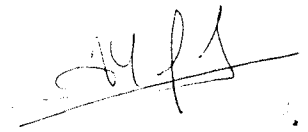


✓ А  
2-59

На правах рукописи



ЧИЖОВ АНТОН АЛЕКСАНДРОВИЧ

**ОБОСНОВАНИЕ ШИРИНЫ ПОЛОСЫ ОТВОДА  
ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ  
С УЧЕТОМ ПРИРОДООХРАННЫХ ТРЕБОВАНИЙ**

05.21.01 – Технология и машины лесозаготовок и лесного хозяйства

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

1418-05

Екатеринбург - 2005

Работа выполнена в Уральском государственном лесотехническом университете

Научный руководитель – кандидат технических наук, профессор  
Булдаков Сергей Иванович

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор  
Копнов Виталий Анатольевич  
кандидат технических наук, доцент  
Аккерман Сергей Геннадьевич

Ведущая организация – Воронежская государственная лесотехническая академия

Защита состоится " 30 " июня 2005 г. в 13<sup>00</sup> на заседании диссертационного совета Д 212.281.02 при Уральском государственном лесотехническом университете по адресу: 620100, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, 37, ауд. 401 (зал ученого совета).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке при Уральском государственном лесотехническом университете.

Автореферат разослан " 30 " мая 2005 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Кузубина Н.В.

**Актуальность темы.** Эффективность работы лесозаготовительной отрасли определяется степенью развитости сети лесовозных дорог, их техническим уровнем и эксплуатационным состоянием. Поэтому распоряжением Правительства РФ от 1 ноября 2002 г. № 1540-р предусматривается ежегодный рост строительства лесовозных дорог круглогодичного действия. Кроме того, лесовозные дороги, имеющие выход на магистрали общего пользования, будут в перспективе включены в общегосударственную сеть автомобильных дорог РФ. Следовательно, доставка лесных грузов потребителю будет осуществляться не только по лесовозным, но и по дорогам общего пользования. При такой схеме вывозки лесных грузов качество вновь строящихся и существующих лесовозных дорог должно соответствовать требованиям государственных стандартов, установленным для дорог общего пользования.

Согласно требованиям государственных, ведомственных и отраслевых нормативных документов степень воздействия дороги на окружающую природную среду в период эксплуатации является основным и главным аргументом при обосновании ширины полосы отвода. Для прогноза возможных изменений геологической среды в связи со строительством дороги (равно как и любого инженерного сооружения) крайне необходимы сведения о степени ее влияния на экологическую безопасность территории в полосе варьирования трассы.

В свете изложенного исследования, посвященные установлению степени влияния геометрических параметров дороги, состава и интенсивности движения, природных и техногенных условий на ширину полосы отвода, являются актуальными и носят социальную направленность.

**Объектом исследования** является полоса отвода автомобильных дорог любого назначения, преимущественно лесовозных.

**Цель исследований** – выявить степень влияния различных факторов на экологическую безопасность притрассовой полосы; разработать методику определения ширины полосы отвода автомобильных дорог различного назначения в зависимости от геометрических параметров земляного полотна с учетом специфических особенностей природных, техногенных и других условий и ее экономической целесообразности.

Для достижения поставленных целей исследования нами решены следующие задачи:

- выявлена роль полосы отвода автомобильных дорог в экологической безопасности территории, прилегающей к полосе отвода и ее значение для обеспечения надлежащего уровня эксплуатационного состояния дорог;
- выполнено ранжирование факторов по степени их влияния на ширину полосы отвода;
- определены ориентировочные значения ширины полосы отвода,

необходимой для выполнения ею роли буферной зоны между дорогой и окружающей средой;

- разработана регрессионная математическая модель ширины полосы отвода в зависимости от геометрических параметров земляного полотна, интенсивности и скорости движения транспортного потока с учетом его отрицательного воздействия на экологическую безопасность;

- разработана методика определения размеров полосы отвода.

**Научная новизна** заключается в методическом подходе к решению задачи наиболее эффективного использования полосы отвода при рассмотрении ее как буферной зоны между дорогой и окружающей средой.

Впервые комплексно исследована зависимость размеров полосы отвода от геометрических параметров дороги, состава и скорости транспортного потока, безопасности дорожного движения и экологических показателей.

Регрессионная математическая модель, позволяющая оценить влияние всей совокупности факторов (высоты насыпи, интенсивности и скорости движения транспортного потока и т.д.) с учетом негативного экологического воздействия на ширину полосы отвода может быть использована для дальнейшего развития исследуемой проблемы применительно к дорогам различного назначения.

**Практическая ценность** заключается в возможности использования установленных количественных показателей и рекомендаций для обоснования границ полосы отвода при решении вопросов, связанных с согласованиями по отчуждению земель в постоянное пользование, и разработки отраслевых нормативных документов.

Результаты исследований рекомендуются к применению предприятиями как лесного комплекса, так и дорожно-строительной отрасли, а также в учебном процессе вузов по лесному и дорожно-строительному направлениям.

