

ТРЕНАЖОРИ ЗА ПОДГОТОВКА НА ОПЕРАТОРИ НА БЕЗПИЛОТНИ АВИАЦИОННИ КОМПЛЕКСИ - СЪСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВИ

Петър Гецов, Георги Сотиров, Зоя Хубенова, Константин Методиев

Институт за космически изследвания и технологии – Българска академия на науките
e-mail: director@space.bas.bg; gsotirov@space.bas.bg

Ключови думи: БЛА, тренажор, човек-оператор, обучение

Резюме: На научно-методологична основа е направен анализ на тренажорната подготовка на оператори в БЛК. Разгледана е ролята на компютърните тренажори при обучението и квалификацията на операторите. Предложена е програма и съответстващите форми за обучение за операторски състав на БЛА с оглед тяхната сертификация.

TRAINERS FOR OPERATOR'S PREPARATION OF UAV COMPLEXES – STATE AND PROSPECTS

Petar Getsov, Georgi Sotirov, Zoya Hrbenova, Konstantin Metodiev

Space Research and Technology Institute – Bulgarian Academy of Sciences
e-mail: director@space.bas.bg; gsotirov@space.bas.bg

Key words: UAV, simulator, human operator, training

Abstract: On scientific-methodological basis it is made analysis of training preparation of operators UAV complexes. There is observed position of computer trainers for preparation and increasing qualification of operators. It is proposed program and corresponding form of training for UAV operator' and their certification.

Въведение

В настояще време в България, както и по света, стремително се развива и прилага безпилотна техника от всякакъв вид и големина, като интерес към нея проявяват не само силовите ведомства, но и гражданския сектор в икономиката. Безпилотните летателни апарати (БЛА) със специален полезен товар са с широки възможности да бъдат използвани в различни области: разузнаване; наблюдение; откриване, опознаване и съпровождане на обекти (цели); доставка на товари; мониторинг и контрол на околната среда, помощ в спасителни операции, контрол на въздушното пространство и др.

Ролята на човека в осигуряване функционирането на безпилотните летателни комплекси (БЛК) е основна, включваща организация на процеса на планиране, подготовка и използване на системата за управление, оценка на резултатите и ефективността на БЛА. При това, интерфейсът "оператор БЛА-ЕИМ" в архитектурата на системата за управление се счита за главен. Изборът и сертификацията на такъв интерфейс, а също организацията на процеса за обучение по него на операторите е свързан с разработването на специални програми.

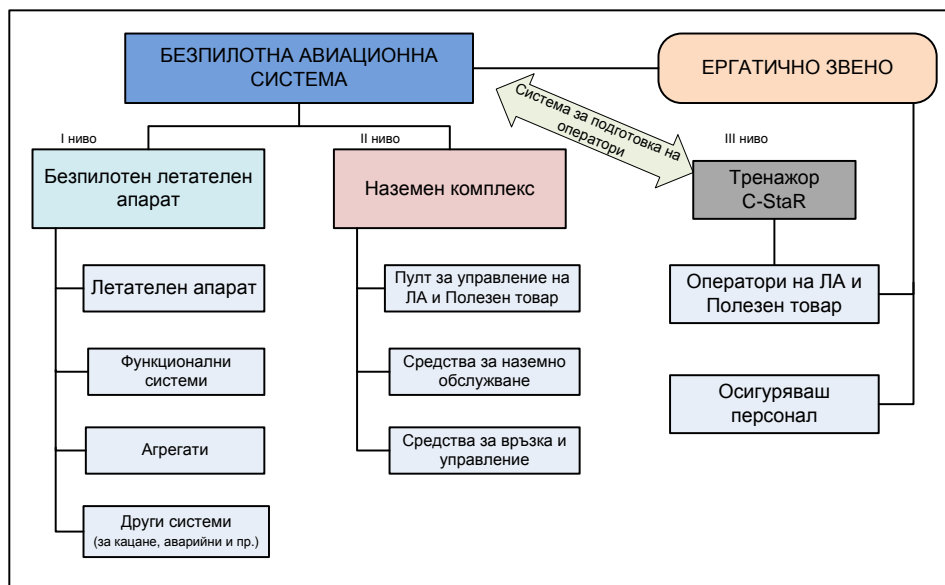
Независимо че дистанционно пилотираните летателни апарати (ДПЛА) по същество са малки, то те си остават въздухоплавателното средство. Основната задача на нормативните документи в авиацията са свързани с осигуряването и поддържането на безопасността. Приложено към ДПЛА това означава осигуряване на безопасност за всеки друг във въздушното пространство, а също и за хората и инфраструктурата на земята. Необходимо е да се знаят и оценяват опасностите и риска за всеки конкретен ДПЛА, което налага тяхната регистрация и сертификация. Така на преден план възниква въпроса, свързан с подготовката и

квалификацията на специалисти по тяхната експлоатация, което налага идеята за създаване на центрове и школи за подготовка на такива специалисти.

