

УДК 631.354

АЛГОРИТМ ОБОСНОВАНИЯ СТРАТЕГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

*С.В. Стрельцов, кандидат технических наук, доцент,
8(8422) 55-97-47, ssv314@mail.ru*

*В.В. Курушин, кандидат технических наук, доцент,
(8422) 55-97-47, kurushin.viktor@yandex.ru
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

*А.С. Стрельцова, инженер-программист,
89041933632, nastya94strel@mail.ru, ФНПЦ АО «НПО «Марс»*

Ключевые слова: *удельные эксплуатационные затраты, удельные издержки от потерь урожая, параметр потока, потери урожая по естественным причинам, механические потери урожая, фактическая подача, рабочая скорость.*

В работе рассмотрен алгоритм обоснования стратегии наиболее эффективного использования парка зерноуборочной техники на основании системного подхода, учитывающего основные факторы при уборке зерновых культур в различных условиях.

Введение. При обосновании эффективных режимов и стратегии использования уборочного парка необходимо учитывать, что результаты уборки определяются большим числом факторов, влияние которых на экономическую эффективность при различных условиях и режимах работы техники нельзя оценивать однозначно.

Материалы и методы исследований. В связи с этим для решения многих задач по обеспечению эффективности уборки зерновых требуется системный подход. В математической форме эффективность использования зерноуборочной техники представляет целевую функцию следующего вида:

$$C_{\text{уд}} = \frac{C + C_e + C_m}{Q} \rightarrow \min, \quad (1)$$

где $C_{\text{уд}}$ - сумма удельных эксплуатационных затрат на проведение уборки и издержек от потерь урожая, руб./т; C - суммарные эксплуатационные затраты на обеспечение работы зерноуборочной техники, руб.; C_e - суммарные убытки от потерь урожая, по естественным причинам, руб.; C_m - суммарные убытки от потерь урожая связанных с непосредственной работой комбайна, руб.; Q - выполненный объем уборочных работ, т.

В развернутом виде с учетом основных факторов использования зерноуборочной техники выражение (1) примет вид [1]

$$C_{y\partial} = C^n + \bar{\mu}_1^{r1} \cdot C_1^1 + \bar{\mu}_2^{r1} \cdot C_2^1 + \bar{\mu}_3^{r1} \cdot C_3^1 + \bar{\mu}'_{TEX} \cdot C_{TEX} + 0,01 \cdot C_3 \cdot \psi \times$$

$$\times \left\{ \left(\frac{I_3 \cdot A}{n_k \cdot 3,6 \cdot g_\phi \cdot \delta_3 \cdot T_{cm} \cdot \tau} + T_n \right)^a + \frac{n_k \cdot W \cdot [T_n \cdot \left(\left(\frac{I_3 \cdot A}{n_k \cdot 3,6 \cdot g_\phi \cdot \delta_3 \cdot T_{cm} \cdot \tau} + T_n \right)^a - T_n^a \right) - \frac{a}{a+1} \cdot \left(\left(\frac{I_3 \cdot A}{n_k \cdot 3,6 \cdot g_\phi \cdot \delta_3 \cdot T_{cm} \cdot \tau} + T_n \right)^{a+1} - T_n^{a+1} \right)]}{I_3 \cdot A} \right\} + 0,01 \cdot C_3 \cdot z \cdot e^{t \cdot g_\phi} \Rightarrow \min. \quad (2)$$

где C^n – вид нормативных удельных эксплуатационных удельных затрат, не зависящих от режимов и стратегии использования комбайнов,

руб./т. $\bar{\mu}_1^{r1}$, $\bar{\mu}_2^{r1}$, $\bar{\mu}_3^{r1}$ – параметр потока технических отказов, соответ-

ственно первой, второй и третьей группы сложности, 1/ч; $\bar{C}_1^1$, $\bar{C}_2^1$, $\bar{C}_3^1$ – средние затраты на устранение одного технического отказа, соответ-

ственно первой, второй и третьей группы сложности, руб.; $\bar{\mu}'_{TEX}$ пара-

