

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»

Строительный факультет

Кафедра строительных технологий, геотехники и экономики строительства

УТВЕРЖДЕН  
на заседании кафедры  
строительных технологий, геотехники и эконо-  
номики строительства  
«30» августа\_ 2017 г.,  
протокол №1  
Заведующий кафедрой  
Н.С.Соколов\_  
«30» августа 2017 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ**

по дисциплине

**«ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ДОРОГ»**

Направление подготовки 08.03.01 – «Строительство»

Квалификация (степень) выпускника – «Бакалавр»

Направленность (профиль) Автомобильные дороги

Чебоксары - 2017

Методические материалы разработаны на основе рабочей программы дисциплины, предусмотренной образовательной программой высшего образования (ОП ВО) по направлению подготовки 08.03.01 – «Строительство».

*СОСТАВИТЕЛИ:*

Доцент кафедры строительных технологий,  
геотехники и экономики строительства \_\_\_\_\_ С.А.Ежов

*СОГЛАСОВАНО:*

Методическая комиссия строительного факультета «30» августа 2017 г., протокол №1.

Декан факультета \_\_\_\_\_ А.Н. Плотников

Содержание расчетно-графической работы:

	Стр.
<b>Введение</b>	5
<i>Исходные данные</i>	7
<b>Глава 1. Характеристика района прохождения трассы</b>	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
<b>Глава 2. Расчёт снегоприноса к дороге</b>	10
2.1. Подбор защиты дороги от снегоприноса на каждом участке	13
<b>Глава 3. Технология очистки дороги от снежных отложений и обработка противогололёдными реагентами при содержании дороги зимний период</b>	18
3.1. Подбор снегоочистительной техники	18
3.2. Расчёт потребности противогололёдных реагентов для борьбы с зимней скользкостью	21
<b>Заключение</b>	21
<i>Список использованной литературы</i>	22
<b>Приложения</b>	23
<i>Почасовой график очистки дороги от снега в период метели</i>	23
<i>Почасовой график обработки дороги песчано-соляной смесью машиной КДМ-130Б</i>	23
<i>Схема расстановки защитных сооружений от снежных заносов</i>	24

## **Введение**

РГР по дисциплине “Эксплуатация и реконструкция дорог” посвящен решению одного из основных вопросов эксплуатации дорог, а именно 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 противогололедных 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 строе-

- ний, 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:**

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

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. Место положение ДРСУ - 44 Км;

10. Базы противогололедных материалов	Км	Расстояние от дороги, КМ
База №1	13	1,0
База №2	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. км<sup>2</sup>. 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<sup>0</sup>С; **зимы** умеренные со среднесуточной температурой наиболее холодного месяца (января) – 12<sup>0</sup>С .

Отрицательные температуры воздуха бывают с ноября до марта, а расчетная длительность периода отрицательных температур (менее 8<sup>0</sup>С) составляет Т<sub>3</sub>= 180 суток.

Абсолютный максимум температуры воздуха в году достигает +38<sup>0</sup>С, а минимум -46<sup>0</sup>С. Следовательно, амплитуда температуры воздуха составляет 79<sup>0</sup>С.

Годовая среднесуточная температура воздуха бывает: в июле – максимальная  $+19^{\circ}\text{C}$ , а минимальная в январе  $-10,8^{\circ}\text{C}$ .

Для Чувашской республике преобладающее направление и скорость ветра зимой – западное, а летом – юго-западное. 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 1.1.

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

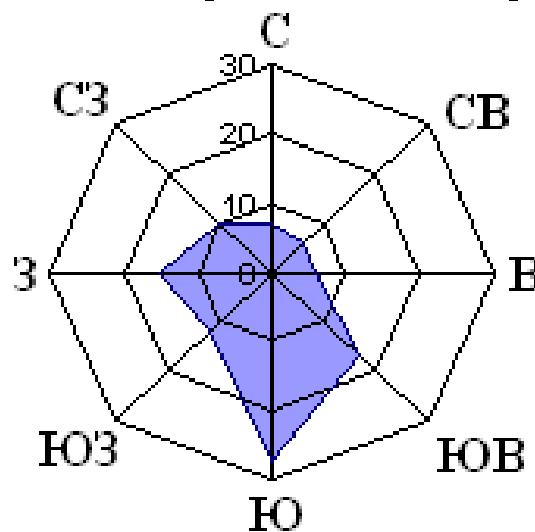


Таблица 1.2.

Среднемесячная и среднегодовая температура воздуха

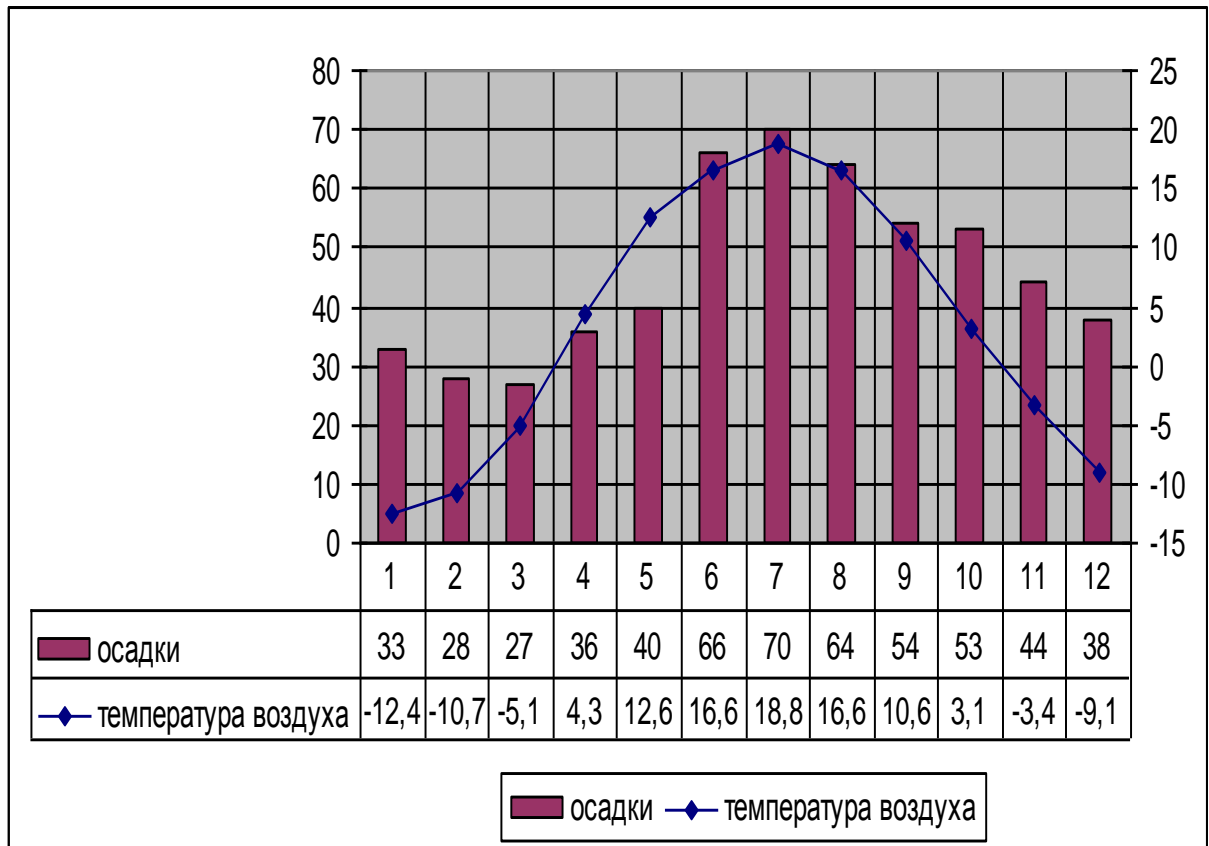
Пункт наблюдения Чебоксары	Месяц												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Температура, $^{\circ}\text{C}$	-12,9	-10,7	-5,1	4,3	12,6	16,6	18,8	16,6	10,6	3,1	-3,4	-9,1	3,7

