

УДК 656.062: 311.21: 004.4

Формирование поставок материальных средств на основе прогнозных оценок технического состояния техники

Грузин Владимир Васильевич, д.т.н., профессор
Бердибеков Айдар Токтамысович, доктор PhD, полковник
Тулембаева Айгуль Нуралиевна, д.э.н., профессор
Доля Александр Валерьевич, магистр, капитан

Национальный университет обороны имени Первого Президента Республики Казахстан - Елбасы

Аннотация. Своевременная поставка материальных средств (МС) может быть обеспечена на основе прогнозных оценок технического состояния техники. В связи с этим, актуальным является создание информационной системы прогнозирования (ИСП) формирования поставок МС в организации с учетом условий и сроков эксплуатации техники, ее технического обслуживания и ремонта. На основании вышеизложенного с помощью ИСП могут быть сформированы соответствующие заявки МС для восстановления работоспособности технических систем, эксплуатируемых организациями в различных отраслях народного хозяйства. Для получения своевременной информации по формированию поставок МС ИСП позволяет на основе мониторинга технического состояния техники представить следующие прогнозные показатели: техническое состояние техники на будущий месяц, количество неисправной или списанной техники за год, сведения о неисправностях техники, спрос на запасные части на конкретный месяц в году, сезонные колебания работоспособного состояния техники. На основании проведенного в организации мониторинга всех видов техники за указанный период времени были определены прогнозные показатели, с учетом которых были подготовлены заявки на поставку МС.

Материалы для данной статьи подготовлены в рамках научного проекта №AP05135518 «Военная логистика: особенности создания интегрированной системы материально-технического обеспечения в Вооруженных Силах Республики Казахстан».

Ключевые слова: материальные средства, информационная система, прогнозирование, техническое состояние, мониторинг, управление, техника, организация.

Введение

Необходимость повышения эффективности принимаемых решений при одновременном сокращении времени для своевременного обеспечения материальными средствами (МС) технического обслуживания и ремонта техники возможно при условии их соответствующего обоснования на основе современных методов математического моделирования, логистики, с разработкой и внедрением в практику информационных и компьютерных технологий [1, 2, 8-12].

1. Результаты мониторинга технического состояния техники в организации

В соответствии с целью создания ИСП предварительно была разработана методика проведения мониторинга технического состояния техники в структурных подразделениях организации, на основании которой были установлены (см. рис. 1):

– уменьшение количественного состава техники в структурных подразделениях организации на 7,9 % за период с 2017 по 2019 годы;

– потребность в комплектах запасных частей и агрегатах в 4,2%;

– недостаточная обеспеченность пунктами технического обслуживания машин – на 12,1%, ремонтными мастерскими – на 7,8% и специализированными станциями технического сервиса – на 16,7%;

Кроме этого, из-за невозможности восстановления агрегатов, узлов или даже деталей при помощи собственной ремонтно-технической базы произошло уменьшение количества специальной техники

(СТ), а также было установлено, что существует значительная потребность $k_{ном}$ у структурных подразделений организации в различных видах СТ (см. рис. 2).

Для формирования архитектуры ИСП за период времени, начиная с 2014 года по 2019 год, для всех структурных подразделений организации были рассмотрены ниже перечисленные показатели мониторинга:

- всего наличие техники, шт.;
- количество неисправной техники, шт.;
- количество списанной техники, шт.;
- % нерабочей техники от общего ее количества;
- существующая потребность в запасных частях, шт.

На основании анализа результатов мониторинга в процессе разработки требуемых видов прогноза при создании ИСП МС были учтены следующие требования [1, 3, 7, 10, 12]:

- согласованность: в прогнозировании поставок МС означает необходимость согласования поисковых и нормативных прогнозов различных показателей и различного временного срока их наличия;
- вариантность: в прогнозировании МС указывает на требование разработки различных вариантов прогнозов, учитывающих сезонные колебания состояния техники;
- непрерывность: в прогнозировании обеспечивает необходимость регулярного выполнения своевременной корректировки прогноза по мере поступления новой информации об объекте прогнозирования;

- верифицируемость: в прогнозировании означает потребность в достоверности, точности и обоснованности прогноза.

