

БЕЗОПАСНИ, СИГУРНИ И ЕКОЛОГИЧНИ ОПЕРАЦИИ С ДРОНОВЕ

проф. д-р инж. Радостин Долчинков
Бургаски свободен университет

SAFE, SAFE AND ENVIRONMENTAL OPERATIONS WITH DRONS

Prof. Dr. Eng. Radostin Dolchinkov
Burgas Free University

Abstract: *The last decade has seen great interest from manufacturers and consumers in the development and application of unmanned aerial vehicles. The companies producing this type of aircraft systems are striving to improve the already put into operation unmanned aerial systems (UAVs) and develop new ones. They strive to develop this type of aircraft, providing their customers with a flexible and efficient way of working. High mobility, unlimited from time and place access to information is offered, and at the same time the functional parameters of BMA are constantly developed and improved.*

Key words: *unmanned aerial systems, remotely piloted aircraft (drones), iterative block cipher*

Обзор и сравнителен анализ на конкретни регламенти от съществуващите законодателства, обхващащи безопасната експлоатация на малки безпилотни въздухоплавателни средства.

БЛС са изградени от три основни компонента [1]:

- Безпилотен летателен апарат (БЛА), включващ корпус, задвижване (електромотори и витла) и бордова апаратура (бордови контролно-управляващ модул, комуникационен модул);
- Наземна станция за логистика и управление на полета, включваща главен компютър, както и интерфейси за комуникация с други приемащи летящия БЛА партньорски станции;
- Допълнително оборудване, което включва комуникационен модул за връзка с наземните станции и електронни модули и устройства, които да обезпечат изпълнението на различни функции и дейности, които БЛС може да изпълнява като цяло.

Тенденцията в настоящото развитие е увеличаване на гражданското приложение на БЛС. На този все още ранен етап то се нуждае от подходяща нормативна рамка, която да го регламентира. С тяхното развитие се увеличава и техническата сложност при инженерното изпълнение на системите и подсистемите им. Употребата им става все по-разнообразна, полезна и икономически изгодна. Начините на опериране с БЛС значително се увеличават по брой и разновидност, което прави БЛС един от най-бързо развиващите са клонове на индустрията за технологии. Към настоящия момент могат да се посочат множество задачи, чието изследване и решаване предполага използването на БЛС, като всяка от тях има оперативен или/и перманентен характер.



Съвременните изчислителни и комуникационни устройства спомагат за осъществяването и подобряването на функционалните параметри на системите за управление на БЛА по време на полет.

Инженерите, разработващи хардуер и софтуер гъвкаво се ориентират към нарастващите изисквания и нормативни ограничения. Изключително необходимо е започването на производството на комплексен и специализиран хардуер и софтуер. Затова голямо значение имат модулните системи и вече готовите хардуерни устройства и софтуерни програми. При софтуерните приложения се създават концептуално нови типове приложения, отговорни за задоволяване на потребностите за подобряване на функционалните параметри на системите за управление. БЛА могат да се наложат на пазара само и единствено ако успеят ефективно да завършат своята мисия. Винаги трябва да се поддържа безопасността по отношение на други въздухоплавателни средства, както и хора и имущество на земята. Потенциалното развитие на БЛС насочва към промяна на авиационната среда при условие, че съществува подходяща регулаторна рамка. Изключително важно е тази динамична индустрия да бъде подходящо регулирана по начин, който да гарантира, че БЛС се експлоатират сигурно и безопасно. Наложително е да се разработят лостове и механизми, които да гарантират обществената и националната сигурност, както и правата на собственост и неприкосновеност на живота на гражданите, засегнати от експлоатацията на БЛС. Понастоящем е напълно зрял моментът за разработване на технически средства за контрол и усъвършенстване на управлението на летателните апарати в унисон със законодателството за тяхното техническо състояние и нормите за безопасност на полета. Това се вижда от зачестилите инциденти и дори атентати с участието на БЛА.

Авиацията се нуждае от нормативна рамка, в която да постави надеждното използване на БЛС, изпълнена под формата на закони и правила, с които да се осъществява [2]:

- осигуряване на неприкосновеността на личния живот на всеки един гражданин и собствеността на земята;
- запазване на високите нива на безопасност по отношение на хора, други летателни системи и имущество;
- поддържане на безкомпромисно ниво на сигурност по отношението на използването на летателни апарати.

