

УДК 629.76.019

UDC 629.76.019

05.00.00 Технические науки

Technical Sciences

АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ, КАК МЕТОД УПРАВЛЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТЬЮ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

ALGORITHM OF INVENTORY MANAGEMENT AS A CONTROL METHOD OF OPERATIONAL RELIABILITY OF COMBINE HARVESTERS

Царев Юрий Александрович
д-р. техн. наук, профессор
e-mail: spu-42.5@donstu.ru

Tsarev Yuriy Alexandrovich
Doctor of technical Sciences, professor
e-mail: spu-42.5@donstu.ru

Симон Денис Владимирович
аспирант
Донской государственный технический университет. Россия. Ростов-на-Дону, 344000, пл. Гагарина, 1

Simon Denis Vladimirovich
postgraduate student
Don state technical University, Russia, Rostov-on-don, 344000, Gagarina square, 1

Разработан алгоритм размещения запасных частей для трехуровневой системы складского хозяйства, внедряемой в настоящее время на передовых дилерских предприятиях Южного федерального округа, основанный на мониторинге отказов в режиме on-line, способный упреждать появление отказов в процессе работы зерноуборочных комбайнов, и тем самым повышать их эксплуатационную надежность

The article presents an algorithm of placement of spare parts for a three-level system of storage facilities, we are currently implementing for leading dealer companies of the southern Federal district, based on monitoring of failures in the on-line mode, which is able to prevent the appearance of failures in the process of combine harvesters, and thus to increase their operational reliability

Ключевые слова: ЗЕРНОУБОРОЧНЫЙ КОМБАЙН, ЗАПАСНЫЕ ЧАСТИ, АЛГОРИТМ, МОДЕЛЬ ТРЕХУРОВНЕВОЙ СИСТЕМЫ СКЛАДСКОГО ХОЗЯЙСТВА, РАСЧЕТНЫЙ МЕТОД, АВС-КЛАССИФИКАЦИЯ

Keywords: COMBINE HARVESTER, SPARE PARTS, ALGORITHM, MODEL THREE-LEVEL SYSTEM OF STORAGE FACILITIES, CALCULATION METHOD, ABC CLASSIFICATION

Одним из способов повышения эксплуатационной надежности зерноуборочных комбайнов может быть метод управления запасами, основанный на оптимизации потребности в запасных частях, и как следствие, сокращения сроков доставки вышедших из строя агрегатов, сборочных единиц или деталей.

Метод управления запасами требует наличия алгоритма. Процедура разработки алгоритма обычно включает несколько этапов [1 -3]:

1. определение объема потребности;
2. определение состава затрат;
3. расчет оптимального размера заказа;
4. согласование условий поставки.

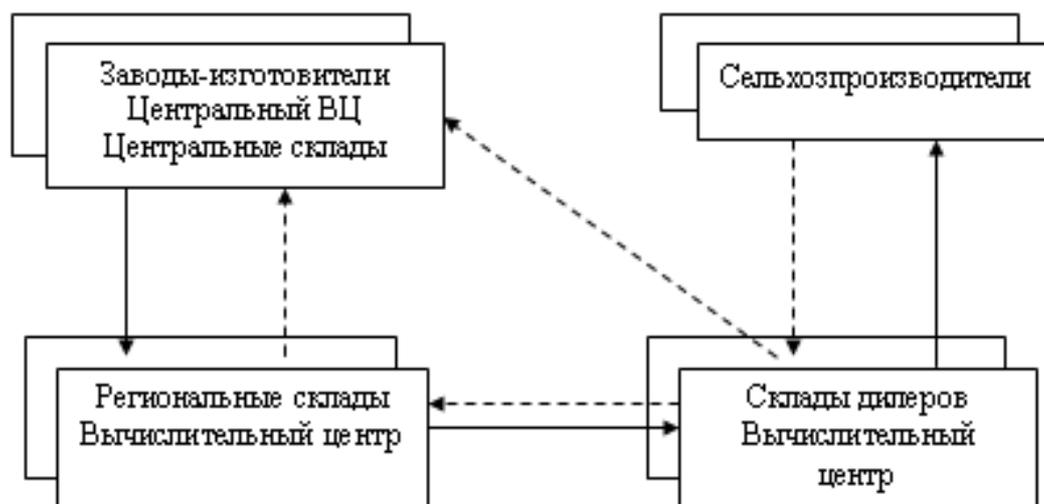


Рисунок 1 – Классическая «трехуровневая» система снабжения запасными частями

Рассмотрим построение алгоритма на основе модели «трехуровневой» системы складского хозяйства (рис. 1), основанного на расчетном методе [3] с использованием информационных технологий текущей годовой потребности в деталях (сборочных единицах, агрегатах).

$$\left. \begin{aligned} H_i &= (\sum H_i^{(\mu, \tau)}) \cdot N_{\mu, \tau}, \\ H_j &= (\sum H_j^{(\mu, \tau)}) \cdot N_{\mu, \tau}, \\ H_k &= (\sum H_k^{(\mu, \tau)}) \cdot N_{\mu, \tau}, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где H_i, H_j, H_k – соответственно потребность в запчастях (деталях, агрегатах и сборочных единицах, на примере данных для комбайнов в ЮФО,

$N_{\mu, \tau}$ – парк комбайнов сельхозпроизводителей по моделям и годам эксплуатации.

