

Показатели потоков восстановлений комбайнов кормоуборочного комплекса приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели потоков восстановлений работоспособности комбайнов кормоуборочного комплекса

Группа сложности отказов	Среднее время восстановления, ч	Параметр потока восстановлений, 1/ч
Первая-третья	1,35	0,741
Первая	0,24	4,219
Вторая, третья	2,26	0,443

Как видно из таблицы 1, параметр потока восстановлений комбайнов кормоуборочного комплекса составил: для отказов всех групп сложности 0,741 1/ч; для отказов первой группы сложности 4,219 1/ч; для отказов второй и третьей групп сложности 0,443 1/ч.

Результаты обработки статистической информации и проведенный анализ дает возможным считать приемлемым для описания распределения времени восстановления работоспособности кормоуборочных комбайнов экспоненциальный закон. Определены показатели потоков восстановлений работоспособности кормоуборочных комбайнов. Установлен параметр потоков восстановлений, который составил: для кормоуборочных комбайнов 0,741 1/ч. Полученные показатели потоков восстановлений работоспособности кормоуборочных комбайнов могут быть использованы для обоснования производительности ремонтной службы и обеспеченности ремонтным персоналом.

Литература

1. Тарасенко В.Е., Миклуш В.П., Жешко А.А. Надежность технических систем. – Минск: БГАТУ, 2015. – 204 с.
2. Анискович Г.И., Круглый П.Е., Кашко В.М. Надежность и ремонт сельскохозяйственной техники. – Минск: БГАТУ, 2010. – 44 с.
3. Ивашко В.С., Кураш В.В., Круглый П.Е. Надежность технических систем. – Минск: БГАТУ, 2003. – 154 с.
4. Ивашко В.С., Круглый П.Е., Кашко В.М. и др. Исследование и анализ потоков требований на обслуживание технических систем. – Изобретатель № 9 (213), 2017. – с. 33-37.
5. Юдин М.И. Техника применения математического аппарата теории вероятностей в надежности машин / М.И. Юдин, И.В. Карасев, Р.А. Титов и др. – Краснодар : Кубанский ГАУ, 2006. – 255 с.
6. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Задачи и упражнения по теории вероятностей. – М.: Высш. шк., 2002. – 448 с.
7. Кобзарь А.И. Прикладная математика. Для инженеров и научных работников. – М.: Физматлит, 2006. – 816 с.

УДК 631.173.4

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТРЕБНОСТИ В ЗАПАСНЫХ ЧАСТЯХ, АГРЕГАТАХ И УЗЛАХ ОБМЕННОГО ФОНДА ПО УРОВНЯМ СИСТЕМЫ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ

Основин В.Н.¹, к.т.н., доцент, Мальцевич Н.В.², к.т.н., доцент,

Клавсутъ П.В.¹, Драгун С.Н.¹

¹БГАТУ, ²БГУ, г. Минск, Республика Беларусь

Основная часть. В настоящее время дилерская система технического сервиса является наиболее перспективной формой постоянного поддержания техники в работоспособном состоянии. Основой своевременного и качественного фирменного сервиса техники является бесперебойное обеспечение сервисных предприятий запасными частями [1-4]. Поэтому формирование дилерской системы технического сервиса определяет новые требования к методикам определения потребности в запасных частях.

По мнению ряда исследователей [5-9] целесообразно применение методов математической статистики, например, статистического многофакторного моделирования, корреляционного и регрессионного анализа.

В предлагаемой методике рассматривается система обеспечения сельскохозяйственных организаций составными частями машин, структуру связей которой можно представить следующим образом. Имеется парк из N машин, которые время от времени отказывают, создавая тем самым поток заявок на обмен элементов, распределяемый между K уровнями системы резервирования. Располагая обменным фондом элементов на всех уровнях резервирования, получаем многоканальную систему массового обслуживания замкнутого типа с допустимым временем ожидания выполнения заявок на обмен вышедших из строя элементов и пуассоновским входящим потоком; время обслуживания составных частей машин на любом уровне резервирования подчинено экспоненциальному закону.

Если трактор находится в неработоспособном состоянии, требуется выполнить определенный объем работ, связанный с затратами времени на выяснение причины отказа, демонтаж вышедшего из строя элемента, доставку его на уровень, где имеется работоспособный элемент, оформление документов, регулировку и подготовку его к работе, монтаж элемента на трактор. Чтобы обеспечить минимум затрат на работу системы необходимо на каждом уровне иметь какое-то оптимальное количество элементов замены.