Таблица 1.3.

## Среднемесячное и среднегодовое количество осадков

Пункт наблюдения Чебоксары	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

**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 лесообразующая 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. 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 2.1.

Климатические параметры требуемые для расчёта снегоприноса

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

Найдём среднюю скорость ветра за зимний период:

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

Общий объём снегоприноса за сезон будет равен:

$$Q = c * V^3 * t; \quad (2.1)$$

$$t = 24 * n * t_{cp} = 24 * 30 * 10 = 7200 \text{ ч}$$

$$Q=0,00031*3,98*7200=140,72 \text{ м}^3/\text{мп}$$

Рассчитаем снегопринос по каждому направлению ветра за зимний период:

$$\begin{aligned} q_c &= 140,72 * 0,07 = 11,257 \text{ м}^3/\text{мп}; \\ q_{св} &= 140,72 * 0,06 = 8,443 \text{ м}^3/\text{мп}; \\ q_в &= 140,72 * 0,06 = 8,443 \text{ м}^3/\text{мп}; \\ q_{юв} &= 140,72 * 0,17 = 23,922 \text{ м}^3/\text{мп}; \\ q_{ю} &= 140,72 * 0,27 = 37,993 \text{ м}^3/\text{мп}; \\ q_{юз} &= 140,72 * 0,12 = 16,886 \text{ м}^3/\text{мп}; \\ q_з &= 140,72 * 0,15 = 21,107 \text{ м}^3/\text{мп}; \\ q_{сз} &= 140,72 * 0,10 = 14,072 \text{ м}^3/\text{мп}. \end{aligned}$$

Таблица 2.3.

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 справа и левой стороны от дороги по каждому направлению на всех 3-х участках:

$$Q_{напр} = q_{напр} * \sin(\alpha) \quad (2.2)$$

### 1-ый участок.

Правая сторона:

$$\begin{aligned} Q_{юв} &= 23,922 * \sin 160^\circ = 8,21 \text{ м}^3/\text{мп}; \\ Q_в &= 8,443 * \sin 115^\circ = 7,65 \text{ м}^3/\text{мп}; \\ Q_{св} &= 8,443 * \sin 70^\circ = 7,93 \text{ м}^3/\text{мп}; \\ Q_c &= 11,257 * \sin 25^\circ = 4,76 \text{ м}^3/\text{мп} \\ \Sigma Q_{\text{прав.напр}} &= 8,21 + 7,65 + 7,93 + 4,76 = \\ & \quad \mathbf{28,55 \text{ м}^3/\text{мп}} \end{aligned}$$

Левая сторона:

$$\begin{aligned} Q_{сз} &= 14,072 * \sin 20^\circ = 4,81 \text{ м}^3/\text{мп}; \\ Q_з &= 21,107 * \sin 65^\circ = 19,13 \text{ м}^3/\text{мп}; \\ Q_{юз} &= 16,886 * \sin 110^\circ = 15,87 \text{ м}^3/\text{мп}; \\ Q_{ю} &= 37,993 * \sin 155^\circ = 16,06 \text{ м}^3/\text{мп} \\ \Sigma Q_{\text{лев.напр}} &= 4,81 + 19,13 + 15,87 + 16,06 = \\ & \quad \mathbf{55,87 \text{ м}^3/\text{мп}} \end{aligned}$$

### 2-ой участок.

Правая сторона:

$$\begin{aligned} Q_{ю} &= 37,993 * \sin 20^\circ = 11,99 \text{ м}^3/\text{мп}; \\ Q_{юв} &= 23,922 * \sin 115^\circ = 21,68 \text{ м}^3/\text{мп}; \\ Q_в &= 8,443 * \sin 70^\circ = 7,93 \text{ м}^3/\text{мп}; \\ Q_{св} &= 8,443 * \sin 25^\circ = 3,57 \text{ м}^3/\text{мп} \\ \Sigma Q_{\text{прав.напр}} &= 11,99 + 21,68 + 7,93 + 3,57 = \\ & \quad \mathbf{48,17 \text{ м}^3/\text{мп}} \end{aligned}$$

Левая сторона:  $Q_{юз} = 16,886 * \sin 25^\circ = 7,14 \text{ м}^3/\text{мп};$

$$\begin{aligned} Q_з &= 21,107 * \sin 110^\circ = 19,83 \text{ м}^3/\text{мп}; \\ Q_{сз} &= 14,072 * \sin 65^\circ = 12,75 \text{ м}^3/\text{мп}; \\ Q_c &= 11,257 * \sin 20^\circ = 3,85 \text{ м}^3/\text{мп} \\ \Sigma Q_{\text{лев.напр}} &= 7,14 + 19,83 + 12,75 + 3,85 = \\ & \quad \mathbf{43,57 \text{ м}^3/\text{мп}} \end{aligned}$$

