

УДК 621.317

Б.О. Демідов¹, М.В. Борисенко¹, М.П. Савченко¹, В.В. Герасимов²¹Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків;²Державний науково-випробувальний центр, Феодосія

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПЕРСПЕКТИВНОГО ЗРАЗКА ПЕРЕСУВНОЇ ЛАБОРАТОРІЇ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

В статті обґрунтована роль вимірювань та операцій контролю параметрів при визначенні технічного стану зразків озброєння та військової техніки. Наведені особливості експлуатації перспективних пересувних лабораторій вимірювальної техніки. Запропонована модель експлуатації перспективних пересувних лабораторій воєнного призначення в вигляді графу, за допомогою якої розроблена відповідна математична модель. Зроблені рекомендації по використанню розробленої математичної моделі.

Ключові слова: пересувна лабораторія вимірювальної техніки, модель, процес експлуатації

Вступ

Постановка проблеми. В даний час спостерігається тенденція по збільшенню життєвого циклу складних технічних комплексів (СТК). Під життєвим циклом розуміється сукупність стадій, через які СТК проходить за час свого існування. Для СТК витрати на обслуговування під час експлуатації, пов'язане з підтриманням комплексу в працездатному стані, можуть бути на рівні або перевищувати витрати на придбання. Складність метрологічного обслуговування (проведення операцій вимірювання та контролю параметрів з метою визначення технічного стану) комплексу, високі вимоги до кваліфікації обслуговуючого персоналу, неоптимальні терміни періодичності обслуговування – все це є причинами збільшення вартості експлуатації СТК.

Рішення задач експлуатації сучасного озброєння та військової техніки (ОВТ), промислового контролю та управління технологічними процесами, дослідження складних комплексів і явищ при організації наукового експерименту та випробувальних роботах вимагає виконання вимірювальних операцій і обробки великих потоків вимірювальної інформації, її зберігання і компактного представлення, а також широкого використання вимірювальної техніки разом з обчислювальною. Все це веде до переходу від автономних засобів вимірювальної техніки (ЗВТ) до комплексних вимірювальних систем.

На прикладі перспективного зразка пересувної лабораторії вимірювальної техніки (ПЛВТ) військового призначення, який є яскравим представником складного наукомісткого технічного комплексу та принципово новим мобільним комплексом вимірювальної техніки, розглянемо шляхи визначення оптимальних параметрів експлуатації ПЛВТ, з метою отримання експлуатаційних та економічних переваг перед аналогами.

Під ПЛВТ розуміються мобільні комплекси технічних засобів, що забезпечують проведення повірки (калібрування) та ремонту військових ЗВТ, а також виконання робіт з метрологічного обслуговування зразків ОВТ у польових умовах, місцях дислокації військ.

Однією зі складових вдосконалення системи метрологічного обслуговування ПЛВТ є визначення оптимальних параметрів (загальних характеристик) експлуатації, у тому числі параметрів метрологічного обслуговування ЗВТ, зокрема, його періодичності. Одним з найбільш ефективних способів вирішення задачі визначення оптимальних параметрів експлуатації мобільного комплексу ПЛВТ є розробка (уточнення) його моделі експлуатації [1-4]. Вирішенню однієї з наукових завдань цієї проблеми присвячена дана стаття.

Аналіз публікацій. Для розробки математичних моделей СТК з безперервним часом експлуатації використовують математичний апарат систем масового обслуговування, як правило, марківські випадкові ланцюги [1-5]. Слід зазначити, що математичні моделі експлуатації СТК в галузі вимірювань, які були описані у відомій літературі не враховують сучасні тенденції розвитку технічної сфери, а саме широке впровадження цифрових ЗВТ, які на відміну від аналогових мають переваги по всім напрямкам. Так, завдяки оснащення комплексів сучасними цифровими ЗВТ, маємо нові стани в яких може знаходитися комплекс, а саме: поелементна перевірка складових комплексу; заміна несправного елемента модульної системи комплексу на справний; самодіагностування окремих елементів комплексу; діагностування програмних засобів (ПЗ) комплексу. Не відома математична модель експлуатації ПЛВТ, яка б урахувала нові, зазначені вище, стани процесу експлуатації. Але саме удосконалена математична модель експлуатації ПЛВТ дозволить

визначити технічні вимоги до перспективного комплексу, що здатен замінити застаріли зразки.

