

Усавршавање осматрачко-аквизицијског радара П-12

У КОРАК СА ВРЕМЕНОМ



САДРЖАЈ

Усавршавање осматрачко-аквизицијског радара П-12
У КОРАК СА ВРЕМЕНОМ 2

Нова ваздушнодесантна
окопна возила америчке армије
ПОВРАТАК У БУДУЊНОСТ 9

Руски авион „Иљушин
Ил-76МД-90А“
РЕДИЗАЈНИРАНИ
ТРАНСПОРТЕР 15

Јачање руске ратне морнарице
ВАСКРС
ПОМОРСКЕ МОЋИ 20

Сећање на Михаила
Тимофејевича Калашњикова
ЈЕДАН ЧОВЕК
И ЈЕДНА ПУШКА 24

Ми-14ПЛ у наоруњању
југословенске армије
ХЕЛИКОПТЕР АМФИБИЈА 26

Уредник прилога
Мира Шведић



Осматрачко-аквизицијски радара П-12 властитим снагама је реконструисан, модернизован, дигитализован и продужен му је век употребе за наредних 10-15 година. Носилац развоја – ВТИ одабрао је предузеће ИРИТЕЛ а.д. Београд за извршиоца осавремењивања радара. Захваљујући софтверској реализацији напредних функција и решења која су примењена, П-12 може се уврстити у ред савремених тактичких радара овога типа у свету.

Д аљи развој и усавршавање АРЈ за ПВД јесу неопходни јер добија све више на значају, па је неминовно да се тај род што брже техничко-технолошко осавремени. Високе цене савремених система АРЈ за ПВД изискују проналажење начина и поступака да се на постојећим системима оружја усаврше и побољшају њихове тактичко-техничке карактеристике. Усавршавањем осматрачко-аквизицијског радара (ОАР)

П-12 обезбеђује се осматрање, прикупљање података, приказивање ситуације у ваздушном простору у реалном времену и поуздано и ефикасно управљање ватром АРЈ за ПВД у борбеним дејствима.

Историјат

Након педесетих година прошлог века, бивши Совјетски Савез остварио је значајан успех у развоју радара метар-

ског таласног подручја. Широка лепеза ових радара нашла је употребу у копненој војсци и у ваздухопловству, почев од првих П-8, преко П-12, па до радара ознаке П-18.

Осматрачко-аквизицијски радар П-12 произведен је 1955. године под називом „Енисей” у тадашњем СССР-у, у заводу Истраживачког института за радио инжењеринг (ННИИРТ) из Нижњег Новгорода. Током експлоатације модификован је у неколико наврата и при том је добио различите ознаке.

Током његовог развоја стално су му побољшаване карактеристике уградњом нових уређаја за заштиту од електронског ометања, од дејства против радарских ракета „шрајк” и уређаја за легитимисање летелица НРЗ, названог „кремниј-2”. Због својих карактеристика радар П-12 био је уврштен у састав ракетних комплекса Републике Србије за ПВО С-125М „нева”, ради заштите ваздушног простора и појединих зона на територији земље.

МОДИФИКАЦИЈЕ

У периоду од 1955. до 1968. године на радару су рађене модификације и реконструкције, уградњом нових блокова радара, те његово постављање на новим типовима моторних возила и носећим платформама. При свакој модификацији радар је добијао различите ознаке и називе, као П-12М „енисей-М”, П-12МП „сдвиг-К”, П-12МА „сура” или „сдвиг-2К” – NATO-Code „Spoon Rest A”, П-12НА „иртыш” – NATO-Code „Spoon Rest C”, П-12НП „иртыш” – NATO-Code „Spoon Rest B”, П-12НМ „десерт”, а завршен је развој и произведен је нови радар П-18 (1РЛ131) „терек”, који је уведен у наоружање 1970. године.

Из ове кратке историје развоја радара види се да, иако је основна верзија стално унапређивана, произвођач, а ни корисник, никада се нису одрекли његове употребе. Осматрачко-аквизицијски

радар П-12, у различитим варијантама, данас је у наоружању многих армија света, укључујући и Војску Србије.

Почетне одлике

У наоружању АРЈ за ПВД Војске Србије налазе се осматрачко-аквизицијски радари (ОАР) ознаке П-12НА и НП. Искуства из претходних ратних дејстава и НАТО бомбардовања показала су да су радари метарског таласног подручја (VHF опсега) изван опсега „видљивости” противрадарских ракета и да омогућавају откривање и праћење летелица са смањеном радарском рефлексном површином (авиони израђени у „stealth” технологији), беспилотних летелица и крстарећих пројектила. Ово је основни разлог зашто су поново постали актуелни.