### 3-ий участок.

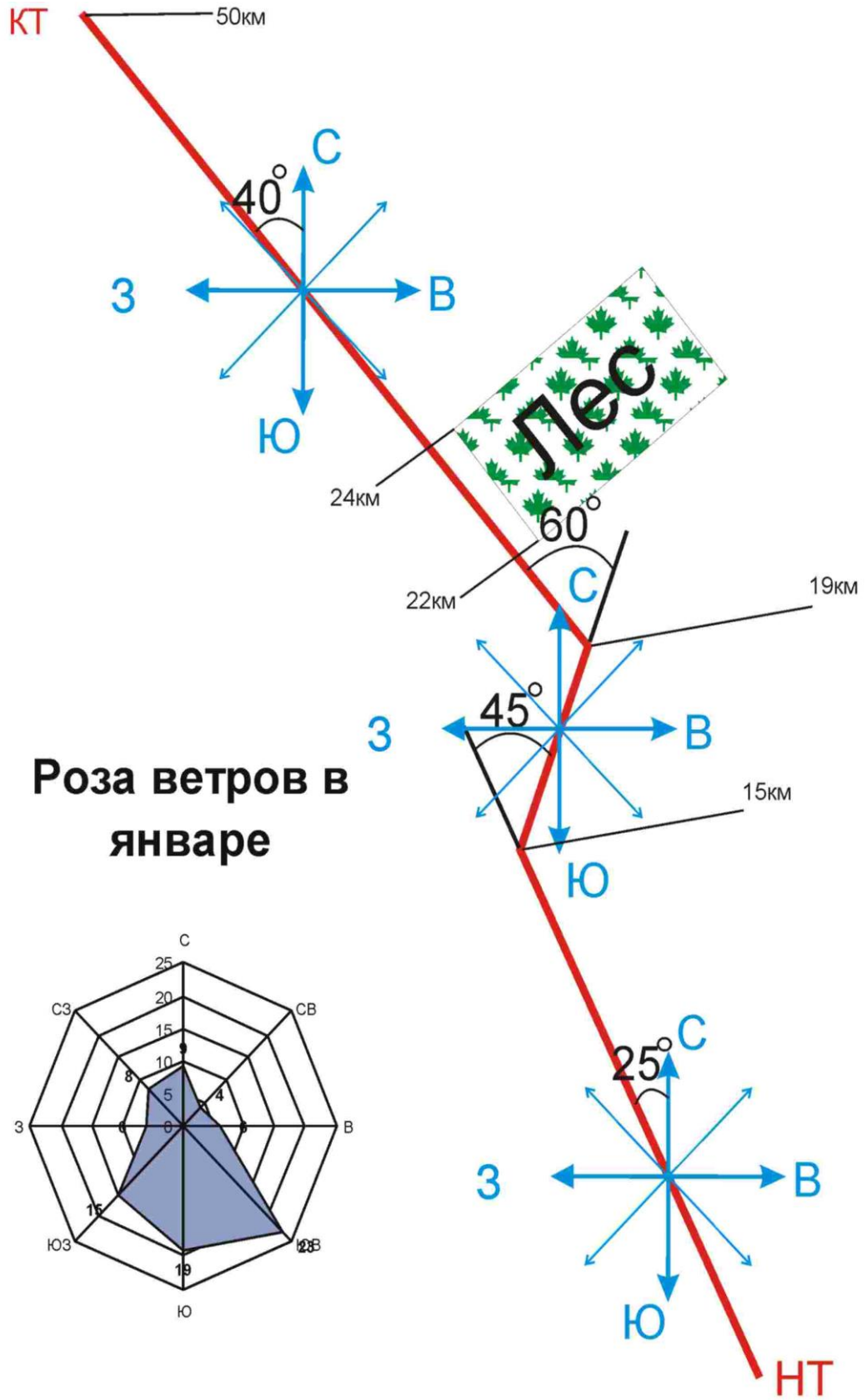
Правая сторона:

$$\begin{aligned} Q_{юв} &= 23,922 * \sin 5^\circ = 2,09 \text{ м}^3/\text{мп}; \\ Q_в &= 8,443 * \sin 50^\circ = 6,47 \text{ м}^3/\text{мп}; \\ Q_{св} &= 8,443 * \sin 85^\circ = 8,41 \text{ м}^3/\text{мп}; \\ Q_c &= 11,257 * \sin 40^\circ = 7,23 \text{ м}^3/\text{мп} \\ \Sigma Q_{\text{прав.напр}} &= 2,09 + 6,47 + 8,41 + 7,23 = \\ & \quad \mathbf{24,20 \text{ м}^3/\text{мп}} \end{aligned}$$

Левая сторона:

