

УДК 355.35

І.К. Шаша, А.О. Іванченко, І.В. Бойков

Національна академія Національної гвардії України, Харків

МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ ЗМІНИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТА ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ПО ПРОГНОЗУВАННЮ ЗАЛИШКОВОГО РЕСУРСУ АВТОБРОНЕТАНКОВОЇ ТЕХНІКИ

В статті запропонована методика зміни технічного стану автобронетанкової техніки з урахуванням індивідуальних особливостей та умов їх експлуатації.

Ключові слова: технічний стан, коефіцієнт оперативної готовності, коефіцієнт технічної готовності, закон розподілу, умови експлуатації.

Вступ

Постановка проблеми. Серед основних факторів, які впливають на високу бойову готовність частин і підрозділів Національної гвардії України (НГУ) є технічний стан (ТС) автобронетанкової техніки (АБТ).

Одним з невирішених питань є можливість точного оцінювання цього стану.

На цей час технічна готовність парку АБТ у НГУ характеризується коефіцієнтом технічної готовності ($K_{тг}$), що є відношенням кількості справної АБТ до загальної кількості АБТ [1]. Основними недоліками КТГ можна вважати наступні: оцінка технічного стану відбувається тільки в момент перевірки, тобто відсутнє прогнозування стану; оцінка технічного стану не залежить від віку та пробігу АБТ; оцінка технічного стану не відображує зміни ресурсу основних агрегатів АБТ.

Із аналізу виконання завдань в зоні АТО при використанні АБТ підрозділом НГУ в умовах експлуатації що постійно змінюються, не завжди є можливість проведення планових ТО і Р, немає можливості визначити наскільки змінився технічний стан техніки, який її залишковий ресурс, визначити час та пробіг до чергової профілактики. Тобто, подальша зміна технічного стану не відображується в числових показниках коефіцієнта технічної готовності. Відсутність можливості оцінки технічного стану АБТ, може негативно вплинути на БГ АБТ і на хід виконання СБЗ.

Тому задача визначення дійсного технічного стану АБТ з урахуванням індивідуальних особливостей та умов експлуатації є актуальною.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Питання оцінювання рівня технічної готовності автобронетанкової техніки (АБТ) розглядаються у низці наукових праць, та керівних документів основними з яких є [1, 2]. Всі існуючі підходи з оцінки рівня технічної готовності АБТ НГУ використовують коефіцієнт технічної готовності ($K_{тг}$), який не враховує факторів, які можуть впливати на відновлення АБТ.

В роботі [2] для оцінювання технічного стану системи пропонується застосовувати комплексні показники надійності, такі як коефіцієнт оператив-

ної готовності ($K_{ог}$), коефіцієнт готовності ($K_{г}$), коефіцієнт технічного використання ($K_{тв}$), та ін., які включають в себе середній час відновлення ($T_{в}$). Але він зворотно пропорційний інтенсивності відновлення і також не враховує найбільш значущих факторів, від яких залежить час відновлення.

Ще один недолік існуючих методик оцінювання технічного стану у відповідності з [1] – використання середньостатистичних норм пробігів та працемісткостей на кожен конкретний автомобіль. Наприклад, [1, 3] приведені норми пробігу АБТ та основних агрегатів до капітального ремонту. Однак, в тексті [1, 3] не сказано, якому завантаженню автомобіля відповідають ці норми та в яких умовах експлуатується автомобіль. Не враховується також зміни в процесі експлуатації коефіцієнтів використання вантажопід'ємності та пробігу. В той же час дослідження [4 – 6] показують, що в залежності від завантаження та умов експлуатації пробіг автомобіля до технічного впливу може змінитись майже в два рази.

Передбачені для компенсації цього недоліку коефіцієнти не можуть повністю вирішити цього питання, адже вони не враховують всього багатоманіття умов експлуатації, та й самі умови для багатьох автомобілів не лишаються постійними навіть протягом одного робочого дня [7]. В роботах [8, 9] розглянуті основні питання підвищення надійності АБТ, одержання об'єктивної діагностичної інформації для керування працездатністю машин та їх елементів, вибору моделюючих засобів діагностування. Дані дослідження значно покращують методику оцінювання зміни технічного стану та прогнозування залишкового ресурсу АБТ, але не враховують те, що у НГУ техніка працює в особливих умовах експлуатації та під час виконання СБЗ необхідне постійне підтримання її надійності.

