

Специјални прилог

ОДБРАНА

www.odbrana.mod.gov.rs



Беспилотни ваздухоплови – нова епоха ратовања

РАТОВИ ДРОНОВА

Пише пуковник др Славиша ВЛАЧИЋ

Физиономија оружаног сукоба и његов карактер нужно су повезани са технолошким напретком који утиче на промену облика и форме савременог ратовања. Прогрес је неки пут изражен у толикој мери да можемо да сведочимо о револуционарним променама у карактеру рата. Појава беспилотних ваздухоплова представља један такав моменат који ће диференцирати рат у 21. веку у односу на претходне епохе. У овом специјалном прилогу магазина „Одбрана“ описан је део примене беспилотних ваздухоплова у војне сврхе.





Беспилотни ваздухоплов је ваздухоплов чија се посада не налази у летелици, којим се управља даљински или чији је лет аутономан. Често се назива дроном („зујавцем“), беспилотном летелицом, даљински пилотираним ваздухопловом. Мноштво различитих назива и тумачења уноси забуну, не само у домаћој већ и у иностраној јавности. У енглеској терминологији користе се термини drone и UAV (unmanned aerial vehicle), који је обично везан за комплексније беспилотне системе. UAV, тј. летелица, део је UAS система (unmanned aircraft system), који укључује оператора на земљи и комуникацијски део. Лет UAV може бити под контролом оператора, као даљински пилотиран ваздухоплов (ДПВ), или може бити лет са различитим степеном аутономије у извршавању задатка. Без обзира на техничку могућност аутономног лета, регулатива најчешће не дозвољава лет који контролише рачунар у ваздухоплову, а без надзора и могућности преузимања команде од оператора на земљи. Руска терминологија такође ову категорију летелица посматра као платформу без посаде на њој (Беспилотный летательный аппарат – БПЛА), док наша званична терминологија користи речи беспилотни ваздухоплов и даљински пилотиран ваздухоплов (ДПВ). ДПВ се у пракси сматра комплекснијим нивоом беспосадног ваздухоплова јер захтева стручније људство за руковање и опслуживање.

Постоји бројни начини класификације беспилотних ваздухоплова и они се углавном

руководе карактеристикама долета и аутономије лета, димензија, маса, степена аутономије у лету и висине лета. Могу посебно да се разликују и по аеродинамичкој конфигурацији и по врсти примењене погонске групе.

ВЕК РАЗВОЈА

Од зачета развоја беспилотних платформи и летелица уочавали су се, као и данас, различити приступи. Никола Тесла је још 1899. демонстрирао радио-контролисање и управљање бежичним путем, да би 1915. у својим радовима разматрао беспилотне летелице и њихову примену. Идеја о летењу без посаде сеже у период недуго по полетању првих првих авиона. Једним од пионира сматра се Елмер Спери, власник компаније за производњу поморских жироскопа. Спери је био заинтригиран концептом примене радио-контроле на ваздухоплове у комбинацији са аутоматском стабилизацијом, па је одлучио да модификује своје поморске жиро-стабилизаторе. Први светски рат је убрзао идеју, па је морнарица обезбедила хидроавион за тестирање и процену аутопилота заснованог на жироскопима, односно примитивним инерцијалним навигацијским уређајима. Први пробни летови авиона опремљеног аутопилотом десили су се септембра 1917. године. Систем је омогућавао аутономан долазак на циљ удаљен око 50 километара, где је уместо бомбе одбациван џак са песком. Грешка у навођењу била је око три километра.

Паралелно, у току је био још један пионирски пројекат, који је водио Чарлс Кетеринг. Да би летеће торпедо овог конструктора погодило свој циљ, осмишљен је механички систем који је пратио пређену

дистанцу летелице. Пре полетања техничари би одредили раздаљину коју треба прелетети, узимајући у обзир брзину и смер ветра дуж путање лета, односно прорачунавајући путну брзину. Прорачунат би био укупни број обртаја мотора потребних да „летеће торпедо“ долети на одредиште. Када би бројач укупног броја обртаја достигао дату вредност, мотор би механички био искључен и механизам би аутоматски одбацивао крила. Летелица би започела балистичку путању ка мети са експлозивом масе 82 килограма.

Оба ова приступа показала су се непрактична, али је сасвим реално било да сличне летелице буду употребљене као летеће мете за обуку противавионских посада. У употреби ове категорије предњачили су Британци, који су од 1935. до 1943. године користиле више од 400 примерака радио-контролисаних мета DH 82 В Queen Bee израђених на бази школског двокрилца Tiger Moth.

Ни Совјетски Савез није заостајао у иновацијама између два светска рата. „Остехбиро“, експериментална пројектантска и истраживачка организација намењена стварању нових типова наоружања, коју је основао Врховни економски савет СССР-а, а предводио Владимир Бекаури, предњачила је у развоју радио-управљаних модела тенкова, подморница и ваздухоплова „тупољев“ ТБ-1 и ТБ-3. Хапшењем и стрељањем Бекаурија 1938. године, који је предлагао стварање армије радио-контролисаних робота, ови су пројекти стављени под лед.

Технолошки лидери тога доба, Немци, развили су за потребе обуке противавионских јединица летећу мету типа FZG-43. Вођа пројекта др Фриц Гозлау, из компаније „Аргус“,

предложио је почетком Другог светског рата револуционар-није решење користећи већу радио-управљану летелицу названу „фернфојер“ (Fernfeuer). Решења овог инжењера водила су у развој V-1, праве беспилотне летелице која се уједно сматра и првим крстарелим пројектилом.

Амерички истраживачи су у предратним годинама махом нудили летеће мете од којих су најпознатије припадале фамилији Radioplane OQ-2, произведеним у хиљадама примерака током Другог светског рата. Међутим, далеко напреднији пројекти тога доба били су даљински управљани јуришни авиони.

