

СЕЛСКОПАНСКА АКАДЕМИЯ

Селскостопанска<sup>®</sup>  
техника

Agricultural  
Engineering

2 1999



НОСИТЕЛ НА ОРДЕН „КИРИЛ И МЕТОДИЙ“ II СТЕПЕН

СЪДЪРЖАНИЕ

МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ В РАСТЕНИЕВЪДСТВОТО

Кинематика на високочестотен орган за първична сепарация към картофоприбиращите машини <i>С. Ишипков, Б. Бахнев</i> .....	3
Изследване на плоскорезен работен орган за междуредова обработка на почвата в трайните насаждения <i>Н. Марков</i> .....	9
Ефективност на охладителния процес в биокамера от 20°C до 40°C <i>С. Манолова, М. Килифарска</i> .....	12

МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ В ЖИВОТНОВЪДСТВОТО

Метод за управление и експериментален модел на автоматизирана система за индивидуално дозирано хранене с концентриран фураж в млечното говедовъдство <i>Х. Събков, В. Илиев, И. Иванов, Д. Радев</i> .....	14
Относно избора на доилен агрегат за малките ферми <i>П. С. Проданов</i> .....	20
Климатизиране на бубарник <i>Р. Георгиев, М. Панайотов</i> .....	24

СЪЗДАВАНЕ, ИЗПИТВАНЕ И ВНЕДРЯВАНЕ НА СЕЛСКОСТОПАНСКА ТЕХНИКА

Изследване на система за автоматично управление на микроклимата в картофохранилища, с оглед осигуряване на основните микроклиматични параметри <i>Г. Капашиков, Д. Томова</i> .....	28
Обосноваване на раздробител за трактори с малка мощност <i>Л. Асенов</i> .....	33
За построяване теглителната характеристика на трактора <i>Б. Гигов, Й. Димитров</i> .....	38

ХИДРОМЕЛИОРАЦИИ

Технологични решения за предпазване на стопански сгради и площадки от вредното въздействие на повърхностни и подпочвени води <i>П. Петков, С. Статкова</i> .....	43
Многократна оптимизация при еколого-икономическа оценка на напоителните системи <i>Н. Г. Начков</i> .....	50



## СОДЕРЖАНИЕ

## МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСТЕНИЕВОДСТВА

- Кинематика в,сокочастотного органа первичной сепарации для картофелеуборочных машин  
С. Иштеков, Б. Бахнев ..... 3
- Исследование плоскорежущего рабочего органа для междурядной обработки почвы в многолетних насаждениях  
Н. Марков ..... 9
- Эффективность процесса охлаждения в биокамере с 20°C до 40°C  
С. Манолова, М. Килифарска ..... 12

## МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ЖИВОТНОВОДСТВА

- Метод управления и экспериментальная модель автоматизированной системы для индивидуальной дозированной выдачи концентратов в молочном скотоводстве  
Х. Сыбков, В. Илиев, И. Иванов, Д. Радев ..... 14
- О выборе доильного агрегата для семейных ферм  
П. С. Проданов ..... 20
- Климатизация в червоводне  
Р. Георгиев, М. Панайотов ..... 24

## СОЗДАНИЕ, ИСПЫТАНИЕ И ВНЕДРЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

- Исследование системы автоматического регулирования микроклимата в картофелехранилище с целью обеспечения основных микроклиматических параметров  
Г. Капашиков, Д. Томова ..... 28
- Обоснование измельчителя для тракторов малой мощности  
Л. Асенов ..... 33
- О построении тяговой характеристики трактора  
Б. Гигов, Й. Димитров ..... 38

## ГИДРОМЕЛИОРАЦИИ

- Технологические решения с целью предохранения хозяйственных построек и площадок от вредного воздействия поверхностных и грунтовых вод  
П. Петков, С. Статкова ..... 43
- Многokратная оптимизация при эколого-экономической оценке оросительных систем  
Н. Г. Начков ..... 50