Отже, аналіз літературних джерел свідчить, що існуючі підходи до оцінювання зміни технічного стану та прогнозування залишкового ресурсу орієнтовані на старі і малоефективні методики. А саме, технічний стан АБТ визначається за середньостатистичними показниками лише на момент перевірки та не дозволяє визначити ймовірність перебування зразка АБТ в такому стані певний проміжок часу.

Прогнозування залишкового ресурсу відбувається на інтуїтивному рівні на основі даних пробігу зразка АБТ за час експлуатації та не враховує зміни умов експлуатації та інших зовнішніх факторів.

Мета статті: удосконалення методики оцінювання зміни технічного стану з урахуванням індивідуальних особливостей та умов експлуатації автобронетанкової техніки та розробка практичних рекомендацій по прогнозуванню їх залишкового ресурсу.

Основний матеріал

Методика оцінювання зміни технічного стану та прогнозування залишкового ресурсу автобронетанкової техніки дозволяє оцінити технічний стан АБТ, його зміни в процесі експлуатації, визначити залишковий ресурс АБТ на певний момент часу та спрогнозувати його на визначений термін з метою забезпечення експлуатаційної надійності АБТ.

В якості змінного параметра для вимірювання технічного ресурсу АБТ використовується значення сумарної витрати пального від початку експлуатації.

Сутність запропонованої методики оцінювання зміни технічного стану полягає в тому, щоб використовуючи отриману математичну модель зміни технічного стану АБТ, керуючись розробленим алгоритмом, отримувати для різних зразків АБТ значення $K_{ог}$.

Для визначення значень $K_{ог}$ з метою оцінювання технічного стану АБТ використаємо методику оцінювання зміни технічного стану та прогнозування залишкового ресурсу автобронетанкової техніки, алгоритм якої представлений на рис. 1.

Розглянемо більш детально (по блоках) алгоритм методики оцінки зміни технічного стану та прогнозування залишкового ресурсу автобронетанкової техніки.

Блок 1. Початок.

Блок 2. Вводяться вхідні дані.

Блок 3. Визначається кількість машин шляхом перерахування зразків АБТ, технічний стан яких необхідно визначити. Технічний стан може бути визначений як для окремого зразка АБТ, так і для групи зразків, або для парку в цілому.

Блок 4. Розподіляються машини по маркам шляхом введення даних, які відповідають певним маркам машин, а саме, при проведенні теоретичних досліджень оцінювання зміни технічного стану та прогнозування залишкового ресурсу автобронетанкової техніки за допомогою математичної моделі вводяться початкові дані.

Блок 5. Визначається період часу спостереження. Оцінювання зміни технічного стану автобронетанкової техніки може відбуватись як для всього періоду експлуатації, так і для певного етапу, а прогнозування залишкового ресурсу найбільш доцільно проводити на термін виконання конкретного службово-бойового завдання.

