

034.95  
К-27  
БЕЛОРУССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
ИМЕНИ С. М. КИРОВА

---

На правах рукописи

*В. Е. КАРЫШЕВ*

**ЗАЩИТА АВТОМОБИЛЬНЫХ  
ДОРОГ БЕЛОРУССИИ  
ОТ СНЕЖНЫХ ЗАНОСОВ  
УЗКИМИ ЛЕСНЫМИ ПОЛОСАМИ**

(Специальность № 560, лесные культуры)

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Минск 1967

634.95  
К-27

БЕЛОРУССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
ИМЕНИ С. М. КИРОВА

---

На правах рукописи

*В. Е. КАРЫШЕВ*

1981 ар.  
1861

ЗАЩИТА АВТОМОБИЛЬНЫХ  
ДОРОГ БЕЛОРУССИИ  
ОТ СНЕЖНЫХ ЗАНОСОВ  
УЗКИМИ ЛЕСНЫМИ ПОЛОСАМИ

(Специальность № 560, лесные культуры)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Минск 1967

Работа выполнена на кафедре лесных культур Белорусского технологического института имени С. М. Кирова.

Научный руководитель — кандидат сельскохозяйственных наук, профессор **Мирон К. Ф.**

Официальные оппоненты:

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор **Костюкевич Н. И.**, кандидат технических наук, доцент **Леонович И. И.**

Ведущее предприятие — Главное управление шоссейных дорог при СМ БССР.

Автореферат разослан . . . . . 1967 г.

Защита диссертации состоится . . . . . 1967 г.  
на заседании совета Белорусского технологического института имени С. М. Кирова, г. Минск, ул. Свердлова, 13.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке.

**Ученый секретарь Совета.**

---

Автомобильные дороги Белоруссии подвержены снежным заносам, которые приносят огромный ущерб народному хозяйству, заключающийся в увеличении себестоимости перевозок и большим транспортным потерям. Одним из наиболее эффективных способов борьбы с заносами является устройство снегозащитных лесных полос. Однако из общей протяженности автомобильных дорог республики, составляющей 64,9 тыс. км, ограждено снегозащитными насаждениями всего лишь 5,8 тыс. км.

На ряде направлений полосы созданы без учета объема приносимого снега, имеют недостаточную снегоемкость и не обеспечивают защиту дорог от заносов. В связи с этим возникает необходимость разработки новых конструкций насаждений применительно к условиям снегозаносимости дорог Белоруссии, а также способов усиления существующих полос при их недостаточной эффективности.

Рациональное проектирование снегозащитных полос возможно лишь на основании всестороннего изучения защитных свойств насаждений, а также закономерностей формирования снежного покрова и метелевых переносов снега на территории Белоруссии. Поэтому целью наших исследований и явилось решение следующих вопросов:

1. Изучить ветрозащитные свойства и снегозадерживающую способность основных конструкций существующих узких снегозащитных полос, созданных опытных защитных насаждений и придорожных ленточных садов на автомобильных дорогах Белоруссии.

2. Определить объемы снегоприноса к путям транспорта Белоруссии и выделить на этом основании районы, различающиеся по степени подверженности дорог снежным заносам и условиям снегоборьбы.

3. Изучить влияние местных условий на величину снегоприноса к ограждаемому участку дороги.

4. Разработать новые типовые схемы снегозащитных еловых изгородей и схемы усиления существующих полос для различных условий снегоприноса к дорогам Белоруссии.

Диссертация изложена на 205 страницах машинописного текста и состоит из введения, девяти разделов, основных выводов и списка использованной литературы, включающего 160 названий. В работе помещены 33 таблицы, 27 схем и графиков, 20 фотографий. В приложении к диссертации объемом в 81 страницу помещены снегомерные профили на 40 участках снегозащитных полос, 45 фотографий и 8 таблиц.

#### **Анализ естественно-исторических и климатических условий образования заносов на путях транспорта Белоруссии**

Образование и мощность снежных заносов на дорогах определяются метеорологическим режимом зимнего периода и характером элементов погоды на более коротких отрезках времени. На территории Белоруссии имеют место значительные колебания климатических условий, влияющих на величину снегоприноса к дорогам. Увеличение суровости климата наблюдается с юга-запада на северо-восток республики, а также с повышением местности над уровнем моря. Установлено, что суммарная величина комплекса климатических факторов, определяющих снегоперенос, на северо-востоке Белоруссии в 1,5 раза больше, чем в центральной части, и в 2—2,5 раза больше, чем в крайних юго-западных районах (температура воздуха зимой, высота и продолжительность устойчивого снежного покрова, количество дней с оттепелями и метелями и др.).

Синоптические особенности развития метелей также неоднородны. Смещение воздушных масс с Атлантики, Средиземного и Черного морей определяет различный характер и интенсивность метельной деятельности. Большие скорости ветра, более низкие температуры и наибольшая продолжительность переноса снега наблюдаются при метелях, развивающихся на периферии антициклонов, и выходе на территорию республики южной группы циклонов. Господствующее направление ветра при этих метелях — юго-восточное и восточное. Менее опасны метели при перемещении циклонов и ложбин с запада на восток. Метели этого типа непродолжительны, наблюдаются при температурах близких к нулю, и чаще сопровождаются юго-западными ветрами.



Вероятность возникновения метелей при смещении всех видов циклонов, их продолжительность и интенсивность увеличиваются с юго-запада на северо-восток республики. Следовательно, в этом же направлении увеличивается и вероятность образования заносов на путях транспорта.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились в 1963—1966 гг. на дорогах Белоруссии и северной части Украины.

Основные группы участков снегозащитных полос размещались:

В северо-восточной части БССР на автомобильных дорогах Ленинград — Киев (перегон Орша—Могилев), Орша—Шклов (подъезд к г. Шклов), Орша—Дубровно и Яковлево—Копысь.

В центральной части — на автомобильных дорогах Минск — Вильнюс, Москва — Брест, железных дорогах Минск — Вильнюс и Барановичи — Лида.

В западной и юго-западной части — на автомобильной дороге Москва — Брест и железной дороге Мосты — Гродно.

На юге — на автомобильных дорогах Ленинград — Киев (перегон Гомель — Чернигов) и Чернигов — Н. Северский (северная часть УССР).

Взаимно пересекающиеся направления дорог и двухстороннее расположение участков позволили изучить снегозащитные свойства полос и определить объемы снегоприноса к дорогам в различных климатических условиях и при различных направлениях метельных ветров.