Мета статті полягає в розробці математичної моделі експлуатації перспективного мобільного комплексу ПЛВТ із застосуванням теорії марківських випадкових процесів, яка дозволить визначити параметри експлуатації мобільного комплексу та надати пропозиції, щодо його використання.

Основна частина

Побудова математичної моделі ПЛВТ в цілому є практично неможливою із складності процесу його функціонування. Тому, виникає необхідність розчленити об'єкт, що моделюється, на кінцеве число підсистем при зберіганні зв'язків між підсистемами. Так, для цілісної математичної моделі перспективного зразка ПЛВТ можна визначити наступні елементи, які можуть бути описані математичними моделями – автомобільне шасі мобільного комплексу та метрологічна лабораторія. В свою чергу, метрологічна лабораторія сама є складним технічним комплексом, який містить певну кількість (в залежності від завдань, які вирішуються) автоматизованих робочих місць (АРМ). Математична модель, яка описує різноманітні процеси автомобільного шасі є поширеною та не уявляє інтересу для даної статті. Розглянемо математичну модель АРМ метрологічної лабораторії, як складового елемента в процесі функціонування ПЛВТ. Слід відмітити, що визначена кількість АРМ, у загальному випадку вирішують однотипові завдання та складаються з однакових процесів та явищ. Так, врахував всі існуючі зв'язки в підсистемах, робимо висновок, що несправність одного елемента підсистеми – АРМ, веде до непрацездатного стану самої ПЛВТ. Тому при побудові математичної моделі окремого АРМ, як складового типового елемента метрологічної лабораторії, та врахував зв'язки між ними, будимо вважати отриману модель за модель перспективного зразка ПЛВТ. Всі процеси та явища, які проходять при експлуатації АРМ, цілком залежать від певної кількості ЗВТ, які складають це робоче місто.

У відомих моделях експлуатації СТК, стосовно тематики статті, розглядаються наступні стани [2, 4]: застосування справного АРМ вимірювального комплексу зі справними ЗВТ та з такими, що мають приховані відмови; періодична перевірка працездатності складових засобів (елементів) АРМ та АРМ, що мають приховані відмови (включаючи самоперевірку); непрацездатний стан АРМ; заміна несправного елемента АРМ справним; ремонт несправного (елемента) АРМ; ремонт справного (елемента) АРМ (помилковий ремонт); складові елементи АРМ працездатні та знаходяться на збереженні (в резерві чи обмінному фонді). Однак ці стани на сучасному етапі розвитку техніки, в тому числі вимірювальних

комплексів, не повністю охоплюють процес експлуатації ПЛВТ на сучасному етапі. Зокрема, застосування самоперевірки ЗВТ зі складу АРМ ще не дозволяє з високою вірогідністю говорити про достовірність проведення контролю параметрів АРМ за допомогою такого ЗВТ, так як при проведенні контролю можлива відмова самого ЗВТ. Проведення самодіагностування АРМ дозволяє підвищити достовірність контролю параметрів ОВТ, тому що воно дозволяє говорити про справність АРМ не тільки в момент контролю, але і певний час після його проведення. Крім того, створення універсальних цифрових магістрально-модульних ЗВТ призводить до того, що перевірку та ремонт несправного АРМ можна проводити по складовим елементам. Тому пропонується додатково ввести два досить поширених станів серед сучасних вимірювальних комплексів і два перспективних, заснованих на тенденціях їх розвитку: періодична перевірка працездатності складових елементів АРМ, заміна несправного елемента АРМ справним, самодіагностика АРМ та діагностування ПЗ АРМ зі складі комплексу.

