

УДК 658.58

С.М. ХАРАХАШЯН, В.П. ДИМИТРОВ, К.Л. ХУБИЯН

**ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА
ПО ВНЕШНИМ ПРИЗНАКАМ ОТКАЗОВ**

Предложен подход к составлению формализованных описаний внешних признаков отказов машин. Рассмотрен пример применения предлагаемого подхода для основной гидросистемы комбайна «Дон-1500Б». Описан способ формирования перечня элементарных проверок.

Ключевые слова: техническая диагностика, отказ, элементарная проверка.

Введение. Зерноуборочный комбайн (ЗК) – самая сложная мобильная машина, применяемая в полеводстве. Эксплуатация комбайна обеспечивается оператором – комбайнером, который в большинстве случаев обладает только поверхностными знаниями о конструкции и технологическом процессе работы машины и еще более ограниченными знаниями и навыками управления техническим состоянием (как известно, нехватка и низкий уровень квалификации кадров – острейшие проблемы сельского хозяйства [1, 2]). Это приводит к тому, что зачастую оператор не в состоянии не только провести техническое обслуживание и ремонт, но даже и грамотно описать внешние проявления отказов и сообщить их мастеру-диагносту либо ввести в экспертную систему [3]. Поэтому общение оператора и мастера-диагноста может напоминать диалог врача с больным: оператор перечисляет «жалобы» на машину, а диагност задает уточняющие вопросы с целью определения внешнего признака неисправности и набора необходимых сведений для дальнейшего диагностирования.

Описанной выше ситуации можно дать рациональное объяснение. Увеличение сложности современных технических и человеко-машинных систем (например, система «оператор – комбайн») привело к тому, что их «поведение» аналогично поведению живых организмов: в нем трудно разобраться и выявить причинно-следственные связи без глубоких знаний об их строении и организации процессов жизнедеятельности. Неподготовленный человек может только заметить отклонения (или нарушения) в поведении при условии, что у него сформировано субъективное представление о «нормальном» поведении.

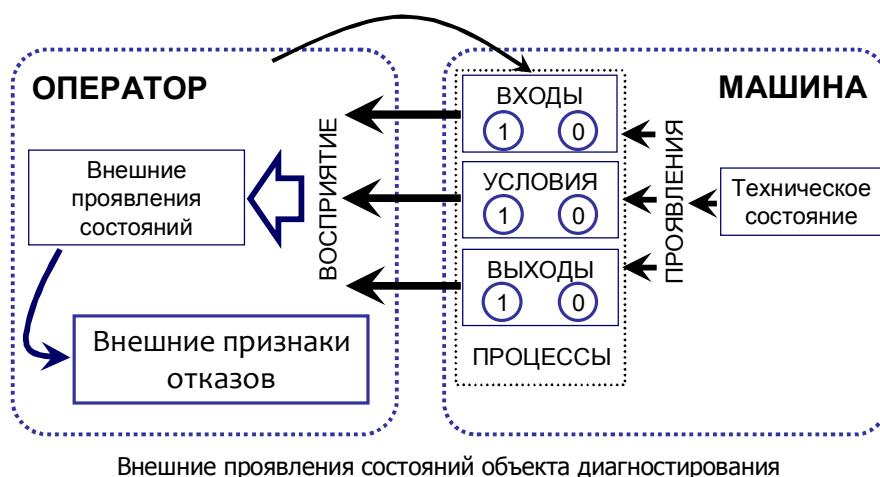
Отметим, что от количества и качества полученной до начала процесса диагностирования информации (априорной информации) зависит эффективность диагностирования и качество диагноза. Ведь если до начала диагностирования известно, что у машины (на примере ЗК «Дон-1500Б») выгрузной шнек не переводится в рабочее положение, то проверке будут подвергнуты только подсистемы поворота выгрузного шнека электрогидравлики и основной гидросистемы [4, 5], а не гидросистема или машина в целом. Поэтому в данной работе рассматривается процесс генерации априорной информации для диагностирования ЗК [6].

