\Sigma Q_{\text{лев.напр}} = 31,25 \text{ м}^3/\text{мп}$$

3-ий участок.

Правая сторона:

$$Q_{\text{ю}} = 45,592 * \sin 25^\circ = 19,27 \text{ м}^3/\text{мп};$$

$$Q_{\text{юз}} = 20,263 * \sin 70^\circ = 19,04 \text{ м}^3/\text{мп}$$

$$Q_{\text{з}} = 25,329 * \sin 115^\circ = 22,96 \text{ м}^3/\text{мп};$$

$$Q_{\text{с}} = 16,886 * \sin 160^\circ = 5,78 \text{ м}^3/\text{мп}$$

$$\Sigma Q_{\text{прав.напр}} = 67,05 \text{ м}^3/\text{мп}$$

Левая сторона:

$$Q_{\text{юв}} = 28,706 * \sin 20^\circ = 9,82 \text{ м}^3/\text{мп};$$

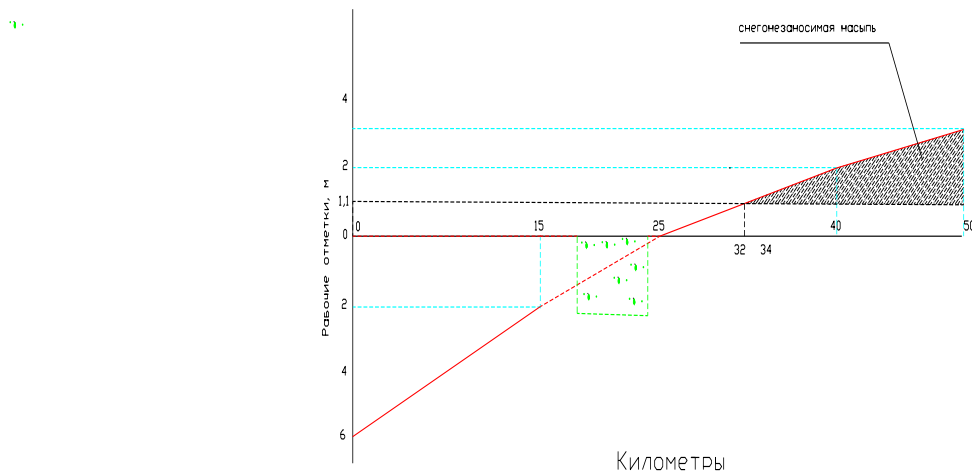
$$Q_{\text{в}} = 10,132 * \sin 65^\circ = 9,18 \text{ м}^3/\text{мп}$$

$$Q_{\text{св}} = 10,132 * \sin 110^\circ = 9,52 \text{ м}^3/\text{мп};$$

$$Q_{\text{с}} = 11,820 * \sin 165^\circ = 3,06 \text{ м}^3/\text{мп}$$

$$\Sigma Q_{\text{лев.напр}} = 31,58 \text{ м}^3/\text{мп}$$

2.1. Подбор защиты дороги от снегоприноса на каждом участке



Снегонезаносимыми являются насыпи если $h < h_{\text{нас}}$ и выемки глубиной от 8,5 м и больше.

$$h = h_{\text{сн.покр}} + \Delta h; \quad (5)$$

$h_{\text{сн.покр}}$ - по метеорологическим условиям района, где проходит данная автомобильная дорога, $h_{\text{сн.покр}} = 38$ см, согласно СНиП 2.05.02.-85 п.6.33; Δh – превышение над толщиной снежного покрова, для второй категории дороги согласно $\Delta h = 0,7$ м.

$$h_{\text{сн.покр}} = 38 + \frac{38 \cdot 5\%}{100\%} = 40 \text{ см} = 0,40 \text{ м.}$$

Тогда $h = 0,7 + 0,4 = 1,1$ м

Насыпи выше 1,1 м являются снегонезаносимыми.

Так же снегонезаносимыми являются участки дороги, если дорога проходить через населённые пункты, лесные массивы и многолетние сады.

Вывод: Дорога требует защиту от снежных заносов:

- справа 1-22 км, 24-34 км
- слева 1-32 км.

Согласно «Методические рекомендации по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования» (взамен ВСН 24-88). ис Утв. письмом Государственной службы дорожного хозяйства Министерства транспорта РФ от 17 марта 2004 г. N ОС-28/1270-. назначаем тот или иной вид защиты (заборы, щиты, траншеи) (рис. 4,5)

Щиты высотой 2 м целесообразно применять если снегопринос $Q \geq 100$ м³/мп, а 1,5 менее $Q < 100$ м³/мп. Если решетчатые щиты не обеспечивают защиту дороги от снежных заносов то нужно устраивать дополнительные снегозащитные сооружения – траншеи.

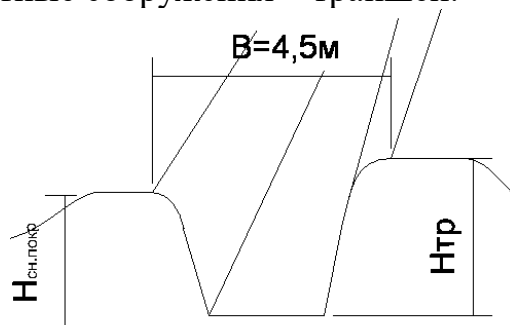


Рис. 4. Схема траншеи

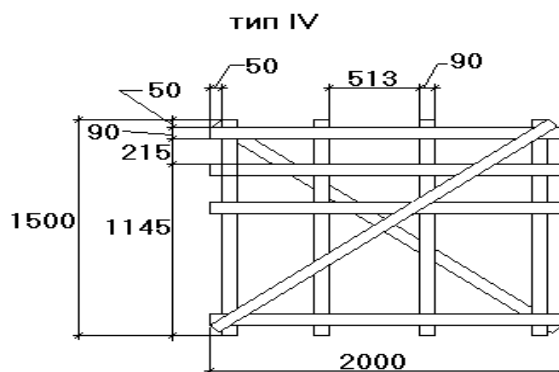


Рис.5 Тип решетчатого снегозащитного щита

Снегосборная способность щитовых линии определяется по формуле (6):

$$Q = \beta(n-1)h_{\text{защ}} \times l + 8 \times h_{\text{защ}}^3 \quad (6)$$

где $l = 30 \times h_{\text{защ}}$.