Статистические годовые расчетные нормы расхода $H_i^{(\mu, \tau)}$, $H_j^{(\mu, \tau)}$ и $H_k^{(\mu, \tau)}$ в соответствии с таблицей 1, определяются (см. табл. 2 – 4, как фрагмент из общего количества отказов табл. 5):

Таблица 1. Кодирование полей базы данных

№	NAME	OBOZ	TIP	RAZ
1	Квалификация Машины.	M_IZD	N	3
2	Номер Машины.	ZNK	C	6
3	Номер Агрегата.	S_AGR	C	20
4	Номер Сборочной Единицы.	S_SBED	C	20
5	Номер Детали.	S_DET	C	20
6	Отказ (Внешнее Проявлен.)	WNES_PRO	C	138
7	Предполагаемая Причина.	PRED_PRIZ	C	123
8	Квалификация: Дефект, Отказ, Повреждение	KWAL	C	1
9	Причина: Конструк, Произв, Эксплуатационный	KLASS	C	1
10	Способ Устранения: Восстановление, Замена	SP_UST	C	1
11	Часы Работы.	NAR_ZAS	N	6
12	Мото/Часы.	NAR_MOTO Z	N	3
13	Группа Сложности: 1,2,3.	GR_SL	N	1
14	Время Устранения.	WR_OT_BEZ	N	6
15	Время на Доставку.	WR_OT_NA	N	2
16	Трудоемкость Устранения.	TRUD_BEZ	N	6
17	Трудоемкость Доставки.	TRUD_NA	N	2
18	Зона Испытаний.	MST_ISP	N	3
19	Номер Протокола.	N_PROT	C	11
20	Вид Испытаний.	WID_ISP	N	2

– по полю (MST_ISP), которое учитывает зону действия дилера, где зоны действия меняются;

– по полю (WID_ISP), которое учитывает вид испытания машины, где срок эксплуатации машин меняется;

– по полю (M_IZD), которое учитывает модель с.-х. машины, где модели с.-х. машин меняются;

Таблица 2. База данных отказов щечек режущего аппарата комбайнов по ЮФО

M_IZD	ZNK	S_AGR	S_SBED	S_DET	WNES_PRO	PRED_PRIZ	KWAL	KLASS	SP_UST	NAR_ZAS	NAR_MOTOZ	GR_SL	WR_OT_BEZ	WR_OT_NA	TRUD_BEZ	TRUD_NA	MST_ISP
3	060547	3518060-12010		3518050-16466	Излом щеки 3518050-16466 . Излом пружины 3518050-16515.	Замена щеки и пружины.	О	К	3	121,00	186	1	0,27	1	0,31	1	13
3	060953	3518060-12010		3518050-16466	Излом щеки 3518050-16466. Излом пружины 3518050-16515.	Замена щеки и пружины.	О	К	3	106,00	163	1	0,27	1	0,31	1	13
3	058945	3518060-12010		3518050-16466	Излом щеки 3518050-16466. Излом пружины 3518050-16515.	Замена щеки и пружины.	О	К	3	48,00	74	1	0,27	1	0,31	1	13
3	058945	3518060-12010		3518050-16466	Излом щеки 3518050-16466. Излом пружины 3518050-16515.	Замена щеки и пружины.	О	К	3	97,00	149	1	0,27	1	0,31	1	13
3	058945	3518060-12010		3518050-16466	Излом щеки 3518050-16466. Излом пружины 3518050-16515.	Замена щеки и пружины.	О	К	3	134,00	206	1	0,27	1	0,31	1	13
3	058918	3518060-12010		3518050-16466	Излом щеки 3518050-16466. Излом пружины 3518050-16515.	Замена щеки и пружины.	О	К	3	8,00	12	1	0,27	1	0,31	1	13
3	058918	3518060-12010		3518050-16466	Излом щеки 3518050-16466. Излом пружины 3518050-16515.	Замена щеки и пружины.	О	К	3	38,00	58	1	0,27	1	0,31	1	13
3	060287	3518060-12010		3518050-16466	Излом щеки 3518050-16466. Излом пружины 3518050-16515.	Замена щеки и пружины.	О	К	3	116,00	178	1	0,27	1	0,31	1	13
3	060287	3518060-12010		3518050-16466	Излом щеки 3518050-16466. Излом пружины 3518050-16515.	Замена щеки и пружины.	О	К	3	161,00	248	1	0,27	1	0,31	1	13
3	065525	3518060-12010	3518050-16464	3518050-16466	Излом щеки 3518050-16466	Недостаточная прочность. замена	О	К	3	280,00	431	1	0,27	0	0,31	0	13
3	055656	3518060-10030-01	3518050-121000	3518050-16466-01	Излом щеки ножа режущего аппарата	Недостаточная прочность	о	п	з	267,80	412	1	0,27	0	0,27	0	52
Итого										1376,80							
Средняя наработка до отказа										125.16							

Таблица 3. База данных отказов пружины щечек головки ножа режущего аппарата комбайнов по ЮФО

M_I ZD	ZNK	S_AGR	S_SBED	S_DET	WNEP_PRO	PRED_PRIZ	KWAL	KLASS	SP_UST	NAR_ZAS	NAR_MOTOZ	GR_SL	WR_OT_BEZ	WR_OT_NA	TRUD_BEZ	TRUD_NA	MST_ISP
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	021011	3518060-10030-01	3518050-121000	3518050-16515	излом пружины	недостаточная прочность	о	к	з	72,10	115	1	0,24	0	0,24	0	13
3	048287	3518060-10030-01	3518050-121000	3518050-16515	разрушение пружины		о	п	з	52,00	80	1	0,17	0	0,17	0	24
3	047158	3518060-10030-01	3518050-121000	3518050-16515	разрушение пружины	низкое качество изготовления	о	п	з	27,00	265	1	0,27	0	0,31	0	24
3	047158	3518060-10030-01	3518050-121000	3518050-16515	разрушение пружины	низкое качество изготовления	о	п	з	32,00	320	1	0,27	0	0,31	0	24
3	050360	3518060-10030-01	3518050-121000	3518050-16515	разрушение пружины	низкое качество изготовления	о	п	з	7,00	11	1	0,27	0	0,31	0	24
3	050360	3518060-10030-01	3518050-121000	3518050-16515	разрушение пружины	низкое качество изготовления	о	п	з	28,00	43	1	0,27	0	0,31	0	24
3	055656	3518060-10030-01	3518050-121000	3518050-16515	разрушение пружины	недостаточная прочность	о	к	з	54,00	83	1	0,27	0	0,31	0	24
3	055656	3518060-10030-01	3518050-121000	3518050-16515	разрушение	недостаточная прочность	о	к	з	94,00	145	1	0,27	0	0,31	0	24
3	056049	3518060-10030-01	3518050-121000	3518050-16515	разрушение пружины	недостаточная прочность	о	к	з	20,00	30	1	0,27	0	0,31	0	24
3	056049	3518060-10030-01	3518050-121000	3518050-16515	разрушение пружины	недостаточная прочность	о	к	з	59,00	90	1	0,27	0	0,31	0	24
3	056091	3518060-10030-01	3518050-121000	3518050-16515	разрушение пружины	недостаточная прочность	о	к	з	75,00	115	1	0,27	0	0,31	0	24
3	055689	3518060-10030-01	3518050-121000	3518050-16515	разрушение пружины	низкое качество изготовления	о	п	з	41,00	63	1	0,00	0	0,00	0	24
3	056035	3518060-10030-01	3518050-121000	3518050-16515	разрушение пружины	недостаточная прочность	о	к	з	60,00	93	1	0,00	0	0,00	0	24
3	055199	3518060-10030-01	3518050-121000	3518050-16515	нехарактерный стук в приводе	излом пружины	о	к	з	78,00	120	1	0,20	0	0,20	0	52
3	055199	3518060-10030-01	3518050-121000	3518050-16515	нехарактерный стук в приводе	излом пружины, износ сферы головки ножа и щечек	о	к	з	100,10	154	1	0,75	0	0,75	0	52
3	056668	3518060-10030-01	3518050-121000	3518050-16515	нехарактерный стук в приводе	излом пружины	о	к	з	53,30	82	1	0,25	0	0,25	0	52