## CONTENTS

## MECHANIZATION AND AUTOMATION IN PLANT GROWING

- The kinematics of a high-frequency tool for initial separation with the potato-harvesting machines  
S. Ishpekov, B. Bahnev ..... 3
- Investigation of a sub-surface tillage tool for interrow soil cultivation in orchards and vineyards  
N. Markov ..... 9
- The efficiency of the refrigerating process in a bioclimatic chamber under temperatures from 20°C to 40°C  
S. Manolova, M. Kilifarska ..... 12

## MECHANIZATION AND AUTOMATION IN ANIMAL HUSBANDRY

- A method of control and an experimental model of an automated system for individual dosed feeding with concentrate in the dairy cattle breeding  
Hr. Sabkov, V. Iliev, I. Ivanov, D. Radev ..... 14
- The choice of a milking installation for the family farms  
P. C. Prodanov ..... 20
- Air-conditioning of a silk-worm breeding room  
R. Georgiev, M. Panayotov ..... 24

## DEVELOPMENT, TESTING AND INTRODUCTION OF AGRICULTURAL MACHINERY

- Investigation of a system for automatic control of the microclimate in potato storages with the objective to ensure the main microclimatic parameters  
G. Kapashikov, D. Tomova ..... 28
- A research on some parameters of a stalk shredder intended for tractors of limited power  
L. Assenov ..... 33
- Plotting the pull graph of a tractor  
B. Gigov, Y. Dimitrov ..... 38

## IRRIGATION AND DRAINAGE

- Technological solutions for protection of farm buildings and platforms from the harmful effect of surface and ground waters  
P. Petkov, S. Statkova ..... 43
- Multitime optimization at the ecological-economical evaluation of the irrigational systems  
N. G. Natchkov ..... 50



## За построяване теглителната характеристика на трактора

Бойко Гизов, Йордан Димитров  
Технически университет, София 1000

### УВОД

При провеждане на теглителни изпитания с трактори се налага да се обработят голямо количество опитни данни, за да се построи достатъчно достоверна теглителна характеристика, чрез която да се оценят теглително-сцепните възможности на изпитвания трактор. Необходимо е да се даде обоснована оценка за това, дали получените опитни точки се подчиняват на някаква закономерност и да се предложат емпирични зависимости за кривите на боксуването на ходовия движител, на скоростта и теглителната мощност, реализирани от трактора на отделните предавки. За тази цел може да се приложи класическата процедура на регресионен анализ, която се основава на метода на най-малките квадрати и вероятностния подход при определянето на оценките на регресионните коефициенти, на дисперсията на случайната грешка, на доверителните интервали за предсказаните стойности и др. В такъв случай се оказва, че ръчната обработка на опитните данни е доста трудоемка задача, която отнема понякога повече време на експериментатора отколкото самите експерименти. Възниква въпросът, дали не е възможно този анализ да се извърши чрез популярни и достъпни програмни продукти, например електронни таблици, които не предявяват особено високи изисквания към хардуера, като от една страна се облекчи тази дейност, а от друга се даде възможност за лесно експериментиране с различни регресионни модели.

*Обработка на резултатите от изпитване на малък трактор 4x4 с помощта на електронна таблица*

При теглителното изпитване са измервани теглителната сила  $F_T$ , времето  $t_{cp}$  и оборотите  $n_{cp}$  на задвижващите колела при преминаване на трактора през бетонен измервателен участък с фиксирана дължина в установен режим на празен ход и с различно теглително натоварване. От тях се изчисляват средната скорост  $V$ , теглителната мощност  $N_T$  и боксуването  $\delta$ .

За обработка на опитните данни е използвана електронната таблица EXCEL (версия 5.0 или по-висока). Чрез сортиране на множеството експериментални данни с командата Sort от меню Data и осредняване са получени обобщени точки. По тях са съставени таблици за двете работни предавки

на трактора и данните са нанесени като опитни точки чрез командата Chart от меню Insert.

За бърза предварителна оценка на апроксимиращите линии се използва командата Insert Trendline, която предлага няколко типове на линията, извеждане на нейното уравнение и квадрата на коефициента на множествена корелация  $R^2$  на графиката. Когато е необходимо да се експериментира с по-широк кръг от функции и извършване на пълен регресионен анализ е на разположение включената в EXCEL стандартна процедура за линеен регресионен анализ [4], която се активира от меню Tools и командата Data Analysis, Regression. Тя може да се използва, ако моделът е линеен или може да се приведе към такъв.

