

FTAXP 73.37.75.

https://doi.org/10.53364/24138614_2023_31_66¹Ж.К.Азаматова*¹ Дәулет Серікбаев атындағы ШҚТУ, Өскемен қ., Қазақстан*E-mail: zhanerkeaz@mail.ru

ӘУЕ ҚАҚТЫҒЫСЫНЫҢ АЛДЫН АЛАТЫН ЖӘНЕ БОЛДЫРМАЙТЫН ЖҮЙЕЛЕР

Аңдатпа. Бұл жұмыста ұшу қауіпсіздігін арттыру үшін біз әуе қақтығысының алдын алатын және болдырмайтын жүйелер TCAS II и TCAS 2000 функционалдық толықтырып, дамыту және оның одан әрі дамуын зерттеу.

Автоматтандыру және басқару, атап айтқанда, ұшу шиеленістердің алдын алу функциялары - қауіпсіздігі айтарлықтай өсуін қамтамасыз әуе және жер үсті жүйелерінің ең тиімді жолдарының бірі.

Бұл мақалада біз ұшу қауіпсіздігі мен тұрақтылығын қамтамасыз етеді, Қазақстан Республикасының лайықты жүйесінің азаматтық авиация пайдаланылуы болашақта TCAS II жүйесін салыстырғанда бізге TCAS 2000 артықшылықтарын анықтауға мүмкіндік беретін салыстырмалы талдау жүргізді.

Түйін сөздер: әуе қақтығысының алдын алатын және болдырмайтын жүйелер, автоматтандыру және басқару, ескерту аймағы, назар аймағы.

Кіріспе. Соқтығысты болдырмау жүйелерінің жабдықтары (CAS) қарапайым жақындық көрсеткіштерінен қазіргі заманғы күрделі автоматтандырылған басқару жүйелеріне дейін дамыды. Әуе кемелерін басқаруды автоматтандыру қажеттілігі басқару процестерінің өтпелілігіне және қазіргі заманғы әуе кемелеріндегі көптеген тапсырмаларды орындау кезінде ақпараттың үлкен көлеміне байланысты ұшқыштардың шешім қабылдауына уақыттың өткір жетіспеушілігінен туындады. Басқару функцияларын және, атап айтқанда, ұшу кезінде жанжалды жағдайларды болдырмау функцияларын автоматтандыру ұшу қауіпсіздігін айтарлықтай арттыруды қамтамасыз ететін борттық және жердегі авиациялық радиоэлектрондық жүйелерді дамытудың ең тиімді әдістерінің бірі болып табылады. Радиоэлектрониканың дамуымен 1960 жылдан бастап КСРО мен АҚШ-та, сондай-ақ әлемнің көптеген басқа дамыған елдерінде әуеде ұшақтар үшін соқтығысуды болдырмау жүйелерін (CAS) құру жұмыстары жүргізілді.

Әуе кемелерінің ауада соқтығысуы мәселесі авиацияның өзі сияқты ескі. Ауа мұхитының кеңдігіне қарамастан, ұшақтар әрқашан ауада тар болды. Бұл толып кету әсіресе реактивті авиацияның қарқынды дамуының басталуымен, азаматтық әуе флоты жеделдетілген қарқынмен дами бастаған кезде байқалды.

Қазір дүние жүзінің әуе кеңістігінің көптеген аймақтарында жай ғана нағыз пандемия бар. Жол қозғалысына қатысушылардың саны неғұрлым көп болса, олардың белгілі бір, бірдей жағымсыз сәтте жағымсыз кездесу ықтималдығы соғұрлым жоғары болатыны анық.

Әуедегі ұшақтардың соқтығысуы мәселесі сонау 50-ші жылдары байқала бастады. Жаппай өліммен аяқталатын ұшу апаттары орын ала бастағанда, ICAO (Халықаралық азаматтық авиация ұйымы) бұл мәселені мұқият қолға алды. Тұжырымдама, содан кейін әуедегі соқтығысты болдырмау жүйесінің (ACAS) халықаралық стандарттары әзірленді. [2]

Осы концепцияға сәйкес барлық әзірлемелердің ішінде ең көп қолданылатын жүйе TCAS (Traffic Alert and Collision Avoidance System). Сонымен қатар олардың модификациялары TCAS I, TCASII, TCASIII, TCAS-2000, Acrobat SPS, TCAS-II сияқты. және барлық ИКАО талаптарына сәйкес келеді. [1]

Азаматтық авиация көлік жүйесінің құрамдас бөлігі бола отырып, халық шаруашылығы мен халықтың әуе тасымалына қажеттіліктерін толық және уақтылы қанағаттандыру, жолаушылар мен жүк жөнелтушілерге қызмет көрсету сапасын арттыру жөніндегі мемлекеттік міндетті шешеді.