Снегосборная способность траншеи определяется по формуле (7):

$$W_{mp} = 10 \cdot h_{сн.покр}^3 + K_{зап} \cdot B \cdot h_{mp}; \quad (7)$$

где $h_{сн.покр} = h_{mp}$

Участок 1 (1-15 Км)

Подберём необходимую защиту от снежных заносов и определим её снегоборную способность. На первом участке дорога требует защиту с 1 по 15 км до вершины угла, так как глубина выемки меньше высоты снегозаносимой насыпи.

Правая сторона: $Q_{прав} = 61,92 \text{ м}^3/\text{мп}$

Примем 1 ряд щитов $h_{защ} = 1,5 \text{ м}$, тогда

$$Q_{защ.щит} = 0,8 \times (1-1) \times 1,5 \times 30 \times 1,5 + 8 \times 1,5^3 = 18 \text{ м}^3/\text{мп};$$

$$Q_{неуч} = 61,92 - 18 = 43,92 \text{ м}^3/\text{мп} - \text{не учтено}$$

$$W_{тр} = 10 \times 0,40^2 + 0,9 \times 4,5 \times 0,40 = 3,22 \text{ м}^3/\text{мп}$$

$$n_{mp} = \frac{43,92}{3,22} = 13,6 \approx 14 \text{ мп}; \quad Q_{защ.тр} = 14 \times 3,22 = 45,08 \text{ м}^3/\text{мп}$$

$$Q_{общ.защ} = 45,08 + 18 = 63,08 \text{ м}^3/\text{мп},$$

но при этом должно выполняться следующее условие:

$$\frac{63,08 - 61,92}{63,08} \times 100\% = 1,8\% \leq 5\%$$

Левая сторона: $Q_{лев} = 51,59 \text{ м}^3/\text{мп}$

Примем 1 ряд щитов $h_{защ} = 1,5 \text{ м}$, тогда

$$Q_{защ.щит} = 0,8 \times (1-1) \times 1,5 \times 30 \times 1,5 + 8 \times 1,5^3 = 18 \text{ м}^3/\text{мп};$$

$$Q_{неуч} = 51,59 - 18 = 33,39 \text{ м}^3/\text{мп} - \text{не учтено}$$

$$n_{mp} = \frac{3,39}{3,22} \approx 11 \text{ мп}; \quad Q_{защ.тр} = 11 \times 3,22 = 35,42 \text{ м}^3/\text{мп}$$

$$Q_{общ.защ} = 18 + 35,42 = 53,42 \text{ м}^3/\text{мп},$$

но при этом должно выполняться следующее условие:

$$\frac{53,42 - 51,59}{53,42} \times 100\% = 3,4\% \leq 5\%$$

На первом участке окончательно принимаем защиту:

- справа от дороги 1 ряд щитов $h_{защ} = 1,5 \text{ м}$ и 14 траншей;
- слева от дороги 1 ряд щитов $h_{защ} = 1,5 \text{ м}$ и 11 траншей.

Участок 2(15-29 Км)

Подберём необходимую защиту от снежных заносов и определим её снегоборную способность. На втором участке дорога требует защиту с 15 по 29 км на правой стороне, а на левой с 15 по 18 и с 24 по 29 км.

Правая сторона: $Q_{прав} = 82,5 \text{ м}^3/\text{мп}$

Примем 1 ряд щитов $h_{защ} = 1,5 \text{ м}$, тогда

$$Q_{защ.щит} = 0,8 \times (1-1) \times 1,5 \times 30 \times 1,5 + 8 \times 1,5^3 = 18 \text{ м}^3/\text{мп};$$

$$Q_{неуч} = 82,5 - 18 = 64,5 \text{ м}^3/\text{мп} - \text{не учтено}$$

$$n_{mp} = \frac{64,5}{3,22} = 20,09 \approx 21 \text{ мп}; \quad Q_{защ.тр} = 21 \times 3,22 = 67,62 \text{ м}^3/\text{мп}$$

$$Q_{общ.защ} = 67,62 + 18 = 85,62 \text{ м}^3/\text{мп},$$

но при этом должно выполняться следующее условие:

$$\frac{85,62 - 82,5}{85,62} \times 100\% = 3,6\% \leq 5\%$$

Левая сторона: $Q_{\text{лев}} = 31,25 \text{ м}^3/\text{мп}$

Примем 1 ряд щитов $h_{\text{защ}} = 1,5 \text{ м}$, тогда

$$Q_{\text{защ.щит}} = 0,8 \times (1-1) \times 1,5 \times 30 \times 1,5 + 8 \times 1,5^3 = 18 \text{ м}^3/\text{мп};$$

$$Q_{\text{неуч}} = 31,25 - 18 = 13,25 \text{ м}^3/\text{мп} - \text{не учтено}$$

$$n_{\text{тр}} = \frac{13,25}{3,32} \approx 5 \text{ тр}; Q_{\text{защ.тр}} = 5 \times 3,22 = 16,10 \text{ м}^3/\text{мп}$$

$$Q_{\text{общ.защ}} = 16,1 + 18 = 34,10 \text{ м}^3/\text{мп},$$

но при этом должно выполняться следующее условие:

$$\frac{34,10 - 31,25}{34,10} \times 100\% = 4,9\% \leq 5\%$$

На втором участке окончательно принимаем защиту:

- справа от дороги 1 ряд щитов $h_{\text{защ}} = 1,5 \text{ м}$ и 21 траншей;

- слева от дороги 1 ряд щитов $h_{\text{защ}} = 1,5 \text{ м}$ и 5 траншей.

