

Методика формирования группы специалистов при определении остаточной стоимости подержанных сельскохозяйственных машин

И.В. Матвейкин, к.т.н., И.В. Попов, к.т.н., А.Н. Кондрашов, к.т.н., В.А. Урбан, к.т.н., А.Н. Лисаченко, аспирант, ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ; П.И. Огородников, д.т.н., профессор, Оренбургский филиал ФГБУН ИЗУрО РАН

Реализация технической политики в АПК, перестройка и дальнейшее совершенствование системы технического сервиса в сельском хозяйстве непосредственно зависят от уровня научно-информационного обеспечения, повышение которого связано с использованием системных принципов анализа информации и внедрением новых информационных технологий.

В условиях рыночных отношений процедура купли-продажи подержанной техники имеет акту-

альное значение. В настоящее время существует несколько методов определения остаточной стоимости подержанных машин и механизмов. Это аналитический метод, статистический, комплексный и экспертный [1]. Все они в той или иной степени предусматривают наличие специалиста, который принимал бы окончательное решение по конкретному вопросу. Причём при использовании экспертного метода главную роль играет именно специалист. Однако, как показывает практика, наличие одного специалиста не всегда позволяет сделать правильную оценку состояния машины, в связи с чем целесообразно привлекать к этой процедуре несколько специалистов.

Таким образом, возникает проблема формирования группы, способной наиболее полно оценить

состояние машины и определить её остаточную стоимость. При этом необходимо определить качественный и количественный состав группы специалистов, который будет вести эту работу. Поэтому в современных условиях неизмеримо возрастает роль высокообразованной человеческой личности, способной не только воспринимать ранее накопленное научное знание, но и обобщать, анализировать, создавать новое в виде передовых научных идей, информационных технологий, услуг и продуктов. Связано это с тем, что реакция специалистов на тот или иной фрагмент машины или отдельную деталь является многомерной и частично неопределённой, а сам процесс анализа состояния машины или отдельного узла оказывается ограниченным познавательными способностями человека. Так, если рассмотреть систему технического сервиса, то можно заметить, что в последнее время на тракторах ведущих фирм широко используются бортовые электронные средства, выполняющие функции контроля, регулирования или автоматического управления различными системами и механизмами техники, а также обеспечивающие оператора необходимой информацией. Эти функции логически увязаны с особенностями устройства и функционирования соответствующих систем и механизмов сельскохозяйственной техники и с режимами работы как самих средств, так и машинно-тракторных агрегатов в целом. В связи с этим не представляется возможным одному специалисту оценить в полном объёме и с высокой степенью достоверности все дефекты оцениваемого объекта и дать окончательную оценку его состояния. Кроме того, субъективизм, присущий знаниям специалистов, может приводить к противоречиям не только среди отдельных специалистов, но и в большей степени между знаниями специалиста в целом. В связи с этим, как указано в выявлении экспертных знаний [2], специалистов в группе не должно быть ни слишком мало, ни слишком много, так как малая группа может иметь плохую согласованность мнений, а в большой группе неизбежно значительное различие в компетентности. Поэтому ставится задача формирования оптимальной по количественному и качественному составу группы при условии, что специалисты будут удовлетворять следующим основным требованиям:

- высокая компетентность;
- непротиворечивость знаний в предметной области.

При этом более жёсткие требования должны быть предъявлены к непротиворечивости знаний. Это связано с тем, что компетентность специалистов сказывается на качестве итогового результата. При этом меньшая компетентность отдельных специалистов может компенсироваться за счёт знаний более опытных.

В пользу привлечения специалистов говорит тот факт, что правильность отбора информа-

ции о состоянии оцениваемого объекта можно представить некоторым нечётким множеством, представляющим множество вариантов решений поставленной задачи:

$$X_i(T) = F(B_i, n_i(T_i), T_i), \quad (1)$$

где B_i – множество факторов, способствующих принятию решений по i -му объекту;
 $n_i(T_i)$ – учитываемые факторы;
 T_i – время оценки i -го объекта.

Функция $F(B_i, n_i(T_i), T_i)$ не может быть выражена аналитически и реализуется механизмом логического вывода, т.к. для определения величины B_i необходимо решить ряд частных задач, одной из которых является разработка и обоснование методики отбора специалистов по их отношению к выявленным дефектам. В целом же решение задачи (1) может быть получено либо сравнением результатов, что не всегда приемлемо из-за проведения лишних операций, отсутствия опорного решения и привлечения специалистов для анализа результатов; либо правильность оценки определяется мнением специалистов. Вторым вариантом является более предпочтительным, так как опускаются промежуточные этапы и специалисты сразу приступают к отбору необходимых сведений по рассматриваемому объекту.