Выбор 33 метеорологических станций БССР, данные которых за 1954—1966 гг. были использованы при определении объемов снегоприноса к дорогам, производился также с учетом их территориального размещения и особенностей топографии местности. Сбор и обработка метеоданных производились по методике Д. М. Мельника (1964).

Закладка контрольных снегомерных пунктов и замеры снежных отложений на 98 участках полос проводились по методике В. А. Чиркова (1957). Снято 1398 профилей снежных валов. Дополнительно были собраны и проанализированы данные снегосьемок на 647 участках полос, проведенных дорожной службой шоссейных и железных дорог Белоруссии за 1954—1966 гг.

Изучение ветрозащитной работы снегозащитных полос

проводилось по методике Союздорнии (1962). Анемометрические съемки были сделаны на 14 участках защитных насаждений.

Плотность снежных валов у полос определялась на 7 участках по максимальным снегоотложениям за зиму. Было исследовано 18 профилей.

Изучение плотности еловых изгородей в зависимости от схем размещения саженцев проводилось по разработанной нами методике. Исследования проводились на 12 пробных площадях. На каждой пробе вырубалось по 3 средних модельных дерева. Модели разрезались на секции длиной 0,5 м и ксилеметрическим способом по фракциям определялся их объем. Плотность выражалась в объеме ветвей и хвои, приходящемся на 1 м<sup>2</sup> вертикального профиля изгороди.

## **ВЕТРОЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА И СНЕГОЕМКОСТЬ ОСНОВНЫХ КОНСТРУКЦИЙ СНЕГОЗАЩИТНЫХ ПОЛОС НА АВТОДОРОГАХ БЕЛОРУССИИ**

Защита автомобильных дорог Белоруссии от снежных заносов осуществляется устройством следующих видов насаждений:

1. Еловых изгородей, расчетная эксплуатационная высота которых принята 3 метра.

2. Лиственных полос из 6—8-ми рядов.

3. Хвойно-лиственных полос из 8-ми рядов.

Насаждения размещаются на 18—22 м от бровки земполотна.

В основу проведенных исследований легло изучение основных защитных свойств этих полос — ветропроницаемости, дальности действия и снегоемкости.

### **Еловые изгороди**

Изучением ветрозащитной работы существующих еловых изгородей установлено, что их проницаемость составляет 25—10<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, что в 2,5—6 раз меньше, чем это необходимо для полной аккумуляции снега. Направление метельных ветров по отношению к изгородям мало влияет на их проницаемость. Это объясняется сравнительно незначительным увеличением пути торможения при пересечении изгороди под разными углами. Однако точка максимального снижения скорости ветра и дальность действия еловых защит существенно зависят от на-

правления ветра. При косых ветрах наибольшее снижение скорости наблюдается у подветренной опушки. В этом случае дальность действия изгороди, где скорость ветра восстанавливается до 80—90% от скорости в поле, составляет 5,9—7,9 ее высоты, и земполотно дороги находится вне зоны возможной аккумуляции снега.

При перпендикулярных ветрах точка наибольшего снижения скорости ветра удаляется от изгороди на 2,6—3,9 ее высоты. Дальность действия увеличивается до 10,5—12,9 высоты изгороди, и земполотно попадает в зону отложения снега.

При устройстве еловых изгородей в комплексе с декоративными посадками последние создают дополнительное сопротивление воздушному потоку, что увеличивает дальность действия еловых защит. На участках изгородей с наличием декоративного озеленения и при косых и при перпендикулярных ветрах дорога попадает в зону аккумуляции снега.

Различное направление преобладающих метельных ветров к изгородям обуславливает и различный характер формирования снежного вала. При косых ветрах вершина отложенного вала формируется непосредственно у изгороди, и она быстро заносится снегом. Ширина подветренного шлейфа равняется 7—8-ми высотам, снегоемкость изгороди составляет до  $8H^2$  (где  $H$ —высота изгороди, м). При перпендикулярных ветрах вершина снежного вала удаляется от изгороди на расстояние до 5 ее высот, ширина подветренного шлейфа составляет около 12 высот и снегоемкость достигает максимума — до  $13H^2$ . Однако в этом случае подветренный шлейф вала перекрывает земполотно.

Исследованиями установлено, что при существующей практике посадки изгородей на 18—22 м от бровки земполотна и принятой эксплуатационной высоте 3 м предельный объем снега, который может задержать однокулисная изгородь без его отложения на дорогу, составляет до  $70 \text{ м}^3/\text{п м}$ . Снегоемкость двухкулисных защит больше и зависит от ширины разрыва между кулисами. Снегосъемки показали, что такие разрывы шириной до 38 м могут полностью заноситься снегом.

Расчетная снегоемкость еловых изгородей для условий БССР, где наблюдаются метели при различных направлениях ветра, может быть выражена формулами:

$$\text{для однокулисных изгородей } Q_3 = 10H^2; \quad (1)$$

$$\text{для двухкулисных } Q_3 = 10H^2 + \alpha LH; \quad (2)$$

где  $L$  — расстояние между кулисами м.  
 $\alpha$  — опытный коэффициент (от 0,8 до 0,95).



Защитные свойства изгородей в значительной мере зависят и от их биологического состояния. В процессе отмирания внутренней части крон еловых защит увеличивается их продуктивность. При этом увеличивается ширина подветренного шлейфа и в условиях близкого расположения изгородей от дороги снежный вал угрожает выходом на земполотно.

Основной причиной отмирания крон является недостаточная их освещенность (до 0,5%) в результате чрезмерно густых схем размещения саженцев (в Белоруссии принято расстояние между рядами в изгородях от 1,25 до 2-х м, между саженцами в ряду — 0,5—1,0 м). При таких густых схемах уже к 18—20 годам высота отмирания внутренней части крон достигает 2-х метров и более. Установлено, что интенсивность отмирания крон увеличивается с увеличением густоты посадки, а плотность изгородей при увеличении расстояния между посадочными местами в ряду от 0,5 до 1,0 м и между рядами от 1,25 до 2-х м практически не изменяется. Таким образом, плотность еловых защит, а следовательно, и их защитные свойства в определенных пределах не зависят от густоты посадки. Это позволяет увеличить расстояния между посадочными местами и существенно снизить затраты на устройство изгородей.

В 1961 г. были созданы опытные участки двухкулисных еловых изгородей по изреженным схемам размещения саженцев в ряду через 1,25; 1,5; 1,75; 2,0 и 2,5 м. На контрольном участке посадка производилась по существующим схемам через 0,75 м. Высота саженцев при посадке составляла 1,0 — 1,2 м. Длина каждого участка — 100 м. Лучшие результаты оказались на участке с размещением саженцев через 1,5 м, где объем задержанного снега был на 3,4% больше, чем на контрольном, а затраты на создание изгороди в 2 раза меньше.