Внешние признаки отказов. Рассмотрим взаимодействие оператора с машиной при эксплуатации по назначению. Для описания этого процесса целесообразно представление ЗК в виде системы, взаимодействующей с внешней средой и оператором по контурам обмена, включающим «входы» и «выходы». С точки зрения эффективности эксплуатации наибольшую важность имеет целевой контур, характеризующий выходной эффект от системы [7]. Однако оценка эффекта от эксплуатации комбайна не входит в круг задач оператора, это, скорее, обязанность агронома, инженера, экономиста. Оператор несет ответственность за качество технологического процесса работы машины (и только через это качество влияет на выходной эффект от использования машины), поэтому в нашем случае целесообразно рассматривать взаимодействие по процессному контуру.

Рассмотрим процессный контур основной гидросистемы зерноуборочного комбайна [6]. Входами в этом случае являются управляющие воздействия (команды) оператора. Эти входы обуславливают выполнение определенных операций гидросистемой – процессов. Результатами процессов – выходами – являются новые состояния агрегатов и рабочих органов комбайна. Для осу-

ществления процесса помимо входов необходимо выполнение определенных условий. Например, для выполнения всех процессов основной гидросистемой в работоспособном состоянии условием является работающий двигатель, а если рассматривать процесс опускания жатки, то одновременно с этим условием должно выполняться и следующее – «жатка не находится в крайнем нижнем положении». Отметим, что мы рассматриваем только те условия, выполнение которых поддается органолептическому восприятию. В противном случае эти условия никак нельзя ассоциировать с контуром непосредственного обмена «машина – оператор». Условия целесообразно разделить на две группы: исключительные и неисключительные. При этом под исключительными будем понимать условия, выполнение которых обязательно для осуществления процесса (и в работоспособном и в неработоспособном состоянии). Для вышеприведенного примера опускания жатки условие «жатка не находится в крайнем нижнем положении» – исключительное, а «двигатель работает» – неисключительное, так как при некоторых отказах подсистемы подъема/опускания жатки основной гидросистемы жатка может опускаться и при неработающем двигателе.

При решении задач управления техническим состоянием машины рассматриваемый контур обмена вызывает интерес как источник информации о техническом состоянии – внешних признаков отказов (рисунок). Под внешним признаком отказа понимается критерий отказа элемента объекта, воспринимаемый человеком органолептически без использования внешних средств технического диагностирования. Определения терминов «критерий отказа» и «внешнее средство технического диагностирования» взяты в соответствии со стандартами [8, 9].



Для примера рассмотрим четыре процесса, выполняемых основной гидросистемой комбайна «Дон-1500Б»: подъём жатвенной части, опускание жатвенной части, перевод наклонного выгрузного шнека из транспортного положения в рабочее, перевод наклонного выгрузного шнека из рабочего положения в транспортное.

Приведем краткое описание перечисленных процессов (нумерация процессов взята по общему перечню, составленному нами).

Процесс 1: «ПОДЪЁМ ЖАТВЕННОЙ ЧАСТИ».

Вход: X_1 – «Клавиша «подъём/опускание жатвенной части» находится в положении «Подъём».

Условия: $C_{1.1}$ – «Двигатель работает» – исключительное; $C_{1.2}$ – «Жатвенная часть не находится в крайнем верхнем положении» – исключительное.

Выход: Y_1 – «Положение жатвенной части относительно земли стало выше, чем было».

Процесс 2: «ОПУСКАНИЕ ЖАТВЕННОЙ ЧАСТИ».

Вход: X_2 – «Клавиша «подъём/опускание жатвенной части» находится в положении «Опускание».

Условия: $C_{2,1}$ – «Двигатель работает» – неисклительное; $C_{2,2}$ – «Жатвенная часть не находится в крайнем нижнем положении» – исклительное.

Выход: Y_2 – «Положение жатвенной части относительно земли стало ниже, чем было».

Процесс 15: «ПЕРЕВОД НАКЛОННОГО ВЫГРУЗНОГО ШНЕКА ИЗ ТРАНСПОРТНОГО ПОЛОЖЕНИЯ В РАБОЧЕЕ».