У међувремену морнарица је финансирала алтернативне технологије управљања и контроле лета, укључујући употребу телевизијских камера и система радарског вођења. Створени су предуслови за прецизније вођење летелице, тако да је 1941. године започет програм развоја јуришне летелице. Оне су се могле користити или као вођене ракете или као наоружана беспилотна летелица, која би се након испољеног дејства вратила у базу. Модел од којег се одустало био је TDN-1, а јефтинија алтернатива TDR-1 доживела је и борбену примену на пацифичком ратишту 1944. године. Ово је, према данашњим критеријумима, био тзв. дрон камиказа, којег је са безбедне удаљености радио-путем и уз контролу путем телевизијских камера у рејон дејства доводио морнарички торпедни бомбардер TBF Avenger. Беспилотне летелице TDR-1 премијерно су употребљене као вођене ракете септембра 1944, нападајући бродовље и улећући у јапанске бункере и артиљеријске положаје, а октобра 1944. дејство су

извршиле и одбацивањем бомбардерског терета на јапанске положаје. Премда је концепт употребе успешно доказан, произведено их је само око 200 примерака и са њиховом борбеном применом се веома брзо завршило.

Мање успешна била је конверзија четворомоторних бомбардера В-17 у даљински пилотиране платформе. Од 14 изведених мисија ниједна није завршена успешно.

Завршетком Другог светског рата технолошки развој кренуо је у другом правцу и беспилотне, даљински управљане платформе биле су у другом плану. Искорак напред од летећих мета била је њихова модификација за потребе извршавања извиђачких задатака изнад бојишта. Првенац је била беспилотна летелица SD-1 (Surveillance Drone 1), погоњена клипним мотором, означена и као MQM-57. Била је то уједно и прва серијски коришћена беспилотна летелица израђена за потребе извршавања извиђачких задатака у дневним и ноћним условима. Први лет забележен је 1955, а до 1966. године произведено је 1.445 примерака. Летелица је полетала са лансирне рампе уз помоћ стартних ракета и њен лет праћен је радаром. Командавање летелицом вршено је

радио-путем са земље, док је приземљење по обављеном задатку било помоћу падобрана. Аутономија лета била је нешто више од пола сата, са радијусом дејства око 100 km од места полетања. Премда је ово био несумњив напредак, висока цена развоја и кашњење у пријему, обради и дистрибуцији података добијених оваквим извиђањем нису подстицали значајније улагање у ту технологију.

Неколико веома озбиљних хладноратовских инцидентата утицало је на то да се идеја беспилотних извиђачких летелица ипак одржи. Скандал настао обарањем Герија Пауерса у авиону U-2 изнад Свердловска 1960. године вратио је фокус на беспилотне извиђачке летелице, од којих су посебно биле заступљене Ryan model 147A Fire Fly и Ryan model 147B Lighting Bug („свица“), настале из млазних летећих мета. Ови типови летелица ускоро су наступили на бојном пољу, надопуњујући летове U-2 изнад критичних подручја Кубе, Кине и Вијетнама. Прве верзије одбациване су са четворомоторног авиона DC-130 Hercules, да би потом били лансирани и са земаљских рампи. „Свици“ су нарочито активни били изнад Југоисточне Азије. Мисије које су обављали

Модел TDR-1 доживео је борбену примену на пацифичком ратишту 1944. године. То је, према данашњим критеријумима, био тзв. дрон камиказа, којег је са безбедне удаљености радио-путем и уз контролу путем телевизијских камера у рејон дејства доводио морнарички торпедни бомбардер TBF Avenger.





дронов Ryan model серије 147 укључивале су аерофото и електронско извиђање са великих и малих висина, осматрање, електронско ратовање, ометање и обманљивање противничке ПВО и сл. Њихови први значајнији успеси забележени су у детекцији, снимању карактеристика и обманљивању ПВО система СА-2 (Двина/Волхов), који су у то време представљали највећу опасност за америчку авијацију.

За време рата у Вијетнаму развијене су 23 верзије „свитаца“, укључујући верзије за извиђање у ноћним условима, радио-извиђачку верзију и верзију са ометачем. У периоду од 1964. до 1974. године 1.016 летелица извршило је 3.435 летова изнад Кине, Северног Вијетнама и Северне Кореје. Изгубљене су 544 летелице, од чега трећина отпада на механичке проблеме, док су остале оборене углавном дејством противавионске артиљерије и ракетних система, а у мањем броју случајева ловачком авијацијом. Животни век беспилотних летелица на небу изнад Вијетнама био је веома кратак и, у односу на извор, креће се од два до седам летова.

Током овог сукоба значајно место имале су морнаричке беспилотне летелице QH-50 DASH (Drone Anti-Submarine

Helicopter) намењене одвраћању претње од совјетских нуклеарних подморница. У то време већи бродови, опремљени модерним сонарима, претњу су откривали на већим удаљеностима него што су могли да испоље дејство. Зато им је била потребна „продужена рука“, која ће на већој удаљености дејствовати торпедима или дубинским бомбама. QH-50 је у суштини био беспилотни хеликоптер са коаксијалном шемом ротора. Због мањих димензија и маса (укупно до око 1.000 kg) могао је да буде укрцан и на разараче. У току оперативне употребе летелице се нису користиле само за противподморничку борбу већ су изводиле и извиђачке задатке, коректуру артиљеријске ватре... До 1969. године израђено је 755 примерака, а скоро половина је изгубљена, махом у неборбеним летовима. Проблем је углавном била непоуздана електроника и недостатак удвојених система, што сведочи и о конструктивном приступу тога времена, односно посматрањем дрона као „потрошне робе“. Према су већ половином седамдесетих повучени из морнаричке употребе, овај беспилотни хеликоптер представљао је крупан технолошки и визионарски искорак.

Беспилотна летелица SD-1 (Surveillance Drone 1), погоњена клипним мотором, означена и као MQM-57, била је прва серијски коришћена беспилотна летелица израђена за потребе извршавања извиђачких задатака у дневним и ноћним условима. Први лет забележен је 1955, а до 1966. године произведено је 1.445 примерака.

Летелица је полетала са лансирне рампе уз помоћ стартних ракета и њен лет је праћен радаром.

Аутономија лета била је нешто више од пола сата, са радијусом дејства око 100 km од места полетања.