На основании полученных результатов рекомендована новая схема посадки еловых изгородей саженцами высотой 0,8—1,0 м при их размещении в ряду через 1,5—1,75 м и междурядьями шириной 3 м. Широкие междурядья позволяют вести механизированный уход, улучшают условия освещенности внутренней части крон, что уменьшит интенсивность отмирания их и увеличит продолжительность работы изгородей. Применение саженцев высотой 0,8—1,0 м сокращает срок ввода изгородей в эксплуатацию на 7—8 лет.

## Лиственные полосы

Ветрозащитная работа узких лиственных полос зависит от направления метельных ветров по отношению к направлению полос. При косых ветрах ветропроницаемость полос составляет 26—31% и точка максимального снижения скорости ветра наблюдается у дорожной опушки. Перпендикулярные ветры увеличивают проницаемость до 55—57%. При этом точка наибольшего падения скорости ветра удаляется от полосы на 8—12 м. Однако и при косых и при перпендикулярных ветрах скорость восстанавливается над земполотном лишь до 50—70% от скорости в поле. Таким образом, расстояние между насаждениями, расположенными на противоположных сторонах дороги (48 м) оказывается меньше дальности их действия. Поэтому такие полосы работают как единая система, дорога размещена в зоне снегоотложения и при объеме принесенного снега, превышающем допустимую снегоемкость насаждений, неизбежно образование заносов.

Установлено, что при размещении узких полос на 18 м от бровки земполотна предельный объем снега, который они могут задержать без отложения шлейфа на дорогу, составляет до 50 м<sup>3</sup>/п м при косых метельных ветрах и до 35 м<sup>3</sup>/п м при перпендикулярных. При объеме снегоприноса до 75 м<sup>3</sup>/п м ширина подветренного шлейфа достигает 36—38 м, и дорога заносится снегом. Следовательно на участках дорог, где снегопринос превышает 50 м<sup>3</sup>/п м, необходимо проведение работ по усилению созданных насаждений.

## Хвойно-лиственные полосы

Хвойно-лиственные полосы на автодорогах Белоруссии созданы, в основном, в результате усиления лиственных полос еловыми опушками или еловых изгородей посадкой лиственных рядов с дорожной стороны.

Анемометрированием установлено, что такие полосы имеют чрезмерно большую плотность и конструктивно необоснованы. Резкое снижение скорости ветра до 25% от полевой наблюдается сразу же за еловой опушкой. Лиственные ряды попадают в зону наибольшего снижения скорости ветра, где она составляет 0—14% от скорости в поле. Все пространство между полосами на противоположных сторонах дороги находится в зоне аккумуляции снега. При этом над земполотном ско-

рость ветра восстанавливается лишь до 40—50%, а на участках с наличием декоративных посадок только до 30%.

Резкое снижение скорости ветра у подветренной стороны еловой опушки определяет и нежелательные условия формирования снежного вала. Максимальная высота снега до 3-х метров и более наблюдается в полосе. Это вызывает сильное повреждение растений от навала снега. Лиственные ряды в результате систематического снеголома изреживаются и теряют защитные свойства.

Предельный объем снега, который могут задержать 8-рядные хвойно-лиственные полосы без отложения на дорогу при их размещении на 18 м от бровки земполотна и высоте еловой опушки 3 м, всего лишь на 10—15 м<sup>3</sup>/п м больше по сравнению с объемом снега, задерживаемым еловыми изгородями до их усиления лиственными рядами. Такое незначительное увеличение снегоемкости насаждений имеет малое практическое значение. В это же время затраты на устройство хвойно-лиственных полос резко возрастают. Таким образом, создание хвойно-лиственных полос по существующим схемам, а также усиление еловых изгородей посадкой с дорожной стороны 6-ти рядов лиственных пород неоправданны конструктивно и экономически.

При усилении лиственных полос еловой опушкой допустимая снегоемкость последних увеличивается на 40—50 м<sup>3</sup>/п м. Поэтому такое усиление может применяться как исключение в условиях ограниченной ширины полосы отвода, если вновь полученная снегоемкость полосы будет равна или больше расчетного объема снегоприноса к ограждаемой стороне дороги.

### **Плотность снега, задержанного у снегозащитных насаждений**

Плотность снега неодинакова по годам и определяется общим течением зимы. В суровые зимы с малым количеством дней с оттепелями и неинтенсивными метелями плотность снегоотложений наименьшая. В зимы с повышенной метельной деятельностью и частыми оттепелями плотность снега увеличивается.

На основании проведенных исследований расчетную величину плотности снегоотложений у полос можно принять для северо-восточных районов БССР 0,32 — 0,35, для центральной части — 0,35—0,38, для запада, юга и юго-запада—0,38—0,41 т/м<sup>3</sup>.



Изучение ветрозащитной работы основных конструкций узких снегозащитных полос и определение их снегоемкости явилось основанием для разработки оптимальных параметров насаждений и их размещения от бровки земполотна. Однако для решения вопроса о надежности применения определенной конструкции полосы и проведения работ по усилению существующих снегозащитных насаждений при их недостаточной эффективности необходимо установить объемы снегоприноса к дорогам. Поэтому второй частью исследований и было количественное определение величин снегоприноса к путям транспорта Белоруссии.

### РАЙОНИРОВАНИЕ БЕЛОРУССКОЙ ССР ПО УСЛОВИЯМ СНЕГОБОРЬБЫ НА ДОРОГАХ

На территории Белоруссии наблюдается значительная изменчивость в объемах снегоприноса к дорогам в отдельные годы. Каждое повышение сопровождается спадом снеготаносимости дорог. Наибольшие объемы снегоприноса за период с 1954 по 1966 гг. наблюдались зимой 1955—1956 гг. и 1957—1958 гг., наименьшие — зимой 1960—1961 гг. Средняя продолжительность между зимами с повышенными объемами снегоприноса к дорогам составляет 3—4 года.

Снеготаносимость путей транспорта увеличивается с юго-запада на северо-восток, достигая максимума в районе Витебск — Орша — Горки. Повышенная снеготаносимость дорог отмечается и на возвышенностях Белорусской гряды. Максимальный объем приносимого к дорогам снега составляет от 50 м<sup>3</sup>/п м в крайних юго-западных районах до 150 м<sup>3</sup>/п м на северо-востоке республики. Наиболее снеготаносимыми являются юго-восточные и восточные стороны дорог, меньше всего снега приносится к западным сторонам.