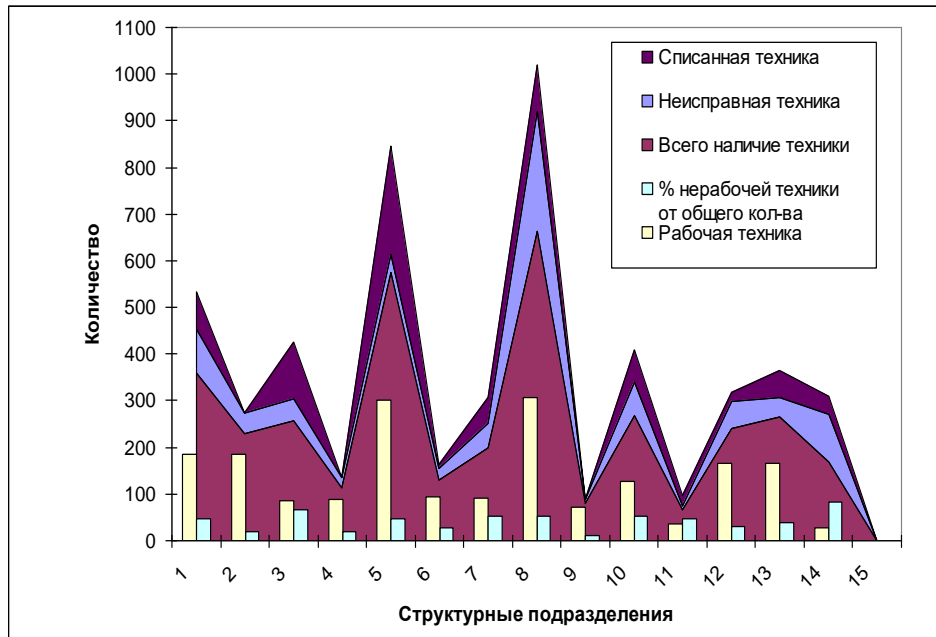


Рис. 1. Показатели состояния техники в структурных подразделениях организации

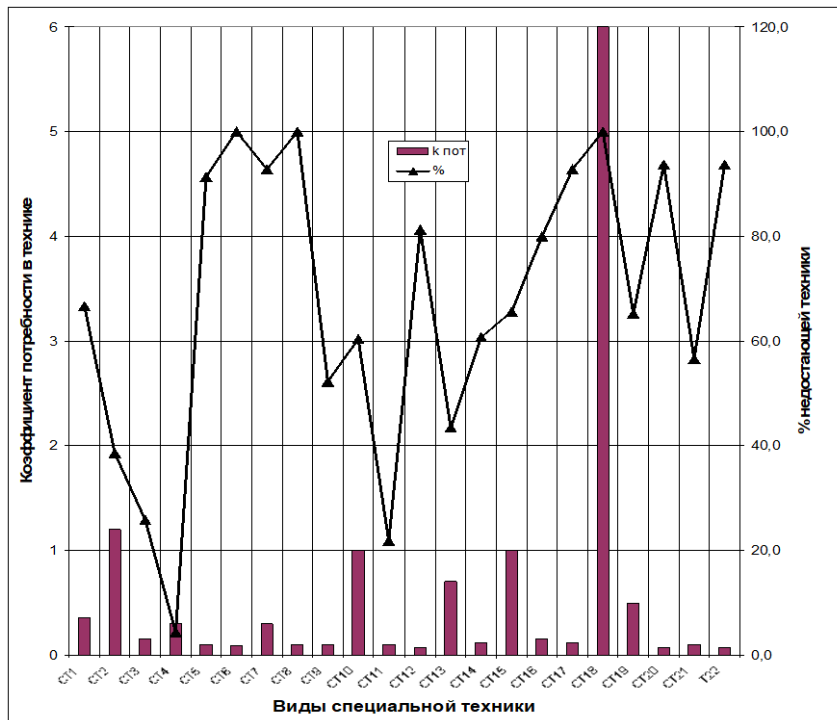


Рис. 2. Значения коэффициента $k_{пот}$ и % недостающей специальной техники в организации

Для создания алгоритма работы ИСП предварительно были определены следующие методы статистического прогнозирования [1, 2, 4, 5, 6, 8]:

1) Экстраполяция по скользящей средней - может применяться для целей краткосрочного прогнозирования неисправностей ТС:

$$y = \frac{\sum y_i}{n} \quad (1)$$

где $\sum y_i$ - объем неисправностей техники;

n - временной период, число значений « n » для подсчета скользящей средней выбирается в зависимости от того, насколько важны старые значения исследуемого показателя в сравнении с новыми.

