

УДК 631.3: 633.11

UDC 631.3: 633.11

05.20.00 Процессы и машины агроинженерных систем

Processes and machines of Agroengineering systems

ЭКСПЕРТНЫЙ МЕТОД ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

EXPERT METHOD OF FACTOR ANALYSIS OF OPERATIONAL RELIABILITY OF COMBINE HARVESTERS

Чеботарев Михаил Иванович
д.т.н., профессор
РИНЦ SPIN-код=9399-4280

Chebotaryoev Mikhail Ivanovich
Dr.Sci.Tech., Professor
RSCI SPIN-code=9399-4280

Тарасенко Борис Федорович
д.т.н., профессор
РИНЦ SPIN-код=7415-7870

Tarasenko Boris Fedorovich
Dr.Sci.Tech., Professor
RSCI SPIN-code=7415-7870

Шапиро Евгений Александрович
к.т.н., доцент
РИНЦ SPIN-код=5975-4917
ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», Краснодар, Россия

Shapiro Evgeniy Aleksandrovich
Candidate of Technical Sciences, Docent
RSCI SPIN-code=5975-4917
FGBOU VPO «Kuban State Agrarian University», Krasnodar, Russia

В статье выявлены основные эмпирические факторы, позволяющие повысить эффективность использования технологических комплексов уборки зерновых. Установлена взаимосвязь и субординация эмпирических факторов, их место в практике эксплуатационной надежности зерноуборочных комбайнов, на основе которой строится научное исследование. Определены базовые (ключевые эмпирические факторы), позволившие разработать концептуальную модель (парадигму) научного исследования. Приведена методика, устанавливающая правила применения метода экспертных оценок для выявления организационно-технических факторов, оказывающих наиболее существенное влияние на повышение эксплуатационной надежности зерноуборочных комбайнов

The article reveals the main empirical factors that increase the efficiency of technological systems of grain harvesting. The article shows interrelation and subordination of empirical factors in the practice of operational reliability of grain harvesters, which underlies scientific research. We have defined the basic (key empirical factors) that allowed developing a conceptual model (paradigm) of the research. The article provides a technique establishing the rules of application of the method of expert assessments to identify organizational and technical factors that have the most significant impact on improving the reliability of grain harvesters

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС, ФАКТОРЫ, КОМБАЙНЫ, НАДЕЖНОСТЬ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Keywords: TECHNOLOGICAL COMPLEX FACTORS, COMBINES, RELIABILITY, EFFICIENCY

Doi: 10.21515/1990-4665-139-001

Актуальность темы. Повышение эффективности использования технологических комплексов уборки зерновых колосовых имеет большое народнохозяйственное значение. Дело в том, что затраты на ремонт и техническое обслуживание зерноуборочных комбайнов намного превышают их первоначальную стоимость, а решение проблемы надежности позволяет экономить огромные средства.

Одной из основных задач в период уборочной страды является не только уборка урожая с минимальными потерями и затратами, но и необходимость закладки в едином технологическом комплексе основы будущего урожая. Это возможно, если обеспечить повышение надежности и эффективности функционирования технологических комплексов машин путем оптимизации режимов эксплуатации комбайнов, исключая перегрузку их агрегатов и механизмов.

Проблема оптимизации режимов эксплуатации комбайнов при использовании их в составе технологических комплексов уборки зерновых, несомненно, является весьма актуальной и до сих пор пока мало разработанной.

Цель работы – повышение эффективности использования технологических комплексов уборки зерновых посредством экспертного анализа основных факторов повышения эксплуатационной надежности.

Объект исследования – технологический процесс функционирования технологических комплексов уборки зерновых в хозяйствах АПК Краснодарского края.

Предмет исследования – эксплуатационные мероприятия повышения эксплуатационной надежности зерноуборочных комбайнов, работающих в составе технологических комплексов.

Задача исследования:

- 1) разработать методику факторного анализа эксплуатационной надежности зерноуборочных комбайнов;
- 2) выявить основные факторы (мероприятия) повышения надежности комбайнов и эффективности использования технологических комплексов уборки зерновых колосовых.

Методика факторного анализа эксплуатационной надежности зерноуборочных комбайнов. Настоящая методика устанавливает правила применения метода экспертных оценок для выявления организационно-технических факторов, оказывающих наиболее существенное влияние на повышение эксплуатационной надежности зерноуборочных комбайнов.