При нелинеен, по отношение на факторите модел, се използват вградените функции за матрично смятане - Transpose, Mmult, Minverse и др., а при нелинейно параметризиран модел - програмата за оптимизация чрез итерации - Solver. На разположение са също така и всички необходими формули, тестове и видове разпределения на случайни величини, използвани най-често в математическата статистика. С тяхна помощ може да се експериментира и да се сравняват по определени параметри различни модели.

За уточняване на апроксимиращата функция (модела) могат да се използват отделните типове на командата Trendline или да се направи справка в специалната литература (например за кривата на боксуване се препоръчва в [2] да се апроксимира с логаритмична линия от вида:

$$(1) \quad \delta = b_1 \ln[b_2 / (b_3 - T)],$$

където:

$b_1$ ,  $b_2$  и  $b_3$  са неизвестните коефициенти;  
 $T$  - кодираната стойност на фактора теглителна сила.

Друг вариант за тази крива е линеен по параметри модел от вида:

$$(2) \quad \delta = \sum_{i=1}^k b_i f_i$$

където:

$f_i$  са функции на факторите в регресионния модел (регресори);

$b_i$  - търсените коефициенти.



След приемане вида на модела, факторите (в случая е само един - теглителната сила  $F_T$ ), се кодират с цел опростяване на изчисленията и независимост на същите от мерната единица, като стойностите им  $x_i$  се получават в диапазона от -1 до 1:

$$(3) \quad x_i = (F_{Ti} - F_{Tcp}) / \Delta F_T$$

където:

$F_{Tcp} = (F_{Tmin} + F_{Tmax}) / 2$  е основното ниво;  
 $\Delta F_T = |F_{Tmax} - F_{Tmin}| = |F_{Tmin} - F_{Tcp}|$  - интервалът на вариране.

При определяне на коефициентите се използва основното уравнение при работа по метода на най-малките квадрати, записано в матрична форма [1] и от него се извежда векторът на оценките на неизвестните коефициенти -  $b$  ( $b_1, b_2, b_3, \dots, b_k$ ), където  $k$  е техният брой. (Необходимо е общия брой на проведените опити да бъде  $N \geq k$ )

$$(4) \quad b = C \cdot z,$$

където:

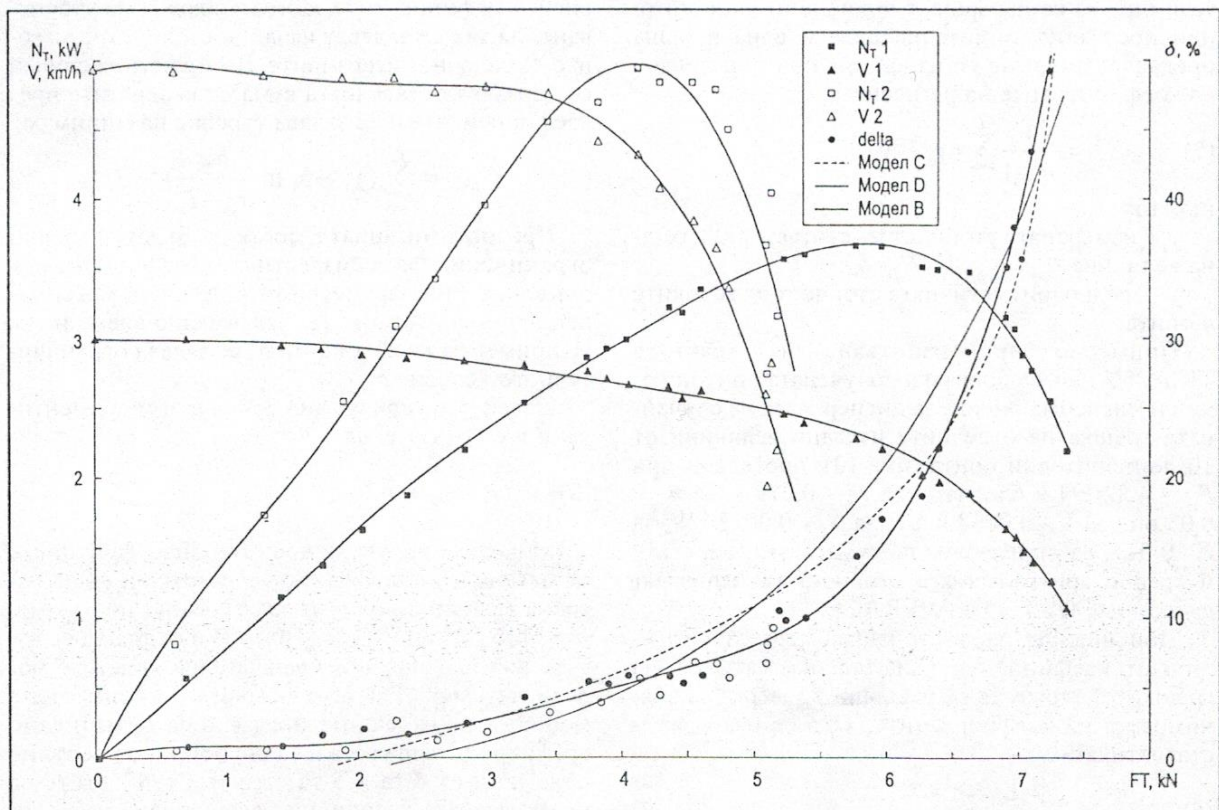
$C = (F^T \cdot F)^{-1}$  е ковариационна матрица (матрица на грешките) с размерност  $(k \times k)$ ;

$z = F^T \cdot y$  - вектор с размерност  $(k \times 1)$ .

Матрицата  $C$  се получава като обратна на ин-

формационната матрица  $G = F^T \cdot F$ , а матрицата  $F$  с размерност  $(N \times k)$  е матрица на регресорите. Тя се съставя за всяка една изходна величина и е удобно да се разположи в отделен лист на електронната таблица. Всеки стълб от тази матрица се състои от множество стойности на една от функциите  $f_i$ , изчислени с кодираната стойност на факторите във всяка една опитна точка, а всеки ред - от множество стойности на всички участващи в уравнението на регресията функции  $f_i$ , изчислени с кодираните стойности на факторите за дадена опитна точка. При съставяне на матрицата  $F$  могат да се задават по-висока или по-ниска степен на полинома, непълен полином или друг вид на функциите  $f_i$ , стига да не съдържат неизвестните коефициенти.  $F^T$  е транспонираната матрица на  $F$ . Векторът  $z$  се получава като се умножи транспонираната матрица с вектор стълба на измерените стойности на изходната величина  $y$  ( $y_1, y_2, y_3, \dots, y_N$ ).

Въведени веднъж, формулите за изчисление на вектора  $b$  в електронната таблица работят автоматично при промяна вида на модела и броя на функциите (коефициентите) в него. Ако се експериментира с модел от вида  $y = b_1 + b_2x + b_3x^2 + b_4x^3$ , при което стълбовете с втора и трета степен на фактора  $x$  се преместват встрани от активното поле, в което е въведена формулата се получава



Фиг. 1. Опитни точки и апроксимиращи линии на опростени модели на теглителната характеристика  
 Fig. 1. Experimental points and approximating lines of simplified models of the pull graph



непълнен полином от 5-та степен с по-малко коефициенти. При тези размествания резултатите за съответните матрици  $F^T$ ,  $G$  и  $C$  и вектори  $z$  и  $b$ , автоматично се променят. По този начин за някои от изходните величини са получени по-прости модели и техните линии са дадени на Фиг. 1. Например за боксуването вместо полином от 6-та степен със седем коефициента (който е получен чрез Trendline), след опростяване се получи задоволителна крива на непълнен полином от 5-та степен с четири коефициента.