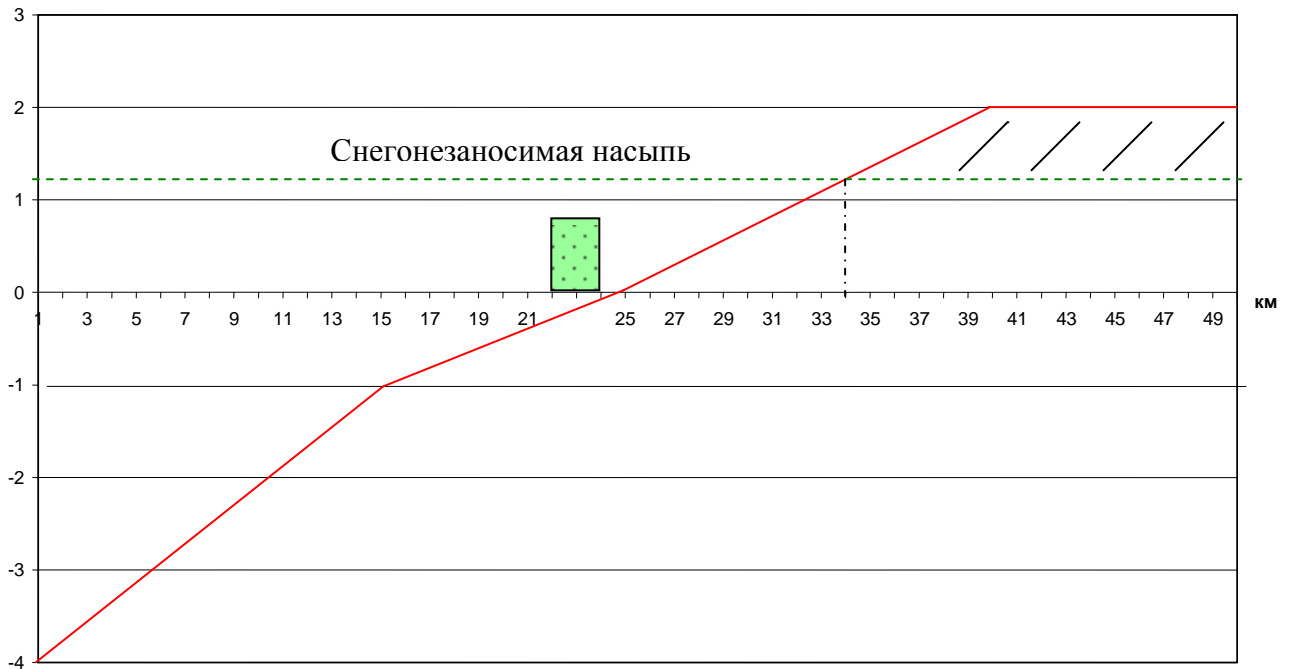
$$\begin{aligned} Q_{ю} &= 37,993 * \sin 40^\circ = 24,42 \text{ м}^3/\text{мп}; \\ Q_{юз} &= 8,443 * \sin 85^\circ = 16,82 \text{ м}^3/\text{мп}; \\ Q_з &= 21,107 * \sin 50^\circ = 16,17 \text{ м}^3/\text{мп}; \\ Q_{сз} &= 14,072 * \sin 5^\circ = 1,23 \text{ м}^3/\text{мп} \\ \Sigma Q_{\text{лев.напр}} &= 24,42 + 16,82 + 16,17 + 1,23 = \\ & \quad \mathbf{58,64 \text{ м}^3/\text{мп}} \end{aligned}$$

Схема определения снегоприноса к дороге (схематический чертёж трассы)



## 2.1. Подбор защиты дороги от снегоприноса на каждом участке

Оценка снегонезаносимости дороги



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

$$h = h_{\text{сн.покр}} + \blacktriangle h; \quad (2.3)$$

$h_{\text{сн.покр}}$  - по метеорологическим условиям района, где проходит данная автомобильная дорога,  $h_{\text{сн.покр}} = 38$  см, согласно СНиП 2.05.02.-85 п.6.33

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

$\blacktriangle h$  – превышение над толщиной снежного покрова, для второй категории дороги согласно  $\blacktriangle h = 0,7$  м.

Тогда

$$h = 0,7 + 0,4 = 1,1 \text{ м}$$

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 ВСН-24-88 назначаем тот или иной вид защиты (заборы, щиты, траншеи), таблица 6.4 и рис.6.5. Щиты высотой 2м целесообразно применять если снегопринос  $Q \geq 100 \text{ м}^3/\text{мп}$ , а 1,5 менее  $Q < 100 \text{ м}^3/\text{мп}$ . Если решетчатые щиты не обеспечивают защиту дороги от снежных заносов то нужно устраивать дополнительные снегозащитные сооружения – траншеи.

Снегосборная способность щитовых линии определяется по формуле:

$$Q = \beta(n-1)h_{\text{защ}} \times l + 8 \times h_{\text{защ}}^3 \quad (2.4)$$

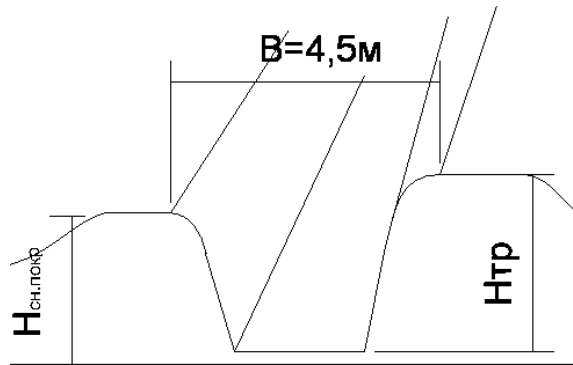
где,  $l = 30 \times h_{\text{защ}}$ .

Снегосборная способность траншеи определяется по формуле:

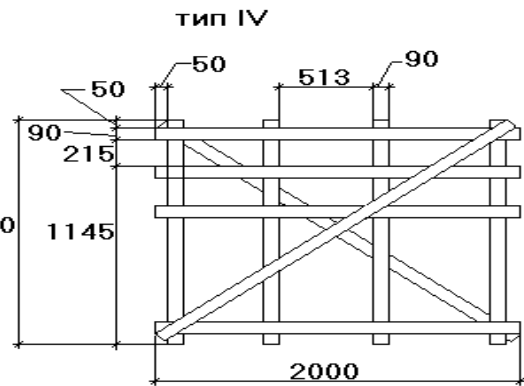
$$W_{\text{тр}} = 10 \times h_{\text{сн.покр}}^3 + K_{\text{зан}} \times B \times h_{\text{тр}}; \quad (2.5)$$

где,  $h_{\text{сн.покр}} = h_{\text{тр}}$

Схема траншеи:



Тип решетчатого снегозащитного щита:



**Участок 1 (1-15 Км)** Подберём необходимую защиту от снежных заносов и определим её снегосборную 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:**  $Q_{\text{прав}} = 28,55 \text{ м}^3/\text{мп}$

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

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

$$Q_{\text{неуч}} = 28,55 - 18 = 10,55 \text{ м}^3/\text{мп} - \text{не учтено}$$

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

$$n_{\text{тр}} = \frac{10,55}{3,22} = 3,27 \approx 4 \text{ мп}; \quad Q_{\text{защ.тр}} = 4 \times 3,22 = 12,88 \text{ м}^3/\text{мп}$$

$$Q_{\text{общ.защ}} = 12,88 + 18 = 30,88 \text{ м}^3/\text{мп},$$

но при этом должно выполняться следующее условие:

$$\frac{30,88 - 28,55}{30,88} \times 100\% = 5\% \leq 5\%$$

**Левая сторона:**  $Q_{\text{лев}} = 55,85 \text{ м}^3/\text{мп}$

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

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

$$Q_{\text{неуч}} = 55,85 - 18 = 37,85 \text{ м}^3/\text{мп} - \text{не учтено}$$

$$n_{\text{тр}} = \frac{37,85}{3,22} \approx 12 \text{ мп}; \quad Q_{\text{защ.тр}} = 12 \times 3,22 = 38,64 \text{ м}^3/\text{мп}$$

$$Q_{\text{общ.защ}} = 18 + 38,64 = 56,64 \text{ м}^3/\text{мп},$$

но при этом должно выполняться следующее условие:

$$\frac{56,64 - 55,85}{56,64} \times 100\% = 1,41\% \leq 5\%$$

На первом участке окончательно принимаем защиту:

- справа от дороги 1 ряд щитов  $h_{\text{защ}}=1,5\text{м}$  и 4 траншеи;
- слева от дороги 1 ряд щитов  $h_{\text{защ}}=1,5\text{м}$  и 12 траншей.