Состав группы экспертов. Достоверность группового экспертного оценивания зависит от общего числа экспертов в группе, долевого состава

различных специалистов в группе, от компетентности экспертов в рассматриваемом вопросе.

В качестве экспертов выступают ученые КубГАУ, способные наиболее профессионально и компетентно предложить варианты разрешения сложившейся проблемной ситуации в АПК Краснодарского края, в том числе: 3 доктора технических наук, профессора, 7 кандидатов технических наук, доцентов, и один старший научный сотрудник.

Увеличение количества опрошенных экспертов N приводит, как это следует из теории обработки наблюдений, к монотонному убыванию размера возможностей ошибки экспертизы δ (рисунок 1).

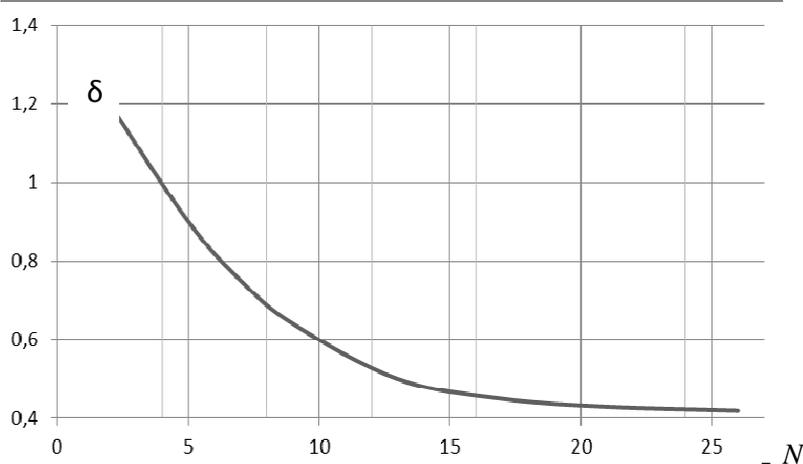


Рисунок 1 - Влияние количества экспертов n на групповую ошибку экспертизы δ [1].

Для опроса подобрано 10 экспертов, что не превышает групповую ошибку $\delta \approx 6\%$.

Вопрос о согласованности и надежности групповых экспертных оценок сложен и требует дальнейшей разработки.

Правила проведения опроса. Экспертам предлагается расположить (проранжировать) факторы, оказывающих влияние на эксплуатационную надежность зерноуборочных комбайнов, используемых в хозяйствах АПК Краснодарского края, начиная с наиболее существенных. Для этого составляется анкета экспертного опроса, таблица 1.

Таблица 1 – Анкета экспертного опроса

Анкета №5		
Ф.и. о.	Шапиро Евгений Александрович	
Место работы	Кубанский государственный аграрный университет	
Должность	доцент кафедры ремонта машин и материаловедения	
Ученая степень	канд. техн. наук	
Ученое звание	доцент	
Наименование эмпирического фактора	№ п.п.	Ранг, баллы
Повышение эксплуатационной надежности за счет использования предусматриваемой теорией надежности принципов резервирования машин и технологических групп	X ₁	3
Повышение эксплуатационной надежности за счет использования передвижных средств ТО и ремонта, в том числе передвижных агрегатов технического обслуживания, передвижных ремонтных мастерских и автозаправщиков	X ₂	6
Максимальное повышение эксплуатационной надежности машин путем соблюдения оптимальных режимов эксплуатации, исключающих перегрузку агрегатов и механизмов	X ₃	10
Повышение эксплуатационной надежности за счет перехода на принципиально новую систему технического обслуживания машин по техническому состоянию на основе контроля уровня надежности и технического диагностирования	X ₄	7
Повышение эксплуатационной надежности за счет качественной обкатки новых и отремонтированных машин	X ₅	9
Повышение эксплуатационной надежности за счет подготовки необходимой нормативно-технической документации по техническому сервису	X ₆	8
Повышение эксплуатационной надежности за счет оптимизации периодичности технического обслуживания	X ₇	5
Повышение эксплуатационной надежности путем создания необходимой ремонтно-обслуживающей базы	X ₈	4
Повышение эксплуатационной надежности за счет проведения периодических технических осмотров	X ₉	2
Повышение эксплуатационной надежности за счет соблюдения установленных правил хранения машин	X ₁₀	1
Уважаемый эксперт!		
<p>Просим ознакомиться с данной анкетой и проранжировать эмпирические факторы эксплуатационной надежности зерноуборочных комбайнов. Наиболее существенному фактору нужно присвоить 10 баллов и далее по степени убывания весомости – 9, 8, 7 и т.д. Одинаковые баллы отдельным факторам ставить нельзя.</p> <p>Благодарим Вас за участие в экспертном опросе!</p>		
Дата 15.01.2018 г	Подпись _____	

