скую, экономическую эффективность, а также надежность, безотказность и адаптационную способность сравниваемых зерносушилок.

Литература

1. *Манасян С.К.* Принципы конвективной сушки зерна // Вестн. КрасГАУ. – Красноярск, 2008. – № 4.
2. *Цугленок Н.В., Манасян С.К.* Теоретические основы интенсификации процесса сушки зерна // Аграр. наука на рубеже веков: мат-лы Всерос. науч.-практ. конф. / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2005. – С. 134–135.
3. Манасян С.К. Моделирование и интенсификация процесса сушки зерна // Науч. тр. ВИМ. – Т.148. – М., 2003. – С.216–225.
4. *Жуков, М.А.* Сушилка С-30*;* ЗАО Кировагропромтехника. http://www.agroprom-kirovcity.ru.
5. *Малин Н.А.* Энергосберегающая сушка зерна. – М.: КолоСС, 2004. – 240 с.
6. *Манасян С.К.* Оптимизация моделей процесса сушки зерна // Мат-лы 18-й науч.-техн. конф. ЧГАУ. – Челябинск, 2004.– С. 174–177.
7. *Цугленок Н.В., Манасян С.К.* Проблемные вопросы сушки и послеуборочной обработки зерна // Ресурсосберегающая технологии механизации с.х.: прил. к «Вестнику КрасГАУ» – Красноярск, 2003. – №1. – С.122–125.
8. *Липкович Э.И.* Проблема качества отечественной сельскохозяйственной техники // Тракторы и с.-х. машины. – 2009. – № 11. – С. 3–7.
9. *Маслов Г.Г.* Методика комплексной оценки эффективности сравниваемых машин // Тракторы и с.-х. машины. – 2009. – № 10. – С. 31–33.
10. *Цугленок Н.В.* Энерготехнологическое прогнозирование. – Красноярск, 2006. – 315 с.

УДК 629.114.2

Н.И. Селиванов, В.Н. Запрудский, Н.В. Кузьмин

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАКТОРОВ

Разработаны модели и алгоритм сравнительной оценки эффективности тракторов на операциях основной обработки почвы. Получены уточненные значения коэффициента перевода серийных и перспективных тракторов общего назначения в условные эталонные.

***Ключевые слова**: трактор, энергетический баланс, скорость, энергонасыщенность, производительность, энергозатраты.*

N.I. Selivanov, V.N. Zaprudsky, N.V. Kuzmin

COMPARATIVE ESTIMATION OF TRACTOR EFFICIENCY

Models and algorithm for the comparative estimation of tractor efficiency at the operations of the basic soil processing are developed. The specified figures of the factor for transfer of the serial and perspective tractors of a general purpose into the conditional standard are received.

***Key words**: tractor, power balance, speed, power saturation, productivity, power inputs.*

Для сравнительной оценки уровня использования тракторов разных марок и планирования потребности в парке машин производится учет их суммарной выработки в условных единицах. В качестве единицы измерения суммарной выработки тракторных агрегатов принят [1] условный эталонный гектар (у. э. га). С понятием у. э. га взаимосвязано понятие условный эталонный трактор (у. э. тр.), за который принимают трактор, обеспечивающий агрегату производительность в один у. э. га за один час сменного времени. Физические тракторы переводят в условные эталонные умножением на коэффициент $\lambda_{эт}$, определяемый по соотношениям их эталонных выработок на основной обработке почвы (вспашке). Однако широкое использование новых моделей отечественных и зарубежных тракторов с переменными массоэнергетическими параметрами и высокими тягово-динамическими свойствами затрудняет адекватную оценку их технического уровня с использованием установленных значений нормативных коэффициентов перевода физических тракторов в условные $\lambda_{эт}$. Это вносит существенные погрешности в оценку уровня использования и планирования потребности в новых тракторах.

Цель работы – установление взаимосвязи показателей эффективности и параметров эксплуатационных свойств тракторов для сравнительной оценки их технического уровня.

Поставленная цель достигается решением следующих задач:

1) установить взаимосвязь показателей эффективности и параметров эксплуатационных свойств для сравнительной оценки тракторов;

2) определить значения коэффициента перевода новых моделей тракторов в условные эталонные.