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
3	056089	3518060-10030-01	3518050-121000	3518050-16515	излом пружины	Недостаточная прочность	о	к	з	161,20	248	2	0,27	0	0,27	0	52
3	056089	3518060-10030-01	3518050-121000	3518050-16515	излом пружины	Недостаточная прочность	о	к	з	204,80	315	2	0,27	0	0,27	0	52
3	056221	3518060-10030-01	3518050-121000	3518050-16515	излом пружины	Недостаточная прочность	о	к	з	176,20	271	2	0,27	0	0,27	0	52
3	055656	3518060-10030-01	3518050-121000	3518050-16515	излом пружины	Недостаточная прочность	о	к	з	200,20	308	1	0,27	0	0,27	0	52
3	055656	3518060-10030-01	3518050-121000	3518050-16515	излом пружины	Недостаточная прочность	о	к	з	267,80	412	1	0,27	0	0,27	0	52
32	000022	3518060-10030-01	3518050-121000	3518050-16515	излом пружины	Недостаточная прочность	о	к	з	15,00	45	1	1,20	1	1,20	1	13
3	057748	3518060-12010		3518050-16515	Срез резьбы болта шек и излом пружины 3518050-16515.	Недостаточная прочность. Замена болта и пружины.	О	К	З	28,00	43	1	0,27	0	0,31	0	13
3	063026	3518060-12010		3518050-16515	Срез резьбы болта шек и излом пружины 3518050-16515.	Недостаточная прочность. Замена болта и пружины.	О	К	З	10,00	15	1	0,27	0	0,31	0	13
3	060287			3518050-16515	Излом пружины 3518050-16515	Недостаточная прочность. Замена пружины.	О	К	З	16,00	25	1	0,27	0	0,31	0	13
3	060287			3518050-16515	Излом пружины 3518050-16515	Недостаточная прочность. Замена пружины.	О	К	З	19,00	29	1	0,27	0	0,31	0	13
3	060287			3518050-16515	Излом пружины 3518050-16515	Недостаточная прочность. Замена пружины.	О	К	З	25,00	38	1	0,27	1	0,31	1	13
3	060287			3518050-16515	Излом пружины 3518050-16515	Недостаточная прочность. Замена пружины.	О	К	З	45,00	69	1	0,27	1	0,31	1	13
3	062630	3518050-12010		3518050-16515	Излом пружины 3518050-16515	Недостаточная прочность. Замена пружины.	О	К	З	16,00	25	1	0,27	1	0,31	1	13

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
3	062630	3518050-12010		3518050-16515	Излом пружины 3518050-16515	Недостаточная прочность. Замена пружины.	О	К	3	141,00	217	1	0,27	1	0,31	1	13	
3	058918			3518050-16515	Излом пружины 3518050-16515	Недостаточная прочность. Замена пружины.	О	К	3	42,00	65	1	0,27	0	0,31	0	13	
3	063026	3518060-12010		3518050-16515	Излом пружины 3518050-16515	Недостаточная прочность. Замена пружины.	О	К	3	41,00	63	1	0,27	0	0,31	0	13	
3	063026	3518060-12010	3518050-	3518050-16515	Излом пружины 3518050-16515	Недостаточная прочность. Замена пружины.	О	К	3	121,00	186	1	0,27	0	0,31	0	13	
3	061120	3518060-12010	3518050-	3518050-16515	Излом пружины 3518050-16515	Недостаточная прочность. Замена пружины.	О	К	3	150,00	231	1	0,27	0	0,31	0	13	
3	061732	3518060-12010	3518050-	3518050-16515	Излом пружины 3518050-16515	Недостаточная прочность. Замена пружины.	О	К	3	154,00	237	1	0,27	0	0,31	0	13	
3	035772	3518060-12010		3518050-16515	Излом пружины 3518050-16515.	Некачественное изготовление.	О	П	3	68,90	106	1	0,27	0	0,31	0	52	
3	065818	3518060-12010	3518050-16464	3518050-16515	разрушение пружины 3518050-16515	недостаточная прочность. замена	О	К	3	115,00	177	1	0,27	0	0,31	0	13	
Итого										2869,60								
Средняя наработка до отказа										77.56								

