

8000 до 14000 руб/га целесообразность применения накопителя-перегрузателя увеличивается при эксплуатации комбайнов со сроком службы от шести до десяти лет.

Литература

1. Пенкин М.Г. Новые технологии уборки зерновых культур. – Алма-Ата: Кайнар, 1988. – 280 с.
2. Яровая пшеница в Северном Казахстане / А.И. Бараев [и др.]. – Алма-Ата: Кайнар, 1976.
3. Особенности совершенствования системы уборочных машин в целинном земледелии / Г.А. Окунев [и др.] // Сб. науч. тр. ВИМ. – М., 1987. – Т.113. – С.74–79.
4. Чужинцев П.И., Селихов В.Т. Как повысить производительность зерноуборочных машин. – Алма-Ата: Кайнар, 1977. – 128 с.
5. Шепелев В.Д. Обоснование технико-технологической согласованности процессов уборки и послеуборочной обработки зерна: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Челябинск, 2007.
6. Гоберман В.А. Автомобильный транспорт в с.-х. производстве. – М.: Транспорт, 1986. – 65 с.
7. Шепелев С.Д., Окунев Г.А. Проектирование поточных линий на уборке урожая. – Челябинск, 2006. – 25 с.
8. Шепелев С.Д. Согласование параметров технических средств в уборочных процессах: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – Челябинск, 2010.



УДК 631.354.2

С.В. Щитов, В.Г. Евдокимов, Н.П. Кидяева

ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

В статье приведена сравнительная характеристика используемых зерноуборочных комбайнов на уборке сои, установлено, что одним из критериев достоверного определения эффективности использования парка зерноуборочных комбайнов являются энергозатраты. Вопрос об оптимизации выбора зерноуборочных комбайнов на уборке сои рассматривается на основе коэффициентов значимости, что позволит найти оптимальное решение по их распределению с минимальными энергозатратами.

Ключевые слова: уборка сои, зерноуборочный комбайн, эффективность, полные энергозатраты, коэффициент эффективности полных энергозатрат, математическая модель.

S.V. Tshitov, V.G. Evdokimov, N.P. Kidyayeva

THE SUBSTANTIATION OF THE COMBINE HARVESTER USE EFFICIENCY ON THE MATHEMATICAL METHOD BASIS

The comparative characteristic of the used soy gathering combine harvesters is provided in the article; it is established that energy consumption is one of the criteria for the reliable determination of the combine harvester park use. The issue about the combine harvester choice optimization on soy gathering is considered on the basis of the importance coefficients that allow to find the optimum decision on their distribution with the minimum energy consumption.

Key words: soy gathering (soy gathering, чтобы в тексте harvester и harvesting два раза не было), combine harvester, efficiency, full energy consumption, full energy consumption efficiency ratio, mathematical model.

Введение. Амурская область – это крупнейший регион ДФО, располагающий земельными ресурсами общей площадью 363,7 тыс. км². Удельный вес площади, занятой под посевы, составляет 65 % от общей площади региона.

Основными сельскохозяйственными культурами Амурской области являются: соя, зерновые культуры, картофель, бахчевые и овощные культуры. Одна из приоритетных – соя. Несмотря на то, что с 1995 по 2004 г.

общая посевная площадь области сократилась почти на 50 %, площадь посевов сои в структуре продолжала систематически увеличиваться. В 2012 году в Амурской области соя возделывалась на 682,4 тыс. га, что составляет около 68 % от общей площади посевов (рис. 1).

Одним из определяющих факторов сельскохозяйственного производства является его техническая оснащённость.

По сравнению с 1995 годом в 2007 году количество зерноуборочных комбайнов в сельскохозяйственных организациях области сократилось на 59,6 %, или в 2,5 раза (рис. 1). В этот период обновление техники происходило медленнее, чем её списание. Сохранялась тенденция выбытия по причине износа и недостатка средств для приобретения новой. С 2008 года по постановлению Правительства Российской Федерации в целях осуществления мероприятий по модернизации и обновлению машинно-тракторного парка предоставляются субсидии бюджетам субъектов Российской Федерации на возмещение части затрат на уплату процентов по инвестиционным кредитам. На основании этого в течение последних трех лет парк зерноуборочных комбайнов обновился на 26,9 %.

