

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Автомобильные дороги»

ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

*Методические рекомендации к курсовому проектированию
для студентов специальности
1-70 03 01 «Автомобильные дороги»
очной и заочной форм обучения*



Могилев 2024

УДК 625.7
ББК 39.311
Э41

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Автомобильные дороги» «21» февраля 2024 г.,
протокол № 7

Составитель канд. техн. наук, доц. В. Т. Парахневич

Рецензент канд. техн. наук, доц. С. В. Данилов

Методические рекомендации к курсовому проектированию по дисциплине
«Эксплуатация автомобильных дорог» предназначены для студентов специаль-
ности 1-70 03 01 «Автомобильные дороги» дневной и заочной форм обучения.

Учебное издание

ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Ответственный за выпуск	А. М. Брановицкий
Корректор	А. Т. Червинская
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 26 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2024

Содержание

Предисловие.....	4
1 Структура и объем курсовой работы «Проект зимнего содержания участка автомобильной дороги» и требования к ее оформлению.....	5
2 Последовательность разработки отдельных разделов курсовой работы.....	6
2.1 Введение.....	6
2.2 Климатическая характеристика района.....	6
2.3 Способы уменьшения снегозаносимости.....	6
2.4 Выявление снегозаносимых участков.....	8
2.5 Определение объема снегоприноса.....	9
2.6 Разработка мер защиты дорог от снежных заносов.....	10
2.7 Технология расчистки снежных отложений.....	17
2.8 Борьба с зимней скользкостью.....	18
2.9 Организация работ по зимнему содержанию участка дороги.....	19
2.10 Общие выводы.....	19
Список литературы.....	20
Приложение А. Линейный график зимнего содержания автомобильной дороги.....	21

Предисловие

Курсовое проектирование по дисциплине «Эксплуатация автомобильных дорог» является важным аспектом учебного процесса в подготовке инженеров специальности 1-70 03 01 «Автомобильные дороги».

Студент под руководством преподавателя выполняя курсовую работу на тему «Эксплуатация автомобильных дорог» использует полученные им знания по специальным и общетехническим дисциплинам, творчески решает конкретную инженерную задачу, приобретает при этом навыки практической работы для дальнейшей своей трудовой деятельности.

При разработке курсовой работы необходимо применять известные современные технические и технологические решения, передовой производственный опыт, использовать результаты научных исследований.

Цель курсового проектирования – углубление и закрепление студентами полученных знаний, приобретение опыта анализа конкретной инженерной ситуации для принятия самостоятельных решений по назначению проектных и эксплуатационных мероприятий.

1 Структура и объем курсовой работы «Проект зимнего содержания участка автомобильной дороги» и требования к ее оформлению

В курсовой работе изучается небольшой по объему, но весьма важный вопрос эксплуатации автомобильных дорог – зимнее их содержание.

Зимнее содержание дорог требует создания условий для безопасного движения автомобилей с заданными скоростями и нагрузками. Кроме этого возникает необходимость защиты самой дороги и сооружений от влияния зимних условий на их состояние. Безопасное движение автомобилей обеспечивается путем предотвращения снежных заносов и очистки дорог от их последствий, а также путем предупреждения образования и устранения возникающей ледяной корки на проезжей части при помощи борьбы с наледями.

В ходе выполнения данной курсовой работы студенты должны проанализировать конкретные географические и климатические условия, при которых будет эксплуатироваться автомобильная дорога, и на основании этого разработать проект зимнего ее содержания.

Курсовая работа содержит следующие разделы.

Введение.

1 Климатическая характеристика района.

2 Способы уменьшения снегозаносимости.

3 Выявление снегозаносимых участков.

4 Определение объема снегоприноса.

5 Разработка способов защиты дороги от снежных заносов.

5.1 Использование деревянных щитов.

5.2 Устройство снегозащитного забора.

5.3 Применение снежных траншей.

5.4 Использование лесопосадок.

5.5 Анализ и выбор снегозащитных устройств.

6 Технология расчистки снежных отложений.

7 Предотвращение зимней скользкости.

8 Определение потерь, вызванных зимней скользкостью.

9 Организация работ по зимнему содержанию автомобильной дороги.

Заключение.

Список использованных источников.

Объем курсовой работы – 30–40 страниц.

В расчетно-пояснительной записке последовательно излагается решение поставленной задачи и содержатся все необходимые расчеты и обоснование принятого варианта. Записка оформляется в соответствии с нормативными требованиями. Она должна содержать таблицы, графики и рисунки, необходимые для расчетов. Номера таблиц, формул и иллюстраций должны состоять из двух цифр, первая из которых обозначает номер раздела, вторая – порядковый номер соответственно таблицы, графика или рисунка в пределах данного раздела.

Графическая часть курсовой работы выполняется на миллиметровой бумаге в соответствующем масштабе и подшивается в конце расчетно-пояснительной записки (приложение А).

2 Последовательность разработки отдельных разделов курсовой работы

2.1 Введение

Во введении необходимо определить цель и охарактеризовать важность работ по зимнему содержанию автомобильных дорог. Указать способы создания ее безопасных эксплуатационных способностей как в частности для данной дороги, так и сети дорог в целом.

В процессе выполнения курсовой работы рассматриваются различные способы обеспечения нормальной эксплуатации дороги в зимних условиях и решается вопрос наиболее рационального из них.