Ролята на Човешкия фактор при експлоатация на БЛК

Във връзка с осигуряването на безопасността на полетите в понятието „безпилотна авиационна система“ следва да се включват, изследват и оценяват и операторите на БЛА, обслужващия персонал, а също системата за подготовка на операторите.

С отчитане на системния подход структурата на безпилотната авиационна система може да се представи като йерархия от три нива (фиг.1): на най-ниското ниво са сложните технически системи с БПЛА, на второто – безпилотният авиационен комплекс (БАК), а на третото – техническото звено се обединява в ергатичното, включително тренажор за обучение [1,2]. Освен БПЛА, в състава на БАК влизат средствата за: връзка и управление, наземно обслужване, стартиране, кацане, спасяване, транспортиране и съхранение. Това представяне на структурата на безпилотната авиация позволява от единни позиции да се третираат различните понятия и съставлящите ги елементи, като се търси тяхната взаимовръзка.



Фиг. 1. Организационно-техническа система на БАС

Независимо, че тази техника е „безпилотна“, то влиянието на човешкия фактор остава негативното в повечето случаи на катастрофи с БЛА. Въобще взаимодействието "оператор - БПЛА" е различно за различните системи. При безпилотни системи с автоматичен полет по маршрут и кацане операторът само определя маршрута, като по време на полета не се намесва в управлението, а само контролира полета и да дава команда за аварийно кацане. За безпилотни системи с възможност за ръчно управление операторът може да изменя маршрута по време на полета и да извършва различни маневри, да излети и да каца. В първия случай безопасността зависи от надеждността на всички части на системата, а при втория се добавя и квалификацията на оператора.

Очевидно, че обучението и подготовката на персонала на БАС - пилота-оператор, оператора на полезния товар, обслужващите специалисти - могат съществено да повлияят на безопасността. Тава налага необходимостта от разработването на единни изисквания и програми за обучение на оператори, както и надеждни средства за обучение в зависимост от различните категории БЛА. Като основно средство за обучение се използват тренажори, които осигуряват индивидуална и колективна подготовка на операторите и подобряват квалификацията им в условия на сложна обстановка, различни ситуации/мисии и наличие или не на особени условия във въздушното пространство в зоната на действие.

Съвременния процес на обучение на тренажор се опира на понятието когнитивна образователна технология, свързана с целенасочено управление на когнитивните функции на обучаемия оператор-стажант: висши мозъчни функции, такива като памет, внимание, психомоторна координация, реч, мислене, ориентация, планиране и контрол на висшата психическа дейност. [3,4]. Когнитивната функция характеризира способността на човека към

възприятие и преработка на информацията, а също използването ѝ за координация на неговите действия.

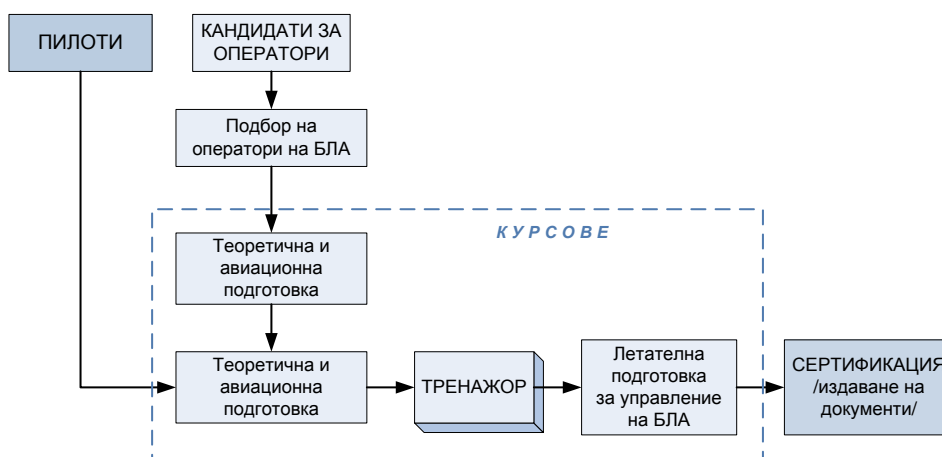
Тренажорите представляват модел на реални ергатични системи [5], предназначени за развиване на навици за управление на сложна техника. Тава обуславя нашите научни интереси, свързани фундаментални и приложни изследвания в областта на формализация, моделиране и подбор на човека-оператор и работата му в екстремни условия. Тя се основава на съвременното разбиране за анализ и моделиране на „Човекът като управляваща система“, която разглежда човека като сложна многомерна система. Такава система може да се анализира и формализира по различни структурни или функционални признаци, характеризиращи се със редица особености като: асинхронност на процесите и изчислителните процедури; възможност за различни режими на функциониране – обучение, умение и самообучение; възможност за работа с данни, знания и собствени модели; възможност за работа с информация от различен «тип» - сигнали, знаци, символи и on-line превключване и конвертиране от един в друг вид; сложна йерархично организирана система за управление с няколко структурни и функционални нива; фундаментална особеност на човека като управляваща система е наличието на ментален субективен модел в основната верига на управление. Тази структура е информационната среда, в която се формират динамични, алгоритмични модели на обектите на управление и закони на управлението.

