

УДК 631.354.2

Ю.А. ЦАРЕВ, С.С. ТРАСКОВСКИЙ

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИАПАЗОНОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ НАСТРОЙКИ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

Предложена методика расчета диапазонов регулирования параметров настройки серийных зерноуборочных комбайнов, основанная на статистических результатах их испытаний.

Ключевые слова: *испытания, статистический анализ, база данных, программный продукт, модель, зерноуборочный комбайн.*

Введение. На машиноиспытательных станциях (МИС) и в научно-исследовательских организациях (НИО) Южного федерального округа испытания серийных зерноуборочных комбайнов производства ОАО «Ростсельмаш» проводятся согласно разработанным планам совместно с разработчиком сельскохозяйственных машин.

Экспериментальные данные, получаемые в результате испытаний, на МИС и НИО проходят первичный статистический анализ. При первичной обработке экспериментальных данных анализируются и отбраковываются резко выделяющиеся данные, сравниваются средние дисперсии и коэффициенты вариации по соответствующим критериям, анализируется применимость тех или иных законов распределения, проверяются гипотезы об адекватном описании эмпирического распределения с теоретическим. При этом обычно полагают, что все оценки параметров и показателей подчиняются нормальному закону распределения. Прошедшие первичную обработку статистические данные заносятся в протоколы и отчеты испытаний в соответствии с существующими формами [1].

Решение задачи. Формирование баз данных из статистической информации по зерноуборочным комбайнам начинается со сбора и обработки данных, где в качестве основополагающего материала используется официальная информация из протоколов и отчетов приемочных и периодических испытаний, при этом могут использоваться результаты как агрооценки, так и эксплуатационно-технологической оценки. Достоверность и точность исходной информации обеспечиваются деятельностью персонала на сертифицированных МИС и НИО в местах проведения испытаний.

Информация в закодированном и систематизированном виде формируется, фиксируется и хранится в ПЭВМ как база данных в виде электронных таблиц, адаптированных соответствующими программными средствами статистической обработки. Электронные таблицы содержат все основные параметры и показатели серийных комбайнов, которые находят свое место в протоколах и отчетах в соответствии с общепринятыми нормами и сложившимся опытом, а также возможностью самого программного продукта.

База данных (БД) по своей сути является динамической, поскольку может корректироваться и с течением времени (каждый год) пополняться

новой информацией для серийных комбайнов и использоваться для разработки новых комбайнов аналогичного класса.

Основным предназначением баз данных по зонам, культурам и видам работ является преобразование динамических процессов функционирования машин в квазистационарные с возможностью их корректировки при появлении новой информации или ее устаревании.

В качестве входных переменных в модели комбайна

$$Y = F(X_n, Z), \\ X_n \in G_2, Z \in G_3, Y \in G_4$$

могут учитываться все фиксируемые внешние возмущения (условия эксплуатации) Z , параметры настройки X_n являются управляющими воздействиями, в качестве выходных переменных Y рассматриваются показатели качества и эффективности зерноуборочного комбайна, где $G = \{G_2UG_3UG_4\}$ – пространство состояний, в котором функционирует модель зерноуборочного комбайна.

Для зерноуборочных комбайнов группы факторов X_n , Z и Y имеют статистическую природу и являются случайными процессами в вероятностно-статистическом смысле. Поэтому всегда существует проблема в построении таких математических моделей, по которым можно было бы прогнозировать изменения параметров рабочих процессов при фиксированных уровнях входных воздействий. В качестве таких моделей могут использоваться уравнения регрессий, основанные на условных вероятностных характеристиках в виде условных математических ожиданий показателей эффективности определенной модели комбайна по зонам, культурам и видам работ.

В условиях существования проблемы дальнейшего повышения эффективности работы вновь выпускаемых комбайнов с учетом условий эксплуатации определение диапазонов регулирования параметров настройки зерноуборочных комбайнов может осуществляться на их математических моделях.

Используя статистические данные по результатам испытаний и прикладную программу SG [2], можно получить математические зависимости, по которым исследуются диапазоны регулирования параметров настройки зерноуборочных комбайнов.

Так, для зерноуборочных комбайнов III класса эти модели будут выглядеть следующим образом:

$$\begin{aligned} \text{VAR21} &= -0.07482*\text{VAR1} + 31.1909*\text{VAR5} - 0.04820*\text{VAR26}; \\ \text{VAR22} &= 0.13363*\text{VAR1} + 21.9077*\text{VAR5} - 0.10419*\text{VAR26}; \\ \text{VAR23} &= 0.11095*\text{VAR1} - 0.06771*\text{VAR26}; \\ \text{VAR24} &= -0.07164*\text{VAR1} + 23.4049*\text{VAR5} + 0.14148*\text{VAR26}; \\ \text{VAR25} &= 0.06177*\text{VAR1} + 10.2912*\text{VAR5} - 0.11880*\text{VAR26}; \\ \text{VAR29} &= -0.13498*\text{VAR1} + 24.9009*\text{VAR5}; \\ \text{VAR33} &= 0.04636*\text{VAR1} + 2.94541*\text{VAR5}. \end{aligned}$$