Таблица 4. База данных отказов ремня 3/НВ-3750 наклонной камеры комбайнов по ЮФО

M_IJD	ZNK	S_AGR	S_SBED	S_DET	WNES_PRO	PRED_PRIZ	KWAL	KLASS	SP_UST	NAR_ZAS	NAR_MOTO Z	GR_SL	WR_O T_BEZ	WR_OT_NA	TRUD_BEZ	TRUD_NA	MST_ISP
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	018625	3518060-10030-01		3/НВ-3750	переворачивание и разрыв ремня привода н/камеры	Не плоскостность шкивов	о	п	з	3,70	6	2	0,68	1	0,68	1	13
1	021389				разрыв ремня привода транспортера наклонной камеры	причина не установлена	о	п	з	28,10	45	2	0,68	1	0,68	1	13
1	021392				разрыв ремня тр-ра наклонной камеры	Не качественное изготовление	о	п	з	40,40	64	2	0,68	1	0,68	1	13
1	000852				Обрыв ремня привода наклонной камеры	Не качественное изготовление	о	П	з	87,70	135	1	0,60	0	0,60	0	13
3	047101				разрыв ремня привода жатки		о	к	з	52,00	80	2	0,60	0	1,10	0	24
3	047890				разрыв ремня привода жатки		о	к	з	65,00	100	2	0,60	0	1,10	0	24
3	048555				разрыв ремня привода жатки		о	к	з	52,00	80	2	0,60	0	1,10	0	24
3	050360	PCM-10.01.00.000	PCM-10.01.22.000	3/НВ-3750	предельная вытяжка ремня привода жатвенной части		о	п	з	99,00	152	2	0,75	1	1,00	0	24
3	056225				трещины, подгорание рабочей поверхности ремня привода наклонной камеры жатки.	нарушение правил эксплуатации, кратковременное рывковое включение при забитом шнеке жатки.	о	э	з	104,00	160	2	0,00	0	0,00	0	24
1	018724				расслоение ремня привода н/камеры		о	п	з	120,00	186	1	0,00	0	0,00	0	52
3	057321				спадание ремня привода н/камеры	трудно установить зазоры между поддерживающим кожухом и шкивом	о	п	з	52,00	80	2	0,75	1	0,75	1	52
3	060405				разрыв ремня привода наклонной камеры	сход ремня на 2ручья из-за перекоса шкива РСМ10.01.22.100А	о	п	з	55,30	85	2	0,27	1	0,27	1	52
3	060946				Разрыв ремня 3/НВ-3750 привода верхнего вала наклонной камеры.		О	П	3	65,00	100	1	0,27	0	0,31	0	24
3	063026				Разрыв ремня привода н/к 3/НВ-3750.	Низкое качество изготовления. Замена	О	П	3	172,00	265	2	0,75	0	1,00	0	13

Продолжение таблицы 4.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
3	058945				Разрыв ремня привода н/к 3/НВ-3750.	Низкое качество изготовления. Замена.	О	П	3	93,00	143	2	0,75	0	1,00	0	13	
3	062771				Разрыв ремня привода н/к 3/НВ-3750. Срез маслопровода, Излом вилки РСМ-10.01.22.110А, обрыв проводов электрогидрораспределителя.	Низкое качество изготовления. Замена. Незащищенность узлов от повреждения при разрыве	О	К	3	55,00	85	2	0,75	1	1,00	1	13	
3	060286				Разрыв ремня привода н/к 3/НВ-3750. Срез маслопровода, Излом вилки РСМ-10.01.22.110А, обрыв проводов электрогидрораспределителя.	Низкое качество изготовления. Замена. Незащищенность узлов от повреждения при разрыве	О	К	3	3,00	5	2	0,75	1	1,00	1	13	
3	062410				Разрыв ремня привода н/к 3/НВ-3750. Разрыв ремня на задний контрпривод УВ-6700.	Низкое качество изготовления. Замена. Незащищенность узлов от повреждения при разрыве	О	К	3	59,00	91	2	0,75	0	1,00	0	13	
3	065822				Разрыв ремня привода н/к 3/НВ-3750. Излом вилки РСМ-10.01.22.110А механизма включения привода жатки.	Не отрегулировано натяжение ремня. Замена Сварка вилки.	О	Э	3	90,00	138	1	0,00	0	0,00	0	13	
3	065819				Разрыв, расслоение, растрескивание ремня 3/НВ-3750 привода наклонной камеры.	Низкое качество изготовления. Замена.	О	П	3	115,00	177	2	0,75	0	1,00	0	13	
3	065819				разрыв ремня 3/НВ-3750 привода наклонной камеры, деформация и трещина кронштейна натяжного ролика	Не качественное изготовление. замена ремня, рихтовка, сварка кронштейна	О	П	3	130,00	200	2	0,75	1	1,00	1	13	
3	062942				расслоение ремня 3/НВ-3750 привода наклонной камеры		О	П	3	267,80	412	2	0,75	1	1,00	1	24	
Итого										1809,00								
Седняя наработка до отказа										82.23								

Таблица 5. База данных отказов комбайнов по ЮФО

M_Izd	ZNK	S_AGR	WNES_PRO	PRED_PRIZ	KWAL	KLASS	SP_UST	NAR_ZAS	NAR_MO TOZ	GR_SL	WR_OT_ BEZ	WR_OT_ NA	TRUD_BE Z	TRUD_N A	MST_ISP
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
20	175450	3518050-32010	предельное растяжение ремня привода вентилятора двигателя	низкое качество изготовления. замена	О	П	3	130,65	201	2	0,75	0	1,00	0	24
20	175450		трещина (разрыв) верхнего водяного прорезиненного патрубка водяного радиатора двигателя	низкое качество изготовления. замена	О	П	3	99,45	153	1	0,27	0	0,31	0	24
20	175460		трещина (разрыв) верхнего водяного прорезиненного патрубка водяного радиатора двигателя	низкое качество изготовления. замена	О	П	3	83,20	128	1	0,27	0	0,31	0	24
20	175442		трещина (разрыв) верхнего водяного прорезиненного патрубка водяного радиатора двигателя	низкое качество изготовления. замена	О	П	3	81,90	126	1	0,27	0	0,31	0	24
20	175450		разрушение специальной втулки муфты сцепления пускового двигателя	низкое качество изготовления. замена редуктора	О	П	3	234,00	360	2	0,75	0	1,00	0	24
20	176518		рассыпался подшипник шкива привода стартера	некачественное изготовление	О	П	3	95,55	147	2	0,75	0	1,00	0	24
20	176738		разрыв шланга, подсоединяющегося к масляному радиатору двигателя	низкое качество изготовления	О	П	3	184,60	284	1	0,27	0	0,31	0	24
20	176497		течь охлаждающей жидкости системы охлаждения двигателя. разрыв прорезиненного патрубка радиатора двигателя	низкое качество изготовления патрубка. замена патрубка	О	П	3	106,30	164	1	0,27	1	0,31	1	24
20	172425		3518050-90020	самопроизвольное увеличение частоты вращения мотвила	штуцер подвода масла к гидроцилиндру вариатора мотвила установлен в корпусе с перекосом (несоосность каналов). разборка	О	П	В	24,00	37	2	0,45	0	0,60	0
20	172425	излом удлинителя гидроцилиндра левого подъема мотвила по резьбовой части		недостаточная прочность удлинителя. выкрутили из поддержки поломанную часть удлинителя и вернули оставшуюся резьбовую част	О	П	В	61,00	94	1	0,60	0	0,80	0	13