2.2 Климатическая характеристика района

В данном разделе курсовой работы излагается общая природно-климатическая характеристика района расположения дороги, приводятся данные о среднемесячной температуре воздуха, среднемесячном количестве твердых осадков, количестве дней с гололедом, календарных датах перехода среднесуточных температур через $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ [1], направлении и повторяемости преобладающих ветров в зимний период по месяцам.

Количество осадков в периоды с отрицательными температурами позволяет рассчитать общее количество твердых осадков за зиму W_a , мм.

Эти данные позволяют построить дорожно-климатический график и розы ветров по румбам для зимнего периода эксплуатации дороги.

Дорожно-климатический график дает возможность определить продолжительность зимнего периода, направление преобладающих ветров.

На схеме дороги для характерных ее участков указываются направления преобладающего ветра в январе, румбы направления участков автомобильной дороги, по которым определяются углы между направлением преобладающего ветра и направлением участка дороги.

2.3 Способы уменьшения снегозаносимости

Многообразие факторов, определяющих образование снежных заносов, затрудняет на стадии проектирования конкретное назначение мер, предотвращающих снегозаносимость. Поэтому на дорогах, принятых в эксплуатацию, часто приходится по факту принимать меры к уменьшению снегозаносимости, когда выявляются вновь заносимые места и причины этих снежных заносов.

Одним из важных факторов, обеспечивающим незаносимость насыпей, является положение земляного полотна на уровне незаносимой отметки, а также придание поверхности поперечного профиля дороги удобного очертания для обтекания снеговетровым потоком.

Высота насыпи на участках дорог, проходящих по открытой местности, из условия снегонезаносимости во время метелей определяется по формуле

$$h = h_s + \Delta h, \quad (2.1)$$

где h_s – расчетная высота снежного покрова с вероятностью превышения 5 %, м;

Δh – возвышение над снежным покровом, обеспечивающее незаносимость насыпи, м.

Для дорог I–III категорий высоту снежного покрова определяют на основе снегосъемки, которую проводят зимой вдоль дороги в местах, где намечается поднять насыпь до снегонезаносимой высоты. По данным снегосъемки и ближайшей метеостанции путем пересчета определяют расчетную высоту снежного покрова $H_{п}$ с вероятностью превышения 5 %. Для дорог IV и V категорий при невозможности провести снегосъемку допускается упрощенное определение расчетной высоты снежного покрова по климатическим справочникам [1].

Возвышение насыпи над расчетным уровнем снежного покрова определяют согласно двум условиям:

- 1) увеличение скорости снеговетрового потока до значения, обеспечивающего перенос снега через дорожное полотно без образования снежных отложений;
- 2) беспрепятственное размещение снега, сбрасываемого с дорожного полотна при очистке.

Чтобы выполнялось первое условие, должны соблюдаться величины, представленные в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Возвышение насыпи над расчетным уровнем снежного покрова

Ширина земляного полотна, м	28	15	12	10	8
Δh , м	1,2	0,7	0,6	0,5	0,4

В районах, где расчетная высота снегового покрова превышает 1 м, необходимо проверять достаточность возвышения бровки насыпи над снеговым покровом по условию беспрепятственного размещения снега, сбрасываемого с дороги при снегоочистке, используя формулу

$$\Delta h_{sc} = 0,375 h_s \frac{b}{\alpha}, \quad (2.2)$$

где Δh_{sc} – возвышение бровки насыпи над расчетным уровнем снегового покрова по условиям снегоочистки, м;

b – ширина земляного полотна, м;

α – расстояние отбрасывания снега с дороги снегоочистителем, м; для дорог с регулярным режимом зимнего содержания допускается принимать $\alpha = 8$ м.

В дальнейших расчетах при определении высоты не заносимой насыпи принимают большее значение (Δh или Δh_{sc}).

Уменьшить или предотвратить снеготранспортируемость выемок за счет элементов поперечного профиля дорог 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 $h_{п}$, или под снеготранспортируемую насыпь;

– у положения откосов выемок глубиной более 2 м от 1:1,5 до 1:3;

– путем устройства дополнительных аккумуляционных полок.

В процессе очистки поперечный профиль раскрытых выемок неизбежно искажается, поэтому такие выемки следует ограждать средствами снегозащиты.

Для улучшения обтекания пересечений снеговетровым потоком поперечного профиля дороги следует по возможности уменьшать число ограждений, ориентирующих столбиков и других препятствий, которые могут задерживать снег, переносимый метелью на поверхности дороги.

На участках, где нельзя уменьшить снеготранспортируемость перечисленными способами, основными путями борьбы со снежными заносами должны быть усиленная снегоочистка и защита таких участков снегозадерживающими устройствами и насаждениями.

Результатом работы над данным разделом курсовой работы должны быть определение параметров (высоты насыпи и глубины выемки) снеготранспортируемых участков и построение поперечных профилей этих участков. Кроме этого, в соответствии с отметками существующей автомобильной дороги следует определить местоположение снеготранспортируемых участков и указать его в соответствующей строке графика организации зимнего содержания автомобильной дороги.

2.4 Выявление снеготранспортируемых участков

В данном разделе курсовой работы необходимо выявить месторасположение и степень снеготранспортируемости отдельных участков дороги в соответствии с существующим профилем и отразить эти результаты на графике организации зимнего содержания дороги.

Снеготранспортируемостью называют подверженность дорог снежным заносам. Количественно снеготранспортируемость определяется как отношение объема снега, отложившегося на дорожном полотне, к общему объему снега, принесенного метелью к дороге.

