

УДК:621.396

М.Р. Арасланов, О.М. Колеснік

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

ОЦІНКА І ПРОГНОЗУВАННЯ СТАНУ ЗАСОБІВ РАДІОЛОКАЦІЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ ЗС УКРАЇНИ

Створення інтегрованої цивільно-військової системи спостереження повітряного простору потребує розробки нових підходів до автоматизованої оцінки технічного стану зразків радіолокаційних засобів. Найбільш складно до такої автоматизованої системи залучити РЛС радіотехнічних військ Повітряних Сил, які не мають вбудованих систем автоматизованого контролю технічного стану.

Обговорюються теоретичні та технічні можливості реалізації автоматизованого контролю технічного стану РЛС радіотехнічних військ.

Ключові слова: *технічний стан, радіолокаційна станція, автоматизований контроль.*

Вступ

Створення та функціонування перспективної інтегрованої автоматизованої системи спостереження повітряного простору вимагає забезпечення постійної бойової готовності її технічних засобів, що потребує розробки нових підходів до прогнозування та оцінки технічного стану засобів радіолокації та автоматизації, які повинні залучатися до складу зазначеної системи. Виконання Державної цільової науково-технічної програми створення інтегрованої інформаційної системи забезпечення управління рухомими об'єктами [1] передбачає аналіз методичних передумов та шляхів створення автоматизованої системи збору та обробки інформації про поточний технічний стан зразків радіолокації та автоматизації, що є елементами системи спостереження повітряного простору.

Метою статті є обґрунтування шляхів створення перспективної автоматизованої системи оцінки і прогнозування технічного стану засобів радіолокації системи спостереження повітряного простору ЗС України.

Постановка завдання. Для визначення та прогнозування технічного стану засобів радіолокації необхідно визначити типову модель РЛС [2], стосовно до якої задаються вимоги з надійності і визначається перелік її можливих технічних станів. Модель повинна включати набір відомостей про радіолокатор у вигляді бази даних про технічний стан РЛС. Періодичність відновлення бази даних і узагальнення інформації залежить від режиму експлуатації РЛС і характеру інформації. Оперативна інформація про поточний технічний стан РЛС (боездатна, небоездатна, характер відмови та що зроблено для відновлення боездатного стану) повинна передаватися негайно при всіх змінах технічного стану РЛС. В існуючий час в РТВ оперативна інформація передається неавтоматизованим способом та фактично виступає лише у вигляді ознаки працездатності РЛС.

Більш докладна періодична інформація про характер і режими експлуатації зразків РЛС, напруження, проведення ремонтів, технічних обслуговувань, відмови, поповнення ресурсів, яка необхідна для проведення інженерного аналізу і планування експлуатації радіолокаційного озброєння, в існуючий час передається неавтоматизованим способом в межах підсистеми управління технічного та інженерно-радіоелектронного забезпечення [3].

Для оперативної автоматизованої оцінки технічного стану РЛС і передачі результатів такої оцінки по лінії бойового управління модель РЛС повинна включати сукупність параметрів і ознак нормального функціонування. Оперативний автоматизований контроль цих параметрів дозволить сформулювати узагальнений показник технічного стану РЛС. Отже зіставлення значення узагальненого показника технічного стану з обраним критерієм відмови дозволить визначити та спрогнозувати зміни поточного технічного стану РЛС. Таким чином, для оцінки та прогнозування змін технічного стану засобів радіолокації необхідно:

а) визначити перелік контрольованих технічних станів РЛС, інформація про які буде оперативно передаватися автоматизованим способом на вищі командні пункти по лінії бойового управління;

б) сформулювати перелік ознак нормального функціонування та узагальнений показник технічного стану РЛС РТВ;

в) розглянути можливі варіанти технічної реалізації пристроїв автоматизованого контролю технічного стану РЛС радіотехнічних військ.

Визначення переліку контрольованих технічних станів РЛС

У відповідності з існуючими керівними та нормативними документами в РТВ під станом зразка радіоелектронної техніки (РЕТ) розуміють характеристику його поточної якості, сукупність властивос-

тей, ознак або характеристик системи, які дозволяють оцінити спроможність системи виконувати її функції [2, 3].