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
20	б/н	3518050-90020	сильная течь масла из гидроцилиндра воздухозаборника радиаторов двигателя	замена гидроцилиндра	О	П	3	11,70	18	2	0,75	0	1,00	0	13
20	175450		течь масла из основного распределителя	низкое качество изготовления уплотнительных колец. замена уплотнительных колец	О	П	3	130,65	201	2	0,75	0	1,00	0	24
20	175461		течь масла из основного распределителя	низкое качество изготовления уплотнительных колец. замена уплотнительных колец	О	П	3	200,85	309	2	0,75	0	1,00	0	24
20	175458		течь масла из основного распределителя	низкое качество изготовления уплотнительных колец. замена уплотнительных колец	О	П	3	78,00	120	2	0,75	0	1,00	0	24
20	175450		выдавливание манжеты левого гидроцилиндра подъема и опускания мотовила	низкое качество изготовления манжеты. замена манжеты	О	П	3	99,45	153	2	0,75	0	1,00	0	24
20	175461		течь масла из гидроцилиндра ведущего блока вариатора скорости движения	низкое качество изготовления уплотнительных колец. замена уплотнительных колец	О	П	3	200,85	309	2	0,75	0	1,00	0	24
20	175450		вырыв из-под хомута соединительного шланга маслопровода к предохранительному клапану	низкое качество сборки. установка по месту шланга	О	П	В	99,45	153	1	0,27	0	0,31	0	24
20	175461		вырыв из-под хомута соединительного шланга маслопровода к предохранительному клапану	низкое качество сборки. установка по месту шланга	О	П	В	108,55	167	1	0,27	0	0,31	0	24
20	175442		подтекание масла из-под штока гидроцилиндра воздухозаборника радиаторов двигателя	износ уплотнительных колец. замена уплотнительных колец	О	П	3	81,90	126	2	0,75	0	1,00	0	24
20	175458		подтекание масла из-под штока гидроцилиндра воздухозаборника радиаторов двигателя	износ уплотнительных колец. замена уплотнительных колец	О	П	3	104,65	161	2	0,75	0	1,00	0	24
20	175458		течь масла в месте соединения маслопровода на передней балке ведущего моста и гидрошланга левого гидроцилиндра подъема и опускания жатки	низкое качество изготовления гидроарматуры. замена шланга	О	П	3	78,00	120	1	0,27	0	0,31	0	24

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
20	175450		подтекание масла из насоса-дозатора	низкое качество сборки. замена уплотнительного кольца	О	П	3	130,65	201	2	0,75	0	1,00	0	24
20	175442		подтекание масла из насоса-дозатора	низкое качество сборки. замена уплотнительного кольца	О	П	3	81,90	126	2	0,75	0	1,00	0	24
20	176270		затирание тяги управления распределителем копнителя о трубопроводы слива топлива в бак (практически невозможно устранить)	неправильная трассировка трубопроводов. устранено путем установки в месте затирания резиновой прокладки	О	П	В	3,00	5	1	0,27	0	0,31	0	13
20	176270		течь масла по штоку распределителя копнителя	повреждение уплотнительного кольца при монтаже. замена кольца	О	П	3	13,90	45	1	0,22	0	0,22	0	13
20	176507		течь гидроцилиндра вариатора барабана	задиры на внутренней поверхности цилиндра. замена цилиндра	О	П	3	68,25	105	2	0,75	0	1,00	0	13
20	176317		излом корпуса гидроцилиндра подъема жатки по проушине	отсутствие выемки в передней балке рамы	О	П	3	87,75	135	2	0,75	0	1,00	0	24
20	176270		течь масла из цилиндра блока ведущего вариатора скорости на ход	износ уплотнительных колец цилиндра из-за износа вала блока. замена уплотнительных колец и вала блока	О	П	3	79,40	122	2	0,75	1	1,00	1	24
20	178661		подтекание масла из-под штока гидроцилиндра левого клапана копнителя	причина не установлена	О	П	-	383,50	590	1	0,27	0	0,31	0	24
20	178661		срез уплотнительного кольца левого гидроцилиндра подъема жатки	низкое качество сборки	О	П	3	96,20	148	2	0,75	0	1,00	0	24
20	176913		срез уплотнительного кольца левого гидроцилиндра подъема жатки	низкое качество сборки	О	П	3	34,45	53	2	0,75	0	1,00	0	24
20	176497		течь масла из-под головки гидроцилиндра открытия и закрытия копнителя. износ уплотнительных колец	низкое качество изготовления уплотнительных колец. замена уплотнительных колец	О	П	3	45,50	70	1	0,27	0	0,31	0	24
1	021394		расконусован подшипник 1680205KC17 шнека жатки	некачественная сборка	о	п	в	12,30	20	1	0,24	0	0,24	0	13
1	022324		затирание шнека жатки о боковину	смещение шнека, не законусованы подшипники	о	п	в	3,70	6	1	0,24	0	0,24	0	13

