

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Белорусский национальный технический университет

---

Кафедра «Автомобильные дороги»

Л. Р. Мытько

# АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ

Пособие  
для студентов специальности  
1-70 03 01 «Автомобильные дороги»

*Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию  
в области строительства и архитектуры*

Минск  
БНТУ  
2022

УДК 625.768.5

ББК 39.311.7

М79

**Р е ц е н з е н т ы:**

зав. кафедрой лесных машин, дорог, технологий  
лесопромышленного производства БГТУ *С. П. Мохов*;  
начальник дежурно-диспетчерской службы  
РУП «Минскавтодор-Центр» *А. Ф. Зайцев*

**Мытько, Л. Р.**

М79 Автомобильные дороги : пособие для студентов специальности  
1-70 03 01 «Автомобильные дороги» / Л. Р. Мытько. – Минск :  
БНТУ, 2022. – 92 с.

ISBN 978-985-583-434-3.

Студенты специальности 1-70 03 01 «Автомобильные дороги» выполняют дипломный проект, который является квалификационной работой по уровню выполнения и результатам защиты которой государственная экзаменационная комиссия делает заключение о возможности присвоения обучающемуся соответствующей квалификации.

В издании приведены методические рекомендации по организации дипломного проектирования и требования к оформлению дипломных проектов.

Приведен перечень тем дипломных проектов, рекомендована структура расчетно-пояснительной записки. Изложена методика выполнения отдельных разделов проекта.

В пособии подробно рассмотрены вопросы зимнего содержания автомобильных дорог, способы уменьшения снеготаносимости автомобильных дорог, выявления снеготаносимых участков, определения объемов снегоприноса, приведены основные методы защиты дорог от снежных заносов, дан расчет необходимого количества плужных снегоочистителей и распределителей, противогололедных материалов.

УДК 625.768.5

ББК 39.311.7

ISBN 978-985-583-434-3

© Мытько Л. Р., 2022

© Белорусский национальный  
технический университет, 2022

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение</b> .....	5
<b>1. Формирование тем дипломного проектирования</b> .....	6
<b>2. Организация и проведение дипломного проектирования</b> .....	7
<b>3. Обязанности руководителя дипломного проекта</b> .....	8
<b>4. Требования к содержанию дипломного проекта</b> .....	9
<b>5. Перечень основных тем дипломных проектов</b> .....	10
<b>6. Структура расчетно-пояснительной записки</b> .....	11
6.1. Проект реконструкции автомобильной дороги .....	11
6.2. Проект капитального ремонта улицы .....	12
6.3. Проект асфальтобетонного завода .....	13
6.4. Проект капитального ремонта автомобильной дороги .....	14
6.5. Проект строительства автомобильной дороги .....	15
6.6. Проект улицы населенного пункта .....	16
6.7. Организация работ по зимнему содержанию взлетно-посадочных полос аэропорта .....	17
6.8. Реконструкция искусственных покрытий взлетно-посадочных полос аэропорта .....	18
6.9. Повышение безопасности движения на участке автомобильной дороги .....	19
6.10. Повышение эксплуатационных показателей автомобильной дороги .....	20
6.11. Проект организации зимнего содержания автомобильной дороги .....	22
6.12. Проектирование дорожной одежды при капитальном ремонте улично-дорожной сети .....	23
<b>7. Основные правила оформления пояснительной записки</b> .....	24
<b>8. Зимнее содержание автомобильных дорог</b> .....	25
8.1. Классификация автомобильных дорог по уровням требований к их эксплуатационному состоянию .....	25
8.2. Организация зимнего содержания автомобильных дорог .....	31
8.3. Климатическая характеристика района .....	32
8.4. Анализ существующих способов снижения снегозаносимости земляного полотна .....	33
8.5. Определение объемов снегоприноса .....	35

8.6. Оценка снеготранспорта и выявление снеготранспортаемых участков .....	42
8.7. Разработка мероприятий по защите дорог от снежных заносов .....	48
8.7.1. <i>Постоянные средства снегозащиты дорог от снежных заносов</i> .....	49
8.7.2. <i>Уход за снегозадерживающими насаждениями</i> .....	51
8.7.3. <i>Временные средства защиты дорог от снежных заносов</i> .....	51
<b>9. Организация работ по предупреждению и ликвидации зимней скользкости</b> .....	63
9.1. Применение противогололедных материалов для ликвидации зимней скользкости .....	63
9.2. Расчет потребности в противогололедных материалах .....	71
9.3. Расчет потребности в технике при распределении противогололедных материалов .....	74
<b>10. Организация работ по снегоочистке автомобильной дороги</b> .....	83
<b>11. Расчет экономической эффективности от использования принятых решений</b> .....	89
<b>Список использованной литературы</b> .....	92

## **ВВЕДЕНИЕ**

Дипломный проект является квалификационной работой студента, по уровню выполнения и результатам защиты которой государственная экзаменационная комиссия делает заключение о возможности присвоения обучающемуся соответствующей квалификации.

Защита дипломного проекта является одной из форм итоговой аттестации обучающихся в БНТУ.

Настоящее пособие разработано в соответствии с пунктом 64 Правил проведения аттестации студентов, курсантов, слушателей при освоении содержания образовательных программ высшего образования, утвержденных постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 29.05.2012 № 53 [1], Инструкцией о порядке организации, проведения дипломного проектирования и требования к дипломным проектам (дипломным работам), их содержанию и оформлению, обязанности руководителя, консультанта, рецензента дипломного проекта (дипломной работы), утвержденной приказом по БНТУ от 27 января 2014 № 105 [2].

## **1. ФОРМИРОВАНИЕ ТЕМ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

Темы дипломных проектов определяются выпускающими кафедрами.

Тематика дипломных проектов должна быть актуальной, соответствовать современному состоянию и перспективам развития науки и техники и должна быть связана с решением конкретных задач организаций или учреждений, в том числе по запросам реального сектора экономики на основе сборника проблем технического, технологического и экономического характера предприятий.

Тематика дипломных проектов учитывает конкретные задачи в данной области подготовки специалистов и обсуждается на заседании выпускающей кафедры.

Утверждаются темы дипломных проектов приказом ректора БНТУ по представлению декана факультета.

## **2. ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

По каждой теме дипломного проекта заведующий выпускающей кафедры определяет руководителя дипломного проекта.

Руководителями дипломных проектов назначаются лица из числа профессорско-преподавательского состава БНТУ, преимущественно профессора и доценты, а также научные работники и высококвалифицированные специалисты БНТУ и других учреждений и организаций.

Выпускающая кафедра обязана ознакомить привлекаемых специалистов с нормативными и методическими документами, включая настоящие методические рекомендации по дипломному проектированию.

Один руководитель может осуществлять руководство не более чем семью дипломными проектами.

В случае необходимости и по согласованию с руководителем дипломного проекта выпускающей кафедре предоставляется право приглашать консультантов по отдельным узконаправленным разделам дипломного проекта.

Консультантами по отдельным разделам дипломного проекта могут назначаться лица из числа профессорско-преподавательского состава БНТУ, а также высококвалифицированные специалисты и научные работники БНТУ и других учреждений и организаций.

Консультанты проверяют соответствующий раздел работы, выполненной обучающимся по дипломному проекту, и ставят на его титульном листе свою подпись.

Темы дипломных проектов, их руководители, а также консультанты по отдельным узконаправленным разделам дипломного проекта по представлению декана факультетов утверждаются приказом ректора БНТУ не позднее первого дня начала дипломного проектирования.

Выполнение дипломного проекта осуществляется в сроки, установленные учебным планом БНТУ по соответствующей специальности.

### 3. ОБЯЗАННОСТИ РУКОВОДИТЕЛЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Руководитель дипломного проекта консультирует и контролирует работу над дипломным проектом, а также выполнение студентом-дипломником календарного графика.

Руководитель дипломного проекта обязан:

- после издания приказа об утверждении темы дипломного проекта составить и выдать студенту задание на дипломное проектирование и задание на преддипломную практику в соответствии с темой дипломного проекта;

- совместно со студентом разработать календарный план на весь период дипломного проектирования;

- регулярно информировать заведующего выпускающей кафедрой о ходе работы дипломника и при необходимости организовать заслушивание его на заседании кафедры;

- рекомендовать обучающемуся необходимую основную литературу, справочные и архивные материалы, типовые проекты и другие источники по теме дипломного проекта;

- проводить систематические, предусмотренные календарным планом консультации с обучающимися, контролировать расчетные и экспериментальные результаты;

- контролировать ход выполнения работы и нести свою степень ответственности за ее выполнение вплоть до защиты дипломного проекта;

- фиксировать степень готовности дипломного проекта и отмечать соответствие выполненной работы календарному плану;

- оценить полноту дипломного проекта, готовность обучающегося к защите в государственной экзаменационной комиссии, проверить дипломный проект, подписанный обучающимся, консультантами, подписать его в случае выполнения в соответствии с заданием;

- составить отзыв на дипломный проект;

- оказывать помощь в подготовке доклада об основных результатах, полученных в ходе разработки темы дипломного проекта.



#### 4. ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Выпускающие кафедры разрабатывают и обеспечивают обучающихся методическими рекомендациями, в которых устанавливается обязательный объем требований к дипломному проекту применительно к специальности [3].

Расчетно-пояснительная записка включает:

- титульный лист;
- задание на дипломный проект;
- реферат;
- ведомость объема дипломного проекта;
- оглавление;
- перечень условных обозначений, символов и терминов (если в этом есть необходимость);
- введение;
- обзор литературных источников по теме;
- основную часть:
  - разделы, содержащие описание используемых методов и методик, собственных теоретических и экспериментальных исследований, результаты расчетов, определенные заданием;
  - экономическое обоснование принятого решения, определение экономической эффективности внедрения полученных результатов;
  - требования охраны труда при эксплуатации разработанного объекта;
  - требования охраны окружающей среды;
  - заключение;
  - список использованной литературы;
  - графический материал в соответствии с заданием на дипломный проект (в случае электронной презентации);
  - приложения (при необходимости).

Расчетно-пояснительная записка, как правило, не должна превышать 80 страниц печатного текста. Иллюстрации, таблицы, список использованной литературы и приложения при подсчете объема расчетно-пояснительной записки не учитываются.

Графическая часть дипломного проекта – 8–12 листов формата А1.

## **5. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНЫХ ТЕМ ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ**

Проект строительства участка автомобильной дороги.

Проект капитального ремонта участка автомобильной дороги.

Проект реконструкции участка автомобильной дороги.

Проект строительства улицы населенного пункта.

Проект капитального ремонта улицы населенного пункта.

Проект реконструкции улицы населенного пункта.

Проект асфальтобетонного завода.

Проект дорожной одежды улицы населенного пункта.

Организация работ по зимнему содержанию взлетно-посадочных полос аэропорта.

Реконструкция искусственных покрытий взлетно-посадочных полос аэропорта.

Повышение эксплуатационных показателей автомобильной дороги.

Проект организации зимнего содержания автомобильной дороги.

## **6. СТРУКТУРА РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ**

Приблизительная структура расчетно-пояснительной записки по отдельным темам дипломных проектов приведена ниже.

### **6.1. Проект реконструкции автомобильной дороги**

Введение.

1. Общие сведения.
2. Природные условия.
  - 2.1. Климат.
  - 2.2. Рельеф местности.
  - 2.3. Инженерно-геологические и гидрогеологические условия.
3. Техничко-экономическое обоснование реконструкции и определение категории дороги.
  - 3.1. Анализ параметров существующей дороги.
  - 3.2. Определение интенсивности движения.
  - 3.3. Обоснование реконструкции дороги.
4. План трассы.
5. Продольный профиль.
6. Земляное полотно.
7. Искусственные сооружения.
8. Дорожная одежда.
  - 8.1. Расчет дорожной одежды по допускаемому упругому прогибу.
  - 8.2. Проверка монолитных слоев на трещиностойкость.
  - 8.3. Проверка сдвигоустойчивости дорожной одежды.
    - 8.3.1. Расчет дорожной одежды по сдвигу в грунте земляного полотна.
    - 8.3.2. Расчет дорожной одежды по сдвигу в песчаном слое основания.
    - 8.3.3. Расчет слоев из асфальтобетона по сопротивлению сдвигу.
9. Пересечения и примыкания.
10. Обустройство дороги.
11. Организация и безопасность дорожного движения.
12. Организация строительства.
  - 12.1. Общие положения.
  - 12.2. Строительные организации, взаимосвязи управление строительством.

12.3. Расчет продолжительности реконструкции дороги.

12.4. Организация дорожно-строительных работ и технология производства.

12.4.1. Подготовительные работы.

12.4.2. Возведение земляного полотна.

12.4.3. Устройство дорожной одежды.

12.4.4. Обустройство дороги.

13. Охрана окружающей среды.

14. Охрана труда.

15. Основные технико-экономические показатели.

16. Сметные расчеты.

17. Деталь проекта.

Заключение.

Список использованных источников.

## **6.2. Проект капитального ремонта улицы**

Ведение.

1. Обоснование необходимости капитального ремонта улицы.

2. Диагностика материала дорожного покрытия и дорожной одежды.

2.1. Результаты визуального обследования (ведомость дефектов).

2.2. Результаты испытаний материала покрытия.

2.3. Расчетные характеристики материала покрытия.

2.4. Предотвращение отраженного трещинообразования.

2.5. Оценка прочности дорожных одежд нежесткого типа по величине упругого прогиба.

3. Конструирование и расчет дорожной одежды.

4. Подбор состава асфальтобетона для устройства покрытия.

4.1. Подбор состава асфальтобетона.

4.2. Метод проектирования состава асфальтового бетона по предельным кривым смесей.

4.3. Подбор состава асфальтобетонной смеси.

4.3.1. Состав для устройства нижнего слоя покрытия.

4.3.2. Состав для устройства верхнего слоя покрытия.

5. План и вертикальная планировка улицы.

5.1. Вертикальная планировка.

5.2. План организации рельефа.

6. Организация и безопасность движения.

- 7. Охрана труда.
    - 7.1. Техника безопасности.
    - 7.2. Требования техники безопасности при работе грейдеров.
    - 7.3. Требования техники безопасности при работе экскаваторов.
    - 7.4. Требование техники безопасности при работе катков.
    - 7.5. Требования техники безопасности при устройстве дорожных оснований и покрытий.
    - 7.6. Производственная санитария.
    - 7.7. Пожарная безопасность.
  - 8. Объемы работ и сметно-финансовый расчет.
  - 9. Организация строительства.
    - 9.1. Характеристика условий строительства.
    - 9.2. Организация строительных работ и продолжительность ремонта.
    - 9.3. Методы производства основных строительного-монтажных работ.
      - 9.3.1. Монтаж сборных элементов конструкций.
      - 9.3.2. Устройство дорожной одежды.
    - 9.4. Потребность в строительных машинах и транспортных средствах.
  - 10. Расчет экономической эффективности.
- Заключение.
- Список использованных источников.

### **6.3. Проект асфальтобетонного завода**

Введение.

- 1. Исходные данные.
  - 1.1. Район строительства.
  - 1.2. Климатическая характеристика.
  - 1.3. Расчет годового фонда рабочего времени.
  - 1.4. Расчет потребности исходных материалов для приготовления асфальтобетонных смесей.
- 2. Технологическая часть.
  - 2.1. Технология приготовления асфальтобетонных смесей.
  - 2.2. Выбор типа смесителя и расчет их количества.
  - 2.3. Оборудование для разогрева и подачи битума.
  - 2.4. Агрегаты смесительной установки.
- 3. Строительная часть.

- 3.1. Склады исходных материалов и внутризаводской транспорт.
  - 3.2. Проектирование складского хозяйства.
  - 3.3. Внутризаводской транспорт.
  - 3.4. Расчет расхода тепловой энергии для нагрева битума.
  - 3.5. Определение потребности в природном газе.
  - 3.6. Расчет компрессорного отделения.
  - 3.7. Расчет необходимой электроэнергии.
  - 3.8. Расчет потребности в воде.
  - 3.9. Состав обслуживающего персонала АБЗ.
  - 3.10. Разработка плана АБЗ.
  4. Разработка энергосберегающих мероприятий.
  5. Экономическая часть.
  6. Охрана труда.
    - 6.1. Основные требования по охране труда.
    - 6.2. Противопожарная защита.
    - 6.3. Производственная санитария.
    - 6.4. Охрана окружающей среды.
  7. Организация технического контроля.
    - 7.1. Контроль материалов поступающих на завод.
    - 7.2. Контроль технологического процесса.
    - 7.3. Контроль качества готовой смеси.
- Заключение.
- Список использованных источников.

#### **6.4. Проект капитального ремонта автомобильной дороги**

Введение.

1. Общие сведения.
2. Природные условия.
  - 2.1. Климат.
  - 2.2. Рельеф местности.
  - 2.3. Инженерно-геологические условия.
3. Описание существующей дороги.
4. План дороги.
  - 4.1. Подготовка дорожной полосы.
5. Продольный профиль. Земляное полотно.
6. Искусственные сооружения.

7. Дорожная одежда.
  - 7.1. Расчет дорожной одежды.
    - 7.1.1. Расчет дорожной одежды по критерию упругого прогиба.
    - 7.1.2. Проверка монолитных слоев на трещиностойкость.
    - 7.1.3. Проверка морозоустойчивости дорожной одежды.
    - 7.1.4. Проверка сдвигоустойчивости слоев нового покрытия.
  8. Пересечения и примыкания.
  9. Обустройство дороги.
  10. Организация и безопасность дорожного движения.
  11. Организация строительства.
    - 11.1. Основные проектные решения по обеспечению строительства материалами и конструкциями.
    - 11.2. Организация основных видов дорожно-строительных работ и технологии производства.
      - 11.2.1. Подготовительные работы.
      - 11.2.2. Особенности организации строительства искусственных сооружений.
        - 11.2.3. Возведение земляного полотна.
        - 11.2.4. Устройство дорожной одежды.
        - 11.2.5. Обустройство дороги и защитные дорожные сооружения.
      - 11.3. Контроль качества строительных работ.
        - 11.3.1. Методы инструментального контроля для оценки качества дорожных сооружений.
        - 11.3.2. Контроль качества асфальтобетона.
    12. Охрана окружающей среды.
    13. Охрана труда.
    14. Техничко-экономические показатели.
    15. Сметные расчеты.
    16. Деталь проекта.
  - Заключение.
  - Список использованных источников.