Ефективността на ергатичната система в голяма степен зависи от индивидуалните когнитивни способности на ЧО при възприятие на информацията и естествено е, че всяка професия има свои изисквания към психофизиологическите параметри. Поради това в бъдеще е залегнало разработката на комплекс от тестови програми, предназначени за оценка на психофизиологическите параметри при възприемане на информацията от човека-оператор. Комплексът от програми, предназначен за оценка на когнитивните способности на оператора в състава на ергатичната система, е ориентиран за установяване фазите на устойчива работоспособност и нейната динамика в периода на работната смяна, както и установяването на влиянието на вида и формите на предявяваната информация на работоспособността му.

На съвременното ниво на провеждане на обучение на оператори в коментиранията сфера се налага необходимостта от достоверна оценка на действията на обучаващия се в хода на провежданите различни занятия.

Организация и професионална подготовка на оператори на БЛА

Организацията и професионална подготовка на оператори на БЛА включва провеждане на професионален подбор на кандидатите и организация на обучението и контрола на придобитите навици и знания на базата на тренажори и обучаващи системи.



Фиг. 2. Организационна структура на обучението

Програмата за обучение е съставна част от комплексната програма за подготовка на операторите, която е с акцент на практическата подготовка на кандидатите. При завършване на курса кандидатите трябва да имат изработени навици за бърза оценка на ситуацията, избор на стратегии за управление, вземане на оптимални решения в бързо променяща се среда. Формирането на тези качества и техническа култура предполага индивидуален подход към всеки участник.

Като цяло подготовката на операторите включва:

- овладяване на теоретични занятия;
- обучение и тренировки на тренажорен симулатор тип C-STAR SimLat;
- практически занятия с радиоуправляеми модели;
- практически занятия с БПЛА на полигон.

Организационната форма на обучение – слушане на теория в класно (10 човека); работа на тренажор 2x2 (4 човека) за две работни места с инструктор.

Теоретична част: лекции с лектор; предоставяне на учебник за самоподготовка
Минимални образователни изисквания : средно образование.

Обем на подготовката - 3 модула до 30 часа.

Форма на контрол – тестове и събеседване.

Учебната дисциплина включва курса “Основи на безпилотната техника”, който се състои от три модула и е подходящ за желаещи да се обучават като оператори на безпилотни летателни апарати, които нямат авиационно образование. Той има за цел да даде базови знания и е въведено преди обучението с инструктори на тренажори и в реални полети.

Предвидените модули са: Модул 1 - “Основи на аеродинамичния полет” дава знания за въздушната среда и взаимодействието ѝ с частите на летателния апарат; способите за получаване на аеродинамични сили и моменти за аеродинамично управление на самолети.

Модул 2 – “Конструктивни особености на безпилотните апарати” има за цел да въведе обучаемите в особеностите на конструкцията, компоновката със задвижващите системи, блоковете на електро- и радиоелектронни системи, наземните пултове за управление и стартиране, тяхната подготовка за полети.

Модул 3 – “Електрически и радиоелектронни системи” дава основни понятия за пропорционалното дистанционно управление, сервоуправлението (кормилни машини), многоканалното пропорционално управление, предавателите, приемниците, автопилотите, настройката и проверките за работа на каналите за управление и други практически препоръки за експлоатацията на устройствата за дистанционно управление, включително и нормативните разпоредби.