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
37	074876	3518060-18010	разрыв звездочки шнека жатки	замена звездочки	О	П	3	199,55	307	1	0,27	0	0,31	0	51
37	075666		самовыворачивание пробки 3518050-110440А левого компенсатора механизма уравновешивания жатки из пружины	пробка выворачивается из пружины от руки. замена пружины с пробкой	О	П	3	23,00	62	2	0,75	0	1,00	0	13
37	075666		самоотворачивание пробки 3518050-110440А из пружины 3518050-16443 компенсатора механизма уравновешивания жатки	Не качественное изготовление пружинных растяжек. замена пружины с пробкой	О	П	3	35,60	85	1	0,04	1	0,04	1	13
3	062771		Разрыв пружины левого пружинного блока.	Низкое качество. Замена	О	П	3	49,00	75	2	0,75	0	1,00	0	13
3	056091		Обрыв гаек головки рычага привода	Причина не установлена. Поставлены новые	О	П	3	20,80	32	2	0,75	0	1,00	0	52
3	070063		Самоотпускание гаек болтов предохранительной муфты шнека жатки.	Низкое качество затяжки. Затяжка.	О	П	В	38,00	58	1	0,27	0	0,31	0	24
37	072894		жатка не копирует рельеф поля, зарывается в землю	обрыв по сварке кронштейнов крепления осей башмаков. сварка	О	П	В	24,05	37	2	0,75	1	1,00	1	13
37	072894		не обеспечивается установка всех четырех предусмотренных конструкцией высоты среза	отверстия рычага башмака не совпадают с отдельными отверстиями в кронштейне каркаса жатки. прорезание овальных отверстий	О	П	В	24,05	37	2	0,75	1	1,00	1	13
37	076747		износ, сколы роликов цепи привода мотовила	низкое качество изготовления	О	П	3	48,75	75	2	0,75	0	1,00	0	24
37	076748		износ, сколы роликов цепи привода мотовила	низкое качество изготовления	О	П	3	102,70	158	2	0,75	0	1,00	0	24
37	074348		трещина корпуса наклонной камеры в зоне приварки кронштейна подвески нижнего вала транспортера, справа и слева	недостаточная толщина металла корпуса наклонной камеры. сварка	О	К	В	141,00	217	1	0,27	1	0,31	1	37
3	067376		разрыв бугельного болта наклонной камеры	некачественный металл. замена	О	П	3	324,00	498	1	0,27	0	0,31	0	13
3	060569		трещины по металлу левой боковины наклонной камеры в месте сварки		О	П	В	338,65	521	2	0,75	1	1,00	1	24
20	172154		54-1	обрыв по сварке кронштейна левого опорного ролика механизма уравновешивания	низкое качество сварки. сварка	О	П	В	3,70	6	2	0,75	1	1,00	1
20	175510	излом шатуна привода режущего аппарата		низкая прочность. замена	О	П	3	20,80	32	1	0,27	0	0,31	0	13
20	175510	излом шатуна привода режущего аппарата		низкая прочность. замена	О	П	3	53,95	83	1	0,27	0	0,31	0	13

– по полю (S_AGR), которое учитывает вышедший из строя агрегат, если поля (S_SBED) и (S_DET) пустые, тогда:

$$H_{S_AGR} = (S_AGR) / n \cdot (ZNK), \quad (2)$$

где n – количество машин по полю (ZNK), у которых вышел из строя (S_AGR);

– по полю (S_SBED), которое учитывает вышедшую из строя сборочную единицу, если поля (S_AGR) и (S_DET) пустые, тогда:

$$H_{S_SBED} = (S_SBED) / n \cdot (ZNK); \quad (3)$$

– по полю (S_DET), которое учитывает вышедшую из строя деталь, если поля (S_AGR) и (S_SBED) пустые, тогда:

$$H_{S_DET} = (S_DET) / n \cdot (ZNK). \quad (4)$$

Для каждой зоны определяется годовая потребность в запасных частях с учетом парка сельскохозяйственных машин и их срока эксплуатации. Для этого по каждой позиции (S_AGR), (S_SBED) и (S_DET) рассчитываются годовые потребности запаса (1):

$$H = H_i + H_j + H_k. \quad (5)$$

Рассмотрим на примере некоторой дилерской организации, которая обслуживает сельхозпроизводителя с парком сельскохозяйственной техники, представленным в табл. 6, находящимся в зоне Южного федерального округа. Количество машин по моделям и годам эксплуатации на последующий год рассчитывается по формулам (2 - 5).

Для вывода алгоритма, как пример, используется база данных по результатам отказов, например, по моделям комбайнов «Дон» (таблица 5, фрагмент отказов).

1. Осуществляется выбор из таблицы 5 всех отказов по агрегатам, сборочным единицам и деталям модели $\mu=1$ (Дон-1500) по ЮФО, находящихся в эксплуатации 6 лет и более ($\tau=3$).

Таблица 6. Парк комбайнов, обслуживаемых дилером в зоне ЮФО

Модель ($\mu=1,4$)		Год эксплуатации ($\tau=1,3$)		
		1 – 2	3 – 5	6 и более
	Дон-1500			n_{13}
	Дон-1500А		n_{22}	n_{23}
	Дон-1500Б	n_{31}	n_{32}	n_{33}
	СК-5М	n_{41}	n_{42}	

2. Осуществляется выбор всех отказов по агрегатам, сборочным единицам и деталям модели $\mu=1$ (Дон-1500) по ЮФО, находящихся в эксплуатации 6 и более лет ($\tau=3$).

По каждому наименованию определяется повторности: H_i^{13} , H_j^{13} , H_k^{13} , где i, j, k – количество типов наименований агрегатов, сборочных единиц и деталей.

3. Приводится количество всех отказов к одной машине:

$$H_i = H_i^{13} / N; H_j = H_j^{13} / N; H_k = H_k^{13} / N,$$

где N – количество обследованных комбайнов Дон-1500 в ЮФО.