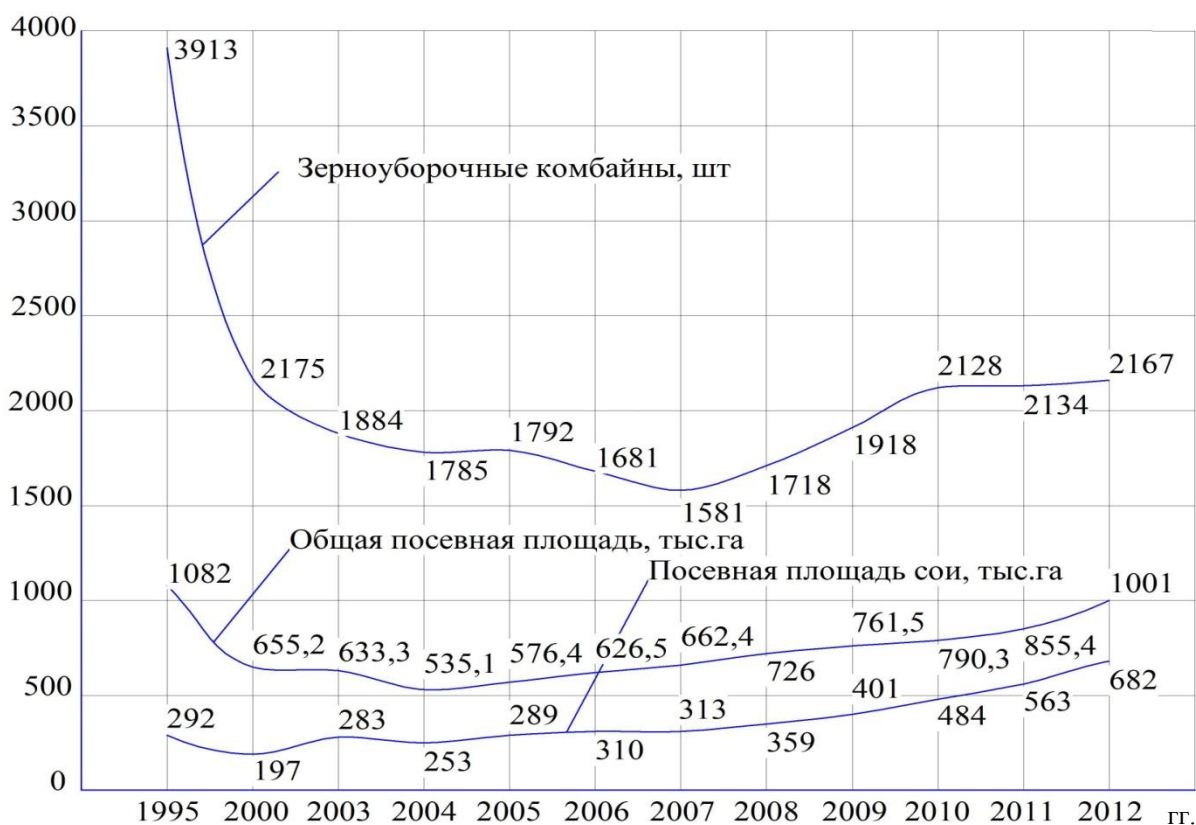


Рис. 1. Наличие посевных площадей и зерноуборочных комбайнов

Таким образом, к 2012 году посевные площади восстановлены (в сравнении с 1995) на 93 %, тогда как парк зерноуборочных комбайнов только лишь на 55 %, в результате средняя годовая нагрузка на комбайн составляет 469,7 га.

Цель исследований. Обоснование способа оценки эффективности использования зерноуборочных комбайнов в технологии уборки сои за счет снижения энергозатрат.

Задачи:

- 1) определить на основе энергозатрат оптимальное использование комбайнового парка;
- 2) на основе математических методов подобрать коэффициенты значимости, позволяющие оптимизировать энергозатраты.

Условия и методы исследований. Для определения эффективности использования различных комбайнов были проведены сравнительные хозяйственные испытания в реальных условиях эксплуатации. Полученные данные обработаны современными методами теории вероятностей и математической статистики.

Хронометражные наблюдения проводились на уборке сои. Более наглядно полученные результаты отражены на рисунке 2.

