

## ИЗСЛЕДВАНЕ КАЧЕСТВОТО НА ПЪТНАТА НАСТИЛКА ПРИ ГОРСКИТЕ ПЪТИЩА

**Надка Моллова**  
Лесотехнически университет

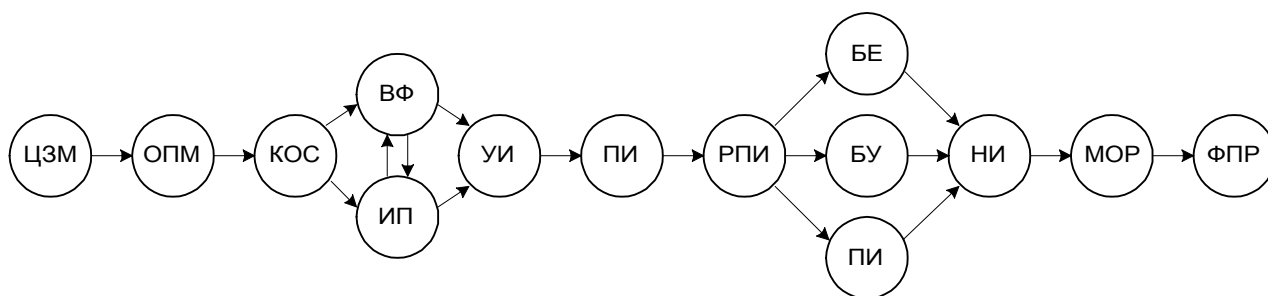
Разработен е метод за оценка на качеството на пътната настилка на горски пътища въз основа на математико-статистическия метод на експертните оценки.

**Ключови думи:** горски пътища, качество, пътна настилка  
**Key words:** forest roads; quality; roadway

Качеството на пътната настилка на горските пътища е важно условие за стойността на превозите в горското стопанство. През последните години се водят изключително много изследвания в областта на качеството и надеждността и в частност за оценка равнището на надеждност на пътищата [3, 5] и повишаване равнището на качеството и надеждността на системата "водач-автомобил-път-среда" в нейната цялост [2].

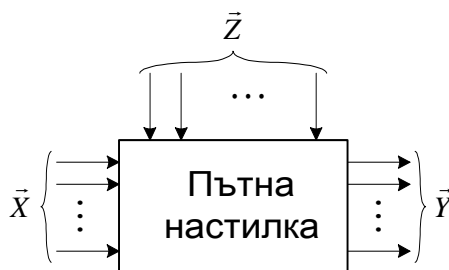
Целта на разработката е да се обосноват основните елементи на методика за изследване качеството на пътната настилка на горски пътища чрез използване на количествени критерии.

Основните елементи на методиката за изследване са дадени на фиг. 1, а кибернетичният модел на пътно-транспортното съоръжение на фиг. 2, използвайки указанията в [6, 7].



**Фиг. 1. Структура и елементи на методиката за изследване качеството на пътната настилка:**

ЦЗМ - цел и задачи на изследването; ОПМ - общи положения на методиката; КОС - критерии за оценка на пътната настилка; ВФ - входни фактори; ИП - изходни параметри (параметри на качеството); УИ - условия на изследване; ПИ - план на изследването; РПИ - ред за провеждане на изследването; БЕ - брой на експертите; БУ - брой на пътните участъци; НИ - нормативни изисквания; МОР - методи за обработка на резултатите; ФПР - форма на представяне на резултатите.



**Фиг. 2. Кибернетичен модел на пътната настилка:**

- вектор-функция на входните управляеми фактори (качество на използвания материал, качество на проектните решения, качество на технологичния процес, квалификация на инженерно-техническите работници и др.);
- вектор-функция на входните неуправляеми фактори (влажност, температура, характер на терена и др.);
- вектор-функция на параметрите на състояние на пътната настилка (носимоспособност на пътната конструкция, равност на пътната повърхност, сцепни свойства на покритието), т.е. параметрите, характеризиращи нейното качество.

За определяне равнището на качеството на пътната настилка е удобно да се предложи комплексна оценка, т.е. оценка в която са включени всички параметри на качеството  $\bar{Y}$ . Това изследване може да бъде реализирано с използването на евристичен метод (математико-статистически метод на експертните оценки).

На настоящия етап ще уточним само елемента "брой на експертите" и "метод на обработка на резултатите" от мултиграфа на методиката (Вж. фиг.1).

Броят на експертите определяме, като приемаме, че относителната грешка  $\varepsilon = 0,1$  (10%), коефициентът на вариация на оценките на експер-

тите  $\vartheta = 0,2 - 0,4$  и доверителна вероятност  $\gamma = 0,90$ . От тук [4] броят на експертите е в границите от 4 до 15. Приемаме, че  $n = 4$ .

Оценките на експертите за параметрите на състояние  $(Y_i)_n$  са случайни величини и се обработват и тълкуват по методите на математическата статистика [1], т.е. да се определят основните числени характеристики (средна стойност  $\bar{X}$ , средно квадратично отклонение  $\sigma$ , коефициент на вариация  $\vartheta$ ). Те се поставят в матрицата на взаимовръзките (табл.1) в съответствие със скалата на баловете (фиг.3).



Фиг.3. Схема на баловите експертни оценки за параметрите на пътната настилка.