Степень снеготранспортируемости автомобильных дорог нередко оценивают в зависимости от объемов возможного снеготранноса. Но объем снега, приносимого метелями, не характеризует снеготранспортируемость дороги. Оценивать снеготранспортируемость объемов приносимого снега нельзя, т. к. снежные заносы – отложившийся, а не переносимый снег. При одном и том же объеме приносимого снега на участках с разными поперечными профилями за одно и то же время откладыва-

ется разный объем снега, т. к. подверженность таких участков образованию снежных заносов неодинакова (таблица 2.2).

Таблица 2.2 – Деление заносимых участков дороги по степени снегозаносимости

Категория снегозаносимости	Характеристика участка дороги	Вид снежных отложений, которые приходится удалять
Слабозаносимые	Насыпи от H_n до H_n . Пересечения в одном уровне. Насыпи с барьером безопасности	Снегопадные отложения. Снежные заносы небольшого объема. Небольшие снежные валы
Среднезаносимые	Раскрытые выемки до 1...2 м. Полувыемки-полунасыпи. Нулевые места и невысокие насыпи ниже H_n . Пересечения в разных уровнях. Дороги, проходящие через небольшие населенные пункты, в районах с интенсивными общими метелями	Снегопадные отложения. Снежные заносы толщиной 1...1,5 м. Снежные валы
Сильнозаносимые	Нераскрытые выемки, подветренный откос которых не может вместить снег, приносимый метелями и выпадающий при снегопадах. Все выемки на кривых	Снегопадные отложения. Снежные заносы, толщина которых может достигать глубины выемки
<p><i>Примечания</i></p> <p>1 Данные таблицы относятся к заносимым участкам, проложенным по безлесной местности.</p> <p>2 Не заносимые в безлесной местности насыпи высотой H_n и более, а также нераскрытые выемки, подветренный откос которых может вместить весь снег, откладывающийся при метелях и снегопадах.</p> <p>3 Участки, проложенные через сплошные лесные массивы, не заносятся при любом поперечном профиле. Степень снегозаносимости отмечается на графике организации зимнего содержания дороги (приложение А)</p>		

2.5 Определение объема снегоприноса

В этом разделе курсовой работы необходимо определить снегопринос на каждый участок автомобильной дороги. Снегопринос – объем снега, приносимого на погонную длину 1 м дороги в единицу времени. Он зависит от размеров бассейна снегоприноса, ориентации дороги относительно направления преобладающих ветров, толщины снежного покрова, плотности, температуры и влажности снега, силы ветра и других факторов.

Объем снегоприноса определяется по участкам:

$$W_{\Pi} = \frac{\xi \cdot \sin \alpha}{\rho_c \cdot \left(\frac{1}{L} + \frac{1}{L_3} \right)} \cdot W_{\alpha}, \quad (2.3)$$

где W_{Π} – объем снегоприноса, м³/м;

ξ – коэффициент сдувания твердых осадков, $\xi = 0,5$;

α – угол между направлением господствующего ветра и направлением рассматриваемого участка дороги;

ρ_c – плотность снега, $\rho_c = 0,4 \text{ т/м}^2$;

L – путь, который проходит метель от границы бассейна до дороги, $L = \infty$;

L_{Σ} – предельная дальность снегоприноса, $L_{\Sigma} = 0,5 \text{ км}$;

W_{α} – общее число твердых осадков за зиму, мм.

2.6 Разработка мер защиты дорог от снежных заносов

В данном разделе курсовой работы необходимо определить способы защиты дороги от снежных заносов. Заносимые участки автомобильных дорог можно защитить тремя способами: задержать переносимый метелью снег на подступах к дороге и вызвать образование снежных отложений на безопасном для дороги расстоянии; увеличить скорость снеговетрового потока, когда он проходит над дорогой, и этим предотвратить образование снежных отложений на дорожном покрытии; полностью оградить дорогу от снега с помощью специальных сооружений. Практическое использование на автомобильных дорогах в достаточных масштабах получили только первые два способа защиты от снежных заносов, наиболее часто используется защита от заносов путем снегозадержания с помощью искусственных устройств или насаждений.

При работе над этим разделом следует рассмотреть основные виды снегозадерживающих устройств и насаждений, определить конструктивные параметры снегозащитных сооружений, необходимое количество рядов и предложить схемы установки.

2.6.1 Защита дороги от снежных заносов с помощью деревянных щитов.

Наиболее медленно заносятся снегом щиты с неравномерно расположенным заполнением, при котором решетка сгущена в верхней части и разрежена в нижней. Благодаря этому такие щиты приходится переставлять значительно реже, чем щиты с равномерно заполненной решеткой.

В зависимости от объема снегоприноса и скорости ветра применяются четыре типа щитов с разреженной нижней частью [1]:

– тип I – щит высотой 2 м с общей просветностью 50 %: просветность нижней половины – 60 %, верхней – 40 %;

– тип II – щит высотой 1,5 м с общей просветностью 50 %: просветность нижней половины – 60 %, верхней – 40 %;

– тип III – щит высотой 1,5 м с общей просветностью 60 %: просветность нижней части – 70 %, верхней – 50 %.