Поелементна перевірка є окремим випадком проведення комплексної перевірки АРМ, але її проведення вимагає збільшення часу, так як контролюється більше число параметрів. Однак поелементна перевірка дозволяє визначити несправний елемент АРМ, що сприяє більш оперативному відновленню несправних елементів.

Стан заміни несправного елемента на справний є окремим випадком відновлення несправних АРМ, проте, на наш погляд, його слід розглядати окремо. Це пов'язано з тим, що заміну несправного елемента АРМ може призвести обслуговуючий персонал без залучення ремонтних органів, при цьому зменшується час відновлення і знижуються транспортні витрати з доставки несправних елементів у ремонтні органи.

Проведення самодіагностування АРМ дозволяє підвищити достовірність контролю параметрів вимірювального комплексу, що призводить до збільшення ймовірності його успішного застосування за призначенням за рахунок допуску до експлуатації дійсно справного вимірювального комплексу (з більшою ймовірністю).

Програмне забезпечення має визначальне значення для розширення функціональних можливостей комп'ютеризованих цифрових вимірювальних приладів зі складу АРМ, у тому числі для підвищення інтелектуалізації розв'язувальних задач при одночасному спрощенні їх експлуатації, зменшенні середньої вартості виконання однієї вимірювальної задачі. Звичайно в комплект ПЗ вимірювальних приладів входять тестові підпрограми, пакет спеціалізованих підпрограм аналізу і синтезу сигналів, а також пакет підпрограм, що управляють всіма операціями вводу-виводу. Діагностування ПЗ засобів АРМ здійснюється за допомо-

гою інтерфейсу каналу загального користування між ЗВТ та обчислювальною машиною. Використання ПЗ дозволяє автоматизувати управління самими ЗВТ зі складу АРМ та процесами, які виникають при їх взаємодії, що впливає на збільшення імовірності використання справних зразків та дотримання алгоритму спільних процесів та дій.

З урахуванням введення в розгляд чотирьох нових станів, в процесі експлуатації метрологічної лабораторії ПЛІВТ, АРМ з її складу можуть знаходитися в одному з наступних 11 станів: S1 – застосування АРМ за призначенням; S2 – застосування АРМ з прихованою відмовою; S3, S4 – періодична перевірка працездатності складових засобів (елементів) АРМ і АРМ, які мають приховану відмову, відповідно; S5 – непрацездатний стан АРМ; S6 – заміна несправного засобу (елемента) АРМ справним; S7, S8 – ремонт несправного АРМ та справного АРМ (помилковий ремонт) відповідно; S9 – самодіагностика АРМ; S10 – діагностування ПЗ АРМ; S11 – складові засоби (елементи) АРМ працездатні та знаходяться на збереженні (в резерві чи в обмінному фонді).

АРМ може знаходитися в одному зі станів – працездатному стані S1 і непрацездатному зі схованою (параметричною чи метрологічною) відмовою S2, інтенсивність переходу в який позначимо λ_{12} . З працездатного стану S1 АРМ з періодичністю проведення перевірки ЗВТ зі складу АРМ T_{Π} може переходити до стану S3. Аналогічний перехід, з тією же періодичністю T_{Π} , АРМ може зробити зі стану експлуатації зі схованими відмовами S2 у стан S4. Перевірки неминуче супроводжується помилками 1-го (з умовною імовірністю α_{Π}) і 2-го (з умовною імовірністю β_{Π}) роду, тому можливий перехід зі стану S3 у стан S4 з інтенсивністю λ_{34} . Якщо в результаті перевірки, в наслідок виходу з ладу окремого засобу (елементу), АРМ визнано непридатним до подальшого застосування за призначенням (стан S5), то цей засіб (елемент) піддається заміні на справний до відновлення працездатного стану АРМ (стан S6) чи, якщо засіб (елемент) знаходиться в резерві (обмінному фонді), то замінюється ним. Несправний засіб (елемент) АРМ відправляють для ремонту на завод-виробник чи у ремонтний орган (стан S7). Після відновлення окремих засобів (елементів) АРМ, вони підлягають обов'язкової перевірці та АРМ переходить у стан S3.