**Обоснованность и достоверность исследований.** Достоверность количественных показателей, установленных аналитическим путем с применением известных вычислительных методов теории вероятностей, математической статистики, матричного исчисления и математического моделирования, подтверждается фактическими данными, установленными на основе обследования автомобильных дорог Свердловской области в объеме 266 км.

**Научные положения, выносимые на защиту.**

1. Методика обоснования полосы отвода как буферной зоны между дорогой и окружающей средой.
2. Комплексная оценка факторов, влияющих на размеры полосы отвода автомобильной дороги.
3. Регрессионная математическая модель влияния высоты насыпи,

интенсивности и скорости транспортного потока с учетом выбросов загрязняющих веществ.

**Апробация работы.** Основные результаты обсуждались и были одобрены на региональной научно-практической конференции "Пути совершенствования подготовки специалистов для лесопромышленных предприятий в современных условиях" (УГЛТУ 2004 г.); на заседаниях кафедр "Транспорта и дорожного строительства" (УГЛТУ 2004-2005 гг.); на заседании кафедры "Автодорог" МарГТУ (г. Йошкар-Ола 2004 г.); на заседании кафедры "Сухопутного транспорта леса" ВГЛТА (г. Воронеж 2004 г.); на заседании кафедры "Строительства автомобильных дорог" ВГАСУ (г. Воронеж 2005 г.); на V международной научно-практической конференции "Социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса" (УГЛТУ 2005 г.).

**Реализация работы.** Рекомендации, выводы и количественные показатели нашли свое отражение в "Правилах проектирования полосы отвода автомобильных дорог (ТУ467-001-44139644-2005)" (разработчики Уральский государственный лесотехнический университет и СОГУ "Управление автомобильных дорог Свердловской области", утверждены ФГУП СНПЦ "РОСДОРНИИ" г. Екатеринбург, 2004-2005 гг.) и в учебном процессе студентов очной и заочной форм обучения по специальности 260100 "Лесоинженерное дело" и специальности 291000 "Автомобильные дороги и аэродромы". Учитываются при отводе земель в проектных организациях: УралгипродорНИИ, ФГУП СНПЦ "РОСДОРНИИ", ООО "Дорнефтегаз".

**Публикации.** По материалам диссертации опубликовано 5 работ.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, основных выводов, списка литературы 100 наименования, 4 приложений. В работе содержится 110 страниц машинописного текста без приложений, в том числе 12 таблиц, 20 рисунков.

### Содержание работы

**Во введении** обоснована актуальность проблемы, раскрыта научная новизна и практическая значимость результатов исследований.

**В первой главе** рассмотрено значение полосы отвода и существующих принципов определения ее размеров, проведен обзор и анализ опубликованных работ по данной проблеме, сформулированы цель и задачи диссертационной работы.

Проблеме создания оптимальных параметров автомобильных дорог посвящены работы О.В. Андреева, В.Ф. Бабкова, А.К. Бируля, В.А. Гохмана и других видных ученых транспорта. Результаты их исследований нашли отражение в практике проектирования автомобильных дорог и получили дальнейшее развитие в работах Б.А. Ильина, М.М. Корунова, Б.И. Кувалдина, посвященным проектированию лесовозных дорог. Влия-

нием климатических условий и особенностей региона на геометрию плана, профиля, а значит, и на полосу отвода занимались А.П. Васильев, Г.Д. Дубелир и др. Учет снего- и песчаносимости может привести к увеличению полосы отвода, над этими проблемами работали Г.В. Бялобжеский, Д.М. Мельник, В.М. Сиденко и др.

Оптимизация проектов организации строительства и производства работ может привести к изменению размеров необходимой площади земли. В решении этой задачи существенный вклад в методику внесен Т.А. Гурьевым, В.К. Некрасовым и др.

Постоянные и переменные элементы автомобильной дороги, основные технические параметры характеризуют ее облик. Облик дороги определяет и полосу отвода. Ландшафтным проектированием автомобильных дорог занимались В.Ф. Бабков, Н.П. Орнатский, Г.П. Кудрявцев, С.А. Трескинский.

Вклад в исследования проблемы воздействия дорожно-транспортного комплекса на окружающую среду внесли И.Е. Евгенийев, Д.Н. Кавтарадзе, А.Н. Канищев, В.К. Курьянов, А.А. Миронов, М.В. Немчинов, Н.П. Орнатский, В.П. Подольский, П.И. Поспелов, В.И. Пуркин, В.В. Свиридов, Ю.Д. Силуков, В.В. Сильянов, Я.В. Хомяк и др.

Большая работа по рационализации полосы отвода железных дорог была проведена в Уральском государственном университете путей сообщения Г.Л. Аккерманом, С.Г. Аккерманом, В.М. Яниним.

По результатам анализа многочисленных работ исследовательского характера сделан вывод, что проектирование элементов автомобильных дорог для строительства (реконструкции) по методике, основанной на принципе оптимизации геометрических параметров земляного полотна (применительно к категории дороги), не отражает влияния на размеры полосы отвода. А между тем авторами ряда работ установлено, что гидрогеологические и другие условия местности требуют существенных поправок при назначении ширины полосы отвода (ее увеличения). Однако при обосновании ширины полосы отвода влияние природно-климатических условий не учитывается.