Обработка результатов. Результаты ранжирования организационно-технических факторов, представленные в виде матрицы рангов, обрабатывается следующим образом.

1. Составляются таблицы 2 и 3, в которых проставляются полученные от каждого эксперта оценки организационно-технических факторов по шкале от 10 до 1.

2. Подсчитывается сумма рангов по каждому фактору

$$\Delta = \sum_{j=1}^N a_{ij}, \tag{1}$$

где Δ - сумма рангов по каждому фактору;

a_{ij} – ранг i -го фактора, проставляемый j -м экспертом;

N – число экспертов.

3. Подсчитываются отклонения от средней суммы рангов по формуле:

$$\Delta_i = \sum_{j=1}^N a_{ij} - T, \tag{2}$$

где Δ_i – отклонение от средней суммы рангов;

T – средняя сумма рангов.

Таблица 2 – Ранжирование организационно-технических факторов

Эксперты	Факторы									
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀
Э ₁										
Э ₂										
...										
Э ₁₀										
$\sum a_{ij}$										
Δ_i										
Δ_i^2										

4. Производится нормирование оценок, полученных от каждого

эксперта (таблица 3).

5. Рассчитывается средняя сумма рангов по выражению:

$$T = N \left(\frac{n + 1}{2} \right), \quad (3)$$

где T – средняя сумма рангов;

N – число экспертов;

n – число факторов.

Таблица 3 – Нормирование организационно-технических факторов

Эксперт	Факторы									
	X ₃	X ₂	X ₁	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀
Э ₁										
Э ₂										
...										
Э ₁₀										
ΣW _{i/10}										

6. Определяется коэффициент конкордации по формуле:

$$W = \frac{12S}{N^2(n^3 - n)}, \quad (4)$$

где W – коэффициент конкордации;

S – сумма квадратов отклонений; $S = \sum_{i=1}^n \Delta_i^2$;

N – число экспертов;

n – число факторов.

7. Оценивается значимость коэффициента конкордации для χ^2 – распределенной величины $g(m - 1)W$ с числом степеней свободы, равным

$m - 1$ при помощи критерия Пирсона χ^2 :

$$\chi^2 = N(n - 1)W, \quad (5)$$

где χ^2 – критерий Пирсона;

W – коэффициент Конкордации.

Найденное число χ^2 сравнивалось с табличным.

Гипотеза о наличии согласия экспертов принимается, если для выбранного уровня значимости при заданном числе степеней свободы табличное значение критерия согласия χ^2_{τ} будет меньше расчетного.

Изучение любой проблемы в сфере эксплуатационной надежности зерноуборочных комбайнов, изучаемой научными работниками, начинается с выявления и уточнения основных эмпирических факторов, обеспечивающих её решение. Устанавливаются взаимосвязи и субординация эмпирических факторов, их место в практике эксплуатационной надежности зерноуборочных комбайнов, на основе которой строится научное исследование. Определяются базовые (ключевые эмпирические факторы), помогающие сформировать теоретические гипотезы. Это первая часть работы исследования эмпирических факторов повышения эксплуатационной надежности зерноуборочных комбайнов.

По нашему мнению, знание отдельных эмпирических факторов – компенсирует незнание многих теоретических формул.

В различных науках о надежности машин факторный аппарат имеет разную степень разработанности и является своеобразным показателем уровня развития инженерной практики и науки в целом. Отставание факторного аппарата – серьезная помеха на пути продвижения агроинженерной науки «Эксплуатация МТП» вперед.

Это первая часть задачи исследования эмпирических факторов.

Вторая часть задачи связана с проверкой теоретических гипотез. Она проводится на базе эмпирического материала, собранного в процессе анкетирования. Однако для того, чтобы перейти от эмпирического изучения эксплуатационной надежности к теоретическому, требуется осуществить эмпирический анализ базовых (ключевых) факторов,

который сделала бы возможным перейти к разработке концептуальной модели.