Вход: X_{15} – «Клавиша «поворот выгрузного шнека» находится в положении «перевод в рабочее положение».

Условия: $C_{15,1}$ – «Двигатель работает» – исклительное; $C_{15,2}$ – «Наклонный выгрузной шнек не находится в рабочем положении» – исклительное;

Выход: Y_{15} – «Наклонный выгрузной шнек находится в рабочем положении».

Процесс 16: «ПЕРЕВОД НАКЛОННОГО ВЫГРУЗНОГО ШНЕКА ИЗ РАБОЧЕГО ПОЛОЖЕНИЯ В ТРАНСПОРТНОЕ».

Вход: X_{16} – «Клавиша «поворот выгрузного шнека» находится в положении «перевод в транспортное положение».

Условия: $C_{16,1}$ – «Двигатель работает» – исклительное; $C_{16,2}$ – «Наклонный выгрузной шнек не находится в транспортном положении» – исклительное; $C_{16,3}$ – «Привод выгрузного устройства выключен» – неисклительное.

Выход: Y_{16} – «Наклонный выгрузной шнек находится в транспортном положении».

Все перечисленные выше входы, условия и выходы могут принимать два значения: ИСТИНА («Да», «1») и ЛОЖЬ («Нет», «0») (см. рисунок). Поэтому формализованные описания этих процессов представлены в виде выражений алгебры-логики. При этом принято допущение, что входы подаются по одному.

Для процесса 1 внешние проявления работоспособного состояния описываются системой:

$$\left[\begin{array}{l} \bar{X}_1 \wedge \bar{C}_{1,1} \wedge \bar{C}_{1,2} \rightarrow \bar{Y}_1 ; \\ X_1 \wedge \bar{C}_{1,1} \wedge \bar{C}_{1,2} \rightarrow \bar{Y}_1 ; \\ X_1 \wedge C_{1,1} \wedge \bar{C}_{1,2} \rightarrow \bar{Y}_1 ; \\ X_1 \wedge \bar{C}_{1,1} \wedge C_{1,2} \rightarrow \bar{Y}_1 ; \\ \bar{X}_1 \wedge C_{1,1} \wedge C_{1,2} \rightarrow \bar{Y}_1 ; \\ \bar{X}_1 \wedge \bar{C}_{1,1} \wedge C_{1,2} \rightarrow \bar{Y}_1 ; \\ \bar{X}_1 \wedge C_{1,1} \wedge \bar{C}_{1,2} \rightarrow \bar{Y}_1 ; \\ X_1 \wedge C_{1,1} \wedge C_{1,2} \rightarrow Y_1 . \end{array} \right. \quad (1)$$

Или:

$$\left[\begin{array}{l} \bar{X}_1 \vee \bar{C}_{1,1} \vee \bar{C}_{1,2} \rightarrow \bar{Y}_1 ; \\ X_1 \wedge C_{1,1} \wedge C_{1,2} \rightarrow Y_1 . \end{array} \right. \quad (2)$$

Проявления неработоспособных состояний описываются системой:

$$\left[\begin{array}{l} X_1 \wedge C_{1,1} \wedge C_{1,2} \rightarrow \bar{Y}_1 ; \\ \bar{X}_1 \wedge C_{1,1} \wedge C_{1,2} \rightarrow Y_1 ; \\ X_j \wedge C_{1,1} \wedge C_{1,2} \rightarrow Y_1 , \forall j \neq 1 . \end{array} \right. \quad (3)$$

Вход $X_j, \forall j \neq 1$ – вход любого другого процесса.

Приведенные выше выражения удобно представлять в виде таблиц истинности (табл.1).