Като приложение се предлага: „Примерен проект по зададен двигател с вътрешно горене” и „Габаритно масово проектиране на безпилотен самолет”.

Тренажор

Симулаторът C-STAR на израелската фирма SimLat дава възможност за обучение на екипаж от оператор и пилот в реално време. Тренажорният комплекс C-STAR симулира полет на БЛА с висока точност и същевременно дава възможност на инструктор да изменя полетната задача и работата на бордовите системи (например авария на агрегат по време на полет). Тези възможности създават динамична среда за работа на екипажа. Тренажорът C-STAR може да се конфигурира за всяка летателна платформа, полезен товар или мисия [6].

Допълнителна възможност на тренажорния комплекс е индивидуално обучение за пилот или оператор на полезния товар. Инструкторът в случая изпълнява задачите на липсващия член на екипажа.

Споменатите конфигурации за обучение са от особена полза при формиране на работни навици в членовете на екипажа. Други предимства на тренажора са следните:

- Високо ефективни средства за обучение на относително ниска цена;
- Едновременно обучение на пилот и оператор на полезен товар в рамките на една полетна задача;
- Симулация с висока точност на динамиката и мисията на полета;
- Възможност за конфигуриране на тренажора за конкретни летателна платформа, полезен товар или полетна задача. Предвижда се обучение с checklist за изпълнение на процедури при нормални и извънредни ситуации.

Базовата конфигурация на тренажора се състои от една станция за инструктора и по една станция за обучаемите – пилот и оператор на полезен товар. Пилотът се обучава за управление на БЛА както в ръчен, така и в автоматичен режим, контрол на състоянието на планера и бордовите системи, изпълнение на полетната задача. Операторът на полезен товар се обучава в управление на EO/IR камера, идентификация и съпровождане на целите в проигравания сценарий. Симулаторът разполага с интерком за комуникация между инструктора и обучаемите.

Практическа подготовка

След успешно завършване на подготвителния курс на тренажора, в програмата за обучение се предвиждат практически занимания. Материалната част за занятията включва безпилотните самолети LHK-3M (Китай), [7], MaJa (Германия), [8], FireFly 6 (САЩ), [9] и Zephyr (САЩ), [10]. Компоновката на последните два самолета е летящо крило, като FireFly е с

наклонящи се ротори, позволяващи изпълнение на вертикално излитане и кацане. В цитираните източници са публикувани техническите данни за самолетите.

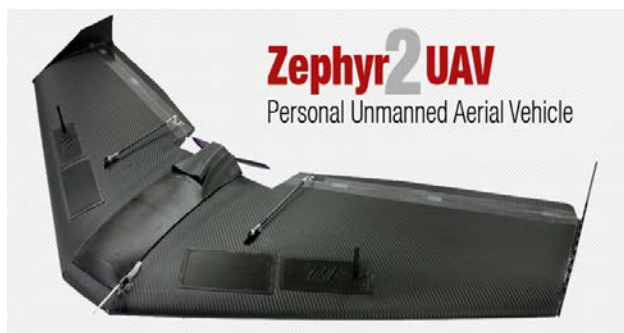
Самолет ЛНК–3М е оборудван с автопилот СТА3х (Русия), [11], позволяващ изпълнение на автономен полет по зададен маршрут. Автопилотът включва триосни акселерометър, скоростен жирокоп и магнитометър, GPS приемник, преобразувател на налягане за тръба на Пито. Допълнително има възможност да се добавят и датчици за височина (ултразвуков), ниво на гориво, ъгъл на атака/плъзгане, както и устройство за автоматичен запис на параметрите на полета. Телеметрия се предава на земята посредством модеми XTend–PKG 900 MHz, [12] по интерфейс RS–232.



БЛА - Маја



БЛА - ЛНК–3М



БЛА - Zephyr

Всички изброени самолети са снабдени с електрически двигатели с постоянна стъпка на витлата. Единственото изключение е самолет ЛНК–3М, на борда на който е инсталиран ДВГ DLE–60 (Китай), [13]. По същество обаче това не внася особености в техниката на пилотиране на самолета.

Полезният товар на БЛА Маја се състои от камера BOSCAM с жиро стабилизирана платформа, а полезният товар на БЛА – Зерфър включва:



Ricoh PX 16MP
жиро стабилизирана
цифрова камера



Подвижна
жиро стабилизирана камера



TetraCam ADC Micro
жиро стабилизирана
мултиспектрална камера

4. Проблемни въпроси, свързани със сертификацията на оператори в ДУЛС

Във връзка с масовото производство на БЛС в Европейския съюз и в България тече дискусия по разработването на нормативна и законодателна база, позволяваща да се използват БЛА в единното въздушно пространство [14,15]. Освен това все още не е създадена и нормативно-правова база за сертифициране на БЛА, свързана с безопасността, както и нормативи за подготовката на специалисти и оператори на ДПЛА.