Виявити непрацездатний стан (S5) дозволяє проведення самодіагностування АРМ, як зі стану застосування АРМ за призначенням (стан S1), так і при застосуванні АРМ за призначенням з прихованою відмовою (стан S2).

Через помилки перевірки засіб (елемент) АРМ, знаходячись у стані S3, може або визнаватися придатним і з інтенсивністю λ_{31} переходити в стан S1, або помилково визнаватися непридатним і з інтен-

сивністю λ_{35} переходити в стан S5. Знаходячись у стані S4, може визнаватися непридатним і з інтенсивністю λ_{45} переходити в стан S5, чи помилково визнаватися придатним і з інтенсивністю λ_{42} переходити в стан S2.

У процесі експлуатації АРМ в його складових засобах (елементах) може відбутися схована (метрологічна) відмова. Вона характеризується тим, що складові ЗВТ справні, з їх допомогою можливо отримати інформацію про вимірювальні параметри озброєння. Однак, метрологічні параметри засобів можуть бути більше норми і, відповідно, інформація про вимірювальні параметри не відповідають дійсності. Наприклад, при калібруванні висотоміру в літаках використовується вимірювач повітряного тиску, якщо він буде метрологічно не справний (результат вимірювання не відповідає дійсності), то це може створити передумову до льотної події, коли літак здійснює посадку за невірними показами висотоміру.

Для того щоб у будь-який момент часу при проведенні перевірки технічного стану ОВТ застосовувались ЗВТ у справному стані, перед проведенням перевірки необхідно переконатися, що вони не має метрологічних відмов. Для цього проводять самодіагностику АРМ (стан S9). Якщо в процесі діагностування АРМ використовується ЗВТ, що не дозволяє проводити самодіагностику, то необхідно при розробці передбачити можливість підключення рівнобіжного до цього ЗВТ датчика (убудованого чи підключає мого з поза), що дозволяє перевірити правильність роботи ЗВТ. Це забезпечить підвищення ефективності АРМ при перевірці його технічного стану.

Після перевірки АРМ і визнання його придатним до застосування за призначенням, складові засоби (елементи) АРМ можуть бути направлені на зберігання чи включені в систему контролю в якості резервних (стан S11).

Для визначення технічних параметрів ОВТ, що впливають на виконання поставлених перед ними завдань, можуть використовуватися основні і резервні ЗВТ зі складу АРМ, де другі знаходяться в режимі очікування. При виході з ладу основного ЗВТ зі складу АРМ на його місце підключається резервний. Це підвищує ефективність використання АРМ при технічних перевірках.

Таким чином, у будь-який фіксований момент часу АРМ може знаходитися в одному зі станів S1–S11, що повно описує його експлуатацію. З одного стану в інше АРМ може переходити з інтенсивністю переходу λ_{ij} з i -го стану моделі в j -й стан, де $i = \overline{1,11}$, $j = \overline{1,11}$, $i \neq j$, відповідно до графа (рис. 1).