Основными показателями эффективности для тракторов являются потенциальная производительность и удельные энергетические затраты на основной обработке почвы. Их определение производится по потенциальной тяговой характеристике на режиме предельно допустимого буксования или максимального тягового КПД в условиях вероятностной нагрузки с учетом следующих ограничений:

1) взаимосвязь буксования δ и тягового усилия $P_{кр}=\varphi_{кр}m_э g$ для однотипных по движителю тракторов в рабочем диапазоне нагрузок аппроксимируется функцией $\delta=a\varphi_{кр}/(b-\varphi_{кр})$;

2) предельно допустимое буксование движителей тракторов $\delta_д$ на стерне при максимальном тяговом усилии $P_{крmax}$ составляет: 15 % – колесных 4к4; 5 % – гусеничных.

Уравнение энергетического баланса трактора в установившемся режиме прямолинейного движения на горизонтальной поверхности, с учетом принятых допущений, запишется в виде

$$\xi^*_{\overline{N}} N_{еэ}\eta_{тр}\eta_\delta - \left(1+\mu_f\right)f_v m_э g\overline{V} = K_a B\overline{V}. \qquad (1)$$

Первое выражение левой части уравнения (1) представляет номинальную эксплуатационную мощность двигателя $N_{еэ}$, приведенную к ведущим колесам трактора при установленных значениях коэффициента ее использования $\xi^*_{\overline{N}}$, КПД трансмиссии $\eta_{тр}$ и КПД буксования $\eta_\delta = (1-\delta)$.

Второе выражение определяет потери мощности двигателя на качение трактора N_f с учетом потерь в шинах (гусеницах) и подвеске при колебаниях остова $\mu_f \approx (0{,}05-0{,}10)f_o$.

Тогда при коэффициенте сопротивления качению

$$f = \left(1+\mu_f\right)f_o + c(\overline{V}-V_o),$$
$$N_f = f m_э g\overline{V}. \qquad (2)$$

Выражение в правой части уравнения (1) характеризует затраты мощности двигателя $N_{кр}$ на перемещение рабочей машины с удельным тяговым сопротивлением K_a и шириной захвата B со средней скоростью $\overline{V}$. Выразив K_a через удельное сопротивление K_o при V_o=1,4 м/с и его приращение от скорости ΔK, получим

$$N_{кр} = K_o[1+\Delta K(\overline{V}^2 - V_o^2)]B\overline{V}. \qquad (3)$$

Произведение $B\overline{V} = \overline{W}$ представляет чистую производительность агрегата в условиях вероятностной тяговой нагрузки. Тогда

$$\overline{W} = \frac{\xi^*_{\overline{N}} N_{еэ}\eta_{тр}\eta_\delta - f m_э g\overline{V}}{K_o[1+\Delta K(\overline{V}^2 - V_o^2)]}. \qquad (4)$$

Значение средней скорости движения трактора с установленными массоэнергетическими параметрами определится из выражения [2]

$$\overline{V} = \frac{\xi^*_{\overline{N}} N_{еэ}\eta_{тр}}{m_э g}\left(\frac{\eta_\delta}{\varphi_{кр}+f}\right)_{max}. \qquad (5)$$

Коэффициент использования мощности $\xi^*_{\overline{N}}$ характеризует экстремальный нагрузочно-скоростной режим работы двигателя при вероятностной нагрузке. Он представляет произведение коэффициентов

$$\xi^*_{\overline{N}} = \xi^*_{N1}\xi^*_{\overline{M}1}, \qquad (6)$$

η_x – КПД, учитывающий потери в трансмиссии на холостом ходу (η_x=0,95–0,97).

Коэффициент KN_1 зависит от распределения веса трактора по осям и составляет для тракторов 4к4а 0,25–0,40 и 0,40–0,50 – для тракторов 4к4б.

