

вую нагрузку [7], вид которой зависит от величины и интенсивности ветра.

Проведенный анализ и приведенные выше качественные и количественные показатели возмущающих воздействий охватывают основные операции лесосечных работ и могут быть использованы при решении задач, связанных с колебаниями лесных машин.

Л и т е р а т у р а

1. Рахманин Г.А. Исследование динамики погрузочного устройства манипуляторного типа с гидравлическим приводом. — "Труды ЦНИИМЭ", № 91. Химки, 1968. 2. Комаров М.С. Динамика грузоподъемных машин. Киев, 1962. 3. Шупляков В.С. Колебания и нагруженность трансмиссии автомобиля. М., 1974. 4. Голоскоков Е.Г., Баркалов В.И., Ольшанский В. П. Колебания подвески автомобиля при ударном нагружении его сыпучей средой. — "Автомобильная промышленность", 1971, №11. 5. Кострюлин А.А. Исследование некоторых вопросов направленного повала деревьев ударно-импульсным способом при срезании их на проход и гравитационном методе пакетирования. Автореферат канд.дис. Л., 1974. 6. Лось В.Ю., Жодэишский С.Н. Некоторые результаты исследования пакетирования и погрузки деревьев в процессе их падения. — В сб.: Машины и орудия для механизации лесозаготовок, вып. 1. Л., 1972. 7. Орлов С.Ф. Теория и применение агрегативных машин на лесозаготовках. М., 1972. 8. Дебердеев А.А. Обобщенное влияние различных смягчающих факторов на ударные нагрузки при повале деревьев на агрегатные машины. — "Лесной журнал", 1969, № 2.

К.С. Драгун, А.П. Лашенко

МНОГОФАКТОРНЫЙ РЕГРЕССИВНЫЙ АНАЛИЗ ТРАНСПОРТНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ СЕБЕСТОИМОСТИ ВЫВОЗКИ ДРЕВЕСИНЫ В УСЛОВИЯХ БССР

Важным мероприятием в лесной промышленности является комплексная механизация и автоматизация работ на нижних складах лесозаготовителей, совмещенных с биржами сырья деревообрабатывающих предприятий, с неуклонным увеличением их грузооборота.

Укрупнение таких нижних складов требует изменения направлений лесных грузопотоков, увеличения среднего расстояния вывозки, дополнительных капиталовложений на строительство производственных и других объектов. В этих условиях чрезвычайно важно правильно выбрать и обосновать расположение нижних складов и границ районов производственной деятельности лесозаготовительных предприятий.

В настоящее время в республике генеральная схема лесных грузопотоков отсутствует, поэтому на каждый проектируемый нижний склад отдельно разрабатываются технико-экономические обоснования, которые иногда в недостаточной степени увязываются между собой. Это ведет к неувязке границ лесосырьевых (без нижних складов), границ деятельности леспромпхозов и производственных лесозаготовительных объединений.

При проектировании нижних складов их грузооборот определяется: лимитом отпуска леса, спроектированным лимитом (с учетом стабильности отпуска) и размером отпуска при условии ввода рубок главного пользования в рамки расчетной лесосеки. Такую методику определения грузооборота складов по трем параметрам в некоторых случаях нельзя признать правильной и достаточной. Определение границ зон нижних складов, увязываемых между собой на основании картографического материала и изысканий в натуре (по принципу непосредственного тяготения), нельзя проводить без глубокого расчета, экономического исследования, учета наличия транспортных путей, потребителей и других факторов,

К принципиальным недостаткам существующего и в отдельных случаях проектируемого размещения нижних складов следует отнести также недостаточную увязку направлений, расстояний и объемов лесных грузопотоков со сложившимся размещением основных лесопотребителей — деревообрабатывающих предприятий и объединений. Зачастую древесина с районов примыкания к биржам сырья деревообрабатывающих предприятий доставляется двумя видами транспорта: автомобильным и железнодорожным, автомобильным и сплавом. При этом имеют место встречные дорогостоящие грузопотоки древесины.

Увеличение грузоподъемности лесовозного транспорта, улучшение дорожной сети, новая техника и технология лесосечных работ, возможности строительства комплексно-механизированных нижних складов позволяют осуществить мероприятия концентрации производства и совершенствования транспортно-технологических схем работы предприятий, например, схемы: заго-

товка древесины - потребитель (биржа сырья деревообрабатывающих предприятий) как основной в повышении эффективности на данном уровне развития производства.

В условиях республики транспортная составляющая себестоимости товарной продукции лесозаготовок (автомобильная вывозка или вывозка по УЖД) за 1974 г. составляет 18,8%, а в некоторых предприятиях 27 - 30% (Туровский ЛПХ), 21 - 22 % (Борисовское ПЛО). К этому необходимо еще добавить расходы на перевозку леса с нижнего склада лесозаготовительного предприятия потребителю по железной дороге МПС при автомобильно-железнодорожной поставке или сплавом при автомобильно-сплавной поставке. Расходы эти немалые: в среднем расстояние сплава в республике составляет 154 км (от 43 км в Плещеницком ПЛО до 250 км в Могилевском ЛПХ), а его стоимость - 3 р. 70 к.