Қазақстанның көлік инфрақұрылымы туралы айта отырып, Қазақстан Республикасының Президенті Н.Ә. халыққа жолдауында ерекшеліктер мен шарттарды атап көрсетеді: «...Қазақстанның міндеті – отандық көлік-коммуникация кешенінің әлемдік нарықтағы бәсекеге қабілеттілігін қамтамасыз ету және территориямыз арқылы өтетін тауар айналымын арттыру. Бұл стратегия автомобиль өнеркәсібінің, туризмнің, сервистік жүйелердің ұлғаюына және отандық өнімнің өзіндік құнының көлік құрамдас бөлігінің төмендеуіне ықпал етеді».

Әуе көлігіне қойылатын нақты талаптар мен міндеттер:

- авиацияда тәртіпті қалпына келтіру және жоғары санатты әуе кемелерінің белгілі бір санын лизингке беру және сатып алу арқылы әуе кемелері паркін толықтыру;

- әуежайларды қайта құруды бастау, қызмет көрсету және қызмет көрсету деңгейін халықаралық стандарттар деңгейіне жеткізу;

- Қазақстан арқылы транзиттік авиакомпанияларды дамыту мақсатында әуе қозғалысын басқару жүйелерін қайта құру;

Көлік жүйелері мен кешендерінің функционалдық қауіпсіздігі туралы сұрақтар қазіргі уақытта өзекті болып қала береді. Осыған Қазақстан Республикасы Президентінің, Республика Үкіметінің бірқатар жарлықтары мен бағдарламалық шаралары мемлекеттік мақсатты бағдарламаларды, сондай-ақ

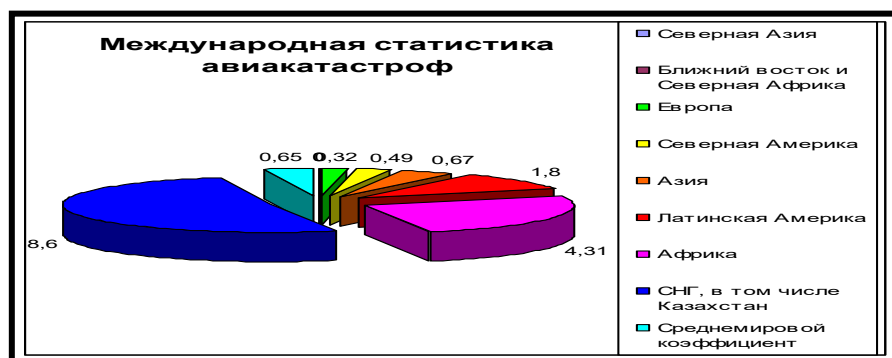
министрліктер мен ведомстволардың бағдарламаларын қабылдауға арналған. Әуе көлігіндегі қауіпсіздік мәселелері әсіресе сезімтал. Статистика көрсеткендей, авиациялық апаттар мен десанттық ұшақтармен болған апатты оқиғалардың алғышарттарының көпшілігі әуе қозғалысы тығындалған кемелер ұшып көтерілгеннен кейін және қону кезінде маневрлер жасайтын аэродромдық аймақтарда орын алады. Навигациялық қателер жай ғана қабылданбайды. Осыған байланысты, қысқа қашықтықтағы навигациялық жүйелердің аспаптық мүмкіндіктері айтарлықтай дәрежеде аэродромдық аймақтарда және әуеайлақтарының астындағы маршруттардағы әуе кемелерінің ұшу қауіпсіздігінің деңгейін анықтайды. Әуе қозғалысын және әуе көлігін басқарудың жалпы жүйесінде қысқа қашықтықтағы навигациялық жүйені дамыту және құру перспективаларының рөлі мен орнын мүмкіндігінше егжей-тегжейлі көрсету қажет.