Результаты исследований. Анализируя данные (рис. 2), необходимо отметить, что на уборке сои самую высокую производительность по основному времени, при достаточно большом удельном расходе топлива – 14,84 л/га, показал комбайн «Тусапо-430» – 6,70 га/ч. Наименьшая производительность по основному времени – 2,28 га/ч у «Енисей 958», при этом его рабочая скорость была наименьшей – 3,5 км/ч, а удельный расход топлива достаточно велик – 13,31 л/га. «Вектор 410», с рабочей скоростью 8 км/ч и наиболее низкими затратами топлива 5,46 л/га, работал с производительностью по основному времени – 5,21 га/ч.

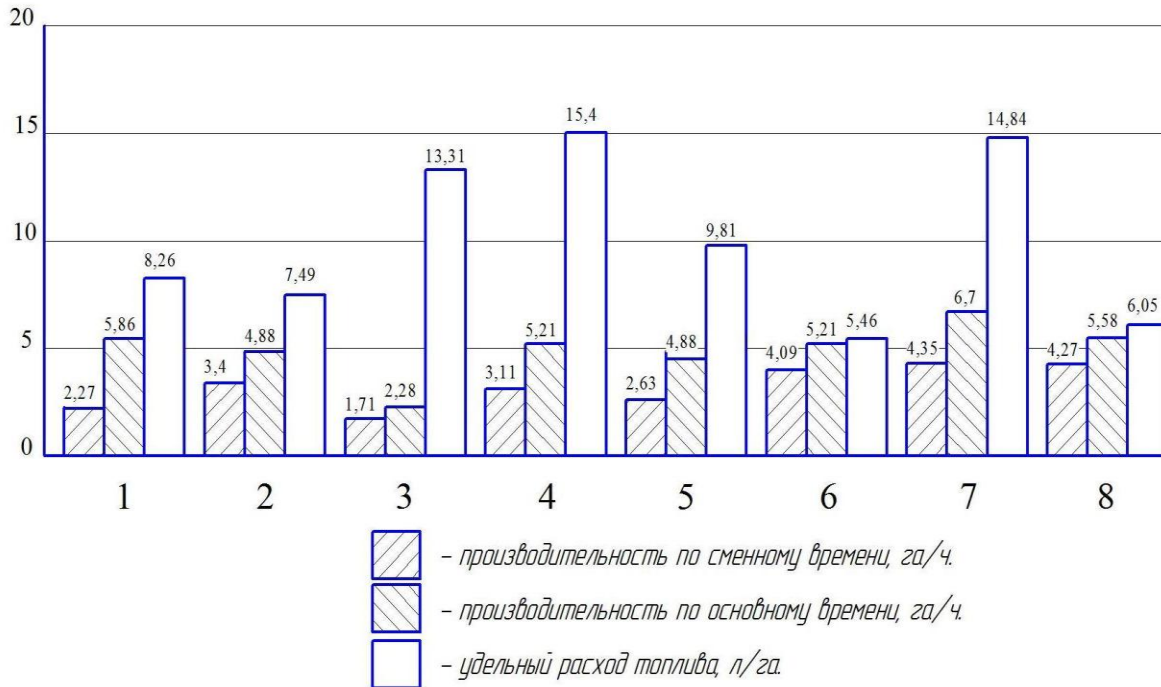


Рис. 2. Распределение зерноуборочных комбайнов на уборке сои по производительности и удельному расходу топлива: 1 – Acros-530; 2 – КЗС-812 С; 3 – Енисей 958; 4 – КЗС-1218 – 40; 5 – КЗС-812; 6 – Вектор – 410; 7 – Тусапо-430; 8 – Claas Mega-350

Одним из критериев достоверного определения эффективности использования парка зерноуборочных комбайнов являются энергозатраты [1–5].

В общем случае энергозатраты зерноуборочной техники, при оптимальном использовании имеющихся в наличии комбайнов и плана работ, определяются из условия

$$Z = \sum_{j \in J_0} \sum_{i \in I_0} \sum_{t \in T_0} E_{noj\ ijt} \rightarrow \min, \quad (1)$$

где j – номер марки зерноуборочного комбайна; J_0 – множество наличных марок зерноуборочных комбайнов; i – номер вида механизированных работ; I_0 – множество видов механизированных работ; t – номер периода напряжённых работ; T_0 – множество периодов напряжённых работ.