Анализируя существующие нормативные документы, касающиеся назначения ширины полосы отвода лесовозных автомобильных дорог и дорог общего пользования можно заметить, что в настоящее время параметры полосы отвода не нормируются.

Постановлением правительства РФ №1420 от 01.12.98 г. для автомобильных дорог федерального значения определен особый режим использования придорожной полосы, ширина которой устанавливается от 50 до 75 м (с учетом перспективного развития) в обычных условиях, а на подъездах к крупным населенным пунктам - от 100 до 150 м от границы полосы отвода. Совершенно очевидно, что необходимость введения особого ре-

жима пользования земель придорожной полосы продиктована необходимостью обеспечить экологическую безопасность окружающей среды. К сожалению, указанное Постановление не распространяется на лесовозные и другие дороги, не отнесенные к федеральным.

С целью обеспечения экологической стабильности на землях, прилегающих к автомобильным дорогам и сохранения транспортно-эксплуатационного качества дорог (при минимальных затратах на их содержание), осуществление хозяйственной деятельности в пределах придорожных полос должно регламентироваться законодательными и нормативными актами, а земли придорожной полосы имеют реальную цену и могут приносить доход дорожному ведомству за счет сдачи земель в аренду.

Основным правовым актом, определяющим порядок предоставления земель для нужд автомобильного транспорта и правовой режим этих земель, является Земельный кодекс. К сожалению, в Земельном кодексе не нашли отражения важнейшие вопросы дорожного хозяйства, например, приобретение, отвод и резервирование земель для перспективного строительства и реконструкции дорог.

Федеральный закон "Об автомобильных дорогах и дорожной деятельности" дорабатывается, указанный закон должен решать вопросы закрепления принципов государственной политики в сфере дорожной деятельности. В нем также должен быть четко очерчен порядок привлечения внебюджетных источников финансирования дорожного хозяйства за счет повышения эффективности коммерческого использования прилегающих к дорогам земельных участков (полосы отвода).

До настоящего времени проблеме обоснования размеров полосы отвода при проектировании автомобильных дорог не уделялось должного внимания, исключение составляют особо ценные земли. Методика экологического и экономического обоснования размеров полосы отвода автомобильных дорог не разработана.

**Во второй главе** проводится анализ и ранжирование факторов, влияющих на размеры полосы отвода.

Факторы, от которых зависит ширина полосы отвода, разбиты на три группы:

- размеры и расположение устройств, обеспечивающих безопасность и бесперебойность движения автомобилей;
- условия, обеспечивающие работу полосы отвода как буферной зоны, смягчающей экологически неблагоприятное воздействие транспорта на окружающее пространство;
- факторы, от которых зависят экономически рациональные размеры полосы отвода.

Перечисленные факторы по своему влиянию на размеры полосы отвода неравнозначны. Некоторые из них учитываются всегда (размеры

транспортных сооружений, размещение и размеры водозащитных сооружений), другие - по мере необходимости, резерв - иногда. Часть экологических факторов, а также экономические параметры вообще до настоящего времени не принимались во внимание.

Размеры полосы отвода автомобильных дорог находятся в прямой зависимости от параметров земляного полотна, поэтому на нее распространяются основные требования, предъявляемые к проектированию транспортного сооружения. На ширину полосы отвода оказывают влияние следующие факторы: категория дороги, высота насыпи (глубина выемки), характеристики грунтов, природные, инженерно-геологические и другие условия района строительства. С целью сохранения земельных угодий и лесных массивов отраслевые, ведомственные и другие нормативные документы устанавливают определенные требования к размерам полосы отвода:

- расстояние от крайних точек сооружений, относящихся к земляному полотну (резервы, водоотводные каналы и т.д.), до границ полосы отвода должно быть не менее 1,0 м;

- ширина полосы отвода на участках дорог, проходящих в лесных массивах, устанавливается не более ширины полосы отвода на соседних заносимых участках, ограждаемых защитными лесонасаждениями и т.д.

На основе анализа типовых поперечных профилей установлено следующее:

- ширина полосы отвода существенно зависит от типа поперечного профиля и в меньшей степени - от категории дороги;

- при устройстве насыпей высотой до 12 м на дорогах II технической категории ширина полосы отвода изменяется в широком интервале значений (29 - 71 м), а при отводе земель под выемки - от 33 до 78 м; исключения составляют выемки глубиной до 1 м (21 - 26 м) и выемки с большой крутизной откосов (в скальных грунтах), где достаточной будет полоса шириной 25 м.

При проложении трассы на снегозаносимых участках, где предусматриваются мероприятия, надежно защищающие дорогу от снежных заносов, ширину полосы отвода в зависимости от объема снегоприноса необходимо увеличить от 4 до 22 м.

