

дис... канд. техн. наук.— М., 1969.— 19 с. [4]. Попов М. В. Влияние начальных несовершенств на устойчивость рельсошпальной решетки // Лесн. журн.— 1977.— № 4.— С. 83—88.— (Изв. высш. учеб. заведений).

Поступила 26 февраля 1988 г.

УДК 625.113.001.57

СТАТИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Г. Ф. ХРАМЦОВ, А. Г. ГРАБОВСКИЙ, В. Г. САРАЙКИН,
В. А. КАРАКУЛОВ

Хабаровский политехнический институт, ДальНИИЛП

Математическое моделирование вероятностной природы профилей транспортных путей основывается на построении законов распределения, корреляционных функций и спектральных плотностей неровностей для отдельных участков дорог.

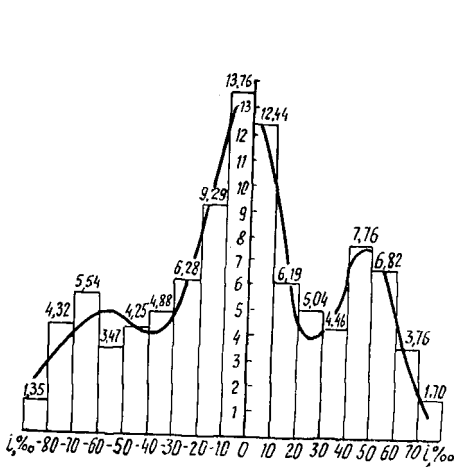
Результаты эксплуатации лесовозных автопоездов в условиях Дальневосточного региона (табл. 1) показывает, что основные характеристики их надежности существенно различаются в разных географических районах. Так, наработка на отказ лесовозного автомобиля, работавшего в условиях Амурской области, в 1,7 раза ниже, чем в леспрохозах Приморского края. Особенно контрастны показатели надежности двигателя и рамы.

Таблица 1

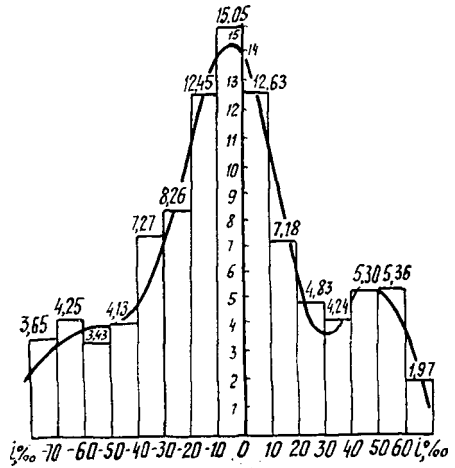
Показатели	Хабаровский край		Приморский край	Амурская область	
	Оборский ЛПХ		Калининский ЛПХ	Зейская ЛПБ	
	КрАЗ-255Л+ГКБ 9383	КНВФ-12Т+ГКБ 9383	КНВФ-12Т+ГКБ 9383	КНВФ-12Т+ГКБ 9383	
Надежность					
Наработка на отказ	3 178	4 545	4 672	4 065	2 119
Наработка на отказ II—III групп	5 480	8 333	10 000	10 000	5 770
Коэффициент готовности	0,81	0,98	0,98	0,90	0,98
Наработка на отказ отдельных узлов:					
двигатель	19 073	37 594	37 594	50 000	8 654
трансмиссия	12 404	29 940	50 000	50 000	103 852
ходовая часть	68 664	20 000	50 000	34 965	51 926
рама	22 888	60 240	71 428	38 461	12 981
Годовая производительность	6 017	11 144	10 995	11 478	11 707
Среднее расстояние вывозки, км	75	75	57	65	60
Число отработанных смен	—	332	292	239	324

Если предположить, что статистические характеристики микропрофилей лесовозных дорог указанных районов почти идентичны, то одним из основных факторов, влияющих на производительность и эксплуатационную надежность автопоездов, является микропрофиль дорог.

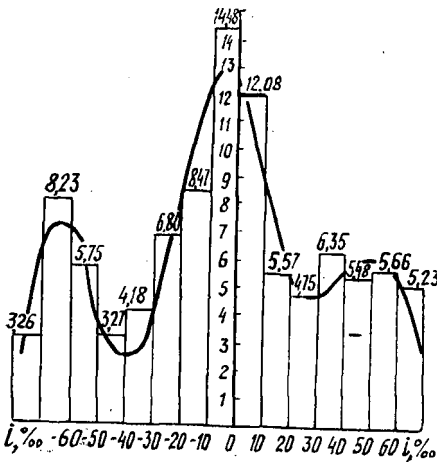
Для получения опытных гистограмм распределения продольных уклонов на лесовозных автомобильных дорогах Дальнего Востока авторами было исследовано как по проектным материалам ДВ Гипролестранса, так и непосредственными замерами более 3 тыс. км лесо-



а



б



в

Гистограмма и плотность распределения продольных уклонов лесовозных автомобильных дорог Хабаровского края (а), Приморского края (б) и Амурской области (в)

возных дорог, эксплуатирующихся в производственных объединениях Дальлеспром (Хабаровский край), Приморсклеспром (Приморский край), Амурлеспром (Амурская область).

Гистограммы распределения продольных уклонов в грузовом направлении для лесовозных автомобильных дорог представлены на рисунке. Анализ гистограмм показывает, что максимальный руководящий подъем ($i_{рук}$) для лесовозных дорог Хабаровского края составляет 70...80 ‰ с частотой распределения $\rho = 1,7$, уравновешенный подъем — 80...90 ‰ с частотой 1,3 в Амурской области.