Щиты типа I применяют в районах с объемом снегоприноса более $100 \text{ м}^3/\text{м}$ и при скоростях ветра более 20 м/с; щиты типа II – в районах с объемом снегоприноса менее $100 \text{ м}^3/\text{м}$ и при скоростях ветра более 20 м/с; щиты типа III – с объемом снегоприноса $100 \text{ м}^3/\text{м}$ в районах со скоростями менее 20 м/с; щиты

типа IV – с объемом снегоприноса менее $100 \text{ м}^3/\text{м}$ в районах со скоростью ветра менее 20 м/с .

Эффективность действия снегозащитных ограждений зависит не только от конструкции, но и от способов установки и перестановки щитов. Щиты обычно устанавливаются с кольями. На каменистом или скальном грунте щиты ставят в «козлы» (с наклоном друг к другу), прочно связывая верхние концы. При такой установке щиты неустойчивы и могут быть повалены, поэтому при накоплении у щитов снежных отложений толщиной $20 \dots 30 \text{ мм}$ их ставят вертикально, обваливают низ снегом и притрамбовывают его.

Наиболее эффективно задерживают снег щиты, установленные сплошной линией. При недостатке щитов, а также в районах с интенсивными метелями вместо сплошной линии можно ставить щитовые линии с разрывами в один щит через каждые три–четыре щита.

Щиты жесткой конструкции по мере отработки переставляют на вершину образующегося около них снежного вала. Перестановку следует производить при высоте вала от $2/3$ до $3/4$ высоты щита. Максимальное удаление одиночных щитовых линий от дороги должно быть не более 100 м . Щитовые линии обычно располагают параллельно дороге, но при преобладании косых ветров рекомендуется ставить через 60 м перпендикулярно к основной щитовой линии короткие звенья щитов с таким расчетом, чтобы концы этих звеньев подходили к дороге не ближе чем на $10 \dots 15 \text{ м}$.

В районе с интенсивными метелями щиты ставят в два, три и более рядов. Необходимое количество рядов можно определить по следующей зависимости:

$$N = \frac{W_n - K \cdot H^2}{K_p \cdot H \cdot L_p}, \quad (2.4)$$

где K – коэффициент накопления снега у наружных рядов многорядной защиты, $K = 9$;

H – высота щита, м;

L_p – расстояние между рядами щитов, $L_p = 20 H$, м;

K_p – коэффициент заполнения снегом пространства между рядами, $K_p = 0,6 \dots 0,8$.

По величине максимального снегоприноса к одному из участков рассматриваемой автомобильной дороги принять тип конструкции снегозащитного щита (привести схему) и определить необходимое количество рядов при использовании щитовой защиты, а также предложить примерную схему установки щитов при проложении дороги в насыпи и выемке [1, 2, 4, 5].

2.6.2 Защита дороги от снежных заносов путем установки снегозащитного забора.

Надежным средством защиты дорог от снежных заносов служат высокие снегозадерживающие заборы.

Снегозадерживающие заборы бывают двухпанельные с просветностью

решетки 50 % и однопанельные с просветностью решетки до 70 %. Однопанельные заборы в основном применяют для вторых и третьих рядов многорядных линий заборов, двухпанельные – при устройстве заборов в один ряд или в ближайшем к дороге ряду многорядных линий заборов.

В зависимости от направления господствующих метельных ветров и рельефа местности применяют следующие расстояния установки заборов от дороги:

- горизонтальная местность – 15–20 высот;
- местность спускается от забора к дороге – 20–25 высот.

Если по каким-либо причинам забор нельзя удалить от дороги на нужное расстояние, допускается сократить расстояние до 10 высот при условии уменьшения просветности решетки.

В особенно многоснежные и метелевые зимы можно усиливать забор установкой дополнительных линий переносных щитов.

Расчет высоты снегозащитного забора следует производить по формуле

$$H_3 = 0,34 \cdot \sqrt{H_n} + H_n, \quad (2.5)$$

где H_n – средняя высота снежного покрова, м.

Не следует делать заборы выше 5 м. Если по расчету требуется большая высота, устраивают два и более рядов заборов.

Общая снегосборочная способность заборов, поставленных в несколько рядов, определяется по формуле

$$Q = \beta \cdot (n - 1) \cdot H_3 \cdot l + K_1 \cdot H_3^2, \quad (2.6)$$

где Q – объем снега у многорядных защит, м³/м;

β – коэффициент, характеризующий степень заполнения пространства между рядами заборов, $\beta = 0,8$;

n – количество рядов заборов;

H_3 – высота забора, м;

l – расстояние между рядами заборов;

K – коэффициент, $K = 8$.

2.6.3 Защита дороги от снежных заносов с применением снежных траншей.

Наряду с защитными устройствами из дерева, железобетона и синтетических материалов применяют другие виды защиты от снега. Наиболее широко применяют снежные траншеи. Их прокладывают в снежном покрове проходами двухотвальных тракторных снегоочистителей или бульдозеров. Снегосборная способность траншеи (объем снега, который может задержать 1 м траншеи) при глубине 1,5 м и шире, создаваемой за один проход двухотвального тракторного снегоочистителя, составляет в среднем 12 м³/м.

Снегозащитные траншеи прокладывают в несколько рядов параллельно дороге. Число работоспособных траншей, которые необходимо одновременно иметь для надежной защиты дороги, назначают с учетом объема снегоприноса.

Оптимальное расстояние, которое следует назначать между осями соседних траншей, составляет 12...15 м. Ближайшая к дороге траншея должна быть расположена не ближе 30 м и не дальше 100 м бровки дороги. На расстоянии 12...15 м от старых траншей прокладывают новые.