Потери мощности на качение трактора в формуле (4) можно выразить через КПД сопротивления качению η_f, значение которого при известных коэффициентах сцепления φ, и использование сцепного веса трактора $\varphi_{кр}$ определится как

$$\eta_f = \frac{\varphi_{кр}}{\varphi} = \frac{(\varphi - f)}{\varphi}. \quad (14)$$

Тогда чистая производительность агрегата на режиме предельно допустимого буксования

$$\overline{W} = \frac{\xi^*_{\overline{N}} N_{еэ} \eta_{тр} \eta_{\delta_д} (\varphi_{max} - f)}{K_o \mu_к \varphi_{max}}, \quad (15)$$

где $\mu_к = 1 + \Delta K(\overline{V}^2 - V_o^2)$.

Удельные (на единицу обрабатываемой площади) энергетические $E_п$ (кДж/м^2) и топливные q_w(кг/га) затраты при этом выразятся как

$$E_п = \xi^*_{\overline{N}} N_{еэ} / \overline{W} = K_o \mu_к / \eta_{т.д} = K_o E_к; \quad (16)$$

$$q\overline{w} \approx 2{,}77 \overline{q}_{ен} E_п, \quad (17)$$

где $\eta_{т.д} = \eta_{тр} \eta_f \eta_{\delta_д}$ – тяговый КПД трактора на режиме допустимого буксования.

Для сравнительной оценки тракторов необходимо учитывать коэффициент использования времени смены $\tau = T_р / T_{см}$ [4]

$$\tau = \frac{(h_w - a_w \overline{W})}{(1 + K_w \overline{W})}. \quad (18)$$

Тогда техническая производительность агрегата П (га/ч) в функции от $\overline{W}$ определится из выражения

$$П = 0{,}36 \overline{W} \tau = 0{,}36 \frac{(h_w - a_w \overline{W})}{(1 + K_w \overline{W})} \overline{W}, \quad (19)$$

где h_w, a_w, K_w – коэффициенты, характеризующие природно-производственные условия.

Удельные энергозатраты (кВтч/га) и топливные (кг/га) затраты при этом

$$\begin{cases} E'_п = E_п / 0{,}36r; \\ q\overline{w}' = q\overline{w} / r. \end{cases} \quad (20)$$

Относительный показатель технической производительности для сравнительной оценки тракторов выразится как

$$\lambda_п = П / П_o = \lambda_{\overline{w}} \lambda_т = \lambda_{\xi_{\overline{N}}} \lambda_{N_{еэ}} \lambda_{\eta_{тр}} \lambda_{\eta_\delta} \lambda_{\eta_f} \lambda_т / \lambda_{\mu_к}, \quad (21)$$

или

$$\lambda_п = \lambda_{\xi_{\overline{N}}} \lambda_{N_{еэ}} \lambda_{\eta_т} \lambda_т / \lambda_{\mu_к}, \quad (22)$$

где $П_o$ – техническая производительность пахотного агрегата (га/ч) с базовым трактором.

Относительные показатели энергетических и топливных затрат с учетом выражения (20)

учитывающих потенциальное использование мощности ξ^*_{N1} из-за недогрузки и недобор (недоиспользование) мощности из-за снижения средней частоты вращения коленчатого вала $\xi^*_{\overline{N}1}$.

Коэффициент ξ^*_{N1} зависит от загрузки двигателя по крутящему моменту $\xi_м = \overline{M}_к/M_н$ и скоростному режиму $\xi_ω = \overline{ω}_д/ω_н = \overline{n}_д/n_н$

$$\xi^*_{N1} = \xi^*_м \xi^*_ω. \quad (7)$$

Для установленных значений коэффициентов приспособляемости двигателя по крутящему моменту $K_м=M_{max}/M_н$ и по скоростному режиму $K_ω = n_м/n_н$, оптимальный коэффициент использования мощности [3]:

при работе на регуляторной ветви характеристики ($\xi^*_м = K_м/(1+3υ_{мс}) < 1$)

$$\xi^*_{N1} = \frac{K_м[n_{xxmax} - \xi^*_м(n_{xxmax} - n_н)]}{(1+3υ_{мс})n_н}; \quad (8)$$