По результатам исследований снеготаносимости дорог на территории Белоруссии выделены четыре района, различающиеся по степени подверженности путей транспорта снежным заносам и условиями снегоборьбы. При этом за основной показатель принят максимальный расчетный объем снегоприноса к наиболее снеготаносимой стороне дорог. Размещение районов, выделенных изолиниями снеготаносимости, показано на рис. 1.

1-й район. Объем снегоприноса к дорогам до 150 м<sup>3</sup>/п м.

Район занимает северо-восточную часть БССР. Средняя продолжительность устойчивого снежного покрова свыше



## Районирование Белорусской ССР по условиям снегорьбы на дорогах

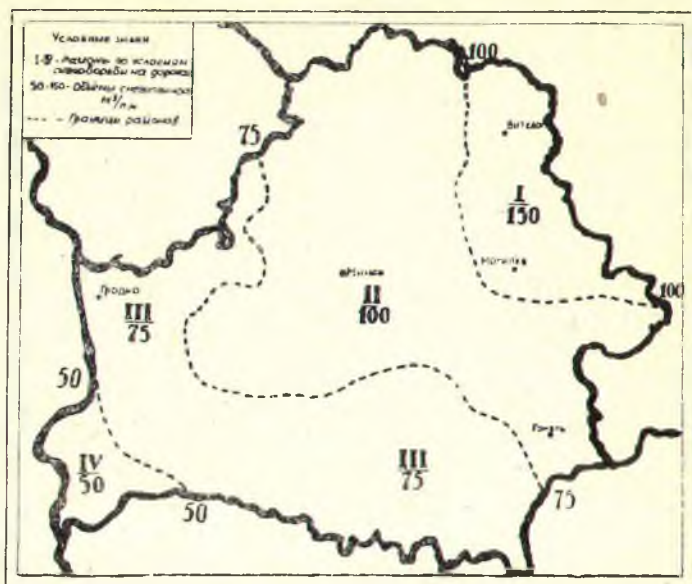


Рис. 1

120 дней. Средняя из наибольших декадных высот снежного покрова до 40 см. Наиболее снегозаносимыми являются восточные и южные стороны дорог. Наименее снегозаносимыми — западные, северо-западные и северные стороны. Повторяемость больших величин снегоприноса по годам более часта к восточной — южной сторонам дорог.

2-й район. Объем снегоприноса к дорогам до  $100\text{ м}^3/\text{п м}$ .

Район занимает центральную и восточную часть республики, является наиболее обширным по площади. Средняя продолжительность устойчивого снежного покрова 80—100 дней. Средняя из наибольших декадных высот снежного покрова — 25—30 см. Наиболее снегозаносимыми являются юго-восточные и восточные стороны дорог, наименее снегозаносимыми — западные и северо-западные. Повторяемость больших величин снегоприноса по годам более часта к юго-восточным и южным сторонам дорог в восточной части района, к юго-восточным,

южным и северо-западным сторонам в центральной и западной части района.

3-й район. Объем снегоприноса к дорогам до  $75 \text{ м}^3/\text{п м}$ .

Район занимает западную и южную часть Белоруссии. Средняя продолжительность устойчивого снежного покрова 60—80 дней. Средняя из наибольших декадных высот снежного покрова — 15—20 см. В северо-западной и западной части района больше снега приносится к восточным, северо-западным и северным сторонам дорог, меньше — к юго-западным и южным сторонам. Повторяемость больших величин снегоприноса по годам более часта к северо-западным сторонам дорог.

В восточной части района наиболее снегозаносимыми являются восточные и юго-восточные стороны дорог, меньше всего снега приносится к северо-западным сторонам. Повторяемость больших величин снегоприноса по годам более часта к юго-восточным — юго-западным сторонам дорог.

4-й район. Объем снегоприноса к дорогам до  $50 \text{ м}^3/\text{п м}$ .

Район занимает юго-западную часть Брестской области. Средняя продолжительность устойчивого снежного покрова меньше 60 дней. Средняя из наибольших декадных высот снежного покрова до 15 см. Разница в величине снегоприноса к различным сторонам дорог незначительная. Больше снега приносится к восточным, юго-восточным и северо-западным сторонам дорог, меньше — к южным и юго-западным сторонам. Повторяемость больших величин снегоприноса по годам более часта к северо-западным сторонам дорог.

### **Влияние местных условий на объем снегоприноса к дорогам Белоруссии**

Объем приносимого к дорогам снега может значительно изменяться под влиянием ряда местных условий. В Белоруссии наиболее важными из них являются: ориентация ограждаемого участка дороги по отношению к направлению метельных ветров; размеры, форма и ориентация примыкающих снегосборных бассейнов; топография местности.

Установлено, что в Белоруссии наблюдаются большие колебания в объемах снегоприноса к различным сторонам дорог в разрезе выделенных районов снегозаносимости.

На основании данных максимальных объемов снега, задержанных снегозащитными полосами, и максимальных объемов снегоприноса, вычисленных по данным метеостанций в

этих же районах снеготранспорта, рассчитаны коэффициенты для определения объема снеготранспорта к дорогам при различных направлениях метельных ветров. Вычисленные по этим коэффициентам максимальные объемы снеготранспорта за расчетный период (1954—1966 гг.) к сторонам дорог Белоруссии приведены в таблице 1.

Таблица 1

Район снеготранспорта	Часть БССР	Максимальные объемы снеготранспорта к сторонам дорог Белоруссии м <sup>3</sup> /пм							
		Северной	Северо-восточной	Восточной	Юго-восточной	Южной	Юго-западной	Западной	Северо-западной
1	Северо-восток	90	120	150	135	120	105	90	75
2	Центр	70	80	100	100	90	70	70	60
3	Запад	68	68	75	68	53	53	60	60
	Юг	45	53	75	68	53	45	45	45
4	Юго-запад	45	45	50	45	35	35	40	40

Значительное влияние на объем приносимого к дорогам снега оказывает и ширина примыкающего снеготранспортного бассейна. Съёмками снежных отложений на участках защитных полос с различной шириной примыкающих снеготранспортных бассейнов установлено, что быстрое нарастание объема снеготранспорта наблюдается при увеличении ширины снеготранспорта от 65 до 500 метров.

На участках с шириной снеготранспорта 600—1000 м объем снеготранспорта возрастает сравнительно мало, а на участках с шириной примыкающих бассейнов 1500—2000 метров и более колебания в объемах снеготранспорта к дороге находятся в пределах точности измерения при снегомерных съёмках, что не имеет практического значения.

