

КОНЦЕПЦИЯ ЗА ИЗГРАЖДАНЕ, ПОЛЗВАНЕ И РАЗВИТИЕ НА ФОРМАЦИИ ОТ БЕЗПИЛОТНИ ЛЕТАТЕЛНИ АПАРАТИ ЗА ВОЕННИ И ГРАЖДАНСКИ ДЕЙНОСТИ (ОПИСАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ)

Веселин Дзивев, Димитър Гинчев

CONCEPT FOR CREATING, USING AND DEVELOPING FORMATIONS OF UNMANNED AERIAL VEHICLES FOR MILITARY AND CIVIL ACTIVITIES (DESCRIPTION AND IMPLEMENTATION)

Vesselin Dzivev, Dimitar Ginchev

Резюме: Съвременната война е неразривно свързана с ползване на безпилотни летателни апарати (БЛА). Те притежават някои слаби места, които ги правят уязвими за въздействие от противника. В статията се предлага концепция за системи от БЛА, управлявани от изкуствен интелект (ИИ), които преодоляват недостатъците на самостоятелните БЛА, като същевременно не увеличават значително себестойността на отделния БЛА. Системата от БЛА реализира също множество допълнителни функционалности.

Ключови думи: Безпилотни летателни апарати, рояк от БЛА, Изкуствен интелект, създаване и ползване на система от БЛА

Summary: Modern warfare is inextricably linked to the use of UAVs. They possess some weak points that make them vulnerable to the influence of the adversary. The paper proposes a concept for an AI-controlled UAV system that overcomes the shortcomings of autonomous UAVs while not significantly increasing the cost of an individual UAV. The UAV system also implements many additional functionalities.

Keywords: unmanned aerial vehicles, UAV swarm, artificial intelligence, UAV system creation and use

УВОД

През по-голямата част от човешката история войната е представлявала повече или по-малко функционална институция, осигуряваща блага за онези от обществата, които са били добри във воденето ѝ, въпреки че цената ѝ в пари, човешки живот и страдания е била открай време значителна (Дайър, 2005). В днешно време стремежът на развитите държави е да минимизират загубата на

човешки живот и по възможност да ползват такива средства и методи за бойни действия, които ще причинят значителни икономически щети на противника със сравнително малко разходи от тяхна страна. Това се постига чрез въвеждане в арсенала на оръжия и помощни средства, създадени в резултат от прилагане на водещи научни и технологични разработки. Чрез тях оръжията стават по-точни, по-далекобойни, по-бързи, по-неоткриваеми и не на последно място по-автономни, позволяващи много от действията да се осъществяват без прякото участие на човек.

Един от основните компоненти на съвременната армия е военната авиация. Авиацията осигурява: транспорт, защита на въздушно пространство, нанасяне бомбени и ракетни удари по обекти на противника, разузнаване чрез набиране на информация за обекти и дейности на противника. Военната авиация обаче има няколко много съществени недостатъка:

1. Изключително скъпа - в някои страни за военно въздушните сили се отделя почти половината от военния бюджет на страните.

2. Освен че е скъпа, подготовката на персонала, който е свързан с военната авиация, е продължителна дейност и не може да се осъществява от набързо привлечени от цивилния сектор служители.

3. Авиацията и инфраструктурата, поддържаща авиацията, е много уязвима от въздействието на противника, което изисква изграждане на скъпо струващи системи за защита.

Могат да се посочат и други негативни страни на авиацията като компонент на отбраната на страната, но посочените по-горе могат да се обединят в една обща група фактори, а те са: изключително скъпи; изискващи усилия и подготовка за продължителен период от време и изискващи много високо квалифициран персонал. Колкото повече технологиите напредват, толкова повече тези фактори стават все по-значими. Съвременните технологии предоставят алтернатива на традиционната авиация. Това са безпилотните летателни апарати (БЛА). Тези средства до голяма степен могат да изземат някои от дейностите на авиацията, като същевременно не притежават недостатъците на традиционната авиация, посочени по-горе (Office of the Secretary of Defense, 2005).