Участок 3 (29-50 Км)

Подберём необходимую защиту от снежных заносов и определим её снего-сборную способность. На третьем участке дорога требует защиту с 19 по 34 км - левая сторона, а также с 19 по 22 км и с 22 по 34 км - правая сторона.

Правая сторона: $Q_{\text{прав}} = 67,05 \text{ м}^3/\text{мп}$

Примем 1 ряд щитов $h_{\text{защ}} = 1,5 \text{ м}$, тогда

$$Q_{\text{защ.щит}} = 0,8 \times (1-1) \times 1,5 \times 30 \times 1,5 + 8 \times 1,5^3 = 18 \text{ м}^3/\text{мп};$$

$$Q_{\text{неуч}} = 67,05 - 18 = 49,05 \text{ м}^3/\text{мп} - \text{не учтено}$$

$$n_{\text{тр}} = \frac{49,05}{3,22} = 15,93 \approx 16 \text{ тр}; Q_{\text{защ.тр}} = 16 \times 3,22 = 51,52 \text{ м}^3/\text{мп}$$

$$Q_{\text{общ.защ}} = 51,52 + 18 = 69,52 \text{ м}^3/\text{мп},$$

но при этом должно выполняться следующее условие:

$$\frac{69,52 - 67,05}{69,52} \times 100\% = 3,5\% \leq 5\%$$

Левая сторона: $Q_{\text{лев}} = 31,58 \text{ м}^3/\text{мп}$

Примем 1 ряд щитов $h_{\text{защ}} = 1,5 \text{ м}$, тогда

$$Q_{\text{защ.щит}} = 0,8 \times (1-1) \times 1,5 \times 30 \times 1,5 + 8 \times 1,5^3 = 18 \text{ м}^3/\text{мп};$$

$$Q_{\text{неуч}} = 31,58 - 18 = 13,58 \text{ м}^3/\text{мп} - \text{не учтено}$$

$$n_{\text{тр}} = \frac{13,58}{3,22} = 4,6 \approx 5 \text{ тр}; Q_{\text{защ.тр}} = 5 \times 3,22 = 16,1 \text{ м}^3/\text{мп}$$

$$Q_{\text{общ.защ}} = 16,1 + 18 = 34,1 \text{ м}^3/\text{мп},$$

но при этом должно выполняться следующее условие:

$$\frac{34,1 - 31,58}{34,1} \times 100\% = 4,9\% \leq 5\%$$

На третьем участке окончательно принимаем защиту:

- справа от дороги 1 ряд щитов $h_{\text{защ}} = 1,5 \text{ м}$ и 16 траншей;

- слева от дороги 1 ряд щитов $h_{\text{защ}} = 1,5 \text{ м}$ и 5 траншей.