Обработка данных снегомерных съёмок способом наименьших квадратов показала, что зависимость объема снеготранспорта от ширины снеготранспортного бассейна может быть выражена уравнением логарифмической кривой типа  $y = a + bx + c \lg x$ ; При этом параметры  $a$ ,  $b$ ,  $c$  изменяются по мере

заноса в течение зимы мелких местных препятствий и уменьшения шероховатости подстилающей поверхности снегосборного бассейна. На основании кривых, полученных по уравнениям, вычислены коэффициенты, позволяющие рассчитать объем приносимого снега к участкам дорог с различной шириной примыкающего снегосборного бассейна, при наличии в качестве граничного препятствия леса средней высоты. При этом дальность переноса снега для условий БССР принята равной 1,5 км. Величины расчетных коэффициентов приведены в таблице 2.

Таблица 2

Ширина снегосборного бассейна м	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500
Коэффициент Кш	0,20	0,40	0,60	0,70	0,80	0,85	0,85	0,90	0,90	0,90	0,95	0,95	0,95	0,95	1,0

Зная максимальные объемы снегоприноса к различным сторонам дорог и ширину примыкающих снегосборных бассейнов, можно найти величину приносимого снега для каждого конкретного участка пути по формуле:

$$Q_{\text{уч}} = Q_{\text{м}} \cdot K_{\text{ш}}; \quad (3)$$

где  $K_{\text{ш}}$  — коэффициент, характеризующий изменение объема переносимого снега от длины пути метелевого потока.

$Q_{\text{м}}$  — максимальный объем снегоприноса к стороне дороги при неограниченной ширине снегосборного бассейна  $\text{м}^3/\text{п м}$ .

На объем приносимого снега влияет и топография местности. Установлено, что объем снегоприноса к дорогам, расположенным на высотах Белорусской гряды на 10—15  $\text{м}^3/\text{п м}$  больше, чем к аналогичным участкам дорог, расположенным в низинах.

Располагая данными снегозаносимости дорог Белоруссии и основываясь на изученных закономерностях работы по снегозадержанию полос различных конструкций, можно обоснованно проектировать снегозащитные насаждения необходимой мощности, а также правильно решать вопросы усиления существующих полос при их недостаточной снегоемкости.



## ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СНЕГОЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЛОС ВДОЛЬ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ БЕЛОРУССИИ

Проектирование новых снегозащитных полос и усиление существующих необходимо проводить по следующим этапам:

1. Расчет объема снегоприноса к ограждаемой стороне дороги.

2. Расчет основных параметров снегозащитной полосы.

3. Расчет ширины полосы усиления при недостаточной снегоемкости существующих снегозащитных полос.

4. Подбор древесных и кустарниковых пород и их смешение в снегозащитных насаждениях.

**Расчет** объема снегоприноса к ограждаемой стороне дороги производится по формуле № 3 на основании данных таблиц № 1 и № 2.

**Расчет** основных параметров снегозащитной полосы и установление расстояния от полосы до бровки земполотна должны отвечать условиям соответствия объема снегоприноса к ограждаемой стороне дороги снегоемкости насаждения применяемой конструкции, т. е.

$$Q_{\text{уч}} = Q_{\text{з}} ;$$

Снегоемкость еловых изгородей определяется по формулам № 1 и № 2. Размещение изгородей от бровки земполотна должно проектироваться на расстоянии не менее 10-кратной их эксплуатационной расчетной высоты, а в условиях сильной снегозаносимости (восточные и юго-восточные стороны дорог 1-го района снегозаносимости) не менее 12-кратной высоты, что равно ширине подветренного шлейфа при полной обработке изгородей.

Основные схемы рекомендуемых еловых изгородей, рассчитанных на задержание снега от 50 до 150 м<sup>3</sup>/п м, что соответствует колебаниям в величине максимального снегоприноса к дорогам Белоруссии, приведены на рис. 2.

Усиление существующих снегозащитных полос при их недостаточной снегоемкости может производиться следующими способами: 1. Созданием полевой кулисы. 2. Посадкой дополнительных рядов со стороны поля. 3. Уплотнением полос конструктивными рубками ухода.

**Расчет** ширины полосы усиления для еловых изгородей производится по следующей схеме:

**РЕКОМЕНДУЕМЫЕ СХЕМЫ**  
**снегозащитных еловых изгородей**  
**для автомобильных дорог Белоруссии**

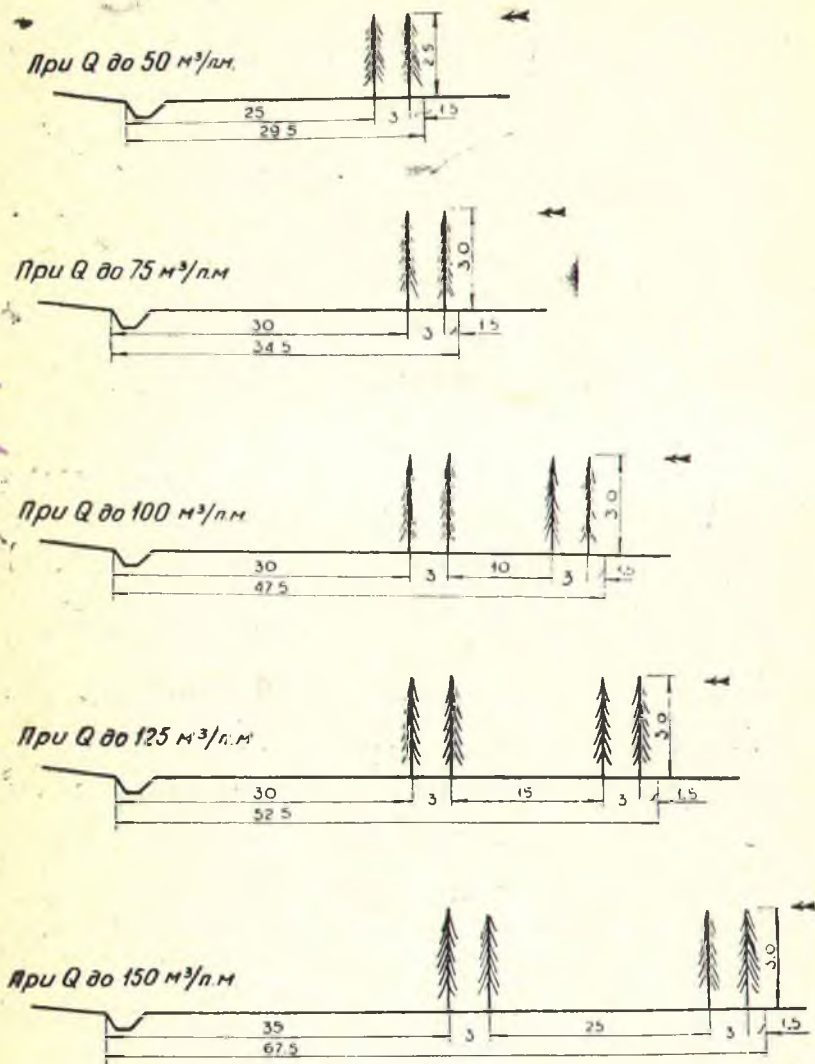


Рис. 2

а) определяется дополнительный объем снега, ( $\Delta Q$ ), который необходимо задержать устройством полевой кулисы. Этот объем будет равен разнице между расчетным объемом снегоприноса и допустимой снегоемкостью изгороди, т. е.  $\Delta Q = Q_{yч} - Q_3$ ;