След пресмятане на коефициентите на модела трябва да се провери дали всички коефициенти в полученото уравнение са значими и възможно ли е някои от тях да са се получили различни от нула само благодарение на разсейването от случайната грешка. Незначимите коефициенти се приемат равни на нула и моделът се опростява, като параметрите на новия модел не би трябвало да се влошават съществено, а някои от тях даже се подобряват, понеже се увеличава броят на степените на свобода.

За оценка на значимостта на коефициентите, както и за други проверки предварително се налага да се направи независима оценка  $S_\varepsilon^2$  за дисперсията на случайната грешка  $\sigma_\varepsilon^2$ . Ако  $\varepsilon$  е случайната грешка, която се приема за нормално разпределена случайна величина, то за определяне на тази оценка се извършват  $n$  допълнителни опита при постоянна теглителна сила и една и съща предавка, които не се използват при определяне на коефициентите на регресията:

$$(5) \quad S_\varepsilon^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$$

където:

$y_i$  е измерената стойност на съответната изходна величина ( $t_{cp}$ ,  $n_{cp}$ ,  $V_p$ ,  $N_{T_p}$ ,  $\delta_p$ );

$\bar{y}$  - средноаритметичната стойност от всичките  $n$  опита.

Примерно при изпитване на трактора ТКБ225У на I-ва предавка получената по този начин независима оценка за дисперсията на случайната грешка на отделните изходни величини от 10 допълнителни опита ( $n = 10$ ), проведени при  $F_T = 4,32$  kN е следната: за  $t_{cp}$  - 0,019 s; за  $n_{cp}$  - 0,08 об.; за  $V$  - 0,0008 km/h; за  $N_T$  - 0,0012 kW; за  $\delta$  - 0,017. За определяне на сумата от квадратите и средно аритметичната стойност се използват функциите DEVSQ и AVERAGE.

При линейно-параметризиран модел и некорелирани коефициенти (диагонална матрица на грешките), може да се извърши проверка за значимостта на коефициентите, като се използва  $t$ -статистиката:

$$(6) \quad t_i = \frac{|b_i|}{S_\varepsilon \sqrt{c_{ii}}} > t_T$$

където:

$b_i$  е оценката за  $i$ -тия коефициент, получена по метода на най-малките квадрати;

$S_\varepsilon$  - оценката за средноквадратичното отклонение на случайната грешка;

$c_{ii}$  - съответният диагонален елемент на ковариационната матрица;

$t_T$  - табличната стойност на разпределението на Стюдънт (вградена функция TINV), която в този случай при ниво на значимост  $\alpha = 0,05$  (приема се в границите 0,01 до 0,1) и степени на свобода  $\nu = n-1 = 9$ , с които е определена оценката за дисперсията на случайната грешка, се получава 2,26.

Ако неравенство (6) е изпълнено коефициентът е значим, а в противен случай - незначим. При корелирани коефициенти моделът се опростява по метода на включването и изключването или по други методи, които са по-трудоемки. Когато избраният модел е нелинеен по параметри (например логаритмичната зависимост за  $\delta$ ) трябва да се приложи подобна процедура с итерации, което усложнява работата. Много полезна в този случай се явява вградената функция за оптимизация Solver [3]. Чрез нея се намират желаните оценки за неизвестните коефициенти направо, без използване на матрици. В диалоговия прозорец на Solver се задава клетката, която ще се оптимизира (минимизира) и клетките, от които зависи - коефициентите, които подлежат на уточняване. За тях се задават начални стойности, от които да започнат итерациите. В конкретния случай се изразява остатъчната сума от квадратите чрез коефициентите и се задава търсене на минимум:

$$(7) \quad Q_{\min} = \sum_{i=1}^N (y_i - b_1 \ln \frac{b_2}{b_3 - T_i})^2$$

При оптимизацията могат да бъдат зададени ограничения за неизвестните коефициенти и допълнителни параметри като: точност, максимален брой на итерациите, максимално време и т.н. Например за коефициента  $b_3$  се задава ограничителното условие  $b_{3\min} > T_{\max}$ .