Розглядаючи такий процес з використанням розміченого графа, знайдемо імовірності станів $P_i(t)$, $i = \overline{1,11}$, як функції часу. Складемо систему диференціальних рівнянь Колмогорова:

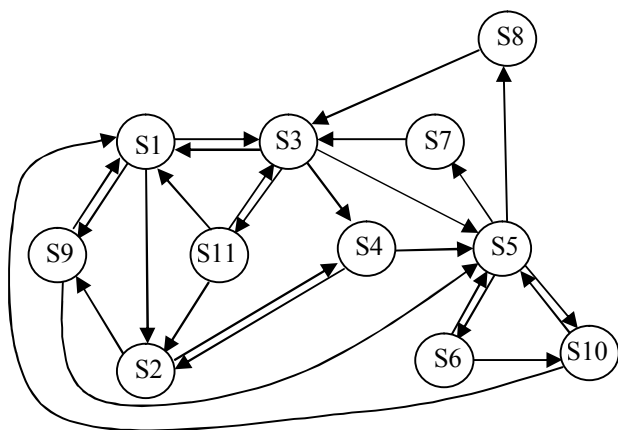


Рис. 1. Граф моделі експлуатації АРМ

$$\begin{cases} dP_1/dt = \lambda_{31}P_3 + \lambda_{91}P_9 + \lambda_{11,1}P_{11} + \lambda_{10,1}P_{10} - \lambda_1P_1; \\ dP_2/dt = \lambda_{12}P_1 + \lambda_{42}P_4 + \lambda_{11,2}P_{11} - \lambda_2P_2; \\ dP_3/dt = \lambda_{13}P_1 + \lambda_{73}P_7 + \lambda_{83}P_8 + \lambda_{11,3}P_{11} - \lambda_3P_3; \\ dP_4/dt = \lambda_{24}P_2 + \lambda_{34}P_3 - (\lambda_{42} + \lambda_{45})P_4; \\ dP_5/dt = \lambda_{35}P_3 + \lambda_{45}P_4 + \lambda_{65}P_6 + \lambda_{95}P_9 + \\ \quad + \lambda_{10,5}P_{10} - \lambda_5P_5; \\ dP_6/dt = \lambda_{56}P_5 - (\lambda_{65} + \lambda_{6,10})P_6; \\ dP_7/dt = \lambda_{57}P_5 - \lambda_{73}P_7; \\ dP_8/dt = \lambda_{58}P_5 - \lambda_{83}P_8; \\ dP_9/dt = \lambda_{19}P_1 + \lambda_{29}P_2 - (\lambda_{91} + \lambda_{95})P_9; \\ dP_{10}/dt = \lambda_{5,10}P_5 + \lambda_{6,10}P_6 - (\lambda_{10,5} + \lambda_{10,1})P_{10}; \\ dP_{11}/dt = \lambda_{3,11}P_3 - (\lambda_{11,1} + \lambda_{11,2} + \lambda_{11,3})P_{11}, \end{cases}$$

де $\lambda_1 = \lambda_{12} + \lambda_{13} + \lambda_{19}$; $\lambda_3 = \lambda_{31} + \lambda_{34} + \lambda_{35} + \lambda_{3,11}$;
 $\lambda_2 = \lambda_{24} + \lambda_{29}$; $\lambda_5 = \lambda_{56} + \lambda_{57} + \lambda_{58} + \lambda_{5,10}$.

Умова нормування: $\sum_{i=1}^{11} P_i = 1$.

У даній системі диференціальних рівнянь інтенсивності переходів з одного стану в інший приймають наступні значення:

$$\begin{aligned} \lambda_{12} = \lambda_{34} = T_{от}^{-1}; \quad \lambda_{13} = \lambda_{24} = T_{п}^{-1}; \\ \lambda_{1,10} = \lambda_{2,10} = T_{б}^{-1}; \quad \lambda_{42} = v_{п} \Phi_{п}^{-1}; \\ \lambda_{31} = \lambda_{3,11} = (1 - b_{п}) \Phi_{п}^{-1}; \quad \lambda_{35} = (1 + b_{п} - v_{п}) \Phi_{п}^{-1}; \\ \lambda_{45} = (1 - v_{п}) \Phi_{п}^{-1}; \quad \lambda_{56} = (1 - v_{п}) \Phi_{п}^{-1} + \Phi_{пв}^{-1}; \\ \lambda_{59} = b_{п} \Phi_{п}^{-1} + \Phi_{пв}^{-1}; \quad \lambda_{58} = \lambda_{56} + k_{65} \lambda_{65} + T_{от}^{-1}; \\ \lambda_{73} = \Phi_{31}^{-1}; \quad \lambda_{83} = \Phi_{в}^{-1}; \quad \lambda_{93} = \Phi_{вл}^{-1}; \quad \lambda_{10,1} = \Phi_{пк}^{-1}; \\ \lambda_{10,6} = (1 + b_{пк} - v_{пк}) T_{б}^{-1}; \quad \lambda_{11,1} = (1 - b_{п} + v_{п}) T_{б}^{-1}; \\ \lambda_{11,2} = (1 - v_{п}) T_{б}^{-1}; \quad \lambda_{11,3} = (1 - b_{п}) T_{пк}^{-1}; \\ \lambda_{65} = \left(\sum_{i=1}^{n_б} \Phi_{п_i}^{-1} \right)^{-1}; \quad \lambda_{67} = \left(\sum_{i=1}^{n_б} (1 - v_{п}) \Phi_{п_i}^{-1} \right)^{-1}, \end{aligned}$$

де $T_{от}$ – час наробітку на відмову ЗВТ; $T_{п}$ – періодичність проведення повірки ЗВТ зі складу АРМ; $T_{б}$ – час переведення ЗВТ зі складу у робочий стан; $T_{пк}$ – періодичність проведення повірки ЗВТ зі складу АРМ при знаходженні їх на зберіганні; $\Phi_{п}$ – час проведення комплексної перевірки АРМ; $\Phi_{пв}$ – час знаходження ЗВТ зі складу АРМ в черзі на відновлення; $\Phi_{п_i}$ – час проведення повірки i -го ЗВТ зі складу АРМ; Φ_{3_i} – час проведення заміни i -го ЗВТ зі складу АРМ; $\Phi_{в}$ – час відновлення непрацездатного АРМ; $\Phi_{вл}$ – час відновлення працездатного АРМ помилковий ремонт); $\Phi_{пк}$ – час проведення самодіагностики та діагностики ПЗ АРМ; $b_{п}, v_{п}, (b_{пк}, v_{пк})$ – імовірність похибок повірки (самодіагностики та діагностики ПЗ АРМ) ЗВТ зі складу АРМ першого та другого роду; $n_б$ – кількість ЗВТ зі складу АРМ.

Для визначення середнього відносного часу перебування АРМ у стані S_i визначимо фінальні імовірності станів P_i . Для цього складемо систему лінійних алгебраїчних рівнянь з урахуванням умови нормування:

$$\begin{cases} \lambda_{31}P_3 + \lambda_{91}P_9 + \lambda_{11,1}P_{11} + \lambda_{10,1}P_{10} = \lambda_1P_1; \\ \lambda_{12}P_1 + \lambda_{42}P_4 + \lambda_{11,2}P_{11} = (\lambda_{24} + \lambda_{29})P_2; \\ \lambda_{13}P_1 + \lambda_{73}P_7 + \lambda_{83}P_8 + \lambda_{11,3}P_{11} = \lambda_3P_3; \\ \lambda_{24}P_2 + \lambda_{34}P_3 = (\lambda_{42} + \lambda_{45})P_4; \\ \lambda_{35}P_3 + \lambda_{45}P_4 + \lambda_{65}P_6 + \lambda_{95}P_9 + \lambda_{10,5}P_{10} = \lambda_5P_5; \\ \lambda_{56}P_5 = (\lambda_{65} + \lambda_{6,10})P_6; \\ \lambda_{57}P_5 = \lambda_{73}P_7; \\ \lambda_{58}P_5 = \lambda_{83}P_8; \\ \lambda_{19}P_1 + \lambda_{29}P_2 = (\lambda_{91} + \lambda_{95})P_9; \\ \lambda_{5,10}P_5 + \lambda_{6,10}P_6 = (\lambda_{10,5} + \lambda_{10,1})P_{10}; \\ \lambda_{3,11}P_3 = (\lambda_{11,1} + \lambda_{11,2} + \lambda_{11,3})P_{11}. \end{cases}$$