Руско-Украинската война предоставя възможност да се наблюдава ползването на нови средства и технологии в провеждането на бойни действия. Тази война като се изключат по-качествените оръжия - танкове, самолети, артилерия, и др. не би се различавала съществено от Втората световна война с едно изключение – огромната информационна обезпеченост на двете воюващи страни. Това се постига с няколко нови елемента, ползвани при воденето на бойните действия:

Сателитно наблюдение в целия електромагнитен спектър – радиовълни, инфрачервен, видим, в областта на рентгеновите и гама лъчите.

Наблюдение с наземни средства за радио-електронно разузнаване, като в тази група трябва да се включат радарните комплекси на противовъздушна отбрана (ПВО) и радарите за антибатарейна борба.

Най-новите в тази война, изглежда и най-масовите средства, това са БЛА. В тази група се включват множество разновидности от безпилотни самолети и хеликоптери, квадрокоптери, хексакоптери, както и комбинирани апарати притежаващи способности да летят като самолети, но да излитат, кацат и увисват във въздуха.

По-важното качество на БЛА, е че те се ползват не само за събиране на информация, а и за множество други дейности. Те се ползват като бомбардировачи, изстребители, транспорт, за създаване на смущение на радари и комуникационни средства. Една от концепциите за съвременна война, че авиацията трябва да потисне максимално сухопътните сили на противника, за да може пехотата лесно да превземе противниковите позиции, почти не се ползва от страна на Украйна, поради липса на достатъчно количество бойни самолети, а Русия ги ползва твърде ограничено поради евентуална загуба на самолетите, заради голямата наситеност на територията на Украйна с ПВО средства от различно естество. Това довежда до частично компенсиране на недостига на авиация на бойното поле с БЛА. Ползването на БЛА довежда до развитие на средства за борба с тях: унищожаване със стрелково оръжие от различен клас, свалянето им с преносими зенитно-ракетни комплекси (ПЗРК), както и с по-мощни средства за ПВО. Ползват се също и средства за радиоелектронна борба (РЕБ). От икономическа гледна точка борбата с БЛА е много неизгодна – 1 БЛА струва 1-2 хил. долара, а 1 ПЗРК – 20-30 хил. долара.

Въпреки неизгодното от икономическа гледна точка унищожаване на БЛА, като цяло за тези средства може да се каже, че са силно уязвими и ежедневно се губят по няколко десетки от тях. С цел по-успешно ползване на БЛА се разработват системи от множество БЛА, които „работят“ в колаборация за изпълнение на сложни задачи. Тези системи от безпилотни летателни апарати (СБЛА) са популярни под названието рояк и след пускането им в действие, те изпълняват задачата си, като поддържат комуникация помежду си (Robotpark Academy, 2013; Bisht, 2023). Понятието „рояк“ се ползва и за други системи, например в медиите се коментира рояк от един самолет Су-57, който управлява няколко самолета Су-35 или няколко БЛА (Aviapro, 2020). Това не съответства на концепцията за рояк, а са по-скоро радиоуправляеми самолети от оператор в самолет или команден пункт във въздуха. За да се разграничат двете концепции за ползване на множество БЛА,

работещи в колаборация за нуждата на тази публикация ще ползваме две понятия: ято (*англ.* – flock), когато БЛА се управляват от оператор и рояк (*англ.* – swarm), когато системата самостоятелно изпълнява програма (мисия), предварително дефинирана и включена в софтуера на БЛА. Когато се има предвид и центъра за управление – СБЛА.

1. ОПИСАНИЕ НА ИДЕЯТА

Окончателната цел е създаване на система от безпилотни летателни апарати, оборудвана с изкуствен интелект (ИИ), която се ползва за контрол, комуникации, разузнаване и управление на военни и граждански дейности. Концепцията за изграждане, ползване и развитие на формации от БЛА включва следните идеи:

1. Създаване на БЛА, който има следните характеристики:

1.1. Конструкция с много високо аеродинамично качество, което да позволява престой във въздуха десетки часове и дни, без зареждане на гориво или енергийните източници; конструкцията трябва да позволява излитане на самолета с до около 500 кг, да има приблизително следните параметри: дължина до 10 м. ширина на фюзелажа до 2 м., размах на криле до 25 м., да има максимална скорост до около 150 км/ч, а минималната да е не повече от 50 км/ч, да има таван на полета не по-малко от 7000-8000 м.