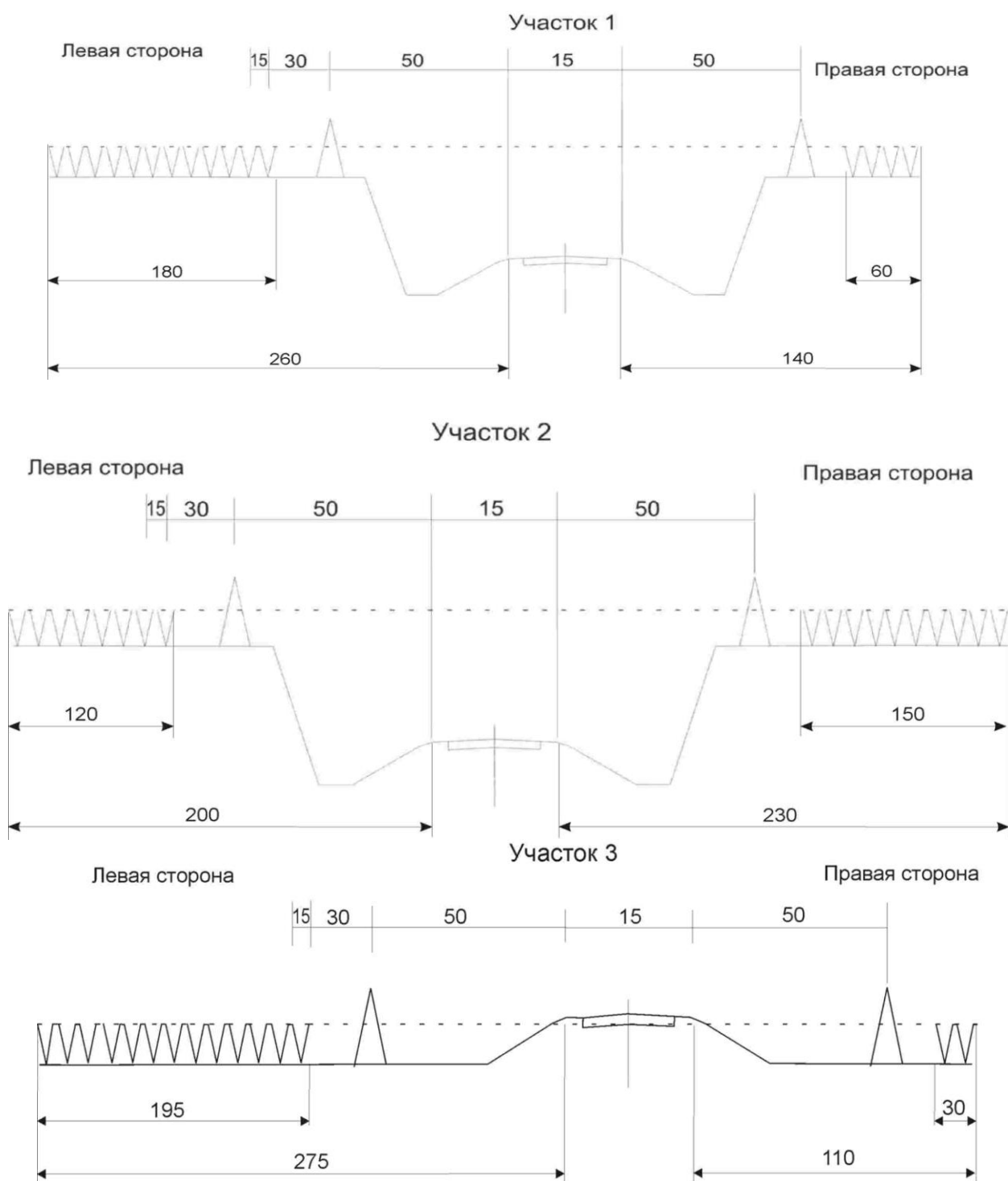


Рис.7. Схемы размещения назначенных снегозащитных сооружений на дороге для каждого участка дороги

Существуют и другие виды защиты дороги от снежных заносов, такие как снегозадерживающие заборы.

Высота снегозащитного забора определяется по формуле (8):

$$H_{заб} = 034 \times \sqrt{Q} + h_{сн.покp} \quad (8)$$

Снегозащитные заборы целесообразно применять, если преобладающее направление ветра в зимний период перпендикулярно участку дороги и если $Q < 100 \text{ м}^3/\text{мп}$, но к нашей дороге это не относится, так как подобранная ранее защита нас устраивает.

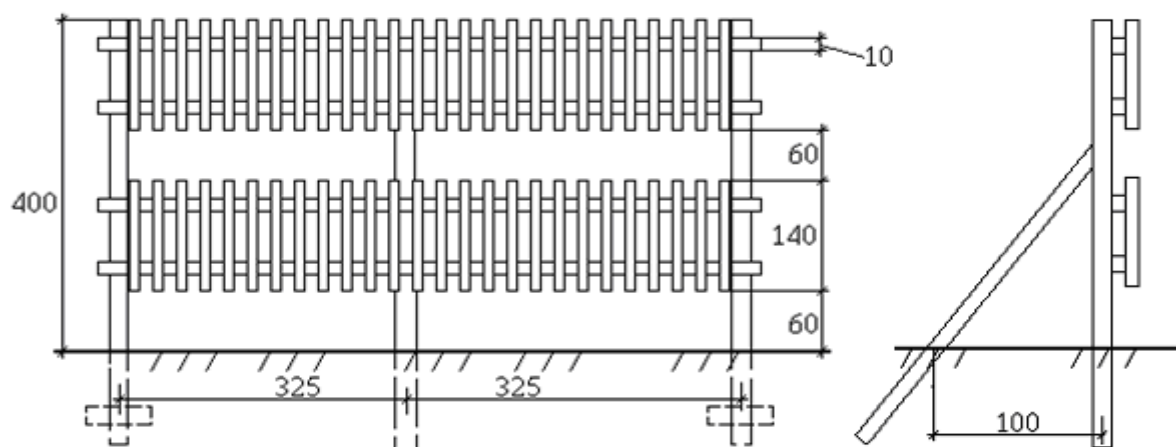


Рис.8. Конструктивная схема снегозащитного забора

Глава 3. Технология очистки дороги от снежных отложений и обработка противогололёдными реагентами при содержании дороги в зимний период

3.1. Подбор снегоочистительной техники

Для очистки дороги примем плужно-щёточный очиститель КДМ-130Б (рис.9).



Рис.9. Плужно-щёточный очиститель КДМ-130Б

Подсчитаем количество плужно-щёточных очистителей требуемых для отчистки дороги:

$$n_{пл} = \frac{\frac{B}{2} - (Cp - Xn)}{Cn - Xn} = \frac{15/2 - (2,7 - 0,3)}{3 - 0,3} = 1,89 \approx 2шт \quad (9)$$

$$B_{зах} = \frac{\frac{B}{2} - (Cp - Xn)}{2} = \frac{15/2 - (2,7 - 0,3)}{2} = 2,55 м$$

$$X_{п} = (C_{п} - B_{зах})/2 = (3,0 - 2,55)/2 = 0,45/2 = 0,23 м \quad (10)$$

Рассчитаем потребное количество комплектов машин для отчистки (11-13):

$$КДМ-К = \frac{2L}{l}; \quad (11)$$

$$\ell = 1000 \times V_{п} \times K_{в} \times t_{д.и}; \quad (12)$$

$$t_{д.и} = \frac{h_d}{i_{сн}}; \quad (13)$$

$$i_{сн} = \frac{h_c \cdot \rho_6}{24 \cdot \rho_{сн}} = \frac{0,0082 м / сут \times 1000}{24 \times 230} = 14,86 мм / ч;$$

$$t_{д.и} = \frac{25}{14,86} = 1,68 ч;$$

$$\ell = 1000 \times 40 \times 0,8 \times 1,68 = 53,85 км;$$

$$K = \frac{2 \times 50}{53,85} = 1,86 = 2 \text{ комплекта машин}$$

Тогда, требуемое количество КДМ = $2 \times 2 = 4$ шт.

Схема отчистки дороги представлена (рис.10).

