



УДК 630\*37

**Ф.А. Павлов, К.В. Доронин**

Павлов Фридрих Алексеевич родился в 1934 г., окончил в 1957 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат технических наук, старший научный сотрудник по специальности «Автомобильные дороги», профессор кафедры промышленного транспорта Архангельского государственного технического университета, член-корреспондент РАЕН, изобретатель СССР. Имеет более 80 печатных работ по проблемам создания эффективной лесотранспортной сети, ленточных дорожных покрытий.



Доронин Константин Владимирович родился в 1981 г., окончил в 2003 г. Архангельский государственный технический университет, аспирант, ассистент кафедры промышленного транспорта АГТУ. Область научных исследований – транспортные системы, логистика, диагностика и проектирование систем бизнес-планирования, практическая оптимизация.



## **ОПТИМАЛЬНАЯ КОНФИГУРАЦИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ ЛЕСНЫХ ДОРОГ С УЧЕТОМ ФОРМЫ ВЫДЕЛОВ\***

В связи с изменением структуры лесопользования в междуречье р. Северной Двины и Пинеги показана необходимость пересмотра основ проектирования транспортных систем лесных предприятий. Разработана модель развития транспортной сети лесных дорог, позволяющая максимизировать эколого-экономический эффект лесопользования.

*Ключевые слова:* транспортная сеть, лесные дороги, оптимизация, делянки, «зеленая граница», усыхание древостоев.

Еловые древостои в лесных массивах междуречья р. Северной Двины и Пинеги достигли критического для данной территории возраста и по-

---

\* Исследования выполнены авторами по поручению департамента ЛПК администрации Архангельской области в 2002 г. при участии А.А. Митрофанова, В.Ф. Цветкова, Д.В. Трубина.

теряли свою биологическую устойчивость к отрицательным факторам внешней среды. Количество усыхающих деревьев, свежего и старого сухостоя составляет от 20 до 100 %. Применявшиеся здесь сплошнолесосечные рубки в данной ситуации не имеют смысла, так как древостои на оставляемых по срокам примыкания участках очень быстро погибают, не выполняя своих лесовосстановительных функций.

В соответствии с этим для обеспечения освоения таких лесов сформулированы следующие задачи исследований:

а) выполнить общее системное и параметрическое описание транспортной системы;

б) определить ее основные принципы в новых условиях лесопользования;

в) на основе выявленных принципов рационального лесопользования создать модель транспортной системы;

г) перейти к математической модели оптимального планирования, разработав алгоритм решения оптимизационной задачи;

д) найти целевую функцию и обосновать выбор управляющих переменных, определяющих адаптивность системы, ее органичность;

е) предложить механизм планирования транспортной системы на ПК, позволяющей реализовать теоретические принципы математической модели с помощью объектно-ориентированного программирования, обосновав их адекватность и приближенность к жизненным ситуациям;

ж) проанализировать и выявить основные принципы функционирования транспортной системы в процессе машинно-численного эксперимента.

Особо отметим уменьшение площади приспевающих древостоев как резерва для вовлечения их в промышленную эксплуатацию. На основании изучения динамики лесных ресурсов и складывающихся тенденций в лесопользовании можно сделать вывод: сокращение площадей неосвоенных лесов III группы, возрастающая их роль в охране окружающей среды и снижение продуктивности должны привести к регулированию режимов лесопользования в различных группах и категориях лесов. Поскольку между развитием лесного хозяйства и транспортом существуют тесные прямые и обратные связи, то очевидна необходимость рассмотрения основных принципов лесопользования.

Современный теоретический подход к проблеме должен иметь экологическую направленность. До настоящего времени при выборе оптимального варианта транспортной системы ориентировались на традиционный технико-экономический подход, при котором в качестве глобального критерия оптимизации проектного решения использовали минимум приведенных к расчетному году затрат на строительство, содержание дорог и эксплуатацию транспортных средств.

На основании работы [2] предложен другой подход к нарезке (разбивке квартала) делянок. Квартал делят не квадратным способом, а на природные выдела. Минусы такого метода – сложность определения границ делянок в натуре и дробление больших выделов; плюсы эколого-

экономические. Обычно сочетание этих плюсов встречается редко, но при данном способе оно поразительно устойчиво.

Большие выдела необходимо делить по «зеленой границе», т. е. отыскивать естественную линию, разделяющую выдел без потерь как экологических, так и экономических (рис. 1). «Зеленая граница» – это воображаемая линия, по которой делят крупные выдела: переломы рельефа, водоразделы, ручьи, границы болот, опушки леса.