Като водещи в тази индустрия се очертават САЩ, затова е важно да се разгледа тяхното законодателство на съществуващите и готвените регулаторни рамки, както и тези на ЕС, чийто член е България. Интерес представляват и приетите регулаторни рамки в балканските държави и България. Те са много в по-широк аспект, но за настоящата дисертация са важни изискванията за безопасна експлоатация и сигурността на БЛС, както и придобиване на нови функционални характеристики на базата на техническите средства.

Представеният анализ и насоките за развитие на техническото обезпечаване са описани в статията „Анализ на законодателството и насоки за развитие на техническото обезпечаване на безпилотни летателни системи“ публикувана в XXVI Национална конференция с международно участие „Телеком 2018“.

Разработването на регулации, политики, процедури, насоки и изисквания за обучение, които да осигурят безопасни и ефективни операции с БЛА в националното въздушно пространство (НВП) на САЩ е основна дейност на Федерална авиационна администрация (ФАА).

През 2012 г. Конгресът приема Закона за модернизация и реформа на ФАА [4], с който се изисква да се разработи цялостен план за безопасно ускорено интегриране на граждански безпилотни въздухоплавателни системи в НВП. Дава се мандат на министъра на транспорта да определи дали операциите с БЛА, които представяват най-малък обществен риск и не са заплаха за националната сигурност, дали могат безопасно да се експлоатират в НВП и ако е така, да се установят изисквания за безопасното функциониране на тези ВС в НВП. През 2015 г. като част от продължаващите усилия за интегриране на операциите с БЛА в НВП и в съответствие със Закона за модернизация и реформа на ФАА, Раздел 333, ФАА публикува законодателно предложение за изменение на нейните регламенти с цел приемане на специфични правила за функционирането на малки БЛА в НВП. В последствие ФАА издава окончателно правило, като добавя Част 107 [5], която интегрира гражданските малки БЛА в НВП. Част 107 позволява операции с малки БЛА за много и различни цели, които не са за развлечение, без да изисква каквото и да е сертифициране. В допълнение, Част 107 се прилага също и за малки БЛА, използвани като хоби или развлечение, които не отговарят на критериите в Раздел 336 от Закона за модернизация и реформа на ФАА.

В Част 107 се разглежда авиационната безопасност в три ключови направления – персонал, оборудване и експлоатация. За тази цел Част 107 съдържа под-части, които се съсредоточават върху всеки от тези ключови аспекти на безопасността, специфични за малки БЛА.

В под-част А се разглеждат общите изисквания като обхваща на Част 107, определенията, използвани в частта, и докладването на събития.

В под-част В са дадени оперативни ограничения, отнасящи се за малки БЛА.

Анализ на нормативната рамка за експлоатация на БЛА в ЕС

Въпреки че ЕС изостава от САЩ по отношение на политическите инициативи относно БЛА, през март 2015 г. с Декларацията от Рига за дистанционно пилотирани ВС (дронове) „Определяне бъдещето на авиацията” [8] се потвърди важността от съвместни европейски действия. Развитието на пазара на гражданските БЛА има потенциала да насърчи заетостта и растежа в Европа, като в същото време експлоатацията на БЛА предизвиква опасения свързани с безопасността, сигурността и неприкосновеността на личния живот. Затова Европа се нуждае от правила, които да установяват баланс между насърчаването на услугите, извършвани с БЛА, и запазване на високите нива на безопасност, сигурност и неприкосновеност на личния живот, от които се ползват европейските граждани.

Европейската авиационна общност с Декларацията от Рига установи следните основни принципи:

- БЛА трябва да се третира като нов тип въздухоплавателни средства с пропорционални правила, основаващи се на риска от всяка операция.
- Необходимо е сега да се разработят правила на ЕС за безопасното предоставяне на услуги с БЛА.



- Трябва да бъдат разработени технологии и стандарти за пълната интеграция на БЛА в европейското въздушно пространство.
- Приемането от страна на обществеността е от ключово значение за разрастването на услугите с БЛА.
- Операторът на БЛА носи отговорност за неговото използване.