Объем снега, который может задержать одна траншея, рассчитывается по формуле

$$H_T = 0,5 \cdot (B_{cp} \cdot H_n + L_T \cdot \sqrt{B_{cp} \cdot H_n}), \quad (2.7)$$

где B_{cp} – средняя ширина траншеи, м;

L_T – расстояние между осями траншей, м.

Необходимое количество траншей

$$n = \frac{W_n}{W_T}. \quad (2.8)$$

Для прокладки такого количества траншей необходимое число бульдозеров определяется по следующей формуле:

$$N_0 = \frac{L \cdot m \cdot n}{V_p \cdot K_U \cdot t_b}, \quad (2.9)$$

где L – длина участков, на которые прокладываются траншеи, км;

m – число одновременно прокладываемых траншей, принимается в зависимости от W_n , до 100 м³/м – не менее 3; до 200 м³/м – не менее 4;

n – количество проходов машин по одной и той же траншее, $n = 2$;

V_p – рабочая скорость бульдозера, $V_p = 5...10$ км/ч;

K_U – коэффициент использования машины во времени, $K_U = 0,7$;

t_b – возможное время работы по прокладке траншей в течение промежутка между метелями, $t_b = 48$.

Определить снегоемкость траншей, необходимое количество траншей для эффективной защиты и число бульдозеров для устройства траншей. Привести примерную схему снегозащиты участка дороги с помощью траншей [1, 2, 4, 5].

2.6.4 Защита дороги от снежных заносов с помощью лесопосадок.

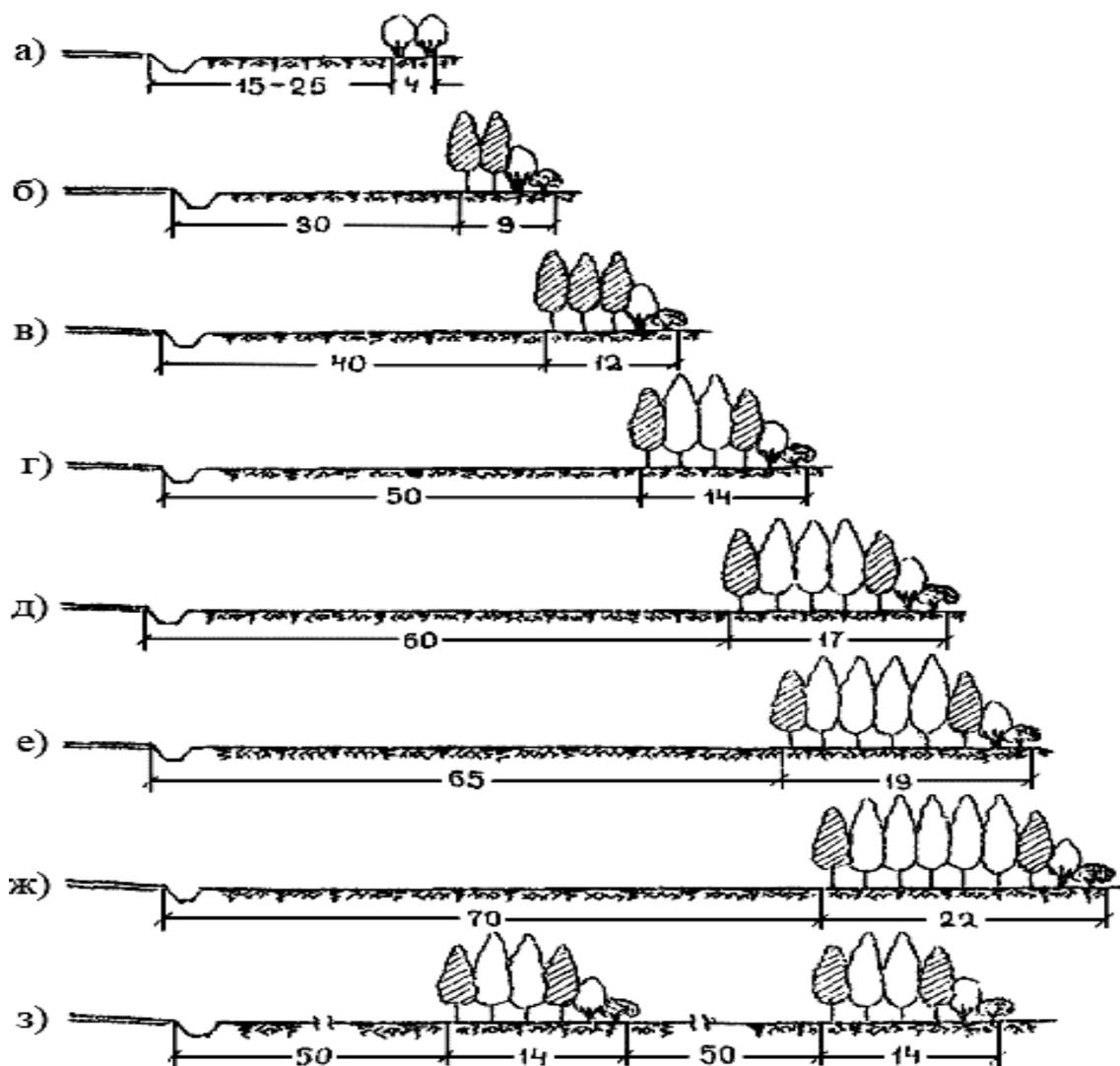
Снегозащитные лесные полосы – рационально подобранные по составу и концентрации насаждения вдоль дороги, выполняющие ветрозащитные, декоративные и некоторые другие функции.