Визначення числа можливих технічних станів РЛС залежить від ознак, що характеризують призначення РЛС, наслідків відмов, умов досягнення граничного стану, особливостей режимів застосування. Так, відповідно до [4], РЛС можливо характеризувати як вироби, що мають єдиний варіант застосування, які можуть перебувати в справному, працездатному, непрацездатному, в деякому числі частково непрацездатних станів, граничному та критичному станах, в які вони переходять у результаті відмов. По режимах застосування РЛС є засобами ремонтіваними, старіючими, які обслуговуються та зношуються, засобами багаторазового циклічного застосування, відмови або перехід у граничний стан яких не приводить до наслідків катастрофічного характеру. Технічне обслуговування і ремонт РЛС носить планово - попереджувальний регламентований експлуатаційною документацією характер.

Відмови бувають поступові та раптові. Поточна оцінка технічного стану РЕТ дозволяє запобігати поступовим відмовам, які можливо виявити лише шляхом контролю основних технічних параметрів за допомогою автоматизованих систем контролю [2].

В існуючих нормативних документах приводиться визначення частково-непрацездатного стану РЕТ, який відрізняється від непрацездатного характером відмови (часткова або повна). Частково-непрацездатний стан характеризує неспроможність РЕТ виконувати одну з основних функцій або характеризує спроможність виконувати всі основні функції з дещо нижчою якістю [4, 5].

Оцінка стану визначається критерієм відмови [2], яким може виступити оцінка погіршення "вихідного ефекту" РЛС та оцінка ступеню зміни основних технічних параметрів, яка може бути зроблена за допомогою вбудованих автоматизованих систем контролю або шляхом впровадження приладів з'йому та оцінки інформації. Такі прилади з'йому інформації повинні проводити оцінку поточних технічних параметрів РЛС непрямим методом, без втручання в структурні схеми РЛС.

Прийняття рішення про визначення поточного технічного стану РЕТ повинно проводитися по сукупності значень контрольованих технічних параметрів РЕТ або значенню узагальненого показника технічного стану як функціонала від значень контрольованих параметрів РЛС.

Ознаки нормального функціонування РЛС та їх зв'язок з показниками технічного стану

Основний внесок у добування радіолокаційної інформації системи спостереження повітряного простору вносять РЛС оглядового типу та рухомі радіовисотоміри. Автоматичне визначення їх технічного

стану і забезпечення нормального функціонування без втручання у схемну побудову РЛС можливо різними технічними методами, у тому числі шляхом контролю ознак нормального функціонування РЛС.

Проведемо стислий аналіз деяких з цих ознак.

1. Будь-який засіб радіолокації, який розміщений на позиції і нормально функціонує, має на вході приймального пристрою потужні відбиття, що заважають, від навколишньої місцевості які прийнято називати "місцевиками". Маючи апріорні відомості про параметри відбиттів, що заважають, можливо з досить високою ймовірністю визначати якість функціонування РЛС і сформувати ознаку, що параметри РЛС у нормі чи ні.

2. Другою ознакою може бути співпадіння параметрів трас «заявочних» повітряних суден з очікуваними.

3. У багатьох типах РЛС, а в сучасних обов'язково, передбачається формування та уведення в приймальний тракт контрольних сигналів. Аналіз результатів обробки цих контрольних сигналів дозволяє одержати інформацію про якість функціонування локатора.

На цьому принципі побудований прилад "безоб'єктного" контролю зони виявлення РЛС, який сполучається із РЛС. З спрямованого відгалужувача у високочастотному тракту РЛС відбирається сигнал і використовувався для формування густої сітки імітованих пачок ехо-сигналів, очікуваних від заданого типу повітряної цілі, на заданій висоті. Виявлення або не виявлення пачок ехо-сигналів, що імітуються, дає наочну просторову картину можливостей РЛС по виявленню повітряних цілей. Такий прилад дозволяє оперативно одержувати об'єктивну оцінку якості функціонування РЛС і виявляти параметри, які не відповідають нормі [7].

4. Для стабілізації рівня хибних тривог у багатьох РЛС застосовують схеми "ШАРП" (шумове автоматичне регулювання підсилення). Середня потужність шумів за огляд при включеному передавальному пристрої, що формує задану потужність зондувального сигналу, можливо використовувати як еталон нормального функціонування РЛС. Такий показник характеризує рівень хибних тривог і чутливість приймального пристрою, а ці характеристики одні з основних при оцінці працездатності РЛС.