То су радари старије генерације за чију реализацију електронских делова су употребљене електронске цеви, они спадају у групу дводимензионалних радара (2Д) и раде у метарском (VHF) таласном подручју. За утврђивање припадности

Радар П-12 и НРЗ сиреман за приказ на „Ошвореном дану”





летелица опрењени су идентификаторима (НРЗ).

Радарски предајник код тих радара заснован је на предајнику осцилаторског типа изведеног помоћу снажних, појачавачких цеви. Пријемници су суперхетеродински, добре осетљивости и динамичког опсега. Обрада видео сигнала заснива се на класичним решењима брисача сталних одраза. У електронским колима за противелектронску борбу примењена су застарела решења. Електронска опрема за управљање и индикацију, блокови предајника, пријемника, гониометра и идентификатора су реализовани у масивним, оклопљеним кућиштима.

Радарска слика се приказује на радарским показивачима, чији је рад заснован на електронским катодним цевима високе перзистенције. Антенски системи су рефлекторског типа, са „YAGI“ антенама. Сва електронска опрема инсталирана је у набацим или двоосовинским кабинама, које носе или вуку високопроходна моторна возила. Кабине су климатизоване, са застарелим, искључиво вентилаторским системима грејања и хлађења.

Техничко решење

Анализом борбених могућности наведених радара, које се односе на величину, облик и начин формирања дијаграма зрачења, квалитет радарске информације, отпорност на ометање и покретљивост радара, те на основу искуства АРЈ за ПВД и јединица 250. ракетне бригаде ПВО у току борбене употребе, бор-

бених дејстава 1999. године и експлоатације, донет је закључак да би их требало осавременити.

Носилац развоја – Војнотехнички институт – одабрао је предузеће ИРИТЕЛ а.д. Београд за извршиоца осавремењивања радара. Уређајима у саставу модернизационог комплета остварена су побољшања дигитализацијом постојећих функција на новим платформама. Софтверском реализацијом напредних функција и решења која су примењена, усавршени радар П-12 може се уврстити у ред савремених тактичких радара овога типа у свету.

У модернизовани ОАР П-12 уграђени су: дигитални пријемник ВВФ ДП/П-12, екстрактор радарских података (ЕРП), управљачко-контролно-показивачка конзола за оператора и командира са дигиталним радарским показивачима, модул за праћење покретних циљева – трекера, систем за даљинско управљање и надзор рада радара, дигитални давач положаја антене у систему за окретање антене радара, реконструисани систем за напајање електричном енергијом и систем за вентилацију и климатизацију, те систем за непрекидно напајање електричном енергијом са принудним осветљењем. Потпуно је реконструисана и адаптирана кабина П-12.

У усавршеном радару П-12 задржан је број радних места у кабини. Знатно су побољшане и унапређене основне функције командира и оператора. Уведене су и нове неопходне функције којима се олакшава рад кома-

дира и оператора. Одабране функције аутоматски им се додељују уносом претходно одабраних података.

Састав средства

Комплет радара П-12 и даље се састоји из две приколице. Уређаји и системи осавремењеног радара смештени су у приколицу типа 761. Антенски систем са антенским постољем налази се са спољне стране, у саставу наведене приколице. Дизел агрегат за основно напајање смештен је у приколицу типа 760Г. Резервни дизел агрегат је на једноосовинској приколици типа 1-АП-1,5.

Модернизовани радар састоји се из: реконструисаног предајног и антенског система, дигиталног пријемника ВВФ ДП/П-12, дигиталног радарског по-

НАМЕНА

Радар је намењен за осматрање ваздушног простора, откривање авиона, крилатих ракета и других летећих објеката, одређивање текућих координата откривених објеката у ваздушном простору (азимута и даљине), предају података и информација о откривеним објектима и одређивање припадности откривених објеката (свој-туђи).

казивача, екстрактора радарских података, модула за праћење покретних циљева – трекера, контролера за даљинско управљање и надзор радара, система за напајање електричном енергијом и осветљење, система за климатизацију и вентилацију и система за управљање антеном радара, те телекомуникационог подсистема и уређаја за утврђивање припадности авиона.