При прохождении лесовозных автомобильных дорог в специфических природно-климатических и инженерно-геологических условиях обоснование ширины полосы отвода значительно усложняется, поскольку в таких случаях необходимо не только обеспечить соблюдение нормативных требований, но и связать проектное решение с особенностями ландшафта и требованиями эстетики, сохранением экологии окружающей среды.

Ширина полосы отвода должна способствовать улучшению водно-теплового режима земляного полотна. Для сохранения постоянного водно-

теплового режима дорожных конструкций необходимо принимать ширину просеки такой, чтобы тень от лесного массива располагалась между границей полосы отвода и подошвой откоса насыпи. При этом ширина полосы отвода устанавливается по формуле:

$$L = 2 \frac{H_{max} \sin \beta}{\operatorname{tg} \alpha} + B + 2mH, \quad (1)$$

где  $H_{max}$  - максимальная высота деревьев, м;

$\beta$  - угол падения солнечных лучей, град;

$\alpha$  - угол между направлением дороги и полуденной линией, град;

$B$  - ширина земляного полотна, м;

$m$  - заложение откоса;

$H$  - высота насыпи.

Автомобильные дороги, непосредственно вторгаясь в геологическую среду на значительном протяжении, оказывают существенное воздействие на развитие естественных геологических процессов. При проектировании земляного полотна в условиях 2-го и 3-го типов местности по характеру увлажнения, а также на слабых грунтах следует учитывать изменение напряженного состояния грунтовой толщи в естественном основании, которое приводит к дополнительному уплотнению и снижению водопроницаемости грунта. При неблагоприятном сочетании грунтовых условий и рельефа местности напряжения в грунте превысят его сопротивляемость сдвигу, что нередко приводит к поперечным деформациям и снижает устойчивость земляного полотна.

Влияние насыпи на изменение уровня грунтовых вод на прилегающей к дороге территории можно определить по следующим зависимостям:

ширина зоны подтопления с верхней стороны, м:

$$L_1 = \frac{[h_2 - h_0 + h_0 l_n (h_2 - h_0)]}{J_{cp}}, \quad (2)$$

ширина зоны осушения с нижней стороны, м:

$$L_2 = \frac{\Delta h}{J_{cp}}, \quad (3)$$

где  $h_2$  - расстояние от минерального дна (водоупора) до линии расположения фильтрационного потока, м;

$h_0$  - расстояние от минерального дна (водоупора) до уровня грунтовых вод, м;

$l_n$  - расстояние, зависящее от уклона минерального дна, м;

$J_{cp}$  - среднее значение уклона кривой депрессии, определяемое в

зависимости от вида грунта;

$\Delta h$  – расстояние от линии расположения фильтрационного потока до максимального уровня грунтовых вод, м.

Длина участка, на котором происходит изменение уровня грунтовых вод, для выемки, м определяется по формуле

$$l = \frac{S - h_0}{J_{cp}} - m(H + t), \quad (4)$$

где  $S$  – расстояние от дна кювета или дрены до уровня грунтовых вод, м;  
 $h_0$  – глубина воды в кювете или дрене, м;  
 $m$  – заложение откоса выемки;  
 $H$  – глубина выемки, м;  
 $t$  – расстояние от проектной отметки по бровке дороги до уровня воды в кювете или дрене, м.

При устройстве выемки в суглинистых грунтах с заложением откоса 1:1,5 и глубине залегания грунтовых вод 1,5 м расчетное расстояние зоны влияния (осушения) от бровки выемки может находиться в пределах от 4 до 90 м.

Автомобильная дорога, как сложная система, функционирует в условиях взаимодействия с окружающей природной средой. Если допустить, что границей между автомобильной дорогой и окружающей средой является граница полосы отвода, тогда сама полоса отвода будет играть роль демпфера и аккумулятора, благодаря которому уменьшается негативное воздействие на окружающую среду, т.е. можно говорить о защитной функции полосы отвода.

В результате многочисленных исследований сделано заключение, что с увеличением ширины полосы отвода существенно уменьшается негативное воздействие экологически неблагоприятного фактора.

Для расчета концентрации загрязнения атмосферы токсичными веществами на различном удалении от дороги использована модель гауссовского распределения примесей в атмосфере на небольших высотах:

$$C = \frac{2q}{\sqrt{2\pi\sigma V \sin\varphi}} + F, \quad (5)$$

где  $C$  – концентрация данного вида загрязнения в воздухе,  $г/м^3$ ;  
 $q$  – мощность эмиссии данного вида загрязнений от транспортного потока на конкретном участке дороги,  $г/м\cdot с$ ;  
 $\sigma$  – стандартное отклонение гауссовского рассеивания в вертикальном направлении, м;

$V$  – скорость ветра, преобладающего в расчетный месяц летнего периода,  $м/с$ ;

$\varphi$  – угол, составляемый направлением ветра к трассе дороги, град;

$F$  – фоновая концентрация загрязнения воздуха,  $г/м^3$ .

