

# РЕЗУЛЬТАТЫ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА МАССО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ

М.А. СОЛОНСКИЙ, к.т.н. (БГАТУ)

Рассматривая дискретные значения массы ( $m_s, m_k$ ) и мощности ( $P_n, P_c$ ) трактора и их удельных показателей ( $m_{с.д.}, P_{с.д.}$ ) как случайные величины, сформируем и обработаем представительные выборки этих параметров с использованием методов теории вероятностей и математической статистики. Сформируем таблицу статистической информации для тракторов класса 1,4 (табл. 1) по данным ежегодника Red Book [3].

При обработке приведенной в табл. 1 статистической информации по каждому из шести параметров трактора ( $m_s, m_k, P_n, P_c, m_{с.д.}, P_{с.д.}$ ) вычислялись следующие выборочные характеристики: размах выборки  $W_{Hx}$ ; выборочная средняя величина параметра  $\bar{X}$  или  $\bar{X}_G$ ; выборочное среднее квадратическое отклонение  $S$  или  $S_G$ ; коэффициент вариации  $v(x)$  или  $v_G(x)$ . В дальнейшем независимо от метода обработки статистической информации выборочные будем обозначать через  $\bar{X}$  и  $S$ , а коэффициент вариации через  $v(x)$ . Результаты обработки всей совокупности статистической информации по тракторам класса 1,4 в виде выборочных характеристик массо-энергетических параметров приведены в табл. 2.

1. Статистическая информация по массо-энергетическим параметрам серийных тракторов 4К2 класса 1,4

Модель трактора	Численные значения параметров					
	$m_s$ , кг	$m_k$ , кг	$P_n$ , кВт	$P_c$ , кВт	$m_{с.д.}$ кг/кВт	$P_{с.д.}$ Вт/кг
AGCO ALLIS 7600	4086	3813	71,3	64,8	53,5	15,9
AGCO ALLIS 8610	5198	4836	82,3	74,8	58,8	14,4
Belarus 505M	3817	3560	48,9	44,5	72,8	11,7
Belarus 570	4036	3777	48,9	44,5	77,2	11,0
Belarus 800	3808	3551	60,1	54,6	59,1	14,3
Belarus 805	4080	3823	60,1	54,6	63,6	13,4
Belarus 615	4082	3831	49,1	44,5	78,0	10,9
Belarus 900	3808	3551	73,5	66,8	48,3	17,5
Belarus 905	4082	3823	73,5	66,8	52,0	16,4
CEB/U.S.A 8240	4315	4124	55,9	50,9	73,8	11,8
Case IH 5220	4110	3837	63,9	58,1	60,0	14,1
Case IH 5230	4494	4216	68,7	62,5	61,4	13,9
Case IH 5240	4654	4376	75,1	68,3	58,3	14,7
Case IH 5250	4654	4376	89,5	81,4	51,1	17,5
Deere & Co. 2955	4019	3749	68,9	62,6	54,4	15,6
Deere & Co. 3155	4812	4546	76,8	69,8	59,2	14,5
Deere & Co. 6200	3540	3350	52,7	48,0	63,6	13,6
Deere & Co. 6300	3575	3385	59,9	54,5	56,5	15,2
Deere & Co. 6400	3625	3435	67,9	61,8	50,6	17,0
Ford New Holland 7710	3458	3168	69,5	63,2	45,6	18,3
Ford New Holland 8210	4514	4216	75,9	69,0	55,5	15,3
Ford New Holland 7530 Hi-Clear	3862	3602	72,7	66,1	49,5	9,6
Hesston-Fiat 880-5DT	3464	3223	65,0	59,1	49,6	17,1
Hesston-Fiat 90-90	3563	3307	64,7	58,9	51,1	16,5
Hesston-Fiat 983DT	3636	3390	72,8	66,2	46,6	18,2
Hesston-Fiat ICG-90	3730	3479	72,3	66,1	48,0	17,7
Hesston-Fiat F110	4617	4282	78,3	71,2	54,7	15,4
Hesston-Fiat F110DT	4916	4581	78,3	71,2	58,5	14,5
Hesston-Fiat F130	4866	4531	91,9	83,6	49,3	17,2
Hesston-Fiat F130DT	5265	4930	91,9	83,6	53,6	15,9
Kubota 5580DT	3975	3750	63,9	58,1	58,7	14,6
Kubota 3950F	3340	3099	68,4	62,2	45,3	18,6
Kubota 9580DT	4035	3795	72,7	66,1	52,2	16,4
Landini Blizzard R75	3344	3197	52,7	47,9	60,7	14,3
Landini Blizzard R85	3524	3327	59,9	54,5	55,5	15,5
Landini Blizzard R95	3574	3377	63,9	58,1	52,6	16,3
Landini R7880	3628	3418	52,7	48,0	64,9	13,2