За одређивање позиције радара користи се уређај за глобално позиционирање. Екстрактор радарских података, дигитални радарски показивач и модул за праћење покретних циљева, реализовани су као софтверски модули, који се извршавају на персоналном рачунару под комерцијалним оперативним системом.

Неки од наведених уређаја су развијени наменски за осматрачко аквизицијски радар П-12 (ВВФ ДП/П-12/18), док су други универзалне намене (ДиРП,

ЕРП, модем), односно могу да се уграде у више типова радара, уз одговарајућа прилагођења.

Дигитализација

Дигитални радарски пријемник ВВФ ДП/П-12 развијен је као замена постојећег пријемника радара П-12. То је технолошки савремени уређај са знатно бољим перформансама. Намењен је за пријем и обраду радарских сигнала у опсегу од 150 MHz до 170 MHz. Лако се адаптира и за друге типове радара.

Техничко решење дигиталног радарског пријемника базирано је на концепту софтверски дефинисаног радија. Пријемник чине аналогни RF блок с интелигентном плочом и ојачани индустријски рачунар са уграђеном FPGA платформом за дигиталну обраду радарског сигнала, почев од међуфреквенције па све до краја пријемног ланца. Таквим концептом омогућена је једноставна модернизација целокупне „П“ серије радара, заменом само аналогног блок пријемника.

Супериорност решења базираног на концепту софтверског радија илуструју и његове основне техничке карак-

СОФТВЕРСКА РЕАЛИЗАЦИЈА

Екстрактор радарских података, дигитални радарски показивач и модул за праћење покретних циљева реализовани су као софтверски модули који се извршавају на персоналном рачунару. Остали софтверски модули су: модул за слање дигитализованог видеа и пријем команди, модул за даљинско управљање и надзор, комуникациони сервис, модул за координацију и мониторингање рада система.

теристике: осетљивост боља од 113dB, динамички опсег 80 dB, потискивање сталних одраза боље од 45 dB.

Примењена су оригинална решења за СОНО осцилатор, који је реализован софтверски (на основу предикције фаза у алгоритму обраде), софтверски брисач сталних одраза (MTI), софтверски праг пријема (CFAR) и заштита од намерних и ненамерних сметњи аутоматским искључивањем улазног нискошумног појачивача и постдетекцијом, уз примену CFAR алгоритма.

Дигиталним радарским показивачем (ДиРП) мења се постојећи панорамски показивач ИКО у кабини радара. Тестирање и нерегуларност виталних функција уређаја које се појаве у току рада радара П-12 остварени су непрекидном контролом на апликацији монитора. При томе, на истој апликацији на листи модула укључују се светлосни индикатори о неисправности и звучна сигнализација.

ДиРП обезбеђује следеће функције: приказ аналогних и дигиталних видео сигнала на монитору у боји у plan position indicator (PPI) формату, уз верну емуляцију ефекта континуалног затамњивања и ефекта двоструке перзистенције, који су присутни на аналогним радарским показивачима; аутоматски приказ плотова; приказ трагова, уз могућност слободног померања таблице трага и избора нивоа детаља података приказаних у таблицу; приказ специјалних и кодних мрежа; приказ азимута и даљине; приказ растерских и векторских карата; приказ необрађеног радарског видео сигнала у A-scan формату; мерење даљине и азимута; снима-



Лабораторијска испитивања

ња и репродукције трајекторије трагова и плотова и њихову селекцију по одређеним параметрима; даљинско управљање радом радара; тестирање и приказ статуса уређаја радара; приказивање, унос и измену података и разних симбола, словним, нумеричким ознакама и бојама, у одговарајућим табелама, таблицама и прозорима; избор слања ручно и/или аутоматски, карактеристика праћених циљева, таблица и табела, кратких порука, извештаја и статуса радара; слање и пријем синтетичких података према аутоматизованом си-

стему и слање синтетичких података и радарске „сирове“ слике на систем за аутоматски пријем и приказ ваздушне ситуације у ракетном систему „нева“.

Обрада радарског сигнала врши се у четири режима рада – класичан, полуаутоматски, аутоматски и комбиновани.