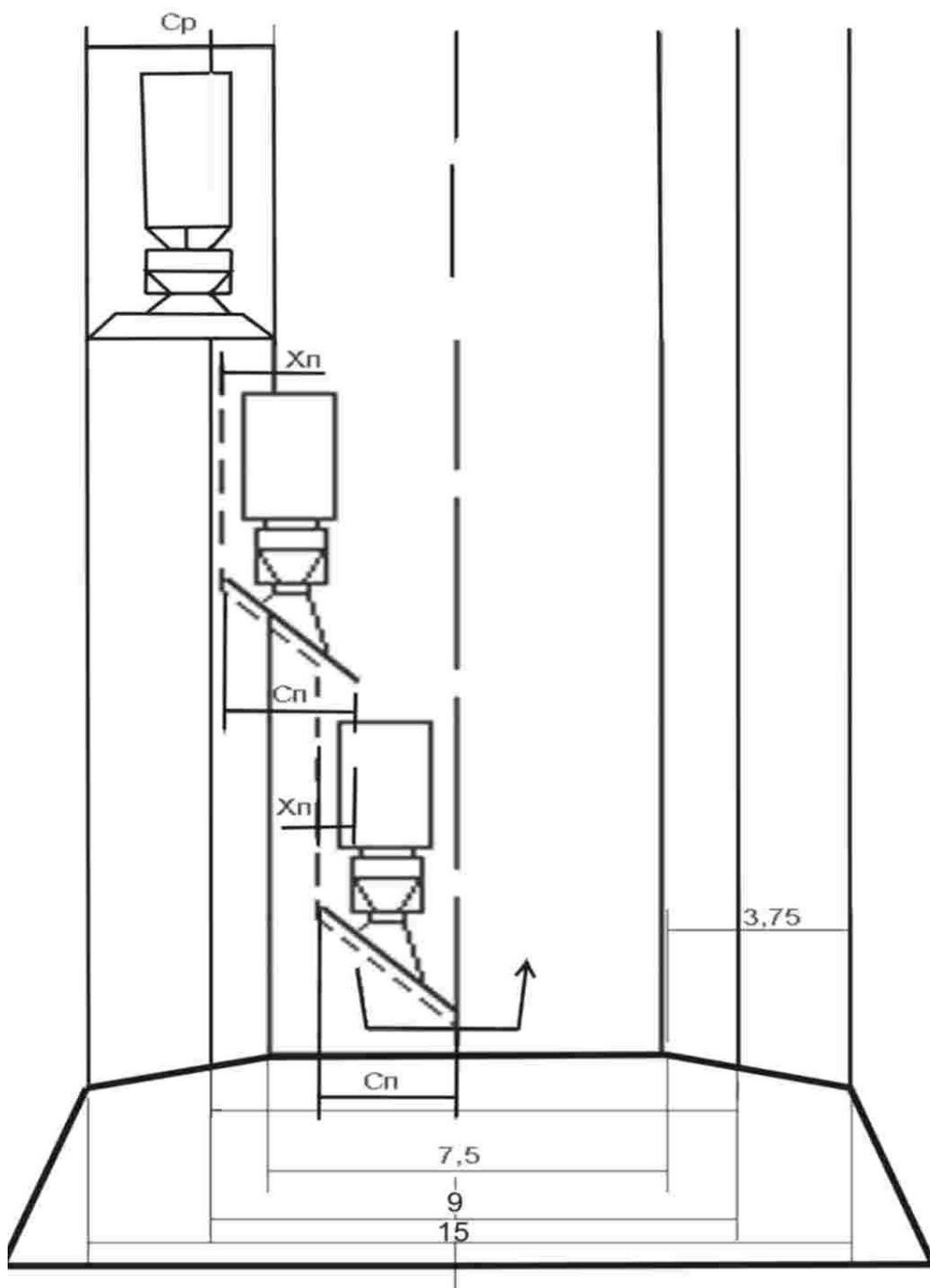


Рис.10. Схема отчистки дороги

Расчет количества снегоочистителей шнекороторных

Для отчистки обочин автомобильной дороги от снега принимаем Снегоочиститель шнекороторный КО-605 (рис.11, табл.7).

Таблица 7



Рис. 11. Снегоочиститель шнекороторный КО-605

ХАРАКТЕРИСТИКИ	КО-605М	КО-605А	КО-605-1М	КО-605-1А
Базовое шасси	УРАЛ-43203-1211-10			
Двигатель	ЯМЗ-238Б	ЯМЗ-238БЕ	ЯМЗ-238М2	ЯМЗ-236БЕ
Номинальная мощность, кВт (л.с.)	220(300)		176(240)	185(250)
Производительность, т/ч				
при высоте забоя 0,6-0,8 м и плотности снега 0,5 т/м³	1400		1200	
при патрульной очистке при высоте снежного вала до 0,5 м, не менее	2000		1900	
Дальность отброса снега плотностью 0,5 т/м³, м не менее	30			
Максимальная ширина захвата, мм	2700		2560	
Максимальная толщ. очищаемого слоя, мм	1300			
Скорости, км/ч				
рабочие	0,51-6,92			
транспортная максимальная	45			
Расход топлива				
на 100 км транспортного пробега, л	51		48	
средний рабочий, л/ч	48		43	
Масса снегоочистителя (экспл.), кг	13800		13500	
Габаритные размеры, мм				
длина	9700			
ширина	2780		2580	
высота	3100			

$$N_p = \frac{Q_{об}}{P_T \times T_p};$$

Время работы шнекороторного снегоочистителя

$$T_p = \frac{1000 \times H_{уб}}{i_{сн} * (1 + \frac{K_{пл}}{K_y})} = \frac{1000 * 0,8}{14,86 * (1 + \frac{1,26}{1,2})} = 26,26ч;$$

Объем снега собирающийся на обочине во время снегопада и очистки проезжей части от снега

$$Q_{об} = 10^{-6} \times L \times B \times i_{сн} \times T_{ср} \times \rho_{сн} = 10^{-6} \times 50000 \times 15 \times 14,86 \times 230 \times 10 = 25633,5 \text{ м}^3$$

$$N_p = \frac{25633,5}{1400 \times 26,26} = 0,70 \approx 1шт - \text{количество шнекороторных снегоочистителей.}$$

3.2. Расчёт потребности противогололёдных реагентов для борьбы с зимней скользкостью

Необходимое количество соли по месяцам представлено (табл.8).