2) Для определения прогноза методом экстраполяции по сложившемуся состоянию неисправностей или списаний ТС надо определить его среднегодовые изменения за прошедшие годы и экстраполировать на будущие периоды.

$$\bar{k} = \sqrt[n-1]{\frac{y_n}{y_1}} \quad (2)$$

где \bar{k} - среднегодовые изменения;

n – число лет;

y_n – количество неисправностей ТС в отчетном году;

y_i – количество неисправностей ТС в базисном году;

3) В модуле «Прогнозирование о неисправностях техники на будущий месяц» есть возможность расчета средней ошибки прогноза, которая рассчитывается по следующей формуле:

$$\mu = \pm \sqrt{\frac{\delta^2}{n}} \quad (3)$$

где μ – средняя ошибка;

δ – дисперсия, определяемая по формуле:

$$\delta^2 = \frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n} \quad (4)$$

4) Прогнозирование методом линейной регрессии является одним из наиболее широко применяемых методов статистического прогнозирования. В связи с этим имеем следующее выражение:

$$y = a + b \cdot x \quad (5)$$

где y – количество неисправностей или списаний ТС в течение года;

x – годы;

a – параметр, характеризующий влияние основных параметров на возникающие неисправности ТС;

b – параметр, характеризующий влияние вспомогательных факторов на возникающие неисправности в ТС.

Для нахождения параметров a и b необходимо решить следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} a \cdot n + b \cdot \sum x = \sum y \\ a \cdot \sum x + b \cdot \sum x^2 = \sum x \cdot y \end{cases} \quad (6)$$

5) Прогнозирование возникновения неисправностей ТС на основе сезонных колебаний является методика статистического прогноза по сезон-

ным колебаниям, которая основана на их экстраполяции, то есть на предположении, что параметры сезонных колебаний сохраняются до окончания прогнозируемого периода.

$$I_s = (y_i / y) * 100\% \quad (7)$$

где I_s – индекс сезонности;

y_i – уровень изменения неисправностей ТС по месяцам определяется по формуле (1);

y – уровень неисправностей ТС за год.

Рассчитанные таким образом средние индексы сезонности можно положить в основу планирования обеспеченности заявками МС для своевременного обеспечения работоспособности ТС в структурных подразделениях организации на следующий год.

2. Разработка информационной системы прогнозирования поставок материальных средств

На основании вышеприведенных положений была разработана информационная система (ИС) «Прогнозирование состояния техники в организации», предназначенная для формирования поставок МС в организации. Данная ИС применяется при выполнении следующих видов прогнозирования:

- 1) состояния техники на будущий месяц и данных о возможных ее неисправностях;
- 2) количества неисправной и/или списанной техники;
- 3) показателей о неисправностях при увеличении количества техники;
- 4) спроса на материальные средства;
- 5) потребностей в запасных частях;
- 6) сезонных колебаний технического состояния техники.

Структурная схема ИС «Прогнозирование состояния техники в организации» включает в себя восемь модулей. После запуска ИС открывается главное окно программы с меню, в строке которого находятся две вкладки «Прогноз» и «Справка». С помощью меню «Прогноз» можно выбрать любой из шести выше представленных модулей прогнозирования В по G (см. рис. 3)



Рис. 3. Декомпозиция ИС «Прогнозирование состояния техники систем в организации»

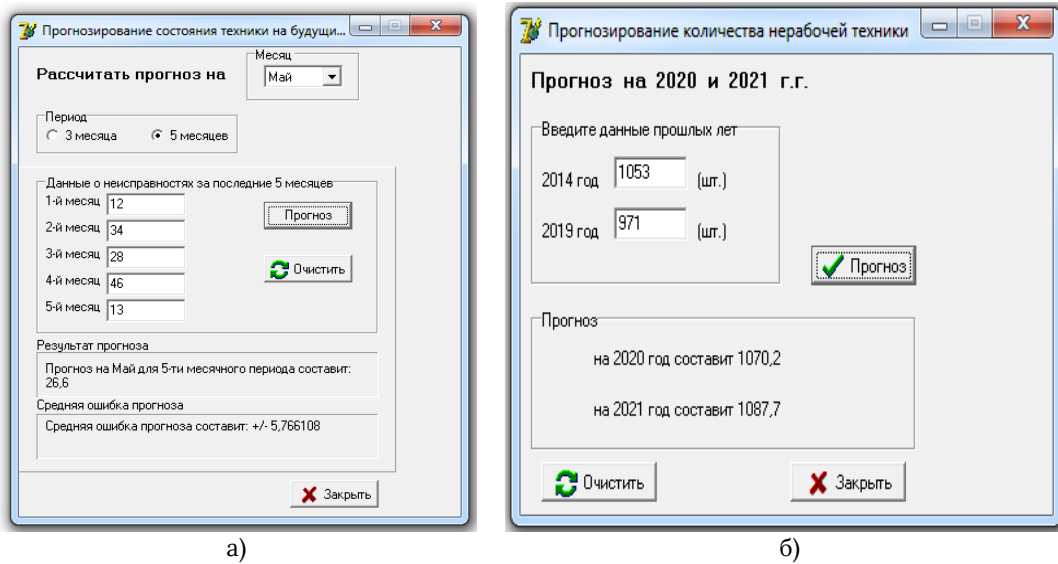


Рис. 4. Прогнозирование на краткосрочный и долгосрочный периоды технического состояния техники: а) – прогнозирование состояния техники на будущий месяц; б) – прогнозирование количества нерабочей техники