Дигитални радарски показивач омогућује интеракцију корисника са системом помоћу подешавања параметара приказа и учествовања у праћењу трагова. Подешавање параметара приказа подразумева мењање размере приказа, померање приказа, избор радарских података који ће се приказивати, подешавање перзистенције и интензитета необрађене радарске слике, избор боје радарске слике, избор додатних објеката који ће се приказивати, избор нивоа детаља приказа додатних објеката... Учествовање у праћењу трагова остварује се ручним започињањем трагова, ручним праћењем

трагова, пребацивањем трагова на аутоматско праћење, ручним кориговањем трагова који се аутоматски прате, брисањем трагова, задавањем зона забране аутоматског започињања трагова...

Екстрактор радарских података

Екстрактор радарских података (ЕРП) јесте програм који анализира радарски видео-сигнал и детектује потенцијалне циљеве. Процесирање је засновано на три главне фазе: потискивању сталних одраза, детекцији пребацивања адаптивног прага и екстракцији плотова.

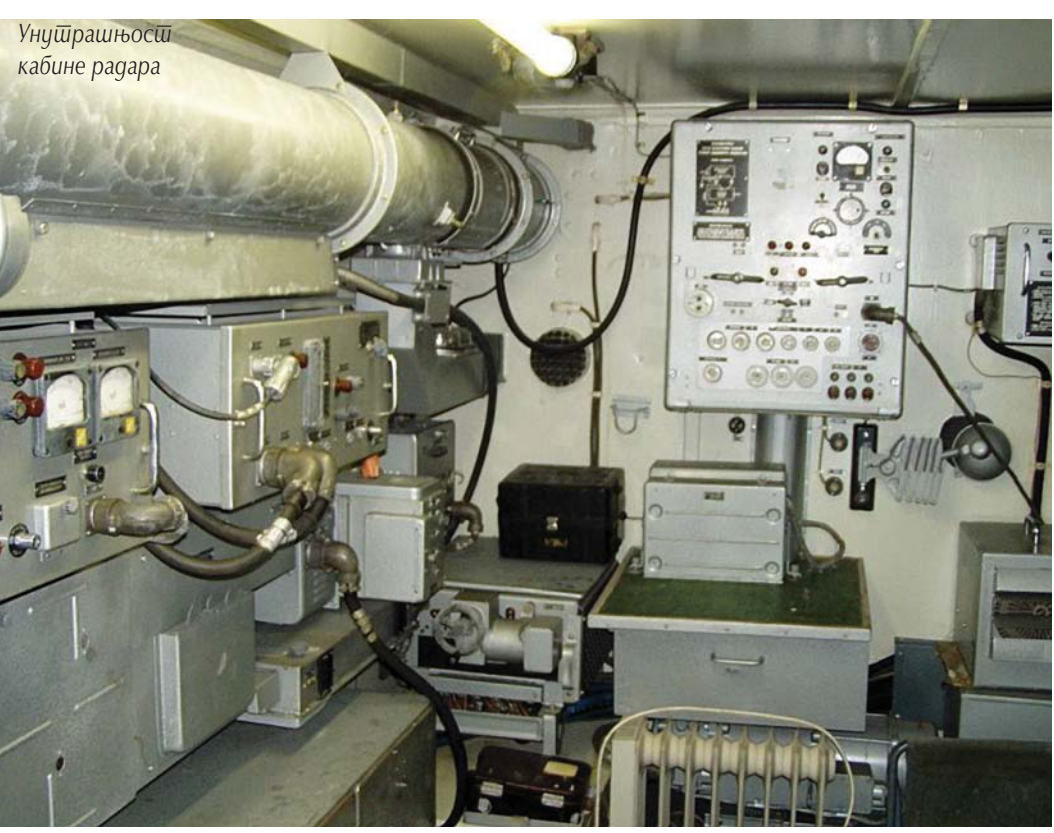
Екстрактор радарских података обезбеђује следеће функције: пријем сигнала од дигиталног радарског пријемника, пријем сигнала од уређаја за идентификацију (НРЗ) радара, обраду примљених сигнала, аутоматску детекцију и одређивање координата објеката у ваздушном простору, декодовање података добијених од НРЗ, аутоматски и/или

ОСНОВНЕ ТЕХНИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ

фреквенција рада, MHz	150–170
откривање, по даљини, km	250
откривање, по висини, km	25
импулсна снага, kW	160–250
врста антене	YAGI
број обртаја антене, обр./мин.	0–10



Осмајтрачко-аквизицијски радар П-12 НП на сајму НВО „Партнер 2013“



Унутрашњост
кабине радара

на ОАР П-12 може се изводити обука радарских послужилаца у праћењу „циљева“ у ваздушном простору на савремен начин.