Таблица 8

Потребное количество соли по месяцам

Месяц	ноябрь	декабрь	январь	февраль	март	
Температура, °С	-3,7	-10,00	-13	-12,4	-6,0	
Вид зимней скользкости	Голый лед	Накат	Накат	Накат	Голый лед	Σ
Количество соли q, гр/м ²	48,25	36,5	44	42,5	93,25	264,5

Расход песчано-соляной смеси на зимний период для борьбы с гололёдом

Среднемесячная толщина наката (льда) который может образоваться в течении месяца в зимний период:

$$h = \frac{H_{год} \times K_{год} \times \rho_{в}}{12 \times \rho_{л}} = \frac{554 \times 0,1 \times 1000}{12 \times 500} = 9,23 \text{ мм} -$$

Количество соли в ПСС:

$P_c = \sum q \times h \times L \times B_{a/6} = 264,5 \times 9,23 \times 50000 \times 9 = 1098600 \text{ кг} = 1098,6 \text{ тонн}$ - количество соли в ПСС.

$P_{СС} = 1098,6 \times 5 = 5493 \text{ тон};$

$\rho_{песка} = 1,5 \text{ т/м}^3;$

$V = 5,6 \text{ м}^3$ - объём кузова КДМ-1306;

$5,6 \times 1,5 = 8,4 \text{ тн/ м}^3;$

Расход ПСС 200 гр/ м²;

$5600000/200=28000 \text{ м}^2$

$28000 / 4,5 = 6222 \text{ м}$ – длина, на которую хватает одного кузова КДМ-1306 ПСС.

Где: 4,5 м - половина ширины асфальтобетонного покрытия на которую распределяю ПСС согласно категории дороги.

Заключение

В результате проведения расчетов были определены способы защиты участка автомобильной дороги от снежных заносов с помощью лесопосадок, снегозащитных щитов и снегозащитного забора.

В качестве метода борьбы с зимней скользкостью принят фрикционный метод совместно с солью.

В качестве противогололедного материала принята песчано-соленая смесь, а метода уборки снега с дорожного покрытия - метод патрульной очистки.

Расчет затрат, вызванных удорожанием перевозок из-за скользкости автомобильной дороги составляет 95,64 млн. рублей.

В качестве метода организации работ по зимнему содержанию участка автомобильной дороги принят поточный метод.

Список литературы:

1. Ремонт и содержание автомобильных дорог: Справочник инженера-дорожника / А. П. Васильев, В. И. Баловнев и др. П/р А. П. Васильева. - М.: Транспорт, 1989. - 287 с.
2. СП 34.1330.2012 «Автомобильные дороги».
3. Зимнее содержание автомобильных дорог / Г. В. Бялобжеский, А. К. Дюнин и др. П/р А. К. Дюнина. 2-Е изд., перераб. и доп. - М.:Транспорт, - 1983. 197 с.
4. Строительная климатология / НИИ СР. - М.: Стройиздат, 1990. - 86 с.
6. Методические рекомендации по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования» (взамен ВСН 24-88). и утв. письмом Государственной службы дорожного хозяйства Министерства транспорта РФ от 17 марта 2004 г. N ОС-28/1270.
7. СП 131.13330.2012 «Строительная климатология. Актуализированная версия СНиП 2.01.01-82».
8. ОДМ 218.5.001-2008 «Методические рекомендации по защите и очистке автомобильных дорог от снега»: ФДА (РОСАВТОДОР). - М., 2008 - 83с.
9. ОДМ 218.5.006-2008 «Методические рекомендации по применению экологически чистых антигололедных материалов и технологий при содержании мостовых сооружений»: ФДА (РОСАВТОДОР). - М.: ФГУП "Информавтодор", 2009.
10. ОДМ 218.0.000-2003 «Руководство автомобильных дорог». Росавтодор, 2003 - 83 с.
11. ОДМ 218.6.021-2019 «Методические рекомендации по применению чистых низкотемпературных противогололедных материалов для зимнего содержания автомобильных дорог»: ФДА (РОСАВТОДОР). - М., 2019.
12. ОДН 218.014-99 «Автомобильные дороги общего пользования. Нормативы потребности в дорожной технике для содержания автомобильных дорог».