Основным критерием качества воздуха при пылевыведении покрытий на автомобильных дорогах низших категорий принят коэффициент запыленности  $K_m$ :

$$K_m = \frac{C_\phi}{C_{пдк}}, \quad (6)$$

где  $C_{пдк}$  – предельно допустимая концентрация пыли,  $мг/м^3$ ;  
 $C_\phi$  – фактическая среднесуточная концентрация пыли,  $мг/м^3$ .

Величина эквивалентного уровня транспортного шума, образующегося на эксплуатируемой дороге, зависит от следующих факторов: интенсивности и состава движения, эксплуатационного состояния транспортных средств, объема и характера груза, плотности транспортного потока, продольного профиля (подъемы, спуски), наличия и типа пересечений и примыканий, вида покрытия, шероховатости и ровности покрытия, поперечного профиля, числа полос движения, атмосферного давления, влажности и температуры воздуха, скорости и направления ветра, атмосферных осадков.

Снижение уровня звука происходит за счет удаления точки измерения от оси движения, различных типов зеленых насаждений, шумозащитных экранов.

Рассмотрено влияние размеров полосы отвода на безопасность движения по лесовозным автомобильным дорогам. При этом нами уточнено требование – расстояние от границы полосы отвода до подошвы откоса насыпи или бровки выемки должно быть не менее максимальной высоты деревьев (чтобы исключить возможность падения деревьев на дорогу).

При расположении лесных насаждений вблизи земляного полотна на дорожном покрытии могут быть тени от высоких деревьев и светлые участки между ними. При движении автомобилей в этом случае будет наблюдаться мелькание теней и светлых пятен, так называемый "зебро-эффект", утомительный для водителей, такое явление может привести к дорожно-транспортным происшествиям. Для его устранения полоса отвода должна быть такой ширины, чтобы тень от наиболее высоких деревьев была не далее бровки земляного полотна, а значит, необходимо увеличение ширины полосы отвода.

Для оценки экологически опасных мест предлагается матрица возможных состояний (таблица). Основными параметрами которой являются

вероятности воздействия рассматриваемого фактора на данном километре. Для оценки значений вероятности использовано понятие «предельного состояния».

Матрица возможных состояний

Вариант состояния	километры						
	1-й	2-й	3-й	...	j-й	...	m-й
$B_1$	$P_{11}$	$P_{12}$	$P_{13}$	...	$P_{1j}$	...	$P_{1m}$
	$\mathcal{E}_{11}$	$\mathcal{E}_{12}$	$\mathcal{E}_{13}$	...	$\mathcal{E}_{1j}$	...	$\mathcal{E}_{1m}$
$B_2$	$P_{21}$	$P_{22}$	$P_{23}$	...	$P_{2j}$	...	$P_{2m}$
	$\mathcal{E}_{21}$	$\mathcal{E}_{22}$	$\mathcal{E}_{23}$	...	$\mathcal{E}_{2j}$	...	$\mathcal{E}_{2m}$
...	...	...	...	...	...	...	...
$B_i$	$P_{i1}$	$P_{i2}$	$P_{i3}$	...	$P_{ij}$	...	$P_{im}$
	$\mathcal{E}_{i1}$	$\mathcal{E}_{i2}$	$\mathcal{E}_{i3}$	...	$\mathcal{E}_{ij}$	...	$\mathcal{E}_{im}$
...	...	...	...	...	...	...	...
$B_n$	$P_{n1}$	$P_{n2}$	$P_{n3}$	...	$P_{nj}$	...	$P_{nm}$
	$\mathcal{E}_{n1}$	$\mathcal{E}_{n2}$	$\mathcal{E}_{n3}$	...	$\mathcal{E}_{nj}$	...	$\mathcal{E}_{nm}$
$\sum P_{ij} \mathcal{E}_{ij}$	$\sum_1^n P_{i1} \mathcal{E}_{i1}$	$\sum_1^n P_{i2} \mathcal{E}_{i2}$	$\sum_1^n P_{i3} \mathcal{E}_{i3}$	...	$\sum_1^n P_{ij} \mathcal{E}_{ij}$	...	$\sum_1^n P_{im} \mathcal{E}_{im}$

Примечание:  $\mathcal{E}_{ij}$  – результаты того или иного вида неблагоприятного воздействия;  $B_i$  – возможный вариант экологически неблагоприятного воздействия;  $n$  – число вариантов воздействий;  $m$  – количество километров, для которых составляется матрица возможных состояний;  $P_{ij}$  – вероятность  $i$ -го вида воздействий на  $j$ -м км.

Стабильность границ полосы отвода зависит от устойчивости факторов, определяющих ее положение. Полоса отвода ранее построенных дорог нередко проектировалась с избытком, поэтому реконструктивные мероприятия на дороге не всегда ведут к изменению ее размеров. Ввиду того, что прямое изучение стабильности полосы отвода затруднено, можно воспользоваться косвенным методом: анализом приемлемости (стабильности) проектов автомобильных дорог. Если принять, что распределение моментов времени корректировок происходит по закону Пуассона, то вероятность  $P_i$  приемлемости проекта за время  $t$  определяется следующим образом:

$$P_i = e^{-\frac{t}{T_{cp}}}, \quad (7)$$

где  $e$  – основание натурального логарифма;

$t$  – период времени между корректировкой границ полосы отвода, годы;

$T_{cp}$  – среднее время приемлемости проекта.