Преимущества снегозащитных полос перед другими видами защиты состоят в том, что они требуют меньше затрат, надежны в работе, гасят силу

ветра и служат одновременно эстетическим оформлением дороги.

Снегозащитные полосы обычно состоят из нескольких рядов древесных пород и кустарниковой опушки, расположенной с полевой стороны лесополосы.

Размещение, ширина и конструкция полосы выбирается исходя из главной цели – защиты дороги от приносимого снега. При этом учитывается необходимость минимального изъятия земли из сельскохозяйственного пользования, обеспечения рационального объема лесопосадочных работ, соблюдения требований декоративного оформления примыкающей к дороге местности. Расстояние от бровки земляного полотна до полосы, ширина полосы и другие параметры зависят от объема снегоприноса и составляют по рекомендации Союздорнии: при $W_n \leq 25 \text{ м}^3/\text{м}$ удаление от бровки земляного полотна 15...25 м при ширине лесополосы 4 м; при $W_n \leq 50 \text{ м}^3/\text{м}$ – 30 м при ширине 9 м; $W_n \leq 75 \text{ м}^3/\text{м}$ – 40 м при ширине 12 м; $W_n \leq 100 \text{ м}^3/\text{м}$ – 50 м при ширине 14 м (рисунок 2.1).



а – $25 \text{ м}^3/\text{м}$; б – $50 \text{ м}^3/\text{м}$; в – $75 \text{ м}^3/\text{м}$; г – $100 \text{ м}^3/\text{м}$; д – $125 \text{ м}^3/\text{м}$; е – $150 \text{ м}^3/\text{м}$; ж – $200 \text{ м}^3/\text{м}$; з – $250 \text{ м}^3/\text{м}$

Рисунок 2.1 – Схемы снегозащитных насаждений

Смещение древесных и кустарниковых пород в полосах должно предусматривать постепенное повышение крон от крайних рядов к внутренним с таким расчетом, чтобы кроны имели свободный доступ к свету и густое ветвление хотя бы с одной стороны. Древесные и кустарниковые породы, из которых формируются насаждения, разделяются на следующие основные группы по высоте:

- низкий кустарник высотой до 2 м;
- высокий кустарник высотой до 4 м;
- низкокронные деревья высотой до 15 м;
- высококронные деревья высотой до 25 м.

Одной из разновидностей снегозащитных лесных полос является живая изгородь. Это густая двухрядная посадка деревьев или кустарников, которой путем систематической стрижки придается определенная высота, плотность и форма.

Необходимое число рядов живой изгороди можно определить по формуле

$$n = \frac{W_n}{Q}, \quad (2.10)$$

где Q – снегоемкость однорядной живой изгороди.

$$Q = 7 \cdot H^2, \quad (2.11)$$

где H – высота деревьев, $H \approx 2 \dots 3$ м.

Разработать схему снегозащиты с помощью живой изгороди. Параметры (ширину и удаление от бровки земляного полотна) лесопосадки можно определить расчетом в зависимости от объема снегоприноса.

Ширина лесополосы

$$L = \frac{W_n}{H_{cp}} - 8 \cdot H_{cp}, \quad (2.12)$$

где H_{cp} – средняя высота снежных отложений, $H_{cp} = 1 \dots 2,5$ м.

Необходимое удаление лесополосы от бровки земляного полотна

$$l = 20 + 0,25 \cdot W_n. \quad (2.13)$$

Определить параметры лесополосы и предложить схему защиты.

2.6.5 Обоснование выбора снегозащитных устройств.

Необходимо произвести расчет снегоприноса на отдельных участках автомобильной дороги и обосновать выбор определенного типа снегозащиты на конкретных участках.

Объемы снегоемкости отдельных видов защит можно определить по следующим зависимостям.

Объем снегоемкости деревянных однорядных щитов

$$Q_{щ} = 9 \cdot H^2, \quad (2.14)$$

где H – высота щита, м.

Объем снега, удерживаемый снегозащитным забором

$$Q_з = 8 \cdot H^2, \quad (2.15)$$

где H – высота забора, м.

Объем снега, удерживаемый снежной траншеей

$$Q_{тр} = 10 \cdot H_{п}^2 + 2 \cdot B \cdot H_{п}, \quad (2.16)$$

где $H_{п}$ – высота снежного покрова, м;

B – ширина траншеи, м.

Объем снега, удерживаемый лесной полосой

$$Q_{лп} = 7 \cdot H^2, \quad (2.17)$$

где H – высота лесопосадки, м.

После выбора способов снегозащиты на конкретных участках с учетом таблицы 2.3 следует сделать перерасчет параметров защитных устройств для расчетных объемов снегоприноса каждого участка. Результаты необходимо отразить в соответствующей строке графика зимнего содержания.