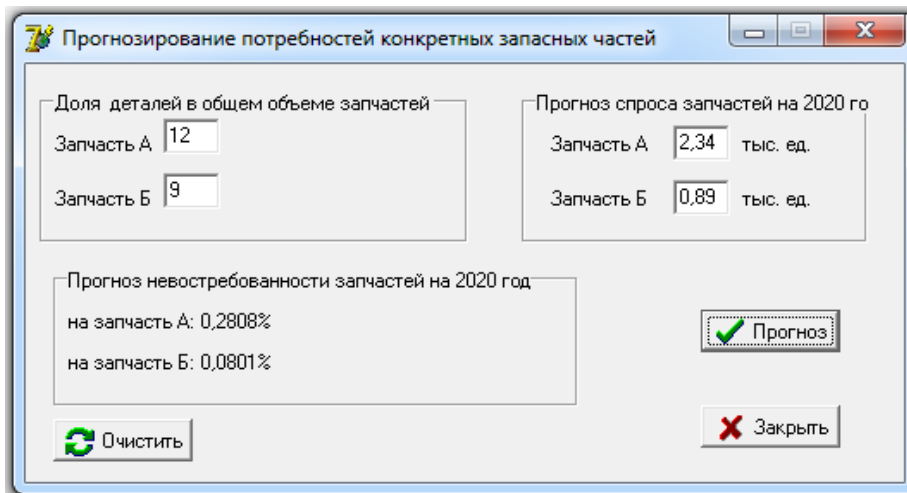


Рис. 5. Прогнозирование потребностей в конкретных запасных частях

Модули В, С, D, Е и F позволяют выполнять расчеты прогнозов на краткосрочный и долгосрочный периоды технического состояния техники, а полученные результаты прогнозирования выводить в окне программного продукта. Модуль G предназначен только для расчета прогнозных оценок сезонных колебаний технического состояния техники (см. рис. 4, 5).

Результаты подобных прогнозных вычислений представляются в табличном и графическом виде. Все полученные прогнозные оценки сохраняются в файле, а результаты, полученные в табличном виде можно выводить на печать.

Для реализации прогнозных моделей необходимо не только располагать своевременной и точной информацией о текущем состоянии техники, но и уметь осмысливать, делать выводы и результативно воплощать ее в принимаемых управленческих решениях по формированию заявок на поставку МС в организации.

С помощью разработанной ИСП поставок МС и технического состояния техники выполнены прогнозные данные по ранее полученным показателям за 2019 год, которые затем сравнивались с реально

имеющимися параметрам технического состояния находящейся на балансе техники в структурных подразделениях организации (см. рис. 6).

Заключение

На основании прогнозных оценок состояния техники для обеспечения их ремонта за счет своевременных поставок МС эффективным инструментом является применение ИСП.

Для разработки ИСП предварительно была разработана методика мониторинга технического состояния техники в структурных подразделениях организации, в рамках которой рассмотрены такие показатели, как состояние техники на будущий месяц и данных о возможных ее неисправностях, количество неисправной и/или списанной техники, сведения о неисправностях при увеличении количества техники, спроса на материальные средства, потребностей в запасных частях, сезонных колебаний технического состояния техники. Кроме этого, в процессе разработки ИСП поставок МС предварительно были сформулированы требования и определены методы статистического прогнозирования для различных вариантов технического состояния техники.