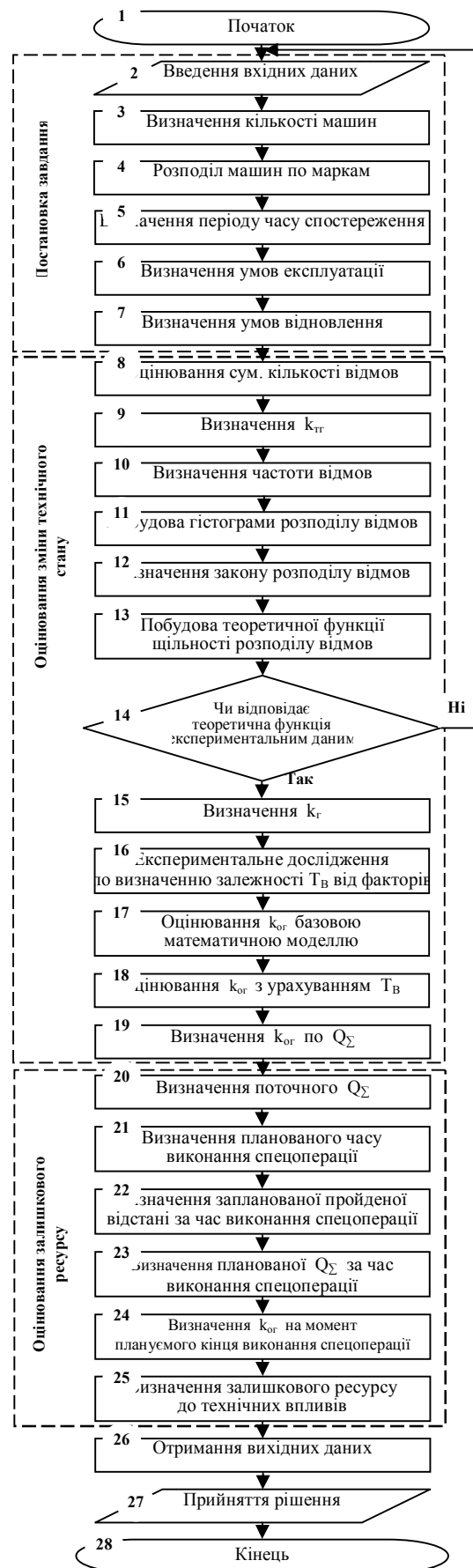


Рис. 1. Алгоритм методики оцінювання зміни технічного стану та прогнозування залишкового ресурсу автобронетанкової техніки

Блок 6. Визначаються умови експлуатації, для чого при плануванні спецоперації розглядаються дорожні, транспортні, атмосферно-кліматичні та культура експлуатації.

Блок 7. Визначаються умови відновлення, для чого необхідно при плануванні спецоперації уточнити стан і дислокацію ремонтних та евакуаційних засобів, складів, їх можливості, порядок використання під час виконання завдань.

Блок 8. Визначається сумарна кількість відмов за формулою:

$$\sum_{k=1}^n n_k = \sum_{k=1}^{52} n_k .$$

Для цього необхідно ввести кількість відмов n_k .

Блок 9. Визначається $K_{ТГ}$:

$$K_{ТГ} = \frac{n_{спр}}{n_{спис}}$$

Блок 10. Для визначення частоти відмов за статистичними даними підраховується кількість відмов Δn_i , які приходяться на кожний розряд $\Delta Q_{\Sigma i}$ і визначається частота відмов N^*_i кожного розряду:

$$N^*_i = \frac{\Delta n_i}{\sum_{k=1}^n n_k} .$$

Блок 11. Будується гістограма щільності розподілу відмов автомобіля за даними його експлуатації. По вісі абсцис позначаються послідовно всі інтервали витрати пального і на кожному з них, як на основі побудуємо прямокутник, площа якого дорівнює частоті N^*_i цього інтервалу, а висота – величині f^*_i :

$$f^*_i = \frac{\Delta n_i}{\Delta Q_{\Sigma i} \sum_{k=1}^n n_k} .$$

Блок 12. За виглядом гістограми визначається закон розподілу відмов.

Блок 13. Будується теоретична функція щільності розподілу відмов:

$$F(Q_{\Sigma}) = 1 - e^{-\lambda_{сеп} Q_{\Sigma} \theta_i} .$$

Блок 14. Оцінюється відповідність теоретичної функції експериментальним даним по критерію Колмогорова, тоді розрахунок ведеться згідно з алгоритмом.

У разі невиконання цієї умови необхідно змінити вхідні параметри системи.

Блок 15. Визначається $K_{Г}$ за формулою:

$$K_{Г} = \frac{1}{1 + \lambda T_B} (1 + \lambda T_B e^{-\frac{1 + \lambda T_B}{T_B} t}) .$$

Блок 16. Визначається T_B з отриманих рівнянь регресії в залежності від факторів, що на нього впливають.

Для впливу експлуатаційних факторів (організація робіт у відриві від пункту постійної дислокації, кваліфікація військового водія, рівень попередньо проведених технічних обслуговувань і ремонтів) на витрати часу, пов'язаного з проведенням відновлення АБТ

ГАЗ-3309

$$T_B = 46,125 - 7,375x_{e1} - 8,875x_{e2} - 0,125x_{e3} + 2,625x_{e1}x_{e2} + 2,875x_{e2}x_{e3} - 4,125x_{e1}x_{e2}x_{e3} .$$

Для впливу ремонтно-обслуговуючих факторів (наявність технічної документації на проведення технічних обслуговувань і ремонтів, оснащеність ПТОР парків військових частин необхідним обладнанням, кваліфікація фахівців ремонтної майстерні військової частини) на витрати часу, пов'язаного з проведенням відновлення АБТ

ГАЗ-3309

$$T_B = 47 - 4,75x_{p1} - 9x_{p2} - 12,5x_{p3} + 1,75x_{p1}x_{p2} + 1,5x_{p2}x_{p3} - 1,25x_{p1}x_{p2}x_{p3} .$$