метр потока технологических отказов, 1/ч; $\bar{C}_{TEX}$ – средние затраты на устранение одного технологического отказа, руб.; C_3 – цена реализации зерна убираемой культуры, руб./т; ψ – величина естественных потерь зерна за сутки, устанавливается на основании полевых опытов, %; I_3 – зерновая урожайность культуры на момент полного ее созревания, т/га; A – площадь одновременного созревания убираемой культуры, га; n_k – количество комбайнов занятых на уборке данной культуры, шт.; g_ϕ – фактическая подача убираемого биологического урожая в молотильный аппарат комбайна, кг/с. δ_3 – отношение зерновой урожайности к общей биологической урожайности убираемой культуры; T_{cm} – время смены, ч; τ – коэффициент использования времени смены; T_n – количество дней от начала созревания культуры до начала её уборки, дни; a – показатель степени, характеризующий интенсивность нарастания потерь по естественным причинам; W – фактическая сменная производительность уборочного агрегата, т/см; Z – коэффициент уравнения регрессии, влияния фактической подачи на потери по механическим причинам, % t – степень уравнения механических потерь от фактической подачи, с/kg; e – основание натурального логарифма.

Полученное уравнение (модель) целевой функции позволяет обосновывать для конкретных условий уборки состав уборочного парка, фактическую подачу, сроки проведения уборки, обеспечивающие минимальные значения удельных эксплуатационных затрат и удельных издержек от суммарных потерь урожая с учетом фактического уровня надежности комбайнов. Учитывая, что фактическая подача определяет скорость движения уборочного агрегата:

$$v_p = \frac{36 \cdot g_{\phi} \cdot \delta_z}{B_p \cdot I_z} \quad (3)$$

Получаем возможность обоснования рабочей скорости уборочного агрегата по критерию минимизации суммарных удельных эксплуатационных затрат и издержек от потерь урожая.

Оценивая режимы работы агрегата по значению фактической подачи, получим следующую зависимость для определения производительности:

$$W = 3,6 \cdot g_{\phi} \cdot \delta_z \cdot T_{см} \cdot \tau, \quad (4)$$

Эффективным методом приближения (решения) моделей такого типа к реальному процессу является имитационное моделирование с использованием ЭВМ. Для расчета на ЭВМ значений удельных эксплуатационных затрат и издержек от потерь урожая для различных режимов работы и количества комбайнов с учетом основных факторов использования техники, имеющих место в условиях рядовой эксплуатации, разработана блок-схема моделирующего алгоритма, представленная на рисунке 1.

На схеме арифметические операторы обозначены прямоугольниками, внутри которых записан вид определяемой зависимости и дана ссылка на расчетную формулу. Логические операторы обозначены кружками или ромбом, внутри которых записаны логические условия, проверку которых они осуществляют. В программе в качестве переменных данных вводится убираемая площадь (определяемая площадью одновременно созревающей культуры), урожайность, и максимальное количество агрегатов, которое может предприятие использовать на уборке.

Программа проводит последовательный расчет с заданным шагом по количеству комбайнов и значению фактической подачи (рабочей скорости).

Ограничивающим условием при проведении расчетов является максимальное количество уборочных агрегатов, которым располагает

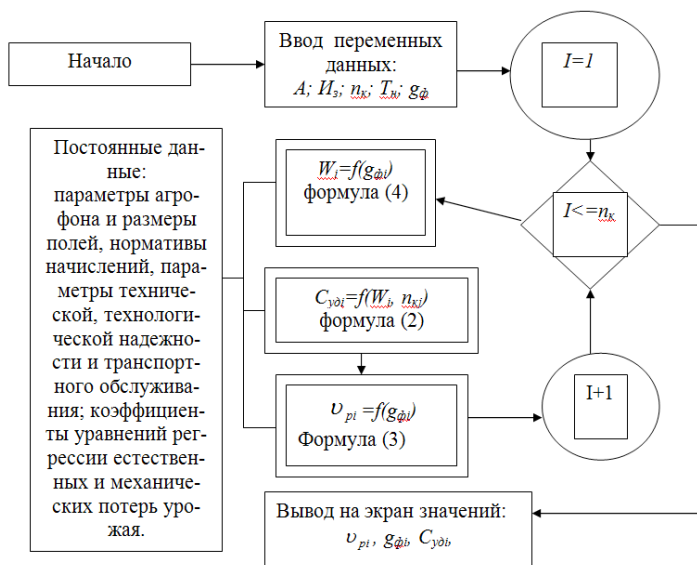


Рисунок 1 – Блок-схема моделирующего алгоритма по обоснованию эффективных режимов и стратегии использования зерноуборочных комбайнов