Освен с логаритмична крива е експериментирано и с показателна:

$$(8) \quad \delta = b_1 + b_2^T$$

Моделите получени чрез Trendline, функциите за матрично смятане и Solver за една и съща изходна величина -  $\delta$  могат да се сравнят по параметри (Табл. 1) и визуално (Фиг. 1) и от тях да се избере най-подходящия. Окончателно приетите модели за скоростта на движение и теглителната мощност на отделните предавки са дадени само графично на фигурата и са опростени до непълни полиноми от 4-та и 5-та степен. Стойностите на предсказаните величини за окончателно избраните модели, както и доверителните нива за всяка една опитна точка при вероятност 95% са определени



лени в отделни листове на електронната таблица чрез табличната стойност на  $t$  - разпределението и оценката за средно квадратичното отклонение на предсказаната стойност, съгласно зависимостите:

$$(9) \quad y_{np}(x) - t_T S(y_{np}) \leq Y(x) \leq y_{np}(x) + t_T S(y_{np})$$

$$(10) \quad S(y_{np}) = S_\epsilon \sqrt{f^T C f}$$

където:

$f [f_1(x), f_2(x), f_3(x), \dots, f_k(x)]$  е векторът на функциите, участващи в регресионния модел, изчислени за съответната точка  $x_i$  (ако факторите са повече от един;

$x_i (x_{1i}, x_{2i}, x_{3i}, \dots, x_{mi})$  е също вектор на факторите. В табл. 1 се привеждат само част от резултатите, получени за боксуването.

За определяне на значимостта на коефициента

$R$ , както и за изчисление на стойността му се пресмятат по известните формули чрез вградените функции RSQ, SUMXMY2 и DEVSQ съответните суми от квадратите:  $Q$  - обща,  $Q_R$  - на регресионната и  $Q_{ocm}$  - остатъчна (7) и като се има предвид връзката  $Q = Q_R + Q_{ocm}$  за  $R$  може да се запише:

$$(11) \quad R^2 = Q_R/Q = 1 - Q_{ocm}/Q.$$

Оценките за дисперсиите се определят, като се отчетат съответните степени на свобода:  $v = N - I$ ;  $v_R = k - I$  и  $v_{ocm} = N - k$

$$(12) \quad S_{ocm}^2 = Q_{ocm}/v_{ocm} = Q_{ocm}/(N - k);$$

$$S_R^2 = Q_R/v_R = Q_R/(k - I).$$

По тях се съставят дисперсионните отношения:

Таблица 1. Сравнение на моделите за боксуването  
Table 1. Comparison of the slippage models

	Лин. Параметризиращи With linear parametrization		Нелинейно-параметр. with non-linear parametrization		
	Trendline	Матрици	Оптимиз. със Solver Optimized		
	Полин. 6-та Polynomials	Полин. 5-та Polynomials	$b_1 \ln b_2 / b_3 - T$	$b_1 + b_2^T$	
Модел Model	A	B	C	D	
Фактори Factors	$F_T$	x	T	T	
Коефициенти Coefficients	b1 b2 b3 b4 b5 b6 b7	0,1308296 -1,184959 3,5316115 -2,38857 0,7537099 -0,110282 0,0062656	4,4579512 8,4955064 0 0 23,379749 19,375442	13,4618 9,5973 0,8154 ограничения / restrictions $b_{3min}$ 0,809	-3,6437 129,10
Обща сума Q Total amount	9021				
Брой коефициенти k Number of coefficients	7	4	3	2	
Остатъчна сума $Q_{ocm}$ Residual sum	51,317	57,072	300,867	436,110	
Степен на свобода $v_{ocm} = N - k$ Degrees of freedom	38	41	42	43	
Дисп. отнош. $F_A = S_{ocm}^2 / S_\epsilon^2$ Dispersion ratio	0,7644	0,7880	4,0550	5,7410	
Фишер $F_T(0,05, v_{ocm}, 9)$	2,832	2,823	2,820	2,818	
Адекватност Adequacy	да	да	не	не	
Сума на регр. $Q_R = Q - Q_{ocm}$ Sum of the regressions	8969,3	8963,6	8719,8	8584,5	
Степен на свобода $v_R = k - 1$ Degrees of freedom	6	3	2	1	
Коеф. на детерминация $R^2$ Coefficient of determination	0,9943	0,9937	0,9666	0,9519	
Дисп. отнош. $F_R = S_R^2 / S_{ocm}^2$ Dispersion ratio	1106,97	2146,43	608,63	846,43	
Фишер $F_T(0,05, v_R, v_{ocm})$	2,349	2,833	3,220	4,067	
Значимост на R Significance of R	да	да	да	да	