**Участок 2 (15-19 Км)** Подберём необходимую защиту от снежных заносов и определим её снегосборную способность. На втором участке дорога требует защиту с 15 по 19 км.

**Правая сторона:**  $Q_{\text{прав}}=48,17 \text{ м}^3/\text{мп}$

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

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

$$Q_{\text{неуч}}=48,17 - 18 = 30,17 \text{ м}^3/\text{мп} - \text{не учтено}$$

$$n_{\text{тр}} = \frac{30,17}{3,22} = 9,37 \approx 10 \text{ тр}; \quad Q_{\text{защ.тр}} = 10 \times 3,22 = 32,20 \text{ м}^3/\text{мп}$$

$$Q_{\text{общ.защ}} = 32,20 + 18 = 50,20 \text{ м}^3/\text{мп},$$

но при этом должно выполняться следующее условие:

$$\frac{50,20 - 48,17}{50,20} \times 100\% = 4,04\% \leq 5\%$$

**Левая сторона:**  $Q_{\text{лев}}=43,57 \text{ м}^3/\text{мп}$

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

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

$$Q_{\text{неуч}}=43,57 - 18 = 25,57 \text{ м}^3/\text{мп} - \text{не учтено}$$

$$n_{\text{тр}} = \frac{25,57}{3,32} \approx 8 \text{ тр}; \quad Q_{\text{защ.тр}} = 8 \times 3,22 = 25,76 \text{ м}^3/\text{мп}$$

$$Q_{\text{общ.защ}}=25,76+18=43,76 \text{ м}^3/\text{мп},$$

но при этом должно выполняться следующее условие:

$$\frac{43,76 - 43,57}{43,76} \times 100\% = 0,4\% \leq 5\%$$

На втором участке окончательно принимаем защиту:

- справа от дороги 1 ряд щитов  $h_{\text{защ}}=1,5 \text{ м}$  и 10 траншей;
- слева от дороги 1 ряд щитов  $h_{\text{защ}}=1,5 \text{ м}$  и 8 траншей.

**Участок 3 (19-50 Км)** Подберём необходимую защиту от снежных заносов и определим её снегосборную 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:**  $Q_{\text{прав}}=24,20 \text{ м}^3/\text{мп}$

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

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

$$Q_{\text{неуч}}=24,20 - 18 = 6,20 \text{ м}^3/\text{мп} - \text{не учтено}$$

$$n_{\text{тр}} = \frac{6,20}{3,22} = 1,93 \approx 2 \text{ тр}; \quad Q_{\text{защ.тр}}=2 \times 3,22=6,44 \text{ м}^3/\text{мп}$$

$$Q_{\text{общ.защ}}=6,44 + 18 = 24,44 \text{ м}^3/\text{мп},$$

но при этом должно выполняться следующее условие:

$$\frac{24,44 - 24,20}{24,44} \times 100\% = 0,99\% \leq 5\%$$

**Левая сторона:**  $Q_{\text{лев}} = 58,64 \text{ м}^3/\text{мп}$

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

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

$$Q_{\text{неуч}} = 58,64 - 18 = 40,64 \text{ м}^3/\text{мп} - \text{не учтено}$$

$$n_{\text{тр}} = \frac{40,64}{3,22} = 12,6 \approx 13 \text{ тр}; \quad Q_{\text{защ. тр}} = 13 \times 3,22 = 41,86 \text{ м}^3/\text{мп}$$

$$Q_{\text{общ. защ}} = 41,86 + 18 = 59,86 \text{ м}^3/\text{мп},$$

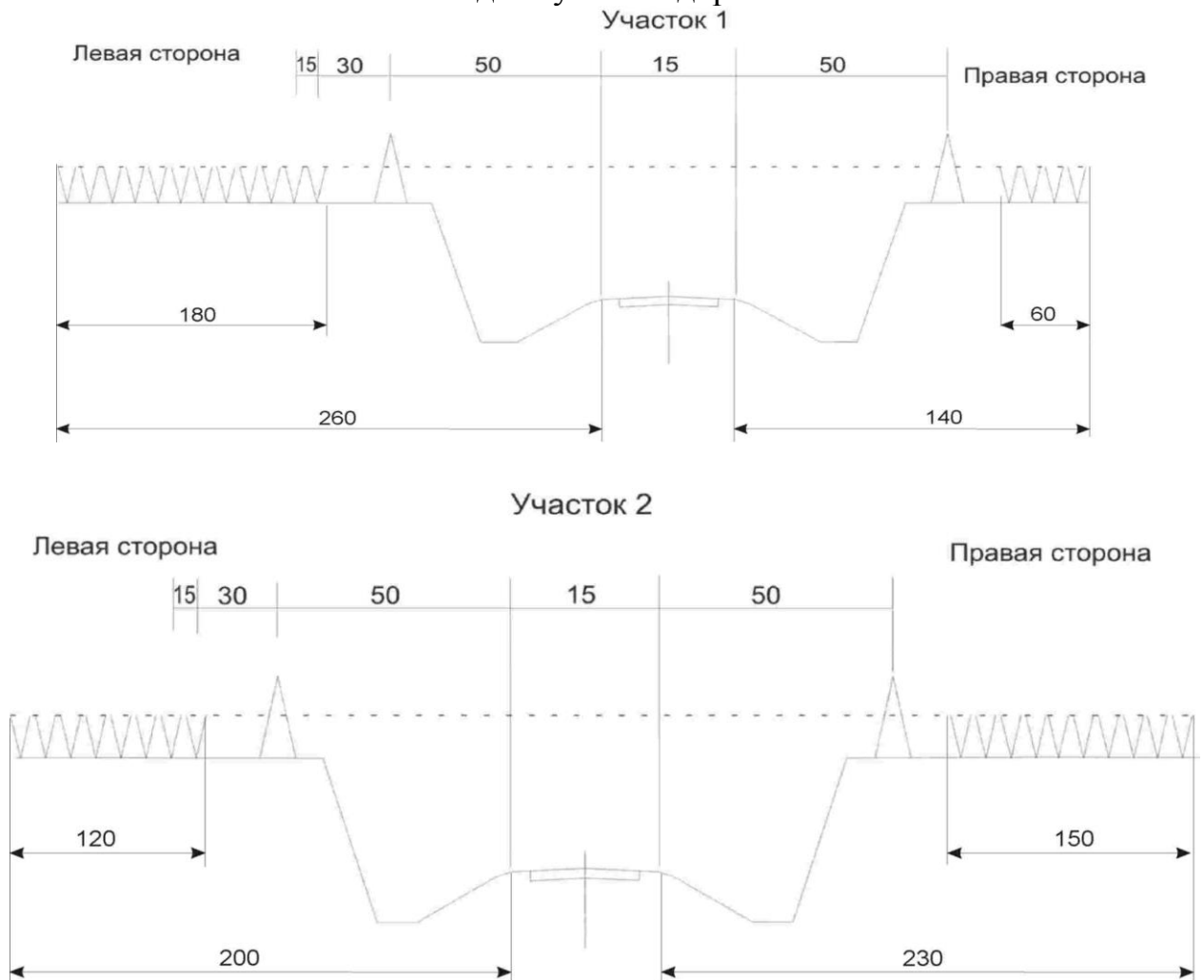
но при этом должно выполняться следующее условие:

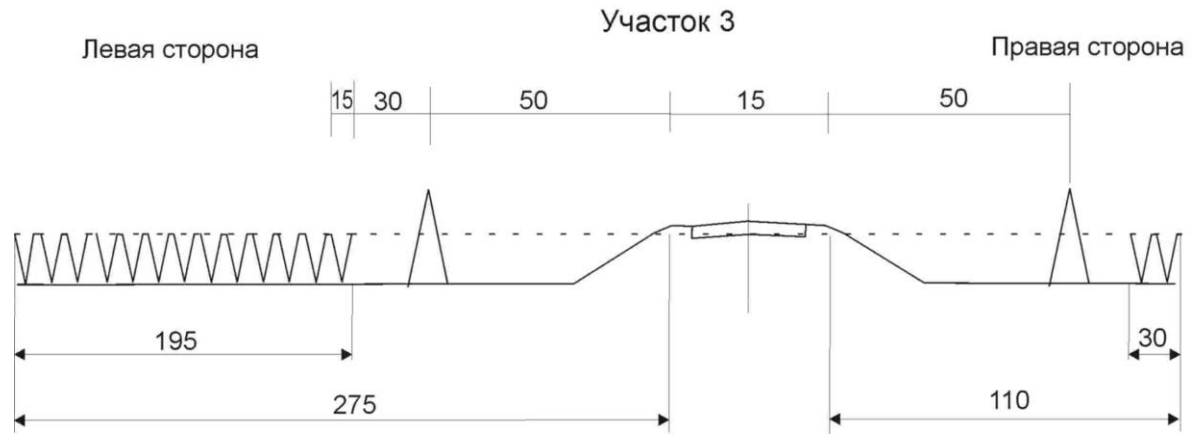
$$\frac{59,86 - 58,64}{59,86} \times 100\% = 2\% \leq 5\%$$

На третьем участке окончательно принимаем защиту:

- справа от дороги 1 ряд щитов  $h_{\text{защ}} = 1,5 \text{ м}$  и 2 траншеи;
- слева от дороги 1 ряд щитов  $h_{\text{защ}} = 1,5 \text{ м}$  и 13 траншей.

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



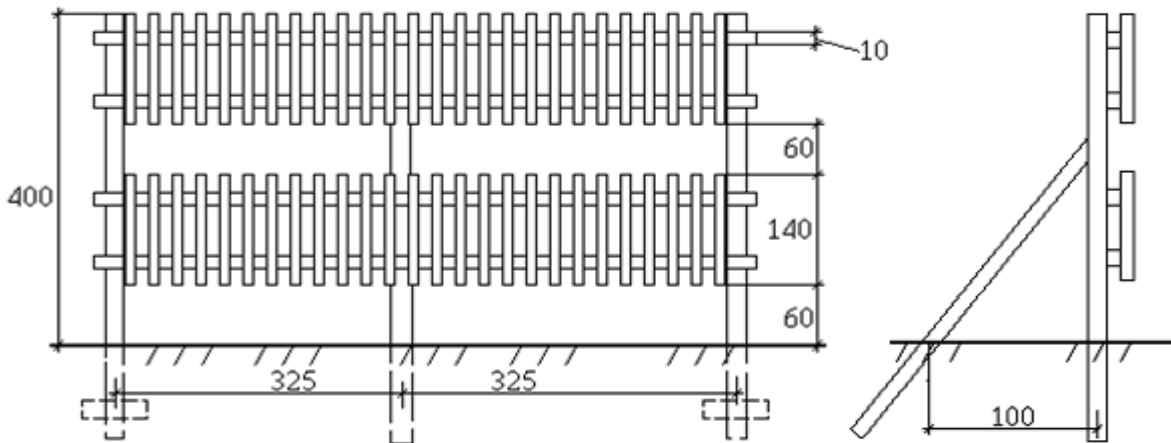


Существуют и другие виды защиты дороги от снежных заносов, такие как снегозадерживающие заборы. Высота снегозащитного забора определяется:

$$H_{заб} = 0,34 \times \sqrt{Q} + h_{сн.пок} \quad (2.6)$$

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.

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 отчистки дороги примем плужно-щёточный очиститель КДМ-130Б.



