

чимости критерия Фишера, который не должен превышать 0,05. Имеем  $p_1 = 0,05$  и  $p_2 = 0,02$ , а это означает, что полученные модели значимы.

В раскодированной форме модели имеют следующий вид:

$$K_{CB} = -27,98 + 0,57n + 0,57d_0K_H - 1,17Xd_0^2 - 1,4K_H^2 \rightarrow \max; \quad (3)$$

$$N_{ЭК} = 45,45 - 0,45n + 3,85d_0 - 4,11K_H + 0,02nK_H + 0,08d_0^2 + 0,54K_H^2 \rightarrow \min(4)$$

Оптимальные значения параметров измельчителя-экстрактора МФУ находятся в пределах  $n = 70,14 \text{ мин}^{-1}$ ,  $d_0 = 2,0 \text{ мм}$  и  $K_H = 2 \text{ шт.}$  При этом выход сухих веществ составляет 12 %, а энергоёмкость – 15 (Вт·ч)/кг.

**Заключение.** С целью практической реализации обоснована конструктивно-технологическая схема МФУ с привязкой ее к линии производства продуктов жидкой и сухой формы.

Полученные экспериментально математические модели процесса в виде адекватных уравнений регрессии позволили определить оптимальные значения конструктивно-режимных параметров МФУ.

### Литература

1. Палагина М.В., Приходько Ю.В. Использование дальневосточных дикоросов и гидробион-

тов в продуктах функционального назначения. – Владивосток: Изд-во ТГЭУ, 2009. – 216 с.

2. Тутельян В.А. Оптимальное питание как новая медицинская технология продления и повышения качества жизни // Вопросы питания. – 2003. – № 1. – С. 14–16.
3. Петибская В.С., Баранов В.Ф., Кочегура А.В. и др. Соя: качество, использование, производство. – М.: Аграрная наука, 2001.
4. Химический состав российских пищевых продуктов: справочник / под ред. И.М. Скурихина, В.А. Тутельяна. – М.: ДеЛипринт, 2002.
5. Липатов Н.Н. Процессы и аппараты пищевых производств. – М.: Экономика, 1987. – 272 с.

### Literatura

1. Palagina M.V., Prihod'ko Ju.V. Ispol'zovanie dal'nevostochnyh dikorosov i gidrobiontov v produktah funkcional'nogo naznachenija. – Vladivostok: Izd-vo TGJeU, 2009. – 216 s.
2. Tutel'jan V.A. Optimal'noe pitanie kak novaja medicinskaja tehnolo-gija prodlenija i povyshenija kachestva zhizni // Voprosy pitanija. – 2003. – № 1. – S. 14–16.
3. Petibskaja V.S., Baranov V.F., Kochegura A.V. i dr. Soja: kachestvo, ispol'zovanie, proizvodstvo. – M.: Agrarnaja nauka, 2001.
4. Himicheskij sostav rossijskih pishhevyh produktov: spravochnik / pod red. I.M. Skurihina, V.A. Tutel'jana. – M.: DeLiprint, 2002.
5. Lipatov N.N. Processy i apparaty pishhevyh proizvodstv. – M.: Jekonomika, 1987. – 272 s.

УДК 629.114.2

В.Н. Запрудский, Ю.Н. Макеева

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ ВЫСОКОЙ МОЩНОСТИ НА ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКЕ ПОЧВЫ

V.N. Zaprudsky, Y.N. Makeeva

### EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF WHEELED TRACTORS POWER TO THE BASIC SOIL CULTIVATION

**Запрудский В.Н.** – канд. техн. наук, доц. каф. тракторов и автомобилей Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: zaprudskii@list.ru

**Zaprudsky V.N.** – Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Chair of Tractors and Cars, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: zaprudskii@list.ru