Материалдар және зерттеу әдістері. Әуе апаттары адам технологиялық прогрестің арқасында ұшатын аппаратта алғаш рет әуеге көтерілген сәттен бастап орын ала бастады. Сонымен бірге, ғылым ұшатын машиналар – ұшақтарды жасауда да, ұшақтардың жерге құлау себептерін талдауда да үнемі жетілдіріліп, бір орында тұрған жоқ.

Қазіргі уақытта ұшақ апаттары тақырыбы өте өзекті болып, бұқаралық ақпарат құралдарында кеңінен талқылануда. Бұрынғыдай, ауа-райы жағдайлары, атап айтқанда, найзағай сияқты құбылыс ұшақтардың апатқа ұшырау себептерін бағалаудың іргелі факторлары болып табылады. Дүние жүзінің ғалымдары қоршаған ортаны жан-жақты егжей-тегжейлі зерттеудің маңыздылығы мен қажеттілігін, метеорологиялық факторларды талдаудың ұшу қауіпсіздігін қамтамасыз етуге әсерін, әсіресе жаһандық жылыну жағдайында мойындайды.

Соңғы онжылдықта әуе қатынасының айтарлықтай өскеніне қарамастан, әуе апаттарының саны да, оларда қаза тапқандар саны да азайып келеді. [5]

Авиациядағы жағдайды қарастырайық. Әлемнің әртүрлі елдеріндегі ұшақ апаттарының жиілігін талдау және апаттардың ықтимал себептерін анықтау қажет.



1 - сурет. Әуе апаттарының халықаралық статистикасы

Халықаралық әуе көлігі қауымдастығының (IATA) зерттеушілері бүкіл әлем бойынша ұшақ апаттарының себептеріне кең ауқымды зерттеулер жүргізіп, ұшақ апаттарының үш нақты, ең маңызды себебін анықтады. Бұл себептер: адам факторы (АТК қызметі және ұшқыш қателері) – 38%, қолайсыз ауа райы – 28%, адам факторы – 13% және техникалық ақаулар – 34% болды. Себептер біріктірілгендіктен, жалпы қателік деңгейі 100%-дан асады. Осылайша, қолайсыз ауа-райында ұшқыш басқаруды жоғалтып алды немесе қате шешім қабылдады. Себептер 2. Ұшақ апаттарының жиілігінің оларды тудыратын себептерге тәуелділігінің диаграммасы суретте көрсетілген.



2 - сурет. Ұшақ апаттарының себеп-салдарлық диаграммасы

Ұшақ апаттарының негізгі себептері адам қателігі, ауа райының қолайсыздығы және диспетчерлер мен ұшқыштар арасындағы түсініспеушілік болып саналады.

IATA зерттеушілері Еуропа мен Америкада жасалған ұшақтарға қатысты оқиғаларды ғана есепке алды. Ұшу қауіпсіздігінің көрсеткіштері бойынша ТМД елдері Африкадан да асып түсті, онда апаттың орташа көрсеткіші тура екі есе көп. Бұл екі елден бөлек, Латын Америкасы мен Азия-Тынық мұхиты аймағы әлемдік орташа деңгейден асып түсті. Қалған елдер әлемдік стандарттарға сай болды. Осылайша, IATA өз баяндамасында «кінәлі болғандардың» мысалы ретінде Солтүстік Африканы, Таяу Шығысты және Солтүстік Азияны келтірді, мұнда зерттеушілердің пікірінше, 2006 жылы бірде-бір құлау болмаған.

Бүгінгі күні бар соқтығысуды болдырмау жүйелері интеракторлар класына жатады және белсенді жауап беруі және жердегі және ғарыштық радиокомандалық байланыстары бар классикалық радиолокациялық жүйелер болып табылады.