б) дополнительный объем снега должен отложиться в пространстве между существующей и проектируемой кулисами, т. е.  $\Delta Q = \alpha L H$ ; откуда ширина разрыва между кулисами составит  $L = \frac{\Delta Q}{\alpha H}$ ;  $\alpha$  общая ширина полосы усиления, необходимая для задержания снега  $\Delta Q$  и размещения полевой кулисы, будет равна

$$\Delta B = L + L_2 + 1,5,$$

где  $\Delta B$  — необходимая ширина полосы усиления м;

$L_2$  — ширина полевой кулисы м (для еловых изгородей  $L_2 = 3$  м);

1,5 — ширина полевой закройки м.

Рекомендуемые схемы усиления еловых изгородей на автомобильных дорогах Белоруссии приведены на рис. 3.

Усиление лиственных полос может проводиться как посадкой полевой кулисы, так и непосредственным примыканием дополнительных рядов к полевой опушке.

**Расчет** ширины полосы усиления для лиственных полос проводится по следующей схеме:

а) на основании объема снегоприноса ( $Q_{yч}$ ) вычисляется общая ширина полосы отвода земли по формуле, предложенной А. А. Поветьевым

$$B = \frac{Q_{yч}}{h_p} + 20;$$

б) необходимая ширина полосы усиления определяется разницей между общей шириной полосы отвода и существующей шириной, т. е.

$$\Delta B = B - B_1,$$

где  $B_1$  — существующая ширина полосы отвода от бровки земполотна до 1-го полевого ряда производственных снегозащитных насаждений м.

$h_p$  — высота рабочей части полосы м.

При  $\Delta B \leq 15$  м проводить усиление следует путем примыкания рядов к существующим полосам.

При  $\Delta B > 15$  м рационально создавать двухполосную систему защитных насаждений.

**РЕКОМЕНДУЕМЫЕ СХЕМЫ**  
 усиления снегозащитных еловых изгородей  
 на автомобильных дорогах Белоруссии

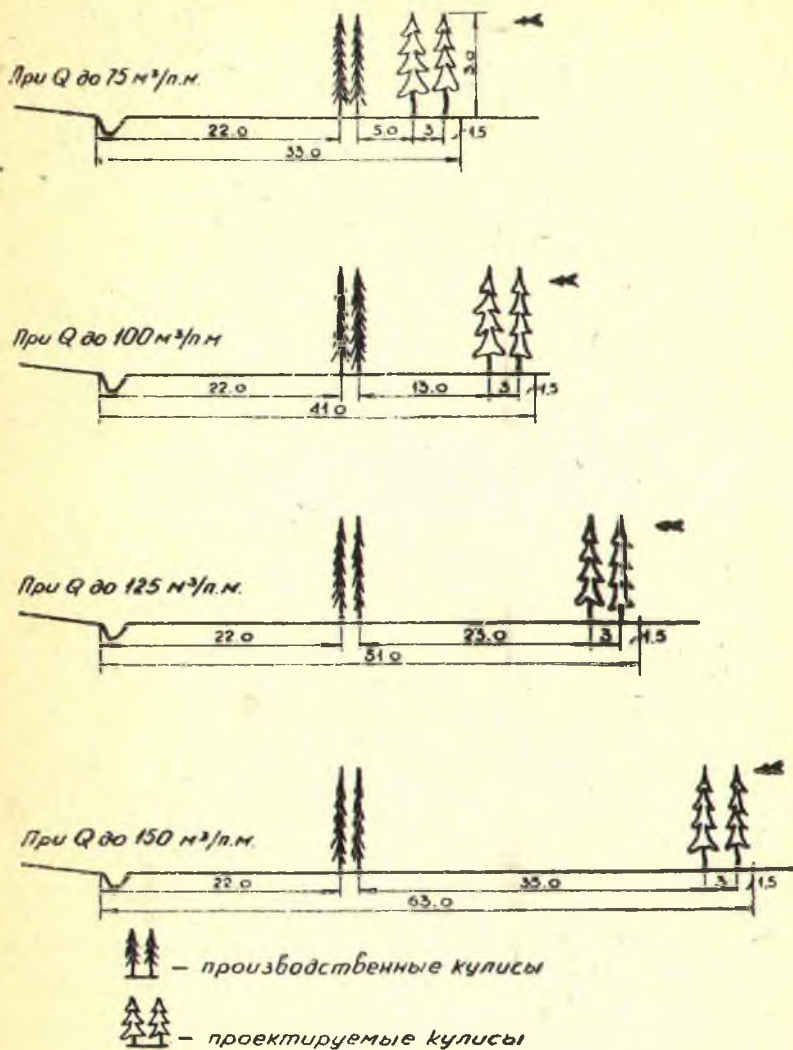


Рис. 3.



Рекомендуемые схемы усиления лиственных полос на автомобильных дорогах Белоруссии приведены на рис. 4.

\* \* \*

Характер работы по снегозадержанию узких лиственных полос в определенной мере зависит от породного состава и его размещения в насаждении. Основная масса снега при дефляционных метелях переносится у поверхности, поэтому узкие полосы должны быть невысокие и иметь оптимальную ветропроницаемость по всему вертикальному профилю. Последнее может обеспечиваться как подбором пород, так и периодическим проведением конструктивных рубок ухода. Из этого следует, что для узких полос наибольшую ценность и пригодность представляют породы с низкими и плотными кронами, наименее повреждающиеся от навала снега, с интенсивной побегопроизводительностью после рубок или обрезки, а также быстрорастущие в первые же годы после посадки.

Нами проведено изучение снегозащитных свойств пород в составе существующих полос, а также учет их порослевого возобновления после проведения конструктивных рубок способом на «пень» и на высоте 1,5 м. По результатам этих исследований установлено, что наиболее ценными породами для узких полос в условиях Белоруссии являются: вяз обыкновенный, дуб, тополь канадский, из кустарников — акация желтая, жимолость татарская, спирея калинолистная и иволистная, ива пурпурная. Мало пригодны для узких полос ясени и клен остролистный, а из кустарников — аморфа. Эти породы имеют редкую крону, что снижает потенциальную плотность полос.