Подсчитаем количество плужно-щёточных очистителей требуемых для отчистки дороги:

$$n_{пл} = \frac{\frac{B}{2} - (C_p - X_n)}{C_n - X_n} = \frac{15/2 - (2,7 - 0,3)}{3 - 0,3} = 1,89 \approx 2 \text{ шт}$$

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

$$X_n = (C_n - B_{зах})/2 = (3,0 - 2,55)/2 = 0,45/2 = 0,23 \text{ м}$$

Рассчитаем потребное количество комплектов машин для отчистки:

$$КДМ- K = \frac{2L}{l}; \ell = 1000 \times V_{п} \times K_{в} \times t_{д.и}; t_{д.и} = \frac{h_d}{i_{сн}};$$

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

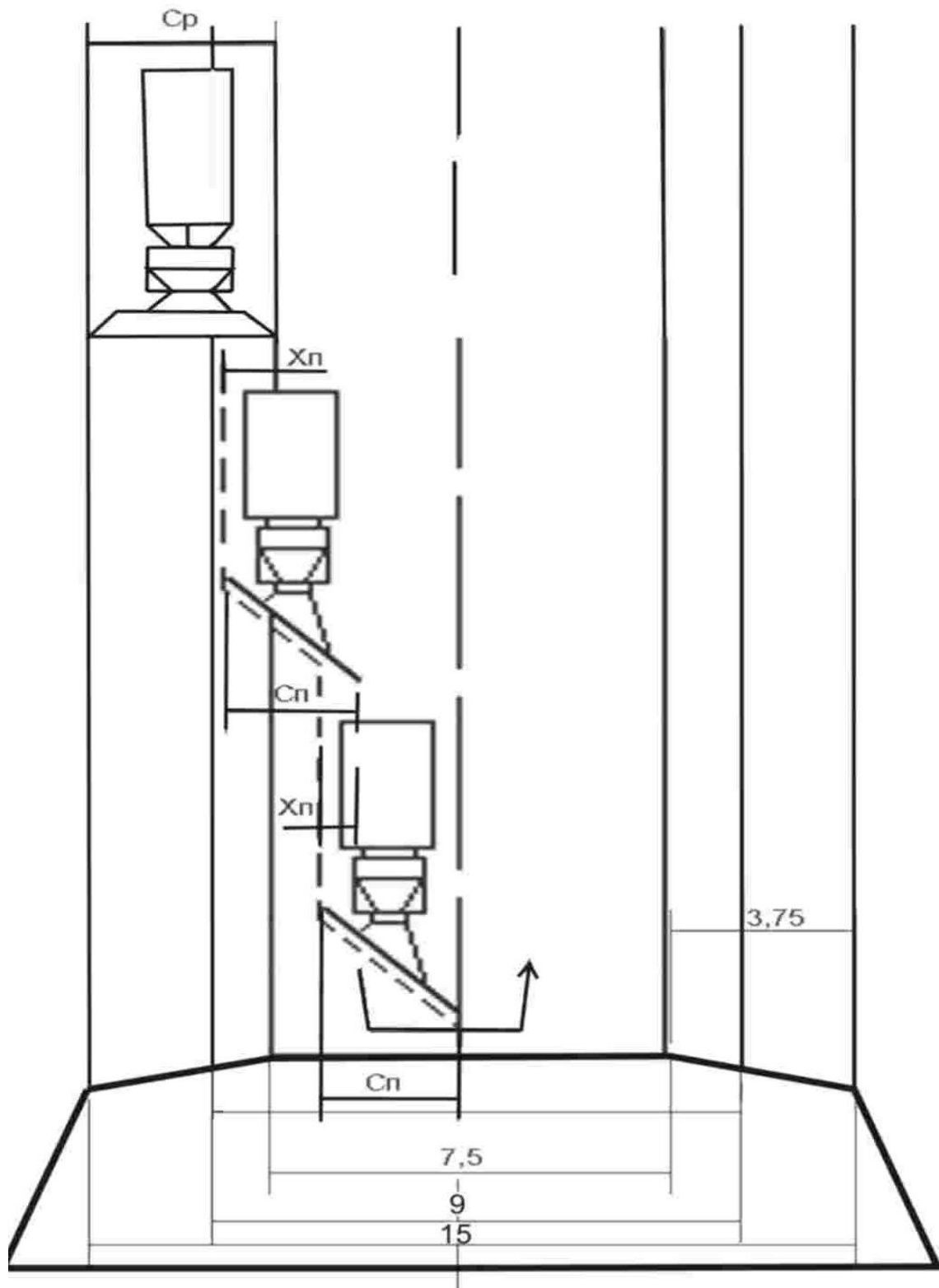
$$t_{д.и} = \frac{25}{14,86} = 1,68 \text{ ч};$$

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

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

Тогда требуемое количество КДМ = 2×2= 4 шт.

## Схема отчистки дороги:



Рассчитаем потребное количество снегоочистителей шнекороторных:  
Для отчистки обочин автомобильной дороги от снега принимаем *Снегоочиститель шнекороторный КО-605*.



*Снегоочиститель шнекороторный КО-605 имеет следующие технические характеристики:*

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/м <sup>3</sup>	1400		1200	
при патрульной очистке при высоте снежного вала до 0,5 м, не менее	2000		1900	
Дальность отброса снега плотностью 0,5 т/м <sup>3</sup> , 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			

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

$$T_p = \frac{1000 \times H_{уб}}{i_{си} * (1 + \frac{K_{пл}}{K_y})} = \frac{1000 * 0,8}{14,86 * (1 + \frac{1,26}{1,2})} = 26,26ч ; - \text{ время работы шнекороторного снегоочистителя}$$

гоочистителя

$Q_{об} = 10^{-6} \times L \times B \times i_{сн} \times T_{ср} \times \rho_{сн} = 10^{-6} \times 50000 \times 15 \times 14,86 \times 230 \times 10 = 25633,5 \text{ м}^3$  - объём снега собирающийся на обочине ввремя снегопада и очистки проезжей части от снега

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

### 3.2. Расчёт потребности противогололёдных реагентов для борьбы с зимней скользкостью

Таблица 3.1

Потребное количество соли по месяцам

Месяц	11	12	1	2	3	
Температура, °С	-3,7	-10,00	-13	-12,4	-6,0	
Вид зимней скользкости	Голый лед	Накат	Накат	Накат	Голый лед	∑
Количество соли q, гр/м <sup>2</sup>	48,25	36,5	44	42,5	93,25	264,5

Подсчитаем расход сколько требуется нам песчано-соляной смеси на зимний период для борьбы с гололёдом на данной дороге.

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

(льда) который может образоваться в течении месяца в зимний период.