при использовании двигателя постоянной мощности (ДПМ) на корректорной ветви ($\xi^*_м \geq 1$)

$$\xi^*_{N1} = \frac{K_м(a_1 + b_1\xi^*_м - c_1\xi^{*2}_м)}{(1+3υ_{мс})}, \quad (9)$$

где a_1, b_1, c_1 – коэффициенты аппроксимации корректорной ветви регуляторной характеристики дизеля

$$\begin{cases} a_1 = 1 - b_1 + c_1; \\ b_1 = [1 - K_ω + c_1(1 - K^2_м)]/(1 - K_м); \\ c_1 = (1 - K_ω)/(1 - K_м)^2. \end{cases} \quad (10)$$

Коэффициент $\xi^*_{\overline{N}1}$, учитывающий недоиспользование мощности двигателя из-за снижения скоростного режима при колебаниях нагрузки [3],

$$\xi^*_{\overline{N}1} = [0{,}80 - 0{,}642υ_{мс} + 0{,}167K_м] + K_{N1}(1 - \xi^*_{N1}). \quad (11)$$

Это выражение при $K_{N1} = (0{,}70 + 2{,}25υ_{мс} + 0{,}58K_м)$ справедливо для $K_м = 1{,}15 - 1{,}50$ и $υ_{мс} = 0 - 0{,}17$.

КПД трансмиссии отражает технический уровень трактора, технологию изготовления и качество применяемых материалов. КПД механической ступенчатой трансмиссии колесного трактора с двумя ведущими осями.

$$η_{тр} = KN_1\left(η_ц^{n_1} η_к^{m_1} η_х\right) + KN_2\left(η_ц^{n_2} η_к^{m_2} η_х\right), \quad (12)$$

а гусеничного и колесного трактора с одним ведущим мостом

$$η_{тр} = η_ц^n η_к^m η_х, \quad (13)$$

где $η_ц$, $η_к$ – КПД соответственно цилиндрических и конических пар шестерен ($η_ц$=0,985–0,990, $η_к$=0,975–0,980);

n_1, m_1, n_2, m_2 (n, m) – число пар шестерен, находящихся в зацеплении при передаче нагрузки на передние и задние ведущие мосты;

KN_1, KN_2 – коэффициенты передачи мощности двигателя на передний $KN=N_{e1}/N_{eэ}$ и задний $KN_2=(1-KN_1)$ ведущие мосты;

$$\begin{cases} \lambda_{E_п'} = \lambda_{\mu_к}/\lambda_{\eta_т}\lambda_т; \\ \lambda'_{q\bar{w}} = \lambda_{qен}\lambda_{\mu_к}/\lambda_{\eta_т}\lambda_т. \end{cases} \quad (23)$$

Выражения (21) и (22) можно использовать для перевода физических тракторов в условные эталонные при $П_о$=1. Такая производительность достигается агрегатом с трактором ДТ-75, используемым на режиме максимального тягового КПД в эталонных условиях.

В таблице 1 приведены исходные данные для расчета показателей эффективности тракторов, полученные по результатам анализа экспериментальных исследований и технических характеристик серийных и перспективных колесных и гусеничных тракторов [2].

В таблице 2 представлены результаты моделирования оптимального режима использования и потенциальных энергетических показателей тракторного дизеля от его динамических свойств и параметра распределения ($υ_{мс}$) внешней нагрузки. Приведенные значения коэффициента $\xi^*_{\bar{N}}$ могут быть использованы при сравнительной оценке тракторов.

Таблица 1

Исходные данные для расчета показателей тракторов

Показатель	Тип трактора				
	4к4а		4к4б		Гусеничный
	Одинарные колеса	Сдвоенные колеса	Одинарные колеса	Сдвоенные колеса	
a	0,163	0,163	0,110	0,110	0,010
b	0,919	0,919	0,773	0,773	0,785
f_o	0,09–0,10	0,06–0,08	0,09–0,10	0,06–0,08	0,07–0,08
$\eta_{тр}$	0,90–0,92	0,90–0,92	0,86–0,88	0,86–0,88	0,88–0,90
$\eta_{\delta_д}$ ($\eta_{\delta_{opt}}$)	0,85	0,85	0,85	0,85	(0,97)
$\varphi_{кpmax}$ ($\varphi_{кpopt}$)	0,440	0,460	0,440	0,460	(0,580–0,585)