1.2. Тялото на самолета и повечето модули в него са изработени от полимерни и композитни материали с ниска отразителна способност. Предвижда се модулите, от които е изграден самолета да могат да бъдат заменяни, добавяни или премахвани в рамките на минути.

1.3. Конструкцията на самолета да позволява оборудване с 1 или 2 двигателя едновременно като единият е турбовитлов, а другият електрически. Да позволява излитане с помощта на катапулт и приземяване с парашут.

1.4. Крилете и тялото да могат да се комплектуват с фотоволтаични клетки, за да осигуряват зареждане на батериите за електрическия двигател, когато се ползва такъв.

2. Оборудването към БЛА включва задължително:

2.1. Бордови компютър със софтуер, позволяващ пълно функционално управление на БЛА, без намеса на оператора; управление на всички модули, с които е съоръжен БЛА; обработка на постъпващата информация от датчиците и камерите, изпълняване на зададените от оператора стандартни мисии, които са заредени в паметта на компютъра.

2.2. Набор от камери и датчици за събиране на информация.

2.3. Лазерна система за комуникация между БЛА и с оператора на ятото.

2.4. Комуникационна система, служеща за връзка с оператора за комуникация между отделните БЛА в рояка, за обобщаване на събраната информация и препращане към базите данни на системата. Комуникационната система може да комбинира дейности между радиовълни и лазери, за да избягва РЕБ на противника или лошата видимост при лазерите.

3. Оборудване, което може да се включи към БЛА:

3.1. Оръжие, основно неуправляеми ракетни системи (НУРС) или някои управляеми ракети от различен клас срещу въздушни и наземни цели; бомби/мини за борба срещу жива сила, бронирана техника, морски съдове или отбранителни съоръжения; ударни дронове с малък обseg на действие, дронове-камикадзе и др.

3.2. Активни радарни или лазерни системи за осветяване на въздушни и наземни цели.

3.3. Специализирани камери с висока разделителна способност, камери в ИЧ диапазон и специализирани камери за нощно виждане.

3.4. Детектори за химическо и радиационно замърсяване, уреди за спектрален анализ на обекти на повърхността.

4. Софтуер и БД, обезпечаваци дейността на БЛА, включва:

4.1. изкуствен интелект, който трябва да осигурява автономност както на отделните БЛА, така и на рояка от БЛА като система. Под ИИ трябва да се има предвид няколко разновидности на софтуер. Експертни системи - системи изградени на базата на алгоритми, основани на стриктни правила при определен вход на данни. Такива системи могат да управляват БЛА при различни атмосферни условия и да подбира режим на поведение според задачата, която се изпълнява. Друга система това може да е система базирана на статистически данни от минали събития. На базата на такива данни може да се преценява вероятността за поразяване на цел при дадени обстоятелства и евентуално предприемане на действия, които да повишат вероятността за поразяване. Третата система, това е система, базирана на невронни мрежи (НМ). Този софтуер има няколко особености. На първо място неговото ефективно действие е зависимо от обема данни, на които е било проведено неговото обучение. Вероятно в началният етап на стартиране на СБЛА този софтуер ще бъде „неподготвен“ за своевременно отреагиране според конкретната ситуация, но с течение на времето ИИ базиран на НМ, ще става все по-прецизен и по-ефективен. Друг проблем с НМ, че се изискват огромен изчислителен капацитет на компютърна система (суперкомпютри, грид системи), докато се извършва първоначалното обучение. Вече обучена, системата може да функционира ефективно и на бордовите компютри на БЛА. Процесът на обучение не би трябвало никога да свършва и периодично централната система трябва да получава новите данни, получени от

БЛА. Системите базирани на НМ ще са основните при изпълняване на мисии на рояка от БЛА, защото чрез тях ще се разпознават образи, ще се идентифицират ситуации, ще се взема решение за адекватно реагиране на системата, дори и това да става при недостиг на информация.

4.2. БД за съхраняване на данните постъпващи от БЛА, а също и за захранване с информация на СБЛА при изпълняване на конкретни мисии. Данните, постъпващи в БД включват информация:

4.2.1. за състоянието на оборудването, включено в БЛА за конкретната обстановка на действие на БЛА – височина, скорост, координати, температура, влажност, атмосферно налягане, а също натоварване на БЛА, балансиране при различни модули ползване при различни режими на ползване на двигателите, качество на лазерната връзка в зависимост от атмосферните условия и др. Тази информация ще се ползва за оптимизиране на всички възможни режими на използване на БЛА при различни ситуации.