Блок 17. Оцінюється $K_{ор}$ за базовою математичною моделлю:

$$K_{ор}(t) = P(t) \cdot \frac{T_0}{T_0 + T_B} \left(1 + \frac{T_B}{T_0} e^{-\frac{T_0 + T_B}{T_0 T_B} t} \right) ;$$

$$P(t) = e^{-\lambda t} ;$$

$$T_0 = \frac{1}{\lambda} ;$$

$$T_B = 46,125 - 7,375x_{e1} - 8,875x_{e2} - 0,125x_{e3} + 2,625x_{e1}x_{e2} + 2,875x_{e2}x_{e3} - 4,125x_{e1}x_{e2}x_{e3} .$$

Блок 18. Оцінюється $K_{ор}$ з урахуванням T_B :

$$K_{ор}(Q_{\Sigma}) = P(Q_{\Sigma}) \cdot \frac{1}{1 + \lambda T_B} \left(1 + \lambda T_B e^{-\frac{1 + \lambda T_B}{T_B} t} \right) .$$

Блок 19. Визначається $K_{ор}$ по Q_{Σ} :

$$K_{ор} = P(Q_{\Sigma}) \cdot K_{Г} ;$$

$$K_{ор}(Q_{\Sigma}) = P(Q_{\Sigma}) \cdot \frac{1}{1 + \lambda T_B} \left(1 + \lambda T_B e^{-\frac{1 + \lambda T_B}{T_B} t} \right) ;$$

$$P(Q_{\Sigma}) = e^{-\frac{Q_{\Sigma}}{Q_{\Sigma \text{норм}}}} ; \quad Q_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n Q_i ; \quad n = \frac{L}{100} ;$$

$$Q_i = \frac{\left((Kt - 0,3 \cdot 10^{-2} t)(Kh + 0,057 \cdot 10^{-3} H) \times \left[A i_k + B i_k^2 V_a + C \left(G_a \psi + 0,077 k F V_a^2 \right) \right] \right)}{\eta_i} ;$$

$$A = \frac{7,95 a V_h i_0}{H_H \rho_T r_k} ; \quad B = \frac{0,69 b V_h S_n i_0}{H_H \rho_T r_k^2} ; \quad C = \frac{100}{H_H \rho_T \eta_{тр}} ;$$

$$T_B = 46,125 - 7,375x_{e1} - 8,875x_{e2} - 0,125x_{e3} + 2,625x_{e1}x_{e2} + 2,875x_{e2}x_{e3} - 4,125x_{e1}x_{e2}x_{e3} .$$

Блок 20. Визначається поточний Q_{Σ} :

$$Q_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n Q_i .$$

Блок 21. Визначається планований час виконання спецоперації для подальшого визначення Q_{Σ} .

Блок 22. Визначається запланована пройдена відстань за час виконання спецоперації для подальшого визначення Q_{Σ} .

Блок 23. Визначається планована Q_{Σ} за час проведення спецоперації, враховуючи середню витрату пального на 100 км та умови експлуатації.

Блок 24. Визначається $K_{ог}$ на момент плануємого кінця виконання спецоперації з урахуванням Q_{Σ} .

Блок 25. Оцінюється залишковий ресурс до технічних впливів за графіком.

Блок 26. Приймається рішення відповідальною особою по експлуатації машини під час виконання спецоперації.

Керуючись даним алгоритмом згідно графіку залежності $K_{ог}$ від Q_{Σ} для різних типів (марок) АБТ від початку експлуатації до КР (рис. 2), маючи значення Q_{Σ} , можна графічно визначити $K_{ог}$ на будь-якому етапі експлуатації, спрогнозувати залишковий ресурс даного зразка автобронетанкової техніки до КР, або будь-якого технічного впливу та визначити ймовірність безвідмовної роботи на час виконання спецоперації.

