

максимального значения, коэффициент эксплуатационной надежности начинает уменьшаться. При изменении числа исполнителей на посту (кратность резервирования постоянная) эксплуатационная надежность увеличивается с ростом количества ремонтных рабочих также до определенного предела. Затем коэффициент эксплуатационной надежности становится постоянным.

#### **Список использованных источников**

1. Круглый П.Е. Обеспечение эксплуатационной надежности машинного парка технологических комплексов резервированием полнокомплектных машин и их составных частей. – В кн.: Современная сельскохозяйственная техника: исследование, проектирование, применение. – Материалы Международной научно-практической конференции. Минск, БГАТУ. – 2010, с. 81–87.
2. Ивашко В.С., Круглый П.Е., Кашко В.М. и др. Исследование и анализ потоков требований на обслуживание технических систем. Изобретатель № 9 (213), 2017. Ежемесячный научно-практический журнал ГКНТ НАН Беларуси. – Минск, 2017, с. 33–37.
3. Кобзарь А.И. Прикладная математика. Для инженеров и научных работников. – М.: Физматлит, 2006. – 816 с.
4. Ивашко В.С., Круглый П.Е., Кашко В.М. и др. Исследование и анализ потоков восстановлений работоспособности технических систем. – Изобретатель №8-9 (224-225), 2018. – С. 37–41.
5. Круглый П.Е., Кашко В.М., Мисун А.Л. и др. Исследование и анализ ремонтпригодности кормоуборочных комбайнов при организации их технического сервиса. – В кн.: Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: материалы Международной научно-практической конференции (Минск, 24–25 октября 2019 года): в 2 ч. Ч.2 – С. 111–113.

**УДК 631.3.004.67**

### **ПРЕДПОСЫЛКИ ПРИМЕНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АППАРАТА ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

*Студенты – Ежелев Е.Ю., 38 тс, 4 курс, ФТС;  
Круглый П.С., 38 тс, 4 курс, ФТС*

*Научные  
руководители – Круглый П.Е., к.т.н., доцент;  
Мисун А.Л., ассистент*

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

**Аннотация.** Выполнен анализ предпосылок применения математического аппарата факторного анализа при использовании автомобильных

транспортных средств в сельском хозяйстве. Установлено, что наиболее представительной является модель, включающая 6 факторов, которая описывает 79,8 % суммарной дисперсии признаков.

**Ключевые слова:** автомобильный парк, факторный анализ, предпосылки применения.

Современный научно-технический прогресс вызывает необходимость и обеспечивает возможность системного подхода к решению транспортной проблемы в сельском хозяйстве [1–3].

Одним из направлений указанного подхода является статистический анализ совокупности показателей использования автомобильного парка. Выбор исходных показателей и последующий их анализ позволяет выразить основные результативные показатели использования автотранспорта в виде многофакторных линейных и нелинейных математических моделей.

Однако в начальной стадии исследования возникает проблема вынужденного ограничения числа показателей, которые заведомо подразделялись на зависимые и независимые. Включение в модель большого числа факторов настолько усложняет ее, что практическое использование становится затруднительным. Поэтому обычно рекомендуется ограничить экономико-статистические модели 7...8 факторами (аргументами), а малозначимые (с логической точки зрения) – отбросить.

Таким образом на первом – наиболее ответственном этапе исследования приходится основываться на интуиции исследователя, т.е. влияет субъективность.

Это обстоятельство, наряду с недостаточно информативной системой учета приводит к необходимости изыскания путей всестороннего анализа указанной проблемы.

В этой связи применение факторного анализа, который позволяет анализировать и выделять наиболее существенные корреляционные связи в корреляционных матрицах различной размерности и объединять показатели в группу с учетом причиной обусловленности, является весьма актуальным. Он не требует предварительного подразделения переменных на результативные и аргументы. Поэтому его применение особенно эффективно в начальной стадии статистического анализа.

Целесообразность применения факторного анализа впервые применена для исследования эффективности функционирования тракторного парка.

На основе результатов факторного анализа построены множественные регрессионные модели, в которых выбор показателей – аргументов обоснован их связью с основными групповыми факторами. Для оценки

факторов в каждом хозяйстве введена безразмерная характеристика – факторный вес

$$F_{kp} = \sum_{j=1}^n a_{jk} \cdot \frac{x_{jp} - \bar{x}_j}{\sigma_j},$$

где  $F_{kp}$  – вес фактора  $F_k$  для хозяйства  $p$ ;  
 $a_{jk}$  – нагрузка фактора  $F_k$  на показатель  $x_j$ ;  
 $x_{jp}$  – значение показателя  $x_j$  в хозяйстве  $p$ ;  
 $\bar{x}_j$  – среднее значение показателя;  
 $n$  – общее число показателей.