Таблица 2

Оптимальные режимы работы и энергетические показатели тракторного дизеля

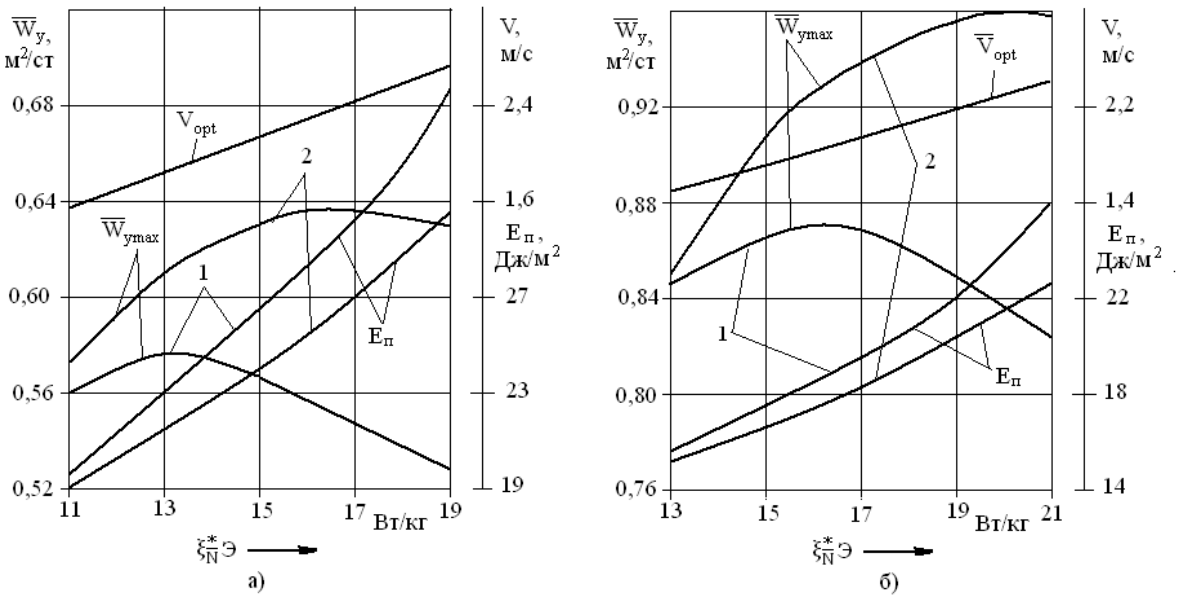
$К_м$	$υ_{мс}$=0,07			$υ_{мс}$=0,10			$υ_{мс}$=0,14		
	$\xi^*_{\bar{M}}$	ξ^*_{N1}	$\xi^*_{\bar{N}}$	$\xi^*_{\bar{M}}$	ξ^*_{N1}	$\xi^*_{\bar{N}}$	$\xi^*_{\bar{M}}$	ξ^*_{N1}	$\xi^*_{\bar{N}}$
1,15	0,95	0,95	0,92	0,89	0,89	0,82	0,81	0,81	0,73
1,20	0,99	0,99	0,95	0,92	0,92	0,87	0,85	0,85	0,77
1,30	1,07	1,06	1,03	1,00	1,00	0,95	0,92	0,92	0,85
1,40	1,16	1,10	1,09	1,08	1,06	1,03	0,99	0,99	0,94
1,50	1,24	1,15	1,15	1,15	1,12	1,09	1,06	1,04	1,00

Порядок расчета показателей эффективности и сравнительной оценки тракторов на основной обработке почвы при использовании исходных данных (табл. 1) и заданных значениях $К_м$, $υ_{мс}$, $N_{eэ}$(Э), $К_о$, $\Delta К$: $\xi^*_{\bar{N}}$ по формуле (6) или из таблицы 2; $\bar{V}$ по формуле (5); $f=(1+\mu_f)f_o+0{,}01(\bar{V}-V_o)$; $\eta_{тр}$ по зависимости (12) или из таблицы 1; $\mu_к = 1 + \Delta К(\bar{V}^2 - V_o^2)$; $\varphi_{max}=(\varphi_{кpmax}+f)$, $\varphi_{opt}=(\varphi_{кpopt}+f)$; $\bar{W}$ по выражению (15); $Е_п$ по формуле (16); т по зависимости (18); П по выражению (19); $\lambda_п$ по зависимости (22); $\lambda_{E_п'}$ и $\lambda'_{q\bar{w}}$ по выражению (23).