(Продолжение таблицы 1)

Модель трактора	Численные значения параметров					
	$m_k$ , кг	$m_c$ , кг	$P_n$ , кВт	$P_e$ , кВт	$m_{к.у.о}$ , кг/кВт	$P_{с.у.о}$ , Вт/кг
Landini R8880	3638	3428	59,9	54,5	57,2	15,0
Landini R9880	4031	3778	70,3	63,9	53,7	15,9
Landini R8880 HC	3720	3523	59,9	54,5	58,8	14,7
Landini R9880 HC	3826	3573	70,3	63,9	50,8	16,7
Landini R10000	4481	4177	75,1	68,3	55,6	15,2
Landini R13000	4540	4236	80,7	73,4	52,5	16,2
Landini R14500	5228	4938	96,7	87,9	51,1	16,8
Massey-Ferguson MF375	3444	3220	47,6	43,6	67,6	12,7
Massey-Ferguson MF390	3472	3248	55,9	50,9	58,1	14,7
Massey-Ferguson MF390T	3479	3256	63,9	58,1	50,9	16,7
Massey-Ferguson MF393	3641	3416	66,3	60,3	51,5	16,6
Massey-Ferguson MF396	3974	3735	70,3	63,9	53,1	16,1
Massey-Ferguson MF398	3647	3422	63,9	58,1	53,6	15,9
Massey-Ferguson MF399	3838	3594	71,9	65,4	50,0	17,0
Massey-Ferguson MF3070	4857	4566	65,7	59,7	69,5	12,3
Massey-Ferguson MF3075	4874	4577	68,7	62,5	66,7	12,8
Massey-Ferguson MF3120	5170	4866	79,9	72,7	60,9	14,1
SAME 100 2/4 WD	3968	3702	71,3	64,8	51,9	16,3
SAME 110 2/4 WD	4318	4052	79,1	71,9	51,2	16,7
Zetor 8211	4139	3905	56,6	51,4	69,0	12,4
Zetor 10211	4624	4390	70,3	63,9	62,4	13,8
Zetor 12211	4747	4449	81,7	74,3	54,5	15,7

Наряду с указанными результатами обработки всей совокупной статистической информации в табл. 3 приведены также значения этих же выборочных характеристик для тракторов отдельных отечественных и зарубежных тракторных фирм. Наличие таких данных позволяет выполнять сопоставительный анализ технического уровня тракторов одного и того же класса, типа и назначения, достигнутого разными тракторными фирмами.

Анализ данных табл. 2 и 3 позволил установить следующее.

1. Размах выборки как отношение  $x_{max}$  к  $x_{min}$  всей совокупной статистической информации для тракторов класса 1,4 составил для массы  $m_k$  и  $m_c$  около 1,6, для мощности  $P_n$  и  $P_e$  примерно 2 и для удельных критериев  $m_{к.у.о}$  и  $P_{с.у.о}$  около 1,4. Значительный размах выборки для  $P_n$  и  $P_e$  можно объяснить тем, что мощность тракторов одной и той же массы может существенно отличаться. Например (см. табл. 1), при практически одинаковой массе тракторов Belarus 900 и Belarus 505M ( $m_k = 3808$  и  $3817$  кг) их мощность

отличается в 1,5 раза (66,8 и 44,5 кВт).