## **6.5. Проект строительства автомобильной дороги**

Введение.

1. Климатическая и экономическая характеристика района строительства.
  - 1.1. Климатическая характеристика района строительства дороги.
  - 1.2. Рельеф местности.

- 1.3. Инженерно-геологические условия.
2. Обоснование необходимости строительства дороги.
  - 2.1. Обоснование технической категории.
  - 2.2. Основные нормы проектирования.
3. План дороги.
4. Продольный профиль.
5. Земляное полотно.
6. Дорожная одежда.
  - 6.1. Конструкция дорожной одежды.
  - 6.2. Расчет дорожной одежды.
7. Малые водопропускные сооружения.
  - 7.1. Расчет малых водопропускных сооружений.
8. Обстановка дороги. Организация безопасности движения.
  - 8.1. Пересечения и примыкания.
  - 8.2. Устройство автобусных остановок.
  - 8.3. Организация и безопасность дорожного движения.
9. Охрана труда.
  - 9.1. Производственная санитария.
  - 9.2. Техника безопасности.
  - 9.3. Расчет санитарно-гигиенических и бытовых помещений.
  - 9.4. Пожарная безопасность.
10. Сметно-финансовый расчет.
  - 10.1. Сводная смета.
  - 10.2. Калькуляции.
  - 10.3. Локальные сметы.
11. Организация строительства.
  - 11.1. Расчет продолжительности строительного сезона.
  - 11.2. Обеспечение строительства материалами и конструкциями.
  - 11.3. Организация основных видов дорожно-строительных работ и технология производства.
12. Охрана окружающей среды.  
Заключение.  
Список использованных источников.

## **6.6. Проект улицы населенного пункта**

Введение.

1. Характеристика района строительства.



2. План улицы населенного пункта.
  3. Продольный профиль улицы.
  4. Поперечные профили улицы.
  5. Конструкция дорожной одежды.
  6. Обеспечение водоотвода.
  7. Обустройство улицы и организация дорожного движения.
    - 7.1. Безопасность движения.
    - 7.2. Светофорные объекты.
    - 7.3. Озеленение.
    - 7.4. Подземные инженерные сети.
  8. Сметно-финансовый расчет.
    - 8.1. Пояснения по отдельным статьям сводной сметы.
  9. Организация строительства улицы населенного пункта.
    - 9.1. Организационно-технологические схемы возведения объекта.
    - 9.2. Земляные работы.
    - 9.3. Устройство дорожных покрытий. Благоустройство и озеленение.
    - 9.4. Календарный план строительства.
  10. Охрана труда.
    - 10.1. Производственная санитария.
    - 10.2. Техника безопасности.
  11. Охрана окружающей среды.
- Заключение.
- Список использованных источников.

## **6.7. Организация работ по зимнему содержанию взлетно-посадочных полос аэропорта**

Введение.

1. Характеристика района расположения аэропорта.
2. План аэропорта.
3. Продольный и поперечный профили взлетно-посадочной полосы.
4. Специальные инженерные сооружения.
  - 4.1. Светосигнальное оборудование.
  - 4.2. Радиотехническое оборудование.
  - 4.3. Метеорологическое оборудование.
  - 4.4. Обеспечение горюче-смазочными материалами.
  - 4.5. Инженерные сети.

5. Обустройство взлетно-посадочной полосы и организация движения.

6. Организация работ по снегоочистке взлетно-посадочной полосы.

7. Ликвидация зимней скользкости взлетно-посадочной полосы.

8. Анализ противогололедных материалов, применяемых при обработке взлетно-посадочных полос.

9. Определение затрат на повышение эксплуатационных характеристик взлетно-посадочных поло.

10. Охрана труда.

10.1. Производственная санитария и техника безопасности.

10.2. Пожарная безопасность.

11. Охрана окружающей среды.

Заключение.

Список использованных источников.

## **6.8. Реконструкция искусственных покрытий взлетно-посадочных полос аэропорта**

Введение.

1. Характеристика района расположения аэропорта.

1.1. Климатическая характеристика района.

1.2. Рельеф района расположения аэропорта.

1.3. Инженерно-геологические и гидрогеологические условия района расположения аэропорта.

2. Обоснование необходимости ремонта взлетно-посадочной полосы.

3. План аэропорта.

4. Продольный профиль взлетно-посадочной полосы.

5. Земляное полотно взлетно-посадочной полосы.

6. Искусственное покрытие взлетно-посадочной полосы.

7. Специальные инженерные сооружения.

8. Обустройство взлетно-посадочной полосы и организация движения.

8.1. Маркировка аэродромного покрытия.

8.2. Транспортная сеть аэропорта.

8.3. Благоустройство служебно-технической территории.

9. Сметно-финансовый расчет.

10. Организация строительства взлетно-посадочной полосы.

10.1. Общие положения.

10.2. Продолжительность реконструкции аэропорта.

10.3. Основные проектные решения по обеспечению строительства материалами и конструкциями.

10.4. Организация основных видов строительных работ и технология производства.

10.4.1. Подготовительные работы.

10.4.2. Возведение земляного полотна.

10.4.3. Устройство аэродромного покрытия.

10.4.4. Обустройство и принадлежности взлетно-посадочной полосы.

10.5. Контроль качества строительных работ.

10.5.1. Устройство грунтовой поверхности спланированной части летной полосы и устройство уширенных участков.

10.5.2. Устройство земляного полотна.

10.5.3. Устройство геосетки.

10.5.4. Устройство песчаного подстилающего слоя.

10.5.6. Устройство основания.

10.5.7. Устройство покрытия.

11. Охрана труда.

11.1. Техника безопасности.

11.1.1. Техника безопасности при производстве земляных работ.

11.1.3. Техника безопасности при эксплуатации строительных машин.

11.2. Производственная санитария.

11.2.1. Общие положения.

11.2.2. Производственный шум.

11.3. Противопожарная безопасность.

12. Охрана окружающей среды.

12.1. Охрана атмосферы.

12.2. Охрана вод.

12.3. Охрана флоры и фауны.

Заключение.

Список использованных источников.

## **6.9. Повышение безопасности движения на участке автомобильной дороги**

Введение.

1. Общие данные об автомобильной дороге.

1.1. Общие сведения о районе расположения дороги.

- 1.2. История автомобильной дороги.
- 1.3. Природные и климатические условия.
- 1.4. Характеристика транспортного потока.
2. Оценка эксплуатационного состояния автомобильной дороги.
  - 2.1. Эксплуатационное состояние автомобильной дороги.
  - 2.2. Дефекты асфальтобетонных покрытий.
  - 2.3. Оценка состояния автомобильной дороги.
3. Анализ ДТП на автомобильной дороге.
  - 3.1. Классификация ДТП.
  - 3.2. Распределение ДТП по периодам года.
  - 3.3. Анализ причин ДТП на участке автомобильной дороги.
4. Определение опасных для движения участков.
  - 4.1. Анализ аварийности на автомобильных дорогах Республики Беларусь.
    - 4.2. Методы оценки степени безопасности движения.
    - 4.3. Оценка условий безопасности движения методом коэффициентов аварийности.
    - 4.4. Определение пропускной способности и коэффициента загрузки дороги движением.
  5. Анализ современных технологий устройства дорожных ограждений.
    - 5.1. Виды дорожных ограждений.
    - 5.2. Тросовое ограждение.
  6. Расчет экономической эффективности от использования принятых решений.
    - 6.1. Определение потерь от ДТП.
  7. Охрана труда.
    - 7.1. Техника безопасности.
  8. Охрана окружающей среды.
- Заключение.
- Список использованных источников.

## **6.10. Повышение эксплуатационных показателей автомобильной дороги**

Введение.

1. Общие данные об автомобильной дороге.
2. Анализ эксплуатационного состояния дороги.

3. Определение пропускной способности дороги.
  4. Оценка влияния дорожных условий на безопасность движения.
  - 4.1. Оценка условий безопасности движения методом коэффициентов аварийности.
  5. Выбор мероприятий, улучшающих условия движения.
  6. Определение затрат на повышение эксплуатационных характеристик участка автомобильной дороги.
  7. Разработка методики оценки эффективности мероприятий по организации дорожного движения.
  - 7.1. Методы выявления участков концентрации дорожно-транспортных происшествий.
  - 7.1.1. Выявление участка концентрации ДТП на дорогах с интенсивностью движения более 3000 авт/сут.
  - 7.1.2. Выявление участка концентрации ДТП на дорогах с интенсивностью движения менее 3000 авт/сут.
  - 7.1.3. Метод коэффициентов безопасности.
  - 7.1.4. Метод коэффициентов аварийности.
  - 7.1.5. Оценка безопасности движения по автомобильным дорогам в неблагоприятных погодных-климатических условиях.
  - 7.1.6. Метод конфликтных ситуаций.
  - 7.2. Планирование мероприятий по повышению безопасности дорожного движения.
  - 7.2.1. Планирование мероприятий по повышению безопасности дорожного движения на существующих дорогах.
  - 7.2.2. Планирование мероприятий по повышению безопасности дорожного движения при проектировании и реконструкции дорог.
  8. Расчет экономической эффективности.
  9. Охрана труда.
  - 9.1. Требования по охране труда перед началом производства работы.
  - 9.2. Требования по охране труда при выполнении работ.
  - 9.3. Пожарная безопасность.
  - 9.3.1. Меры безопасности при работе с легковоспламеняющимися жидкостями.
  - 9.3.2. Действия в случае пожара на месте производства работ.
  10. Охрана окружающей среды.
- Заключение.
- Список использованных источников.

## 6.11. Проект организации зимнего содержания автомобильной дороги

Введение.

1. Общие данные об автомобильной дороге.

1.1. Характеристика природно-климатических условий района расположения автомобильной дороги.

1.2. Техническая характеристика автомобильной дороги.

1.3. Требования к зимнему содержанию дороги.

2. Определение снегозаносимых участков автомобильной дороги.

2.1. Определение объемов снегоприноса.

2.2. Определение категорий снегозаносимости земляного полотна.

2.3. Защита дорог от снежных заносов.

2.3.1. Защита дорог от снежных заносов с помощью снегозащитных насаждений.

2.3.2. Защита дорог от снежных заносов с помощью временных защитных сооружений.

3. Организация работ по снегоочистке автомобильной дороги.

3.1. Расчет допустимого времени снегонакопления.

3.2. Определение количества машин и механизмов для патрульной снегоочистки.

3.3. Определение количества машин и механизмов для очистки транспортных развязок.

4. Организация работ по ликвидации зимней скользкости.

4.1. Расчет требуемого количества противогололедных материалов.

4.2. Расчет потребности противогололедных материалов для обработки дороги и транспортных развязок.

4.3. Расчет потребности противогололедных материалов для искусственных сооружений.

4.4. Расчет необходимого числа машин и механизмов для ликвидации зимней скользкости.

5. Деталь проекта.

6. Расчет экономической эффективности.

7. Охрана труда.

7.1. Техника безопасности.

7.2. Производственная санитария.

7.3. Пожарная безопасность.

8. Охрана окружающей среды.

8.1. Охрана придорожной полосы.

8.2. Охрана грунтовых вод и почвы.

Заключение.

Список использованных источников.

## **6.12. Проектирование дорожной одежды при капитальном ремонте улично-дорожной сети**

Введение.

1. Описание объекта.

2. Определение расчетной интенсивности движения.

3. Результаты визуального обследования участка.

4. Определение толщины существующей дорожной конструкции.

5. Результаты испытаний материала покрытий.

6. Расчетные характеристики конструктивных слоев.

7. Борьба с отраженными трещинами.

8. Оценка прочности существующей дорожной одежды.

9. Выбор проектного решения по проведению капитального ремонта дорожной одежды.

10. Подбор оптимального состава слоя покрытия.

11. Расчет экономической эффективности.

12. Охрана труда.

13. Охрана окружающей среды.

Заключение.

Список использованных источников.

## 7. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Правила оформления пояснительной записки дипломного проекта приведены в методических рекомендациях по организации дипломного проектирования [3].

К защите дипломного проекта студент представляет:

1. Комплект печатных документов на листах формата А4:

– расчетно-пояснительная записка дипломного проекта (сшита в жестком переплете);

– графическая часть (8–12 чертежей в формате А1);

– комплект материалов презентации (в папке – 11–15 листов);

– отзыв руководителя (не подшивается);

– рецензия (не подшивается);

2. Материалы на электронном носителе (диск CD-R, CD-RW):

– пояснительная записка дипломного проекта (один файл);

– графическая часть дипломного проекта (каждый чертеж в отдельном файле)

– презентация;

Презентация дипломного проекта готовится в виде раздаточного материала и в виде электронной презентации, подготовленной в MS Power Point (в формате Microsoft Power Point и PDF). Объем презентации – 11–15 слайдов. Слайды презентации должны нумероваться (сверху справа).



## 8. ЗИМНЕЕ СОДЕРЖАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

В этом разделе приведены основные сведения для выполнения дипломного проекта на тему: «Проект организации зимнего содержания автомобильной дороги».

Зимнее содержание автомобильных дорог занимает центральное место в деятельности дорожных организаций. Для того чтобы организовать надежную эксплуатацию дорог в зимний период, надо решать несколько взаимосвязанных и взаимообусловленных задач. В первую очередь необходимо изучить особенности погодноклиматических условий районов дислокации дороги.

Вторая группа вопросов относится к оценке земляного полотна и прилегающего ландшафта с позиций их снегозаносимости, возможности накопления снежных отложений на откосах насыпей и выемок, а также во впадинах местности.

### 8.1. Классификация автомобильных дорог по уровням требований к их эксплуатационному состоянию

Автомобильные дороги по их народнохозяйственному и административному значениям, а также интенсивности движения подразделяются на пять уровней требований к их эксплуатационному состоянию (табл. 8.1).

Таблица 8.1

Уровни требований к эксплуатационному состоянию дорог

Уровень требований	Народнохозяйственное и административное значения автомобильных дорог	Интенсивность движения, физических ед./сут
1	2	3
1	Республиканские автомобильные дороги, включенные в сеть международных автомобильных дорог; важнейшие республиканские автомобильные дороги, соединяющие г. Минск с административными центрами областей и Национальным аэропортом «Минск» и административные центры областей между собой	Св. 3000

Окончание табл. 8.1

1	2	3
2	Республиканские автомобильные дороги, соединяющие административные центры областей с административными центрами районов; подъезды к пограничным пунктам таможенного оформления; местные автомобильные дороги, имеющие важное народнохозяйственное значение	Св. 1000 до 3000 включ.
3	Республиканские автомобильные дороги, не отнесенные к уровням требований 1 и 2, соединяющие, как правило, административные центры районов между собой по одному из направлений; местные автомобильные дороги, соединяющие города районного подчинения, поселки городского типа с административными центрами районов, а также с ближайшими железнодорожными станциями и республиканскими автомобильными дорогами	Св. 500 до 1000 включ.
4	Местные автомобильные дороги, не отнесенные к уровням требований 2 и 3, а также автомобильные дороги, соединяющие центральные усадьбы совхозов и колхозов, административные центры сельсоветов, больницы, культурно-исторические памятники с административными центрами областей и районов и с ближайшими железнодорожными станциями, и республиканскими автомобильными дорогами	Св. 100 до 500 включ.
5	Местные автомобильные дороги, не отнесенные к уровням требований 2, 3 и 4	До 100 включ.
<p><b>Примечания</b></p> <p>1. Уровни требований к республиканским автомобильным дорогам и их перечень утверждаются Министерством транспорта и коммуникаций Республики Беларусь по представлению владельцев автомобильных дорог.</p> <p>2. Уровни требований к местным автомобильным дорогам и их перечень утверждаются облисполкомами.</p> <p>3. При установлении уровней требований определяющим фактором является народнохозяйственное и административное значение автомобильных дорог.</p> <p>4. Уровни требований к автомобильным дорогам утверждаются на срок до 5 лет.</p> <p>5. При соответствующем технико-экономическом обосновании уровни требований к автомобильным дорогам могут изменяться относительно их народнохозяйственного и административного значения.</p>		

**Уровень требований** – требования к транспортно-эксплуатационным характеристикам конструктивных элементов автомобильных дорог и улиц, устанавливаемые с учетом их народнохозяй-

ственного и административного значений, интенсивности движения и природно-климатических факторов.

**Зимнее содержание автомобильных дорог** – комплекс мероприятий по обеспечению безопасного и бесперебойного дорожного движения на автомобильных дорогах в зимний период года, включающий защиту автомобильных дорог от снежных заносов и очистку от снега, предупреждение и устранение зимней скользкости.

В состав работ по зимнему содержанию автомобильных дорог входят подготовительные работы, непосредственное осуществление зимнего содержания автомобильных дорог, завершение работ по зимнему содержанию и составление отчета о проделанной работе.

Для принятия оперативных мер по предупреждению перерывов в движении транспортных средств и дорожно-транспортных происшествий, а также с целью своевременного обнаружения недостатков в зимнем содержании и выявления участков дорог с зимней скользкостью в филиалах организуется работа дорожно-патрульной службы. Организацию работы дорожно-патрульной службы отражают в составе материалов инженерной проработки на планируемый зимний период, разрабатываемой для каждого филиала.

**Инженерная проработка** – утвержденный владельцами автомобильных дорог пакет документов по организации зимнего содержания автомобильных дорог с необходимыми расчетами материально-технических ресурсов.