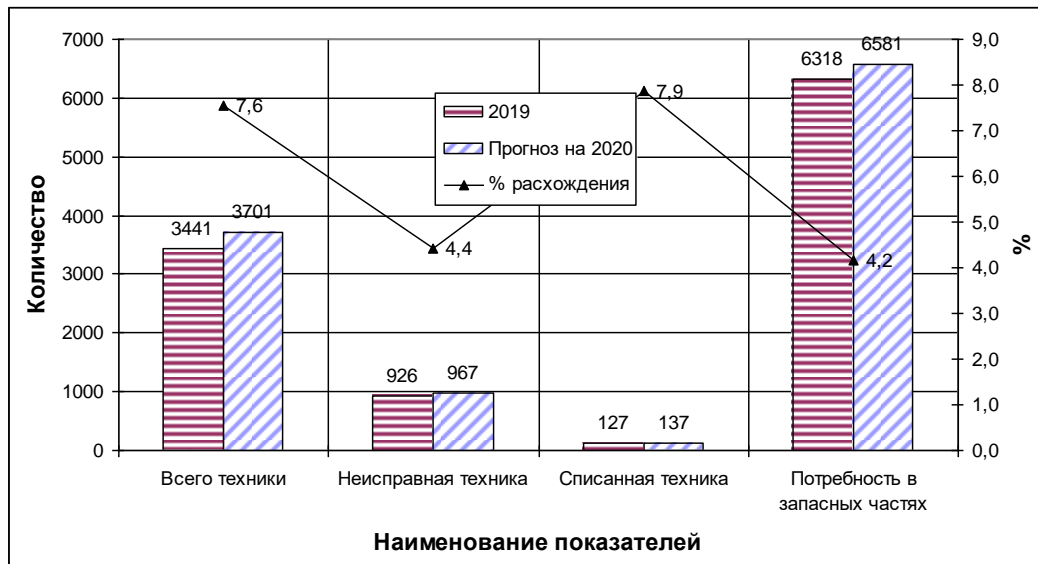


Рис. 6. Сравнительный анализ показателей технического состояния техники за 2019 год в организации и оценок прогнозирования, полученных ИСП

С целью проверки адекватности функционирования ИСП поставок МС были выполнены прогнозные данные по ранее полученным показателям за 2019 год. Наибольшее расхождение данных по ее наличию составило 7,6%, а по количеству списанной техники – 7,9%. Средняя ошибка по всем показателям не превысила 6,03 %

Предлагаемый метод, основанный на прогнозных

оценках состояния техники с применением ИСП, позволяет существенно сократить время и снизить объем трудозатрат на ремонт, повысить коэффициент технической готовности с учетом степени ее износа и своевременной заменой неисправных узлов, агрегатов и/или деталей при техническом ремонте или обслуживании.

Литература:

1. Грузин В.В., Нуракова А.С. Управление сферой технического сервиса (на примере РГП «Казахавтодор»). Монография. – Караганда, Болашак-Баспа, 2007. – 170с.
2. Грузин В.В., Нуракова А.С., Гривезирский Ю.В. Методика оптимизации технологического процесса диагностирования строительных и дорожных машин. Поиск. Серия естественных и технических наук, №2, – Астана: ЕНУ им. Л.Гумилева, 2006. С.260-262.
3. Грузин В.В., Нуракова А.С. Особенности концепции логистической системы при продвижении запасных частей для восстановления работоспособности средств механизации. В сборнике научных трудов международной конференции. – Павлодар: ПГУ, 2005. С.59-63.
4. Грузин В.В., Нуракова А.С. Экономический анализ процессов восстановления работоспособности средств механизации в строительстве. Вестник науки Казахского государственного агротехнического университета им.С.Сейфуллина, т. 4, №8, 2005. С.187-191.
5. Дуброва Т.А. Статистические методы прогнозирования: Учебное пособие. – М.: Юнити-Дана, 2003. – 456 с.
6. Ларин О.Н. Методические основы оптимального планирования доставки сырья в логистических системах. Дисс. на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.10, – М., 1998, – 18с.
7. Немцов А.Е. Система технического сервиса в АПК / РАСХН. Сиб. отд.-ние. СибИМЭ. – Новосибирск, 2002. – 264 с.
8. Dr. Gagandeep Kaur, Priyanka Panday, Bani Grewal. Inventory Management of Essential Supplies for the Indian Army. PacificBusinessReviewInternationalVolume 11 Issue 12, June 2019, pp. 49 –65.
9. Pavlin Glushkov. Food Supply and Nutrition in the Bulgarian Arm. LandForcesAcademyReviewVol. XXII, No 4(88), 2017. pp. 213– 219.
10. Stephen M. Rutner Maria Aviles Scott Cox, (2012),»Logistics evolution: a comparison of military and commercial logistics thought», The International Journal of Logistics Management, Vol. 23 Iss 1, pp. 96 – 118.
11. Stefanov, N. (2017a). Analysis of the Use of Outsourcing Services for Maintenance and Repair of the Equipment and Armament Available in the Structures of the Bulgarian Armed Forces, The 23rd International Conference Knowledge-Based Organization, Volume XXIII, No. 1, 467-472.
12. Zoe Stanley-Lockman. Revisiting the Revolution in Military Logistics: Technological Enablers Twenty Years on. Disruptive and Game Changing Technologies in Modern Warfare Development, Use, and Proliferation, Springer Nature Switzerland AG, 2020. pp. 197 – 216.