За жизненный цикл лесовозной автомобильной дороги  $T_{cp}$  можно принять период, равный возрасту рубок (100-140 лет), если учесть, что эксплуатация лесных массивов должна осуществляться на основе принципа ведения лесного хозяйства – постоянного неистощительного пользования, тогда при минимальном сроке в 100 лет, чтобы поддерживать стабильность границ полосы отвода с вероятностью 0,90 – 0,95, необходимо проводить их корректировку через каждые 10 – 20 лет.

В результате анализа оказалось, что наиболее значимыми факторами являются: высота насыпи, интенсивность движения, скорость транспортного потока; остальные используются как непосредственно входящие в основные либо как ограничения.

В третьей главе выполнен ряд экспериментальных исследований с целью определения размеров полосы отвода существующих автомобильных дорог Свердловской области общей протяженностью 266 км для уточнения влияния предложенных факторов. При этом рассматривались участки в холмистом и горном рельефе, с разнообразными инженерно-геологическими условиями, в залесенной и незалесенной местности, в различных административных районах.

На основе анализа фактических данных установлено, что ширина полосы отвода влево и вправо от оси дороги в среднем равна 20 м. Влево изменяется от 8 до 435 м и вправо – от 6 до 357 м, статистические параметры изображены на рис. 1. При этом установлено, что высота насыпи принята за основной критерий для назначения ширины полосы отвода.



Рис. 1. Кривая распределения вероятностей размеров полосы отвода от оси дороги

Ширина полосы отвода – функция целого ряда факторов, поэтому составлена многофакторная математическая модель, учитывающая интен-

сивность движения, скорость транспортного потока и высоту насыпи.

В качестве критерия оценки размеров полосы отвода принята ширина от оси дороги до границы полосы отвода (Ш), в качестве входных параметров рассмотрено влияние скорости транспортного потока ( $X_1$ ), интенсивности движения ( $X_2$ ) и высоты насыпи ( $X_3$ ), также при назначении размеров полосы отвода учитывалось распространение окислов азота в атмосфере ( $NO_x$ ).

Заданный интервал скорости ( $v$ ) варьировался от 40 до 80 км/ч с шагом 10 км/ч; интенсивность движения ( $N$ ) варьировалась от 1000 до 15000 авт/сут; высота насыпи ( $h$ ) – основной фактор изменялась от 0,9 до 12 м.

Полученное уравнение регрессии 2-го порядка в нормализованных значениях имеет вид

$$\begin{aligned} Ш = 14,931 - 1,797 X_1 + 0,967 X_2 + 3,4 X_3 + 2,862 X_1^2 - 0,683 X_2^2 - \\ - 0,82 X_3^2 - 1,525 X_1 X_2 + 1,037 X_1 X_3 - 1,040 X_2 X_3. \end{aligned} \quad (8)$$

Анализ данных, полученных в результате обследования дорог, показал хорошую сходимость полученных результатов с регрессионной моделью, что говорит об адекватности полученной модели.

Графические зависимости ширины полосы отвода от факторов представлены рис. 2, 3.

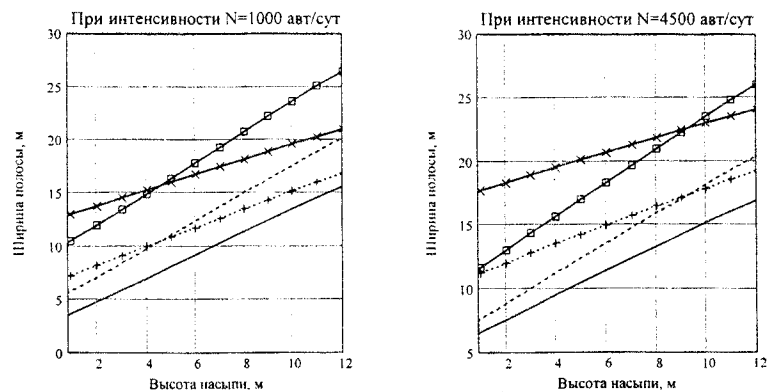


Рис. 2. Зависимость ширины полосы отвода для дорог III-IV категории:  $\times-\times$  - при скорости 40 км/ч;  $+-+$  - при скорости 50 км/ч; — - при скорости 60 км/ч; ---- - при скорости 70 км/ч;  $\square-\bullet$  - при скорости 80 км/ч