Таблица 1

Таблица истинности отказов процесса 1

Номер п/п	$X_j, j \neq 1$	X_1	$C_{1.1}$	$C_{1.2}$	Y_1	Отказ
1	0	0	0	0	0	0
2	0	1	0	0	0	0
3	0	1	1	0	0	0
4	0	1	0	1	0	0
5	0	0	1	1	0	0
6	0	0	0	1	0	0
7	0	0	1	0	0	0
8	0	1	1	1	1	0
9	0	1	1	1	0	1
10	0	0	1	1	1	1
11	1	0	1	1	1	1

Таблицы истинности для процессов 2, 15 и 16 приведены в табл.2, 3 и 4.

Таблица 2

Таблица истинности отказов процесса 2

Номер п/п	$X_j, j \neq 2$	X_2	$C_{2.1}$	$C_{2.2}$	Y_2	Отказ
1	0	0	0	0	0	0
2	0	1	0	0	0	0
3	0	1	1	0	0	0
4	0	1	0	1	0	0
5	0	0	1	1	0	0
6	0	0	0	1	0	0
7	0	0	1	0	0	0
8	0	1	1	1	1	0
9	0	1	1	1	0	1
10	0	0	1	1	1	1
11	0	0	0	1	1	1
12	0	1	0	1	1	1
13	1	0	1	1	1	1
14	1	0	0	1	1	1

Таблица 3

Таблица истинности отказов процесса 15

Номер п/п	$X_j, j \neq 15$	X_{15}	$C_{15.1}$	$C_{15.2}$	Y_{15}	Отказ
1	0	0	0	0	0	0
2	0	1	0	0	0	0
3	0	1	1	0	0	0
4	0	1	0	1	0	0
5	0	0	1	1	0	0
6	0	0	0	1	0	0
7	0	0	1	0	0	0
8	0	1	1	1	1	0
9	0	1	1	1	0	1
10	0	0	1	1	1	1
11	1	0	1	1	1	1

Таблица 4

Таблица истинности отказов процесса 16

Номер п/п	$X_j, j \neq 16$	X_{16}	$C_{16.1}$	$C_{16.2}$	$C_{16.3}$	Y_{16}	Отказ
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	1	0	0	0	0	0
3	0	1	1	0	0	0	0
4	0	1	0	1	0	0	0
5	0	1	0	0	1	0	0
6	0	1	0	1	1	0	0
7	0	1	1	1	0	0	0
8	0	1	1	0	1	0	0
9	0	0	1	1	1	0	0
10	0	0	1	0	0	0	0
11	0	0	0	1	0	0	0
12	0	0	0	0	1	0	0
13	0	0	1	0	1	0	0
14	0	0	1	1	0	0	0
15	0	0	0	1	1	0	0
16	0	1	1	1	1	1	0
17	0	1	1	1	1	0	1
18	0	0	1	1	1	1	1
19	0	0	1	1	0	1	1
20	0	1	1	1	0	1	1
21	1	0	1	1	1	1	1
22	1	0	1	1	0	1	1

Система (3) и строки 9-11 табл.1 представляют собой формализованные описания внешних признаков отказов гидросистемы. На естественном языке они описывались бы следующим образом.

Строка 9 табл.1. Краткое описание: «жатка не поднимается».

Полное описание: «двигатель работает; жатка не находится в крайнем верхнем положении; клавиша «подъем/опускание жатвенной части» переведена в положение «подъем»; положение жатвенной части не изменилось».

Строка 10 табл.1. Краткое описание: «самопроизвольный подъем жатки».

Полное описание: «двигатель работает; жатка не находится в крайнем верхнем положении; все клавиши управления электрогидравликой находятся в нейтральном положении; положение жатвенной части относительно земли стало выше, чем было».

Строка 11 табл.1. Краткое описание: «вместо Y_j (например, Y_{15} – поворот выгрузного шнека) поднимается жатка (т.е. Y_1)».

Полное описание: «двигатель работает; жатка не находится в крайнем верхнем положении; нажата клавиша X_j (например, X_{15} – клавиша поворота выгрузного шнека находится в положении «перевод в рабочее положение»); клавиша «подъем/опускание жатки» находится в нейтральном положении; жатка поднимается».

Очевидно, что в описанном случае в формализованное описание внешнего признака отказа необходимо включить и строку 8 табл.3.