Телекомуникациони подсистем

Реализованим телекомуникационим подсистемом усавршени ОАР П-12 може се увезати на постојеће и савремене комуникационе мреже интегралног система Војске Србије. Посебно је значајна остварена комуникација између командира и вишег нивоа командовања употребом опције „кратке поруке“ у моду за комуникацију. Командир може комуницирати са „учесницима“ употребом сигнала командовања и упозорења, пријемом и слањем кратких порука, обавештења и извештаја. Тако је избегнута гласовна комуникација учесника.

Телекомуникациони подсистем обезбеђује умрежавање радних места (оператор, командир, издвојено радно место), размену података са КИС-ом, предају података о плотовима са радара, пренос података о траговима, комуникацију са издвојеним радним местом и КИС-ом и комуникацију преко радио-уређаја.

Тај подсистем сачињавају мрежна (Ethernet SWITCH и оптички модем) и комуникациона опрема, која садржи IP телефон, радио-уређај, конвертор интерфејса и комуникациони модул.

Подаци о положају антене

Оствареним техничким унапређењем у систему за окретање антене омогућени су контрола и индикација рада елемената уградњом ротационог давача угла. Систем за добијање података о положају антене радара састављен је од ротационог давача угла (енкодер), међусклопа за енкодер и комплета прикључних каблова. Енкодер обезбеђује брзи пренос података о положају антене у формату Gray-овог кода. Међусклоп за енкодер декодује примљене податке у паралелном облику са енкодера и шаље их у серијском облику дигиталном радарском пријемнику и управља смером окретања антене.

Избор брзине и смера окретања антене и подешавање угла нагиба антене остварено је софтверски, погодним из-

ручни унос доделе редног броја формације, формирање броја трага и аутоматско праћење трага, те формирање порука о плоту и слање корисницима.

Трекер

Модул за праћење покретних циљева (трекер) задужен је за генерисање трагова. Траг представља стварни циљ чије је присуство потврђено низом плотова из неколико узастопних пребрисавања. Сваки траг садржи естимацију стања кретања циља (позицију и вектор брзине) и историју стања кретања циља из претходних пребрисавања.

Трекер је предвиђен за рад у track-while-scan (TWS) режиму, што значи да се плотови примају и обрађују у регуларним временским интервалима док радар континуално и периодично пребрисава простор осматрања.

Рад трекера састоји се од три главне операције: придруживање података (додељивање нових плотова раније успостављеним траговима), филтрирање трагова (естимирање стања кретања трага на основу координата додељеног плота и модела кретања циља) и иницијализацију и одржавање трагова (утврђивање присуства нових трагова и нестанка раније присутних трагова).

КЛИМАТИЗАЦИЈА И ВЕНТИЛАЦИЈА

Система за климатизацију и вентилацију обезбеђује повољне услове за рад уређаја и људства у кабини радара. У свом саставу систем садржи климатизер, грејач и цев за довод ваздуха.

Контролер за даљинско управљање и надзор

Контролер за даљинско управљање и надзор радара (ДУН) обезбеђује даљинско управљање извором за напајање електричном енергијом, антеном (промена брзине обртања и елевационог угла, те визуелну индикацију брзине и смера обртања) и предајником (укључивањем/искључивањем високог напона, излазном снагом, променом радне фреквенције), те прикупљање информација о статусима компоненти радара.

Променом начина рада предајника радара П-12 остварена је већа заштита од дејства противрадарским ракетама (ППР) савремених ваздухоплова.

Задејствовањем функције „симулација“ у разним начинима рада оператера

ПРЕДНОСТИ И МАНЕ

Неке од предности радара метарског таласног подручја јесу откривање летелица малих одразних површина (могу откривати крилате ракете и друге летеће објекте, чија радарска рефлексна површина износи $s=0,3 \text{ m}^2$) и отпорност на противрадарске самовођене ракете. Недостаци су грешке у одређивању параметара циљева (оператор читава одраз од циља према положају одраза на панорамском показивачу у односу на електричне обележиваче даљине и азимута, па грешке у одређивању параметара циља зависе од оспособљености оператора) и у одређивању висине циља (оператор одређује висину циља помоћу измерених величина даљине и угла елевације на два начина: механичким номограмом и номограмом показивача висине).