5. У сучасних РЛС, як правило, використовується так звана "карта місцевих предметів", просторові параметри якої можливо порівнювати з еталонною картою, одержаною при нормальному функціонуванні РЛС. В алгоритмі обробки радіолокаційної інформації РЛС можливо передбачити підпрограму порівняння поточної "карти" з "еталонною" і вироблення рішення про ступінь їх схожості.

Перераховані вище способи контролю працездатного стану РЛС відносяться до непрямих мето-

дів, які дають приблизну оцінку по непрямим ознаках нормального функціонування РЛС. Реалізація цих методів у існуючих зразках РЛС РТВ дозволить проводити автоматизовану оцінку технічного стану РЛС, не змінюючи їх структурні схеми і технічну реалізацію. Для нових типів РЛС, в яких є вбудовані системи автоматизованого контролю технічного стану, ознаки нормального функціонування формуються автоматично (працездатна, непрацездатна та номер блоку або комірки, що відмовили). Задачею системи автоматизованої оцінки та контролю технічного стану засобів радіолокації для таких нових типів РЛС є передача відповідних повідомлень по лініям зв'язку до автоматизованих командних пунктів радіотехнічних підрозділів та частин.

Пропозиції щодо технічної реалізації автоматизованої оцінки технічного стану РЛС

Практична реалізація вказаних методів оцінки технічного стану РЛС повинна відповідати кількома вимогам, а саме: невтручання в діючу апаратуру РЛС (прилад повинен підключатись до апаратури РЛС тільки через штатні вихідні роз'єми); можливість підключення до виносних індикаторів РЛС; простота налаштування та обслуговування приладу; мінімальні габарити та висока надійність; доступність елементної бази та низька ціна.

Пропонується кілька варіантів апаратної реалізації запропонованих методів з урахуванням вказаних вимог. Структурна схема пристрою, що реалізує метод оцінки технічного стану РЛС за середнім рівнем шумів та зонduючого сигналу на виході приймального пристрою, показана на рис. 1. З амплітудного детектору аналоговий "ехо-сигнал" перетворюється в цифрову форму (8-розрядний двійковий код) з частотою дискретизації $F_d \geq 2 \cdot \Delta F_c$, де ΔF_c – ширина спектру зонduючого сигналу. Для формування ознаки технічного стану РЛС порівнюються із заданими порогами рівень зонduючого сигналу та середній рівень шумів на виході приймального пристрою РЛС. Для цього в пристрої формується на кількох азимутальних напрямках по два стробу аналізу. В першому стробі проводиться аналіз рівня наведеного зонduючого імпульсу, в другому - аналізується середній рівень шумів на виході приймального пристрою. Ознака "Працездатний стан РЛС" формується, якщо рівень наведеного зонduючого імпульсу в приймачі перевищує заданий "порог 1" і середній рівень шумів знаходиться в заданому інтервалі (далі "інтервал 2", центр якого визначається "порогом 2". Якщо "порог 1" не перевищений, що означає малу потужність чи відсутність зонduючого сигналу, формується ознака "Непрацездатний стан РЛС". Після критерійної обробки сформована ознака передається через модем по лінії зв'язку до АСУ.