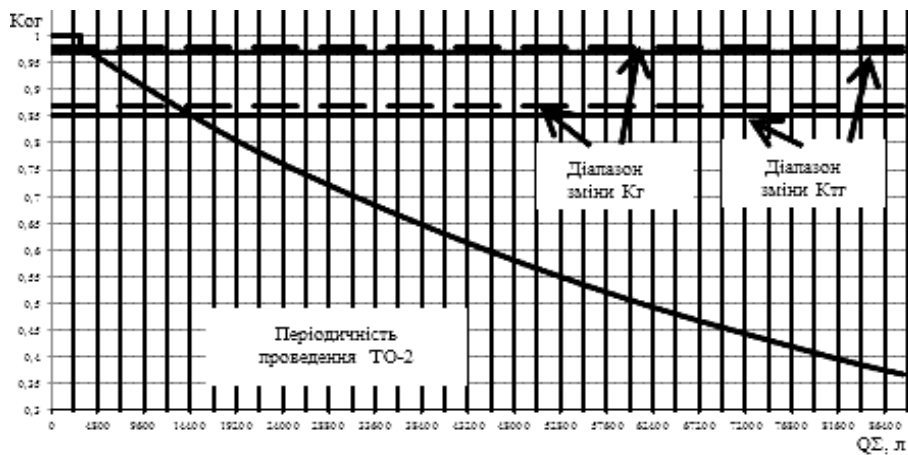


Рис. 2. Графік визначення залишкового ресурсу до технічного впливу автомобіля

Практичні рекомендації по оцінюванню зміни технічного стану та прогнозуванню залишкового ресурсу автобронетанкової техніки.

Описані вище дії з автотехнічного забезпечення під час планування спеціальної операції (АТО) начальником автомобільної служби (заступником командира частини з озброєння – начальником технічної частини), на підставі рішення командира частини, стосовно методики оцінювання зміни технічного стану та прогнозування залишкового ресурсу, слід доповнити наступним:

1) На всі зразки АБТ військової частини необхідно встановити лічильники пального.

2) Кожен лічильник пального розмістити у захисному контейнері з метою запобігання пошкодження приладу.

3) Дані, отримані з лічильників пального, звіряти та заносити в шляхові листи, картки роботи машин та зведені відомості роботи машин разом з показаннями спідометрів.

4) Повірка лічильників пального повинна відбуватись кожні 3 роки експлуатації, або 5000 л використаного пального уповноваженою особою метрологічної служби.

5) Для кожної моделі АБТ в автомобільній службі частини повинні зберігатись графіки для визначення залишкового ресурсу до технічного впливу (рис. 2).

6) Відповідальна особа (начальник автомобільної служби, діловод) наприкінці кожного місяця при заповненні зведеної відомості повинна, користуючись графіками для визначення залишкового ресурсу до технічного впливу, визначити залишковий ресурс для кожного зразка АБТ.

7) Отримані результати відповідальна особа зобов'язана оформити у вигляді зведеної відомості залишкових ресурсів зразків АБТ військової частини та доповісти старшому начальнику (заступнику командира частини з озброєння – начальнику технічної частини) стосовно пропозицій по періодичності проведення технічних впливів.

8) Встановлений ліміт використання моторесурсу на місяць та рік необхідно обчислювати в літрах використаного пального.

9) На основі отриманих даних при плануванні спецоперації (АТО) начальник автомобільної служби (заступник командира частини з озброєння – начальник технічної частини), окрім іншого:

– при проведенні розрахунку часу, розраховує час проведення спецоперації та орієнтовну кількість пального, яку кожна модель АБТ, наявної у військовій частині, може використати за даний час;

– при осмисленні завдання та оцінці обстановки, при уточненні укомплектованості військової частини, підрозділів машинами та їх технічний стан, визначає технічний стан наявної АБТ за $K_{ог}$;

– при оцінці можливої витрати моторесурсів та виходу машин з ладу в результаті зношення, прогнозує технічний стан кожного зразка АБТ на момент завершення спецоперації (АТО), технічні впливи, що плануються на цей час та визначає необхідну кількість та моделі АБТ, що необхідні для успішного виконання завдання, керуючись даними про орієнтовну кількість пального, яке кожен зразок може використати за час спецоперації (АТО) та $K_{ог}$;

– при розробці наказу (розпорядження), окрім іншого, висвітлює технічний стан парку техніки, яка бере участь у спецоперації, $K_{ог}$ парку та заходи щодо його підтримання.

10). Всі дії, які стосуються прогнозування залишкового ресурсу начальник автомобільної служби (заступник командира частини з озброєння – начальник технічної частини) виконує за допомогою графіків для визначення залишкового ресурсу до технічного впливу для кожної моделі АБТ військової частини (рис. 2).

Дані практичні рекомендації дають змогу начальнику автомобільної служби (заступнику командира частини з озброєння – начальнику технічної частини) визначати $K_{ог}$ на будь-якому етапі експлуатації, прогнозувати залишковий ресурс кожного зразка АБТ та парку військової частини до технічного впливу та визначати ймовірність безвідмовної роботи АБТ на час виконання спецоперації.