Совјетском Савезу током хладног рата технологија беспилотних летелица није била приоритет, што не значи да их нису развијали. Први покушаји током педесетих начињени су са летећом метом „лавочкин“ Ла-17, која је временом прерасла у извиђачку платформу погоњену млазним моторима са авиона МиГ-19 и МиГ-21. Ова летелица послужила је и као основа за прву кинеску беспилотну летелицу типа ЦК-1 (NAI СК-1). Ипак, познатију фамилију совјетских беспилотних летелица развио је Конструкциони биро „Тупољев“. Крајем педесетих започет је пројекат крстарећих ракета надзвучне брзине, чији је развој убрзо преусмерен у извиђачке беспилотне летелице великих брзина. Први значајнији модел био је Ту-123 „Јастреб“. Педесетак летелица уведених у наоружање у другој половини шездесетих година било је стационирано у јединицама у данашњим источноевропским земљама. Биле су способне да лете надзвучним брзинама на великим висинама и покрију рејоне извиђања изнад Централне и Западне Европе. Осим камера за аерофото-снимање коришћена је и опрема за радио-техничко извиђање са бочним дометом до 300 километара.

„Јастреб“ је узлетао са земаљске рампе помоћу стартних ракета на чврсто гориво. У петој секунди лета оба бустера су прекидала са радом и одвајала се од трупа. Активну фазу лета обезбеђивао је мотор КР-15-300. Током лета извиђачка опрема активирана је према претходно програмираним секвенцама. После извршења задатка, током повратне маршруте, на удаљености од око 500 km управљање „Јастребом“ преузимао је оператер. На задатим тачкама активирани





су падобрани који су опрему и летелицу враћали на тло. Услед комплексне и скупе експлоатације Ту-123 су замењени извиђачима МиГ-25Р.

Наредна фаза развоја совјетских „беспилотника” били су оперативно-тактички систем Ту-141 (ВР-2, „стриж”) и тактички систем Ту-143 (ВР-3, „реис”), који је развој завршио као Ту-243 (ВР-3Д, „реис-Д”). Премда концептуално слични, као транссоничне летелице, Ту-141 и Ту-143 су се пре свега разликовали у радијусу дејства. С обзиром на то да се Ту-141 производио у Харкову и да је део флоте остао у Украјини након распада СССР-а, било је очекивано да се ова летелица задржи у украјинском арсеналу. Процењује се да Русија још користи Ту-243, модернизоване током прошле деценије.

Претходно описани модели, настали до средине седамдесетих година, представљали су једну технолошку епоху коју је, према одређеним мишљењима, прекинуо Либански рат 1982. године. У том смислу Израел је поставио нове стандарде у позиционирању беспилотних летелица на бојном пољу. После Јомкипурског рата 1973. године, када су Израелци претрпели

Тактички систем Ту-143

Успешна, оркестрирана премијера употребе беспилотних летелица десила се 1982. током сукоба изнад долине Бека када су Израелци применили беспилотне извиђачке летелице типа АQM-34, „мастиф” и „скаут”, које су родоначелници беспилотних летелица какве данас познајемо

озбиљне губитке од совјетских противваздухопловних система ПВО којима су руковале арапске посаде, израелска војска тражила је нов приступ како се сличан сценарио не би поновио у будућности. Прелиминарна искуства са америчким моделима Teledyne Ryan Firebee и Chukar током овог ратног периода била су само увод у оно што је следило. На америчком тржишту пронађене су приватне компаније вољне за сарадњу

су први пут у свету, на једном месту и у толиком обиму, применили беспилотне извиђачке летелице и то типа АQM-34, „мастиф” и „скаут”. Док су летели изнад непријатељских положаја, уживо преносиле телевизијску слику на командна места. Примивши такве визуелне информације, израелска команда доносила је недвосмислене и јасне одлуке о извођењу нападах дејстава. Операција неутра-



и трансфер технологије, поготово у домену малих летелица опремљених стабилисаним камерама и ИЦ сензорима, које су слику са терена могле да преносе у реалном времену. Представници нове генерације и родоначелници беспилотних летелица какве данас познајемо су „скаут” (IAI Scout) и „мастиф” (Tadiran Mastiff), сличне конструктивне концепције са двоструким вертикалним репним површинама и два одвојена, мала трупца.

Успешна, оркестрирана премијера употребе беспилотних летелица десила се 1982. године током сукоба изнад долине Бека. Израелци

лисања противничке ПВО започета је серијом извиђачких летова беспилотних летелица опремљених телевизијским камерама. Чим би једна од њих открила батерију ракетног система ПВО и пренела њену слику командном месту, још две беспилотне летелице биле би подигнуте у ваздух. Једна је била мамац (АQM-34), која је симулирала налет јуришне авијације, што би испровоцирало посаду ракетног система ПВО да укључи радаре и емитује зрачење. Друга летелица била је опремљена опремом за снимање сигнала зрачења са система ПВО, анализирала га и преносила обрађене податке



везом даље кроз систем командовања. Део борбене авијације потом би био наведен на откривене циљеве и дејствовао противрадарским ракетама са безбедне удаљености, а након стављања батеријског нишанског радара ван функције ракетни положаји могли су да буду докрајчени другим, мање прецизним средствима, али и ласерски вођеним бомбама и ракетама који су такође били навођени снопом са беспилотних летелица. Премда су подаци о броју уништених батерија система СА-6 КУБ опречни и крећу се од 17 до 29, евидентно је да они после изведених удара више нису били од утицаја на даље извођење дејстава из ваздушног простора, што је у каснијем току дејстава било веома поразно за сиријске снаге.

Овај први случај масовне употребе беспилотних летелица у току једне ваздухопловне операције имао је значајне импликације на даљи развој те категорије ваздухоплова. Премда експерти нису доводили у питање позиционирање дрона у дејствима из ваздушног простора, даљи развој није текао очекиваном брзином. Израел је остао доследан, уложио је додатна средства и напоре поставши лидер у њиховој производњи. С друге стране, амерички програми су били веома скромни до септембра 2001. године. Инвентар дрона у америчкој војсци био је веома оскудан и наводно се бројао у десетинама, док их је 2010. у употреби било више од две хиљаде.

ЕЛЕМЕНТИ СИСТЕМА

Даљински пилотиране летелице представљају платформе високих перформанси засноване на достигнућима у области авио-технике, телеко-

муникационих система, радарске технике, оптоелектронске технике, навигационих система, дигиталне обраде сигнала, аутоматике и минијатуризације електромеханичких склопова. Начелно, беспилотне летелице имају мању флексибилност од ваздухоплова са посадом, али су погодне за задатке изнад добро брањених зона или када се захтева дуготрајно остајање у ваздуху.

Када говоримо о комплексним војним дроновима, често се наводи шест елемената који заједно сачињавају систем беспилотних летелица, тј. дрона. То су: људски фактор, полетање и слетање, корисни терет, контролно управљачки сегмент, летелица, комуникација и веза података.