На 24 ноември 2016 г. във Варшава бе приета Варшавската декларация за безпилотни въздухоплавателни средства – „Дроновете като средство за работни места и нови бизнес възможности” [9]. Конференцията призова за редица добре координирани действия за разработване на екосистемата за БЛА в ЕС и за нейното осигуряване до 2019 г., основавайки се на ръководните принципи, указани в Декларацията от Рига.

Анализ на закони, касаещи експлоатацията на БЛС в балканските държави и България

Всяка една от балканските държави, съседки на България, включително и България в това число е поставила някои основни правила за използването на БЛС. Към настоящия момент те не са достатъчно съвършени и не са подготвени да посрещнат наплива от използването на БЛС през следващите години. По отношение на усъвършенстването им не се работи, понеже се очаква през тази година да бъдат приети два основни регламенти, с които ще бъде гарантирана, закономерността за използването на БЛС в ЕС, като проект под формата на „единно европейско небе“ или единна регулаторна рамка валидна за всички държави под юрисдикцията на ЕААБ.

Системи за контрол на полета и техническото състояние

Сензорна и софтуерна система за мониторинг на състоянието, работеща в реално време на борда на БЛА [25]

Системата се характеризира с това че управлява сензорите които следят състоянието на БЛА, както и едновременно проверява за изправността им. На база на техните резултати системата поддържа високо ниво на безопасност спрямо други летателни обекти във въздуха, както и имущество и хора на земята. Системата изпълнява различни задачи за откриване на неизправности, диагностика и възстановяване на БЛА.

Ливингстън 2 [26]

Ливингстън е софтуерна система с отворен достъп за изкуствен интелект разработена от НАСА. Първото и приложение е на борда на „Deep Space One” [27]. Използва се за диагностика за текущото състояние на БЛА, като се служи от набор на качествени модели и команди които сигнализируют за евентуално нужни ремонтни действия върху БЛА. Най-често се използва за диагностика и възстановяване на двигател на БЛА. Софтуерната система е в състояние да проследява множество хипотези за диагностика, както и да преразглежда диагностични решения правени в миналото. Поведенията са посочени с времева логика.

Вероятностни Бейс мрежи [28]

Бейс мрежите също са полезни за откриване на дефекти, диагностика и вземане на решения при БЛА, заради тяхната способност да извършват дълбоки разсъждения и да използват вероятностни модели. Вероятността от повреди, например, изразени

като средно време между повредата, може да бъде чисто интегрирана. Като се има предвид, че има редица инструменти за вероятностни разсъждения, които не са били широко използвани за управление на система, в някои части заради интензивните изчислителни и разсъждаващи алгоритми, бейс мрежите са приложими за тези цели но не винаги работят устойчиво и стигат до правилни изводи.

Паневропейската система „eCall” за навременна сигнализация на пътно-транспортно произшествие

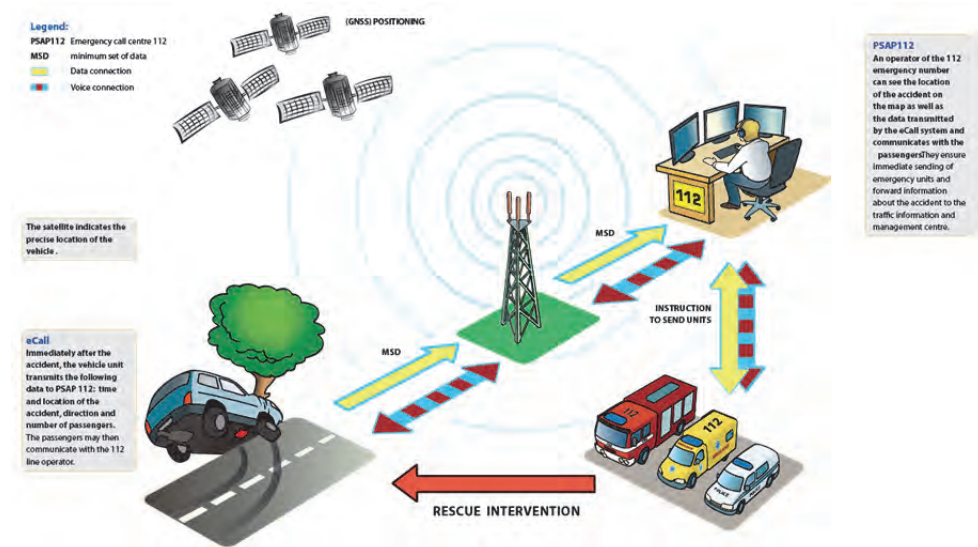
Световната здравна организация прогнозира, че нараняванията от катастрофи ще станат третата по тежест „болест“ в света до 2020 г. и петата по значимост причина за смърт до 2030 г. [29]. Предвид тази прогноза все по-широко приложение в практиката намират системи за навременно известяване на катастрофи, каквато е системата „eCall“.