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

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

$$\rho_{песка} = 1,5 \text{ т/м}^3; V = 5,6 \text{ м}^3 - \text{объём кузова КДМ-130б}; 5,6 \times 1,5 = 8,4 \text{ тн/ м}^3;$$

Расход ПСС 200 гр/ м<sup>2</sup>;  $5600000/200=28000 \text{ м}^2/4,5 = 6222 \text{ м}$  - длина на которую хватает одного кузова КДМ-130б ПСС.

4,5 м - половина ширины а/б покрытия на которую распределяю ПСС согласно категории дороги.

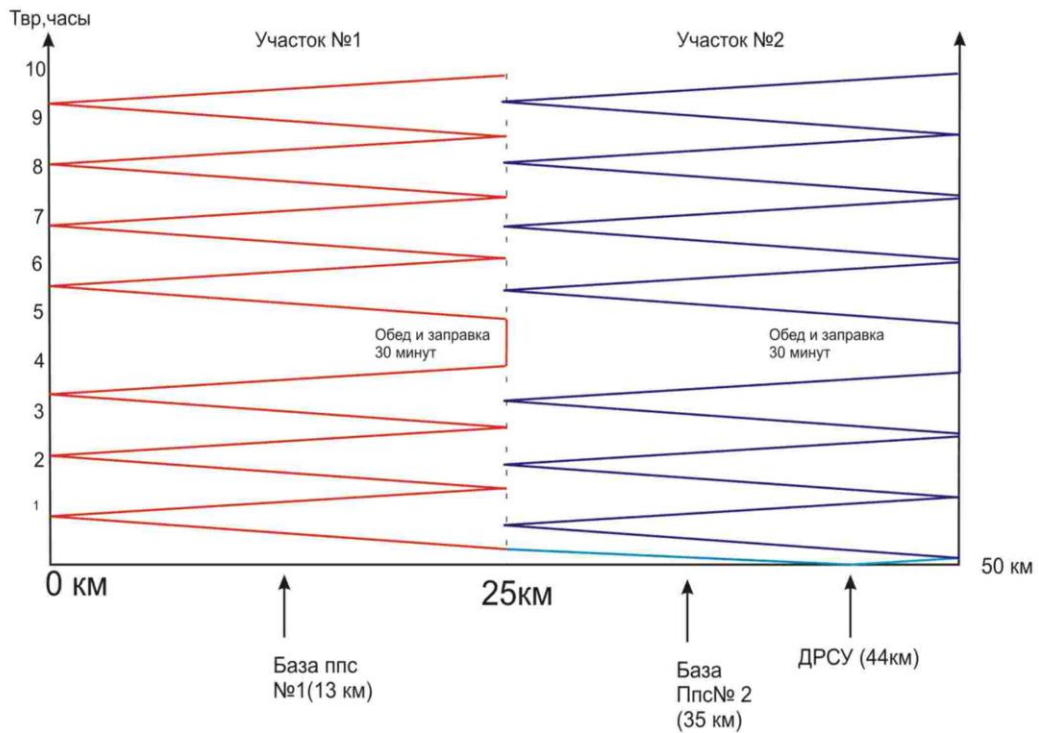
### Заключение

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.

### График очистки дороги



### График обработки дороги песчано-соляной смесью машиной КДМ-130 б

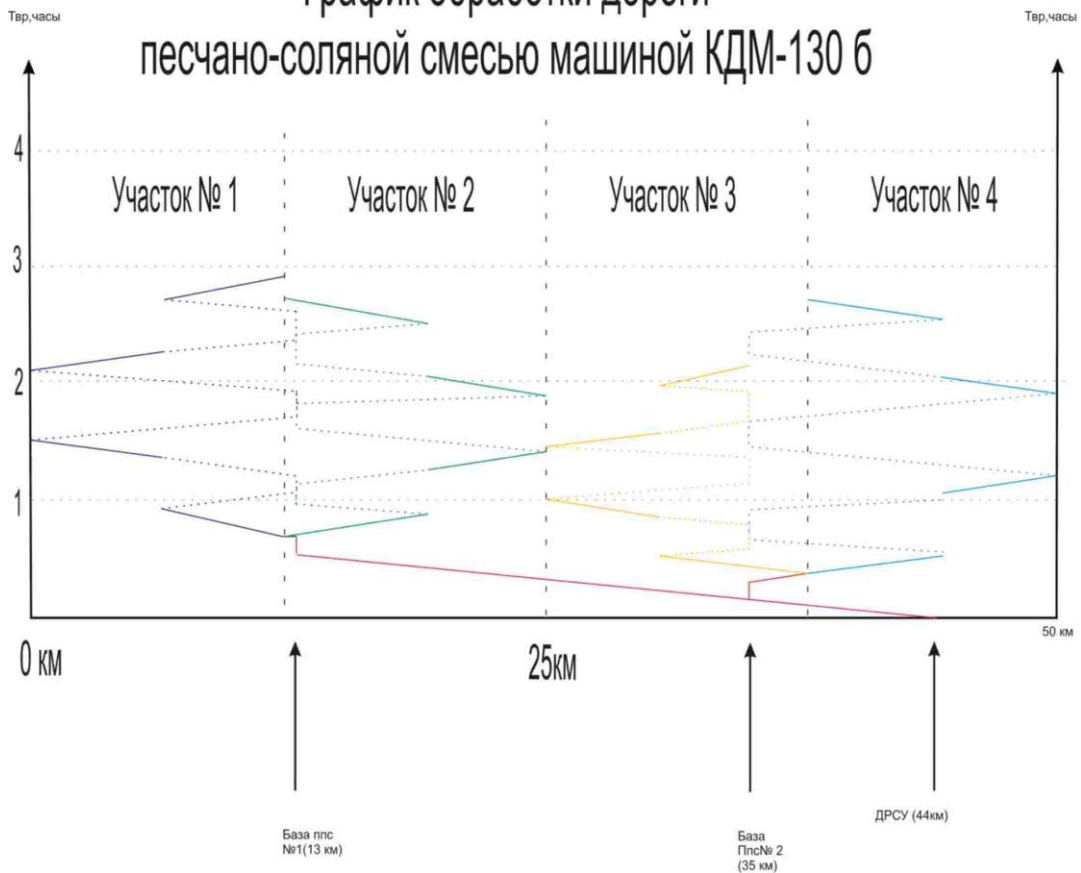




Схема расстановки защитных сооружений от снежных заносов