Расчет факторных весов позволил определить принципы дифференцированного подхода к исследованию эффективности тракторного транспорта в системе машинно-тракторного парка.

Однако представляет интерес проведения факторного анализа использования автомобильных транспортных средств с включением в комплексный анализ показателей использования и условий эксплуатации машинно-тракторного парка.

Методикой факторного анализа предусмотрено последовательное выделение 2, 3, 4, 5, 6 и более факторов. Каждая модель с определенным числом выделенных факторов описывает определенную часть суммарной дисперсии признаков. С ростом количества выделенных факторов суммарная дисперсия, приходящаяся на них, возрастает, но при этом каждый последующий фактор оказывается менее значимым, чем предыдущий. Кроме того, большое количество факторов может затруднить интерпретацию исследуемого явления. Поэтому после предварительного ознакомления с результатами расчета, на наш взгляд наиболее представительной является модель включающая 6 факторов, которая описывает 79,8 % суммарной дисперсии признаков. Следует отметить, что седьмой фактор описывает только 4,1 % дисперсии и в силу малозначимости не включен в последующий анализ.

Каждый показатель связан с фактором положительной либо отрицательной корреляционной связью, ввиду чего факторные нагрузки могут быть положительными или отрицательными.

Для достаточно достоверной интерпретации факторов необходимо определить уровень значимости факторных нагрузок. Для этой цели уровень доверительной вероятности принят равным 0,9. В этом случае критическое значение коэффициента корреляции составляет 0,44.

Для удобства интерпретации шести выделенных факторов наиболее значимые показатели были сгруппированы по факторным признакам. На

основании анализа факторных нагрузок в пределах каждой группы показателей групповые факторы интерпретированы следующим образом:

$\Phi_1$  – фактор оснащенности и управляемости хозяйств, который выделяет снижение оснащенности и управляемости с ростом размера хозяйства и доказывает взаимосвязь наличия трудовых ресурсов и управленческого персонала с показателями оснащенности МТП и функционирования хозяйства в целом (21,5 % суммарной дисперсии показателей).

$\Phi_2$  – фактор эффективности транспортных работ, который наряду с показателями характеризующими выработку тракторно-транспортных агрегатов и использования сменного времени, связывает плотность автомобильных работ, их производительность с дорожными условиями, плотностью дорог и другими условиями транспортирования автомобилями и тракторами (14,3 %).

$\Phi_3$  – фактор условий труда (12,2 %).

$\Phi_4$  – фактор технической эксплуатации машинно-тракторного парка (11,2 %).

$\Phi_5$  – фактор территориальной структуры хозяйства, связан с плотностью использования транспорта и выделяет его взаимосвязь с территориальной структурой хозяйства и средним расстоянием внутрихозяйственных перевозок (11,0 %).

$\Phi_6$  – фактор интенсивности использования автотранспорта хозяйств. Он определяет долю общего объема грузооборота, который выполняется хозяйственным автотранспортом и зависит, как от обеспечения транспортного процесса организационными мероприятиями, так и от условий транспортирования. Фактор имеет связь с оснащенностью и управляемостью хозяйства (9,6 %).

Таким образом, изложенное позволяет заключить, что факторный анализ эксплуатации МТП с детальным учетом показателей использования автопарка дает возможность дополнить выявленные ранее групповые факторы и существующие взаимосвязи в аспекте использования автомобильного транспорта.

#### **Список использованных источников**

1. Перспективы развития транспортного комплекса: материалы V Международной заочной научно-практической конференции / Под редакцией Бубнова А.М., Миленького В.С., Тоболича Т.Г. – Минск : БелНИИТ «Транстехника», 2019. – 204 с.

2. Кормаков Л.Ф. Формирование и использование технического потенциала сельскохозяйственного производства. – М.: Лань, 2005. – 240 с.

3. Круглый П.Е., Миленький В.С. Планирование перевозок грузов на основе применения математических методов решения транспортной задачи. – В кн.: Проблемы и перспективы развития транспортного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции. – Минск, БелНИИТ Транстехника», 2016. – С. 104–107.