**Макеева Ю.Н.** – асп. каф. тракторов и автомобилей Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: info@kgau.ru

Представлена сравнительная оценка эффективности использования основных моделей отечественных и иностранных колесных тракторов высокой мощности в составе почвообрабатывающих агрегатов разного технологического назначения. Рассмотрены вопросы эффективности использования тракторов в составе почвообрабатывающих агрегатов по фактическим затратам, определяющим себестоимость работ, расчет проведен по прямым эксплуатационным затратам. В качестве объектов исследования приняты энергонасыщенные отечественные колесные 4к4б тракторы К-744РЗ (РЗМ), 4к4а АТМ-7360 и иностранные 4к4а JD-8530 и NHТ-8050 с сопоставимыми параметрами технических характеристик. Данные тракторы составляют основу обновленного тракторного парка Восточно-Сибирской агрозоны Сибирского федерального округа. Расчет технико-экономических показателей почвообрабатывающих агрегатов разного технологического назначения выполнен по затратам на отдельных операциях. При оценке эффективности почвообрабатывающих агрегатов базой для сравнения выбран трактор К-744РЗ. Анализ составляющих удельных эксплуатационных затрат при разных технологиях почвообработки показал, что наиболее высокие затраты на всех видах обработки почвы получены за счет амортизации и технического обслуживания тракторов. Годовые затраты по данным статьям превышают показатели базового трактора К-744РЗ от 42 до 258 %. Незначительное снижение затрат (14–18 %) на всех видах обработки почвы получено за счет экономии эксплуатационных материалов. Анализ удельных эксплуатационных затрат при разных технологиях почвообработки показал, что цена тракторов иностранного производства, в два и более раз превышающая цену базовой модели К-744РЗ, ведет к снижению годовой эффективности. Наивысшая эффективность работы достигается при использовании тракторов К-744РЗ на всех операциях основной обработки почвы.

**Makeeva Yu.N.** – Postgraduate Student, Chair of Tractors and Cars, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: info@kgau.ru

**Ключевые слова:** обработка почвы, прямые и удельные затраты, технология, трактор, эффективность.

*The comparative evaluation of using of the basic models of domestic and foreign high-power wheel tractors, tillage machines composed of different technological applications. The problems of efficiency of using tractors in the composition of soil-cultivating units at cost, determining the cost of works carried out on the calculation of the direct operating costs. As objects of study were adopted high power domestic 4k4b wheel tractors K-744R3 (R3M) 4k4a ATM and foreign 4k4a 7360 JD-8530 and NH T-8050 with comparable parameter specifications. These tractors are the basis of the updated tractor agrarian zone of East Siberian Federal District. Calculation of technical and economic parameters of tillage machines of different technological applications performed on the costs of individual transactions. In assessing the effectiveness of soil-cultivating units, a base for comparison is selected tractor K-744R3. The components of specific operating costs analysis at different technologies of tillage showed that the highest costs of all types of soil treatment were obtained at the expense of depreciation and maintenance of tractors. The annual costs of these items exceeded the performance of the tractor K-744R3 from 42 to 258 %. No significant reduction in cost (14–18 %) in all types of soil treatment was obtained at the expense of savings in operating materials. Analysis unit operating costs at different technologies of tillage showed that the price of the tractors of foreign production, in two or more times the price of the base model K-744R3 led to lower annual efficiency. Highest efficiency operation was achieved by using tractors K-744R3 on all operations of the main processing of the soil.*

**Keywords:** soil tillage, direct and specific costs, technology, tractor efficiency.

**Введение.** При определении экономической эффективности тракторной техники необходимо соблюдать принцип сопоставимости, использовать показатели, наиболее полно отображающие экономическую эффективность по важ-

нейшему рабочему процессу или группе операций, на которых предусматривается ее внедрение [1, 2].

При расчетах сравниваемые тракторы с установленными параметрами поставлены в одинаковые обобщенные условия со строгим соблюдением правил комплектования агрегатов для зональных технологий почвообработки.