На первом этапе для этой цели получена информация из научной и учебной литературе об эмпирических факторах повышения эксплуатационной надежности. Данная информация затем обрабатывалась по правилам математической статистики. Результаты статистической обработки информации позволили сократить количество эмпирических факторов до десяти.

На втором этапе для целей факторного анализа использована априорная информация. Использование априорной информации заключается в формализации *профессионального опыта* учёных, которые ранжируют эмпирические факторы, т. е. располагают их в порядке убывания их влияния на исследуемый объект.

Ранжировка эмпирических факторов дала возможность построить статистически среднюю диаграмму рангов, рассмотрение которой дало ответ на вопрос, какие из исследуемых факторов можно исключить из дальнейшего рассмотрения.

Информация об эмпирических факторах формировалась на основе анализа научно-методических и учебных источников. Всего было взято для анализа более 60 источников по проблемам надежности, в том числе: 8 диссертаций и авторефератов, 13 монографий, 15 научных статей, 23 учебника и учебных пособия, 7 методических рекомендаций. В таблице 4 проводятся результаты факторного анализа по данным литературных источников по проблемам надежности машин [2,3,4,5,6,7], и др.

Для анализа на втором этапе были выбраны 10 ключевых (наиболее существенных) эмпирических факторов:

X_1 – повышение эксплуатационной надежности за счет использования предусматриваемых теорией надежности принципов резервирования машин и технологических групп [2,3,6];

Таблица 4 – Анализ эмпирических факторов повышения эксплуатационной надежности машин

Факторы повышения эксплуатационной надежности	Место в системе факторов	Степень распространенности фактора, %
Повышение эксплуатационной надежности за счет использования предусматриваемой теорией надежности принципов резервирования машин и технологических групп	1	69,7
Повышение эксплуатационной надежности за счет использования передвижных средств ТО и ремонта, в том числе передвижных агрегатов технического обслуживания, передвижных ремонтных мастерских и автозаправщиков	2	54,1
Максимальное повышение эксплуатационной надежности машин путем соблюдения оптимальных режимов эксплуатации, исключающих перегрузку агрегатов и механизмов	3	38,5
Повышение эксплуатационной надежности за счет перехода на принципиально новую систему технического обслуживания машин	4	31,2
Повышение эксплуатационной надежности за счет качественной обкатки новых и отремонтированных машин	5	19,3
Повышение эксплуатационной надежности за счет подготовки необходимой нормативно-технической документации по техническому сервису	6	11,9
Повышение эксплуатационной за счет оптимизации периодичности технического обслуживания	7	4,6
Повышение эксплуатационной путем создания необходимой ремонтно-обслуживающей базы	8	3,7
Повышение эксплуатационной за счет проведения периодических технических осмотров	9	2,8
Повышение эксплуатационной за счет соблюдения установленных правил хранения машин	10	1,8
Повышение эксплуатационной за счет контроля и обеспечения достаточной герметизации агрегатов и механизмов	11	1,8
Повышение эксплуатационной надежности за счет соблюдения рекомендаций заводов-изготовителей по применению топлива, масла и смазочных масел	12	1,8
Повышение эксплуатационной путем рациональной организация выполнения механизированных работ и инженерной службы	13	0,9
Повышение эксплуатационной надежности машин за счет роста уровня квалификации механизаторов и мастеров-наладчиков	14	0,9

X_2 - повышение эксплуатационной надежности за счет использования передвижных средств ТО и ремонта, в том числе передвижных агрегатов технического обслуживания и передвижных ремонтных мастерских [3,4,5,6,7];

X_3 – максимальное повышение эксплуатационной надежности машин путем соблюдения оптимальных режимов эксплуатации, исключающих перегрузку агрегатов и механизмов [4,5,6,7];

X_4 - повышение эксплуатационной надежности за счет перехода на принципиально новую систему технического обслуживания машин [3,5,6,7];

X_5 - повышение эксплуатационной надежности за счет качественной обкатки новых и отремонтированных машин [5,6,7];

X_6 – повышение эксплуатационной надежности за счет подготовки необходимой нормативно-технической документации по техническому сервису;

X_7 - повышение эксплуатационной надежности за счет оптимизации периодичности технического обслуживания [3,4,5,6,7];

X_8 - повышение эксплуатационной путем создания необходимой ремонтно-обслуживающей базы;

X_9 - повышение эксплуатационной за счет проведения периодических технических осмотров [4,5,6];

X_{10} - повышение эксплуатационной за счет соблюдения установленных правил хранения машин [3,4,5,7].