На первый взгляд может показаться, что первые 7 выражений в системе (1) соответствуют неработоспособным состояниям, так как выход отсутствует. Но при более подробном рассмотрении становится ясно, что в этих случаях выхода и не должно быть. Например, выражение 4 в системе (1) соответствует следующей ситуации: оператор нажал клавишу подъема жатки при неработающем двигателе, и жатка не поднялась. Квалифицированный оператор знает, что система

управления рабочими органами комбайна с помощью гидравлики функционирует только при работающем двигателе. Неопытный оператор описанную ситуацию может принять как проявление отказа, что необходимо учитывать при разработке системы диагностирования.

Проанализировав полученные выражения для неработоспособных состояний, можно выделить следующие типы отклонений (отказов) процессов.

1. Невыполнение процесса – отсутствие выхода при наличии соответствующих входов и условий:

$$X \wedge C \rightarrow \bar{Y}. \quad (4)$$

Пример: при работающем двигателе при нажатии клавиши «опускание жатки» жатка не опускается.

2. Самопроизвольное выполнение процесса – наличие выхода при отсутствии входа или входа и неискл. условий:

$$\left[\begin{array}{l} \bar{X} \wedge C \rightarrow Y; \\ \bar{X} \wedge \bar{C}_{\text{неискл}} \wedge C_{\text{искл}} \rightarrow Y. \end{array} \right. \quad (5)$$

Пример: самопроизвольное опускание жатки.

3. Несоответствие «условия – выход» – наличие выхода при наличии входа и отсутствии неискл. условий:

$$X \wedge \bar{C}_{\text{неискл}} \wedge C_{\text{искл}} \rightarrow Y. \quad (6)$$

Пример: выгрузной шнек переводится в транспортное положение при включенном приводе выгрузного устройства.

4. Несоответствие «вход – выход» – отклик не соответствует управляющему воздействию:

$$X_j \wedge C_i \rightarrow Y_i, \forall j \neq i. \quad (7)$$

Пример: вместо подъема жатки поворачивается выгрузной шнек.

Состав элементарных проверок. Информация, получаемая при подготовке к диагностированию, используется для определения перечня элементарных проверок. При решении этой задачи целесообразно применение аппарата таблиц функции неисправностей (ТФН) [10 – 12].

Составленная таблица функции неисправностей (ТФН), табл.5, связывает различные отказы составных элементов гидросистемы с внешними проявлениями технических состояний, приведенными в табл.1-4. В табл.5 строки, соответствующие работоспособному состоянию, опущены. Пояснения к табл.5: № процесса – номер процесса по перечню; № строки – номер строки в таблице истинности отказов соответствующего процесса. Элементы: 1 – гидробак; 5 – распределитель потока управления; 7 – секция электрогидрораспределителя: 7.1 – «подъем/ опускание жатки», 7.8 – «поворот выгрузного шнека»; 9 – запорное устройство: 9.1 – «подъем/ опускание жатки»; 15 – гидроцилиндры подъема/опускания жатки (левый и правый); 17 - гидроцилиндр поворота выгрузного шнека; 51 – управление электрогидрораспределителями: 51.1 – «подъем/ опускание жатки», 51.8 – «поворот выгрузного шнека».

При составлении ТФН применен следующий подход (отличный от описанного в источниках [11, 12]). Ячейки могут содержать символы: «0» – внешний признак проявляется только при условии отсутствия данного отказа, «1» - данный отказ может быть причиной (одной из причин) проявления внешнего признака; пустая ячейка – отсутствие связи, т.е. наличие отказа не может стать причиной проявления внешнего признака.

При подготовке к диагностированию выявленные внешние признаки отказов «активируют» соответствующие строки в ТФН, и в перечень элементарных проверок включаются те элементы, отказ которых может вызвать появление введенного в ТФН внешнего признака отказа, т.е. если в ячейке на пересечении «активной» строки внешнего признака и столбца отказа элемента стоит «1». Если в ТФН внесено несколько внешних признаков отказов (т.е. «активировано» несколько строк), то последовательность элементарных проверок определяется следующим образом: в первую очередь необходимо проверить те элементы, которые «набрали» большее количество «активных» единиц. Если у какого-либо отказа есть хотя бы один «активный» «0», то он не включается в перечень проверок.