Дрони са фиксним крилима најчешће поседују додатну опрему за безбедно полетање и слетање. У појединим случајевима поступци полетања и слетања прилично су комплексни, док неке поткатоорије немају тај проблем. Велики системи беспилотних летелица захтевају одговарајућу полетно-слетну стазу и људство за опслуживање и руковање, те земаљски агрегат, тегљаче, камионе са погонским средствима и друго. Мањи дрони могу да буду ручно лансирани, док приликом слетања користе падобран. Већина дрона користи систем рампе са катапултотом како би приликом полетања на што краћој дистанци остварили потребан узгон за наставак лета. За слетање могу да користе мрежу или куку којом се каче на разапету сајлу на писти.

Дрони са роторима у овом домену примене имају предност јер не захтевају посебну опрему. Полетање и слетање изводе се вертикалним маневром на малом простору,



Полетање и слетање изводе се вертикалним маневром на малом простору, понекад и из руке

понекад и из руке. Зато се често примењују у случајевима када је скраћено време реакције и полетања на задатку.

Људски фактор је најбитнији елемент система беспилотних летелица. Без обзира на ниво аутоматизације, човек је увек присутан како би управљао или контролисао операције дрона. Премда је аутономност лета данас све више заступљена, човек је и даље одговоран за безбедност употребе. У случају комплекснијих беспилотних система треба имати у виду да они функционишу у саставу одређене целине, где се за једну станицу за вођење придодаје неколико дрона, заједно са пратећим извиђачким и логистичким комплексом. За комплетно функционисање неретко је потребно, као у случају MQ-1 Predatora, више од педесет људи.

Корисни терет игра значајну улогу у наменској примени дрона, а може да буде опрема за извиђање, осматрање, комуникацију, разни сензори, али и убојно средство којим се испољава ватрено дејство. За извиђачко-осматрачке задатке помоћу сензора корисни терет долази у више варијација.

Превлађујући сензори су камере електрооптичких система, инфрацрвених камера, радар са синтетичким отвором, као и ласерски даљиномери и озрачивачи.

Оптичке камере могу бити фиксирани за структуру летелице или могу бити монтиране помоћу стабилизатора са карданским механизмом који пружа одређену слободу покрета камере, обично у две осе, хоризонталној и вертикалној. Неки стабилизатори опремљени су пригушивачем вибрација како би вибрације дрона што мање утицале на квалитет слике. Пригушивање може бити изведено помоћу еластичних тј. гумених оквира или путем електронског подсистема стабилизације жироскопа.

Електрооптичке камере имају такав назив јер користе електронику како би зумирале и фокусирали слику. Користе се током видног дела дана у спектру видљиве светлости јер тада имају најбољи квалитет слике и видео записа. Већина дрона са електрооптичким камерама користе објективе са ужим видним пољем, док дрона са већом камером могу користити сензоре за широкоугаоно видно поље. Обично се смештају у носном делу летелице и представљају видно поље оператера.

Инфрацрвене камере функционишу у инфрацрвеном делу електромагнетног спектра. Стварају слику помоћу ИЦ, односно топлотног зрачења. Постоје две врсте ИЦ камера. Једне користе хлађење, док друге не. Хлађене камере обично су скупље и теже, али пружају квалитетнију слику.

Ласерски даљиномер користи ласерски снопа да би одредио удаљеност неког објекта, а ласерски озрачивач користи

Електрооптичке камере имају такав назив јер користе електронику како би зумирале и фокусирали слику. Обично се смештају у носном делу летелице и представљају видно поље оператера.

ласерски снопа како би означио објекат дејства. Недостатак ласерског озрачивача је његова ограничена употреба у условима смањене видљивости, нарочито магле, кише, облачности, прашине или дима. Радар са синтетичким отвором решетке може да осматра и кроз маглу, дим и облаке.

Недостатак прве генерације даљински пилотираних ваздухоплова била је немогућност истовременог рада свих сензора.

Командно-управљачки сејменш често се поистовећује са земаљском контролном станицом. Могу бити мале као нпр. ручни одашиљачи за оператера, док за веће беспилотне летелице постоје велике земаљске станице у којима ради више особа тј. оператера. Станица се начелно састоји од софтвера и хардвера, који оператерима омогућавају да комуницирају са дроном, даљински управљају летелицом и њеним корисном теретом и контролишу целокупан лет, било да је у питању постављање параметара за аутономан лет или директно управљање. Овај сегмент може бити смештен у контејнерима, приколици, теренским возили-

ма и сл. У случају јефтиних комерцијално доступних дрона, њихова контрола врши се са паметних мобилних телефона.

Аутономни режим рада дрона подразумева да дрон обавља своју мисију без интервенције човека тј. оператера по унапред испланиранима рутама и инструкцијама. Постоји више нивоа аутономности. У најнижем оператер током читавог лета даљински управља летелицом, док у највишем степену потпуне аутономности дрон све обавља сам. То значи да дрон сам полеће, обавља своје задатке и сам слеће, док је оператер у приправности да евентуално коригује параметре лета или преузме команде у случају ванредне ситуације. Аутономност утемељена на аутопилоту одавно није ексклузивно везана за војне дрона. Многи мали комерцијални дрона користе аутопилот и аутономно лете. У сваком случају, постоји могућност да се изгуби конекција између дрона и земаљске станице. Тада већина аутопилота примењује процедуру активирања меморисане повратне тачке или маршруте. У зависности од техничког решења, дрон се враћа на претходни прекретни оријентир где тражи поуздани сигнал





ност и долет јер дуже време могу провести у ваздуху без слетања. Најчешће се користе за осматрање, извиђање и прикупљање разних врста података, али и ефикасно испољавање ватреног дејства.

Дронови са роторима имају разне примене. Због ротора имају способност полетања, слетања и лебдења на малом простору, али исто тако имају могућност и хоризонталног лета путем управљања ротором. Погоднији су за маневрисање при малим брзинама лета. Електрични дронови са роторима могу бити идеални за трагање и спасавање, помоћ у природним катастрофама и сличним ситуацијама, јер могу јако брзо да се припреме и полете на задатак. Недостатак им је што не могу да остваре велику брзину хоризонталног лета као дрон са класичним крилом, а такође им је ограничена аутономија лета, у случају лета на батерије. Уобичајено носе мањи користан терет и бучнији су од других категорија дрона.