Для визначення імовірностей перебування АРМ у кожному зі станів $S_1 - S_{11}$ необхідно вирішити систему рівнянь відносно $P_1 - P_{11}$. Це можна зробити відомими аналітичними чи чисельними методами [7].

Висновки

Запропонована математична модель експлуатації перспективної ПЛВТ із застосуванням теорії марківських випадкових процесів більш повно описує процес експлуатації всього вимірювального комплексу. Рішення системи алгебраїчних рівнянь дає результат для імовірності перебування АРМ у своєму основному стані – АРМ справне і застосовується за призначенням. Математична модель експлуатації ПЛВТ дозволяє одержати оцінки ефективності її застосування по призначенню в заданих умовах експлуатації з урахуванням характеристик надійності складових засобів (елементів).

Список літератури

1. Барзилович Е.Ю. Модели технического обслуживания сложных систем / Е.Ю. Барзилович. – М.: Высшая школа, 1982. – 231 с.

2. Крецул В.В. Метрологическое обеспечение эксплуатации сложных изделий / В.В. Крецул. – М.: Из-во стандартов, 1989. – 200 с.

3. Дмитриев А.К. Основы теории построения и контроля сложных систем / А.К. Дмитриев, П.А. Мальцев. – Л.: Энергоатомиздат, 1988. – 192 с.

4. Чинков В.Н. Математическая модель эксплуатации измерительной техники / В.Н. Чинков, А.П. Флорин // Информационные системы. – Х.: НАНУ, ПАНИ, ХВУ,

1994. – Вып. 2. – С. 32-36.

5. Гриданюк В.В. Надійність промислової електроніки / В.В. Гриданюк. – К.: Техніка, 1992. – 126 с.

6. Венцель Е.С. Теория вероятностей и ее инженерные приложения / Е.С. Венцель, Л.А. Овчаров. – М.: Высшая школа, 2000. – 480 с.

7. Дьяконов В. Matchad 2000 / В. Дьяконов. – Санкт-Петербург: Питер, 2000. – 592 с.

Надійшла до редколегії 12.06.2013

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

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПЕРСПЕКТИВНОГО ОБРАЗЦА ПЕРЕДВИЖНОЙ ЛАБОРАТОРИИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Б.А. Демидов, М.В. Борисенко, Н.П. Савченко, В.В. Герасимов

В статье обоснована роль измерений и операций контроля параметров при определении технического состояния образцов вооружения и военной техники. Приведены особенности эксплуатации перспективных передвижных лабораторий измерительной техники. Предложена модель эксплуатации перспективных передвижных лабораторий военного назначения в виде графа, с помощью которой разработана соответствующая математическая модель. Сделаны рекомендации по использованию разработанной математической модели.

Ключевые слова: передвижная лаборатория измерительной техники, модель, процесс эксплуатации.

MATHEMATICAL MODEL MANUAL PERSPECTIVE SAMPLES OF MOBILE LABORATORIES MEASURING EQUIPMENT MILITARY

B.A. Demidov, M.V. Borisenko, M.P. Savchenko, V.V. Gerasimov

In the article the role of measuring and operations of control of parameters is grounded at determination of the technical state of standards of armament and military technique. The features of exploitation of perspective movable laboratories of measuring technique are resulted. The model of exploitation of perspective movable laboratories of military-oriented is offered as a count, which the proper mathematical model is developed by. Done recommendation on the use of the developed mathematical model.

Keywords: movable laboratory of measuring technique, model, a process is exploitation.