Обсыхание происходит по всему периметру делянки неравномерно (равномерно только под действием естественной солнечной радиации), ибо основную роль в этом играют северные ветры. В результате больше других обсыхает северная часть делянки, воспринимающая основной удар, одинаково западная и восточная, менее всего южная. Помимо этого, ветровал происходит с северной стороны, так как границы делянок четкие, с ярко выраженными стенами леса, без естественного перехода (рис. 1).

При размещении транспортной сети по выделам во многом сохраняется известный принцип прокладки дорог по характерным точкам. Однако определение этих точек при существующем способе рубок по прямоугольным делянкам представляет известную сложность, особенно в разобренных лесных массивах. Наиболее доступна разбивка осваиваемого массива на  $N$  участков, каждый из которых по площади был бы равен осваиваемым выделам [3].

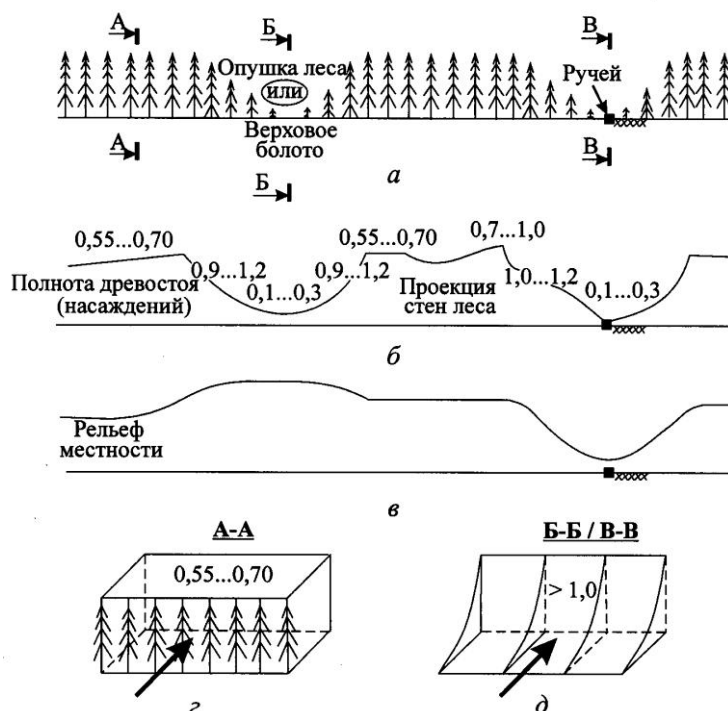


Рис. 1. Схема воздействия ветров на стенку леса: а – схема определения сечения; б – полнота древостоя; в – рельеф местности; г, д – ветровой удар