Считаем необходимым исключить из ассортимента пород для узких полос березу. Установлено, что при рубке на «пень» в узких полосах смешанного состава в возрасте 10—12 лет береза не возобновлялась. Уже к 18—20 годам эта порода очищается от сучьев на высоту до 2,5—3 м, а также сильно угнетает кустарниковый ярус, в результате чего увеличивается продуваемость полос и снег выносится на земполотно.

Совершенно непригодна для целей снегозащиты бузина, которая полностью повреждается от навала снега и постепенно погибает.

Проведенные исследования позволили рекомендовать для условий Белоруссии примерные варианты схем смешения пород в узких лиственных полосах с учетом защитных свойств породного состава.

## РЕКОМЕНДУЕМЫЕ СХЕМЫ

усиления лиственных снегозащитных полос  
на автомобильных дорогах Белоруссии

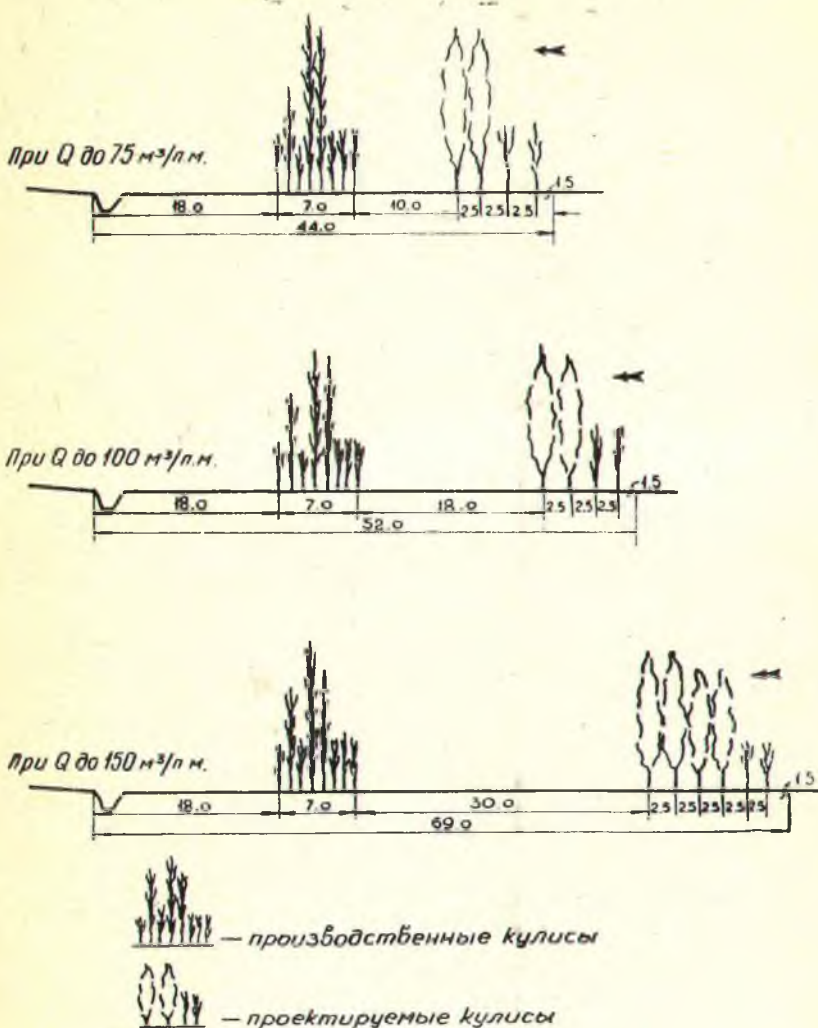


Рис. 4

## ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ УЗКИХ СНЕГОЗАЩИТНЫХ ПОЛОС

Технико-экономическая характеристика снегозащит выражается следующими основными показателями: снегоемкостью, надежностью защиты пути от снежных заносов, капитальными и текущими затратами и потребностью в рабочей силе на создание и эксплуатацию насаждений.

Надежность применения рекомендуемых и существующих схем узких полос в каждом конкретном случае определяется отношением их снегоемкости к расчетному объему снегоприноса, т. е.

$$N = \frac{Q_s}{Q_{уч}} \cdot 100;$$

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

Экономическая целесообразность выбора определенной конструкции полосы при  $100\%$  ее надежности при прочих равных условиях зависит от показателя стоимости создания насаждений.

Проведенные расчеты затрат на устройство 1 км снегозащитных полос с учетом компенсации за землю и снегоемкости насаждений показали, что на плодородных почвах и в условиях ограниченной ширины полосы отвода дороги следует проектировать рекомендованные нами схемы еловых изгородей, как наиболее экономичные виды защит. На бедных почвах меньше затрат требуется на устройство узких лиственных полос. Наименее экономичны хвойно-лиственные полосы, затраты на создание и эксплуатацию которых в 2,5—3 раза выше, чем затраты на создание рекомендуемых схем еловых изгородей или лиственных полос такой же снегоемкости.

Основным показателем необходимости применения снегозащитных средств на дорогах является их экономическая целесообразность, которая определяется зависимостью  $C < T$ , где  $C$  — стоимость зимнего содержания дороги;

$T$  — потери, вызванные увеличением стоимости перевозок при отсутствии зимнего содержания.

Установлено, что общие убытки от образования снежных заносов при существующей интенсивности движения могут только за одни сутки в 5—7 раз превосходить годовые затра-

ты на создание и эксплуатацию самых мощных снегозащитных насаждений в условиях Белоруссии. Это указывает на несомненную экономическую целесообразность применения снегозащиты на автомобильных дорогах республики.

## ЗАЩИТА ДОРОГ ОТ СНЕЖНЫХ ЗАНОСОВ ЛЕНТОЧНЫМИ САДАМИ

Устройство придорожных ленточных садов является одним из способов комплексной защиты путей транспорта от заносов.

Были проведены исследования снегозащитных свойств таких садов в возрасте 37, 9, 4 и 5 лет, примыкающих к дорожным полосам. Установлено, что сад в возрасте 37 лет эффективно работает по снегозадержанию. Необходимое для полной аккумуляции снега снижение скорости ветра до 64—44% наблюдалось на расстоянии 40—60 м от полевой опушки сада, где и откладывался весь принесенный с поля снег. Высота снежного вала в рядах сада составляла до 96 см, ширина — 60—70 м. В дорожной снегозащитной полосе на этом участке формирование снежного вала не наблюдалось.