2. Отношение выборочных средних эксплуатационной  $m_k$  и конструкционной  $m_c$  массы всей совокупной статистической информации по тракторам класса 1,4 составило 1,08, что подтвердило справедливость имеющейся в литературных источниках рекомендации о соотношении  $m_{к.у.о} = 1,08m_k$  [1, с. 5]. Однако эти данные не совпадают с ГОСТом 27021-86, где этот коэффициент

## 2. Выборочные характеристики массо-энергетических параметров тракторов класса 1,4 по всей их совокупности

Выборочные характеристики	Значения выборочных характеристик					
	$m_k$ , кг	$m_c$ , кг	$P_n$ , кВт	$P_e$ , кВт	$m_{к.у.о}$ , кг/кВт	$P_{с.у.о}$ , Вт/кг
$M_{n,e} = x_{max} - x_{min}$	5265—	4938—	96,7—	87,9—	69,5—50,0	17,0—
$\bar{x}$	3340	3099	47,6	43,6	57,2	12,3
$S$	543,9	506,0	12,3	11,2	7,64	2,01
$v(x)$	0,131	0,132	0,183	0,184	0,134	0,137

для колесных тракторов рекомендуется принимать равным 1,15.

3. Значение выборочной средней основного критерия, характеризующего технический уровень тракторов (удельной конст-

рукционной массы), по всей совокупной статистической информации, вошедшей в ежегодник Red Book за 1994 г., составило 57,2 кг/кВт. В то же время по ГОСТу 26817-86 этот критерий для тракторов класса 1,4 без рабочего и с рабочим оборудованием при эксплуатационной мощности 55 кВт предусмотрен в пределах (52 — 57,7)/(60 — 61,5) кг/кВт на период 1991 — 1996 годы, а при эксплуатационной мощности 75 кВт — 45/52 кг/кВт на период 1987 — 1992 годы.

4. Коэффициент вариации  $v(x)$  для массы  $m_k$  и  $m_c$  составил 0,131 — 0,132, для удельных критериев  $m_{к.у.о}$  и  $P_{с.у.о}$  — 0,134 — 0,137 и несколько выше (0,183 — 0,184) для критериев мощности  $P_n$  и  $P_e$ .

5. Значения выборочной средней удельной конструкционной массы тракторов класса 1,4 по фирмам, вошедшим в ежегодник Red Book за 1994 г., составили 50,2 кг/кВт у Ford New Holland, 51,4 кг/кВт у Hesston Fiat, 52,1 кг/кВт у Kubota, 55,8 кг/кВт у Landini и 56,9 кг/кВт у Deere & Co., что ниже выборочного среднего по всей совокупной информации 57,2 кг/кВт соответственно на 12,2; 10,1; 8,9; 2,4 и 0,5%. тогда, как этот показатель у Case IH 57,7 кг/кВт, у Massey Ferguson 58,2 кг/кВт, у Zetor 62,0 кг/кВт, у Belarus 63,0 кг/кВт, что выше выборочного среднего 57,2 кг/кВт

соответственно на 0,9; 1,7; 8,4 и 10,1%.