Идеята за „eCall” датира от 2001 г. Тя се разработва и внедрява в рамките на ЕС по приключилите съответно през 2013 и 2014 г. проекти HeERO и HeERO2 [30, 31] и по текущия през 2017 г. проект I_HeERO [32].

Целта на системата „eCall” е да се съкрати времето за реакция на спасителните екипи при настъпване на пътни инциденти, с което да се намали броят на жертвите и степента на нараняванията. Системата е изградена от две части:

- InVehicle System (IVS) – устройства, вградени в автомобилите;
- Public Safety Answering Point (PSAP) – специализирана централа, вградена в националните системи Телефон 112, за всяка държава участничка от проектите HeERO.

На Фиг.1. е онагледена схемата на участниците и действието на системата „eCall”.



Фиг. 1. Участници и действие на системата “eCall”



Според стандартите на системата „eCall” [33], при настъпване на събитие (катастрофа), IVS устройството записва еднократно набор от параметри, които се кодират по специална схема в двоична поредица и чрез InBand модулация се изпращат по гласовия канал на 2G GSM мрежа. Данните се приемат от PSAP централата, където се демодулират, декодират и визуализират в операторския софтуер. След това гласовият канал се освобождава и се изгражда връзка между пътниците на автомобила и оператора в Национална служба Телефон 112. Настъпването на събитие се детектира инструментално от IVS устройството или се инициира ръчно чрез натискане на специален паник бутон.

Най-важният елемент на системата “eCall” е в инструменталното регистриране на събитията, изпращането на важна и точна информация. По този начин, чрез елиминирани на човешкия фактор, се адресират и решават два от най-големите проблеми при ПТП – навременното известяване и точното локализиране. Статистиката сочи, че с използването на „eCall” средното време за реакция на спасителните екипи намалява с до 50% за извънградски и с до 60% за градски условия [34].

На фона на нормалните спешни повиквания към Телефон 112, голяма част от които са фалшиви и/или злонамерени, инструментално засеченият пътен инцидент има много висока степен на достоверност. Затова в системата “eCall” при инициализирането на връзката с мобилния оператор в данните за повикването се включва, т.нар. „eCall”-флаг [35]. Той позволява да се разпознае и рутира с по-висок приоритет всяка автоматично иницирана „eCall” сесия. С тази си функция „eCall”-флагът играе важна роля в системата, тъй като позволява да се съкрати максимално времето за реакция на спасителните екипи. Още повече в ситуации, в които поради тежестта на инцидента никой от пътниците на автомобила не е в състояние да проведе разговор с оператора, приоритетът на обаждането чрез „eCall”-флага е ключово. Евентуално заета операторска линия означава, че има шанс да не се осъществи връзка, да не бъдат изпратени MSD данните, а в такава ситуация те биха били единствената информация, налична за спасителните екипи.

Като сравнително нова и все още развиваща се концепция, системата „eCall” има много възможности за усъвършенстване. С времето, когато системата навлезе масово в комерсиалните и лични автомобили и бъде тествана в реални условия в продължение на години, ще бъдат забелязани, както недостатъци, останали още от проектирането ѝ, така и възможности за развитие на допълнителни функции. Дори и преди това да стане възможно дефинирането на някои потенциално перспективни насоки за развитие, като усъвършенстване на метода за детектиране на катастрофа, добавянето на функции за превенция на инциденти и др.

Дефинициите за тригер за катастрофа и методите за детектиране, дадени в стандарта IEEE1616 и финалния доклад на проекта Veronica II могат успешно да бъдат приложени при IVS устройствата от системата “eCall”. Необходимо е само добавяне на инерциален модул, към вече наличния хардуер. В общия случай това няма да оскъпи устройството значително или да усложни процесът на изработката му. Може да се използват триосни акселерометри и жироскопи, изработени по MEMS технологията [36], чиято себестойност в общия случай е под \$5/чип. Вграждането на такива модули ще направи IVS напълно автономно устройство, независимо от автомобилната система, което ще позволи вграждането му в стари автомобили, без нуждата от връзка с еърбег сензорите.