Пример графика очистки дороги
График очистки дороги

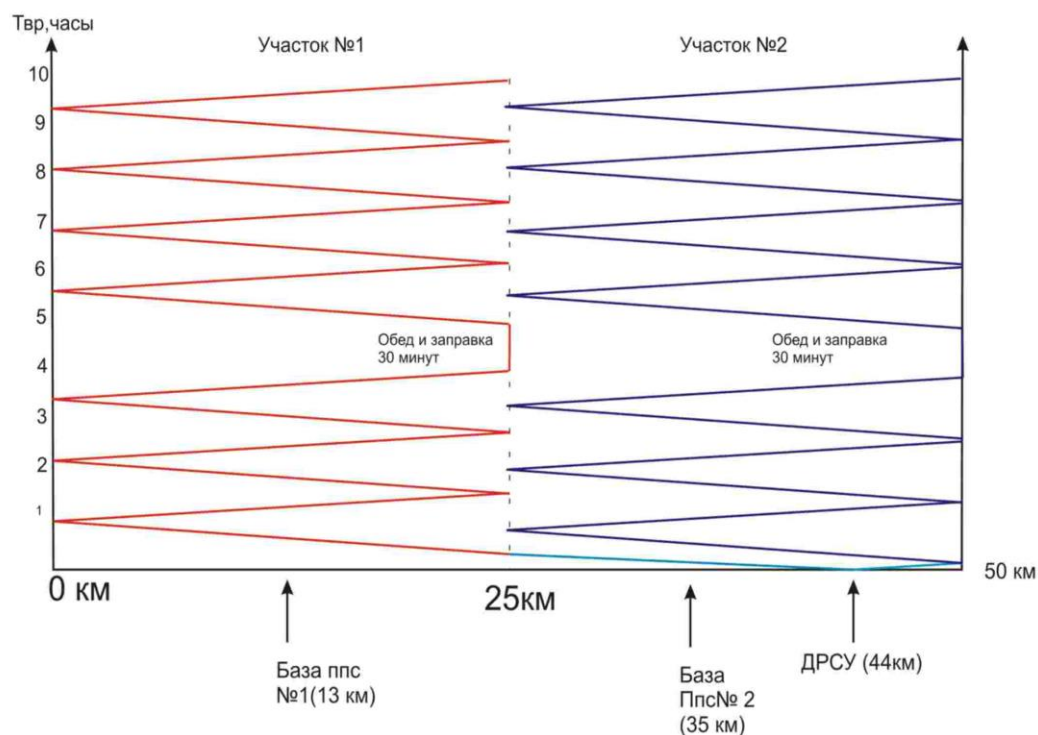
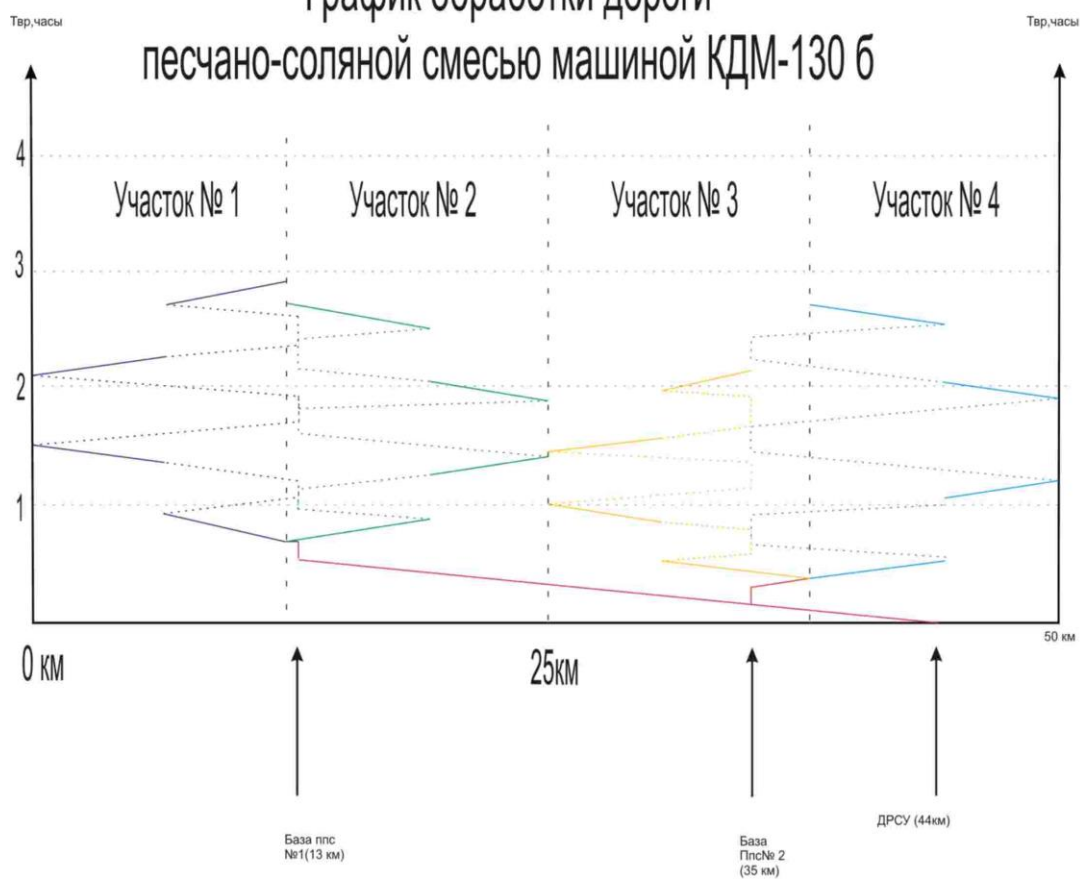