4. Увеличивается необходимое количество запасных частей на величину n_{13}

$$H_i \cdot n_{13}; H_j \cdot n_{13}; H_k \cdot n_{13}.$$

5. Формируется сводная матрица (агрегаты, сборочные единицы, детали) потребности в запасных частях для Дон-1500 (табл. 7).

6. Осуществляется выбор всех отказов по агрегатам, сборочным единицам и деталям модели $\mu=2$ (Дон-1500А) по ЮФО, проработавших от 3 до 5 лет ($\tau=2$).

По каждому наименованию определяется повторности: H_i^{22} , H_j^{22} , H_k^{22} , где k – количество типов наименований агрегатов, сборочных единиц и деталей.

7. Приводится количество всех отказов к одной машине:

$$H_i = H_i^{22} / N_2; H_J = H_J^{22} / N_2; H_k = H_k^{22} / N_2,$$

где N_2 – количество обследованных комбайнов Дон-1500А.

8. Увеличивается необходимое количество запасных частей на величину n_{22}

$$H_i \cdot n_{22}; H_J \cdot n_{22}; H_k \cdot n_{22}.$$

9. Формируется сводная матрица потребности в запасных частях для Дон-1500А и добавляется в табл. 7.

10. Осуществляется выбор всех отказов по агрегатам, сборочным единицам и деталям модели $\mu=2$ (Дон-1500Б) по ЮФО, прошедших капитальный ремонт – эксплуатирующих 6 и более лет ($\tau=3$).

По каждому наименованию определяется повторяемости: H_i^{23} , H_J^{23} , H_k^{23} , где k – количество типов наименований агрегатов, сборочных единиц и деталей.

11. Приводится количество всех отказов к одной машине:

$$H_i = H_i^{23} / N_3; H_J = H_J^{23} / N_3; H_k = H_k^{23} / N_3,$$

где N_3 – количество обследованных комбайнов Дон-1500А.

12. Увеличивается необходимое количество запасных частей на величину n_{23}

$$H_i \cdot n_{23}; H_J \cdot n_{23}; H_k \cdot n_{23}.$$

13. Формируется сводная матрица (агрегаты, сборочные единицы, детали) потребности в запасных частях для Дон-1500А и добавляется в табл. 7

Таблица 7. Матрица выхода из строя агрегатов, сб. единиц и деталей

№ п/п	Наименование агрегата, сб. единицы, детали	Чертежный номер	Количество, шт.	Способ устранения*
	NAIM_AGR(_SBED;_DET)	S_AGR(_SBED;_DET)	KOL	
1	лопасти домолачивающего устройства	PCM10.01.39.203	51	З, В
2	головки нерегулир.и регулир.подвески	55к-60099	40	З, В
3	гайки крепления шкива привода барабана	PCM10.01.18.625	22	З
4	звена соединительного цепи колосового элевато	08.128.000	13	З, В
5	кронштейна винта крепления н/камеры к проставке	3518060-13023	11	З
6	звена переходного цепи зернового элеватора	08.80.00.040-01	9	З, В
7	устройства домолачивающего	PCM10.01.39.000	7	З
8	жатки 7м	3518060-10030-02	6	З
9	барабана молотильного	PCM10.01.18.200	5	З
10	гидроцилиндра подъема мотовила левого	ГА-81.000	5	З
11	бича молотильного барабана	PCM10.01.18.707	4	З
12	цепи элеватора колосового	ТРД 38-4000-2-2-6-6	3	З
13	шкива вариатора барабана	PCM10.01.18.300	2	З
14	мотовила	3518050-11800-02	2	З
15	режущего аппарата	3518050-121000	2	З
16	жатки 6м	3518060-10030-01	1	З
17	подвески левой нерегулируемой	3518050-13640	1	З
18	гидрораспределителя с мускульным управлением	71.00.00.000В	1	З

*) З – замена; В - восстановление (с последующим ремонтом).

14. Осуществляется выбор всех отказов по агрегатам, сборочным единицам и деталям модели $\mu=3$ (Дон-1500Б) по ЮФО, находящихся на гарантии ($\tau=1$).

По каждому наименованию определяется повторности: H_i^{31} , H_j^{31} , H_k^{31} , где k – количество типов наименований агрегатов, сборочных единиц и деталей.

15. Приводится количество всех отказов к одной машине:

$$H_i = H_i^{31} / N_4; H_j = H_j^{31} / N_4; H_k = H_k^{31} / N_4,$$

где N_4 – количество обследованных комбайнов Дон-1500Б.

16. Увеличивается необходимое количество запасных частей на величину n_{31}

$$H_i \cdot n_{31}; H_J \cdot n_{31}; H_k \cdot n_{31}.$$

17. Формируется сводная матрица (агрегаты, сборочные единицы, детали) потребности в запасных частях для Дон-1500Б и добавляется в табл. 7.

18. Осуществляется выбор всех отказов по агрегатам, сборочным единицам и деталям модели $\mu=3$ (Дон-1500Б) по ЮФО, проработавших от 3 до 5 лет ($\tau=2$).

По каждому наименованию определяется повторяемости: H_i^{32} , H_J^{32} , H_k^{32} , где k – количество типов наименований агрегатов, сборочных единиц и деталей.

19. Приводится количество всех отказов к одной машине:

$$H_i = H_i^{32} / N_5; H_J = H_J^{32} / N_5; H_k = H_k^{32} / N_5,$$

где N_5 – количество обследованных комбайнов Дон-1500Б.

20. Увеличивается необходимое количество запасных частей на величину n_{32}

$$H_i \cdot n_{32}; H_J \cdot n_{32}; H_k \cdot n_{32}.$$

21. Формируется сводная матрица потребности в запасных частях для Дон-1500Б и добавляется в табл. 7.

22. Осуществляется выбор всех отказов по агрегатам, сборочным единицам и деталям модели $\mu=3$ (Дон-1500Б) по ЮФО, прошедших капитальный ремонт – эксплуатирующихся 6 и более лет ($\tau=3$).

По каждому наименованию определяется повторяемости: H_i^{33} , H_J^{33} , H_k^{33} , где k – количество типов наименований агрегатов, сборочных единиц и деталей.