Висновки

1. За результатами проведених теоретико-експериментальних досліджень була удосконалена методика оцінювання зміни технічного стану та прогнозування залишкового ресурсу.

2. Новизна методики оцінювання зміни технічного стану та прогнозування залишкового ресурсу полягає у використанні коефіцієнту оперативної готовності шляхом урахування зміни сумарної витрати пального.

3. Отриманий алгоритм методики оцінювання зміни технічного стану та прогнозування залишкового ресурсу автобронетанкової техніки згідно графіку залежності $K_{ог}$ від Q_{Σ} для різних типів АБТ від початку експлуатації до КР, маючи значення Q_{Σ} ,

дозволяє графічно визначити $K_{ог}$ на будь-якому етапі експлуатації, спрогнозувати залишковий ресурс даного зразка АБТ до КР, або будь-якого технічного впливу та визначити ймовірність безвідмовної роботи на час виконання спецоперації.

4. Практичні рекомендації по визначенню технічного стану та прогнозуванню залишкового ресурсу дають змогу начальнику автомобільної служби (заступнику командира частини з озброєння – начальнику технічної частини) визначати $K_{ог}$ на будь-якому етапі експлуатації та на час проведення спецоперації, прогнозувати залишковий ресурс та визначити ймовірність безвідмовної роботи АБТ.

Список літератури

1. Про введення в дію Настанови з автомобільної служби внутрішніх військ МВС України [Текст] / Наказ МВС України від 21.11.2003 р. №1402.
2. Технічна експлуатація та надійність [Текст] / Є.Ю. Формальчик, М.С. Олісевич, О.Л. Мاستикаш, Р.А. Пельо. – Львів: Афіша, 2004. – 125 с.
3. Говорущенко Н.Я. Техническая эксплуатация автомобилей [Текст] / Н.Я. Говорущенко. – Х.: Вища школа. Изд-во при Харьк. ун-те, 1984. – 312 с.
4. Карташов В.П. Организация технического обслуживания и ремонта автомобилей [Текст] / В.П. Карташов, В.М. Мальцев. – М.: Транспорт, 1979. – 215 с.
5. Говорущенко Н.Я. Экономическая кибернетика транспорта [Текст] / Н.Я. Говорущенко, В.Н. Варфоломеев. – Х.: РИО ХГАДТУ, 2000. – 218 с.
6. Кузнецов Е.С. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта [Текст] / Е.С. Кузнецов – М.: Автоиздат, 1964. – 54 с.
7. Варфоломеев В.Н. Научные основы построения и реализации технологии поддержания автомобилей в работоспособном состоянии на базе диагностической информации [Текст]: дис. ... докт. техн. наук / В.Н. Варфоломеев. – Х., 1992. – 360 с.
8. Говорущенко Н.Я. Техническая кибернетика транспорта [Текст]: уч. пособ. / Н.Я. Говорущенко, В.Н. Варфоломеев. – Х.: ХГАДТУ, 2001. – 271 с.
9. Говорущенко Н.Я. Системотехника проектирования транспортных машин [Текст] / Н.Я. Говорущенко, А.Н. Туренко. – Х.: ХНАДУ, 2004. – 208 с.

Надійшла до редакції 9.12.2015

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Б.Т. Кононов, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

МЕТОДИКА ОЦЕНИВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОГНОЗИРОВАНИЮ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА АВТОБРОНЕТАНКОВОЙ ТЕХНИКИ

И.К. Шаша, А.О. Иванченко, И.В. Бойков

В статье предложена методика изменения технического состояния автобронетанковой техники с учетом индивидуальных особенностей и условий их эксплуатации.

Ключевые слова: техническое состояние, коэффициент оперативной готовности, коэффициент технической готовности, закон распределения, условия эксплуатации.

METHOD OF EVALUATION OF CHANGE OF THE TECHNICAL STATE AND PRACTICAL RECOMMENDATIONS ON PROGNOSTICATION OF REMAINING RESOURCE OF AUTO-ARMURED TECHNIQUE

I.K. Shasha, A.O. Ivanchenko, I.V. Boykov

In the article the method of change of the technical state of auto-armoured technique is offered taking into account individual features and their external environments.

Keywords: technical state, coefficient of operative readiness, coefficient of technical readiness, distributing law, external environments.