Для дорог Приморского края $i_{рук} = 60...70 \%$ при $\rho = 5,23$ и $i_{ур} = 70...80 \%$ при $\rho = 3,26$; для дорог Амурской области $i_{рук} = 60...70 \%$ при $\rho = 1,97$ и $i_{ур} = 70...80 \%$ при $\rho = 3,65$.

Внешний вид гистограмм показывает, что кривые распределения в общем случае должны иметь три моды. Такое распределение носит название полимодального, являющегося в большинстве случаев распре-

Таблица 2

Обобщенные показатели качества идентификации	Оценка параметров дифференциального закона распределения										Остаточные суммы.	
	α_1	α_2	α_3	σ_1	σ_2	σ_3	i_1	i_2	i_3	i_4		Число степеней свободы
Географический район	0,2542	0,5065	0,2393	21,412	15,291	12,335	57,756	2,314	48,754	9	0,000009	
	0,2027	0,5253	0,2719	10,562	16,229	17,087	61,852	4,864	49,948	7	0,000018	
	0,2079	0,6341	0,1579	21,870	17,8923	11,628	58,210	4,9646	48,5623	7	0,000006	
	Хабаровский край											
	Приморский											
	Амурская область											

делением смеси. Полимодальные кривые распределения наиболее удобно аппроксимировать формулой плотности вероятности смеси*. В частности, для трехмодального распределения аналитическое выражение функции плотности имеет вид:

$$f(x) = \alpha_1 \frac{1}{\sigma_1 \sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{(i - \bar{i}_1)^2}{2\sigma_1^2} \right] +$$

$$+ \alpha_2 \frac{1}{\sigma_2 \sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{(i - \bar{i}_2)^2}{2\sigma_2^2} \right] +$$

$$+ \alpha_3 \frac{1}{\sigma_3 \sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{(i - \bar{i}_3)^2}{2\sigma_3^2} \right],$$

где $i_{1,2,3}$; $\sigma_{1,2,3}$ — параметры распределения;

$\bar{i}_{1,2,3}$ — математические ожидания величины продольного уклона;

$\sigma_{1,2,3}$ — средние квадратичные отклонения.

Параметры (α , σ , i) указанного закона распределения оценивали решением условной задачи нелинейного программирования

$$\min \left\{ \sum_{j=1}^n [f(x_j, \alpha, \sigma, i) - \hat{f}(x_j)]^2 \right\} V,$$

$$\alpha_{1,2,3} \in B;$$

$$i_{1,2,3} \in C;$$

$$\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 = 1; \alpha_{1,2,3} \geq 0,$$

где $\hat{f}(x_j)$ — экспериментальное значение частотности распределения уклонов в точке x_j ;

$n-1$ — число интервалов разбиения;

B, C — соответственно области определения параметров σ и i .

Для идентификации параметров закона распределения использовали метод последовательных итераций Гаусса — Ньютона.

Значения параметров и основные показатели качества полученных моделей представлены в табл. 2.

* Гнеденко Б. В., Беляев Ю. К., Соловьев А. Д. Математические методы в теории надежности. — М.: Наука, 1965, — 524 с. — (Физико-математическая библиотека инженера).

Статистический анализ данных позволяет сделать вывод об адекватности моделей распределения уклонов лесовозных дорог, а использование в качестве функционального базиса нормальных законов упрощает проведение аналитических и численных расчетов путем применения стандартных вероятностных таблиц.

Поступила 18 мая 1988 г.

УДК 539.4 : 621.81

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДЕТАЛЕЙ ЛЕСНЫХ МАШИН

А. В. ПИТУХИН

Петрозаводский государственный университет

При проектировании элементов конструкций лесных машин задают требуемые их параметры (размеры, шероховатость поверхностей, механические свойства и др.) и допуски на них. Назначение предельных отклонений вызвано неизбежностью рассеяния различных факторов при изготовлении и определяется возможностями оборудования и экономическими соображениями. На рассеяние механических свойств большое влияние оказывают микроструктура материала и такие несовершенства при изготовлении, как неметаллические включения, поры, риски от механической обработки, микротрещины, литейные раковины и др. Они являются внутренними концентраторами напряжений, приводящими уже в начальный период эксплуатации к зарождению микро- и макротрещин.

В Петрозаводском государственном университете в течение 1983—1986 гг. были исследованы причины отказов 204 деталей лесозаготовительных машин на базе тракторов ОТЗ. Из них 94 детали (46 %) разрушились вследствие технологических несовершенств и дефектов. Наиболее опасны такие трещиноподобные дефекты, как литейные раковины (балансир, звенья гусениц, ведущее колесо, картер главной передачи), неметаллические включения (пружины подвески), крупные риски от механической обработки (переходная поверхность зубчатых колес), поверхностные микротрещины (пружины, зубчатые колеса). Наличие их неизбежно, и, естественно, встает задача об определении максимально допустимых значений, которые необходимо вносить в техническую документацию.

Для решения поставленной задачи наиболее рационален путь статистической оптимизации геометрических и технологических параметров деталей. Под технологическими параметрами будем подразумевать максимально допустимую величину трещиноподобного дефекта при изготовлении. Интенсивно развивающиеся в последнее время методы механики разрушения позволяют в зависимости от геометрических и технологических параметров элемента конструкции определить вероятность его безотказной работы и некоторые другие показатели надежности [2]. Однако, поскольку стоимость изготовления детали зависит от величины допускаемых дефектов, в качестве критерия оптимизации целесообразно использовать критерий, учитывающий и показатели надежности, и стоимость изготовления. Это, например, стоимостные потери при трелевке, зависящие от потерь в выработке вследствие ремонтных простоев, затрат на ремонтные работы и запасные части. Критерием оптимизации могут служить и суммарные потери, связанные с изготовлением детали и стоимостными потерями при трелевке, однако это при-