Факторы, влияющие на величину транспортной составляющей при различных транспортно-технологических схемах поставки, различны. Проведенные исследования показывают, что при наращивании объемов прямой вывозки получаемая экономия как у лесозаготовителей, так и деревообрабатывающих предприятий позволяет в ряде случаев увеличить расстояние прямой вывозки на 50 - 100 км. Поэтому важно установить количественную оценку влияния всех факторов на транспортную составляющую себестоимости.

В результате количественной оценки и отбора для анализа транспортной составляющей себестоимости нами были отобраны следующие факторы: X_1 - среднее расстояние вывозки, км; X_2 - средний объем разрабатываемых лесосек, м³; X_3 - заболоченность лесосечного фонда, %; X_4 - удельный вес транспортных средств в общей стоимости основных производственных фондов; X_5 - густота дорожной сети разрабатываемых лесосек, м/га; X_6 - коэффициент использования лесовозного автотранспорта.

Для установления зависимости транспортной составляющей себестоимости от отобранных факторов использовалась ЭВМ "Минск-22". На первом этапе исследования была поставлена задача нахождения математической модели, отражающей совместное влияние факторов аргументов ($X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$) на изменение переменной функции Y (транспортной составляющей себестоимости), при условии их линейной связи, по программе множественного линейного регрессионного анализа.

В общем виде такая связь выражается следующим уравнением:

$$Y = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + \dots + a_6 X_6.$$

Исходные данные (по 25 для каждого фактора) взяты из балансовых отчетов 13 лесозаготовительных предприятий республики за два года (1972 - 1973 гг.). В первую очередь нами были определены значения средних арифметических величин Y и X и среднеквадратических отклонений

$\bar{Y} = 1,78$	$\sigma_y = 0,32$
$\bar{X}_1 = 43,3$	$\sigma_{x1} = 9,58$
$\bar{X}_2 = 1,09$	$\sigma_{x2} = 0,25$
$\bar{X}_3 = 68,96$	$\sigma_{x3} = 12,46$
$\bar{X}_4 = 23,66$	$\sigma_{x4} = 4,55$
$\bar{X}_5 = 4,07$	$\sigma_{x5} = 1,23$
$\bar{X}_6 = 0,51$	$\sigma_{x6} = 0,046$

В табл. 1 приведены параметры, полученные на ЭВМ.

Таблица 1. Матрица парных коэффициентов корреляции

Y	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
1	+0,69	-0,14	+0,51	+0,35	-0,22	-0,16
	1	-0,002	+0,27	+0,20	-0,16	-0,10
		1	-0,03	-0,20	-0,23	-0,58
			1	+0,23	+0,11	-0,06
				1	-0,49	+0,12
					1	-0,11
						1

Парные коэффициенты корреляции характеризуют корреляционную связь между функцией и аргументом без учета взаимодействия с другими аргументами (явлениями). В нашем случае анализ матрицы коэффициентов парной корреляции показывает, что коллинеарных факторов нет, поскольку все значения парных коэффициентов меньше 0,8. Коэффициенты парной корреляции изменяются в интервале от минус 1 до плюс 1. Минус (-) перед коэффициентом говорит об обратной, а плюс (+) - о прямой функциональной связи между y и x . Величина коэффициента показывает на тесноту и характер связи функции y с отдельными аргументами x .

В нашем случае (-) перед коэффициентом указывает на уменьшение транспортной составляющей с увеличением среднего объема разрабатываемых лесосек (x_2), густоты дорожной сети в разрабатываемых лесосеках (x_5) и коэффициента использования лесовозного автомобильного транспорта (x_6). Знак (+) перед коэффициентом указывает на увеличение транспортной составляющей с увеличением среднего расстояния вывозки (x_1), заболоченности лесосечного фонда (x_3), а также с ростом удельного веса транспортных средств в общей стоимости основных производственных фондов (x_4).

Коэффициенты уравнения множественной регрессии, их ошибки и достоверности, полученные с помощью ЭВМ, следующие:

$a_0 = 2,7$		
$a_1 = 0,017$	$\sigma_{a_1} = 0,0034$	$\mu_{a_1} = 5,061$
$a_2 = -0,54$	$\sigma_{a_2} = 0,197$	$\mu_{a_2} = -2,718$
$a_3 = 0,01$	$\sigma_{a_3} = 0,0028$	$\mu_{a_3} = 3,701$
$a_4 = -0,004$	$\sigma_{a_4} = 0,0104$	$\mu_{a_4} = -0,371$
$a_5 = -0,09$	$\sigma_{a_5} = 0,0379$	$\mu_{a_5} = -2,384$
$a_6 = -2,55$	$\sigma_{a_6} = 0,9975$	$\mu_{a_6} = -2,556$