Генерално, беспилотне летелице могу бити категорисане према различитим перформансама. Основне особине дрона као што су сопствена тежина, размах крила, оптерећење кри-

конекције са земаљском станицом. Такође, може да залебди чекајући да оператор одреагује или се подиже на већу висину како би повратио конекцију.

Веза њодашака је термин који означава методу повезивања једне локације са другом у телекомуникацијама, ради преноса и примања дигиталних информација. За систем беспилотних летелица користи се како би се дрон повезао са земаљском контролном станицом, а састоји се од *uplink* сегмента за пренос команди са земље до аутопилота и *downlink* сегмента за пренос информација од аутопилота до земаљске станице. Зато и у дрону и у земаљској станици морају да постоје одговарајући модеми који раде на истој фреквенцији и имају могућност слања и примања информација. Генерално постоје три врсте везе података: *simplex* (комуникација у једном смеру), *half duplex* (комуникација у оба смера, али не истовремено) и *full duplex* (истовремена комуникација у оба смера).

Веза података може да користи различите радио-фреквенције, што зависи од намене беспилотне летелице, али и удаљености на

којима се она контролише. Управо из тог разлога другачији су и фреквентни опсежи радио-сигнала, али и улога глобалног позиционог система у вођењу дрона односно сателита, било да је у питању управљање на малим удаљеностима и са препрограмираним рутама или се сателити користе за остваривање комуникације са дроном хиљадама километара далеко. Такође се разликује и вођење и размена података унутар оптичке видљивости односно визуелног домета и ван линије хоризонта, односно изван оптичке видљивости. Процењује се да је вођење путем везе података могуће до неких 300 километара, а да је након тога неопходан сателитски линк. Подаци добијени извиђањем сателитским линком такође могу бити дистрибуирани у реалном времену свим заинтересованим корисницима.

Летелица је кључни део система. Може бити с фиксним, класичним крилом или са два или више ротора. Дронови са класичним крилима имају предност у оперативним брзинама и висинама лета за разлику од дрона са роторима. Такође, могу имати знатно већу носи-

Управљачка станица савремених беспилотних летелица

1. Predator

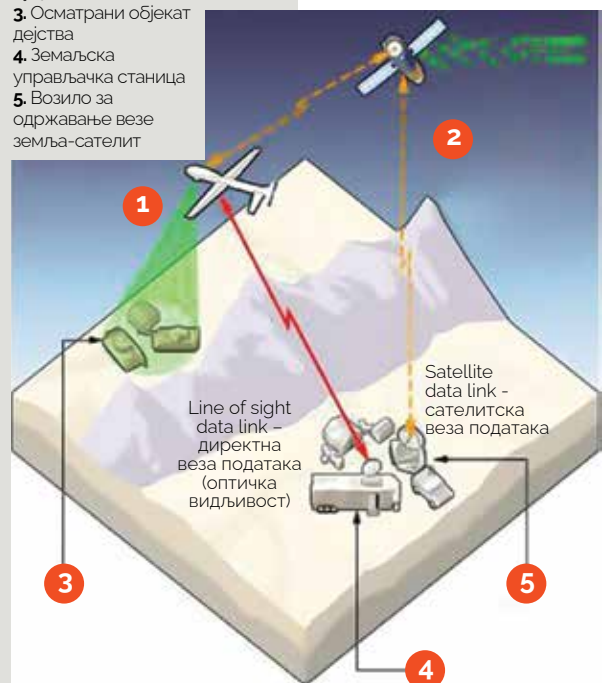
Предња камера примарно служи за навигацију, док ИЦ камера и радар служе за осматрање ноћу, кроз маглу, облаке или дим.

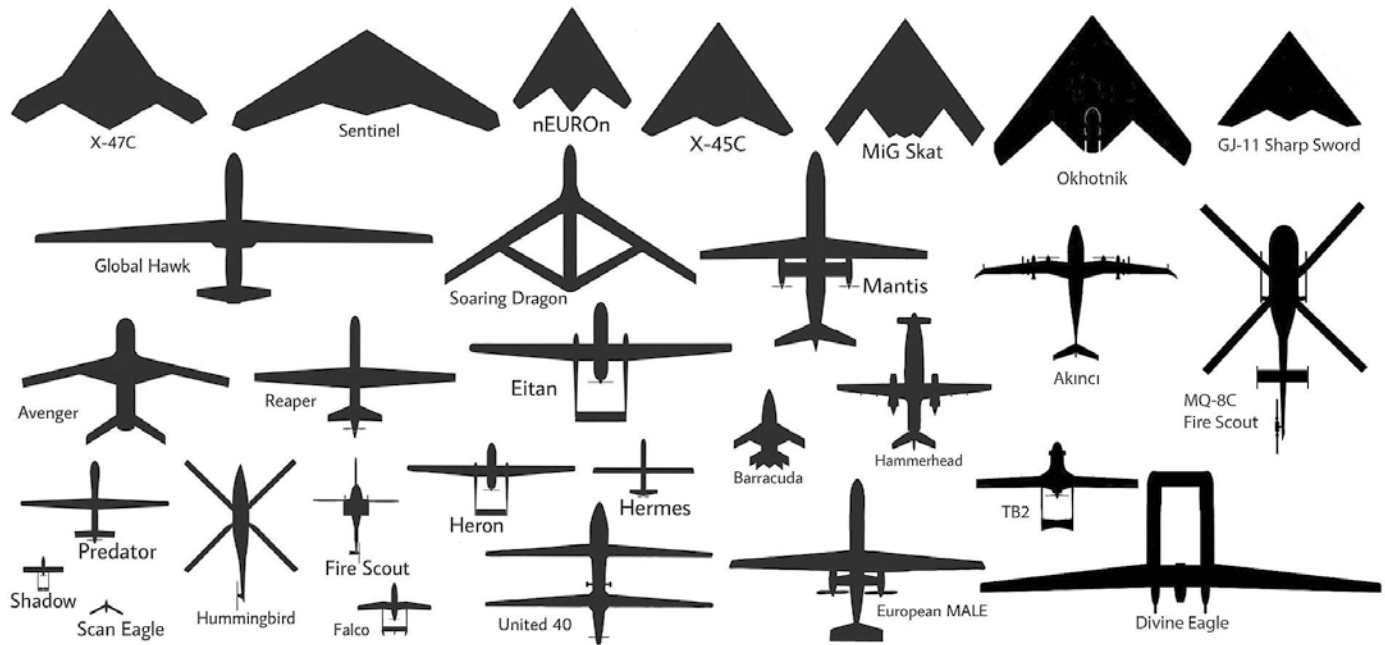
2. Комуникациони сателит

Ова врста сателита служи за управљање летелицом када не постоји директна веза или оптичка видљивост. Такође преноси податке заинтересованим субјектима.