Полные энергозатраты j зерноуборочного комбайна на i механизированной работе в период работы t определяются математической моделью

$$\sum_{j \in J_0} \sum_{i \in I_0} \sum_{t \in T_0} E_{noj\ ijt} = \sum_{j \in J_0} \sum_{i \in I_0} \sum_{t \in T_0} E_{npjjt} + \sum_{j \in J_0} \sum_{i \in I_0} \sum_{t \in T_0} E_{xjijt} + \sum_{j \in J_0} \sum_{i \in I_0} \sum_{t \in T_0} E_{mijjt} + \sum_{j \in J_0} \sum_{i \in I_0} \sum_{t \in T_0} E_{nyijjt} \rightarrow \min, \quad (2)$$

где E_{npjt} – прямые затраты j зерноуборочного комбайна при выполнении i работы в период t , $МДж/га$; $E_{жijt}$ – затраты живого труда j зерноуборочного комбайна при выполнении i работы в период t , $МДж/га$; E_{mijt} – энергоёмкость j зерноуборочного комбайна при выполнении i работы в период t , $МДж/ч$; E_{nyijt} – энергозатраты от потерянного урожая j зерноуборочного комбайна при выполнении i работы в период t , $МДж/га$.

В результате проведенных исследований была получена функциональная зависимость полных энергозатрат

$$\gamma_{ijt} = f(H_m, B_p, V_p, T_{cm}, T_{um}, L_y, U, N_e, D_p, Q, M_m, q_k, \rho, \sigma, \tau_1, \eta_1, \eta_2), \quad (3)$$

где H_m – пропускная способность молотилки, $кг/с$; B_p – рабочая ширина захвата жатки, $м$; V_p – рабочая скорость, $км/ч$; T_{cm} – время смены, $ч$; T_{um} – годовая загрузка j зерноуборочного комбайна при выполнении i работы в период t , $ч$; L_y – ширина обработанного участка, $м$; U – урожайность, $ц/га$; N_e – мощность двигателя, $л.с.$, $Вт$; D_p – срок уборки, $дн$, $смен$; Q – общая уборочная площадь, $га$; M_m – масса j энергетического средства при выполнении i работы в период t , $кг$; q_k – масса утерянного зерна комбайном из учетных рамок, $г$; ρ – плотность почвы, $г/см^3$; σ – влажность почвы, $\%$; τ_1 – коэффициент сменности, учитывающий затраты на обед ЕТО и ТО; η_1 – коэффициент, учитывающий метеосостояние; η_2 – коэффициент технической готовности машин.

Анализируя полученную зависимость, необходимо заметить, что на величину полных энергозатрат зерноуборочной техники, помимо рассмотренных показателей, оказывают действие и другие составляющие. Поэтому для учёта их влияния на исследуемую величину введём коэффициенты значимости

$$K_{пол} = K_{np} + K_{жс} + K_{э} + K_{ny}, \quad (4)$$

где $K_{пол}$ – коэффициент эффективности полных энергозатрат от использования зерноуборочной техники;

$$K_{np} = \frac{E_{npjt}}{E_{nijt}} \text{ – коэффициент значимости прямых энергозатрат от использования зерноуборочной техники;}$$

$$K_{жс} = \frac{E_{жijt}}{E_{nijt}} \text{ – коэффициент значимости энергозатрат живого труда от использования зерноуборочной техники;}$$

$$K_{э} = \frac{E_{эijt}}{E_{nijt}} \text{ – коэффициент значимости энергоёмкости от использования зерноуборочной техники;}$$

$$K_{ny} = \frac{E_{nyijt}}{E_{nijt}} \text{ – коэффициент значимости энергозатрат от потерянного урожая.}$$

Таким образом, эффективность использования зерноуборочной техники определяется из условий:

$$K_{пол}^{np} - K_{пол}^{суц} \rightarrow \max, \quad (5)$$

$$K_{эф} = \frac{K_{пол}^{np}}{K_{пол}^{суц}} > 1, \quad (6)$$

где $K_{пол}^{np}$ – коэффициент эффективности предлагаемых полных энергозатрат;

$K_{пол}^{сущ}$ – коэффициент эффективности существующих полных энергозатрат.