Таблица 2.3 – Условия применения снегозащитных устройств

Снегозащитные устройства снегозадерживающего действия	Целесообразные условия применения	Краткая характеристика преимуществ и недостатков
1	2	3
Снегозащитные лесные полосы	Применяются для защиты любых снегозаносимых участков с объемом снегоприноса более 25 м ³ /м, где это позволяет рельеф местности и почвенно-климатические условия	Надежное и экономичное средство снегозащиты
Снегозадерживающие заборы	Применяются для защиты сильнозаносимых мест	Обеспечивают надежную защиту дороги. Дорогое средство снегозащиты
Дополнительные (аккумуляционные полки)	Применяются в выемках и полувыемках	Надежное средство защиты
Переносные щиты	Могут применяться в различных условиях, исключая участки с очень интенсивными и продолжительными метелями	Маневренное средство снегозащиты. Требуется ручная работа при изготовлении и эксплуатации

Окончание таблицы 2.3

1	2	3
Сетки из полимерных материалов	Применяются, кроме защиты сильнозаносящих участков	Долговечны. Меньшие трудовые затраты, чем при устройстве щитовой защиты
Снегозащитные устройства из снега	Применяются, кроме сильнозаносящих мест, во всех случаях, когда снежный покров позволяет их применять	Работы по устройству защит из снега механизированы и отличаются невысокой стоимостью
Каменные стены	Применяются в горных условиях при наличии местного камня	Требуется большой объем ручного труда. Долговечны. Работы по эксплуатации минимальны
Ограждения из местных материалов	Применяются при невозможности использовать другие средства снегозащиты	Требуется ручной труд при изготовлении. Недолговечны

2.7 Технология расчистки снежных отложений

Цель снегоочистки – полностью удалить выпадающий снег или в кратчайший срок убрать с проезжей части и обочин уже выпавший снег. Снегоочистка состоит из двух технологических операций – резание и транспортировка снега. Основным процессом, определяющим интенсивность снегоочистки, является процесс резания, т. е. отделение от снежного массива пластов режущим органом очистительных машин.

Наиболее широко распространена патрульная снегоочистка. Сущность ее сводится к непрерывной работе (патрулированию) снегоочистительных машин на закрепленном участке дороги в течение всего периода снегопада или метели.

Технология патрульной снегоочистки сводится к следующему: при небольших снегопадах или малой интенсивности метели снег очищают одноотвальными скоростными плужными снегоочистителями. При скорости движения 30..40 км/ч снег отбрасывают отвалом без образования на проезжей части валов. С увеличением скорости движения до 60...80 км/ч снег отбрасывают отвалом на расстояние 10...20 м, и эффективность патрульной очистки возрастает, поскольку на обочинах не образуются снежные валы.

Патрульную очистку ведут продольными проходами, смещаясь от оси к обочинам.

В данном разделе курсовой работы следует дать подробное описание выбранной технологии очистки и привести схему последовательности снегоочистки [5].

Следует также рассчитать необходимое число машин для патрульной очистки автомобильной дороги:

$$N = i_{\text{сн}} \cdot L \cdot B \cdot [\rho_{\text{с}} \cdot h_{\text{доп}} \cdot V_{\text{раб}} \cdot K_{\text{в}} \cdot (b - 0,25)], \quad (2.18)$$

где $i_{\text{сн}}$ – интенсивность снегопада, мм/ч;
 L – длина участка, км;
 B – ширина очищаемой поверхности, м;
 ρ_c – плотность снега, г/см³;
 $h_{\text{доп}}$ – допустимая толщина снега на покрытии, мм;
 $V_{\text{раб}}$ – рабочая скорость снегоочистителя, км/ч; $V_{\text{раб}} = 30 \dots 40$ км/ч;
 $K_{\text{в}}$ – коэффициент использования рабочего времени (может быть принят 0,7...0,9);
 b – ширина захвата снегоочистителя, м.

2.8 Борьба с зимней скользкостью

В данном разделе курсовой работы следует дать описание различных способов борьбы с зимней скользкостью, определить тип используемого противогололедного материала и соответствующий тип базы для его хранения.

Следует произвести расчет необходимого запаса противогололедных материалов:

$$Q = L \cdot B \cdot a \cdot n, \quad (2.19)$$

где L – расстояние между базами, км (таблица 2.4);
 B – ширина проезжей части, м;
 a – норма распределения противогололедных материалов, м³/тыс. м²; пескосоляная смесь – 0,1...0,2 м³/тыс. м², песок – 0,3...0,4 м³/тыс. м²;
 n – число посыпок за сезон.

Необходимо рассчитать потребность в распределительных машинах:

$$N_{100} = \frac{105}{T} \cdot \left[\frac{a \cdot b}{G} \cdot \left(t + 0,5 \cdot \frac{L}{V} + \frac{1}{V_p} \right) \right], \quad (2.20)$$

где N_{100} – потребность в распределительных машинах на 100 км;
 T – время, в течение которого требуется ликвидировать зимнюю скользкость, $T = 5$ ч;
 b – ширина распределения противогололедных материалов, м;
 G – вместимость кузова, $G = 4,6$ м³;
 t – время погрузки распределителя, $t = 0,4$ ч;
 V – средняя скорость автомобиля в груженом состоянии, $V = 60$ км/ч;
 V_p – рабочая скорость при распределении противогололедных материалов, $V_p = 30$ км/ч.

Следует произвести перерасчет количества потребных распределительных машин на полную длину автомобильной дороги.

В расчетно-пояснительной записке следует привести схему принятого типа базы для хранения противогололедных материалов. Результаты расчета отра-

зить в графике зимнего содержания автомобильной дороги.

База для хранения противогололедных материалов может быть стационарной (загрузка пескораспределителей осуществляется бульдозером) или временной – штабель пескосоляной смеси на специально подготовленной площадке с твердым покрытием для предотвращения попадания соли в почву (загрузка пескораспределителей производится фронтальным погрузчиком).