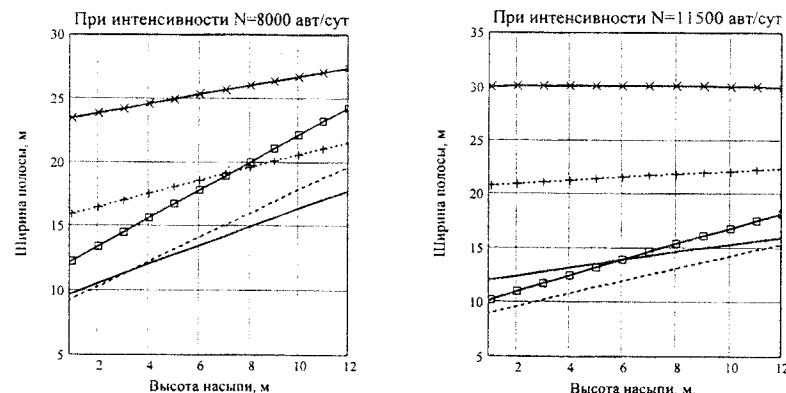


Рис. 3. Зависимость ширины полосы отвода для дорог II категории:  $\times-\times$  - при скорости 40 км/ч;  $+-+$  - при скорости 50 км/ч; — - при скорости 60 км/ч; ---- - при скорости 70 км/ч;  $\square-\bullet$  - при скорости 80 км/ч

При анализе графических зависимостей сделаны следующие выводы:  
- при проектировании автомобильных дорог низших категорий, обеспечивающих низкие скорости движения, по типовым решениям на ширину полосы отвода более всего оказывают влияние геометрические параметры;

- на дорогах высоких категорий определяющее влияние на ширину полосы отвода оказывает скорость, так, при скоростях движения 40-50 км/ч ширина полосы отвода почти не зависит от геометрических параметров дороги.

В четвертой главе рассматриваются вопросы экономического обоснования ширины полосы отвода.

В настоящее время участки земли, прилегающие с обеих сторон к полосе отвода (придорожная полоса), могут находиться в частной собственности. Изменение границ полосы отвода в случае необходимости, например, при реконструкции дороги, может быть связано со значительными трудностями, поскольку земельные участки в пределах придорожных полос у собственников не изымаются. Владелец земель находящихся в придорожной полосе, которая имеет статус "охранной зоны" имеет право потребовать с автомобильной дороги плату за ограничения в своей хозяйственной деятельности.

В основу определения экономически рациональной полосы отвода положена методика, разработанная в Уральском государственном университете путей сообщения, согласно функции цели:

$$K = (A - H - \Theta) \sum \mu_i - R \mu_i \rightarrow \max, \quad (9)$$



где  $K$  – суммарные доходы (расходы) за  $X$  лет;  
 $A, H, \mathcal{E}, R$  – соответственно доход от сдачи земель в аренду, налог на землю, затраты на содержание полосы отвода, расходы на увеличение полосы отвода для развития дороги в  $t$ -м году;  
 $\mu_t$  – коэффициент дисконтирования.

Параметры, входящие в формулу (9), можно представить в виде:

$$\begin{aligned} A &= (x_s - x_m) a_a P_a, \\ H &= x_s a_n, \\ \mathcal{E} &= (x_s - x_m) a_s (1 - P_a), \\ R &= y_p a_p P_p x_s, \\ y_p &= \frac{x_p}{x_s}, \end{aligned} \quad (10)$$

где  $x_m$  – полоса отвода, занятая транспортными сооружениями;  
 $x_s$  – полоса отвода, рассчитанная с учетом экономических факторов;  
 $x_p$  – величина резерва земли;  
 $y_p$  – доля резерва в экономически рациональной полосе отвода;  
 $P_a, P_p$  – вероятность аренды и выкупа земли соответственно;  
 $a_n$  – налог на землю;  
 $a_s$  – эксплуатационные расходы по содержанию единицы площади резерва;  
 $a_p$  – потери, связанные с отсутствием резерва.

Если уравнение (9) приравнять нулю (доходы равняются расходам), то из полученного выражения определим  $x_{эк.рац}$  – границу минимальной экономически рациональной зоны, равной

$$x_{эк.рац} = \frac{x_s [P_a - (1 - P_a) \alpha_s]}{P_a - \alpha_n - (1 - P_a) \alpha_s - y_p \alpha_p \alpha_\mu P_p}, \quad (11)$$

где  $\alpha_s = \frac{a_s}{a_a}$ ;  $\alpha_n = \frac{a_n}{a_a}$ ;  $\alpha_p = \frac{a_p}{a_a}$ ;  $\alpha_\mu = \frac{\mu_t}{\sum_t \mu_t}$ .

Для лесовозных дорог доход от сдачи земель в аренду можно принять равным нулю.

Политика в создании резерва заключается в том, чтобы как при недостатке, так и при избытке резерва земель автомобильная дорога не несла убытков. При этом в функции затрат спрос является аргументом, а резерв определен заранее.

Пусть  $C(x_p, S)$  – стохастическая функция затрат, тогда

$$\min K(x_{p, опт}; S) = K(x_{p, опт}; S_0), \quad (12)$$

где  $x_p$  – резерв;  
 $S$  – случайный спрос.

Тогда задача назначения резерва сводится к необходимости определения величины резерва  $x_{p, опт}$ , соответствующего оптимальному спросу  $S$ .