Для зерноуборочных комбайнов V класса эти модели будут выглядеть:

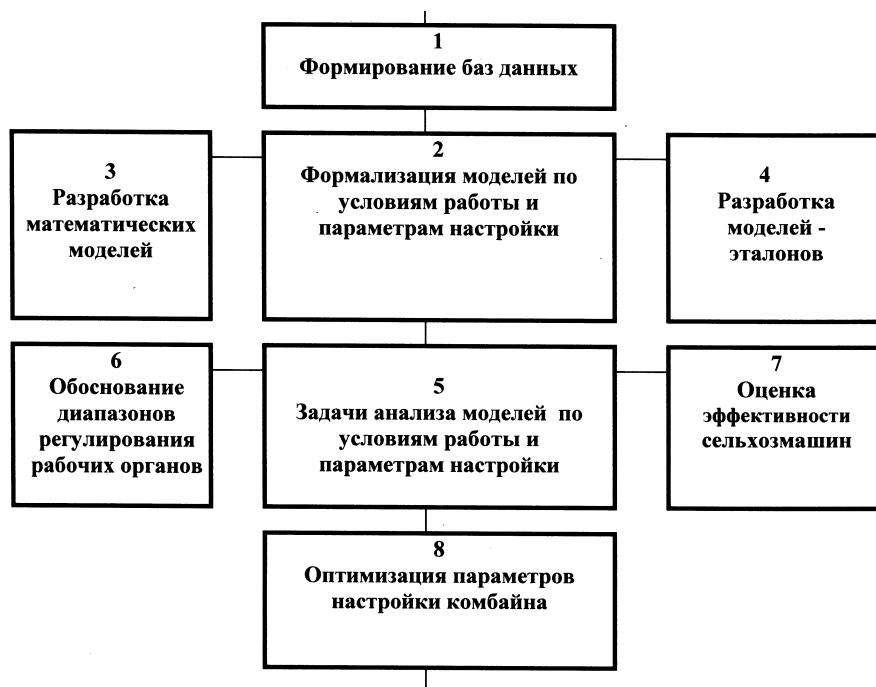
$$\begin{aligned} \text{VAR21} &= 0.16952 \cdot \text{VAR1} + 0.53290 \cdot \text{VAR26}; \\ \text{VAR22} &= 0.33235 \cdot \text{VAR1} + 0.38178 \cdot \text{VAR26}; \\ \text{VAR23} &= 0.06392 \cdot \text{VAR1} + 0.10710 \cdot \text{VAR26}; \\ \text{VAR24} &= 0.17902 \cdot \text{VAR1} + 0.47502 \cdot \text{VAR26}; \\ \text{VAR25} &= 0.09912 \cdot \text{VAR1} + 0.34115 \cdot \text{VAR26}; \\ \text{VAR29} &= 0.24259 \cdot \text{VAR1}; \\ \text{VAR33} &= 0.06177 \cdot \text{VAR1} + 0.67104 \cdot \text{VAR26}. \end{aligned}$$

Если теперь воспользоваться статистическими данными с учетом ограничений на условия работы в ЮФО [3]:

Статистики	VAR1	VAR2	VAR3	VAR4	VAR5	VAR26
Среднее	44,8	8,5	13,7	22,7	0,68	5,1
Мин. значение	27,0	0,0	7,9	4,9	0,36	1,2
Макс. значение	78,2	22,9	40,0	66,0	1,10	9,1
Нижний квартиль	36,3	2,8	12,3	12,7	0,67	4,0
Верхний квартиль	55,2	18,4	13,0	30,0	0,68	6,0

то получим диапазоны регулирования параметров настройки для вновь разрабатываемых зерноуборочных комбайнов III и V классов табл.1.

Сравнивая технологические регулировки с расчетными, полученными для работы комбайнов в условиях ЮФО, табл.2, можно сделать вывод, что предложенная методика (рисунок) дополняет принятые регулировки и дает некоторые корректировки рабочих органов для модернизации серийных комбайнов и проектирования новых комбайнов для работы в ЮФО, которые следует проверить в реальных условиях эксплуатации.