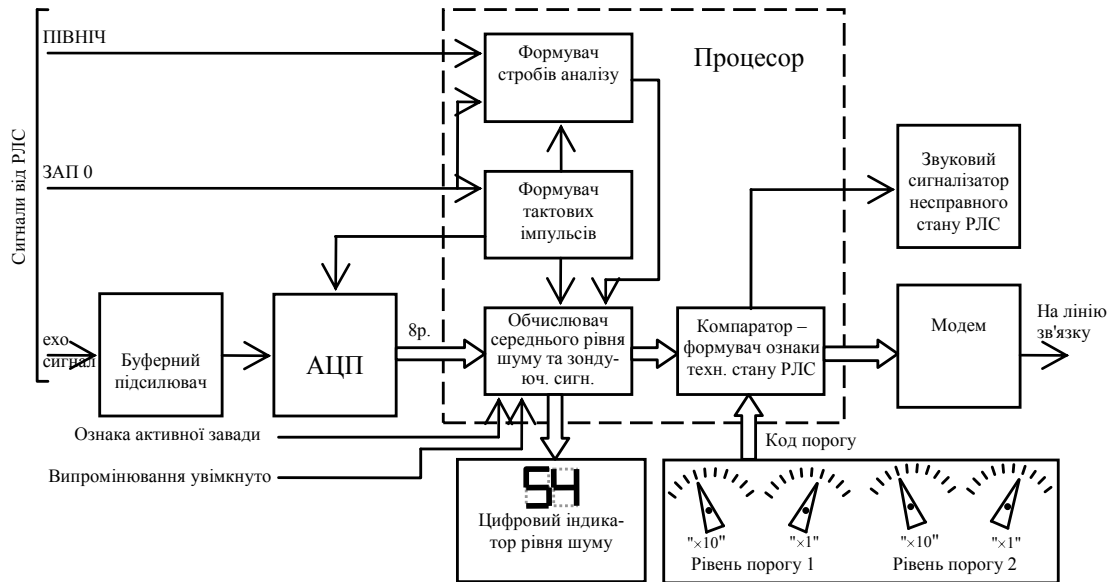


Рис. 1. Структурна схема пристрою оцінки технічного стану РЛС за середнім рівнем шумів та зонduючого сигналу на виході приймального тракту

Рівні порогів встановлюються на панелі перемикачів і можуть бути визначені в процесі випробувань пристрою на кожному з заданих типів РЛС.

Достоїнством розглянутого методу є простота його технічної реалізації. Недоліком є його низька чутливість до зміни параметрів передавального та

приймального тракту, що не дозволяє формувати ознаку "Частково непрацездатний стан".

На рис. 2 приведена структурна схема пристрою, що реалізує метод оцінки технічного стану РЛС за параметрами прийнятого сигналу від контрольованого місцевого предмету. Принцип дії при-

строю заснований на вимірюванні рівня відбиття від заданого контрольного місцевого предмету та порівняння з еталонним значенням відбиття. Контрольні місцеві предмети потрібно вибирати зі стабільними

відбиваючими властивостями. Дальність контрольного місцевого предмету не повинна перевищувати 5...10 км від РЛС, щоб знизити вплив рефракції радіохвиль на параметри відбиття.

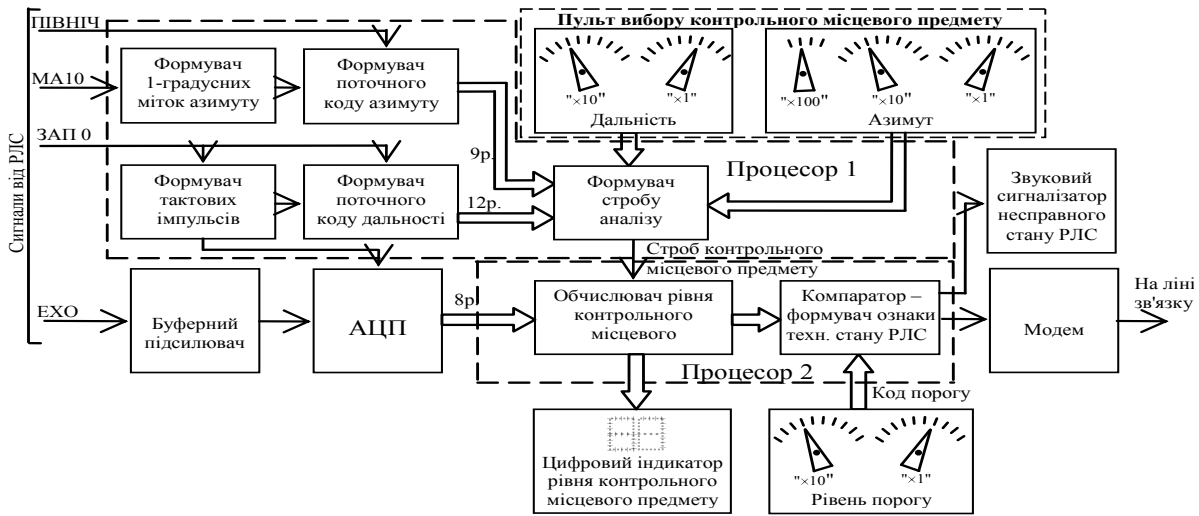


Рис. 2. Структурна схема пристрою оцінки технічного стану РЛС за параметрами прийнятого сигналу від контрольного місцевого предмету