Работу системы характеризуют следующие числовые параметры: вероятность обращения к i -му уровню резервирования; вероятность немедленного удовлетворения заявки (P_i), что произойдет при нулевой длине i -ой очереди на обслуживание при условии, что обращение к данному уровню произошло; число пунктов резервирования на i -ом уровне (m_i); среднее время обслуживания на i -ом уровне ($T_{обі}$) (применительно к ТОП это полное время оборота элемента), ч; среднее время ожидания в очереди на обслуживание ($T_{ожі}$), ч; среднее время транспортировки элемента на i -ый уровень и обратно ($T_{трі}$), ч; средняя наработка составной части на ресурсный отказ (U), ч.

Общий функционал издержек производства (Φ) на создание и содержание обменного фонда элементов машин имеет вид

$$\Phi = \Phi_{пр} + \Phi_{тр} + \Phi_{ха} \rightarrow \min, \quad (1)$$

где составляющие $\Phi_{пр}$, $\Phi_{тр}$, $\Phi_{ха}$ отражают затраты, связанные соответственно с простоями машин, транспортировкой, а также приобретением, хранением и амортизацией элементов обменного фонда.

На основании выполненных исследований общий функционал издержек с учетом входящих в него составляющих может быть представлен в виде:

$$\Phi = \sum_{i=1}^k \tilde{P}_i (T_{mрi} + \tau_i \alpha_i U) + A_1 \frac{U}{N} \sum_{i=0}^r M_i \rightarrow \min, \quad (2)$$

\tilde{P}_i - вероятность обращения к i -му уровню резервирования; $T_{трі}$ - время на транспортировку элемента обменного фонда на i -ый уровень и обратно, ч; τ_i - относительное среднее время ожидания заявки в очереди, равное отношению времени ожидания в очереди на обслуживание ($T_{ожі}$) к времени обслуживания ($T_{обі}$); α_i - приведенная интенсивность потока заявок, равная отношению времени обслуживания ($T_{обі}$) к наработке составной части на ресурсный отказ ($\alpha_i = T_{обі} / U$); N - число автомобилей в зоне обслуживания; M_i - количество элементов обменного фонда на i -ом уровне резервирования, шт.; U - наработка на ресурсный отказ рассматриваемого элемента, ч.

$$U = \frac{B_r}{\eta_0} \quad (3)$$

где B_r - среднегодовая наработка машин, ч; η_0 - среднегодовой коэффициент охвата капитальным ремонтом; A_1 - безразмерный параметр, определяемый по формуле:

$$A_1 = \frac{E_m C_{эл}}{W_z C_{np}^y}, \quad (4)$$

где E_m - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений; $C_{эл}$ - стоимость элемента обменного фонда, руб.; C_{np}^y - потери за один час простоя машины, руб.

Анализ общего функционала издержек на создание и содержание обменного фонда в многоуровневой системе резервирования и проведенные расчеты на ЭВМ позволяют сделать вывод о том, что оптимальное распределение обменного фонда может быть получено, если решать задачу в отдельности по каждому уровню. Решение основано на предположении, что обменный фонд сосредотачивается на одном из уровней резервирования и является функцией переменных A_1 , U , N . Это позволяет существенно упростить методику расчетов и представить выражение функционала (2) в следующем виде:

$$\Phi_{x.o} = \min \left[(T_{mpi} + \tau_i \alpha_i U) + A_1 \frac{U}{N} M_i \right], \quad (5)$$

Количество элементов обменного фонда M_i находят из системы уравнений

$$M_i = \frac{\alpha_i N}{1 + \alpha_i} + U_{pi} \sqrt{\frac{\alpha_i N m_i}{1 + \alpha_i}}; \quad (6)$$

$$\frac{1 - P_i}{U_{pi}} = \psi(P_i) = \tau_i \sqrt{\frac{\alpha_i N}{m_i (1 + \alpha_i)}}, \quad (7)$$

где U_{pi} - квантиль нормального распределения при доверительной вероятности P ; $\psi(P_i)$ - функция, значения которой при заданных квантилях нормального распределения U_p и вероятности P табулированы. Расчет системы резервирования по предлагаемой методике производится по схеме

$$T_{ожі} \rightarrow \tau_i = \frac{T_{ожі}}{T_{обі}} \rightarrow \psi(P_s) \rightarrow U(P_i) \rightarrow M_i \rightarrow \Phi_{x.o} \rightarrow M_{ni} \quad (8)$$

Для обоснования номенклатуры обменного фонда и его распределения по уровням системы резервирования производится деление элементов обменного фонда на классы.

В соответствии с широко применяемой в практике управления запасами системой ABC элементы обменного фонда делятся на три класса - А, В и С.