Основные задачи, решаемые в процессе оптимизации и определения диапазонов регулирования рабочих органов зерноуборочных комбайнов

Диапазон регулирования параметров настройки

Частота вращения молотильного барабана	Частота вращения молотильного барабана
Зазор на входе в молотильный агрегат	Зазор на входе в молотильный агрегат
Зазор на выходе из молотильного агрегата	Зазор на выходе из молотильного агрегата
Величина открытия жалюзи верхнего решета	Величина открытия жалюзи верхнего решета
Величина открытия жалюзи нижнего решета	Величина открытия жалюзи нижнего решета
Частота вращения вала вентилятора	Частота вращения вала вентилятора
Ширина захвата адаптера	Ширина захвата адаптера

Таблица 1

MINIMUM	Н.кварт	В.кварт.	МАКСИМ
8,77	17,89	16,89	28,40
10,55	18,90	21,86	34,42
2,38	3,62	5,85	8,60
7,78	13,93	12,53	20,31
4,29	8,42	9,93	16,00
5,32	11,78	9,48	16,84
2,31	3,66	4,56	6,87

Частота вращения
молотильного барабана

Зазор на входе в
молотильный агрегат

Зазор на выходе из
молотильного агрегата

Величина открытия
жалюзи верхнего решета

Величина открытия
жалюзи нижнего решета

Частота вращения
вала вентилятора

Ширина захвата
адаптера

Результаты расчета комбайна класса «Нива»

Var5	минимум	Var1	Var5	Var26	
909	Var5	минимум	27	0,36	9,1
1077	Var5	Н.кварт	36,3	0,67	6
	Var5	В.кварт.	55,2	0,68	4
1049	Var5	максим	78,2	1,1	1,2
1912	Var5				
1009	Var5				
1541	Var5				

Таблица 2
 Рекомендуемые направления изменения параметров настройки зерноуборочных комбайнов в условиях ЮФО
 (зерновые культуры)

Параметры настройки рабочего органа	Регулировки комбайна «Дон-1500»	Расчетные регулировки для комбайна IV класса	Регулировки комбайна «Нива»	Расчетные регулировки для комбайна IV класса
Частота вращения молотильного барабана, с ⁻¹ (VAR21)	11 - 15	↓ 14 - 29 ↑	5 - 17	↓ 11 - 22 ↑
Зазор на входе в молотильный агрегат, мм (VAR22)	18 - 24	↓ 3 - 6	18 - 20	↓ 3 - 6
Зазор на выходе из молотильного агрегата, мм (VAR23)	2 - 8	↓ 9 - 15	4 - 6	↓ 8 - 15
Величина открытия жалюзи верхнего решета, мм (VAR24)	12 - 16	↓ 5 - 9	12 - 14	↓ 5 - 9
Величина открытия жалюзи нижнего решета, мм (VAR25)	7 - 10	↓ 8 - 19 ↑	7 - 9	↓ 6 - 13
Частота вращения вала вентилятора, с ⁻¹ (VAR29)	11,3 - 13,3	5,5 - 8	7,2 - 12	3,5 - 4,5
Ширина захвата жатки, м (VAR33)	6 - 8,6			

Выводы. Методика оптимизации и определения диапазонов регулирования параметров настройки в виде решаемых задач представляет в общем виде статистическую оптимизацию параметров серийно выпускаемых зерноуборочных комбайнов в рамках их модернизации.

Библиографический список

1. РД 10.8.1-89. Испытания сельскохозяйственной техники. Машины зерноуборочные. Программы и методы испытаний.-М.:Минсельхоз, 1989.
2. STATISTICAL GRAPHICS SYSTEM by STATISTICAL GRAPHICS CORPORATION. User's guide. (Пакет прикладных программ STATGRAPHICS (SG), версии 2.6, номер 1157855, 1989.).
3. Царев Ю.А. Статистическая оптимизация основных конструктивных параметров зерноуборочных комбайнов. Приложение. Дис. ... д-ра техн. наук. – Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2001.

Материал поступил в редакцию 25.11.09.

J.A. TSAREV, S.S. TRASKOVSKI

TECHNIQUE OF DEFINITION OF CONTROL BANDS OF PARAMETERS OF CUSTOMISATION OF COMBINE HARVESTERS

The design procedure of control bands of parameters of customizations of the serial combine harvesters, based on statistical results of their trials is offered.

ЦАРЕВ Юрий Александрович (р.1944) заведующий кафедрой «Технический сервис сельхозмашин» Ростовской-на-Дону государственной академии сельскохозяйственного машиностроения (РГАСХМ ГОУ), доктор технических наук (2001), профессор (2004). Окончил Военную академию им. Ф.Э. Дзержинского (1980).

Научные интересы в области испытаний и надежности сложных технических систем.

Опубликовано более 50 научных работ.

ТРАСКОВСКИЙ Сергей Станиславович (р.1983), аспирант кафедры «Технический сервис сельхозмашин» Ростовской-на-Дону государственной академии сельскохозяйственного машиностроения (РГАСХМ ГОУ). Окончил Ростовскую-на-Дону государственную академию сельскохозяйственного машиностроения (2006).

Научные интересы в области совершенствования технологических процессов зерноуборочных комбайнов.

Опубликовано 5 научных работ.

carev@trshm.rgashm.ru