**Цель исследования:** сравнительная оценка эффективности использования отечественных и иностранных тракторов высокой мощности в операциях основной обработки почвы.

Достижение поставленной цели предусматривает решение следующих задач:

- 1) обосновать показатели эффективности использования почвообрабатывающих агрегатов разного технологического назначения;
- 2) дать оценку эффективности почвообрабатывающих агрегатов на базе отечественных и иностранных колесных тракторов высокой мощности.

**Условия и методы исследования.** Для установления эффективности использования тракторов в составе почвообрабатывающих агрегатов по фактическим затратам, определяющим себестоимость работ, расчет проведен по прямым эксплуатационным затратам [3, 4]. В качестве объектов исследования приняты энергонасыщенные отечественные колесные 4к4б тракторы К-744РЗ (РЗМ), 4к4а АТМ-7360 и иностранные 4к4а JD-8530 и ННТ-8050 с сопоставимыми параметрами технических характеристик (табл. 1). Указанные модели составляют основу обновленного тракторного парка Восточно-Сибирской агрозоны Сибирского федерального округа.

**Результаты исследования.** Исходные данные (см. табл. 1) для расчета стоимости выполнения отдельных технологических операций и годовой эффективности использования тракторов разных моделей на основной обработке почвы получены по результатам экспериментов и моделирования [1, 3–5].

Расчет технико-экономических показателей почвообрабатывающих агрегатов разного технологического назначения выполнен по затратам на отдельных операциях, исходя из установленной продолжительности их использования в течение года и годовой занятости (530 ч) на основной обработке почвы. Результаты расчета приведены в таблице 2. При оценке эф-

фективности почвообрабатывающих агрегатов базой для сравнения выбран трактор К-744РЗ.

На отвальной вспашке наименьшие удельные затраты обеспечиваются агрегатом на базе трактора К-744РЗ. Наиболее высокие удельные затраты получены для агрегатов на базе иностранных тракторов JD-8530 и ННТ-8050. Превышение базового показателя удельных эксплуатационных затрат достигает 88 %. Увеличение затрат обусловлено непригодностью этих тракторов к выполнению технологических операций на скоростях ниже 2,7 и 2,9 м/с соответственно и высокой ценой трактора.

На безотвальной комбинированной обработке почвы преимущество использования имеет трактор К-744РЗ. Превышение базового показателя удельных эксплуатационных затрат тракторов К-744РЗМ, АТМ-7360, JD-8530 и ННТ-8050 достигает от 11 до 98 %. По причине повышенной стоимости и энергонасыщенности использование тракторов К-744РЗМ, АТМ-7360, JD-8530 и ННТ-8050 на этой операции увеличивает удельные эксплуатационные затраты по сравнению с базовым трактором.

На поверхностной обработке превышение базового показателя удельных эксплуатационных затрат у тракторов К-744РЗМ, ННТ-8050, АТМ-7360 и JD-8530 достигает от 16 до 112 %.

Анализ составляющих удельных эксплуатационных затрат при разных технологиях почвообработки показал, что наиболее высокие затраты на всех видах обработки почвы получены на амортизацию и техническое обслуживание тракторов  $C_A + C_{ТО} \rightarrow (\max)$ . Годовые затраты по данным статьям превышают показатели базового трактора К-744РЗ от 42 до 258 %. Незначительное снижение затрат (14–18 %) на всех видах обработки почвы получено за счет экономии эксплуатационных материалов  $C_{ЭМ} \rightarrow (\min)$ .

По результатам моделирования показателей при разных технологиях почвообработки установлено, что высокая цена тракторов иностранного производства, в два и более раз превышающая цену базовой модели К-744РЗ, ведет к снижению годовой эффективности. Наивысшая эффективность работы достигается при использовании тракторов К-744РЗ на всех операциях основной обработки почвы.