3. Осматрани објекат дејства

4. Земаљска управљачка станица
5. Возило за одржавање везе земаља-сателит





ла, долет, висина лета, брзина, аутономија или типови погонских јединица и трошкови производње, важни су параметри дизајна који разликују поједине дроне и пружају полазне основе за начине класификације.

Величина дроне вероватно је један од најбољих и највидљивијих начина према којима можемо да их разликујемо. Могу да буду јако малих димензија, познати су као нанодроневи, па све до великих дроневи. Нанодроневи или дроневи јако малих величина дизајнирани су тако да врло лако оперишу у малим и неприступачним просторима. Изгледом подсећају на велике инсекте. Малог су радијуса дејства, до неколико километара и могу да остану у ваздуху неколико десетина минута. Њихове димензије су до 10 центиметара.

Дроневи средњих димензија теже и до 200 килограма и имају знатно већи радијус дејства. Распон крила може да им буде и до десет метара. Дроневи великих димензија већином се користе за војне намене и изгледом подсећају на мање ваздухоплове. Имају довољно снажне моторе и конструисани су тако да могу да носе употребљив корисни терет.

Палета савремених војних дроневи веома је широка, како по намени тако и по могућностима. Из тога произилазе и њихове димензије, масе и инсталирана опрема.

Сваки дрон има своје карактеристике које га чине другачијим од осталих. Та уникатност зависи од намене, могућности, компоненти, опреме и др.

С обзиром на изузетно брзо развој беспилотних летелица и свакодневну појаву бројних нових модела, постоји различите поделе, од којих су неке сложеније и детаљније, уврштавајући и категорије микро, пико и нанодроневи, као и минијатурне летелице које дејствују у саставу ројева. Највећи корисници, као што су америчке оружане снаге, деле их према максималној полетној маси, висини и брзини лета док је, рецимо, подела у домаћој ваздухопловној регулативи још једноставнија и подразумева четири категорије подељене по маси на полетању (до 0,9 kg, од 0,9 kg до 4 kg, од 4 kg до 25 kg и од 25 kg до 150 kg). Беспилотне ваздухоплове чија је максимална маса на полетању мања од 0,25 kg (под условом да њихова максимална брзина не прелази 19 m/s и да не могу да постигну кинетичку енергију већу од 80 J), као и оне са масом већом од 150 kg прописи не разматрају.

Међутим, ниједна постојећа подела не може да покрије све варијетете и појавне облике беспилотних летелица које се данас користе, због чега их треба посматрати условно. Брзо растућа технологија као и масовна продукција дроневи већ сада је онемогућила њихово прецизно евидентирање и сврставање.

Развој микроелектромеханичких подсистема знатно је убрзао производњу малог, функционалног навигационог хардвера (акцелерометри и пиезоелектрични жирокопи). Исто тако развој погонских технологија, односно складиштења потребне енергије убрзао је појаву најмањих категорија беспилотних летелица и њихову практичност и распрострањеност. Можемо их дефинисати као било коју беспилотну летелицу испод 30 килограма која лети на висинама између 150 и 300 метара, са издржљивошћу од око два сата рада. Тренутно су преовлађујући модели са роторима.

Тактичке беспилотне летелице укључују теже платформе које лете на већим висинама (од 3.000 до 8.000 метара). За разлику од микро и мини беспилотних летелица, које су се до



	Категорија	Мах. тежина у полетању (kg)	Плафон (m)	Аутономност (h)	Домет сигнала (km)	Задаци	Типични модели
Микро/ мини БПЛ	Микро	0,10	250	1	< 10	извиђање, АБХ узорковање, осматрање унутар објеката	Black Widow, Fancopter, Microstar, Microbat, Black Hornet
	Мини	< 30	150–300	< 2	< 10	комерцијално снимање, пољопривреда, мерења загађења, осматрање унутар објеката, комуникациони релеј и ЕД	Aladin, Raven, Pointer II, Spy' Ranger, BirdEye 650 „зала“, „лелека“ Orbiter II, ПД-1, „орлан-10“
Тактичке	Малог / блиског долета	150	3.000	2–4	10–30	извиђање, осматрање, означавање циљева, процена ефеката дејства, детекција МЕС, трагање и спасавање, ЕД	May-21 Observer, Phantom, Copter 4, Robo Copter 300
	Кратког долета	200	3.000	3–6	30–70		Firebird, Rave, GoldenEye 100, Flyrt, Neptune
	Средњег долета	150–500	3.000–5.000	6–10	70–200		Hunter B, Aerostar, Sniper, Falco, Eagle Eye, Alice, Shadow 200/400
	Великог долета	–	5.000	6–13	200–500	извиђање, осматрање, означавање циљева, процена ефеката дејства, комуникациони релеј, АБХ узорковање	Hunter, Vigilante 502
	Велике аутономије	500–1.500	5.000–8.000	12–24	> 500	извиђање, осматрање, означавање циљева, процена ефеката дејства, комуникациони релеј	Aerosonde, Vulture II, Shadow 600, Searcher II, Hermes 450/700
	Средња висина, велика аутономија	1.000–1.500	5.000–8.000	24–48	> 500	извиђање, осматрање, означавање циљева, процена ефеката дејства, комуникациони релеј, борбена дејства, АБХ узорковање	Bayraktar TB2, Heron, Hermes 900, MQ-1 Predator, Fotros, Orion, KUS-FS, Firebird, Shahed 129, Anka
Стратегијске	Велика висина и велика аутономија	2.500–12.500	15.000–20.000	24–48	> 2.000	Извиђање, осматрање, означавање циљева, процена ефеката дејства, ЕД	Global Hawk, Global Observer, Zephyr, Global Eye, Solar Eagle
Посебне намене	Лутајућа муниција	250	3.000–4.000	3–4	300	противрадарска, противоклопна, противвешадијска дејства	
	Мамци						

недавно углавном користиле за цивилне/комерцијалне апликације, тактичке беспилотне летелице првенствено имају војну примену. Ова група се често дели на шест поткатегија: блиског долета, кратког долета, средњег долета, дугог долета, велике аутономије и на посебно популарну категорију летелица великог долета које лете на средњим висинама (Medium Altitude Long Range – MALE). Недостатак сателитских комуникационих подсистема ограничава удаљености на којима беспилотне летелице блиског, кратког и средњег долета могу да дејствују. Главни разлог су димензије, тежина, доступност и посебно цена антена за ову врсту беспилотних летелица.