Коэффициент эффективности существующих полных энергозатрат ($K_{пол}^{сущ}$) определяется на основе полученных результатов хронометражных наблюдений по отношению к типовым энергозатратам.

Проведенные исследования позволили определить коэффициенты эффективности зерноуборочных комбайнов на уборке сои, которые более наглядно представлены на рисунке 3, и сделать вывод, какой комбайн является наиболее эффективным.

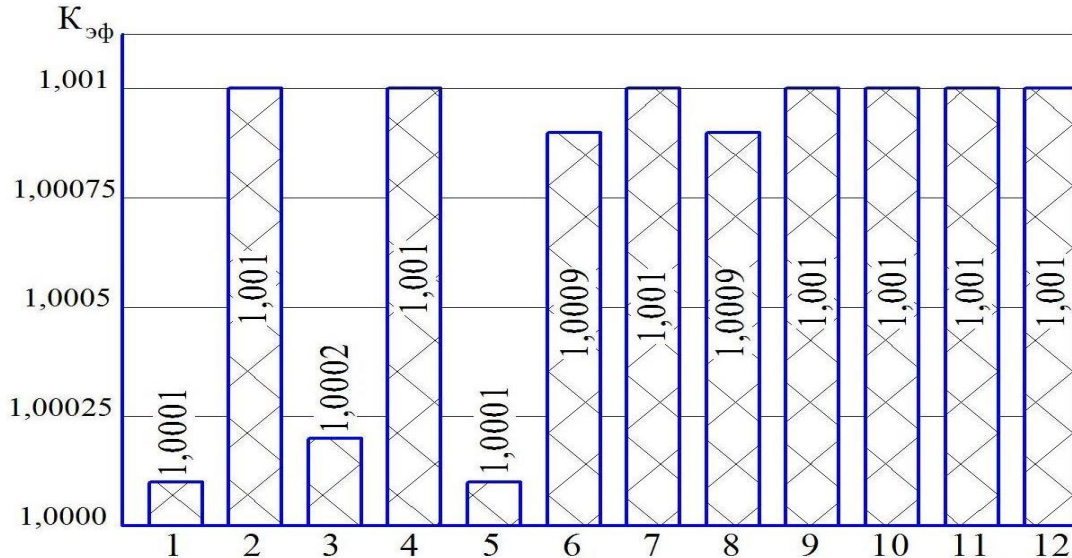


Рис. 3. Распределение зерноуборочных комбайнов по коэффициенту эффективности: 1 – Acros 530; 2 – Acros 530; 3 – Енисей 958; 4 – Енисей 958; 5 – Енисей 958; 6 – КЗС-1218-40; 7 – КЗС-812; 8 – Tiscano-430; 9 – Claas Mega-350; 10 – КЗС-812 С; 11 – КЗС-812 С; 12 – КЗС-812 С

Выводы. Применение предложенного способа определения эффективности использования зерноуборочных комбайнов в процессе уборки сельскохозяйственных культур на основе подобранных коэффициентов значимости позволит найти оптимальное решение по распределению агрегатов с минимальными энергозатратами.

Литература

1. Кидяева Н.П., Щитов С.В., Жирнов А.Б. Оптимизация выбора комбайна по расходу топлива при уборке сельскохозяйственных культур // Техника и оборудование для села. – 2013. – № 1. – С. 18–22.
2. Щитов С.В., Кидяева Н.П., Жирнов А.Б. Оптимизация выбора комбайна по необходимому объему работ в технологии возделывания сельскохозяйственных культур // Техника и оборудование для села. – 2013. – № 1. – С. 10–14.
3. Щитов С.В., Кривуца З.Ф. Снижение энергозатрат на транспортных работах за счет оптимизации скорости движения // Вестник Алтайского ГАУ. – 2012. – Т 91. – № 5. – С. 114–117.
4. Щитов С.В., Тихончук П.В., Спиридончук Н.В. Энергозатраты как критерий выбора трактора // Достижение науки и техники АПК. – 2012. – № 9. – С. 75–77.
5. Щитов С.В., Кривуца З.Ф. Энергетическая оценка транспортно-технологического обеспечения производства сельскохозяйственных культур // Вестник КрасГАУ. – 2011. – № 11. – С. 180–185.