Таблица 5
Фрагмент таблицы функции неисправностей

Внешние проявления		Элементы																			
№ процесса	№ строки	1	...	5	...	7.1	...	7.8	...	9.1	...	15.1	15.2	...	17	...	51.1	...	51.8	...	
		Отказы элементов																			
1		1	2	1	2	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5			
	...																				
	9	1		1	1					1		1					1				
	10	0		0	1					0		0					1				
	11	0			0	1				0		0					1				
2																					
	...																				
	9	1	1	1	1					1		1					1				
	10		0	0		1				1		0					1				
	11		0							1		0									
...	12		0							1		0									
	13		0	0						1		0									
	14		0			1				1		0					1				
			0							1		0									
15	...																				
	9	1	1	1				1							1				1		
	10	0	0	0				1							0				1		
	11	0	0	0				1							0				1		
16	...																				
	17	1	1	1				1							1				1		
	18	0	0	0											0				1		
	19	0	0	0				1							0				1		
	20	0	0	0				1							0				1		
...	21	0	0	0				1							0				1		
	22	0	0	0				1							0				1		

Пример 1. Рассмотрим описанную выше ситуацию, в которой внешний признак отказа состоит из двух частей: строка 11 табл. 1 (процесс 1) и строка 9 табл.3 (процесс 15). В соответствии с таблицей функции неисправностей в перечень проверок необходимо включить: элемент 7.1 (на наличие отказа №3), элемент 51.1 (на наличие отказа №3), элемент 7.8 (на наличие отказа №1), элемент 17 (на наличие отказа №1), элемент 51.8 (на наличие отказа №1).

Пример 2. Предположим, что в таблицу функции неисправностей внесены следующие три внешних признака отказов: «жатка не поднимается» (строка 9 табл.1), «жатка не опускается» (строка 9 табл.2), «выгрузной шнек не переводится в рабочее положение» (строка 9 табл.3). В этом случае последовательность элементарных проверок следующая:

- 1 – проверка элемента 1 на наличие отказов №1 и 2;
- 2 – проверка элемента 5 на наличие отказа №2;
- 3 – проверка элемента 7.1 на наличие отказов №1 и 2;
- 4 – проверка элемента 9.1 на наличие отказов №2 и №3;
- 5 – проверка элемента 15.1 на наличие отказов №1 и 2;
- 6 – проверка элемента 15.2 на наличие отказов №1 и 2;
- 7 – проверка элемента 51.1 на наличие отказов №1 и 2;
- 8 – проверка элемента 7.8 на наличие отказа №1;
- 9 – проверка элемента 17 на наличие отказа №1;
- 10 – проверка элемента 51.8 на наличие отказа №1.

Заключение. Описанный в работе подход является методической основой проектирования базы знаний экспертной системы для технического обслуживания зерноуборочных комбайнов. Результаты теоретических и практических исследований позволяют реализовать интеллектуальную систему поддержки оператора в процессах сбора и анализа информации (полученной органолептически) о техническом состоянии машины без измерения диагностических параметров – то есть имитировать работу высококвалифицированного специалиста в области технической диагностики.