Представленный анализ статистической информации по массо-энергетическим параметрам базовых моделей универсально-

### 3. Выборочные характеристики массо-энергетических параметров тракторов класса 1,4 по отдельным отечественным и зарубежным фирмам

Фирма	Характеристики	Значения выборочных характеристик					
		$m_{ср}$ , кг	$m_{нн}$ , кг	$P_{нн}$ , кВт	$P_{ср}$ , кВт	$m_{к.р.}$ , кг/кВт	$P_{уд.}$ , Вт/кг
Belarus	$\bar{X}$	3983	3726	60,9	55,3	63,0	16,7
	$S$	226,7	186,0	12,9	11,7	14,0	2,78
	$v(x)$	0,06	0,05	0,21	0,212	0,22	0,167
Case IH	$\bar{X}$	4478	4201	74,3	67,5	57,7	15,1
	$S$	459	488	27,6	25,1	4,62	1,72
	$v(x)$	0,103	0,116	0,371	0,372	0,08	0,114
Deere & Co.	$\bar{X}$	3914	3693	65,0	59,3	56,9	15,2
	$S$	598	305	9,5	8,6	4,92	1,43
	$v(x)$	0,153	0,083	0,145	0,145	0,086	0,094
Ford New Holland	$\bar{X}$	3945	3662	72,7	66,1	50,2	14,4
	$S$	588	570	7,6	6,9	9,9	4,0
	$v(x)$	0,149	0,156	0,104	0,104	0,198	0,278
Hesston-Fiat	$\bar{X}$	4257	3970	76,9	69,9	51,4	16,6
	$S$	739	698	14,9	13,5	7,3	2,2
	$v(x)$	0,174	0,176	0,194	0,194	0,142	0,130
Kubota	$\bar{X}$	3783	3548	68,3	62,1	52,1	16,5
	$S$	590	530	4,7	4,2	9,2	3,0
	$v(x)$	0,156	0,149	0,069	0,068	0,176	0,182
Landini	$\bar{X}$	3958	3725	67,5	61,3	55,8	16,9
	$S$	603	538	13,0	11,8	4,6	1,4
	$v(x)$	0,152	0,144	0,192	0,192	0,082	0,083
Massey-Ferguson	$\bar{X}$	3840	3790	65,4	59,5	58,2	18,2
	$S$	676	635	7,0	9,0	7,6	1,7
	$v(x)$	0,176	0,168	0,102	0,151	0,13	0,093
Zetor	$\bar{X}$	4503	4248	69,5	63,2	62,0	14,0
	$S$	541	581	12,9	11,7	9,4	1,9
	$v(x)$	0,120	0,137	0,186	0,186	0,151	0,135

пропашных тракторов класса 1,4 свидетельствует, что предусмотренные ГОСТом 26817-86 значе-

ния удельной конструкционной массы  $m_{к.р.}$  для этих тракторов на период до 1996 г. близки к дос-

тигнутым в мировом тракторостроении значениям этого критерия.

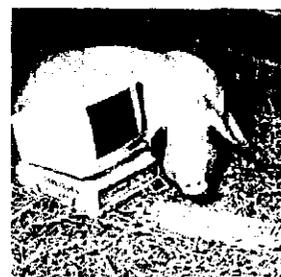
Сформированная статистическая информация по массо-энергетическим параметрам тракторов класса 1,4, результаты обработки этой информации методами теории вероятностей и математической статистики и выполненный сопоставительный анализ полученных результатов позволяет использовать вероятностную методику выбора массо-энергетических параметров в практике проектирования колесных тракторов.

#### Литература

1. Рациональный типоразмерный ряд перспективных сельскохозяйственных тракторов. / Ксенович И.П., Ляско М.И., Мининзон В.И., Парфенов А.П. // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 1990, №11.

2. Implement & Tractor. Red Book, Annual. // The Farm and Industrial Equipment. Specifications Encyclopedia. - 1994. - 81 с.

## Автоматизированная система кормления свиней на промышленном свинокомплексе



Республика Беларусь, г. Минск.  
Белорусский Государственный Аграрный Технический Университет.  
Гируцкий Иван Иванович.  
Тел. 2-64-04-92, факс 2-64-41-16.  
E-mail: [asup@batu.unibel.by](mailto:asup@batu.unibel.by), [sklis@batu.unibel.by](mailto:sklis@batu.unibel.by).