Статистически достоверные результаты позволили разработать концептуальную модель, оценивающую степень влияния каждого фактора на повышение эксплуатационной надежности зерноуборочных комбайнов.

Методика построения концептуальной модели основывалась на экспертной оценке мнений профессионалов: ученых КубГАУ.

Эта экспертная оценка сводилась к следующему.

1. По результатам обработки 10 опросных листов (таблица 1) составлялась таблица 5, в которой проставлялись полученные от каждого эксперта оценки факторов.

Таблица 5 – Матрица эмпирических факторов повышения эксплуатационной надежности зерноуборочных комбайнов

Эксперт ы	Факторы									
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀
Э ₁	3	6	10	7	8	9	5	4	2	1
Э ₂	4	6	10	8	7	9	3	5	1	2
Э ₃	3	5	9	8	6	10	7	4	2	1
Э ₄	3	6	10	7	9	8	5	4	2	1
Э ₅	3	6	10	7	9	8	5	4	2	1
Э ₆	6	5	10	7	8	9	4	3	1	2
Э ₇	3	5	10	6	8	9	7	4	2	1
Э ₈	3	6	8	7	9	10	5	4	1	2
Э ₉	2	5	9	7	8	10	4	3	1	2
Э ₁₀	3	6	10	8	7	9	5	4	2	1
Σa _{ij}	33	56	96	72	79	91	50	39	16	14
Δ _i	-22	1	41	17	24	36	-5	-16	-39	41
Δ _i ²	484	1	1681	289	576	1296	25	256	1521	1681

2. Подсчитывалась по выражению (1) сумма рангов по каждому фактору.

3. По выражению (2) подсчитывались отклонения от средней суммы рангов.

4. Рассчитывалась по выражению (3) средняя сумма рангов:

$$T = 10 \left(\frac{10 + 1}{2} \right) = 55 .$$

5. Определялся по формуле (4) коэффициент конкордации:

$$W = \frac{12 \cdot 7810}{10^2 (10^3 - 10)} = 0,946.$$

6. По формуле (5) произведена оценка значимости полученного коэффициента конкордации:

$$\chi^2_{\text{расч}} = 10(10-1)0,946 = 85,14.$$

Для уровня значимости $P=0,9$ и степени свободы $\nu=9$ табличное значение распределения Пирсона χ^2 составило величину $\chi^2_{\text{табл.}} = 4,1$.

Табличное значение распределения Пирсона оказалось меньше расчетного, т.е. $\chi^2_{\text{табл.}} = 4,1 < \chi^2_{\text{расч}} = 85,14$.

Это указывает на высокую согласованность мнений экспертов.

При числе степеней свободы $\nu=9$ и уровне значимости $P=0,9$ мнения десяти экспертов согласуются с 90 % вероятностью.

7. Далее производилось нормирование оценок, полученных от каждого эксперта (таблица б):

$$W_{11} = 3/55 = 0,054; W_{12} = 6/55 = 0,109, \text{ и т. д.}$$

8. Вычислялась усредненная оценка каждого фактора. Для этого нормированные оценки, полученные в предыдущем шаге, суммировались (по вертикали), а затем рассчитывалась средняя арифметическая для каждого критерия (последняя строка таблицы б).

Таблица 6 – Нормированные оценки эмпирических факторов повышения эксплуатационной надежности зерноуборочных комбайнов