4.2.2. за обкръжаващата среда, при която оперират БЛА- релеф, обекти на повърхността - техни характеристики, характеристики и поведение на обекти във въздуха самолети – военни и граждански, хеликоптери, ракети – ПВО или с друго предназначение, птици, балони и др. за данните от специализираните датчици и оборудване – състав на химични вещества в атмосфера, резултати от радарно сканиране на повърхността и въздуха, специфични лъчения, осветеност в различен спектрален диапазон, излъчване на радиовълни – постоянни и периодични. БД ще съдържат и изображения от земната повърхност правени от камери с различна разделителна способност и в различен спектрален диапазон. (Едновременното заснемане с различни камери, ще позволи НМ да прави съответни „изводи“ за обстановката даже и когато БЛА разполага с изображение с ниско качество.).

4.3. Приложения от различно естество: за изчисляване позицията на обекти във въздуха и повърхността, чрез мултилатерация на данните постъпващи от различни БЛА, изчисляване на траекторията на движещи се обекти, точно прицелване с НУРС и при бомбометане, насочване на лазерни системи за целеуказване, насочване на радарни отразени сигнали с цел насочване на ракети на ПВО, насочване на радарни сигнали с цел смущения на противниковата ПВО, позициониране на различните БЛА с цел удобна позиция за въздействие на противника, както и за защита на БЛА от по-висок клас от поражения от противника и др.

5. Структура на СБЛА:

5.1. Център за обработка на данните и актуализиране на приложенията на центъра за управление на СБЛА и на софтуера на БЛА.

5.2. Център за управление на СБЛА.

5.3. Спомагателни стационарни или мобилни възли, разположени на сушата или във водата, входни точки за комуникация по интернет с цел дублиране и по-качествена и бърза комуникация.

5.4. Стационарни и мобилни екипи на земята и във въздуха за зареждане, ремонт и преоборудване на БЛА.

5.5. БЛА, които се обособяват в 3 основни класа и един допълнителен:

5.5.1. Клас 1: пренасящ ракети въздух-земя и управляеми бомби с голяма мощност, способни да унищожават тежка техника. Притежават и оборудване от по ниските класове.

5.5.2. Клас 2: носещ НУРС способен да унищожава въздушни и наземни цели. Притежаващ способности за РЕБ, да излъчва сигнал и да засича радарен сигнал с цел позициониране на въздушни и земни цели. Прецизни оптични и ИЧ камери за заснемане на наземни обекти и проследяване на въздушни цели. Притежават оборудване и от по ниските класове.

5.5.3. Клас 3. Оборудван е с бордови компютър и е в състояние да взема „самостоятелни решения“ за изпълнение на мисията, която изпълнява. Възможности за излъчване на сигнали, целящи смущение на противникови радари. Възможности за промяна на отражение на радарен сигнал, бърза безжична комуникация с другите БЛА и наземния оператор с възможности за преодоляване на средствата за РЕБ, както и качествена лазерна комуникация с всички БЛА от формацията. Камери във видима и ИЧ област за събиране на информация (с ниска цена) – обектите, които изискват по-подробно заснемане се прехвърлят към Клас 1 и 2.

5.5.4. Други: към други могат да се включат временни обекти, летящи в ятото с цел създаване на объркване на противникови радари и представяне като лъжливи цели пред самолети, хеликоптери и ракети. Това биха могли да са БЛА без всякакво оборудване освен двигател и радиоуправление, което се осъществява от някой от БЛА на рояка или надувни самолети, които да се пускат от отделните БЛА.

6. Структура на СБЛА.

Комуникациите, свързани със СБЛА, трябва да осигури връзка между:

- оператора и възлите, обслужващи СБЛА
- оператора и ятото от БЛА
- оператора и отделни БЛА
- между отделните БЛА
- БЛА с оператора и възли на системата

Комуникациите трябва да се поддържа непрекъснато, доколкото позволява обстановката не толкова, за да може ятото да получи полезна

информация, която да му помогне да преодолее проблемите, а за да може при критична ситуация, при която се стигне до загубване на БЛА, да се получи пълна картина за случилото се и тези данни да доведат до обхващане на критичната ситуация в обучението на НМ.