Степень гидрометеорологической опасности определяют по специальному цветовому коду, включающему зеленый, желтый, оранжевый и красный цвета. Шкала кода состоит из 4 цветов, которые представляют собой следующие градации рисков прогнозируемых явлений погоды:

– **зеленый** – погода неопасна, опасных и неблагоприятных явлений погоды не ожидается;

– **желтый** (желтый уровень опасности) – погода потенциально опасна, ожидаемые неблагоприятные явления погоды (осадки, грозы, порывы ветра, высокие или низкие температуры и др.) обычны для территории страны, но временами могут представлять опасность для отдельных видов социально-экономической деятельности;

– **оранжевый** (оранжевый уровень опасности) – погода опасна, на большей части территории ожидаются неблагоприятные явления, местами – опасные явления (шквалы, ливни, грозы, град, жара, моро-

зы, снегопады, метели и др.), которые могут негативно повлиять на социально-экономическую деятельность и привести к значительному материальному ущербу, а также возможны человеческие жертвы;

– **красный** (красный уровень опасности) – погода очень опасна, ожидаются метеорологические явления экстремальной интенсивности (очень сильные дожди и снегопады, крупный град, очень сильный ветер, чрезвычайная пожарная опасность и др.), которые могут вызвать серьезный материальный ущерб и человеческие жертвы.

При зимнем содержании автомобильных дорог общего пользования круглосуточно предусматриваются три степени сложности выполнения работ – I, II и III.

При I степени сложности (зеленый и желтый коды) работы выполняются в штатном режиме имеющимися в наличии силами и средствами (снегоочистка, распределение ПГМ, очистка обочин и т. п.) с целью устранения незначительных препятствий дорожному движению.

II степень сложности (оранжевый код) объявляется при опасности возникновения препятствий движению на автомобильных дорогах вследствие наступления сложных погодных условий или других неблагоприятных явлений (табл. 8.2).

Таблица 8.2

### Характеристика неблагоприятных явлений

Название явления	Характеристика и критерии
Мокрый снег, дождь со снегом	Количество осадков – 15–49 мм за 12 часов и менее*
Сильный снег	Количество осадков – 7–19 мм за 12 часов и менее*
Метель	Общая или низовая метель при средней скорости ветра 11–14 м/с продолжительностью 3 ч и более или при преобладающей средней скорости ветра 15 м/с и более продолжительностью менее 12 ч
Гололед	Диаметр отложения слоя льда на проводах – 6–19 мм
Гололедица	Любая
Сильный мороз	Температура воздуха – от минус 25 °С до минус 34 °С
Резкое изменение погоды	Резкое потепление (похолодание) с изменением минимальной или максимальной температуры воздуха на 10 °С и более за сутки
* Количество осадков в мм слоя воды.	

Мероприятия по ликвидации зимней скользкости на автомобильных дорогах должны быть проведены в директивные сроки в зависимости от погодных условий и уровня требований. Мероприятия по ликвидации зимней скользкости должны проводиться круглосуточно с учетом сложности выполнения работ [8].

**Зимняя скользкость** – все виды снежных, ледяных и снежно-ледяных образований на проезжей части автомобильных дорог и улиц, а также переходно-скоростных полосах и остановочных площадках маршрутных транспортных средств.

**Директивные сроки** – время, устанавливаемое дорожным организациям для устранения дефектов конструктивных элементов автомобильных дорог с момента их обнаружения, а также время, устанавливаемое дорожным организациям для ликвидации зимней скользкости после прекращения снегопада, метели или образования (обнаружения) гололеда.

**Момент обнаружения дефекта** – дата и время записи в специальном журнале учета дефектов должностными лицами дорожных организаций, служб контроля и надзора об имеющемся на автомобильной дороге и улице дефекте.

**Экстремальные погодные условия** – условия, при которых снегопад интенсивностью более 5 см/ч продолжается более 6 ч, метель со скоростью ветра более 14 м/с, среднесуточная температура воздуха ниже минус 10 °С наблюдается более 2 сут.

Объявление II степени сложности осуществляется руководителями предприятий – владельцев автомобильных дорог. Для выполнения работ привлекается максимальное количество собственных сил и средств.

III степень сложности (красный код) объявляется при опасности возникновения серьезных препятствий движению на автомобильных дорогах вследствие наступления экстремальных погодных условий или других неблагоприятных явлений (табл. 8.3).

Объявление III степени сложности осуществляется руководителями предприятий – владельцами автомобильных дорог по согласованию с Министерством транспорта и коммуникаций Республики Беларусь (облисполкомами). Для выполнения работ привлекается максимальное количество собственных сил и средств, а при необходимости – и других предприятий.

## Характеристика неблагоприятных явлений

Название явления	Характеристика и критерии
Мокрый снег, дождь со снегом	Количество осадков – не менее 50 мм за период не более 12 ч*
Очень сильный снег	Количество осадков – не менее 20 мм за период не более 12 ч*
Сильная метель	Перенос снега при значениях средней скорости ветра 15 м/с и более продолжительностью не менее 12 ч при видимости менее 500 м
Сильный гололед	Диаметр отложения слоя льда на проводах – 20 мм и более
Очень сильный мороз	Значение минимальной температуры воздуха – минус 35 °С и ниже

\* Количество осадков в мм слоя воды.

Организация работ по зимнему содержанию автомобильных дорог для всех степеней сложности отражается в материалах инженерной проработки на планируемый зимний период, разрабатываемой по каждому филиалу и предприятию.

В материалах инженерной проработки отражаются только экономически обоснованные и целесообразные технологии зимнего содержания с использованием имеющегося оборудования на основании анализа оптимальных способов зимнего содержания с обязательной разработкой раздела или мероприятий необходимого технического перевооружения с использованием современного и высокоэффективного оборудования с учетом фактического и планируемого финансирования.

Если при осуществлении комплекса мероприятий по ликвидации зимней скользкости не могут быть выполнены работы в установленные директивные сроки, руководители предприятий принимают дополнительные меры, в том числе по внесению предложений о введении временного ограничения движения транспортных средств, об ограничении скорости движения или временном полном закрытии движения на отдельных участках дорог.

При планировании и осуществлении работ по ликвидации зимней скользкости предпочтение отдается профилактическим мероприятиям и химическому способу ликвидации зимней скользкости.

## **8.2. Организация зимнего содержания автомобильных дорог**

План организационно-технических мероприятий (инженерной проработки) по зимнему содержанию автомобильных дорог разрабатывают специалисты дорожно-эксплуатационных управлений (ДЭУ) и дорожно-ремонтно-строительных управлений (ДРСУ) до 1 сентября текущего года.

В ежегодных приказах о подготовке дорог и организаций к работе в зимний период и при осуществлении мероприятий по зимнему содержанию учитывают, что:

- подготовка пескосолераспределителей с проверкой возможности их работы по минимальным паспортным нормам распределения противогололедных материалов (ПГМ) и равномерности распределения ПГМ по ширине проезжей части проводится до 15 октября;

- установка указательных вех в местах согласно инженерной проработке для обозначения границ и препятствий для механизированной снегоочистки, а также колея для снегозащитных сооружений выполняется до наступления устойчивых отрицательных температур воздуха, но не позднее 1 декабря, снегозащитных сооружений – после наступления устойчивых отрицательных температур воздуха;

- проведение обучения и проверка знаний инженерно-технических работников, диспетчеров, дежурных, бригадиров и водителей, занятых на работах по зимнему содержанию автомобильных дорог, проверка наличия должностных инструкций, инструкций по охране труда и технологических карт осуществляется до 1 ноября.

В приказах о подготовке дорог и организаций к работе в зимний период и при осуществлении мероприятий также предусматривают:

- ремонт дорожных покрытий (герметизация трещин, заделка выбоин);

- проведение комплекса адресных работ по подготовке к зимней эксплуатации искусственных сооружений и элементов обустройства автомобильных дорог;

- адресные работы по закрытию входных и выходных отверстий, с учетом наблюдений в предыдущие годы за эксплуатацией водопропускных труб в зимний период.

В зимний период обеспечивается наличие запаса ПГМ не менее месячной нормы с пополнением по мере его уменьшения.

При планировании размещения мест хранения ПГМ расстояние между производственно-технологическими площадками (ПТП) для республиканских дорог не должно превышать 60 км в пределах участка дороги, обслуживаемого филиалом. Средний радиус зоны обслуживания сети местных дорог одной ПТП не должен превышать 30 км. При соответствующем технико-экономическом обосновании, утвержденном владельцем дорог, допускается корректировка расстояний и радиуса зоны обслуживания.

### 8.3. Климатическая характеристика района

По данным метеостанций или на основании справочника [4] определяют среднемесячные температуры воздуха, среднемесячное количество твердых осадков, направление и повторяемость ветра в зимний период, даты начала и конца устойчивого снежного покрова, среднее количество снегопадов и гололедиц за зимний период.

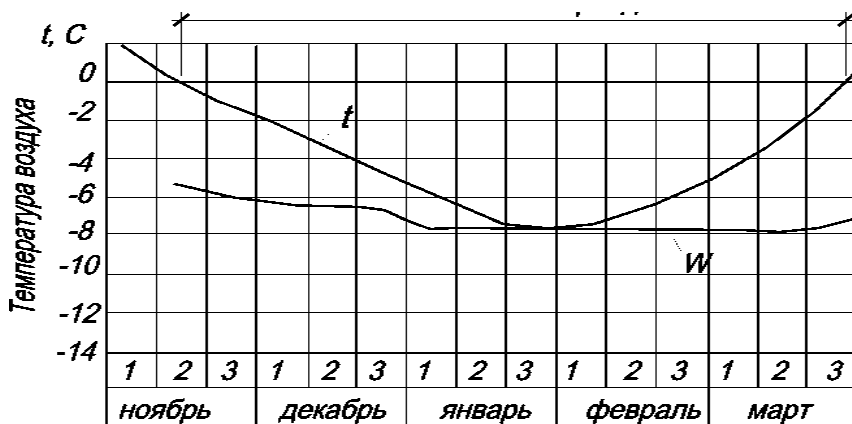


Рис. 8.1. График климатических характеристик в зимний период года

На основании этих данных для зимнего периода строят дорожно-климатический график (рис. 8.1) и розу ветров по восьми румбам.

По дорожно-климатическому графику определяют продолжительность зимнего периода, направление господствующего ветра.



#### 8.4. Анализ существующих способов снижения снеготранспортируемости земляного полотна

Главными мерами, обеспечивающими незаносимость земляного полотна снегом, являются подъем насыпи до определенной отметки и придание поперечному профилю дороги (насыпям и неглубоким выемкам) обтекаемого для снеговетрового потока очертания. Возвышение насыпи над расчетным уровнем снежного покрова определяют исходя из повышения скорости снеговетрового потока до значения, обеспечивающего перенос снега через дорожное полотно без образования отложений.

Для соблюдения этого условия высоту насыпи назначают больше высоты снеготранспортируемой насыпи, которую определяют по формуле

$$h_n = h_c + \Delta h,$$

где  $h_n$  – высота незаносимой снегом насыпи, м;

$h_c$  – расчетная высота снежного покрова с вероятностью превышения 5 %, м;

$\Delta h$  – возвышение над снежным покровом, обеспечивающее незаносимость насыпи, м.

Величину  $\Delta h$  принимают по табл. 8.4 в зависимости от категории дороги.

Таблица 8.4

Величина возвышения насыпи над снежным покровом

Категория дороги	I	II	III	IV	V
$\Delta h$	1,2	0,7	0,6	0,5	0,4

Уменьшить или предотвратить снеготранспортируемость низких насыпей и не глубоких выемок за счет элементов поперечного профиля дорог возможно путем:

– разделки невысоких насыпей, нулевых мест и выемок глубиной под насыпь;

- уположения откосов выемок;
- устройства дополнительных аккумуляционных полок.

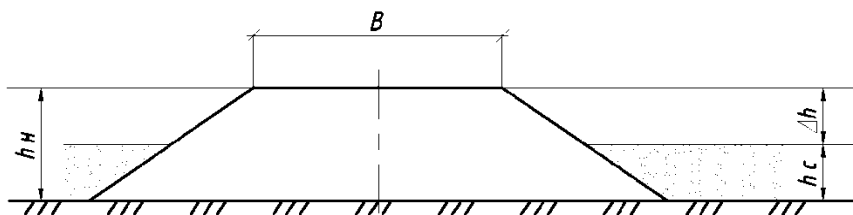


Рис. 8.2. Элементы поперечного профиля дорог для насыпи по условиям снегонезаносимости

Элементы поперечного профиля земляного полотна при разделке высоких насыпей, нулевых мест и выемок приведены на рис. 8.3 и 8.4.



Рис. 8.3. Поперечные профили низких насыпей с кювет-резервом на неплодородных землях



Рис. 8.4. Поперечные профили выемки глубиной до 1,0 м на снегонаносимых участках местности:  
 а – раскрытая; б – разделанная под насыпь

При этом пологие откосы выемок используют для выращивания сельскохозяйственных культур.



Данные о максимальных объемах снегоприноса используют при проектировании постоянных средств защиты. При решении вопросов уменьшения снеготранспорта дорог за счет элементов поперечного профиля земляного полотна или путем устройства временных средств снегозащиты необходимо руководствоваться средними из максимальных объемами снегоприноса за расчетный период и объемами снегоприноса за одну метель [6].

Для выделенных районов максимальные объемы снегоприноса ( $Q_{сн}$ ) за зимний период к различным сторонам дорог приведены в табл. 8.5 [6].

Таблица 8.5

Максимальные объемы снегоприноса

Районы снеготранспорта дорог		Максимальные объемы снегоприноса за расчетный период к сторонам автомобильных дорог, м <sup>3</sup> /пог. м							
обозначение	часть территории Беларуси	северной	северо-восточной	восточной	юго-восточной	южной	юго-западной	западной	северо-западной
I	Северо-восточная	90	120	150	135	120	105	90	75
II	Центральная	70	80	100	100	90	70	70	60
III	Западная	70	70	75	70	55	55	60	60
III	Южная	45	55	75	70	55	45	45	45
IV	Юго-Западная	40	45	50	45	35	35	40	40

Объемы снегоприноса, приведенные в табл. 8.5 и 8.6, наблюдаются при ширине примыкающих снегосборных бассейнов 1,5 км и более. При меньшей ширине снегосборных бассейнов объемы снегоприноса, приведенные в табл. 8.5 и 8.6 умножают на коэффициенты редукции ( $K_p$ ), приведенные в табл. 8.7 [6].

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

Таблица 8.6

## Средние из максимальных объемов снегоприноса

Районы снегозаносимости дорог		Средние из максимальных объемов снегоприноса за расчетный период $Q_{\text{ср}}$ к сторонам дорог, м <sup>3</sup> /м								Объемы снего- приноса за одну метель ( $Q_m$ ), м <sup>3</sup> /м
обозначение	часть территории Беларуси	северной	северо-восточной	восточной	юго-восточной	южной	юго-западной	западной	северо-западной	
I	Северо-восточная	38	51	64	58	51	45	38	32	18
II	Центральная	30	35	44	44	39	30	30	27	12
III	Западная	28	28	31	28	22	22	25	25	10
III	Южная	24	28	40	36	28	24	24	24	11
IV	Юго-Западная	19	19	21	19	15	15	17	17	8

Таблица 8.7

## Значение коэффициента редукиции

Ширина снегосборного бассейна, км	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,9	1,2	1,5
Коэффициент редукиции, Кр	0,22	0,40	0,60	0,73	0,78	0,82	0,88	0,94	1,00

Таким образом, для определения объемов снегоприноса необходимо определить район расположения дороги, румб направления дороги, ширину и ориентацию примыкающих снегосборных бассейнов.

Ширину, ориентацию и рельеф снегосборных бассейнов определяют по плану дороги, топографическим и почвенным картам и уточняют при натурном обследовании. При отсутствии проектных и картографических материалов ширину бассейнов до 0,6 км определяют промером, а далее – до 1,5 км – визуально.

При наличии выемок, зарослей кустарников, лесных массивов и снегозадерживающих насаждений вычисленный объем снегоприноса уменьшают на объем снега, задерживаемого указанными преградами.

Снегосборность подветренного откоса выемок  $Q_B$ , м<sup>3</sup>, на 1 пог. м протяженности участка, м<sup>3</sup>/м, рассчитывают по формуле

$$Q_B = a \cdot h_B^2,$$

где  $a$  – принимают равным

0,9 – при заложении откосов 1:1,5;

1,2 – при заложении откосов 1:3;

$h_B$  – глубина выемки, м. Минимальное значение  $h_B$  принимается 2 м.

Снегосборность зарослей кустарников и лесных массивов  $Q_K$ , м<sup>3</sup>, на 1 пог. м протяженности участка, м<sup>3</sup>/м, шириной от 50 до 100 м рассчитывают по формуле

$$Q_K = 0,5 \cdot S \cdot h_K, \text{ м}^3/\text{м}, \quad (8.1)$$

где  $S$  – ширина зарослей кустарников или лесных массивов, м;

$h_K$  – средняя высота кустарника (подлеска), м.

Снегосборность еловых изгородей, древесно-кустарниковых и хвойнолиственных насаждений, лесных массивов и зарослей кустарников  $Q_H$ , м<sup>3</sup>, на 1 пог. м протяженности участка, м<sup>3</sup>/м, рассчитывают по формуле

$$Q_H = 10 \cdot h_p^2 \cdot R \cdot K_1,$$

где  $h_p$  – «рабочая» высота снегозадерживающих насаждений, м (определяется с учетом высоты насыпи, минимальное значение  $h_p = 0,5$  м);

$R$  – плотность приземного яруса, %, у существующих снегозадерживающих насаждений рассчитывают на основании перечета растений на пробной площади по формуле

$$R = \frac{\sum_{t=1}^n (D_{cp} \cdot N)}{50} \cdot 100,$$

где  $n$  – количество рядов в насаждении, шт.;

$D_{cp}$  – средний диаметр стволов деревьев на высоте 1,3 м или кустарника на середине высоты, если его высота меньше 2,5 м, или на высоте 1,3 м, если высота кустарника более 2,5 м, м;

$N$  – количество стволов деревьев или кустарников в ряду на пробной площади, шт.;

50 – длина пробного участка, на которой выполнен переучет деревьев и кустарников, м;

$K_i$  – коэффициент, учитывающий удаление снегозадерживающих насаждений от дороги, рассчитывают по формуле

$$K_i = \frac{L_n + 0,5 \cdot L_{sh}}{15 \cdot h_p},$$

где  $L_n$  – расстояние от бровки земляного полотна до снегозадерживающего насаждения (еловой изгороди в хвойно-лиственных насаждениях), м;

$L_{sh}$  – ширина снегозадерживающего насаждения, м.