Таблица 2.4 – Рекомендуемые расстояния между базами

Используемый материал	Число полос движения	Рекомендуемое расстояние между базами, км, при сроках ликвидации зимней скользкости, ч					
		1	2	3	4	5	6
Пескосоляная смесь, расход 300 г/м ²	2	25	30	35	35	40	40
	3	20	25	25	30	30	30
Чистые химические материалы, расход 40 г/м ²	2	65	80	90	95	100	100
	3	50	65	70	75	80	85
	4	45	55	60	65	70	75
	6	34	45	50	50	55	60
	8	30	35	40	45	45	50

2.9 Организация работ по зимнему содержанию участка дороги

Производительность труда и эффективность использования материально-технических ресурсов во многом зависят от принятой организации производства работ. При содержании автомобильной дороги зимой могут быть использованы различные методы организации работ. Эффективность применения того или иного метода зависит от характера и условий производства работ и требует соответствующего обоснования. Существуют методы: поточный, участково-поточный, нормальный, участково-параллельный и комбинированный. Для организации работ по зимнему содержанию автомобильных дорог чаще всего применяются поточный и участково-поточный методы.

Следует выбрать метод организации производства работ, описать его и привести состав полного механизированного звена, занятого зимним содержанием рассматриваемой автомобильной дороги [2, 4, 5]. В этом разделе также приводится график зимнего содержания автомобильной дороги (приложение А).

2.10 Общие выводы

В заключительном разделе курсовой работы приводятся сводные данные о рекомендуемых способах защиты дороги от снежных заносов. Также приводится расчет необходимых противогололедных материалов. Рассчитывается необходимое количество материально-технических ресурсов по зимнему содержанию дороги.

Список литературы

- 1 **Леонович, И. И.** Дорожная климатология / И. И. Леонович. – Минск: БПА, 1994. – 190 с.
- 2 **ВСН 24–88.** Технические правила ремонта и содержания автомобильных дорог. – Москва: Транспорт, 1989. – 198 с.
- 3 **СН 3.0304–2019.** Автомобильные дороги. – Минск: М-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь, 2019. – 116 с.
- 4 **Леонович, И. И.** Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения / И. И. Леонович. – Минск: Вышэйшая школа, 1988. – 348 с.
- 5 **Васильев, А. П.** Ремонт и содержание автомобильных дорог: справочник инженера-дорожника / А. П. Васильев, В. И. Баловнев; под ред. А. П. Васильева. – Москва: Транспорт, 1989. – 287 с.
- 6 **Бабков, В. Ф.** Дорожные условия и безопасность движения / В. Ф. Бабков. – Москва: Транспорт, 1982. – 288 с.
- 7 **ТКП 10011 (02191).** Порядок организации и проведения работ по зимнему содержанию автомобильных дорог. – Минск: БелдорНИИ, 2011. – 114 с.
- 8 **Леонович, И. И.** Дорожная климатология / И. И. Леонович. – Минск: БНТУ, 2013. – 187 с.
- 9 **Леонович, И. И.** Содержание и ремонт автомобильных дорог: учебник: в 2 ч. Ч. 2: Технология и организация дорожных работ / И. И. Леонович. – Минск: БНТУ, 2003. – 470 с.
- 10 **Васильев, А. П.** Эксплуатация автомобильных дорог: учебник для вузов: в 2 т. / А. П. Васильев. – Москва: Академия, 2010.
- 11 **Леонович, И. И.** Диагностика автомобильных дорог: учебное пособие / И. И. Леонович, С. В. Богданович, И. В. Нестерович. – Минск: Новое знание; Москва: ИНФРА-М, 2011. – 350 с.
- 12 **Лукина, В. А.** Диагностика технического состояния автомобильных дорог: учебное пособие / В. А. Лукина, А. Ю. Лукин. – Архангельск: САФУ, 2015. – 171 с.
- 13 **Теплотехнологическое обеспечение качества строительства дорожных асфальтобетонных покрытий: учебно-методическое пособие / Я. Н. Ковалев [и др.]; под ред. Я. Н. Ковалева – Москва: ИНФРА-М, 2015. – 303 с.**
- 14 **ДМД 02191.3.019–2009.** Рекомендации по устройству и содержанию техногенно устойчивых снегозадерживающих древесно-кустарниковых насаждений вдоль автомобильных дорог общего пользования. – Минск, 2009. – 19 с.

Приложение А (обязательное)

Линейный график зимнего содержания автомобильной дороги

Сокращенный продольный профиль		50
Высота насыпи, м		15
Глубина выемки, м		15
Направление господствующих ветров по отношению к оси дороги		15
Левая сторона дороги	снегозадерживающие устройства, их тип и протяженность	20
	характеристика снеготрансимости	
	объем снеготранспорта (м ³ на 1 м дороги)	10
	ситуация	10
Километраж		15
Правая сторона дороги	ситуация	10
	объем снеготранспорта (м ³ на 1 м дороги)	10
	характеристика снеготрансимости	10
	снегозадерживающие устройства, их тип и протяженность	10
Наименование снегоочистителей и другого оборудования, зоны обслуживания ими дороги		15
Склады ГСМ и пункты заправки		15
Участки первоочередной обработки противогололедными материалами		15
Служебные здания дорожно-ремонтной службы и пункты обогрева		15
Граница дистанции		15
180		