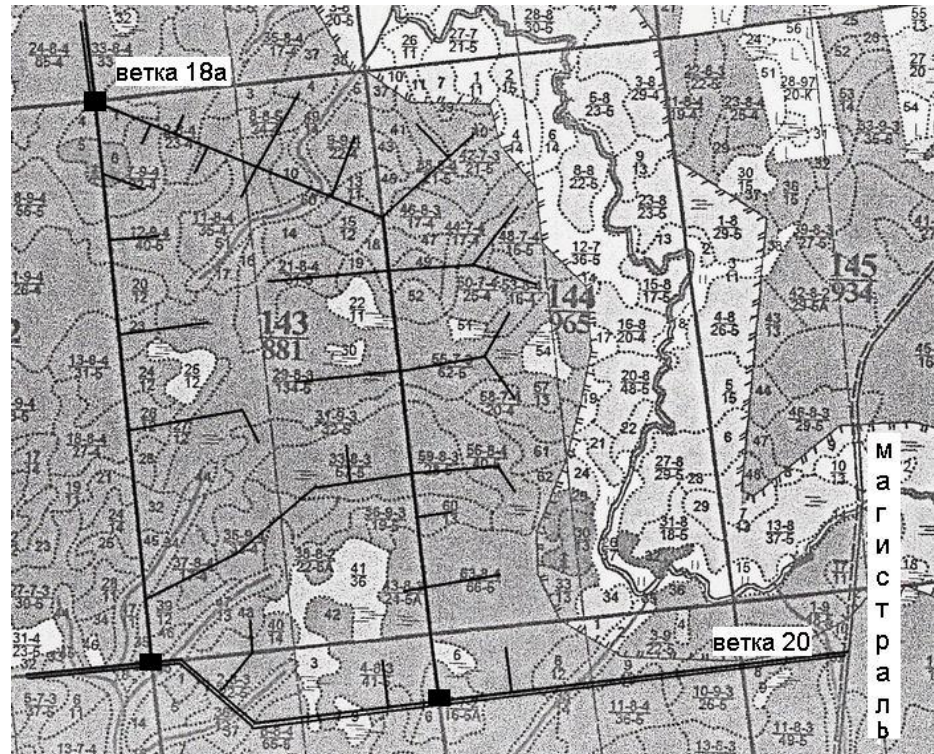


Рис. 2. Запроектированная транспортная сеть для лесного массива с нарезкой делянок по выделам в ОАО «Усть-Покшеньгский ЛПХ»

Можно принять, что запас в пределах выдела (части выдела) концентрируется в центре его тяжести, через который должна проходить сеть лесовозных дорог. Модель сети можно рассматривать в двух вариантах:

- 1 – по определенному объему или массе древесины в центре тяжести;
- 2 – по товарной стоимости всей древесины, которая может быть заготовлена на данном выделе. Чем выше эти показатели, тем ближе подходит сеть дорог.

С использованием компьютеров наши исследования приобретают практическое значение, а количество лесохозяйственных, производственных и экономических факторов возрастает.

В программе размещения сети в качестве целевой функции применяют сумму затрат на строительство путей и вывозку древесины по ним. С помощью этой программы запроектирована сеть веток и усов в ООО «Концевгорский ЛПХ» и ОАО «Усть-Покшеньгский ЛПХ», схема для последнего приведена на рис. 2. За основу проектирования приняты технико-экономические данные с предприятий.

Для нахождения минимальной целевой функции используем прямой способ оптимизации, так называемый метод координатного спуска [1]. Варь-

ируя координатами точек примыкания усов к веткам, находим конфигурацию транспортной сети, соответствующую минимальной целевой функции.

При использовании традиционного способа отвода делянок задачи оптимизации имели компромиссный характер, т. е. стоимость, экологичность и эффективность транспортной системы были разнополюсными. С введением предлагаемого метода эти компромиссы оказываются взаимосвязанными, что определяет цель дальнейших исследований, а именно решение научной проблемы планирования транспортных систем в условиях эксплуатации в разновозрастных древостоях при непрерывном лесопользовании и их развития на основе принципов системного подхода, позволяющих получить максимальный эколого-экономический эффект.

Такое рассмотрение отражает не только потребности производства, но и современный уровень исследования транспортных систем, который последовательно развивается с переходом от изучения отдельных элементов со статистическими характеристиками к пространственным (многомерным), динамическим, адаптивным (органическим) системам.

Развитие транспортной сети на основе предложенных методов оптимального планирования даст прирост использования древесины ориентировочно в 1,5 раза, предотвращение смены пород в хвойных древостоях малоценными лиственными, возможности проведения своевременного лесовосстановления.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буторин, Н.Н. Транспортная сеть для освоения лесного массива [Текст] / Н.Н. Буторин // Лесн. журн. – 2003. – № 6. – С. 40–44. – (Изв. высш. учеб. заведений).

2. Ковалев, Р.Н. Планирование транспортных систем лесных предприятий в условиях многоцелевого лесопользования [Текст] / Р.Н. Ковалев, С.В. Гуров. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. акад., 1996. – 252 с.

3. Павлов, Ф.А. Транспортные системы, пути и перевозки лесопродукции. / В 3 т. Т.3. Перевозки лесопродукции [Текст]: учеб. пособие для вузов / Ф.А. Павлов, Я.Ф. Молнар, М.О. Соколов, Е.Г., Царев; под ред. Ф.А. Павлова. – Архангельск: Изд-во Арханг. гос. техн. ун-та, 2003. – 496 с.

Архангельский государственный  
технический университет

Поступила 15.06.05

*F.A. Pavlov, K.V. Doronin*

### **Optimal Configuration of Transport Network of Forest Roads Taking into Account Plots Form**

Due to change of forest management structure in the area between the Northern Dvina and Pinega Rivers the necessity of revising the fundamentals of transport systems designing for forest enterprises is shown. Development model for transport network of forest roads is elaborated allowing to maximize the ecological-and-economic effect of forest management.