Възможните комуникации са лазери, радиовълни, инфрачервени лъчи, ултразвук и сателитна връзка.

6.1. Може да се ползват само лазери, с цел да се осигури радиотишина или когато се излъчва насочено бял шум към комуникациите на противника, с цел да заглушаване.

6.2. Инфрачервените лъчи се използва за комуникация на малки разстояния. Чрез такава връзка се поема контрол над БЛА от друг БЛА и изпълняване и синхронизиране на дейности, евакуиране на повреден БЛА, а също и по време на презареждане или смяна на модули във въздуха.

6.3. Ултразвук се ползва за обмяна на координати и друга важна информация с малък обем, когато роякът е в невъзможност да комуникира чрез лазери, поради ограничена видимост, а радиовълните са недостъпни поради средствата за РЕБ или нежелателни поради необходимост от запазване на радиотишина. Ултразвук се ползва и от сонари за откриване на позициите на БЛА и координиране на дейността им на близко разстояние.

6.4. Сателитната комуникация ще позволи значително да се увеличи зоната на действие, сигурността на канала, надеждността му и др.

Освен по въздуха, комуникационни възли за връзка на ятото с операторите ще може да се осъществява и чрез стационарни антени, а също и антени разположени на автомобили или други транспортни средства. Това ще позволи по-голям трафик на данните и по-голяма устойчивост на смущения.

7. Лазери в БЛА.

Като изключим водещите държави, които разработват пълнофункционални лазерни оръжия (самолетоносачът „Джералд Форд“ притежава лазери, способни да унищожат и ракети) (Larter, 2020), в повечето случаи лазерът във военното дело се ползва за детектор на сигнали, за измерване на разстояния, за предаване на информация, целеуказване и други подобни дейности.

При БЛА лазерите могат да се ползват за:

7.1. Предаването на информация което е неуязвимо от средствата за РЕБ, а също са неоткриваеми от системите за засичане на електронни комуникации.

7.2. Специфичното поглъщане в някои спектрални области може да открива множество замърсявания на атмосферата и повърхностните води.

7.3. Лазерни далекомери монтирани на няколко БЛА и работещи едновременно могат с голяма точност да определят параметрите на летящи обекти: самолети, хеликоптери, дронове, а също и на ракети и снаряди и да могат да насочват прецизно изстрелването на неуправляеми ракети, в посока, където ще се пресече траекторията с летателния апарат, а по отношение на ракети и снаряди да засичат траекторията и да подпомагат антибатарейната борба. Подпомагането на антибатарейната борба в много отношения ще се окаже по-успешно, поради това, че самите устройства няма да могат да бъдат унищожени от противника, който се насочва по радарното излъчване, но и ще може да засича изстрелите на артилерията на противника в началния етап на изстрелването и той да не разполага с време за изтегляне от мястото на стрелбата.

7.4. За насочване на ракети и снаряди към определени цели.

7.5. Лазери биха могли да дезактивират защитни модули, разположени на танкове и друга наземна техника, като облъчват техниката и симулират облъчването от лазерите, насочващи противотанкови оръжия. Това ще симулира фалшиви сигнали, които ще доведат до отказ от реакция от страна на целите при последващ реален обстрел.

7.6. На по-далечен етап от развитие на системата може да се осигури и ползване на бойни лазери, които не само да вършат посочените дейности, но и да унищожават обекти на противника. Разбира се, толкова високо енергиен лазер не би могло да се разположи на БЛА, но тези БЛА биха могли със система от огледала да насочват един или повече лазерни лъчи от източник, разположен на земята или от кораб.