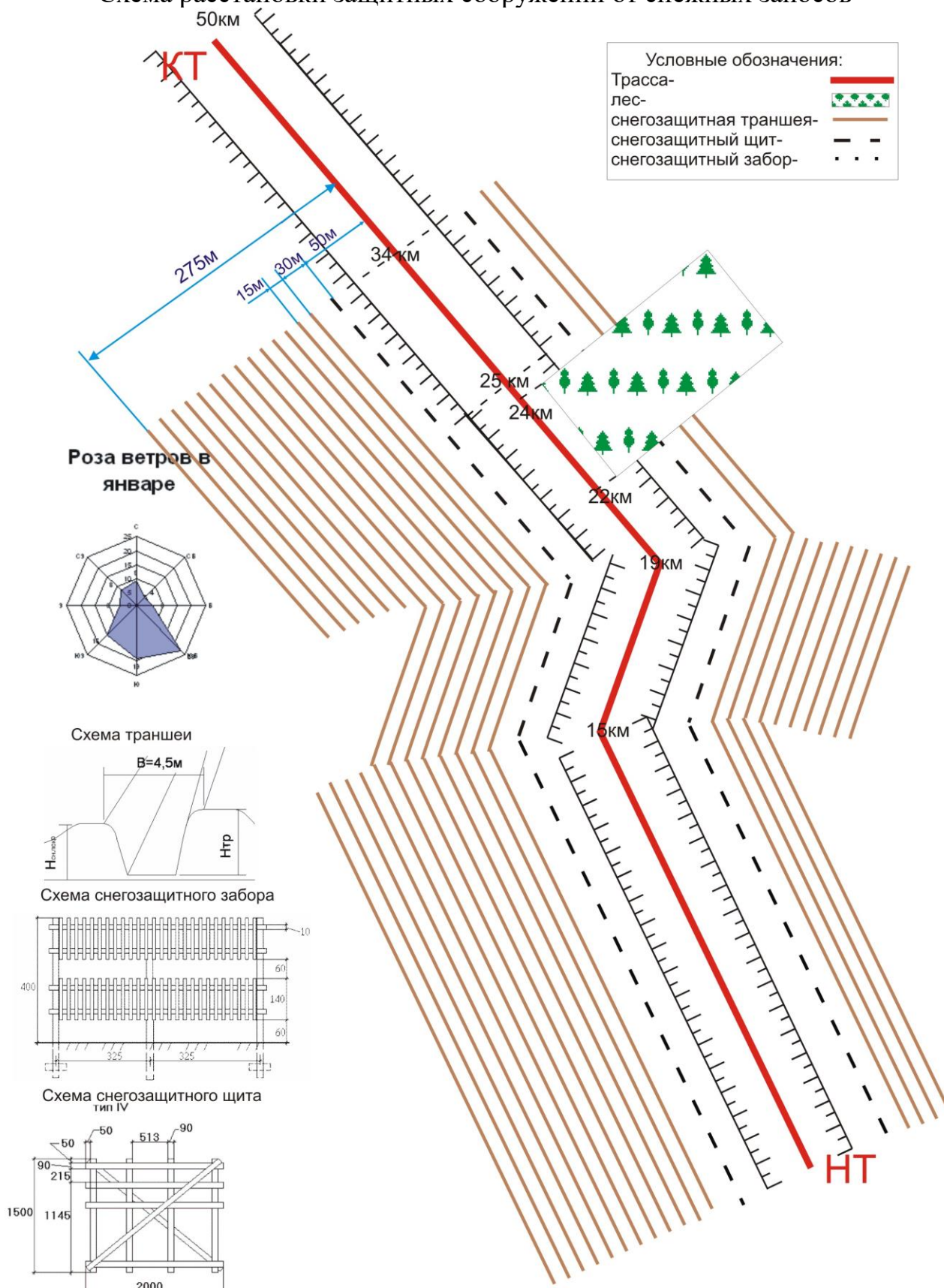
График обработки дороги
песчано-соляной смесью машиной КДМ-130 Б



Приложение 2

Пример схемы расстановки защитных сооружений от снежных заносов

Схема расстановки защитных сооружений от снежных заносов



Приложение 3

Технические характеристики дорожно-строительных машин Плужно-щёточная комплексная машина КМ-600



Технические характеристики:

грузоподъемность кузова пескоразбрасывателя (тн)	10	
объем кузова пескоразбрасывателя (м. куб)	6,5	
ширина рабочей зоны переднего скоростного отвала (м)		2,6
дальность отбрасывания снежной массы (м)	12-15	
высота убираемого слоя свежесвалившегося снега (м)	0,2	
ширина обрабатываемой полосы дороги средним отвалом с дополнительным крылом		
минимальная (м)		2,5
максимальная (м)	2,9	
ширина рабочей зоны посыпки (м)	2-10	
средняя плотность посыпки химреагентами (г/м.кв)	5-500	
инертными материалами (г/м.кв)	30-500	
ширина обрабатываемой полосы дороги боковым отвалом (м)	2,2	
регулировка рабочего угла крыла бокового отвала (град.)		5,43
скорость движения автомобиля при работе скоростным отвалом (км/ч)	50-60	
скорость движения автомобиля при работе пескоразбрасывателем (км/ч)	20-40	
скорость движения автомобиля при работе средним отвалом (км/ч)	5-50	
Расход топлива на 100 км, (л)	45	
Применение бокового отвала позволяет расширить полосу дороги, расчищаемую за один проход до 4,8 м.		



Средний отвал применяется для снятия снежных накатов и наледи, формирования обочин.

Шнекороторный снегоочиститель ДЭ-210Б-1М



Шнекороторный снегоочиститель ДЭ-210Б-1М предназначен для очистки от снега аэродромов, автомобильных дорог и других территорий, отбрасывания снежных валов, образованных другими снегоочистителями, для погрузки снега в транспортные средства с помощью погрузочного желоба.

Снегоочиститель представляет собой самоходную машину, смонтированную на шасси автомобиля ЗИЛ-131Н, и выполнен по одномоторной схеме.

Автомобильный двигатель демонтирован.

Привод рабочего органа и трансмиссии ходовой части снегоочистителя осуществляется от двигателя через понижающий редуктор и систему карданных валов.

Двигатель вместе с обеспечивающими его работу системами (питания, смазки, охлаждения, предпускового подогрева при низких температурах, электрозапуска) монтируются под капотом (за кабиной). Для ограничения дальности отброса снега, при работе вблизи объектов, имеется съемная насадка, устанавливаемая на кожух ротора. Отбрасывание снега производится влево или вправо по направлению движения машины. Погрузочный желоб и насадки входят в комплект поставки.

Характеристики снегоочистителя шнекороторного ДЭ-210Б-1М:

Базовое шасси:	ЗИЛ-131Н
Двигатель:	ЯМЗ-238М2
Номинальная мощность, кВт (л.с.):	176,5 (240)
Производительность, т/ч при высоте забоя 0,6-0,8м и плотности снега 0,5 т/м ³ :	1216
при патрульной очистке при высоте снежного вала до 0,5м, не менее:	1900
Дальность отброса снега плотностью 0,5 т/м ³ , м не менее:	33
Максимальная ширина захвата, мм:	2560
Номинальная толщина очищаемого слоя снега, мм:	1300
Скорости, км/ч	
рабочие:	0,58-7,84
транспортная максимальная:	40
Расход топлива:	
на 100км транспортного пробега, л:	53
средний рабочий, л/ч:	42,4
Масса снегоочистителя, кг:	10750
Масса рабочего органа, кг:	1350
Габаритные размеры, мм	
длина	8650
ширина	2590
высота	2950