Исследования показали, что в настоящее время не разработаны показатели и методы определения индивидуальных качеств специалистов. Между тем от их квалификации во многом зависит качество формирования объективного заключения по поставленной проблеме.

Материал и методы исследования. В связи с вышеизложенным предлагается методика формирования группы специалистов по критерию максимальной согласованности мнений её членов [3, 4]. Поскольку вопрос включения дефектов в общий список определяется учитываемыми специалистами факторами, то на основе ранжирования факторов по их важности можно судить о степени противоречивости мнений. С этой целью первоначально отобранной группе из N специалистов было предложено все показатели, используемые при оценке дефектности узла, распределить по их значимости в порядке возрастания (убывания). Для этого был применён метод парных сравнений [5], при использовании которого каждым специалистом независимо сравниваются один с другим поочередно все M_k факторов.

Результаты исследования. По результатам парных сравнений строятся таблицы сравнений, каждый элемент которых равен единице, если фактор f_i является более важным, чем f_j , и нулю – в противном случае. Суммирование элементов по столбцам в каждой таблице даёт возможность ранжирования факторов в порядке убывания (возрастания) сумм.

Данные таблиц от N специалистов для каждой задачи сводятся в таблицы, число которых опреде-

ляется числом решаемых задач. В каждой ячейке находится некоторое число g_{ij} , равное количеству предпочтений i -го фактора j -му, полученных от всех специалистов.

Если просуммировать по столбцам величины g_{ij} с последующим делением на количество специалистов, то получим величину, которая отражает среднюю ранжировку факторов $f_1, f_2 \dots f_k$, служащую показателем обобщённого мнения специалистов о важности рассматриваемых факторов:

$$G = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n g_{ij}, \quad j = \overline{1, f}. \quad (2)$$

Оценку согласованности мнений специалистов при решении вопроса о степени неисправности или величине дефектов целесообразно проводить на основе вычисления коэффициентов взаимной парной ранговой корреляции ρ_k оценок i -го и j -го экспертов [5]:

$$\rho_k = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{m_k} \psi_{ik}^2}{\frac{1}{6}(m^2 - m) - \frac{1}{12}(S_{ri}^k - S_{ci}^k)}, \quad (3)$$

где ψ_{ik} – разность рангов оценок i -го фактора при решении k -й задачи:

$$\psi_{ik} = |R_{ri}^k - R_{ci}^k|,$$

S_{ri}^k, S_{ci}^k – показатели связности рангов оценок i -го и j -го специалистов:

$$S_i^k = \sum_{l=1}^L (S_{li}^3 - S_{li}^k), \quad (4)$$

где L – количество группированных связных (равных) рангов;

S_{li}^k – количество рангов в группе L для k -й задачи.

Рангу соответствует порядковый номер фактора. Для каждой группы равнозначных факторов берётся сумма их порядковых номеров и делится на число факторов, входящих в группу.

Среднее значение коэффициентов парной ранговой корреляции вычисляется по формуле:

$$\rho = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \rho_k, \quad (5)$$

где K – количество решаемых задач.

Коэффициенты парной ранговой корреляции могут принимать значения, равные нулю, плюс и минус единице, причём если величина $\rho = +1$, то оценки i -го и j -го экспертов полностью совпадают; если $\rho = -1$, то они взаимно противоположны; если $\rho = 0$, то связь между мнениями специалистов отсутствует.

Если группе специалистов поставить в соответствие булев вектор $Y = \{y_i\}$, $i = \overline{1, n}$ такой, что если булева переменная $y_i = 1$, то i -й специалист привлекается к работе в группе, и если $y_i = 0$ – не привлекается, то на основании значений построенной матрицы коэффициентов взаимной парной ранговой корреляции $\theta = \|\rho_{ij}\|$ можно сформировать

группу специалистов, удовлетворяющих требованиям согласованности мнений. Причём считается, что группа специалистов удовлетворяет требованию непротиворечивости принимаемых решений, если коэффициенты их парной ранговой корреляции больше нуля, а их сумма стремится к максимуму.