2. РЕАЛИЗИРАНЕ И ВНЕДРЯВАНЕ НА СБЛА

През 50-те и 60-те години на ХХ век България произвежда собствени безмоторни самолети „Гълъб“ „Комета“, разузнавателни БЛА „Синигер“, „Лястовица“, а също и радиоуправляеми мишени. БЛА които ще се ползват от ятата/рояците в конструктивно отношение не се различават съществено от самолетите от това време. Какви ще са отличията: промяна на материалите, от които ще се произвежда самолета – предимно пластмаси и композитни материали с цел понижаване на възможността да бъдат лесно откриваеми и лесно атакувани. Освен това пластмасовата конструкция ще позволи значително понижаване на стойността, както на самите материали за производство, така и на технологията за производство. Друго изискване са двигателите – в началото трябва изцяло да се ползват налични двигатели на световния пазар, (НАТО и приятелски държави) като впоследствие се създаде собствена база за производство, съобразена

със спецификите на този вид самолети. Подобен трябва да бъде и подхода с изделията от механиката, хардуера, електрониката, хидравликата и пневматиката. Що се отнася до софтуера той още от началото трябва да бъде изключително нова разработка като се разработи не само управляващ софтуер, но и уникална ОС, която да обслужва специфични особености на сензори, комуникации, управление и оръжейни системи. Също така трябва да се разработи и уникална лазерна система (и софтуер за нея) за комуникация между отделните елементи на рояка. Тя трябва да бъде в основата за самоуправление на рояка, тъй като съобщенията в условията на провеждане на бойни действия неминуемо ще са под въздействието на активни радиосмущения от средствата за РЕБ. Оръжията на системата в началото могат да са стандартни НУРС, мини и бомби и др., а в последствие се разработят специфични за рояка ракетни системи, в това число и управляеми, които да повишат точността и ефективността на системата.

БЛА трябва да се изградят, имайки предвид следните концепции:

- да бъдат с високо аеродинамично качество, което да им позволи да летят с малък разход на гориво или даже в режим на свободно реене без ползване на двигател (ползвайки въздушна термика);

- да бъде с модулна конструкция, позволяваща комплектоване в много кратки срокове - по-малко от час на БЛА с различно предназначение;

- да бъдат евтини, което да позволи числено превъзходство във въздуха с минимални средства;

- да бъдат многофункционални;

- да могат да летят в автономен режим и в режим управлявани от оператор;

- да имат лазерна комуникация помежду си, което да предотврати въздействие на средствата за РЕБ;

- да имат софтуер на базата на ИИ, който да им позволява да решават различни задачи, без участие на оператор.

1. Разработването на СБЛА включва следните дейности:

1.1. Разработка на хардуера на системата, съобразявайки се с наличните до момента технологии, въоръжение и оборудване. Създаване на БЛА клас 3 с цел проверка на аеродинамическите му параметри, изследване на летателните качества, устойчивостта на разрушаване, товароносимост и тестване на различни двигатели и (електрически и турбовитлови), както и варианти с фотоволтаични елементи. На базата на получените резултати се създава БЛА клас 1 и 2 и проверка на различното оборудване, с което те са снабдени в реална летателна ситуация.

1.2. Тестване на хардуера в различни режими на работа, както на самостоятелни БЛА, така и в състояние на групов полет. Да се изследва и внедри система за автоматично управление на самолета в средата на възходяща термика на въздушните маси, така че да може ефективно да се ползват естествените „енергийни източници“ и спестява разход на гориво. Разработване на концепция за координиране на базата на различни източници на данни: ползване на GPS, инерциална навигационна система, акселерометри, лазерни устройства (далекомери), на визуален контрол от камери, обмяна на данни за локацията само от уредите на отделните БЛА и др.

1.3. Паралелно със създаването на хардуера на БЛА започва разработката на софтуера. Най-напред се създават БД съхраняващи всички резултати от тестовете на БЛА. Правят се тестове за събиране на всякакви данни от датчици, разположени на БЛА. Заснемане на територията с камери с високо качество, както и от евтини камери с ниско качество и обучение на софтуера, чрез наслагване на изображения от нискокачествени камери, да извлича информация съпоставима на висококачествена камера.

1.4. Тестване на БЛА с различни видове въоръжение, радарни системи, уреди за електронна борба, при различни атмосферни условия, ползване на двигателите при различно натоварване и др.

1.5. Анализирайки резултатите от тестването, се правят промени в хардуера на БЛА, като се прави разработки и производство на специализирано оборудване, в това число и въоръжение за БЛА.