В България вече се подготвят документи от нормативна рамка, свързана с изследванията, проектирането, производството и техническото обслужване на БЛА

Дискусиите относно регулирането протичат както в рамките на ИКАО, така и на европейско равнище, като важна роля играе обсъждането в рамките на JARUS (Joint Authorities for Rulemaking on Unmanned Systems – Съвместни органи за изготвяне на правила по отношение на безпилотните системи) – международна експертна група от национални органи на гражданското въздухоплаване и регионални органи за безопасност на въздухоплаването [16].

Становището на Европейската комисия е „Интегрирането на ДУЛС в европейската система за въздухоплаване следва да се основава на принципа за ненакърняване на безопасността. Експлоатацията на ДУЛС следва да показва равнище на безопасност, равностойно на това при пилотираните апарати.”

Бъдещите европейски и световни разпоредби за дистанционно управляемите летателни системи следва да обхващат въпросите, свързани с [17]:

- летателната годност;
- сертификационните спецификации;
- използването – за търговски и развлекателни цели;
- идентификацията на безпилотните летателни апарати на собствениците, операторите;
- одобряването на организациите за обучение на пилотите;
- обучението и лицензирането на пилотите;
- операциите;
- отговорността и застраховането;
- защитата на данните и на правото на неприкосновеност на личния живот;
- изпращане на предупреждения при навлизане в определена географска зона („geofencing“);
- забранени за полети зони.

Заклучение

Видно е, че професионалната подготовка на операторите на ДПЛА в зависимост от условията, при които се използват за граждански цели, могат да предизвикват рискове – понякога големи, както с евентуални жертви, така и да причиняват материални щети. Поради високата степен на автоматизация, не на последно място, пряката отговорност за управлението носи оператора на БЛА.

С оглед на изготвянето на оптимални правила за ползване е необходимо регулаторните органи и професионалните организации, отговарящи за ДУЛС съвместно да създадат законодателна рамка за професионалната подготовка на пилоти и оператори, които управляват летателни апарати от разстояние и тяхното лицензиране. Така ще се намали и неяснотата по отношение на застрахователните аспекти и въпросите за правната отговорност. Това очевидно налага създаването на нови или по – високи стандарти, приложими както по отношение на личната, така и по отношение на търговската им експлоатация.

Литература:

1. Getzov, P., Z. Hubenova, D. Yordanov, W. Popov, Modeling of the Human – Operator in a Complex System Functioning Under Extreme Conditions, Journal AEROSPACE RESEARCH IN BULGARIA, Bulgarian Academy of Sciences, Volume 25, p. 206-227
2. Беспилотные летательные аппараты». Справочник. 1998 год
3. Maslow, A, H. 1968. Toward a Psychology of Being. 2nd Edition. USA. D. Van. Nostrand Company Inc.
4. Noel Burch. "Learning a New Skill is Easier Said than Done." Gordon Training International
5. Wiener, E.L., & Nagel, D.C. (Eds). (1988). Human factors in aviation. California: Academic Press Inc, 1988

6. Full Crew Training Systems (C-STAR); <http://www.simlat.com/#!full-crew-solution/cnu3>
7. <http://www.lhk-rc.com/chanpinzhanshi/2015/0925/16.html>
8. http://bormatec.com/shop/product_info.php?language=en&products_id=3
9. <http://www.birdseyeview.aero/products/firefly6>
10. <http://www.marcusuav.com/zephyruav/>
11. http://www.ruav.ru/index.php?page=Products_Autopilots
12. <http://www.digi.com/products/xbee-rf-solutions/modems/xtend>
13. <http://www.dle-engines.com/dleg0060.html>
14. Policy Statement Airworthiness Certification of Unmanned Aircraft Systems (UAS), Doc E.Y013-01/25-08-2009
15. ICAO "Doc 9806 AN/763. Human factors guidelines for safety audits manual", (Montreal, Canada), 2002
16. Unmanned Aircraft Systems (UAS), Cir328 AN/190 ICAO, www.icao.int
17. Предложение за резолюция на европейския парламент относно безопасното използване в гражданската авиация на дистанционно управляеми летателни системи (RPAS).