С учетом коэффициентов регрессии получено уравнение регрессии

$$y = 2,7 + 0,017x_1 - 0,54x_2 + 0,01x_3 - 0,004x_4 - 0,09x_5 - 2,55x_6.$$

Нами установлено, как в среднем изменяется случайная величина y с изменением одной из неслучайных величин x при фиксированном значении неучтенных факторов. Закрепив на постоянном уровне влияние всех учтенных факторов, мы определяли чистое влияние интересующего нас фактора на изучаемый показатель – транспортную составляющую себестоимости; затем устанавливали зависимость транспортной составляющей себестоимости от каждого фактора при закреплении всех остальных факторов на их средних значениях (средних арифметических).

В результате анализа получили следующие уравнения:

1. Связь между транспортной составляющей и расстоянием вывозки (км): $Y = 1,04 + 0,017 x_1$.

2. Связь между транспортной составляющей и средним объемом разрабатываемых лесосек (m^3): $Y = 2,36 - 0,54 x_2$.

3. Связь между транспортной составляющей и заболоченностью лесосечного фонда: $Y = 1,09 + 0,01 x_3$.

4. Связь между транспортной составляющей и густотой дорожной сети разрабатываемых лесосек (м/га): $Y = 2,14 - 0,09 x_5$.

5. Связь между транспортной составляющей и удельным весом транспортных средств в общей стоимости основных производственных фондов: $Y = 1,87 - 0,004 x_4$.

6. Связь между транспортной составляющей и коэффициентом использования лесовозного автомобильного транспорта: $Y = 3,08 - 2,55 x_6$.

На ЭВМ "Минск-22" по программе множественного нелинейного регрессионного анализа, алгоритм которого разработан МГУ им. Ломоносова, были получены численные значения параметров нелинейных связей векторов Y и x_i и другие исходные данные, позволяющие установить тесноту и достоверность их связи. Исходные данные были взяты из тех же балансовых отчетов 13 лесозаготовительных предприятий, но за три года (1972 - 1974 гг.) по 38 данным для функции Y .

По данной программе произведен анализ вектора Y , находящегося в функциональной связи с факторами x_i в 5 зависимостях: линейной; квадратичной в каноническом виде; кубической в каноническом виде; квадратичной не в каноническом виде; полном квадратичном виде.

Исходя из теоретического и экспериментального анализа векторов исследуемых уравнений мы установили, что наиболее приемлемым является (нелинейная) полная квадратичная зависимость. В этом случае уравнение регрессии имеет следующий вид:

$$Y = 5,063 - 0,255x_4 + 0,0002x_1^2 - 0,005x_3^2 - 0,059x_5^2 + 0,179x_2x_4 - 9,144x_2x_6 + 0,13x_3x_6 + 0,0184x_4x_5.$$

Данная модель, выбранная на основании критерия Фишера, качественно верно отражает связь между существующими факторами.

Проведенный анализ и полученные модели позволяют проводить более глубокие теоретические исследования транспортной

составляющей и других влияющих на себестоимость факторов. Результаты наших исследований можно использовать при определении целесообразных расстояний прямой вывозки, при совершенствовании всей транспортно-технологической схемы работы лесозаготовительных предприятий и лесопромышленных комплексов в целом.

С.С. Макаревич

РАСЧЕТ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД С УЧЕТОМ УПРУГО-ВЯЗКИХ ДЕФОРМАЦИЙ

При строительстве лесовозных дорог часто приходится использовать местные материалы, которые обладают не только упругими, но и упруго-вязкими свойствами. Если же грунты, используемые для строительства дорог, обрабатываются битумом или другими органическими вяжущими материалами, то вязкие деформации составляют довольно большую часть от общей деформации: для некоторых материалов доля их равна 30—40%. Вязкими деформациями в значительной степени обладают торфяники, лёссовые, глинистые и заболоченные грунты. Проектирование лесовозных дорог в районах с такими грунтами требует особого подхода, так как вязкие деформации в отличие от упругих развиваются во времени, и пренебрежение этим фактором может привести к преждевременному выходу дороги из строя и неоправданным затратам на ее ремонт.

В работе [1] дана постановка задачи расчета дорожных одежд с учетом упруго-вязких деформаций, получены выражения для напряжений и деформаций в случае частного закона деформирования, но остались неопределенными коэффициенты C_i , D_i , A , B , входящие в уравнения и зависящие от граничных и начальных условий. Это значительно усложняет работу при конкретных вычислениях, так как требует применения численных методов для решения полученных систем интегральных уравнений.

В данной статье приводится решение, позволяющее определить коэффициенты C_i , D_i , A , B , и показаны методы реализации полученных выводов при решении инженерных задач расчета дорожных одежд, состоящих из материалов, подчиняющихся различным законам деформирования. Если в уравнениях