Показатели эффективности колесных тракторов рассчитывались для режима предельно допустимого буксования, а гусеничных – для режима максимального тягового КПД (см. табл. 1).

Использование предложенного алгоритма позволило установить зависимость показателей эффективности почвообрабатывающих агрегатов от энергетического потенциала колесных и гусеничных тракторов общего назначения (рис.).

Результаты моделирования показали, что повышение энергетического потенциала трактора $\xi^*_{\bar{N}}$Э пропорционально увеличивает оптимальную рабочую скорость на основных тяговых режимах его использования.



Зависимость показателей эффективности почвообрабатывающих агрегатов от энергонасыщенности колесного 4к4б (а) и гусеничного (б) тракторов: $1 - \Delta K = 0{,}18$ *с²/м²;* $2 - \Delta K = 0{,}12$ *с²/м²*

Максимальное значение удельной чистой производительности трактора при K_o=idem существенно зависит от величины коэффициента ΔК. На отвальной вспашке (K_o=11кН/м, ΔК=0,18 с²/м²) $\overline{W}_{ymax}$ соответствует интервалу изменений оптимальной скорости $\overline{V}_{opt} = 1{,}80 - 1{,}90$ *м/с,* который достигается колесным 4к4б и гусеничным тракторами на режиме предельно допустимого буксования соответственно при $\left(\xi^*_{\overline{N}}Э\right)_{max} = 12{,}5 - 13{,}5$ Вт/кг и 15,5–16,5 Вт/кг.

Снижение коэффициента ΔК до 0,12 с²/м², что соответствует сплошной культивации (безотвальной обработке) почвы на глубину до 0,14–0,16 м и работе комбинированных агрегатов, повышает интервал рабочей скорости при $\overline{W}_{ymax}$ до 2,40–2,52 м/с. Максимальный энергетический потенциал колесного и гусеничного тракторов достигает при этом 16,5–17,5 и 20–21 Вт/кг. Максимальные значения $\overline{W}_{ymax}$ возрастают на 10–11 %. Удельные энергетические затраты, соответствующие $\overline{W}_{ymax}$, увеличиваются на 17–22 %.

Максимальные значения удельной чистой производительности гусеничного трактора, независимо от величины ΔК, в 1,5 раза выше, чем у колесного при снижении удельных энергозатрат в 1,23–1,28 раза.

Использование в качестве основного показателя эффективности трактора максимального значения удельной (отнесенной к единичной массе $m_э$=1,0 т) чистой производительности $\overline{W}_{ymax}$ (м²/ст) позволило установить взаимосвязь коэффициента использования времени смены т и массы трактора $m_э$ (т) для определения наивысшей технической производительности агрегата по формуле

$$П_{max} = 0{,}36т\overline{W}_{ymax}m_э. \quad (24)$$

Значения коэффициента т для отвальной вспашки (ΔК=0,18 с²/м²) определяются по выражениям

$$\begin{cases} т_{4к4б} = 0{,}987 - 0{,}0152m_э; \\ т_{гус} = 0{,}983 - 0{,}0203m_э. \end{cases} \quad (25)$$

Для сплошной культивации на глубину до 0,14–0,16 м (ΔК=0,12 с²/м²)

$$\begin{cases} т_{4к4б} = 0{,}829 - 0{,}003m_э; \\ т_{гус} = 0{,}830 - 0{,}0048m_э. \end{cases} \quad (26)$$

В таблице 3 приведены показатели эффективности отечественных и стран СНГ тракторов общего на-

значения на отвальной вспашке. Анализ показал, что техническая производительность тракторных агрегатов $П_{max}$ на установленных (см. табл. 1) рациональных тяговых режимах использования колесных (при $\delta_д$) и гусеничных (при $\eta_{тmax}$) тракторов определяет величину коэффициента их перевода $\lambda_П$ в условные эталонные тракторы. Полученные значения коэффициента производительности $\lambda_П$ существенно отличаются от нормативных коэффициентов перевода $\lambda_{эт}$. Указанное обусловлено учетом в предложенной методике тягово-динамических свойств трактора и характеристики тягового сопротивления плуга.