Эксперт	Факторы									
	X ₃	X ₂	X ₁	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀
Э ₁	0,054	0,109	0,182	0,127	0,145	0,164	0,091	0,073	0,036	0,018
Э ₂	0,073	0,109	0,182	0,145	0,127	0,164	0,054	0,091	0,018	0,036
Э ₃	0,054	0,091	0,164	0,145	0,109	0,182	0,127	0,073	0,036	0,018
Э ₄	0,054	0,109	0,182	0,127	0,164	0,145	0,091	0,073	0,036	0,018
Э ₅	0,054	0,109	0,182	0,127	0,164	0,145	0,091	0,073	0,036	0,018
Э ₆	0,109	0,091	0,182	0,127	0,145	0,164	0,073	0,054	0,018	0,036
Э ₇	0,054	0,091	0,182	0,109	0,145	0,164	0,127	0,073	0,036	0,018
Э ₈	0,054	0,109	0,145	0,127	0,164	0,182	0,091	0,073	0,018	0,036
Э ₉	0,036	0,091	0,164	0,127	0,145	0,182	0,073	0,054	0,018	0,036
Э ₁₀	0,054	0,109	0,182	0,145	0,127	0,164	0,091	0,073	0,036	0,018
ΣW _i /10	0,059	0,102	0,175	0,131	0,144	0,166	0,091	0,071	0,029	0,025

В результате экспертной оценки получено следующее математическое выражение для концептуальной модели (парадигмы) эксплуатационной надежности зерноуборочных комбайнов:

$$Y = 0,175X_1 + 0,102X_2 + 0,059X_3 + 0,131X_4 + 0,144X_5 + 0,166X_6 + 0,091X_7 + 0,071X_8 + 0,029X_9 + 0,025X_{10}, \quad (6)$$

где Y – расчетный комплексный показатель эмпирических факторов повышения эксплуатационной надежности зерноуборочных комбайнов;

X_j – средние экспертные оценки факторов (по десятибалльной шкале).

После преобразования эмпирической формулы (6) получено окончательное математическое выражение для концептуальной модели (парадигмы) эксплуатационной надежности зерноуборочных комбайнов:

$$Y = 0,6X_2 + X_3 + 0,7X_4 + 0,8X_5 + 0,9X_6. \quad (7)$$

Таким образом, по итогам экспертного анализа установлено, что наиболее значимым фактором повышения эксплуатационной надежности зерноуборочных комбайнов является способ оптимизации режимов эксплуатации комбайнов, исключающих перегрузку их агрегатов и механизмов.

Из средней априорной диаграммы рангов видно (рисунок 2), что наиболее существенным является фактор X_3 , вес которого после нормирования принял значение ($\lambda_3 = 0,175$). Этот эмпирический фактор принят главным в системе исследуемых факторов повышения эксплуатационной надежности зерноуборочных комбайнов.

В качестве заключения можно сделать вывод, что концептуальная модель, описывающая с вероятностью 90% уровень влияния эмпирических факторов на повышение эксплуатационной надежности зерноуборочных комбайнов, в качестве ключевого фактора указывает на способ оптимизации режимов эксплуатации комбайнов.

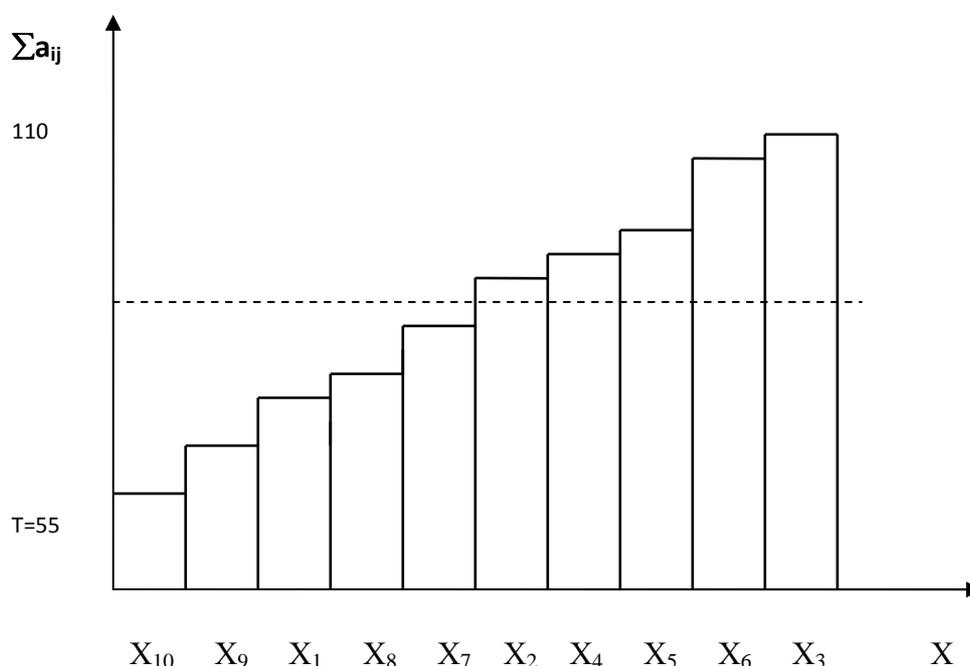


Рисунок 2 – Средняя априорная диаграмма рангов, характеризующая весомость эмпирических факторов повышения эксплуатационной надежности зерноуборочных комбайнов