$$(13) \quad F_A = S_{ocm}^2 / S_\epsilon^2;$$

$$F_R = S_R^2 / S_{ocm}^2 = R^2(N-k)/(1-R^2)(k-1),$$

с които се оценява съответно адекватността на модела и значимостта на коефициента  $R$ . За целта се отчитат табличните стойности на разпределението на Фишер и дисперсионните отношения се сравняват с тях. (Използва се вградената функция FINV).

Ако  $F_A \leq F_T = F(\alpha, v_{ocm}, v_\epsilon)$ , то моделът се смята за адекватен и може да се използва за предсказване на стойността на изходната величина, тъй като двете дисперсии се смятат за съизмерими и хипотезата за равенство на  $\sigma_{ocm}^2$  и  $\sigma_\epsilon^2$  не се отхвърля.

Ако  $F_R > F_T = F(\alpha, v_R, v_{ocm})$ , то коефициентът на множествена корелация е значим и неговата стойност не може да се обясни само с действието на случайните смущения.

#### ИЗВОДИ

Опитните данни от теглителното изпитване могат успешно да се апроксимират със сравнително прости модели. Приетите линии за апроксимация, получени с командата InsertTrendline

(пълни полиноми от пета и шеста степен), се оказва че могат да се опростят, без съществено да се влошат параметрите на регресионния анализ.

Нелинейно-параметризираните модели приети за кривата на боксуването - модел С - логаритмична и модел D - показателна крива са по-прости, но в този конкретен случай се оказват неадекватни.

С помощта на електронната таблица EXCEL може лесно и бързо да се експериментира с различни модели и да се извършва пълноценен регресионен анализ на опитни данни.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Вучков, И. Експериментални изследвания и идентификация. София, Техника, 1990, 317 стр.
2. Димитров, Й. Проектиране и конструиране на трактора. София, Земиздат, 1990, 266 стр.
3. Игнатова, Е. Бизнесприложения с EXCEL и LOTUS 1-2-3. Изследване на операциите. Computer 12/95, 5 стр.
4. Стефанов, Б., В. Бирданова. Прогнозиране с EXCEL 7.0 FOR WINDOWS 95. Computer 3/97, 5 стр.

*Статията е постъпила в редакцията на 3.12. 1998 г.*

## О построении тяговой характеристики трактора

*Б. Гигов, Й. Димитров*

*Технически университет, София 1000*

#### РЕЗЮМЕ

Описывается способ обработки экспериментальных данных тяговых испытаний тракторов с помощью электронной таблицы. Этот подход позволяет автоматизировать классическую процедуру регрессионного анализа и значительно облегчает обработку. Предлагается аналитический вид кривых тяговой характеристики малого колесного трактора 4x4, причем производятся вычислительные эксперименты с разными регрессионными моделями, которые сравниваются по числу коэффициентов, адекватности, значимости коэффициента множественной корреляции и др. Делаются соответствующие выводы с целью подтверждения вида кривых тяговой характеристики испытуемого трактора.

## Plotting the Pull Graph of a Tractor

*B. Gigov, Y. Dimitrov*

*Technical University, Sofia 1000*

#### ABSTRACT

A way of processing experimental data from pull tests with tractors by means of an electronic table is described in the paper. This approach enables the classical procedure of regression analysis to be automated and the processing to be considerably facilitated. An analytical type of the pull graph curves of a small wheeled 4x4 tractor is put forward, after having made calculation experiments with various regression models which were compared by the number of coefficients, the adequacy, significance of the multiple correlation coefficient, etc. The relevant conclusions for confirmation of the type of the pull graph curves of the tested tractor were made.