Системи и методи за автоматично кацане на БЛА

Автоматичното кацане на БЛА е един от най-сложните етапи на полета и затова трябва да се обърне изключително внимание върху автоматизацията и надеждността на системите ръководещи този етап от полета. Автоматичното кацане е полезно и би заменило изцяло нуждите за присъствие на човешкия ресурс по време на полета т.е. намесата на пилот в най-трудния и най-рискован етап от изпълнението на полета на БЛА.

Патент US 8,630,755 B2, „Автоматизирана система за излитане и кацане“ [37]

Изобретението представя автоматизирана система за излитане и кацане, включваща летящ обект /дрон/ и площадка за излитане и кацане, при което летящият обект притежава на борда видео-камера, монтирана да работи в посока надолу от летящия обект, навигационни средства за придвижване на дрона и блок за управление и обработка на изображенията, придобити от устройството за заснемане на изображения и за управление на навигационните средства, където управляващият блок изчислява позиционната връзка между площадката за излитане и кацане и летящия обект, базирани на заснетото изображение на площадката, придобити от устройството за заснемане на изображения, и контролира операциите по излитане и кацане на летящия обект въз основа на резултата от изчислението.

Патент US 20120277934A1, „Целево инструментална система за насочване и автоматизирана система за излитане и кацане“. [38]

Системата за целево насочване при излитане и кацане, която се използва в автоматизираната система за излитане и кацане, включваща летателна площадка, съдържаща светлинно излъчващи елементи, толкова на брой колкото е нужно за изобразяване или показване на предварително запаметени шаблони /фигури/ и контролна единица за управление на излъчването от светло-излъчващи елементи, на площадката. Излъчващите светлина елементи са предвидени на площадката за излитане и кацане и са подредени така, че се оформя маркировка в формата на кръг с център на модела при всички включени светлини при кацане. Запаметени са различни модели /състояния/ оформящи фигури които направляват летящия обект при кацането. Също така има модели които алгоритмично да предават на дрона код с който да разпознава дали това е правилната площадка.

Патент US 2011 0166722A1, „Метод за измерване на височината“ [39]

Описано е устройството на дрон. Той включва сензор за измерване на разстоянието до земята /висотомер/, конфигуриран да осигурява информация за определяне на разстояние между дрона и движеща се основа. Дронът също така включва процесор, конфигуриран да контролира алгоритъм за проследяване на компютърната визияна система, базиран на разстоянието до площадката за кацане, и да контролира движението на летящия обект, базиран на алгоритъма за проследяване на компютърната визия. Описано е също превозно средство. Превозното средство включва сензор за измерване на разстоянието в дълбочина, конфигуриран да осигурява информация за определяне на разстоянието между дрон и превозното средство. Превозното средство също така включва процесор, конфигуриран да контролира алгоритъм за проследяване на компютърната визия, базиран на разстоянието и да изпраща информация за контролиране на движението на летящия обект въз основа на алгоритъма за проследяване на компютърната визия.



Патент US 10152059B2, „Системи и методи за кацане на дрона на движеща се площадка“ [40]

Предлага се апаратура и метод за измерване на височината, които могат да измерват височината на въздухоплавателно средство без да използват отделен висотомер. Устройството за измерване на височината може да включва камера, която да предоставя, при вертикално излитане и кацане (VTOL), изображения на маркировка под формата на кръг, образувана на земята, и изчислителна единица за изчисляване на височината на въздухоплавателното средство въз основа на събраните данни от изображението. Съответно апаратът за измерване на височината може да измерва височината, използвайки проста структура, като например кръговата маркировка, оформена на земята, която да бъде конфигурирана без да се използват много високи разходи за площадка за кацане.

Криптиране на информация и данни при експлоатацията на БЛС

Всяка комуникация в днешно време може да бъде подслушана, ако не се вземат мерки за нейната защита. Особено актуален е този проблем за комуникацията при управлението на БЛА. Те са уязвими на злонамерени атаки, като подслушване, манипулация, прихващане или опит за манипулиране на управлението им [41, 42]. Затова сигурността е едно от най-важните изисквания за безопасност на полета.