23. Приводится количество всех отказов к одной машине:

$$H_i = H_i^{33} / N_6; H_J = H_J^{33} / N_6; H_k = H_k^{33} / N_6,$$

где N_6 – количество обследованных комбайнов Дон-1500А.

24. Увеличивается необходимое количество запасных частей на величину n_{33}

$$H_i \cdot n_{33}; H_J \cdot n_{33}; H_k \cdot n_{33}.$$

25. Формируется сводная матрица (агрегаты, сборочные единицы, детали) потребности в запасных частях для Дон-1500Б и добавляется в табл. 7.

26. Осуществляется выбор всех отказов по агрегатам, сборочным единицам и деталям модели $\mu=4$ (СК-5М) по ЮФО, находящихся на гарантии ($\tau=1$).

По каждому наименованию определяется повторности: H_i^{41} , H_J^{41} , H_k^{41} , где k – количество типов наименований агрегатов, сборочных единиц и деталей.

27. Приводится количество всех отказов к одной машине:

$$H_i = H_i^{41} / N_7; H_J = H_J^{41} / N_7; H_k = H_k^{41} / N_7,$$

где N_7 – количество обследованных комбайнов СК-5М.

28. Увеличивается необходимое количество запасных частей на величину n_{41}

$$H_i \cdot n_{41}; H_J \cdot n_{41}; H_k \cdot n_{41}.$$

29. Формируется сводная матрица (агрегаты, сборочные единицы, детали) потребности в запасных частях для СК-5М и добавляется в табл. 7.

30. Осуществляется выбор всех отказов по агрегатам, сборочным единицам и деталям 4-й модели $\mu=4$ (СК-5М) по ЮФО, проработавших от 3 до 5 лет ($\tau=2$).

По каждому наименованию определяется повторности: H_i^{42} , H_J^{42} , H_k^{42} , где k – количество типов наименований агрегатов, сборочных единиц и деталей.

31. Приводится количество всех отказов к одной машине:

$$H_i = H_i^{42} / N_8; H_J = H_J^{42} / N_8; H_k = H_k^{42} / N_8,$$

где N_8 – количество обследованных комбайнов СК-5М.

32. Увеличивается необходимое количество запасных частей на величину n_{42}

$$H_i \cdot n_{42}; H_j \cdot n_{42}; H_k \cdot n_{42}.$$

33. Формируется сводная матрица потребности в запасных частях для СК-5М и добавляется в табл. 7.

Используя современные информационные технологии [3] по табл. 7, строится новая таблица 8, которая определяет, что должно находиться на складе дилера (А), на региональном складе (В) и складе завода-изготовителя (С).

Таблица 8. Матрица потребности в запасных частях по складам

№ п/п	Наименование агрегата, сб. единицы, детали	Чертежный номер	Количество, шт.	%	ИТОГ	RUP	%
	NAIM_AGR(_SBED;_DET)	S_AGR(_SBED;_DET)	KOL				
1	лопасти домолачивающего устройства	PCM10.01.39.203	51	27,6	27,6	А	27,8
2	головки нерегулир.и регулир.подвески	55к-60099	40	21,6	49,2	А	
3	гайки крепления шкива привода барабана	PCM10.01.18.625	22	11,9	61,1	А	
4	звена соединительного цепи колосового элеватора	08.128.000	13	7	68,1	А	
5	кронштейна винта крепления н/камеры к проставке	3518060-13023	11	6	74,1	А	
6	звена переходного цепи зернового элеватора	08.80.00.040-01	9	4,9	79	В	38,9
7	устройства домолачивающего	PCM10.01.39.000	7	3,8	82,8	В	
8	жатки 7м	3518060-10030-02	6	3	85,8	В	
9	барабана молотильного	PCM10.01.18.200	5	2,8	88,6	В	
10	гидроцилиндра подъема мотовила левого	ГА-81.000	5	2,8	91,4	В	
11	бича молотильного барабана	PCM10.01.18.707	4	2,2	93,6	В	
12	цепи элеватора колосового	ТРД 38-4000-2-2-6-6	3	1,6	95,2	В	
13	шкива вариатора барабана	PCM10.01.18.300	2	1,1	96,3	С	33,3
14	мотовила	3518050-11800-02	2	1,1	97,4	С	
15	режущего аппарата	3518050-121000	2	1,1	98,5	С	
16	жатки 6м	3518060-10030-01	1	0,5	99	С	
17	подвески левой нерегулируемой	3518050-13640	1	0,5	99,5	С	
18	гидрораспределителя с мускульным управлением	71.00.00.000В	1	0,5	100	С	
			185	100			100

Современные информационные технологии могут строиться на ABC-классификации, основанной на законе Парето, когда на складе дилера, для оптимального обеспечения запчастями, должно находиться до 80 % обще-

го количества запчастей, при этом номенклатура этих запчастей не должна превышать 20 %.

Список литературы

1. Методические рекомендации: Управление надежностью изделий машиностроения с применением интегрального показателя надежности: МР 133-84.-М.:ВНИИНМАШ,1984.-65с.
2. Разумов А.Н. Обеспечение необходимой готовности сельскохозяйственных машин в условиях их эксплуатации /ВНИПТИМЭСХ/ Сб. науч. тр. ВИМ. – М., 1988.
3. Стерлигова А.Н. Управление запасами в целях поставок: Учебник. – М.: ИН-ФРА – М, 2009.

References

1. Metodicheskie rekomendacii: Upravlenie nadezhnost'ju izdelij mashino-stroenija s primeneniem integral'nogo pokazatelja nadezhnosti: MR 133-84.-M.:VNIINMASH,1984.-65s.
2. Razumov A.N. Obespechenie neobhodimoj gotovnosti sel'skohozjajstvennyh mashin v uslovijah ih jekspluatacii /VNIPTIMJeSH/ Sb. nauch. tr. VIM. – M., 1988.
3. Sterligova A.N. Upravlenie zapasami v celjah postavok: Uchebnik. – M.: IN-FRA – M, 2009.