Беспилотне летелице великог домета, међутим, морају да користе напреднију технологију да би оствариле постављене задатке. Обично то значи укључивање сателитске везе или друге платформе која посредује као релеј, како би се превазишао проблем комуникације између



RQ-4 Global Hawk је стратегијска беспилотна летелица велике аутономије лета која може да остане у ваздуху дуже од 30 сати. Током једног дана сензорима може да осмотри територију већу од 100.000 квадратних километара.

земаљске станице и летелице изазван закривљеношћу земље.

Типичан представник, односно родоначелник MALE поткатегије је „предатор“ (MQ-1 Predator), који се појавио средином деведесетих година. Од извиђачке платформе с временом је прерастао у наоружану летелицу која носи

прецизно вођене ракете. Вођени филозофијом „предатора“ многе земље усмериле су сопствени развој у овом правцу, због чега се појавио већи број борбених беспилотних летелица, од који су најпознатији амерички MQ-1 Predator, MQ-9 Reaper, MQ-1C Gray Eagle, кинеска фамилија Wing Loong и Hongdu GJ-11, турски Anka и Bayraktar TB2, ирански Mohajer-6 и руски „орион“. Наоружане летелице MALE поткатегије тренутно су најтраженије због широког спектра задатака које могу да извршавају, без непотребног ризика за људство. Овакве, наоружане беспилотне летелице представљају мултифункционални систем који се може употребљавати за извиђање из ваздушног простора, прецизно одређивање координата уочених циљева на земљи, аутоматско праћење покретних



Сателитска антена и сет електрооптичких сензора летелице MQ-9 Reaper



циљева на земљи, обавештајну припрему бојишта, корекцију артиљеријске ватре, процену ефеката дејства, напад вођеним ракетама на циљеве на копну и мору те ласерско озрачивање циља ради дејства друге ласерски вођене муниције (бомби и ракета).

Стратегијске беспилотне летелице оперишу на већим висинама и карактеришу се већим долетом и издржљивошћу. Међутим, у овом случају имамо два опречна конструктивна приступа: са једне стране имамо RQ-4 Global Hawk са турбовентилаторском погонском групом и масама сличним млазним ловцима бомбардерима, док са друге стране имамо соларно покретане истраживачке летелице Pathfinder, Zephyr Electra, „лавочкин” Ла-252 и PHASA-35 које месецима могу да остану у ваздуху.

РЕВОЛУЦИЈА НА БОЈИШТУ

Премда доказане као употребљиво и ефикасно средство које може знатно да смањи људске губитке, развој беспилотних летелица се током осамдесетих и деведесетих година није одвијао очекиваном брзином. Иако су за обавештајно-извиђачке сврхе употребљене и у Заливском рату, те у сукобима у бившој СФРЈ, њихова примена није пресудно утицала на ток борбених дејстава на терену. Ипак, њихов развој је и даље текао, нарочито у Израелу где је заживело неколико нових категорија дронова. САД су, рецимо, као војнотехнолошки лидер у том периоду дизајнирале модел који је обележио крај деведесетих година и донео нову еру у извођењу дејстава из ваздушног простора. У питању је била поменута летелица „предатор” (MQ-1 Predator), која је своје ватрено крштење доживела на-

кон 11. септембра 2001. године. На базну извиђачку варијанту RQ-1 интегрисане су вођене ракете „хелфајер” (AGM-114 Hellfire), којима су ЦИА и америчко ваздухопловство ускоро почели да прогањају припаднике супротстављених муслиманских формација по забитима Авганистана, Либије, Сомалије, Пакистана и Јемена.

Пратећи њихова и израелска искуства, у развоју наоружаних беспилотних летелица често означаваних каоUCAV (unmanned combat aerial vehicle), упустиле су се и друге државе, нарочито Кина, Турска и Иран, а не само земље предводници у развоју војних технологија. Поменимо само неке разлоге: губитак јасне границе између цивилних и војних компоненти, нагли развој и минијатуризација компоненти и склопова, те њихова доступност на тржишту, као и доступност јефтиних и поузданих навигацијских и комуникационих система, нарочито утемељених на сателитској навигацији. Дакле, са једне стране постоји низ великих војних сила са јаким развојним и војноиндустријским капацитетима, које не придају наро-

чити значај озбиљном развоју беспилотних летелица, а са друге стране, одређене државе нешто нижих технолошких потенцијала у томе виде своју шансу. Очит пример је Турска, која се није либила да своју перјаницу, Bayraktar, употреби у свим сукобима и регионима где је пројектовала своје војнополитичке интересе. За почетак то су била дејства по курдским формацијама у Турској, Ираку и Сирији, а затим и по сиријским регуларним јединицама које, исцрпљене и ослабљене дугогодишњим сукобима, нису као некад поседовале импресиван ПВО систем. „Летећи караван” се потом преселио у Либију, где се у подршци сукобљених страна 2019. године десио један од првих окршаја између летелица Анка и Bayraktar и руског ПВО система „панцир”. Премда се претпоставља да су поменути „панцири” припадали првој, старијој генерацији ових система првобитно испоручених једној арапској држави, оборен је велики број „бајрактара”, али је уништено и неколико система „панцир”, што се касније приписало лошој обуци, неадекватном увезивању система,

Дронови мањих димензија данас су саставни део опреме и мањих тактичких састава. Поједини модели, изузев извиђачких задатака, могу да извршавају и ватрена дејства по положајима и средствима противника.



непоштовању борбених правила и занемаривању маскирања. Поједини руски стручњаци тада су покушали објективно да сагледају искуства, истичући комплексност борбе против дрона, њихов мали радарски одраз, засићење ПВО зоне налетом више ешелона са различитих висина и праваца, ефикасност дејства прецизним средствима са дистанце ван зоне уништења, те потребу за слојевитом ПВО заштитом.