Вибір еталону проводиться за допомогою "пульту вибору контрольного місцевого предмету" в формувачі стробу аналізу. Після вводу координат контрольного місцевого предмету кожний огляд в обчислювачі (процесор 2) аналізується рівень відбиття на виході приймального пристрою. Зчитування еталонного значення (порогу) з цифрового індикатору потрібно проводити при нормальних умовах розповсюдження радіохвиль та паспортних характеристиках РЛС. Визначений код еталонного рівня відбиття від контрольного місцевого предмету з поправкою на умови розповсюдження радіохвиль вводиться за допомогою пульта перемикачів. Далі прилад працює в автоматичному режимі. Якщо включена система придушення пасивних перешкод, еталонне значення відбиття треба скоригувати.

Достоїнством вказаного методу є відносно точне визначення рівня працездатності приймально-передавального та антенно-фідерного трактів РЛС.

На рис. 3 приведена структурна схема пристрою, що реалізує метод оцінки технічного стану РЛС за параметрами просторово-енергетичного розподілення відбиттів від місцевих предметів. Принцип дії пристрою схожий з попереднім. Але замість вибіркового контрольного місцевого предмету аналізується ступінь схожості просторово-енергетичного розподілення відбиттів з еталонним на всій зоні місцевих предметів.

Для зберігання еталонного енергетичного розподілення відбиттів (еталонної карти місцевих предметів) використовується енергонезалежна пам'ять, що перепрограмується (flash-пам'ять або EEPROM).

Управління процесом запису та зчитування інформації здійснюється контролером-програматором EEPROM. Після запису еталонної карти місцевих предметів пристрій готовий до автоматичної оцінки технічного стану РЛС.

В модулі обробки та порівняння сигналів реалізується алгоритм обробки радіолокаційної інформації, який передбачає порівняння в кожному елементі розділення поточної карти, що надходить з аналогово-цифрового перетворювача (АЦП), з еталонною, що записана в EEPROM, і вироблення рішення про ступінь їх схожості. Формування ознаки технічного стану РЛС здійснюється у відповідності з співвідношенням коду ступеня схожості поточної й еталонної карти та заданого порогу прийняття рішення.

Для економії апаратних витрат карту місцевих предметів можливо аналізувати до дальності 40...50 км, де знаходиться основна кількість відбиттів від місцевих предметів. Достоїнством вказаного методу оцінки технічного стану РЛС є більш точне визначення рівня працездатності приймально-передавального та антенно-фідерного трактів РЛС, ніж в попередніх методах, оскільки по площадній характеристиці розподілу відбиттів від місцевих предметів можливо оцінювати рівень рефракції радіохвиль і вносити в енергетичний розподіл карти місцевих предметів корективи, обумовлені необхідністю приведення енергетичних характеристик відбиття до рівня, що відповідає нормальним умовам розповсюдження радіохвиль. Тому можлива оцінка технічного стану РЛС за трьома рівнями (працездатна, частково непрацездатна та непрацездатна).