Максимальное значение  $K_i = 1,0$ .

Плотность можно определять и по просветности приземного яруса снегозадерживающих насаждений в соответствии с табл. 8.8.

Таблица 8.8

### Плотность снегозадерживающего насаждения

Вид снегозадерживающих насаждений	Плотность снегозадерживающего насаждения $R$ при просветности приземного яруса в облиственном (безлиственном) состоянии, %				
	0 (Св. 0 до 10 включ)	Св. 0 до 10 включ. (Св. 10 до 20 включ)	Св. 10 до 30 включ. (Св. 20 до 60 включ)	Св. 30 до 50 включ. (Св. 60 до 80 включ)	Св. 50 (Св 80)
1	2	3	4	5	6
Еловые изгороди, в том числе в хвойно-лиственных насаждениях*	1,0	0,9	0,8	0,6	0,4

1	2	3	4	5	6
Древесно-кустарниковые насаждения, лесные массивы и заросли кустарников шириной до 50 м	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2

\*Хвойно-лиственных насаждения представлены древесно-кустарниковыми посадками, усиленными еловой изгородью. Если у еловых изгородей высота до зеленых ветвей кроны составляет больше 0,25 от общей высоты изгороди, то их проветренность – более 50 %.

Не подвержены снежным заносам участки дорог:

а) проходящие или примыкающие к лесным массивам, садам и зарослям кустарника высотой не менее 2 м и шириной более 100 м;

б) примыкающие к крупным населенным пунктам и промышленным объектам, при условии наличия плотной застройки на расстоянии 50 м и менее;

в) расположенные в снегонезаносимых насыпях и не обустроенные металлическими барьерными ограждениями, а также в глубоких выемках.

Трудность зимнего содержания автомобильной дороги (участка) в период метелей оценивают при помощи показателя подверженности ее снежным заносам  $K_c$  по формуле

$$K_c = \frac{\sum^n L_c \cdot K_3}{L_f}.$$

где  $K_c$  – показатель подверженности автомобильной дороги (участка) снежным заносам с правой ( $K_{сп}$ ) или левой ( $K_{сл}$ ) стороны дороги;

$L_c$  – протяженность снегозаносимого участка, км;

$K_3$  – коэффициент значимости, равный 2 – для сильнозаносимых, 1 – для среднезаносимых и 0,5 – для слабозаносимых участков;

$L_f$  – протяженность обслуживаемых дорог (ЛДД, мастерский участок и т. д.), км;

$n$  – количество снегозаносимых участков с правой или левой стороны дороги.



Снегозаносимость дороги (участка) характеризуется количеством снега, который может образовываться на автомобильной дороге за зимний период во время метелей, по формуле

$$Q_d = \sum_1^n [(Q_c + Q_v + Q_k + Q_n)] \cdot L_c,$$

где  $Q_d$  – снегозаносимость участка дороги отдельно для правой ( $Q_{дп}$ ) и левой ( $Q_{дл}$ ) стороны дороги за зимний период при максимальных ( $Q_{дсн}$ ) или средних из максимальных ( $Q_{дср}$ ) объемах снегоприноса, тыс. м<sup>3</sup>/км;

$Q_c$  – максимальный ( $Q_{сн}$ ) или средний из максимальных ( $Q_{ср}$ ) объемы снегоприноса, м<sup>3</sup>/м;

$Q_v$ ,  $Q_k$  и  $Q_n$  – снегосборность откосов выемок, зарослей кустарников, лесных массивов и насаждений, на 1 пог. м протяженности участка, м<sup>3</sup>/м.

Исходя из значений показателей  $K_c$  и  $Q_d$ , определяют степень подверженности автомобильной дороги (участка) снежным заносам в соответствии с табл. 8.9.

В первую очередь мероприятия по защите автомобильных дорог от снежных заносов постоянными и временными средствами снегозащиты проводят, если снегозаносимость дороги (участка) высокая по трем показателям:  $K_c$ ,  $Q_{дсн}$  и  $Q_{дср}$ ; во вторую очередь – по двум и т. д. Данные расчетов служат для составления инженерной проработки.

Таблица 8.9

Степень подверженности дороги (участка) снежным заносам

Снегозаносимость автомобильной дороги (участка)		Величина показателя		
Степень	Обозначение	$K_c$	$Q_{дсн}$ , тыс. м <sup>3</sup> /км	$Q_{дср}$ , тыс. м <sup>3</sup> /км
Сильная	1	Св. 0,6	Св. 80	Св. 30
Средняя	2	Св. 0,2 до 0,6 вкл.	Св. 40 до 80 вкл.	Св. 10 до 30 вкл.
Слабая	3	От 0 до 0,2 вкл.	От 0 до 40 вкл.	От 0 до 10 вкл.

## 8.6. Оценка снеготранспорта и выявление снеготранспортных участков

Дорожная служба обязана в процессе эксплуатации дороги выявлять снеготранспортные участки, устанавливать причины снежных заносов, разрабатывать и осуществлять мероприятия, уменьшающие или полностью устраняющие заносимость дороги снегом.

Оценка снеготранспорта дороги осуществляется по данным исходной информации. На дорогах, проходящих по открытой местности, участки, подлежащие ограждению, определяют с учетом признаков заносимости, указанных в табл. 8.10 [6].

Таблица 8.10

Категории снеготранспорта земляного полотна

Категории снеготранспорта земляного полотна	Характеристика элементов поперечного профиля земляного полотна и снегозащиты	Очередность создания снегозащиты
I Сильнозаносимые	Выемки глубиной до 2 м. Постоянные средства защиты, снегозащиты которых меньше объема снегоприноса за одну метель $Q_m$	В первую очередь
II Среднезаносимые	Нулевые места и насыпи, высота которых меньше расчетной высоты снежного покрова $h_c$ . Постоянные средства снегозащиты и подветренные откосы выемок, снегозащиты которых больше $Q_m$ , но меньше среднего объема снегоприноса $Q_{cp}$	Во вторую очередь
III Слабозаносимые	Насыпи высотой больше $h_c$ , но меньше высоты незаносимой снегом насыпи $h_n$ . Нулевые места и выемки, разделанные под насыпь. Постоянные средства снегозащиты и подветренные откосы выемок, снегозащиты которых больше $Q_{cp}$ , но меньше максимального объема снегоприноса $Q_{cn}$ . Насыпи с металлическими барьерными ограждениями, в т. ч. снеготранспортные	В третью очередь
IV Незаносимые	Насыпи, высота которых больше $h_n$ . Постоянные средства снегозащиты и подветренные откосы глубоких выемок, снегозащиты которых больше $Q_{cn}$ . Участки дорог, проходящих через сплошные лесные массивы	Защиту не предусматривают

Расчетную высоту снежного покрова и высоту не заносимой снегом насыпи определяют по таблице 8.11.

Таблица 8.11.

Расчетная высота снежного покрова

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

Категорию снегозаносимости земляного полотна определяют по продольному профилю дороги.

Анализируя сокращенный продольный профиль (рис. 8.6) с учетом данных, приведенных в табл. 8.10, вычисляют местоположение и категорию по снегозаносимости участков автомобильной дороги по следующей методике.

Определяют местоположение окончания 4 категории по снегозаносимости (незаносимые) на участке автомобильной дороги с низкой насыпью.

$$X_{K4} = \frac{h_{H2} - h_H}{h_{H2} - h_{H3}} \cdot 100,$$

где  $h_{H2}$ ,  $h_{H3}$  – высота насыпи на ПК2 и ПК3, м;

$h_H$  – высота незаносимой снегом насыпи, м;

Определяют местоположение начала 4 категории по снегозаносимости (незаносимые) на участке автомобильной дороги с низкой насыпью

$$X_{H4} = \frac{h_H - h_{H6}}{h_{H7} - h_{H6}} \cdot 100.$$

$$\text{Проверка: } X_{\text{н4}} = 100 - \frac{h_{\text{н7}} - h_{\text{н}}}{h_{\text{н7}} - h_{\text{н6}}} \cdot 100,$$

где  $h_{\text{н6}}, h_{\text{н7}}$  – высота насыпи на ПК6 и ПК7, м;

$h_{\text{н}}$  – высота незаносимой снегом насыпи, м;

Протяженность незаносимого снегом участка автомобильной дороги (4 категория по снеготранспортируемости) – от км 0+000 до км 0+283 равна 283 м и от км 0+624 до км 1+000 – 376 м, всего 659 м.

Определяют местоположение окончания 3 категории по снеготранспортируемости (слаботранспортируемые) на участке автомобильной дороги с выемкой

$$X_{\text{к3}} = \frac{h_{\text{н3}} - h_{\text{сн}}}{h_{\text{н3}} + h_{\text{в4}}} \cdot 100,$$

где  $h_{\text{н3}}$  – высота насыпи на ПК3, м;

$h_{\text{сн}}$  – высота снежного покрова, м;

$h_{\text{в4}}$  – глубина выемки на ПК4, м;

Определяют местоположение начала 3 категории по снеготранспортируемости на участке (слаботранспортируемые) автомобильной дороги с выемкой

$$X_{\text{н3}} = \frac{h_{\text{в5}} + h_{\text{сн}}}{h_{\text{в5}} + h_{\text{н6}}} \cdot 100.$$

$$\text{Проверка: } X_{\text{н3}} = 100 - \frac{h_{\text{н6}} - h_{\text{сн}}}{h_{\text{н6}} + h_{\text{в5}}} \cdot 100,$$

где  $h_{\text{н6}}$  – высота насыпи на ПК6, м;

$h_{\text{сн}}$  – высота снежного покрова, м;

$h_{\text{в5}}$  – глубина выемки на ПК5, м;

Протяженность участка автомобильной дороги 3 категории по снеготранспортируемости (слаботранспортируемые): от км 0+283 до км 0+307 равна – 24 м и от км 0+597 до км 0+624 – 27 м, всего 51 м.

Определяют местоположение окончания 2 категории по снеготранспортируемости (среднетранспортируемые) на участке автомобильной дороги с выемкой

$$X_{\text{к2}} = \frac{h_{\text{н3}}}{h_{\text{н3}} + h_{\text{в4}}} \cdot 100.$$

Определяют местоположение начала 2 категории по снеготранспортируемости (среднетранспортируемые) на участке автомобильной дороги с выемкой

$$X_{н2} = \frac{h_{в5}}{h_{в5} + h_{н6}} \cdot 100.$$

Проверка:  $X_{н2} = 100 - \frac{h_{н6}}{h_{н6} + h_{в5}} \cdot 100.$

Определяют местоположение начала 3 категории по снеготранспортируемости на участке (слаботранспортируемые) автомобильной дороги с выемкой

$$X_{н3} = \frac{h_{в5} + h_{сн}}{h_{в5} + h_{н6}} \cdot 100.$$

Проверка:  $X_{н3} = 100 - \frac{h_{н6} - h_{сн}}{h_{н6} + h_{в5}} \cdot 100,$

где  $h_{н6}$  – высота насыпи на ПК6, м;

$h_{сн}$  – высота снежного покрова, м;

$h_{в5}$  – глубина выемки на ПК5, м;

Протяженность участка автомобильной дороги 3 категории по снеготранспортируемости (слаботранспортируемые): от км 0+283 до км 0+307 равна – 24 м и от км 0+597 до км 0+624 – 27 м, всего 51 м.

Определяют местоположение окончания 2 категории по снеготранспортируемости (среднетранспортируемые) на участке автомобильной дороги с выемкой

$$X_{к2} = \frac{h_{н3}}{h_{н3} + h_{в4}} \cdot 100.$$

Определяют местоположение начала 2 категории по снеготранспортируемости (среднетранспортируемые) на участке автомобильной дороги с выемкой

$$X_{н2} = \frac{h_{в5}}{h_{в5} + h_{н6}} \cdot 100.$$

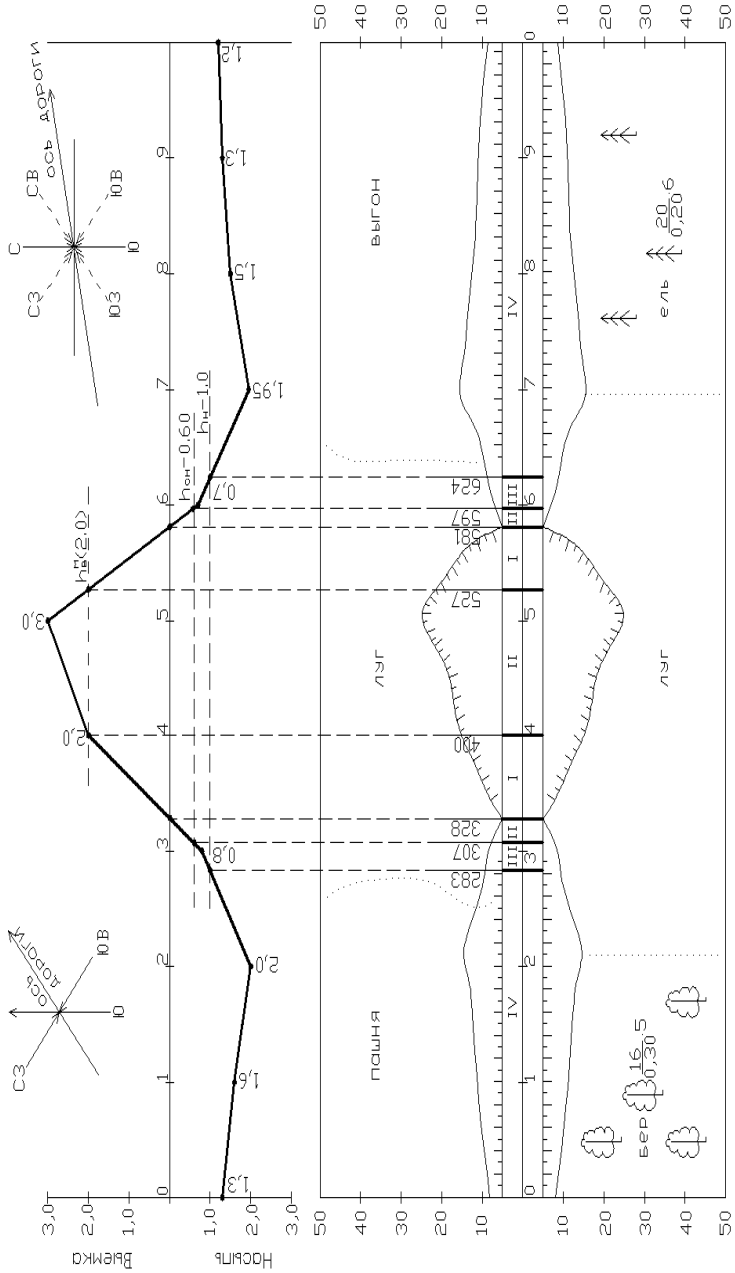


Рис 8.6. Схема определения заносимых снегом участков автомобильной дороги во время метелей

$$\text{Проверка: } X_{H2} = 100 - \frac{h_{H6}}{h_{H6} + h_{B5}} \cdot 100.$$

Протяженность участка автомобильной дороги 2 категории по снегозаносимости (среднезаносимые): от км 0+307 до км 0+328 равна 21 м и от км 0+581 до км 0+597 – 16 м, всего 37 м.

Определяют местоположение окончания 1 категории по снегозаносимости (сильнозаносимые) на участке автомобильной дороги в выемке

$$X_{K1}^B = \frac{h_{H3} + h_B^M(2,0)}{h_{H3} + h_{B4}} \cdot 100,$$

где  $h_{BM}$  – глубина выемки от снегоприноса  $Q_M$  за одну метель ( $Q_M$ ), согласно ТКП 100-2011 можно принять равным 2,0 м;

Определяют местоположение начала 1 категории по снегозаносимости (сильнозаносимые) на участке автомобильной дороги в выемке

$$X_{H1}^B = \frac{h_{B5} - h_B^M(2,0)}{h_{B5} + h_{H6}} \cdot 100.$$

Протяженность участка автомобильной дороги 1 категории по снегозаносимости (сильнозаносимые): от км 0+328 до км 0+400 равна 72 м и от км 0+527 до км 0+581 – 54 м, всего 126 м.

Протяженность участка автомобильной дороги 2 категории по снегозаносимости в выемке от км 0+400 до км 0+527 равна 127 м.

Местоположение снегозаносимых участков записывают в табл. 8.12.

На местности категорию снегозаносимости уточняют нивелировкой поперечников на участках длиной 25–75 м. Нивелирную рейку устанавливают на бровке земляного полотна и в характерных точках рельефа местности через интервал от 2 до 10 м. Категорию снегозаносимости определяют отдельно для правой и левой стороны дороги.

Таблица 8.12

## Местоположение снеготранспортируемого участка

№ п/п	Местоположение снеготранспортируемого участка				Категория снеготранспортируемости		Ширина снеготранспортируемого бассейна	Объем снеготранспортировки			Примечание
	сторона дороги	начало	окончание	протяженность	насыпь	выемка		$Q_m$	$Q_{cp}$	$Q_{сн}$	
1	Правая	0+283	0+307	24	III		1,5	12	44	100	от $h_n$ до $h_{сн}$
2	Левая	0+283	0+307	24	III		1,5	12	27	60	от $h_n$ до $h_{сн}$
3	Правая	0+307	0+328	21	II		1,5	12	44	100	$h_n < h_{сн}$
4	Левая	0+307	0+328	21	II		1,5	12	27	60	$h_n < h_{сн}$
5	Правая	0+383	0+400	17		I	1,5	12	44	100	$h_B < (2,0)$
6	Левая	0+383	0+400	17		I	1,5	12	27	60	$h_B < (2,0)$

Итого: правая сторона:

I категория – \_\_\_ м,

II категория – \_\_\_ м,

III категория – \_\_\_ м,

Всего \_\_\_\_\_ м.