Data Encryption Standard (DES)

Data Encryption Standard е блоков алгоритъм за криптиране със симетрични ключове, избран през 1977 от Национален институт по стандарти и технологии на САЩ за криптиране на всички държавни документи [43]. DES е създаден от IBM и Национална агенция по сигурността първоначално за 64-битов входен текст, 64-битов изходен (криптиран) текст и ключ с дължина 56 бита и 8 бита за проверка по четност и се състои от 16 идентични стъпки (цикли). На всяка стъпка се използва по един 48 битов под-ключ.

Предимства на DES

- Сравнително опростена схема, лесна за програмна и хардуерна реализация [44];
- Неподатлив на статистически криптоанализ [45];
- Неподатлив на диференциален криптоанализ, поради големият брой на вътрешните цикли [46].

Недостатъци на DES

- Много малката дължина на основния ключ – реално се използва 56 битов ключ;
- Сравнително малък брой под-ключове.

Triple DES

Подобрена версия на DES алгоритъма [47]. Използва се същата схема за криптиране/декриптиране, като разликата е в това, че криптира-нето/декриптирането се извършва три пъти с три различни ключа, като се приема, че общата дължина на основния ключ е 192 бита. Този алгоритъм се използва и в наши дни, като е намерил приложение в редица програмни продукти.

Предимства на Triple DES

- Сравнително опростена схема, лесна за програмна и хардуерна реализация [48];
- Неподатлив на статистически криптоанализ;
- Неподатлив на диференциален криптоанализ, поради големият брой на вътрешните цикли;
- Неподатлив на атаки от вида „груба сила“ [49]

Недостатъци на Triple DES

- Сравнително по-ниско бързодействие, поради големия брой вътрешни операции [50].

IDEA (International Data Encryption Algorithm, (Интернационален алгоритъм за шифриране на данни)

Алгоритъмът IDEA [51] е разработен в Швейцария в гр. Цюрих от Джеймс Маси и Ксюджиа Лей (James L. Massey and Xuejia Lai) и е публикуван през 1990 г. При този алгоритъм дължината на блока на открития текст е 64 бита, а дължината на ключа е 128 бита. Схемата е съставена от 8 вътрешни цикъла (стъпки) и една функция за изходно преобразуване. На всяка стъпка се използват шест 16 битови подключа, а в изходното преобразуване – четири, така че общо се използват 52 подключа.

Предимства на IDEA

- Използването на голям брой подключове;
- Използването на 128 битов ключ.

Недостатъци на IDEA

- Малък брой вътрешни цикли [52];
- Липсата на нелинеен елемент във функцията за криптиране/декриптиране.

Advanced Encryption Standard (AES) (Подобрен стандарт за шифриране)

AES [53] е итерационен блоков шифър, който има архитектура „Квадрат”. Шифърът има променлива дължина на блоковете и различна дължина на ключовете. Дължината на ключа и дължината на блока могат да бъдат равни, независимо един от друг – 128, 192 или 256 бита. Дължината на шифриращият ключ определя броя на повторенията на криптирането, тоест броят трансформации, необходими за превръщането на входа, наречен „plaintext“ (просто текст), в изходния резултат, наречен „ciphertext” (шифрован текст).

За различните дължини на ключовете повторенията са:

- 10 цикъла за 128 битов ключ;
- 12 цикъла за 192 битов ключ;
- 14 цикъла за 256 битов ключ.

Всеки цикъл се състои от няколко последователни стъпки. Стъпките се изграждат от пет подобни една на друга процедури, като една от тях зависи от криптиращия ключ. Криптираното съдържание може да се трансформира в оригиналния текст, използвайки същият ключ, като се приложат набор от обратни стъпки.

Предимства на AES

- Висока скорост [54];
- Ниски изисквания към RAM паметта;
- Възможност за работа от 8 битови смарт карти до високо-производителни компютри.



Недостатъци на AES

- Недостатъчно сигурен при непълно използване на алгоритъма;
- Недостатъчно голям брой вътрешни цикли (при 10 цикъла).

Blowfish

Blowfish – това е симетричен 64-битов блоков алгоритъм, разработен от Брюс Шнайер (Bruce Schneier) [55]. При този алгоритъм, дължината на ключа може да варира от 32 до 448 бита (от 1 до 14, 32-битови „думи“). На базата на този ключ се генерират 18, 32-битови под ключа и четири S-матрици 8x32. Процесът на шифриране преминава през 16 цикъла, като всеки цикъл се осъществява с помощта на функцията за шифриране и един подключ с дължина 32 бита.