Список литературы

1. Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Экспертные оценки в принятии плановых решений. М.: Экономика, 1976. – 76 с.
2. Прейсман В.Н. Основы надежности сельскохозяйственной техники / 2-е изд. доп. и перераб. – К.: Выща шк. Головное изд-во, 1988. – 247 с.
3. Тарасенко Б.Ф. Физические основы инновационной технологии обработки машин и механизмов ремонтно-восстановительными составами (РВС) / Б.Ф. Тарасенко, Е.А. Шапиро // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс] // Краснодар: КубГАУ, 2013. – № 86(02). С 1-24.–IDA[articleID]: 1071503079.- Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/02/pdf/17.pdf>.
4. Чеботарев М.И. Сравнительный анализ концепций технического сервиса в сельском хозяйстве / М.И. Чеботарев, Е.А. Шапиро // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2015. №52. С. 250-255.
5. Шапиро Е.А. Оценка надежности капитально отремонтированных автомобилей: Учебное пособие /КубГАУ.-Краснодар, 2015.-43 с.
6. Шапиро Е.А. Технический сервис в агропромышленном комплексе России: в поисках новой парадигмы развития. Теоретические и практические аспекты развития науки// Сборник научных статей по итогам международной заочной научно-практической конференции 4 – 5 июня 2013 года, г. Санкт-Петербург. – СПб.: Изд-во «КультИнформПресс, 2013. С. 76 – 79.
7. Шапиро Е.А. Проблема определения и классификации методов технического обслуживания и ремонта машин. Проблемы механизации и электрификации сельского хозяйства: материалы Всерос. науч.-практ. интернет-конф., 6 дек. 2013 г. – Краснодар: Кубанский ГАУ, 2014. С. 172 – 176.

References

1. Beshelev S.D., Gurvich F.G. Jekspertnye ocenki v prinjatii planovyh reshenij. M.: Jekonomika, 1976. – 76 s.
2. Prejsman V.N. Osnovy nadezhnosti sel'skohozjajstvennoj tehniky / 2-e izd. dop. i pererab. – K.: Vyshha shk. Golovnoe izd-vo, 1988. – 247 s.
3. Tarasenko B.F. Fizicheskie osnovy innovacionnoj tehnologii obrabotki mashin i mehanizmov remontno-vosstanovitel'nymi sostavami (RVS) / B.F. Tarasenko, E.A. Shapiro // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs] // Krasnodar: KubGAU, 2013. – # 86(02). S 1-24.–IDA[articleID]: 1071503079. Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2013/02/pdf/17.pdf>.
4. Chebotarev M.I. Sravnitel'nyj analiz koncepcij tehničeskogo servisa v sel'skom hozjajstve / M.I. Chebotarev, E.A. Shapiro // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. #52. S. 250-255.
5. Shapiro E.A. Ocenka nadezhnosti kapital'no otremonirovannyh avtomobilej: Uchebnoe posobie /KubGAU.-Krasnodar, 2015.-43 s.
6. Shapiro E.A. Tehnicheskij servis v agropromyshlennom komplekse Rossii: v poiskah novoj paradigmy razvitija. Teoreticheskie i prakticheskie aspekty razvitija nauki// Sbornik nauchnyh statej po itogam mezhdunarodnoj zaochnoj nauchno-praktičeskoj konferencii 4 – 5 ijunja 2013 goda, g. Sankt-Peterburg. – SPb.: Izd-vo «Kul'tInformPress, 2013. S. 76 – 79.

7. Shapiro E.A. Problema opredelenija i klassifikacii metodov tehničeskogo obsluživanija i remonta mashin. Problemy mehanizacii i jelektrofikacii sel'skogo hozjajstva: materialy Vseros. nauch.-prakt. internet-konf., 6 dek. 2013 g. – Krasnodar: Kubanskij GAU, 2014. S. 172 – 176.