левая сторона:

I категория – \_\_\_ м,

II категория – \_\_\_ м,

III категория – \_\_\_ м,

Всего \_\_\_\_\_ м.

### 8.7. Разработка мероприятий по защите дорог от снежных заносов

Защита автомобильных дорог от снежных заносов или уменьшение их снеготранспортируемости предусматривается при проектировании земляного полотна и обеспечивается применением постоянных и временных средств снегозащиты для эксплуатируемых дорог. Устройство снегозадерживающих и других специальных конструкций осуществляется в соответствии с инженерной проработкой зимнего содержания автомобильных дорог.



### 8.7.1. Постоянные средства снегозащиты дорог от снежных заносов

К постоянным средствам снегозащиты относятся снегозадерживающие насаждения, примыкающие к дороге леса, заросли кустарника, заборы, строения, исключаяющие или уменьшающие перенос снега через дорогу. Постоянные средства защиты устраивают на весь срок службы автомобильной дороги.



Рис. 8.7. Снегозадерживающие посадки вдоль дорог

Наиболее надежным, экономичным и долговечным видом постоянной защиты являются снегозащитные лесонасаждения.

При небольших объемах снегоприноса применяют одно- или двухрядные посадки деревьев или кустарника высотой 2–4 м. Располагают снегозащитные посадки на расстоянии не менее десяти высот насаждений от бровки земляного полотна.

Основными параметрами снегозадерживающих насаждений являются высота и удаление насаждений от дороги.

По результатам исследований [5], [7] снегоемкость однорядных снегозадерживающих насаждений определяют по формуле

$$W_1 = 7 \cdot h^2, \text{ м}^3/\text{м};$$

где  $h$  – высота насаждений, м.

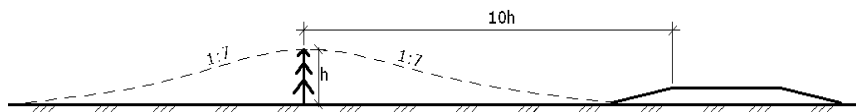


Рис. 8.8. Однорядная посадка снегозадерживающих насаждений

С достаточной для практических целей точностью требуемую высоту насаждений можно определить по формуле

$$h_{\text{тр}} = \sqrt{(Q_{\text{сн}} / 7)} = 0,378 \sqrt{Q_{\text{сн}}},$$

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

$h_{\text{тр}}$  – требуемая высота насаждений, м.

Число рядов снегозадерживающих насаждений можно определить по формуле

$$n = \frac{Q_{\text{сн}}}{W_1},$$

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

Снегоемкость двухрядных снегозадерживающих насаждений увеличивается за счет заполнения снега между рядами.

$$W_2 = 7 \cdot h_{\text{тр}}^2 + 0,8 \cdot h_{\text{тр}} \cdot b,$$

где  $b$  – расстояние между рядами насаждений.

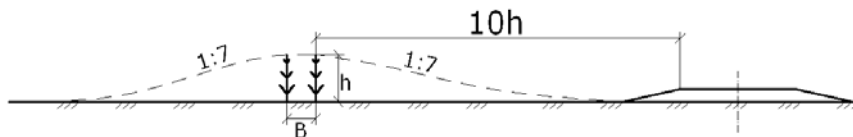


Рис. 8.9. Двухрядные снегозадерживающие насаждения

Надежность снегозащитных устройств определяют по формуле

$$N = (W / Q_{\text{сн}}) \cdot 100 \%,$$

где  $W$  – снегоемкость устройств,  $\text{м}^3/\text{м}$ .

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

При недостаточной снегоемкости постоянных снегозащитных устройств их усиливают временной защитой.

Снегозадерживающие насаждения создают из деревьев или кустарника одной породы. В еловых насаждениях в противопожарных целях через каждые 100–200 м устанавливают перемычки из лиственных пород длиной не менее 10 м. Расстояние между деревьями в ряду принимается равным 1 м, а между рядами – 3 м. Длину снегозадерживающих устройств принимают на 30 м больше длины заносимых снегом участков автомобильной дороги.

Учитывая, что снегозадерживающие насаждения вступают в работу через 5–6 лет, снегозаносимые участки следует оградить на этот период временными снегозадерживающими устройствами.

Наиболее часто для защиты дорог от снежных заносов используют переносные решетчатые щиты или полимерные сетки. Они могут использоваться в качестве самостоятельного средства защиты от снежных заносов и как средство усиления лесопосадок [6].



Рис. 8.10. Снегозадерживающие посадки из ели

### ***8.7.2. Уход за снегозадерживающими насаждениями***

Уход заключается в ежегодной опашке придорожных насаждений на глубину до 20 см по закрайкам шириной 1,5–2,5 м и удалении нежелательной сорной растительности. К нежелательной сорной растительности относят любую растительность, подавляющую основные породы снегозадерживающих насаждений.

Необходимо защищать стволы деревьев, в первую очередь молодых саженцев во избежание повреждения стволов деревьев при окоске трав.

При хорошо сохранившемся кустарниковом ярусе снегозадерживающих насаждений древесные породы удаляют «на штамп» при высоте среза 1,2–1,5 м; если полоса изрезана в приземном ярусе, удаление выполняют «на пень». Удалять деревья на высоте 1,2–1,5 м можно не более двух раз подряд, так как штамп может потерять послеувую возобновительную способность.

### **8.7.3. Временные средства защиты дорог от снежных заносов**

Средства защиты, которые ежегодно устраивают в конце осени или в начале зимы, называют временными. К временным средствам защиты относят переносные решетчатые щиты, сетки из синтетических материалов и другие специальные конструкции, а также устраиваемые в зимний период снежные траншеи.

Переносные щиты применяют на участках, где снегозащитные насаждения еще не вступили в работу. В климатических условиях Беларуси необходимо применять щиты из деревянных планок с общей просветностью от 50 % до 60 % и просветностью нижней части от 60 % до 70 % (рис. 8.11, табл. 8.13.)

Просветность определяют как отношение площади просветов к общей площади щита.

Таблица 8.13

Параметры решетчатых щитов

Тип щита	Высота, м	Просветность, %			Скорость ветра, при которой можно применять щиты, м/с	Объем снегоприноса, при котором целесообразно применять щиты, м <sup>3</sup> /м
		общая	нижней части	верхней части		
1	2,0	50	60	40	> 20	> 100
2	1,5	50	60	40	> 20	< 100
3	2,0	60	70	50	20 и менее	> 100
4	1,5	60	70	50	20 и менее	< 100

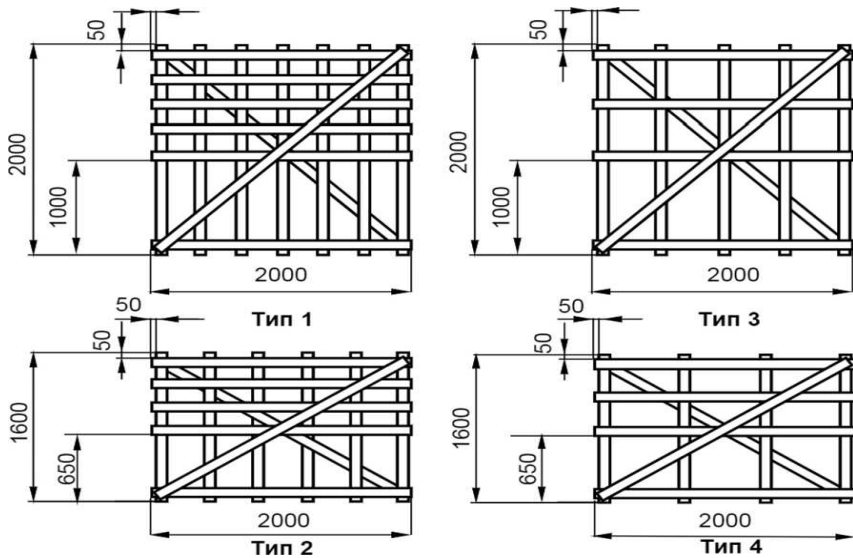


Рис. 8.11. Переносные решетчатые щиты

Для обеспечения требуемой прочности щитов применяют вертикальные планки толщиной 15–16 мм, а горизонтальные и диагональные – 12–13 мм. Ширина планок – 90–95 мм. Горизонтальные и вертикальные планки располагают на одинаковом расстоянии между собой.

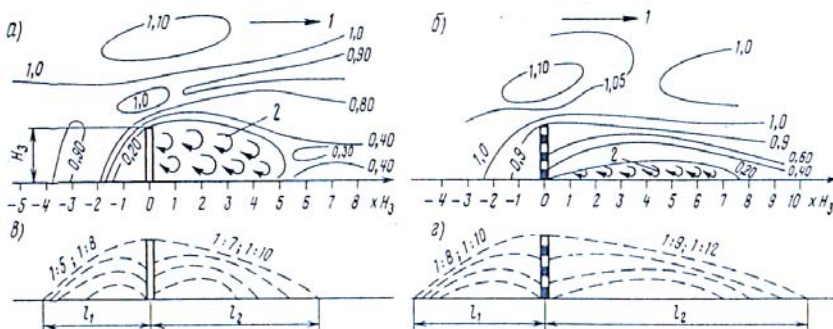


Рис. 8.12. Отложение снега у щитов с различной просветностью:  
 а – сплошных; б – решетчатых [7]

Колья устанавливают до замерзания грунта в предварительно просверленное отверстие глубиной 0,5 м с помощью ямобура. Расстояние между кольями – 1,9 м. После установки кольев ямки засыпают грунтом и уплотняют. Для предохранения щитов от примерзания к грунту их следует прикреплять к кольям таким образом, чтобы между грунтом и их нижней частью оставался просвет 5 см.



Рис. 8.13. Установка решетчатых щитов

В отдельных случаях (при наличии посевов озимых культур) допускается установка щитов без кольев наклонно друг к другу, прочно связывая верхние концы. Щиты скрепляют за верхние планки с перехлестом их на 10 см. Начальные (конечные) элементы крайних щитов крепятся к кольям.

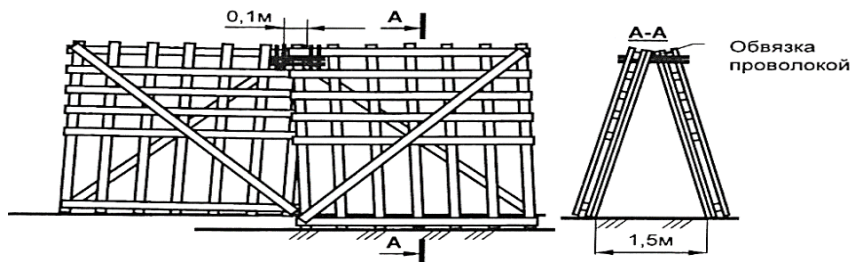


Рис. 8.14. Установка решетчатых щитов наклонно друг к другу

Снегозащита из щитов должна иметь в плане вид прямой или плавной кривой линии, без изломов и резких изгибов. Щиты по возможности следует ставить по верху возвышений на местности.

В местностях со слабоинтенсивными метелями (при объемах снегоприноса менее  $50 \text{ м}^3/\text{п.м}$ ) допускается устраивать щитовые линии с разрывами шириной, равной расстоянию между кольями (1,9 м), и не чаще чем через каждые три щита.



Рис. 8.15. Установка решетчатых щитов с разрывом

Снегоемкость однорядных щитов определяют по формуле

$$W_{\text{щ}} = 9 \cdot h_{\text{щ}}^2, \text{ м}^3/\text{м},$$

где  $h_{\text{щ}}$  – высота щитов, м.

Переносные решетчатые щиты устанавливают параллельно оси автомобильной дороги. Ближайший ряд щитов должен быть расположен на расстоянии  $15 h_{\text{щ}}$  от бровки земляного полотна.

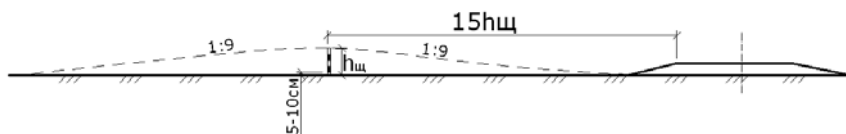


Рис. 8.16. Схема установки переносных решетчатых щитов

При объемах снегоприноса до  $75 \text{ м}^3/\text{м}$  допускается применение снегозадерживающих преград, устраиваемых из синтетических се-

ток. Размер ячеек синтетических сеток должен быть  $50 \times 50$  мм. Высота синтетических сеток составляет 1,7 м. Материалы, из которых изготовлены сетки, должны обеспечивать их работу без деформаций и разрушений при температурах до минус  $40^\circ\text{C}$ .

Опорные кольца круглого сечения диаметром 60–80 мм или квадратного сечения с размером сторон 60–80 мм и высотой 2,4–2,6 м устанавливают с шагом 2 м. Установку опорных колец рекомендуется производить в осенний период до замерзания грунта. К опорным кольям сетка крепится стяжными хомутами в количестве 4 шт. на каждый кол. Верхний и нижний хомуты устанавливают на расстоянии 5 см от краев сетки, два оставшихся – на расстоянии 50 см от них. Перед креплением сетки к каждому из колец производится натяжение сетки.

Полимерный шпагат закрепляют узлом на первом опорном коле участка, протягивают на расстоянии 7–13 см от верха сетки с продеванием в ячейки сетки с интервалом 30–40 см, натягивают, оборачивая вокруг каждого опорного кола, и закрепляют узлом на последнем опорном коле.

При установке сетки необходимо произвести установку растяжек на крайних кольях участка с целью надежной фиксации и натяжения сетки. Растяжки устраивают из полимерного шпагата и крепят к анкерным кольям, которые забивают в землю с помощью кувалды.

Протяженность участка – не более 50 м.

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

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

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

При расчете надежности временных устройств принимают средние из максимальных объемы снегоприноса ( $Q_{\text{ср}}$ ).

Если средний объем снегоприноса окажется больше снегоемкости щитовой защиты, то следует принимать комбинированную защиту, например, использовать для защиты дорог от сложных заносов переносные щиты и снежные траншеи.



Дополнительный объем снега  $Q_1$ , который следует задержать, определяют по формуле:

$$Q_1 = Q_{\text{ср}} - W_{\text{щ}}.$$

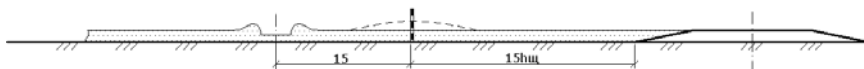


Рис. 8.17. Комбинированная защита от снежных заносов

Снежные траншеи следует устраивать при высоте снежного покрова более 20 см (рис 8.18). Оптимальное расстояние между осями траншей, устраиваемых бульдозерами, составляет 12–15 м, а двухотвальные плужными снегоочистителями – 20 м. Одновременно необходимо устраивать не менее трех траншей. Снежные траншеи также можно устраивать фронтальными погрузчиками, автогрейдер-рами и другими механизмами.



Рис. 8.18. Устройство снежных траншей

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

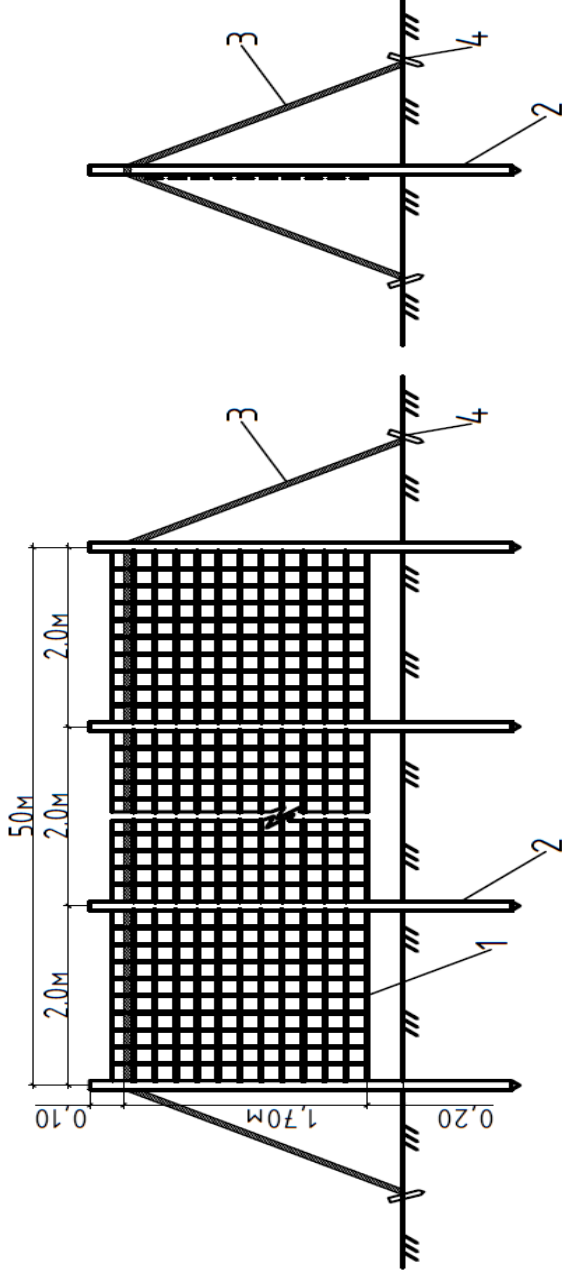


Рис. 8.19. Схема установки снегозадерживающих устройств из полимерной сетки:  
 1 – полимерная сетка; 2 – опорные кольца;

3 – растяжки из полимерного шпагата; 4 – анкерные кольца

После заполнения траншей снегом до половины глубины производят их восстановление по старому следу.

Толщина снега по дну траншей должна быть не менее 5 см для исключения повреждения посевов озимых.

При толщине снежных отложений 1,0–1,5 м устраивают новые в промежутках между занесенными снегом траншеями или параллельно им.

При удалении действующих траншей на 50–60 м от бровки земляного полотна дополнительно устраивают две резервные траншеи на расстоянии от 5 м до 10 м и от 15 м до 20 м от бровки земляного полотна.