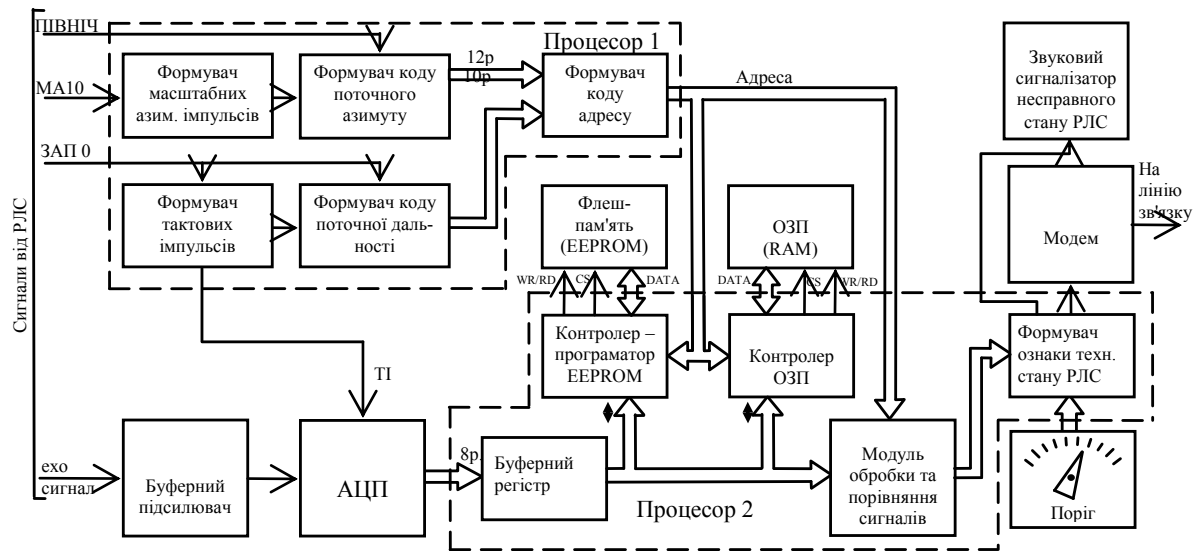


Рис. 3. Структурна схема пристрою оцінки технічного стану РЛС за параметрами просторово-енергетичного розподілення відбитків від місцевих предметів

Недоліком методу є складність технічної реалізації алгоритму обробки та порівняння карти місцевих предметів.

Таким чином, в статті визначено перелік контрольованих технічних станів РЛС, інформація про які може оперативно передаватися автоматизованим способом, наведено перелік ознак нормального функціонування РЛС РТВ та розглянути можливі варіанти технічної реалізації пристроїв автоматизованого контролю технічного стану РЛС радіотехнічних військ.

Список літератури

1. Про затвердження Державної цільової науково - технічної програми створення державної інтегрованої інформаційної системи забезпечення управління рухомими об'єктами (зв'язок, навігація, спостереження). Постанова КМУ від 17 вересня 2008 р. № 834.
2. ДСТУ 2860-94 Надійність техніки. Терміни та визначення. К.: Держстандарт України. – 1995. - 92 с.

3. Пасхін С.О. Основи теорії надійності, технічного обслуговування та ремонту озброєння і військової техніки радіотехнічних військ. Підручник / С.О. Пасхін, А.М. Кудрик та інші. – Х.: ХВУ, 2001. – 463 с.

4. ГОСТ 27.003-90 Состав и общие правила задания тренований по надежности. – М.: Из-во стандартов. – 1991. – 27 с.

5. ДСТУ В 3576-97 Експлуатація та ремонт військової техніки. Терміни та визначення. – К.: Держстандарт України, 1998.

6. ДСТУ 2389-94 Технічне діагностування та контроль технічного стану. – К.: Держстандарт України – 1994. – 24 с.

7. Литвинов В.В. Обзор работ ВИРТА ПВО по безоблетному контролю зон обнаружения РЛС / В.В. Литвинов, В.Ф. Зюкин, М.Р. Арасланов // Прикладная радиоэлектроника. – 2009. Том.4. – С. 54-61.

Надійшла до редколегії 28.08.2009

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

ОЦЕНКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ СРЕДСТВ РАДИОЛОКАЦИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ВОЗДУШНЫМ ПРОСТРАНСТВОМ ВС УКРАИНЫ

М.Р. Арасланов, О.М. Колесник

Создание интегрированной системы наблюдения за воздушным пространством, требует разработки новых подходов к автоматизированной оценке технического состояния образцов радиолокационного вооружения. Наиболее сложно к такой автоматизированной системе подключить РЛС РТВ, которые не имеют встроенных автоматизированных систем контроля технического состояния.

Обговариваются теоретические и технические возможности реализации автоматизированного контроля технического состояния РЛС радиотехнических войск.

Ключевые слова: техническое состояние, радиолокационная станция, автоматизированный контроль.

ESTIMATION AND PREDICTION OF RADARS CONDITIONS OF UKRAINIAN ARMED FORCES AIRSPACE AUTOMATIC OBSERVATION SYSTEM

M.R. Araslanov, O.M. Kolesnik

Integrated civilian-military airspace control system need development of new methods for automatic estimation of radar aids technical conditions. The most difficult is to include in such automatic system radar station of radio troops, which have not built-in technical conditions inspection system.

Theoretical and technical abilities of radio troops radar stations technical conditions computerized testing are consider.

Keywords: technical conditions, radar station, computerized testing.