Библиографический список

1. Краснощеков Н.В. Концепция разработки системы машинных технологий в растениеводстве / Н.В. Краснощеков, Э.И. Липкович // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2008. – №8. – С. 3-7.
2. Орзик Л.С. Направления решения проблемы технической оснащённости сельского хозяйства / Л.С. Орзик, Л.Ф. Кормаков // Техника и оборудование для села. 2008. – №4. – С. 7-10.
3. Димитров В.П. Об организации технического обслуживания машин с использованием экспертных систем / В.П. Димитров // Вестник ДГТУ. – 2003. – Т.3. – №1 (15). – С. 33-44.
4. Гидрооборудование модельного ряда продукции ОАО «Ростсельмаш». Дон-1500Б, Дон-680, СК-5М-1 «Нива». Состав, техническое обслуживание и диагностика неисправностей / Составители: В.П. Димитров, Л.В. Борисова, Е.В. Димитров, К.Л. Хубиян. / БелРусь, Ростов н/Д, 2003.
5. Электрооборудование модельного ряда продукции ОАО «Ростсельмаш». Дон-1500Б, Дон-680, СК-5М-1. Состав, техническое обслуживание, диагностика неисправностей / Составители: В.П. Димитров, Л.В. Борисова, В.Д. Ильченко, К.Л. Хубиян / БелРусь, Ростов н/Д, 2003.
6. Харахашян С.М. Некоторые особенности диагностирования сложных сельскохозяйственных машин (зерноуборочных комбайнов) / С.М. Харахашян, В.П. Димитров, К.Л. Хубиян // Состояние и перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения: мат-лы междунар. науч.-практ. конф. 4-5 марта 2010 г. Ростов н/Д, 2010. – 430 с. – С. 174-177.
7. Надёжность и эффективность в технике: Справочник: В 10 т. /Ред. совет: В.С. Авдеевский (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1986. Т.1: Методология. Организация. Терминология / Под ред. А.И. Рембезы. – 224 с.: ил.
8. ГОСТ 27.002-89. Надёжность в технике. Основные понятия. Термины и определения. – М.: Издательство стандартов, 1990.
9. ГОСТ 20911-89. Техническая диагностика. Термины и определения. – М.: Издательство стандартов, 1990.

10. Надежность и эффективность в технике: Справочник. В 10 т./ Ред. совет: В.С. Авдеевский (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1987. – (В пер.). Т. 9. Техническая диагностика / Под общ. ред. В.В. Ключева, П.П. Пархоменко. – 352 с.: ил.

11. Rzenik C., Moliska A. The problems of rationalization of diagnostic test of machines // *Technica Agraria*. – 2003, №2 (2). – P. 3-8.

12. Техническая диагностика гидравлических приводов / Т.В.Алексеева, В.Д. Бабанская, Т.М. Башта и др.; под общ. ред. Т.М. Башты. – М.: Машиностроение, 1989. – 264 с.: ил.

Материал поступил в редакцию 21.04.10.

S.M. KHARAKHASHYAN, V.P. DIMITROV, K.L. KHUBIYAN

COMBINE HARVESTER DIAGNOSIS BY EXTERNAL SIGNS OF FAILURES

The approach to external signs of failures formalizing is offered. The example of its practical usage for the main hydrosystem of harvester "Don-1500B" is considered. The diagnostic checks set defining method is described.

Keywords: technical diagnostics, failure, diagnostic check.

ХАРАХАШЯН Сергей Мартиросович (р. 1986), аспирант кафедры «Управление качеством» ДГТУ. Окончил факультет «Приборостроение и техническое регулирование» Донского государственного технического университета (2008).

Область научных интересов: техническая диагностика, техническое обслуживание сельскохозяйственных машин, менеджмент качества.

Автор 14 опубликованных научных работ.

khsmart@rambler.ru

ДИМИТРОВ Валерий Петрович (р. 1953), доктор технических наук (2002), профессор (2002), заведующий кафедрой «Управление качеством» ДГТУ, декан факультета «Приборостроение и техническое регулирование» (2008). Окончил РИСХМ (ныне ДГТУ) (1975).

Область научных интересов: системы информационного обеспечения жизненного цикла продукции, экспертные системы, техническое обслуживание машин.

Автор 348 научных публикаций (в том числе 33 учебных пособий и монографий).

vdimitrov@dstu.edu.ru

ХУБИЯН Капрел Луспаронович (р. 1972), доцент кафедры «Управление качеством» ДГТУ (2006), кандидат технических наук (2002). Окончил Ростовский институт автоматизации и технологии машиностроения (1995).

Область научных интересов: техническое обслуживание сельскохозяйственных машин.

Автор 30 опубликованных работ.