предприятие, и значение максимальной фактической подачи, которое может обеспечить зерноуборочный комбайн для рассматриваемых параметров агрофона. Разработанный алгоритм представленной имитационной модели реализован в программе, которая может, применяться на любых типах современных компьютерах совмещенных с IBM и использующих в качестве операционной системы программные продукты фирмы MICROSOFT (MS-DOS, WINDOWS). По результатам расчета, проведенных с использованием ЭВМ, определяется количество агрегатов и рабочая скорость, обеспечивающие для заданных условий минимальное количество удельных эксплуатационных затрат и издержек, определяемых суммарными потерями урожая.

Результаты исследований и их обсуждение. В качестве примера рассмотрим влияние скорости комбайна на удельные эксплуатационные затраты и издержки от потерь урожая, если на один уборочный агрегат приходится 500 га одновременной созревшей площади пшеницы (рисунок 2)

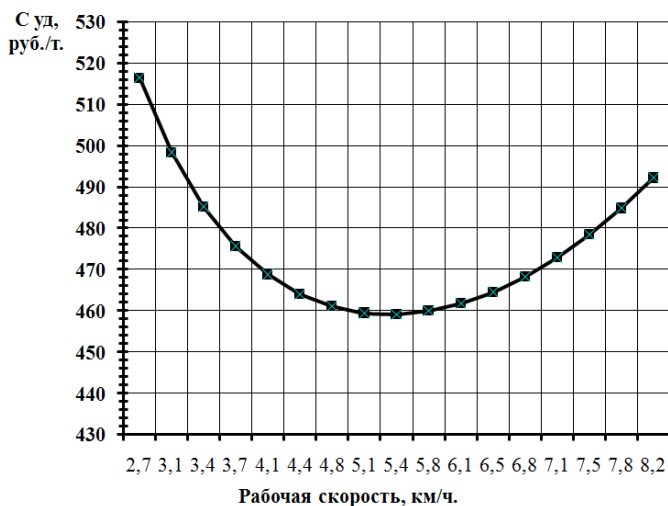


Рисунок 2 - Влияние рабочей скорости комбайна на удельные эксплуатационные затраты и издержки от потерь урожая (при нагрузке на один комбайн 500 га и урожайность пшеницы 30 ц/га)

В данном случае влияние скорости на эффективность уборки имеет следующий характер. При увеличении скорости от 2,7 до 5,4 км/ч удельные издержки от потерь урожая уменьшаются по причине сокращения сроков уборки и соответственно потерь урожая по естественным причинам. При увеличении скорости комбайна от 5,4 км/ч до 8,2 км/ч, несмотря на то, что сроки уборки сокращаются, удельные издержки возрастают по причине более интенсивного прироста механических потерь урожая, в связи ростом фактической подачи.

Заключение. В данном случае поддержание рабочей скорости комбайна 5,4 км/ч, позволит выполнить уборку с минимальными издержками от потерь урожая. При этом в расчете на 500 га убираемой площади экономия может составить до 90 тыс. руб. Важно отметить, что для достижения данного эффекта не требуется привлечение дополнительных средств.

Библиографический список:

1. Стрельцов, Сергей Викторович - рациональное использование зерноуборочных комбайнов с учетом фактического уровня их надежности: автореф.

дис. канд-та технических наук: 05.20.01/С.В. Стрельцов. - Пенза. ФГОУ ВПО Пензенская ГСХА, 2003. - 19 с.

ALGORITHM FOR JUSTIFYING THE STRATEGY OF USING COMBINE HARVESTERS

Streltsov S. V., Kurushin V. V., Streltsova A. S.

Key words: *specific operating costs, specific costs from crop losses, flow parameter, crop losses due to natural causes, mechanical crop losses, actual feed, operating speed.*

The paper considers an algorithm for justifying the strategy for the most effective use of the Park of grain harvesting equipment based on a systematic approach that takes into account the main factors when harvesting grain crops in various conditions