С достаточной для практических целей точностью снегоемкость однорядной траншеи определяют по формуле

$$W_T = 10h_T^2 + Bh_T,$$

где  $h_T$  – глубина траншеи, м;

$B$  – ширина траншеи, м.

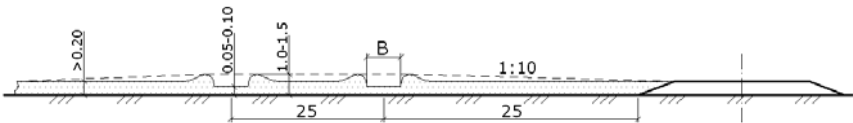


Рис. 8.20. Схема устройства снежных траншей

Необходимое число траншей для защиты дорог от снежных заносов определяют по формуле

$$n_T = \frac{Q_{\text{ср}}}{W_T}.$$

Анализируя каждый снегозаносимый участок, определяют максимальные объемы снегоприноса слева и справа от автомобильной дороги, ширину и необходимое удаление лесопосадок от бровки земляного полотна.

На основании полученных данных строят линейный график проектируемых снегозащитных насаждений в масштабе 1:5000 по горизонтали и 1:1000 по вертикали (рис. 8.21).

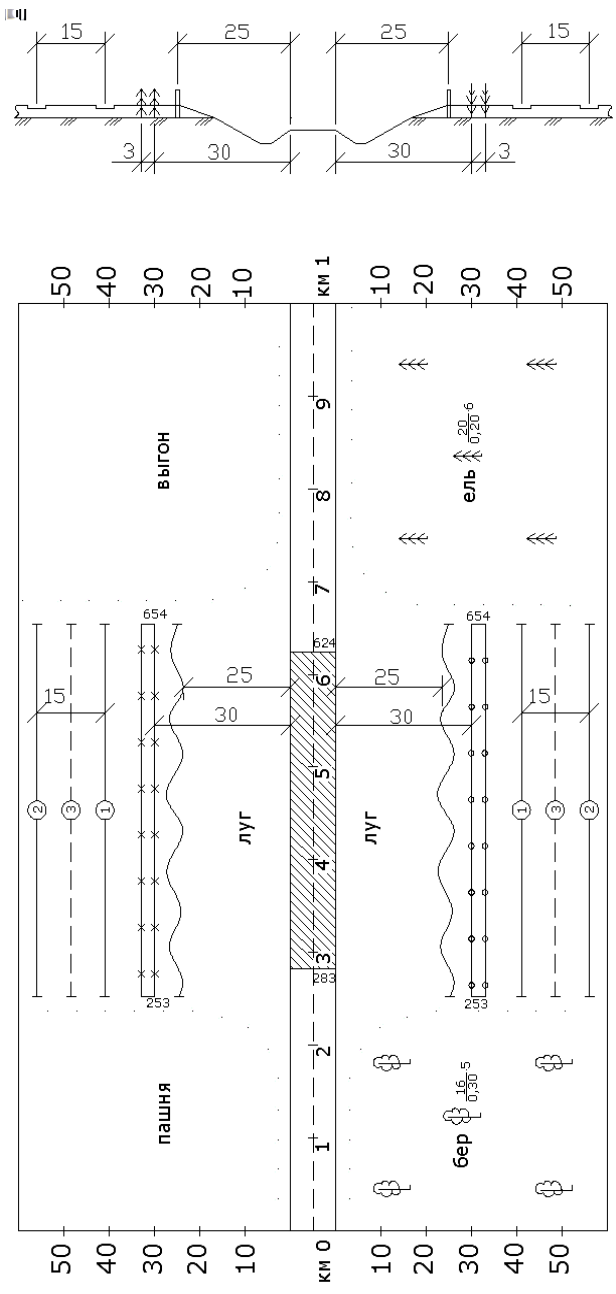


Рис. 8.21. Линейный график размещения снегозадерживающих устройств

Места размещения снегозадерживающих насаждений, установки переносных решетчатых щитов, количество и расположение снежных траншей указывают на рис. 8.21, используя условные обозначения. [6].

Перечень снегозаносимых участков их начало и конец, наличие и протяженность снегозадерживающих насаждений, места установки и протяженность щитов, сеток, план устройства снежных траншей приводят в табл. 8.14.





Таблица 8.14

Перечень снегозаносимых участков по ДЭУ (ДРП)

Номер ЛДД (ДРП)	Номер дороги	Титул дороги	Сторона дороги	Снегозаносимые участки, км			Наличие снегозадерживающих насаждений, км				Установка снегозадерживающих конструкций, км						План устройства снежных траншей, км
											щитов			сеток			
				начало	конец	длина	начало	конец	длина	вид	1 тип		2 тип		план	факт	
											план	факт	план	факт			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Итого по ДЭУ (ДРСУ):						Итого			Итого			Итого		Итого			Итого

Условные обозначения для линейного графика зимнего содержания автомобильных дорог

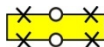
Категории снегозаносимости

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


### Снегозадерживающие насаждения

 – еловые изгороди;

 – древесно-кустарниковые полосы;

 – хвойно-лиственные полосы;

### Временные средства снегозащиты

 – временные снегозадерживающие преграды из планочных щитов;

----- – снежные траншеи.

## 9. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ И ЛИКВИДАЦИИ ЗИМНЕЙ СКОЛЬЗКОСТИ

### 9.1. Применение противогололедных материалов для ликвидации зимней скользкости

Для ликвидации зимней скользкости применяют противогололедные материалы (ПГМ) в зависимости от температуры воздуха и состояния покрытия.

Основные виды и характеристики зимней скользкости на автомобильных дорогах Беларуси приведены в табл. 9.1.

Таблица 9.1

#### Основные виды и характеристики зимней скользкости

Вид зимней скользкости	Агрегатное состояние осадков	Процесс образования
1	2	3
Гололед	Жидкое	Нарастающие атмосферные осадки в виде слоя плотного стекловидного льда (гладкого или слегка бугристого), образующегося на растениях, проводах, предметах, поверхности земли в результате сублимации водяного пара на охлажденных до 0 °С и ниже поверхностях, намерзания частиц осадков (переохлажденной измороси, переохлажденного дождя, ледяного дождя, ледяной крупы, иногда дождя со снегом) при соприкосновении с поверхностью, имеющей отрицательную температуру
Гололедица	Жидкое	Слой бугристого льда (ледяная корка) или обледеневшего снега, образующийся на поверхности покрытия вследствие замерзания талой воды, когда после оттепели происходит понижение температуры воздуха (переход к отрицательным значениям температуры)
Изморось	Парообразное	Отложение льда при тумане в результате десублимации водяного пара и замерзании капель переохлажденного тумана

1	2	3
Иней	Парообразное	Тонкий слой ледяных кристаллов на поверхности дорожного покрытия, образующийся из водяного пара атмосферы
Рыхлый снег	Твердое	Во время снегопада и метели
Снежный накат	Твердое	Уплотнение рыхлого снега
Снежно-ледяной накат	Твердое	Замерзание переувлажненного снега

Наиболее вероятными условиями образования гололедицы на дорожном покрытии являются следующие:

– температура воздуха – от минус 2 °С до минус 12 °С; относительная влажность воздуха – от 83 % до 100 %; точка росы – от минус 3 °С до минус 14 °С;

– температура поверхности покрытия – от минус 2 °С до минус 11 °С.

Гололедица – наиболее опасный вид зимней скользкости на автомобильных дорогах.

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

Для определения в зимний период температуры покрытия  $T_{\text{п}}$  используют следующую зависимость

$$T_{\text{п}} = 0,9126 \cdot T_{\text{в}} + 1,0618,$$

где  $T_{\text{в}}$  – температура воздуха, °С.

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

Снежно-ледяной накат представляет собой спрессованный слой снега с прослойками льда или обледенелые на всю толщину снеж-



ные отложения. Толщина снежно-ледяного наката не одинакова и может превышать 5 см. Плотность таких отложений – 0,5–0,7 г/см<sup>3</sup>.

На территории республики выделено четыре района, различающихся по условиям ликвидации зимней скользкости (рис. 9.1).



Рис. 9.1. Районирование территории Республики Беларусь по условиям ликвидации зимней скользкости на автомобильных дорогах

Среднее число случаев образования зимней скользкости за зимний период в выделенных районах приведено в табл. 9.2.

Средняя продолжительность снегопадов в I–III районах составляет 6 часов, в IV – 5 часов. В 95 % случаев максимальная продолжительность выпадения снега на всей территории республики не превышает 16 часов.

Таблица 9.2

## Среднее число случаев образования зимней скользкости

Район	Часть территории Беларуси	Среднее число случаев зимней скользкости по причине		Всего
		гололеда	снегопадов и метелей	
I	Юго-западная	15	30	45
II	Южная и западная	20	35	55
III	Центральная	25	40	65
IV	Восточная и северная	20	40	60

Температура воздуха во время снегопадов, как правило, находится в пределах от минус 5 °С до минус 6 °С, ее минимальное значение – минус 14 °С.

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

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

При зимнем содержании автомобильных дорог для ликвидации зимней скользкости применяют химический, химико-фрикционный и фрикционный способы.

При образовании зимней скользкости осуществляют:

- плавление снежно-ледяных образований с помощью химических материалов;
- удаление снежно-ледяных образований с покрытий дорог и укрепленных обочин;
- обработку снежно-ледяного наката фрикционными материалами для повышения сцепных качеств колес автомобилей с поверхностью наката.

При химическом способе применяют твердые кристаллические ПГМ на основе хлористого натрия. Усредненные нормы распределения твердых кристаллических ПГМ для ликвидации различных видов зимней скользкости  $N$ , г/м<sup>2</sup>, приведены в табл. 9.3.

Таблица 9.3

Нормы распределения хлористого натрия в зависимости от температуры воздуха и интенсивности движения для различных видов зимней скользкости

Интенсивность движения* <i>It</i> , авт./сут	Усредненные нормы** распределения хлористого натрия, г/м <sup>2</sup> , при отрицательной температуре воздуха, °С											
	Гололед			Снежно-ледяной накат			Снежный накат			Рыхлый снег		
	От 0 до 5 вкл.	Св. 5 до 10 вкл.	Св. 10 до 15 вкл.	От 0 до 5 вкл.	Св. 5 до 10 вкл.	Св. 10 до 15 вкл.	От 0 до 5 вкл.	Св. 5 до 10 вкл.	Св. 10 до 15 вкл.	От 0 до 5 вкл.	Св. 5 до 10 вкл.	Св. 10 до 15 вкл.
<i>It</i> < 1000	30	75	125	25	60	95	15	35	50	15	30	50
1000 < <i>It</i> < 3000	25	65	105	20	50	80	15	30	45	15	30	45
<i>It</i> > 3000	20	55	85	15	40	65	15	25	35	15	25	35

\* Для автомобильных дорог с различной интенсивностью движения на перегонах норма распределения хлористого натрия определяется по минимальной интенсивности и принимается одинаковой для всего обслуживаемого участка.

\*\* Нормы рассчитаны (и округлены) для средней температуры диапазона при толщине слоя льда 1 мм; снежно-ледяного наката – 1 см; снежного наката – 1 см; рыхлого снега – 2 см.

Нормы распределения хлористого натрия в г/м<sup>2</sup> рассчитывают по формуле

$$N = 5 + 8 \cdot T \cdot h \cdot q \cdot K_u, \quad (9.1)$$

где 5 – минимальная норма распределения, г/м<sup>2</sup>;

*T* – отрицательная температура воздуха, °С (для интервала температур выше минус 3 °С);

*h* – толщина гололеда, мм; рыхлого снега, снежного и снежно-ледяного наката, см. Толщина гололеда, рыхлого снега, снежного и снежно-ледяного наката измеряется металлической линейкой в трех точках через 1–2 м;

*q* – плотность льда, снега или снежно-ледяного наката, г/см<sup>3</sup>.

Устанавливается путем взвешивания определенного объема снега или скола льда или принимается:

- для рыхлого снега – 0,15 г/см<sup>3</sup>;
- для снежного наката – 0,3 г/см<sup>3</sup>;

- снежно-ледяного наката – 0,6 г/см<sup>3</sup>;
- для гололеда – 0,8 г/см<sup>3</sup>;

$K_u$  – поправочный коэффициент, зависящий от интенсивности движения  $It$ ,

( $K_u = 1,0$  при  $It > 3000$  авт./сут,  $K_u = 1,25$  при  $1000 < It < 3000$  авт./сут,  $K_u = 1,5$  при  $It < 1000$  авт./сут).

Для повышения эффекта действия твердых кристаллических ПГМ при наличии технической возможности их увлажняют раствором хлористого натрия 20 % – 23 %-ной концентрации в количестве 30 % от массы сухого кристаллического ПГМ непосредственно на диске пескосолераспределителя.

Увлажненный ПГМ для лучшего его закрепления преимущественно используют для распределения по сухому дорожному покрытию, на влажном покрытии допускается использование неувлажненных ПГМ.

Химический способ применяется для ликвидации зимней скользкости в виде рыхлого снега и снежного наката, а также для профилактической обработки и является обязательным для автомобильных дорог 1 уровня требований при указанных ниже температурах воздуха.

Химико-фрикционный способ (ХФ) предусматривает смешивание твердых кристаллических составляющих ПГМ с инертными материалами (песками и другими минеральными материалами).

Химико-фрикционный способ применяют для ликвидации зимней скользкости (всех видов) с использованием ПГМ-ХФ на основе галита марки В при температуре воздуха до минус 15 °С, профилактической обработки на автомобильных дорогах 4–5 уровней требований, а также местных автомобильных дорог 3 уровня требований к их эксплуатационному состоянию.

При химико-фрикционном способе используют ПГМ-ХФ-50. На автомобильных дорогах 3–5 уровней требований к их эксплуатационному состоянию допускается использование ПГМ-ХФ с другим содержанием галита марки В.

Для профилактической обработки на автомобильных дорогах 4–5 уровней требований, а также местных автомобильных дорог 3 уровня требований к их эксплуатационному состоянию используют ПГМ-ХФ-50. Допускается использование ПГМ-ХФ с другим содержанием галита марки В.

При химико-фрикционном способе ликвидации зимней скользкости нормы распределения ПГМ-ХФ  $N_{см}$ , г/м<sup>2</sup>, рассчитывают по формуле

$$N_{см} = 100 \cdot N / N_{ф}, \quad (9.2)$$

где  $N$  – норма распределения хлористого натрия, определенная по формуле (9.1), г/м<sup>2</sup>;

$N_{ф}$  – фактическое содержание хлористого натрия в смеси, %.

Профилактическая обработка усовершенствованных покрытий проезжей части (включая укрепленные полосы обочин и разделительных полос, а также переходно-скоростные полосы) ПГМ производится с усредненной нормой распределения хлористого натрия 15 г/м<sup>2</sup> при температуре воздуха до минус 5 °С, 30 г/м<sup>2</sup> – при температуре воздуха от минус 5 °С до минус 10 °С и 40 г/м<sup>2</sup> – при температуре воздуха от минус 10 °С и ниже при прогнозировании в ближайшие 3 часа:

- выпадения дождя на переохлажденное покрытие;
- резкого понижения температуры воздуха и влажном покрытии;
- образования гололедицы на дорожном покрытии;
- понижения температуры воздуха от положительной до минус 1 °С и менее (для цементобетонного дорожного покрытия – до 1 °С и менее) в течение ближайших 2–6 часов и мокрому покрытию или начале дождя.

В случае выпадения осадков в виде дождя производится дополнительное патрулирование с целью принятия решения о сроках и необходимости выполнения профилактической обработки, в т. ч. повторной.

Принятие решения о проведении профилактической обработки осуществляется диспетчерами и (или) ответственными дежурными линейных дорожных дистанций (ЛДД), дорожных ремонтных пунктов (ДРП), ДЭУ и ДРСУ на основании данных о погодных и дорожных условиях дорожно-патрульных служб ДЭУ и ДРСУ, распоряжений руководителей ДЭУ (ДРСУ).

Искусственные сооружения и автомобильные дороги с цементобетонным покрытием проезжей части относятся к опасным участкам дорог и склонны к более быстрому промерзанию в сравнении с асфальтобетонным покрытием, поэтому работы по профилактике

образования зимней скользкости начинают при прогнозировании образования зимней скользкости при температурах до 3 °С.

При наличии осадков в виде снега и при отсутствии снежно-ледяного наката профилактическая обработка покрытий ПГМ производится с начала снегопада.

Прогноз дорожной измерительной станции (ДИС) о неблагоприятных условиях рекомендуется распространять на расстояние до 30 км в любую сторону при отсутствии на данном расстоянии другой ДИС.

**Дорожная измерительная станция (ДИС)** – автоматизированная информационная система, осуществляющая сбор, передачу и обработку данных о состоянии дорожного покрытия, условиях окружающей среды, а также, в отдельных случаях, об интенсивности дорожного движения.

Нормы распределения хлористого натрия для профилактической обработки покрытий ПГМ, г/м<sup>2</sup>, принимают по табл. 9.4.

Таблица 9.4

Нормы распределения хлористого натрия при профилактической обработке, г/м<sup>2</sup>, в зависимости от температуры воздуха и интенсивности движения

Интенсивность движения* /, авт./сут	Нормы распределения хлористого натрия, г/м <sup>2</sup> , для профилактической обработки при отрицательной температуре воздуха, °С								
	При осадках в виде снега			При сообщении «Предупреждение по льду»			При сообщении «Тревога по льду»		
	От 0 до 5 вкл.	Св. 5 до 10 вкл.	Св. 10 до 15 вкл.	От 0 до 5 вкл.	Св. 5 до 10 вкл.	Св. 10 до 15 вкл.	От 0 до 5 вкл.	Св. 5 до 10 вкл.	Св. 10 до 15 вкл.
$I_t < 1000$	25	35	40	25	35	40	25	45	60
$1000 < I_t < 3000$	20	30	35	20	30	35	20	40	50
$I_t > 3000$	15	25	30	15	25	30	15	30	40

\*Для автомобильных дорог с различной интенсивностью движения на перегонах норма распределения хлористого натрия определяется по минимальной интенсивности и принимается одинаковой для всего обслуживаемого участка.