На участке сада в возрасте 9 лет образование снежного вала высотой до 70 см и шириной до 50—60 м было только в зоне снегоотложения 2-х рядной садозащитной полосы с полевой опушки сада. Уже на расстоянии 90—120 м от садозащитной полосы происходило сдувание снега в рядах сада и его снос к дороге. Дорожная снегозащитная полоса на этом участке задержала снега 54—81% от объема, задержанного на контрольном участке. Следовательно до полного вступления сада в самостоятельную работу увеличение ширины ленты выше зоны отложения снега и выдувания за садозащитной полосой (90—120 м) увеличит снегопринос к дороге с площади сада, а поэтому нецелесообразно.

Сады в возрасте 4-х—5-и лет практически не оказывают влияния на ветровой режим и снегоотложение. Весь принесенный с поля снег на этих участках задерживался дорожными снегозащитными полосами.

Исследования показали, что ленточные сады могут самостоятельно работать по полному снегозадержанию только с периода начала смыкания крон. Этот период зависит от схемы размещения саженцев, почвенно-климатических условий, породного состава и может наступить в возрасте 15—25 лет. Поэтому для более раннего вступления ленточных садов в ра-



боту по снегозадержанию их рационально создавать уплотненным широкорядным способом по схеме  $8 \times 4$  м.

В 3—5 раз ускоряет срок вступления садов в эффективную работу и посадка садозащитной полосы с полевой опушки. Таковую полосу целесообразно устраивать из 3-х—4-х рядов быстрорастущих древесных пород.

## ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Своеобразие природно-климатических условий Белоруссии (различная продолжительность метельного периода, сильная пересеченность рельефа, большая лесистость) вызывает необходимость дифференцированного подхода к проектированию снегозащитных средств с учетом особенностей климатических и местных условий, определяющих величину приносимого к дорогам снега в каждом районе.

2. Существующая в Белоруссии практика проектирования снегозащитных полос по единым схемам без учета величины приносимого к дорогам снега неоправдана. Созданные полосы обеспечивают надежную снегозащиту только в юго-западных и частично в западных и южных районах республики. На остальной территории БССР объем снегоприноса к дорогам в 1,5—3 раза превышает снегоемкость созданных полос, поэтому здесь необходимо проведение работ по их усилению.

3. Устройство хвойно-лиственных полос на дорогах республики по принятым схемам нерационально конструктивно и невыгодно экономически. В этих полосах лиственные ряды мало участвуют в работе по снегозадержанию и сильно повреждаются от навала снега. Стоимость создания хвойно-лиственных полос в 2,5—3 раза выше стоимости еловых изгородей или лиственных полос такой же снегоемкости.

4. Проведенное районирование Белорусской ССР по условиям снегоборьбы и разработанные исходные расчетные данные для определения объемов снегоприноса к различным участкам дорог позволяют правильно применять рациональные виды снегозащитных средств, планировать снегоборьбу и обоснованно решать задачи проектирования плана и профиля вновь строящихся дорог с учетом их снегозаносимости.

5. Применение разработанных типовых схем еловых изгородей для автомобильных дорог Белоруссии снизит в 1,5—2 раза затраты на создание еловых защит при одновременном увеличении их снегоемкости.

Устройство изгородей по этим схемам исключает возможность отложения снега на земполотно и увеличит срок их эксплуатации.

6. Для повышения эффективности работы существующих узких снегозащитных полос рекомендованы схемы их усиления при различных объемах снегоприноса.

Проведение усиления насаждений по этим схемам позволит обеспечить надежную защиту дорог от снежных заносов на всей территории Белоруссии.

7. Проектирование узких снегозащитных полос по предложенной методике и использование при этом установленных показателей снегоемкости насаждений и величин снегоприноса позволят создавать надежные защитные полосы на дорогах Белоруссии с наименьшими экономическими затратами и минимальным отводом земельной площади под посадки.

8. В условиях Белоруссии одним из рациональных способов комплексной снегозащиты дорог может быть создание придорожных ленточных садов. Оптимальная ширина ленты сада — 100—120 м, снегоемкость ленты — до 110 м<sup>3</sup>/п м.

Посадка таких садов даст возможность значительно уменьшить расходы на устройство специальных снегозащит и более продуктивно использовать примыкающие к дорогам сельскохозяйственные земли.

9. Материалы исследований переданы Главному Управлению шоссейных дорог при СМ БССР. Разработанные практические рекомендации по проектированию и созданию снегозащитных полос новой конструкции внедряются дорожно-эксплуатационными участками в производство.

#### **Основное содержание диссертационной работы опубликовано в статьях:**

1. Снегозащитные лесные полосы на автодорогах Полесья. Науч.-техн. сб. «Автодорожник Украины», № 4, 1965. (В соавторстве с К. Ф. Мироном).

2. Районирование Белорусской ССР по условиям снегоборьбы на дорогах. «Лесной журнал», № 2, 1967.

3. Влияние местных условий на снегозаносимость. Ж. «Путь и путевое хозяйство», № 2, 1967. (В соавторстве с Н. А. Картелем).

4. Еловые изгороди на автодорогах Белоруссии. Ж. «Лесное хозяйство», № 6, 1967. (В соавторстве с М. В. Кравцовым).

5. Повышение эффективности снегозащитных насаждений. Ж. «Автомобильные дороги», № 9, 1967.

6. Ветрозащитные свойства и снегоемкость еловых изгородей на автодорогах Белоруссии. В сб. «Вопросы лесоведения и лесозащиты». Издательство «Вышэйшая школа», Минск, 1967.

Кроме того, подготовлены и находятся в печати статьи:

1. О способах усиления снегозащитных полос на автодорогах Белоруссии. Ж. «Лесное хозяйство».

2. Основы проектирования снегозащитных полос вдоль автодорог Белоруссии. В сб. трудов БТИ «Вопросы лесоведения и лесоводства».

3. Техничко-экономическое обоснование выбора оптимальной конструкции снегозащитной полосы для автодорог Белоруссии. В сб. трудов Белдорнии «Экономика и организация дорожного строительства в БССР».

Результаты исследований докладывались на республиканских совещаниях озеленителей ДЭУ в г. Молодечно и г. Слуцке, на научно-технических конференциях Белорусского технологического института им. С. М. Кирова.

1981 ар.

АТ 00401. Подп. в печ. 16/X-67 г. Формат б.  $60 \times 84 \frac{1}{16}$ . Печ. л. 1,75.  
Усл. л. 1,645. Бум. л. 0,875. Зак. 7057. Тир. 250.

---

г. Минск, Свердлова, 28, тип. мелкопечатных изданий.