В заключение 4-й главы рассмотрены основные экономические вопросы создания лесных защитных полос вдоль автомобильных дорог, выполнены соответствующие расчеты и сопоставлены с затратами на создание полос и размер предотвращаемого экономического ущерба от загрязнения окружающей природной среды выбросами автомобильного транспорта.

### Основные выводы

1. На основе изучения работ ведущих ученых и специалистов дорожного профиля установлено, что проблема научно обоснованной ширины полосы отвода для строительства (реконструкции) автомобильных дорог любого назначения не получила достаточно широкого развития. Действующие государственные, отраслевые и ведомственные нормативные документы не содержат рекомендации для строгого обоснования ширины полосы отвода, равно как и не устанавливают ее размеры в зависимости от конкретных природных условий.

2. Установлено, что на ширину полосы отвода влияют следующие факторы:

- размеры транспортных сооружений;
- инженерно-геологические и гидрологические условия;
- рельеф местности;
- экологические факторы;
- экономические факторы;
- резерв, потребный для перспективного развития автомобильной дороги.

3. По результатам исследований установлено, что при типовом проектировании ширина полосы отвода более всего зависит от высоты насыпи (глубины выемки). При высоте насыпи более 12 м ширина полосы отвода должна быть не менее 70 м, а при высоте до 6 м – не более 45 м.

4. Предложено использовать полосу отвода как буферную зону между дорогой и окружающей средой, что позволит снизить негативное воздействие как транспортного сооружения в целом, так и автомобильного потока в частности.

При учете геологических и гидрологических условий ширина полосы отвода может достигать от 30 до 250 м.

Загрязнения придорожной полосы окисью углерода, углеводородами не превышают предельно допустимую суточную концентрацию в полосе

отвода, определенной по геометрическим параметрам, окислы азота превышают предельно допустимую концентрацию для дорог II категории на расстоянии до 18 м от бровки земляного полотна.

Ширина полосы отвода по условию пылеобразования, без учета защитных сооружений, должна составлять не менее 200 м на дорогах с низким типом покрытий; для дорог с переходными типами покрытий ширина полосы отвода изменяется в пределах 120 – 160 м.

5. За жизненный цикл лесовозной автомобильной дороги в 100 лет при вероятности стабильности границ полосы отвода 0,90 – 0,95 корректировка ее границ должна проводиться через каждые 10 – 20 лет.

6. Разработанная модель и полученное уравнение регрессии позволяет оценить влияние высоты насыпи, интенсивности и скорости движения транспортного потока на ширину полосы отвода, и может быть использована при обосновании ширины полосы отвода в практике проектирования автомобильных дорог Уральского региона.

7. Ущерб на 1 км автомобильной дороги от загрязнения воздушной среды вредными выбросами автомобильного транспорта составляет в среднем 8000 руб. в год. На создание защитной полосы шириной 12,5 м необходимы единовременные затраты около 370 тыс. руб/км. С учетом периода жизни защитной полосы можно констатировать: что лесозащитные полосы должны иметь приоритет при выборе способов защиты автомобильной дороги от загрязнений, и имеют ряд других функций - почвозащитную, противозерозийную, снегозащитную.

## **Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:**

1. Чижов, А.А. Борьба с шумом при эксплуатации автомобильного транспорта [Текст] / А.А. Чижов // Эксплуатация лесовозного подвижного состава: межвуз. сб. науч. тр. / УГЛТА. – Екатеринбург, 1996. – С. 90 – 96.

2. Чижов, А.А. К вопросу расчета полосы отвода автомобильных дорог [Текст] / А.А. Чижов // Автомобильные дороги и лесотранспорт: межвуз. сб. науч. тр. / УГЛТУ. - Екатеринбург, 2005. – С. 123 – 126.

3. Чижов, А.А. Влияние типа поперечного профиля на ширину полосы отвода [Текст] / А.А. Чижов // Автомобильные дороги и лесотранспорт: межвуз. сб. науч. тр. / УГЛТУ. – Екатеринбург, 2005. – С. 139 – 142.

4. Чижов, А.А. Статистический анализ ширины полосы отвода на автомобильных дорогах в Уральском регионе [Текст] / А.А. Чижов // Автомобильные дороги и лесотранспорт: межвуз. сб. науч. тр. / УГЛТУ. – Екатеринбург, 2005. – С. 136 – 139.

5. Чижов, А.А. Применение программного комплекса Credo при определении воздействия автомобильной дороги на окружающую среду [Текст] / А.А. Чижов, Г.С. Ибрагимова // Социально-экономические и эко-

логические проблемы лесного комплекса: тр. межд. науч.-практ. конф. / УГЛТУ. – Екатеринбург, 2005. – С. 197 – 198.

Ваши отзывы на автореферат в двух экземплярах с подписями, заверенными гербовой печатью, просим направлять по адресу: 620100, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, 37, Уральский государственный лесотехнический университет.

Ученому секретарю диссертационного совета

Тел./ факс: (343) 262-96-18

(343) 261-10-32

Подписано к печати 24.05.2005 г. Заказ № 220

Объем 1,16 п.л. Тираж 100 экз.

620100, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, 37, УГЛТУ, ООП.