Таблица 1 Матрица на взаимовръзките

Експерт ти	Параметри $Y_i$					
	1	2	...	i	...	n
1	$a_{11}$	$a_{12}$	...	$a_{1i}$	...	$a_{1n}$
2	$a_{21}$	$a_{22}$	...	$a_{2i}$	...	$a_{2n}$
3	$a_{31}$	$a_{32}$	...	$a_{3i}$	...	$a_{3n}$
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
j	$a_{j1}$	$a_{j2}$	...	$a_{ji}$	...	$a_{jn}$
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
m	$a_{m1}$	$a_{m2}$	...	$a_{mi}$	...	$a_{mn}$

Ако експертите са  $n > 2$ , съгласуваността на техните мнения се оценява с помощта на коефициента на съгласуване  $W$ , който се определя по зависимостта

$$W = S / S_{\max}$$

където  $S$  е сумата от квадратите на отклоненията на индивидуалните оценки на експертите  $(a_{ij})$ ;

$S_{\max}$  - максималната възможна сума от квадратите на отклоненията на оценките на експертите.

Сумата  $S$  се определя по формулата

$$S = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (a_{ij} - A)^2,$$

където  $a_{ij}$  е оценката, която дава  $j$ -тия експерт за  $i$ -тия параметър на състояние ;

$m$  - броят на експертите;

$n$  - броят на оценяваните параметри на качеството на пътната настилка;

$A$  - общата средна оценка на всички оценки, която се определя по формулата

$$A = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m a_{ij}.$$

Максималната стойност се определя по зависимостта

$$S_{\max} = \frac{1}{12} m^2 (n^3 - n).$$

От тук  $W = S/S_{max} = 12S/m^2(n^3 - n)$ , която е предложена от Кендел.

Полученият коефициент  $W$  се използва като числена оценка за съгласуваността на оценките на експертите.

За оценка на значимостта  $W$  обикновено се използва критерия на Пирсон, тъй като  $m(n-1)W$  при  $n > 7$  има разпределение на Пирсон с  $\nu = n-1$  степени на свобода. За равнище на значимост обикновено се приема  $\alpha = 0,01$ . И ако стойността е по-голяма от  $X^2_{\nu=n-1; \alpha=0,01}$  полученият коефициент на съгласуване е статистически значим и обратно.

Ако съгласуваността на мненията на експертите за оценка на параметрите на качеството е значима ( $X^2_{изч.} > X^2_{кр.}$ ) се изчисляват оценките за качеството на пътната настилка по известните зависимости:

$$\bar{X}_i = \sum_{j=1}^n X_{ij} / m; \sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (X_{ij} - \bar{X}_j)^2}{n-1}}; \nu = \sigma_i / \bar{X}_i.$$

Резултатите от изследване качеството на пътната настилка на горски път "Юндола-Шамаканата-Торишката" (УОГС "Г.Ст.Аврамов"-Юндола) за един от случайно избраните за целта участъци са систематизирани в табл.2.

**Таблица 2** Експертни оценки за качеството на пътната настилка

Параметри ( $X_i$ ), n	Експертни				$\bar{X}_i$
	1	2	3	4	
Носимоспособност	6	6	5	5	5,6
Равност	0	0	4	6	2,0
Сцепни свойства	5	4	5	4	4,6

От тук  $A = 4,07$ ;  $S = 61,73$ ;  $S_{max} = 12,5$ , а

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3 - n)} = \frac{12 \cdot 61,73}{5^2(9-3)} = 4,94;$$

$$X^2 = m(n-1)W = 5(3-1) \cdot 4,94 = 49,4;$$

$$X^2_{0,01;2} = 9,2.$$

Следователно  $X^2_{изч.} = 49,4 > X^2_{0,01;2} = 9,2$ , което означава, че коефициентът на съгласуване е статистически значим. И тогава  $\bar{X}_1 = 6,6$ ;  $\bar{X}_2 = 2,0$ ;  $\bar{X}_3 = 4,6$ ;

$$\sigma_1 = 0,55; \sigma_2 = 2,83; \sigma_3 = 0,55;$$

$$\nu_1 = 0,10; \nu_2 = 0,71; \nu_3 = 0,12.$$

Анализът на резултатите свидетелства за много добри оценки на качеството по носимоспособност и сцепление и коефициенти на вариация 0,10-0,12, което е показател за правилен избор на пътната конструкция и добро качество на строителството, удовлетворяващо изискванията към материалите и технологията на работа. Голямото разсейване и ниската оценка за качеството на равността, обаче предполагат много ниско качество на работа на строителната бригада, използвана при полагане на пътното покритие, т.е. ниска квалификация на изпълнителния състав и недостатъчен оперативен контрол.

В заключение, предложената методика позволява да се изследва и оцени качеството на пътната настилка на горските пътища сравнително бързо и достатъчно точно без непосредствени измервания и да се диференцира заплащането на труда по показателя качество на извършените работи, а не само по количествения им израз.

### Литература

1. Аврамов Б., Г.Тасев. Оценка на качеството съхранение на ССТ., ССТ, 1988.
2. Золотарь Н. и др. Повышение надежности автомобильных дорог, М., 1977.
3. Моллова Н. Показатели за надеждност на горските пътища, IX Национална научно-практическа конференция с международно участие "Качеството-отговорности и ползи", С., 1998.
4. Моллова Н. Експертен метод за контрол на пътното строителство, VIII международна конференция "Лабораторен контрол", С., 1999.
5. Ротенберг Р. Основы надежности системы водитель-автомобиль-дорога-среда, М., 1986.
6. Тасев Г. Методически основи на научните изследвания. Ч.1, 2, С., 1995.
7. Тасев Г., Н.Моллова. Как да разработя дипломна работа, С., 1999.

## RESEARCH OF THE QUALITY OF THE ROADWAY OF FOREST ROAD

Nadka Mollova  
University of Forestry

### SUMMARY

It been developed a method for evaluation of the quality of the roadway of forest road, on the bases of mathematical-statistical method of the expert evaluations.