1.6. Софтуерът, базиран на НМ се захранва с наличните данни и се извършва обучение на системата за управление. Тества се навигиране, работа на самостоятелен БЛА и на ятото/роякът като система в различни ситуации, провеждане на множество дейности за оптимизиране на управлението от НМ.

1.7. Набиране и обучение на персонал за поддържане, обслужване и развиване на СБЛА включва специалисти за:

- развиване на системите от ИИ и обучение на НМ с новопостъпили данни;
- поддържане, оптимизиране и развиване на БД;
- разработка на приложения, които да обслужват модулите на БЛА;
- управление на ятата от БЛА и задаване мисиите на рояците от БЛА;
- производство, обслужване и ремонтване на БЛА;
- разработване на специфични системи, датчици и въоръжение за БЛА;
- обучение на специалисти за всички изброени по-горе дейности;

– обучение на специалисти за единен център за наблюдение и анализ на информацията.

1.8. Създаване на производствена база за серийно производство на БЛА, на въоръжение и боеприпаси за тях.

1.9. Внедряване на системата в употреба, като в началния етап се ползва за събиране на данни от цялата достъпна територия, на която се предполага, че ще се използва за провеждане бойни действия с предполагаем противник.

1.10. Като следваща стъпка е преходът към самостоятелно производство на модули и компоненти или към широкодостъпни продукти, за да няма зависимости от доставчиците. Всички детайли, трябва да се стандартизират и усъвършенстват за по-нататъшно развитие на производството на БЛА.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Описаната система от БЛА обединява потенциала на много различни системи военна техника, като същевременно не изисква колосални средства за нейната реализация. Предлагат се евтини летателни апарати с модули, съдържащи различни видове оръжие и оборудване, които да бъдат комплектувани със софтуер, позволяващ СБЛА да изпълняват под управление на оператор или самостоятелно мисии от най-различно естество - от събиране на данни, включително и в гражданската сфера, до нанасяне на удари по противникови обекти, които имат висока степен на защита. Превъзходството на СБЛА пред останалите самостоятелни БЛА е в софтуера, базиран на изкуствен интелект, който позволява с *Изкуствен интелект* със сравнително евтино оборудване да се постигат значителни резултати. В случая, като се говори за евтино оборудване се има предвид ятото/роякът от БЛА, докато управлението се осъществява от мощна система от компютри, които реализират обучението и управлението на ИИ, намиращ се в софтуера на БЛА.

ЛИТЕРАТУРА:

- Дайър, Г. (2005). *Войната. Смъртоносната игра на човечеството*. София: Издателска къща „Кръгозор“. ISBN 954-771-118-0. // Dayar, G. (2005). *Voynata. Smartonosnata igra na chovechestvoto*. Sofiya: Izdatelska kashta “Kragozor”. ISBN 954-771-118-0.
- Aviapro. (2020, Юнь 28). *Рой Су-35 и Су-57: ВКС России провели уникальный эксперимент с экстренным поднятием в воздух самых мощных истребителей*. Avia.Pro. Retrieved August 23, 2023, from <https://avia.pro/news/roy-su-35-i-su-57-vks-rossii-proveli-unikalnyu-eksperiment-s-ekstrennym-podnyatiem-v-vozduh>

- Bisht, I. S. (2023, February 8). *Pentagon Plans Dynamic Drone Swarms to Penetrate Enemy Defenses*. The Defense Post. Retrieved August 23, 2023, from <https://www.thedefensepost.com/2023/02/08/pentagon-drone-swarms/>
- Larter, D. B. (2020, January 31). *With laser weapons coming, the US Navy's newest super carrier has space and power to spare*. Defense News. Retrieved August 23, 2023, from <https://www.defensenews.com/naval/2020/01/31/with-laser-weapons-coming-the-us-navys-newest-super-carrier-has-space-and-power-to-spare/>
- Office of the Secretary of Defense. (2005). *Unmanned Aircraft Systems (UAS) Roadmap, 2005-2030*. USA Department of Defense. Retrieved August 23, 2023, from https://irp.fas.org/program/collect/uav_roadmap2005.pdf
- Robotpark Academy. (2013, March 19). *SMAVNET Robots Create Communications Networks for Disaster Relief 31017*. Retrieved August 23, 2023, from <https://www.robotpark.com/academy/smavnet-robots-create-communications-networks-for-disaster-relief-31017/>