## Исходные данные к расчету стоимости выполнения технологических операций

Показатель	Значение показателей				
	К-744РЗ	К-744РЗМ	АТМ-7360	JD-8530	NH T-8050
Цена приобретения трактора $C_{ТР}$ , тыс. руб.	5590*	7524*	12600	18900	18200
Номинальная эксплуатационная мощность $N_{КР}$ , кВт (л.с)	265 (360)	298 (405)	260 (354)	238 (320)	239 (325)
Эксплуатационная масса трактора $m_{э}$ , кг	17500	17000	15200	14000	13960
Запас крутящего момента $\mu_{КР}$ , %	31	38	35	40	49
Нормативный коэффициент амортизационных отчислений для тракторов $K_A$	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Коэффициент, учитывающий стоимость выполнения текущего ремонта и технического обслуживания тракторов $K_{ТО}$	0,093	0,093	0,093	0,093	0,093
Заработная плата механизатора VI р. с начислениями $Z_{П}$ , руб./ч	240	240	240	240	240
Продолжительность работы тракторов на обработке почвы $T_{ОГ}$ , ч	530	530	530	530	530
Стоимость дизельного топлива $C_T$ , руб/кг	40	40	40	40	40
Нормативный коэффициент расхода смазочных материалов от расхода топлива $q_M$	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043
Комплексная цена смазочных материалов $C_M$ , руб/кг	60	60	60	60	60
Продолжительность работы тракторов $T_{oi}$ , ч:					
на вспашке;	180	180	180	180	180
комбинированной обработке и дисковании;	255	255	255	255	255
поверхностной обработке почвы $T_{oi}$	95	95	95	95	95
Техническая производительность $P$ , га/ч:					
на вспашке;	2,32	2,20	2,32	2,45	2,11
комбинированной обработке и дисковании;	5,88	6,27	5,88	6,21	5,33
поверхностной обработке почвы	10,10	10,18	10,10	10,57	9,06

\* Цена указана с учетом субсидии на основании приказа Министерства сельского хозяйства Красноярского края № 11 от 21.01. 2011 и 325 от 22.05.2015 г.

Таблица 2

## Технико-экономические показатели использования тракторов на основной обработке почвы

Показатель	Значение показателя				
	К-744РЗ	К-744РЗМ	АТМ-7360	JD-8530	NH T-8050
Отвальная вспашка, оборотный плуг (LEMKEN)					
Удельные эксплуатационные затраты, $C_{э}$ , руб/га:	1811,1	2236,1	2477,9	3016,4	3409,0
на амортизацию трактора $C_a$ , руб/га	297,6	422,7	670,8	952,9	1065,6
техническое обслуживание трактора, $C_{то}$ , руб/га	276,8	392,8	623,9	886,2	990,9
заработную плату $C_з$ , руб/га	103,4	109,1	103,4	97,9	113,7
эксплуатационные материалы, $C_{эм}$ , руб/га	1020,2	1172,1	889,5	838,7	966,1
вспомогательные $C_в$ , руб/га	113,1	139,4	190,3	240,7	272,7
Годовые затраты на операцию $C_{го}$ , руб.	756315,3	885495,6	1'034771,0	1'330232,4	1'291320,0
Перерасход (экономия) ресурсов $C_o = \sum C_{э} / \sum C_{э}, C_o$	1,0	1,23	1,36	1,66	1,88
Комбинированная безотвальная обработка, культиватор (CENTAUR)					
Удельные эксплуатационные затраты, $C_{э}$ , руб/га:	655,0	724,8	927,2	1145,3	1297,7
на амортизацию трактора, $C_a$ , руб/га	117,4	148,2	264,7	375,9	421,8
техническое обслуживание трактора, $C_{то}$ , руб/га	109,2	137,8	246,1	349,6	392,2
заработную плату, $C_з$ , руб/га	40,8	38,2	40,8	38,6	45,0
эксплуатационные материалы, $C_{эм}$ , руб/га	345,1	352,5	300,8	283,8	327,8
вспомогательные, $C_в$ , руб/га	42,5	47,1	74,8	97,4	110,9
Годовые затраты на операцию, $C_{го}$ , руб.	982107,0	1'158846,4	1'390243,6	1'813639,8	1'763768,9
Перерасход (экономия) ресурсов $C_o = \sum C_{э} / \sum C_{э}, C_o$	1,0	1,10	1,41	1,74	1,98
Поверхностная сплошная обработка, культиватор (CENTAUR)					
Удельные эксплуатационные затраты, $C_{э}$ , руб/га:	361,0	421,5	510,5	675,1	766,5
на амортизацию трактора $C_a$ , руб/га	68,3	91,3	146,7	220,8	248,1
техническое обслуживание трактора $C_{то}$ , руб/га	63,5	84,9	143,3	205,4	230,7
заработную плату $C_з$ , руб/га	24,0	23,5	24,0	22,7	26,5
эксплуатационные материалы $C_{эм}$ , руб/га	180,3	192,9	155,6	148,1	171,3
вспомогательные $C_в$ , руб/га	24,9	28,9	40,9	78,1	89,9
годовые затраты на операцию $C_{го}$ , руб.	346379,5	407632,6	489824,7	677901,6	659726,5
перерасход (экономия) ресурсов $C_o = \sum C_{э} / \sum C_{э}, C_o$	1,0	1,16	1,41	1,87	2,12
Общие годовые затраты $C_г$ , руб.	2084801,8	2451974,6	2914839,3	3821773,8	3714815,4