Таблица 3

Показатели максимальной производительности и энергозатрат тракторов на основной обработке почвы в эталонных условиях

Марка трактора	$N_{еэ}$, кВт	Э, Вт/кг	$\overline{W}_y$, м²/ст	$П_{max}(\lambda_{Пmax})$, га/ч	$\lambda_{E_п'}$, кВтч/га	$\lambda_{эт}$, норматив.
Гусеничные						
ДТ-75	55,2	8,83	0,524	1,0	42,9	1,00
ДТ-75М	66,2	10,6	0,670	1,29	48,7	1,10
ВТ-100Д	95	12,6	0,750	1,68	53,4	1,85
Т-4А	95,7	10,6	0,673	1,75	51,8	1,45
Т-4.04	110,3	11,6	0,740	2,0	52,4	2,70
ВТ-150Д	110	14,1/12,8	0,762/0,750	1,77/1,88	59,3/55,7	1,85
Т-150	110,4	14,7	0,764	1,72	61,1	1,85
ДТ-175С (ГМТ)	125	15,6	0,770	1,82	68,6	1,45
Т-250	183,8	14,4	0,764	2,55	68,7	2,70
Четра 6ст-315	232	17,0	0,740	2,57	98,7	-
Колесные						
К-700А	167	13,0	0,567	2,08	73,89	2,10
К-701	199	14,5	0,577	2,22	82,6	2,70
К-744Р	167	11,1	0,562	2,31	68,2	2,70
$К-744Р_1$	205	13,6	0,577	2,36	82,1	2,70
$К-744Р_2$	235	15,0	0,577	2,45	91,6	2,70
Т-150К	121,5	15,2	0,572	1,43	78,3	1,85
ХТЗ-17221	130	14,4	0,577	1,60	77,6	1,85
Беларус-2522	184	16,7	0,560	1,82	96,0	2,10
КамАЗ-Т-215	160	19,2	0,530	1,37	117,0	-
ATLES-946	202	19,0	0,530	1,67	120,7	-

Учитывая современные тенденция создания параметрических рядов тракторов на единой элементно-агрегатной базе с переменными массоэнергетическими параметрами и системы машин для ресурсосберегающих технологий в растениеводстве, предложенная методология сравнительной оценки эффективности тракторов и почвообрабатывающих агрегатов на их базе позволит получить наиболее достоверные результаты с наименьшими затратами.

Выводы

1. Обоснована модель и разработан алгоритм сравнительной оценки эффективности использования современных и перспективных тракторов на операциях основной обработки почвы, учитывающие тягово-динамические свойства мобильных энергетических средств и характеристики тягового сопротивления рабочих машин-орудий.

2. Получены показатели для сравнительной оценки эффективности отечественных и стран СНГ тракторов общего назначения, позволяющие уточнить нормы выработки и оснащенности производства мобильными энергетическими средствами нового поколения.

Литература

1. *Иофинов С.А., Лышко Г.П.* Эксплуатация машинно-тракторного парка. – М.: Колос, 1984. – 351 с.
2. *Селиванов Н.И.* Эффективное использование энергонасыщенных тракторов. – Красноярск, 2008. – 231 с.
3. *Селиванов Н.И.* Расчет эксплуатационных параметров сельскохозяйственного трактора: метод. указания. – Красноярск, 2009. – 22 с.
4. *Селиванов Н.И.* Тракторы и автомобили. Курсовое и дипломное проектирование: учеб. пособие. – Красноярск, 2006. – 156 с.