бором клизача и потенциометра на контролеру за даљинско управљање радом радара.

Напајање

Систем за напајање електричном енергијом и осветљење се функционално може поделити на подсистеме за основно и за непрекидно напајање.

У састав тог подсистема улазе разводни ормар, електрични каблови за напајање појединачних уређаја, прикључница за повезивање нових уређаја, те инсталација осветљења и изједначавања потенцијала. Подсистем за непрекидно напајање обезбеђује несметан рад свих уређаја који су неопходни за рад до пуног успостављања стања нормалног напајања из градске мреже или агрегата.

Рачунарске компоненте

За нормално функционисање наведених делова радара и подсистема у оквиру уређаја неопходне су рачунарске компоненте. Од рачунарских компоненти неопходних за функционисање РМО су индустријски рачунар, монитор (ТФТ 22"), тастатура са лоптастим давачем (track-ball) и хардверски кључ (HASP). Рачунарске компоненте неопходне за функционисање РМК и ИРМ су преносиви (All In One) рачунар, водоотпорни миш и индустријска тастатура.

Механичке компоненте

Делови модернизационог комплета ОАР П-12 смештени су у металне ормаре, који представљају управљачко-командно-показивачку конзолу за рад послуге ОАР П-12. Ормари су израђени од

металних (алуминијумских) профила разних облика и величина. Спајањем ормара и комплетирањем с различитим уређајима оформљује се радно место командира и оператора.

Издвојено радно место и даљинско управљање радаром П-12 остварено је измештањем делова радног места оператора из кабине радара на безбедну даљину од радара.

Поједини уређаји који улазе у састав радног места командира чине и издвојено радно место (специјално дизајниран блок, који обезбеђује брзо и лако постављање ван кабине радара), којим се даљински управља радаром П-12. Састоји се од преносивог кућишта, рачунара (All in One PC-a), IP телефона, радио-уређаја и оптичког модема.

Верификација

Испуњење захтеве квалитета, које је требало да испуни усавршени радар П-12, верификовала је Војна контрола квалитета. Осавремењени радар у потпуности је задовољио високо постављене тактичко-техничке захтеве које је поставио тактички носилац.

Оцену испуњености тих захтева утврдио је Технички опитни центар верификационим испитивањима. Испитивања радара са становишта функционалних карактеристика, карактеристика софтвера и идентификације, конструкционе документације, перспективности и савремености и карактеристика на климатске услове употребе, провео је произвођач у теренским условима.

Усавршен радар П-12 усвојен је на нивоу прототипа у НВО Војске Србије у новембру 2013. године.

Перспективност

Даље усавршавање радара П-12 одвијаће се на уградњи савремених уређаја за идентификацију (свој-туђи) летелица (IFF- identification friend or foe), дизајнирању постојећих УКПК, побољшању карактеристика и услова комфорности и топлотне угодности за посаду радара. Посебна пажња биће посвећена уградњи термоизолационих материјала у плату кабине радара приликом њене реконструкције. Такође, знатна побољшања оствариће се заменом постојећих дизел електроагрегата савременијим и мањих димензија.

При развоју и реализацији уређаја модернизационог комплета радара П-12 примењена су најсавременија хардверска и софтверска решења. Дигитални радарски пријемник базиран је на концепту софтверски дефинисаног радија, ДиРП, ЕРП и трекер представљају флексибилне софтверске модуле са могућношћу проширења функција. У радар су интегрисани уређаји који су флексибилни у софтверском, мобилни у просторном и адаптивни у корисничком смислу.

Аутоматском контролом њихове исправности и дијагностиком квара омогућено је лакше техничко одржавање наведених радара. Обезбеђена је ефикаснија заштита борбене послуге и средстава од дејства савремених средстава за дејства из ВаП-а. Аутоматизоване су функције откривања, одређивања карактеристика откривених објеката у ваздуху, праћења, утврђивања припадности и предаје податка осматрања на постојеће аутоматизоване системе у ВС. Остварено је увезивање радара у аутоматизовани систем за пријем, обраду и прослеђивање радарске информације.

Усавршавањем је продужен век употреба радара за 10-15 година. Повећана је његова поузданост и омогућено једноставније руковање током експлоатације.

Велико интересовање за усавршавање радара П-12 показале су стране делегације и новинари током обиласка на сајму НВО „Партнер 2103”. ■

Драган БОРЈАН