### Выводы

1. При выполнении родственных операций основной обработки почвы установленных групп наиболее эффективным по удельным эксплуатационным затратам является трактор К-744РЗ.

2. Основной причиной недостаточной эффективности иностранных тракторов является их цена, в два и более раз превышающая стоимость базовой модели, с незначительным снижением затрат на эксплуатационные материалы.

### Литература

1. Селиванов Н.И. Эксплуатационные свойства сельскохозяйственных тракторов: учеб. пособие / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2010. – 347 с.
2. Иофинов С.А., Лышко Г.П. Эксплуатация машинно-тракторного парка. – М.: Колос, 1984. – 351 с.
3. Селиванов Н.И., Запрудский В.Н. Оценка эффективности использования тракторов серии К-744Р на основной обработке почвы // Вестн. КрасГАУ. – 2013. – № 4. – С. 166–172.
4. Селиванов Н.И. Технологические свойства мощных тракторов / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2015. – 202 с.

5. Запрудский В.Н. Повышение эффективности использования почвообрабатывающих агрегатов на базе колесных тракторов высокой мощности: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Красноярск, 2013 – 22 с.

### Literatura

1. Selivanov N.I. Jekspluatacionnye svojstva sel'skhozajajstvennyh traktorov: ucheb. posobie / Krasnojarsk. gos. agrar. un-t. – Krasnojarsk, 2010. – 347 s.
2. Iofinov S.A., Lyshko G.P. Jekspluatacija mashinno-traktornogo parka. – M.: Kolos, 1984. – 351 s.
3. Selivanov N.I., Zaprudskij V.N. Ocenka jeffektivnosti ispol'zovanija traktorov serii K-744R na osnovnoj obrabotke pochvy // Vestn. KrasGAU. – 2013. – № 4. – S. 166–172.
4. Selivanov N.I. Tehnologicheskie svojstva moshhnyh traktorov / Krasnojarsk. gos. agrar. un-t. – Krasnojarsk, 2015. – 202 s.
5. Zaprudskij V.N. Povyshenie jeffektivnosti ispol'zovanija pochvoobrabatyvajushhih agregatov na baze kolesnyh traktorov vysokoj moshhnosti: avtoref. dis. ... kand. tehn. nauk. – Krasnojarsk, 2013. – 22 s.