Расчет общей потребности в ПГМ производится в следующей последовательности.

## 9.2. Расчет потребности в противогололедных материалах

Расчет потребности в хлористом натрии  $M$ , т, производят по формуле

$$M = M_{\Gamma} + M_{\text{с}}, \quad (9.3)$$

где  $M_{\Gamma}$  – потребность в хлористом натрии для ликвидации гололеда, т,

$$M_{\Gamma} = N_{\Gamma} \cdot B_{\text{р}} \cdot P_{\Gamma} \cdot L, \quad (9.4)$$

где  $M_{\text{с}}$  – потребность в хлористом натрии для распределения при снегопадах и метелях, т,

$$M_{\text{с}} = N_{\text{с}} \cdot B_{\text{р}} \cdot P_{\text{с}} \cdot (t_{\text{с}} / t_{\text{дир}}) \cdot L, \quad (9.5)$$

где  $N_{\Gamma}$  – норма распределения хлористого натрия при гололеде, т/1000 м<sup>2</sup>;

$B_{\text{р}}$  – ширина распределения ПГМ, м (определяется с учетом ширины проезжей части (включая укрепленные обочины), полос уширения, остановочных площадок или принимается равной 7 м для дорог с двухполосным движением);

$P_{\Gamma}$  – число случаев гололеда, принимается по табл. 9.2;

$L$  – протяженность обслуживаемого участка дороги, приведенной к 7 м, км;

$N_{\text{с}}$  – норма распределения хлористого натрия при снегопадах и метелях, т/1000 м<sup>2</sup>;

$P_{\text{с}}$  – число случаев снегопадов и метелей, принимается по таблице 9.2;

$t_{\text{с}}$  – продолжительность снегопадов, ч. Средняя продолжительность снегопадов в I–III районах составляет 6 часов, в IV – 5 часов;

$t_{\text{дир}}$  – директивные сроки, в течение которых производят очистку проезжей части от снега, ч.

Допускается принимать значения  $P_{\Gamma}$  и  $P_{\text{с}}$  как средние значения за последние 5 лет.

Нормы распределения хлористого натрия  $N$ , т/1000 м<sup>2</sup>, рассчитывают по формуле

$$N = 0,001 \cdot (5 + 8 \cdot T \cdot h \cdot q \cdot K_{и}), \quad (9.6)$$

где  $T$  – модуль средней отрицательной температуры воздуха за зимний период, °С, по табл. 9.5;

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

$q$  – средняя плотность снежных и ледяных отложений, г/см<sup>3</sup>, принимается для снега равной 0,4 г/см<sup>3</sup> в I и II районах; 0,3 г/см<sup>3</sup> – в III и IV, и для льда – 0,8, г/см<sup>3</sup>.

$K_{и}$  – поправочный коэффициент, зависящий от интенсивности движения  $It$ , ( $K_{и} = 1,0$  при  $It > 3000$  авт./сут,  $K_{и} = 1,25$  при  $1000 < It < 3000$  авт./сут,  $K_{и} = 1,5$  при  $It < 1000$  авт./сут).

Таблица 9.5

#### Модуль средней отрицательной температуры воздуха

Район	Часть территории Беларуси	Модуль средней отрицательной температуры воздуха за зимний период, °С
I	Юго-западная	6
II	Южная и западная	7
III	Центральная	7
IV	Восточная и северо-восточная	8

Примеры расчета норм распределения противогололедных материалов.

#### Пример 1

Рассчитать нормы распределения материалов: № 1 – кристаллического хлористого натрия и № 2 – ПГМ (песок и хлористый натрий) класса ХФа-50 для профилактической обработки мокрого покрытия участка автомобильной дороги с интенсивностью более 3000 авт./сут в случае резкого понижения температуры воздуха. По прогнозу метеорологической службы ожидается температура воздуха до минус 3 °С.



Решение

Определяют усредненную норму распределения хлористого натрия при температуре воздуха до минус 5 °С по табл. 9.5. Норма распределения хлористого натрия составляет 15 г/м<sup>2</sup>.

Норму распределения материала № 2 – ПГМ (песок и хлористый натрий) класса ХФа-50 рассчитывают по формуле 9.2.

$$N_{\text{см}} = 100 \cdot N / N_{\text{ф}} = 100 \cdot 15 / 50 = 30 \text{ г/м}^2.$$

Пример 2

На покрытии автомобильной дороги с интенсивностью менее 1000 авт./сут образовалась гололеда толщина 2 мм. Температура воздуха – минус 5 °С. Рассчитать норму распределения противогололедных материалов.

Решение

В этом случае для ликвидации зимней скользкости применяют только материал № 2 – ПГМ (песок и хлористый натрий) класса ХФа-50. Норму распределения чистого хлористого натрия определяют по формуле 9.1

$$N = 5 + 8 \cdot T \cdot h \cdot q \cdot K_{\text{и}} = 5 + 8 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 0,8 \cdot 1,5 = 101 \text{ г/м}^2.$$

Исходя из содержания хлористого натрия в смеси № 2, фактическая норма распределения смеси составит

$$N_{\text{см}} = 100N / N_{\text{ф}} = 100 \cdot 101 / 50 = 202 \text{ г/м}^2.$$

Пример 3

На покрытии автомобильной дороги с интенсивностью 2200 авт./сут образовался снежно-ледяной накат толщиной 3 см и плотностью 0,6 г/см<sup>3</sup>. Температура воздуха – минус 7 °С.

Решение

При такой температуре воздуха можно применять два материала: № 1 – кристаллический хлористый натрий и № 2 – ПГМ (песок и хлористый натрий) класса ХФа-50.

Норма распределения материала № 1 – кристаллического хлористого натрия составит

$$N = 5 + 8 \cdot T \cdot h \cdot q \cdot K_{\text{и}} = 5 + 8 \cdot 7 \cdot 3 \cdot 0,6 \cdot 1,25 = 131 \text{ г/м}^2.$$

Норма распределения материала № 2 ПГМ (песок и хлористый натрий) класса ХФа-50 составит

$$N_{\text{см}} = 100 \cdot N / N_{\phi} = 100 \cdot 131 / 50 = 262 \text{ г/м}^2.$$

### 9.3. Расчет потребности в технике при распределении противогололедных материалов

Время, необходимое для обработки 1 км покрытия противогололедными материалами, для конкретных распределителей  $T_{\text{пр}}$ , ч, рассчитывают по формуле

$$T = \left[ \left( \frac{N \cdot B \cdot t_3}{Q} + \frac{1}{V_p} \right) + \frac{L_{\text{ск}} \cdot N \cdot B}{8 \cdot Q} \cdot \left( \frac{1}{V_1} + \frac{1}{V_2} \right) \right] : K_p, \quad (9.7)$$

где  $N$  – норма распределения противогололедных материалов, т/1000 м<sup>2</sup>;

$B$  – ширина распределения материала, м;

$t_3$  – время загрузки одного распределителя, ч;

$Q$  – грузоподъемность распределителя, т;

$V_p$  – скорость движения распределителя при посыпке дороги, км/ч;

$L_{\text{ск}}$  – расстояние между складами (пескобазами), км. Расстояние между производственно-технологическими площадками (ПТП) не должно превышать 60 км [6].

$V_1$  – скорость движения распределителей с грузом, км/ч;

$V_2$  – скорость движения распределителей без груза, км/ч;

$K_p$  – коэффициент использования рабочего времени,  $K_p = 0,7$ .

При наличии вдоль дороги нескольких производственно-технологических площадок (ПТП) хранения противогололедных материалов определяют границы действия каждой ПТП.

Для этого в масштабе вычерчивают схему дороги и подъездов от ПТП. Затем под углом 45° к горизонтальной линии проводят лучи от мест окончания подъездов до их взаимного пересечения. Проекция точек пересечения лучей на ось дороги и будут являться границами действия ПТП. Для каждой производственно-технологической площадки в пределах границ ее действия рассчитывают требуемое количество машин-распределителей противогололедных материалов (рис. 9.2).

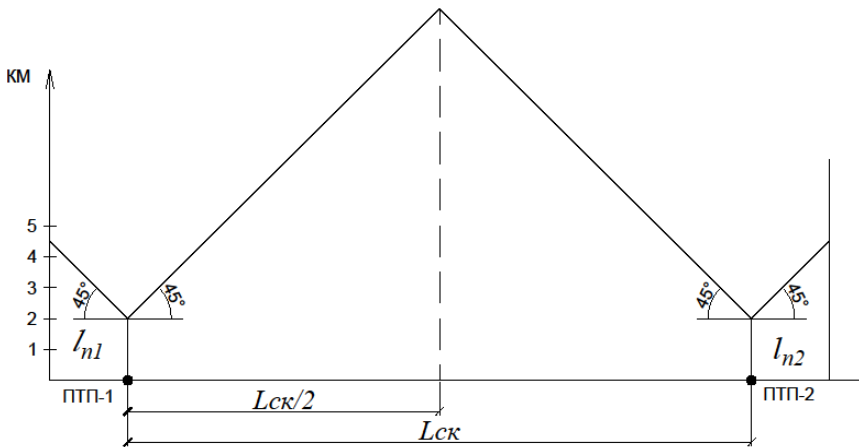


Рис. 9.2. Определение границ действия ПТП

Потребность в машинах для всех производственно-технологических площадок суммируют, определяя необходимое количество машин для всей дороги.

Если определять расстояние между складами как суммарную протяженность холостого пробега автомобиля до начала маршрута (места производства работ) и  $1/2$  длины маршрута, то время, необходимое для обработки 1 км покрытия,  $T$  рассчитывают по формуле

$$T = \left[ \left( \frac{N \cdot B \cdot t_3}{Q} + \frac{1}{V_p} \right) + \frac{L_{ск} \cdot N \cdot B}{2 \cdot Q} \cdot \left( \frac{1}{V_1} + \frac{1}{V_2} \right) \right] : K_p. \quad (9.8)$$

Среднее время для обработки 1 км покрытия  $T_{пр.ср}$ , ч, рассчитывают по формуле

$$T_{пр.ср} = \frac{\sum^n T_{пр}}{n},$$

где  $n$  – фактическое число распределителей.

Необходимое число распределителей  $N_p$ , шт., определяют по формуле

$$N_p = \frac{T_{\text{пр.ср}} \cdot L}{t_{\text{дир}}}. \quad (9.9)$$

где  $L$  – длина обслуживаемого участка, км;

$t_{\text{дир}}$  – директивное время распределения противогололедных материалов, ч.

Таблица 9.6

### Директивные сроки ликвидации зимней скользкости

Мероприятия по ликвидации зимней скользкости	Единица измерения	Директивные сроки ликвидации зимней скользкости, не более для уровней требований				
		1	2	3	4	5
Обработка проезжей части противогололедными материалами						
– I степень сложности	ч	3,0	4,0	6,0	9,0	12,0
– II степень сложности	ч	4,0	6,0	8,0	12,0	16,0
– III степень сложности	ч	6,0	8,0	12,0	18,0	24,0

Таблица 9.7

### Ведомость опасных участков дорог, обслуживаемых ДЭУ (ДРСУ)

Номер ЛДД (ДРП)	Номер дороги	Титул дороги	Адрес участка		Протяженность, м	Описание опасных участков
			Начало, км	Окончание, км		
1	2	3	4	5	6	7

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

Технология работ по предупреждению зимней скользкости предусматривает проведение следующих операций:

- профилактическая обработка покрытий до начала снегопада или образования гололедицы;
- распределение гололедных материалов во время снегопада или после образования гололедицы и снежно-ледяного наката;
- очистка покрытий от снега и снежно-ледяных отложений.

К профилактической обработке покрытий приступают в первую очередь на особо аварийных участках сразу же после получения сообщения от метеорологической службы о возможности образования гололедицы на дороге, выпадения снега или начала метелей.

К аварийным участкам относят: подъемы и спуски с большими уклонами, в пределах населенных пунктов, на кривых малого радиуса, на участках с необеспеченной видимостью, в пределах автобусных остановок, на пересечениях в одном уровне, на искусственных сооружениях и подходах к ним и другие участки, где может потребоваться экстренное торможение.

Более точно, применительно к реальным условиям работы, количество распределителей, необходимых при борьбе с зимней скользкостью, можно определить следующим образом.

Определяют протяженность участка, обработанного за один рейс распределителя  $l_p$  (км) по формуле

$$l_p = \frac{Q}{N \cdot B}, \quad (9.10)$$

где  $Q$  – грузоподъемность распределителя, кг, т;

$N$  – норма распределения материала, г/м<sup>2</sup>, т/1000 м<sup>2</sup>;

$B$  – ширина распределения материала, м.

Грузоподъемность распределителя рассчитывают в зависимости от вместимости бункера для ПГМ по формуле

$$Q = V \cdot \rho, \text{ т,}$$

где  $V$  – объем бункера распределителя, м<sup>3</sup>;

$\rho$  – плотность материала, применяемого для обработки покрытия, т/м<sup>3</sup>.

Время на разгрузку одного распределителя определяют по формуле

$$t_{\text{ср}} = \frac{l_p}{V_p}, \text{ ч}, \quad (9.11)$$

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

Время погрузки одной машины определяют по формуле

$$t_{\text{п}} = \frac{Q}{1000 \cdot \Pi \cdot K_p \cdot \rho}, \text{ ч}, \quad (9.12)$$

где  $\Pi$  – производительность погрузчика, м<sup>3</sup>/ч;

$K_p$  – коэффициент использования рабочего времени;

$\rho$  – плотность противогололедного материала, т/м<sup>3</sup>.

Ориентировочно время одной погрузки принимают 0,05–0,1 ч.

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

$$n_p = \frac{L_i}{l_p}, \quad (9.13)$$

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

Продолжительность одного рейса распределителя определяют по формуле

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{п}} + \frac{l_{\text{гр}}}{V_{\text{гр}}} + \frac{l_p}{V_p} + \frac{l_x}{V_x}, \quad (9.14)$$

где  $t_{\text{п}}$  – время загрузки машины, ч;

$l_{\text{гр}}$  – расстояние от базы до начала места распределения материалов, км;

$l_p$  – длина участка распределения материала, км;

$l_x$  – расстояние от окончания участка распределения до базы, км;

$V_{\text{гр}}, V_x$  – скорость груженого и порожнего распределителя, км/ч;

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

Время работы каждого типа распределителя противогололедных материалов при гололедице и при снегопаде определяют в табличной форме (табл. 9.8).

Аналогично определяют время распределения противогололедных материалов на опасных участках (табл. 9.9).

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

$$n_{\text{ср}} = \frac{t_{\text{дир}} - t_{\text{оп}}}{t_{\text{ц}}}, \quad (9.15)$$

где  $t_{\text{дир}}$  – максимальный срок ликвидации зимней скользкости, ч;

$t_{\text{оп}}$  – время на оповещение, запуск, прибытие и постановку под отгрузку распределителя, ч.

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

Количество требуемых распределителей на каждом участке равно

$$N_i = \frac{n_{\text{р}}}{K_{\text{и}} \cdot n_{\text{ср}}}. \quad (9.16)$$

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

$$N = \sum_{i=1}^k N_i, \quad (9.17)$$

где  $k$  – количество производственно-технологических площадок (ПП) для хранения противогололедных материалов.

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

Затем приступают к построению линейного графика работы распределителей противогололедных материалов. Чертят график, на котором указывают длину участка, обрабатываемого одной машиной за один рейс, количество рейсов, время обработки каждого участка, директивное время обработки покрытия противогололедными материалами (рис. 9.3). Предусматривают перерывы на обед для смены водителей и для заправки машин ГСМ.

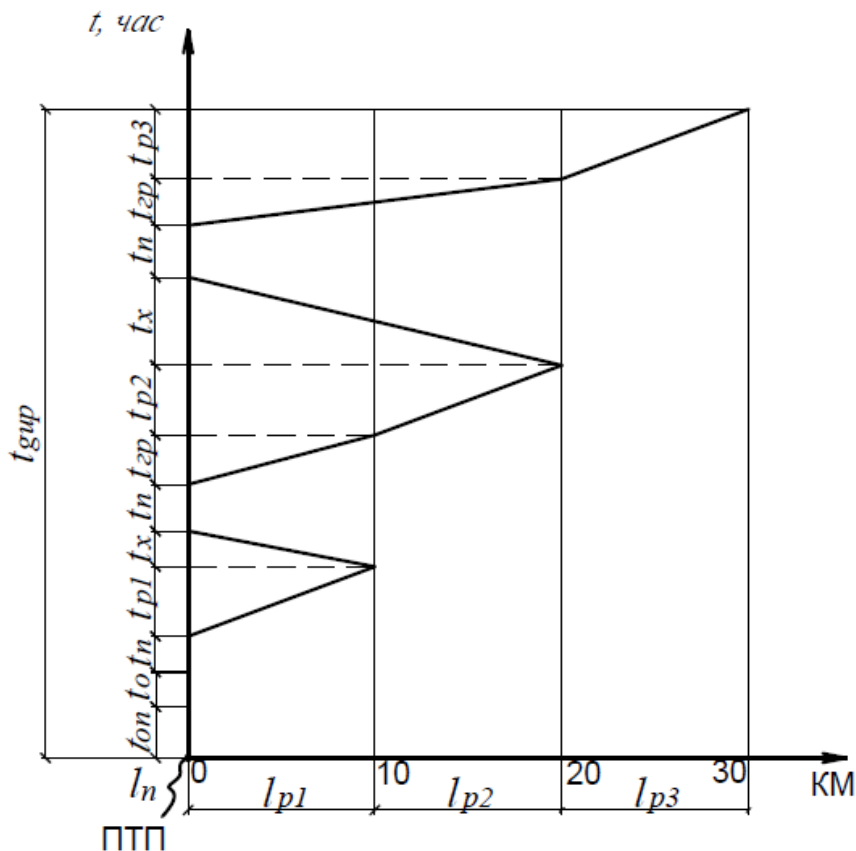


Рис. 9.3. График работы распределителей противогололедных материалов



Таблица 9.8

Расчет времени работы распределителя \_\_\_\_\_  
 № \_\_\_\_\_ при гололедице

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

Таблица 9.9

Расчет времени работы распределителя \_\_\_\_\_  
 № \_\_\_\_\_ при обработке опасных участков

№ п/п	Вид работ	Номер рейса	Маршрут		Расстояние, км	Скорость движения, км/ч	Время работы, ч	
			от пункта	до пункта			на участке	с начала работы
1	Подготовка распределителя к работе	1	–	–	–	–	0,5	0,5
2	Погрузка ПТП		–	–	–	–	0,1	0,6
3	Подвозка к месту распределения		база ПТП	км 10 +000	20	50	0,4	1,0
4	Распределение смеси		км 10 +000	км 12 +000	2	25	0,08	1,08
5	Переезд на новый участок		км 12 +000	км 15 +000	3	50	0,06	1,14
6	Распределение смеси		км 15 +000	км 18 +000	3	25	0,12	1,26
7	Подъезд к месту погрузки		км 18 +000	база ПТП	28	60	0,47	1,73
8	Погрузка ПТП	2	–	–	–	–	0,1	1,83
9	Подвозка к месту распределения		база ПТП	км 18 +000	28	50	0,56	2,39
10	Распределение смеси		км 18 +000	км 20 +000	2	25	0,08	2,47
11	Переезд на новый участок		км 20 +000	км 27 +000	7	50	0,14	2,61
12	Распределение смеси		км 27 +000	км 30 +000	3	25	0,12	2,73
13	Подъезд к месту погрузки		км 30 +000	база ПТП	40	60	0,67	3,4

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

## 10. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО СНЕГООЧИСТКЕ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

Очистку автомобильных дорог от снега производят специальными снегоочистительными машинами и механизмами.