Један од родоначелника савремених беспилотних летелица какве данас познајемо је и израелски „скаут“

Недуго потом, септембра 2019. године десио се још један веома индикативан догађај који је рефлекторе усмерио на дроне. Тада су јеменски Хути, дубоко унутар територије Саудијске Арабије, дронима (наводно иранске производње) извршили удар по кључним нафтним постројењима. У званичном обраћању саудијски представници навели су да је напад извршен са 18 беспилотних летелица и седам

крстарећих ракета, у два таласа. Прерада нафте у рафинерији Абкајк, која прерађује око пет одсто глобалних потреба, прекинута је, а само два дана касније цена нафте на светском тржишту скочила је за 20 одсто. Овај догађај показао је да би и мања милитантна група уз одређену количину експлозива, неколико ракетних мотора и лако доступних дрона могла да изазове стратегијске ефекте и немерљиву штету (више о овом у „Одбрани“ број 344).

Током дугогодишњег сукоба у Сирији дрони су такође били широко заступљени, без обзира на државну, војну или паравојну припадност. Поред употребе класичних, војних дрона, први пут су масовно употребљени комерцијални дрони малих димензија, импровизовани за борбену примену. Премда нису били од пресудног значаја за ток извођења борбених дејстава, њихова примена је бројним командантима на терену задавала главобољу. Главна руска ваздухопловна база на сиријском тлу „Хмеим“ неколико је пута била на удару, од којих се најболнији одиграо за нову 2018. годину, када је главну улогу одиграо рој импровизованих дрона напуњених експлозивом.

Међутим, сви претходно побројани случајеви остајали су у домену извесне мистерије, без јасних снимака или недвосмислених доказа. Званични извештаји били су недоречени и често политички усмерени и обојени, а о правим ефектима дејстава дрона се прећуткивало, поготово када је реалност била болна (неки пут и срамотна) и притом се косила са ликом и делом командујућих генерала, интересом крупног војноиндустријског капитала, који је и даље форсирао продају сложених и скувих борбених система који или нису носили профит





као дрoнови, или су једноставно били осетљиви на дејства дрoнова. У прилог томе ишла је и чињеница да снимци и докази у корист дрoнова нису били у енормној мери дистрибуирани кроз најутицајније друштвене мреже које би креирале јавну слику, поготово када се то дешавало на неким тачкама које нису биле интересантне најутицајнијим центрима медијске и политичке моћи. С друге стране, низ стручњака деценијама је упозоравао на потенцијалну револуцију на бојишту коју могу да донесу дрoнови (укључујући и ауторе часописа „Војска” и „Одбрана”), што је, по свему судећи, напoкон постало oчито јесени 2020. током последњег сукоба Јерменије и Азербејџана око Нагорњег Карабаха (више о овом у „Одбрани” број 342).

Суштински фактор који је обележио прву и oчигледно кључну фазу овог сукоба била је примена борбених беспилотних летелица, и то у много

већој мери него што се то могло и претпоставити. Интензитет и ефекти њихове употребе превазишли су сва очекивања, поготово што се радило о локалном сукобу две релативно мале државе и армије, које се не сврставају у ред технолошких лидера. Азербејџан је кроз дугогодишњи период и уз помоћ најбољих ментора из Турске и Израела креирао снажну вишеслојну флоту дрoнова различитих категорија и типова, укључујући и лутајућу муницију, тзв. дрoнове камиказе.

Активности беспилотних летелица биле су усклађене и добро координисане, чему је oчигледно претходила дугогодишња обука и припрема. Бројни снимци прецизних удара били су снажна подршка психолошко-пропагандним дејствима. Премда за стручну јавност ово нису били први снимци успешног дејства беспилотних летелица, запањујућа је била количина снимака на којима су

се систематски и координисано уништавале јерменске снаге и техника. Постојећи ПВО системи, као и средства за противелектронска дејства били су недовољни и недорасли. Ефикасна ПР кампања победника највише поена донела је индустрији борбених дрoнова. Порастао је број нових пројеката, наручиване су нове серије летелица и за свој примерак у арсеналу оружаних снага морало је да се стане у ред.

ПРЕСУДНИ ФАКТОР?

Уколико се до недавно и сматрало да су дрoнови само сегмент ваздушне моћи који допуњава класичну авијацију, овај однос се дефинитивно мења. Далеко су јефтинији од авиона и хеликоптера и притом се са њима не ризикује живот летача чија се обука мери у милионским износима. Минијатуризација и смањење производне цене, те доступност технологије сиромаш-

„Шехид-136” је лутајућа муниција односно камиказа-дрон, иранске производње. Испаљује се са земље у серијама, од пет навише, из лансираног носача монтираног на возилу. Ниским радарским одразом и малом висином лета представља главобољу за ПВО системе.



нијим корисницима допринеће даљој пролиферацији свих врста дрона. Најбогатији се, у међувремену, већ крећу у правцу развоја вештачке интелигенције која контролише ројеве минијатурних дрона који крстаре бојиштем, било урбаним или руралним.

Такође, већ сада поједини еминентни војни експерти предвиђају да је тренутна, пета генерација борбених авиона последња са људском посадом. Први модели борбених авиона без посаде, попут турског „кизилелме”, већ су у фази опитовања, а није далеко ни дан када ће носачи авиона пловити заједно са носачима дрона. Индустрија дрона, не само војних, постаје индустрија будућности која бележи изузетан раст са хиљадама нових радних места.

Европска комисија је крајем новембра протекле године донела нову стратегију примене дрона,

„Црни стршљен” је микро дрон који се лансира из руке. Његова декларисана маса је само 18 грама.



предвиђајући да ће европско тржиште само до 2030. године вредети безмало 15 милијарди евра, доносећи 145.000 нових радних места.

Глобална слика војног тржишта дрона калкулише далеко већим износима. Развојно истраживачки сегмент

је у пуном замаху, док војни мислиоци креирају нове стратегије са дронама као носиоцима главних улога на бојишту будућности. У међувремену дрона свакодневно демонстрирају снагу деструкције на различитим горућим тачкама планете. ▀

Један од главних праваца развоја дрона је могућност њихове масовне употребе у ројевима