Как показал качественный анализ функционала (5), параметр A_1 является приемлемым для деления элементов обменного фонда на классы. Установлено, что для агрегатов класса А значение A_1 находится в пределах 0,01 - 0,5; класса В - 0,002 - 0,01 и для класса С - 0,00005 - 0,002.

Дальнейшее исследование по вопросам обеспечения потребностей сельскохозяйственной техники в запасных частях, агрегатах и узлах обменного фонда могут быть направлены на определение площади и объемов складских помещений для дилерских технических центров, нормативного коэффициента оборачиваемости для отдельных номенклатурных групп запасных частей. Кроме того может быть разработана методика определения потребности и номенклатуры запасных частей для региональных складов и центральных баз снабжения.

Литература

1. Голубев И.Г., Быков В.В., Митракова В.Д., Ермолин Н.В. Организация и развитие фирменного технического сервиса машин и оборудования для АПК: Аналитический обзор. М.:ГНУ Информагротех, 2000. - 66 с.
2. Голубев И.Г., Ермолин Н.В. Повышение эффективности обеспечения запасными частями при фирменном техническом сервисе: Аналитический обзор. М.:ФГНУ «Росинформагротех», 2001. - 11 с.

3. Ковалев Р.Н., Степанов А.С., Черницын С.А. Повышение эффективности эксплуатации транспортных средств путем прогнозирования потребности в запасных частях // *Фундаментальные исследования*. – 2014 - № 6-7. – С 1361-1364.
 4. Агафонов А.В. Определение потребности дилерских СТО в запасных частях и повышение эффективности управления запасами: Автореф. дис. канд. техн. наук / МАДИ. М., 2003.
 5. Быков А. Оптимизация запасов на основе имитационного моделирования / А. Быков, Е. Велесько // *Логистика*. – 2004. - № 1 – с. 19-21.
 6. Якушев, А.А. Экономическое прогнозирование с применением математических моделей // *Сборник материалов IX Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы обеспечения устойчивого экономического и социального развития России»*. – Челябинск, 2005, 22 апреля. – С. 173-177.
 7. Бредихина, О.А., Шестакина, С.В., Фильчаков, С.В. Прогнозирование на основе математических моделей // *Сборник научных статей VI международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы и перспективы преподавания математики»*. – Курск, 2016, 18-19 ноября. – С. 87-91.
 8. Хунов, Т.Х., Медведев, Д.В., Полесский, С.Н. Исследование математических моделей прогнозирования надежности программного обеспечения // *Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий*. - № 1 – М. : 2014. – С. 585-590.
- Габалин, А.В. Применение математических моделей для прогнозирования и планирования развития систем // *Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта (CAD/CAM/PDM – 2010)*. - М., 2010, 19-21 октября. – с. 143-145.

УДК 631.115.7

ОБЕСПЕЧЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ АПК ТУРКМЕНИСТАНА

Основин В.Н., к.т.н., доцент, **Клавсуть П.В.**, **Гайыпназаров К.**, **Гайыпназаров С.**
БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь

Туркменистан — государство в Средней Азии, площадь которого в 2,4 раза превышает площадь Республики Беларусь. К культивируемым землям относится только 4 % площади (в Республике Беларусь - 42 %). Население Туркменистана составляет, по оценкам ООН, около 6,2 млн чел. Для страны характерна высокая фактическая плотность населения: на одного сельского жителя приходится 0,5 га пахотных земель, в то время как в Республике Беларусь – от 3,6 га [1]. По уровню ВВП на душу населения Туркменистан занимает 77 место в мире. Темп роста ВВП превышает мировой и составляет 6,5%. Сельское хозяйство Туркменистана в структуре внутреннего валового продукта страны составляет 12%. Ведущей отраслью АПК Туркменистана является производство хлопка. Здесь производится 3% мирового объема хлопка. Зерновые занимают 52,4 % посевных площадей, садово-виноградные культуры - 4%, бахчевые - 5%, хлопок - 38,6%. Национальной программой социально-экономического развития Туркменистана на 2011—2030 годы поставлена задача достижения объемов и структуры производства продукции растениеводства, позволяющих сбалансировать спрос и предложение по важнейшим видам продукции на внутреннем и внешнем рынках [2]. Почвы Туркменистана характеризуются небольшим плодородием. В целях выполнения поставленной задачи предусматривается сохранение и повышение почвенного плодородия путем ежегодного накопления и внесения не менее 135 кг минеральных удобрений на 1 га и проведения комплекса работ, связанных с улучшением почв. Главой государства поставлена задача по разработке дальнейших мер по повышению плодородия почв, в том числе путем увеличения объема внесения минеральных удобрений и научного подхода к оптимизации норм внесения с учетом характеристик почв [3].