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

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

Патрулирование выполняется плужными снегоочистителями путем периодических проходов по участкам длиной 10–15 км со скоростью 30–40 км/ч. Наибольший эффект достигается при одновременной работе нескольких снегоочистителей. Снегоочистители, располагаясь в плане уступами на половине ширины проезжей части с интервалом не менее 30–60 м, с перекрытием следа на 0,3–0,5 м, перемещают снег от оси дороги за пределы проезжей части.

Снежные валы удаляют роторными снегоочистителями.

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

$$h = i_{\text{сн}} \cdot t_{\text{н}} \cdot \rho_{\text{в}} / \rho_{\text{с}}, \quad (10.1)$$

где  $h$  – толщина рыхлого снега, мм;

$i_{\text{сн}}$  – интенсивность снегопада, мм/ч;

$t_{\text{н}}$  – время снегонакопления, ч;

$\rho_{\text{с}}$  – плотность слоя снега на покрытии, равная 0,1–0,4 г/см<sup>3</sup> для плотного снега, 0,07–0,25 г/см<sup>3</sup> – для рыхлого снега, 0,1 г/см<sup>3</sup> – для свежевыпавшего снега;

$\rho_{\text{в}}$  – плотность воды, равная 1 г/см<sup>3</sup>.

Для организации патрульной снегоочистки на автомобильных дорогах в первую очередь необходимо знать допустимое время снегонакопления, то есть время, через которое патрульный снегоочиститель должен повторять проход по одному месту, чтобы не допустить снегонакопления на дороге слоем, толщиной больше допустимого [6].

Допустимое время снегонакопления в период снегопада определяют по формуле

$$t_{\text{н}} = \frac{h_{\text{доп}} \cdot \rho_{\text{с}}}{i_{\text{р}} \cdot \rho_{\text{в}}}, \text{ ч}, \quad (10.2)$$

где  $t_{\text{н}}$  – время между проходами снегоочистителей, ч;

$h_{\text{доп}}$  – максимально допустимая толщина слоя рыхлого снега на поверхности проезжей части, мм (принимают по табл. 10.1);

$i_{\text{р}}$  – интенсивность расчетного снегопада, мм/ч.

В зависимости от уровня требований автомобильной дороги к очистке проезжей части и обочин от снега во время снегопадов и метелей приступают при максимальной толщине рыхлого снега, приведенной в табл. 10.1.

Таблица 10.1

Максимальная толщина рыхлого снега  
для дорог с уровнем требований

Уровень требований	Максимальная толщина рыхлого снега, см
1	3
2	4
3	5
4	6
5	8

$$i_{\text{р}} = \frac{W_{\text{а}}}{n_{\text{с}} \cdot t_{\text{с}}}, \quad (10.3)$$

где  $W_{\text{а}}$  – количество твердых осадков за зимний период, мм;

$n_{\text{с}}$  – количество снегопадов за зимний период, табл. 9.2.

$t_{\text{с}}$  – средняя продолжительность снегопада, ч. Средняя продолжительность снегопадов в I–III районах составляет 6 часов, в IV – 5 часов.

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

$$n_{\text{пр}} = \frac{t_{\text{с}}}{t_{\text{н}}}.$$

Число плужных снегоочистителей, необходимых для очистки от снега проезжей части за один проход определяют по формуле

$$N_c = \frac{2L \cdot n_n}{V_p \cdot K_p \cdot t_n},$$

где  $L$  – длина участка, км;

$V_p$  – рабочая скорость снегоочистителя, км/ч;

$K_p$  – коэффициент использования рабочего времени, принимается равным 0,7;

$n_n$  – число проходов снегоочистителей, необходимых для полной очистки снега с половины проезжей части или обочины с одной стороны дороги.

$$n_n = \frac{B_n}{b \cdot K_n},$$

где  $B_n$  – ширина очищаемой полосы (обычно принимают половину ширины проезжей части или ширину обочины с одной стороны дороги), м;

$b$  – ширина отвала снегоочистителя, м;

$K_n$  – коэффициент, учитывающий перекрытие ширины очистки в зависимости от угла установки отвала и высоты снега. Принимается в пределах от 0,4 до 0,8.

Определяют время, за которое снег с проезжей части удалит расчетное количество снегоочистителей:

$$t = \frac{2 \cdot L \cdot n_n}{N_c \cdot V_p \cdot K_n}, \text{ ч.}$$

Полученное значение сравниваем с предельно допустимым (директивным) временем очистки проезжей части дороги и от снега. Директивные сроки очистки проезжей части дороги от рыхлого снега приведены в табл. 9.5 [8].

Расчетное время  $t$ , необходимое для очистки проезжей части от снега, должно быть меньше  $t_{\text{дир}}$ . Если в расчете получим, что  $t > t_{\text{дир}}$ ,

то необходимо выполнить перерасчет и увеличить число снегоочистителей.

Время очистки от снега обочин определяют отдельно. Директивные сроки очистки обочин от рыхлого снега приведены в табл. 9.5 [8].

По данным расчета строят почасовой линейный график патрулирования снегоочистителей.

При составлении графика патрулирования сначала вычерчивают сетку линейного почасового графика (рис. 10.1). Указывают места дислокации снегоочистителей и границы их действия. Места дислокаций назначают исходя из условий обеспечения круглосуточного патрулирования, с учетом создания необходимых бытовых условий машинистам.

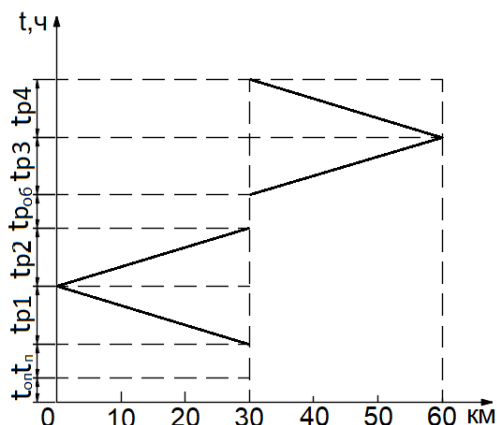


Рис. 10.1. График работы снегоочистителей

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

При построении графика учитывают время оповещения, неизбежные остановки: на обеденный перерыв (30 мин), для смены водителей (5–10 мин), для заправки ГСМ (20 мин). Остановки показывают условными обозначениями на линии патрулирования. Места остановок на обед, смену и отдых водителей необходимо увязывать с расположением населенных пунктов, пунктов питания и отдыха машинистов.

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

Время, затрачиваемое снегоочистителем или звеном на один проход, определяется путем деления длины участка обслуживания на рабочую скорость движения машины с учетом коэффициента использования рабочего времени. Это время откладывают на ординате графика. Если на перегоне одного прохода полагается остановка, то время остановки добавляется к времени рабочего прохода.

Расчет потребности в технике при снегоочистке можно определять по методике, приведенной ТКП-100 [6].

Время, необходимое для очистки 1 км покрытия или обочин автомобильных дорог от снега,  $T_{\text{сн}}$ , ч, для конкретных снегоочистителей рассчитывают по формуле

$$T_{\text{сн}} = \frac{L \cdot n}{V_p \cdot K_p},$$

где  $L$  – длина обслуживаемого участка дороги, принимается 1 км;

$n$  – число проходов снегоочистителя, необходимое для полной уборки снега с проезжей части или обочин, рассчитывают по формуле

$$n = \frac{B}{b \cdot K_n},$$

где  $B$  – ширина очищаемой полосы (проезжей части), для очистки от снега обочины  $B = 2a$ , м;

$a$  – ширина обочины, м;

$b$  – ширина отвала снегоочистителя, м;

$K_n$  – коэффициент, учитывающий перекрытие ширины очистки в зависимости от угла установки отвала и высоты снега. Принимается в пределах от 0,4 до 0,8;

$V_p$  – средняя рабочая скорость снегоочистителя, км/ч.

$K_p$  – коэффициент использования рабочего времени.

Среднее время для очистки 1 км покрытия  $T_{\text{сн. ср}}$ , ч, снегоочистителями рассчитывают по формуле

$$T_{\text{сн. ср}} = \frac{\sum_1^k T_{\text{сн}}}{k},$$

где  $k$  – фактическое число типов снегоочистителей.

Необходимое число снегоочистителей  $N_{\text{сн}}$ , требуемых для очистки дорожного покрытия или обочины определяют по формуле

$$N_{\text{сн}} = \frac{T_{\text{сн. ср}} \cdot L}{t_{\text{дир}}}. \quad (10.4)$$

где  $L$  – длина обслуживаемого участка, км;

$t_{\text{дир}}$  – директивное время при снегоочистке покрытия или обочины, ч.

Необходимое число снегоочистителей  $N_{\text{сн}}$ , требуемых для очистки обочин, определяют отдельно.

Таблица 10.2

Директивные сроки очистки от рыхлого снега

Мероприятия по ликвидации зимней скользкости	Единица измерения	Директивные сроки очистки от рыхлого снега, не более для уровней требований				
		1	2	3	4	5
Очистка от рыхлого снега						
Проезжей части						
– I степень сложности	ч	4,0	6,0	8,0	12,0	16,0
– II степень сложности	ч	8,0	11,0	15,0	18,0	22,0
– III степень сложности	ч	20,0	24,0	40,0	48,0	60,0
Обочин, остановочных и посадочных площадок, тротуаров, пешеходных и велосипедных дорожек, площадок отдыха						
– I степень сложности	сут	1,5	2,5	4,0	8,0	12,0
– II степень сложности	сут	3,0	5,0	7,0	11,0	17,0
– III степень сложности	сут	4,0	6,0	9,0	15,0	20,0



## 11. РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИНЯТЫХ РЕШЕНИЙ

При определении целесообразности создания снегозадерживающих устройств вдоль дорог производят экономический расчет.

Целесообразность создания защиты считается обоснованной в том случае, если показатель общей эффективности равен или превышает величину норматива,

$$E = \frac{\mathcal{E}}{K}, \quad (11.1)$$

где  $E$  – коэффициент экономической эффективности дополнительных капиталовложений;

$\mathcal{E}$  – годовой экономический эффект от использования принятых решений, руб.;

$K$  – капиталовложения начального года на создание снегозащиты, руб.

Принятое решение считается эффективным, если соблюдается условие

$$E \geq E_n, \quad (11.2)$$

где  $E_n$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений в транспортное строительство,  $E_n \geq 0,15$  [13, 14].

Если не будут проведены работы по защите дороги от снежных заносов, годовые потери от снижения скорости движения составят в  $t$  году

$$\Pi_t = t_3 \left( \frac{L}{V_3} - \frac{L}{V_0} \right) \left( \frac{E_n}{T \cdot a} \sum_{i=1}^m N_{t_i} \cdot k_i + \sum_{i=1}^m N_{t_i} \cdot C_i \right), \quad (11.3)$$

где  $t_3$  – продолжительность движения по занесенной снегом дороге, сут.;

$L$  – протяженность заносимых снегом участков, км;

$V_3$  – средняя скорость автомобиля на занесенной снегом дороге;

$V_0$  – средняя скорость на очищенной от снега дороге;

$m$  – количество автомобилей разной грузоподъемности в потоке;

$C_i$  – стоимость одного машино-часа работы автомобилей данной грузоподъемности, руб.;

$T$  – средняя продолжительность работы одного списочного автомобиля в течение года, ч.  $T = 288$  сут., расчетная продолжительность смены равна 6,28 ч;  $T = 6,28 \cdot 288 = 1809$  ч;

$a$  – коэффициент выпуска автомобилей на линию;

$N_{ii}$  – интенсивность движения автомобилей данной грузоподъемности, авт./сут.;

$k_i$  – удельные капитальные вложения. В расчете принимают на один списочный автомобиль, включая затраты на создание авторемонтных предприятий, следующие значения, в тыс. руб. [5]:

$t_3$  определяют по формуле

$$t_3 = n_m \cdot t_m,$$

где  $n_m$  – среднее число метелей в данном районе [6];

$t_m$  – средняя продолжительность метелей и снегопадов.

Учитывая, что снегозадерживающие насаждения служат продолжительное время, расчет потерь, вызванных снижением скорости движения, производят за двадцатилетний срок с учетом роста интенсивности движения за этот период.

Расчетная интенсивность движения определяется по формуле

$$N_y = N_0 \cdot (1 + q)^{t-1}, \quad (11.4)$$

где  $N_t$  – интенсивность движения в  $t$ -й году, авт./сут.;

$N_0$  – исходная интенсивность движения, авт./сут.;

$q$  – годовой рост интенсивности движения в долях единиц.

С учетом роста интенсивности движения определяют потери от снижения скорости движения за каждый год в отдельности.

Если затраты осуществляются в разные сроки, то затраты более поздних лет приводят к базисному году.

$$\Pi_{\Pi_e} = \Pi_t \frac{1}{(1 + E_{\text{НП}})^t}, \quad (11.5)$$

где  $\Pi_t$  – приведенные потери в  $t$ -м году;

$\Pi_t$  – потери в  $f$ -м году;

$E_{\text{НП}}$  – норматив для приведения к базисному году разновременных затрат,  $E_{\text{НП}} = 0,15$ ;

$t$  – период времени приведения в годах.

Среднегодовые приведенные прогнозируемые потери за 20 лет определяют по формуле

$$\Pi_{\text{ср}} = \frac{\sum_{t=1}^{20} \Pi_{\Pi_t}}{\sum_{t=1}^{20} \frac{1}{(1 + E_{\text{НП}})^t}}. \quad (11.6)$$

Если заносимые участки дороги оградить снегозадерживающими насаждениями, то годовой экономический эффект будет равен сумме среднегодовых потерь от снижения скорости автомобилей на незащищенных участках. Следовательно, в данном случае  $\mathcal{E} = \Pi_{\text{ср}}$ .

По формуле (8.1) определяют коэффициент экономической эффективности капиталовложений.

Срок окупаемости определяют по формуле

$$T = \frac{1}{E}. \quad (11.7)$$

Капиталовложения начального года складываются из затрат на основную защиту 1 км снегозадерживающей лесной полосы и затрат на дополнительную защиту – установку решетчатых щитов и устройство смежных траншей. На основании расчета по формулам (11.1), (11.2), (11.7) определена экономическая эффективность от использования принятых решений.

При защите дороги от снеготаносов годовой эффект равен

$$\mathcal{E} = \Pi_{\text{ср}}.$$

Коэффициент экономической эффективности определяют по формуле

$$E = \mathcal{E}/K.$$

Срок окупаемости равен  $T = 1/E$ .

Так как  $E > E_{\text{н}}$ , принятое решение считается эффективным.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инструкция о порядке организации, проведения дипломного проектирования и требования к дипломным проектам (дипломным работам), их содержанию и оформлению, обязанности руководителя, консультанта, рецензента дипломного проекта (дипломной работы), утвержденной приказом по БНТУ от 27 января 2014 № 105.

2. Правила проведения аттестации студентов, курсантов, слушателей при освоении содержания образовательных программ высшего образования, утвержденных постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 29.05.2012 № 53.

3. Методические рекомендации по организации дипломного проектирования и требования к оформлению дипломных проектов для студентов специальности 1-70 03 01 «Автомобильные дороги». – Минск, 2016. – 40 с.

4. Агроклиматический справочник / под ред. Н. А. Малишевской. – Мн.: Ураджай, 1970. – 248 с.

5. Зимнее содержание автомобильных дорог / под ред. А. К. Дюнина. – М.: Транспорт, 1983. – 197 с.

6. ТКП 100-2018 (33200) Порядок организации и проведения работ по зимнему содержанию автомобильных дорог. – 78 с.

7. Васильев, А. П. Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения / А. П. Васильев, В. М. Сиденко. – М.: Транспорт, 1990. – 301 с.

8. СТБ 1291-2016 Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. – 25 с.

9. ТКП 337-2017 (33200) Автомобильные дороги. Правила благоустройства и озеленения. – 60 с.

Учебное издание

**МЫТЬКО** Леонид Романович

## **АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ**

Пособие

для студентов специальности  
1-70 03 01 «Автомобильные дороги»

Редактор *А. Д. Спичёнок*

Компьютерная верстка *Е. А. Беспанской*

Подписано в печать 03.06.2022. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 5,41. Уч.-изд. л. 4,23. Тираж 300. Заказ 680.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя  
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.