Предимства на Blowfish

- Високо бързодействие;
- Сложно преработване на ключа;
- Зависимост на S матрицата от ключа;
- Висока надеждност.

Недостатъци на Blowfish

- Необходимост от по-голямо количество памет [56];
- Невъзможност да се използва в смарт карти.

MAV Link

Протоколът за комуникация MAVLink [57] или комуникационен протокол за микро въздушни превозни средства е „point to point“ протокол за комуникация, който позволява на два субекта да обменят информация. Използва се за двупосочна комуникация между БЛА и наземната станция. MAVLink е а част от проекта DroneCode [58], управляван от Linux фондацията [59]. MAVLink съобщението се изпраща по комуникационния канал, след което се изписва съобщение за коригиране на грешки. Ако съобщението не съвпада, това означава, че съобщението е повредено и ще бъде отхвърлено.

eCLSC-TKEM (Certificateless Signcryption Tag Key Encapsulation Mechanism)

eCLSC-TKEM [60] или механизъм за капсулиране на ключове за удостоверяване на сертификат е протокол който осигурява работа при ограничените ресурси на интелигентните обекти и мобилността на БЛА. Това е защитен комуникационен протокол между БЛА и интелигентните обекти. За да се поддържат необходимите функции за сигурност, като удостоверено обменяне на ключове, отстраняване и отмяна на потребител / нарушител, се използва eCLSC-TKEM. eCLSC-TKEM намалява времето, необходимо за установяване на споделен ключ между БЛА и интелигентния обект, като минимизира изчислителните нужди на интелигентния обект. Също така протокола подобрява ефективността на БЛА чрез използване на двойни канали, което позволява на много смарт обекти едновременно да изпълняват eCLSC-TKEM.

Изводи

• Във всички държави се работи по създаване и усъвършенстване на нормативни документи, закони и правилници, които да гарантират неприкосновеността на личния живот, защитата на личните данни и сигурността на гражданите и да подготвят индустрията за предстоящия бум от използването на БЛА за различни цели.

- За разлика от реализацията на системата e-Call, в областта на БЛА все още няма разработена стратегия за регистрация и анализ на произшествия с БЛА и технически контрол на изпълнение на функционални задачи.
- Малко и сложни са разработките за автоматизация на една от най-важните функции, а именно автоматично кацане на площадка с габарити, съизмерими с тези на БЛА.
- Много малко информация има за специализирани методи и софтуер за защита на информационните канали за комуникация и управление на БЛА чрез криптиране, съобразено с ограничения изчислителен потенциал на бордовите микро-контролери.

Литература:

- [1] J. Schumann, O.J. Mengshoel, and T. Mbaya, „Integrated Software and Sensor Health Management for Small Spacecraft“, 2011 IEEE Fourth International Conference on Space Mission Challenges for Information Technology, pp. 77-84, 2011.
- [2] Public Law 112 - 95 - FAA Modernization and Reform Act of 2012, <https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/PLAW-112publ95/content-detail.html>, посетен на 10.09.2018
- [3] Part 107 – Small Unmanned Aircraft Systems, <https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-id.x?SID=e331c2fe611df1717386d29eee38b000&mc=true&node=pt14.2.107&rgn=div5> посетен на 10.09.2018
- [4] https://www.skybrary.aero/index.php/Classification_of_Airspace, посетен на 10.09.2018
- [5] Public Law 112 - 95 - FAA Modernization and Reform Act of 2012, <https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/PLAW-112publ95/content-detail.html>, посетен на 10.09.2018
- [6] Riga Declaration On Remotely Piloted Aircraft (Drones) „Framing The Future Of Aviation“, <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/modes/air/news/doc/2015-03-06-drones/2015-03-06-riga-declaration-drones.pdf>, посетен на 10.09.2018
- [7] Warsaw Declaration “Drones as a leverage for jobs and new business opportunities”, <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/drones-warsaw-declaration.pdf>, посетен на 10.09.2018
- [8] EASA, Introduction of a regulatory framework for the operation of unmanned aircraft, TE. RPRO.00036-003, p.18