На основании изложенного постановка задачи выбора специалистов сводится к нахождению вектора $Y = \{y_i\}$, такого, что $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n y_i \rho_{ij} y_j \rightarrow \max$, при условии, что

$$y_i \cdot \rho_{ij} \cdot y_j > 0;$$

$$N \geq \sum_{i=1}^n y_i \geq 2;$$

$$y_i \in (1, 0);$$

$$-1 \leq \rho \leq 1.$$

Данную методику можно проиллюстрировать на конкретном примере. Задача формулируется следующим образом. Необходимо сформировать группу специалистов для оценки состояния техники с целью реализации её на вторичном рынке. Привлекаемые специалисты должны быть компетентными в области эксплуатации и ремонта сельскохозяйственной техники. Первоначально было привлечено семь специалистов, которым было предложено оценить состояние тракторов К-744Р и МТЗ-1221, имеющих срок эксплуатации 5 и 6 лет соответственно.

Опрос проводили методом анкетирования с целью выявления и ранжирования факторов, учитываемых при оценке состояния тракторов К-744Р и МТЗ-1221.

На первом этапе была составлена анкета, предлагающая специалистам указать факторы, которые по их мнению необходимо учитывать при принятии решений (всего было предложено 10 факторов, по которым проводилась оценка состояния трактора).

На втором этапе специалисты оценивали важность учитываемых факторов методом парных сравнений и по формулам (4) и (5) вычисляли коэффициенты взаимной парной ранговой корреляции, на основании чего решали задачу определения оптимального состава группы. В результате была сформирована матрица коэффициентов, которая представлена в таблице. Её элементы показывают, какие специалисты конфликтуют между собой и, следовательно, которых не стоит привлекать к работе, а какие могут быть включены в группу [6].

Матрица коэффициентов взаимной парной ранговой корреляции

	1,0	-0,53	0,52	-0,61	0,66	0,83	0,32
	-0,53	1,0	0,23	-0,33	0,86	0,54	0,17
	0,52	0,23	1,0	-0,36	0,51	0,48	0,25
$\Theta =$	-0,61	-0,33	-0,36	1,0	-0,81	0,51	0,39
	0,66	0,86	0,51	-0,81	1,0	0,91	0,12
	0,83	0,54	0,48	0,51	0,91	1,0	0,51
	0,32	0,17	0,25	0,39	0,12	0,51	1,0

На основании полученной таблицы был построен вектор $Y = \{y_j\}$, соответствующий решению поставленной задачи и имеющий следующий вид:

$$Y = \{1, 0, 1, 0, 0, 1, 1\}.$$

В данном случае единица соответствует привлечению специалиста в группу.

Таким образом, из семи первоначально отобранных специалистов было рекомендовано привлечь четырёх.

Данная задача может быть реализована средствами вычислительной техники и быть включённой в комплекс программных средств АРМ «Диагностика». В связи с этим целесообразно использовать возможности интеллектуальных информационных систем для решения комплекса задач диагностирования технического состояния техники и знания высококвалифицированных специалистов как в области информационных технологий, так и в области диагностики технических средств. Повышению точности оценки технического состояния сельскохозяйственных машин специалистами-

диагностами будет способствовать повышение квалификации, доступ к новой и разнообразной информации по технической диагностике. Кроме того, данная методика может быть полезной в других подразделениях АПК, где необходим подбор групп специалистов для решения конкретных задач.

Литература

1. Черноиванов В.И., Бледных В.В., Северный А.Э. и др. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве: уч. пособие / Под ред. В.И. Черноиванова. М. – Челябинск: ГОСНИТИ, ЧГАУ, 2003. 992 с.
2. Ларичев О.И. Выявление экспертных знаний / О.И. Ларичев, А.И. Мечитов, Е.М. Мошкович, Е.М. Фуремс. М.: Наука, 1989. 128 с.
3. Матвейкин И.В. Отбор экспертов при создании базы знаний по обслуживанию и ремонту сельскохозяйственной техники // Математические методы и информационные технологии в экономике, социологии и образовании: сб. ст. X Междунар. науч.-технич. конф. Пенза, 2002. С. 135–137.
4. Абрамов О.В., Розенбаум А.Н. Прогнозирование состояния технических систем. М.: Наука, 1990. 127 с.
5. Кендел М. Ранговые корреляции / Пер. с англ. М.: Статистика, 1975.
6. Матвейкин И.В., Огородников П.И. Информационные технологии – основа эффективного управления техническими системами предприятий АПК. Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2007. 280 с.