Қазіргі уақытта отандық және шетелдік авиакомпаниялар АТР-ны жаңғырту және жетілдіру бойынша қарқынды жұмыс жүргізуде. АТР дамыту жолдарының бірі спутниктік навигациялық жүйелердің мәліметтерін әуе кемелерінің салыстырмалы орналасуы туралы ақпарат ретінде пайдалану болуы мүмкін. Әуе

кемелерінің координаттары туралы ақпаратты TCAS жүйесінің жауап сигналдарында қосымша деректер ретінде беруге болатыны анық.

Ұшу қауіпсіздігінің ағымдағы деңгейін қамтамасыз ету үшін АТР жүйелерінде әуе кемесінің координаталарын анықтауда жеткілікті аз қателер болуы керек.

Орташа алғанда, олар ұшу аймағы мен кезеңіне байланысты бірнеше метрден жүздеген метрге дейін өзгеруі мүмкін. Мұндай АТР құру кезінде ол үшін ақпараттың негізі дәлдігі көрсетілген талаптарға сәйкес келетін спутниктік радионавигациялық жүйелердің (SNS) навигациялық-уақыттық анықтамалары болуы мүмкін. Қауіпсіздік деңгейін неғұрлым қатаң шектеу АТР салыстырмалы навигация режимін енгізу арқылы жеңілдетілуі мүмкін. [4]

Бұл ретте, әуе кемесінің салыстырмалы орнын өлшеудегі қателер маневр жасайтын әуе кемесіне қатысты қайшылықты әуе кемесінің параметрлерін бағалау кезінде қарама-қайшы әуе кемесінің координаталарынан қорғалатын әуе кемесінің координаталары алынып тасталуына байланысты азаяды. және сол жүйелі қателер өтеледі.

Нәтижелері және оларды талқылау. TCAS II пайдалану тәжірибесін зерделеу негізінде АТР келесі буынына кіретін кабинадағы ауа жағдайының индикаторын жақсарту бойынша жұмыс жүргізілуде. Бұл дисплей ұшқыштарға бөлу жауапкершілігінің бір бөлігін ұшқыштарға ауыстыру үшін олардың бөлінуін басқаруға көбірек қатысуға мүмкіндік беруі керек.

Бұл ретте конфликттік жағдайларды шешу сияқты микро бақылау тапсырмалары әуе кемесінің бортында шешілетін болады, бұл белгілі бір дәрежеде диспетчерлерді босатады және оларға басқа мәселелерге, мысалы, әуе кемелерінің ағынын басқаруға көбірек уақыт бөлуге мүмкіндік береді.

Әйгілі Airbus компаниясы TCAS жүйесін экипаждың қатысуынсыз пайдалану мүмкіндігін зерттеп жатыр. Конфликті жоюды TCAS-тен алынған командалар бойынша автопилот жүзеге асырады деп болжануда. Мұндай жүйенің жұмысы қазірдің өзінде әлеуетті сатып алушыларға көрсетілуде, бірақ ол ұшуда әлі сынақтан өтпеген.

Қолмен басқару жағдайында жаңа жүйе ұшақты басқару процесіне кедергі келтірмейтіні атап өтілді. Сонымен қатар, Free Flight тұжырымдамасын жүзеге асыруда TCAS II қолдану технологиялары әзірленуде екенін қысқаша атап өткен жөн. Пилоттың ситуациялық кеңестерге (CA) және ұсынылған шешімдерге (PA) қалай әрекет ету керектігін үйренеді. [2]

TCAS 2000 әуе қозғалысының жетілдірілген барлауын қамтамасыз етеді және қызметі бойынша Жерге жақындау туралы ескерту жүйесі (GPWS) және Windshear Alerting System сияқты. Дегенмен, Windshear және GPWS ескертулері - осы тәртіпте - TCAS 2000 ескертулерінен басым болады.

TCAS 2000 ескертулері Windshear немесе GPWS ескертулері арқылы қайта анықталса, TCAS 2000 тек қозғалыс туралы ескерту режиміне өтеді және TCAS дыбыстық ескертулері уақытша өшіріледі.

TCAS 2000 жүйелерін әртүрлі конфигурациядағы ұшақтарға орнатуға болады. Конфигурациялар TCAS есептеу бірліктерінің санына, Mode-S транспондерлерінің санына және антенналардың саны мен түрлеріне байланысты өзгереді.

Бұл нұсқаулық негізгі жүйе конфигурациясындағы әрбір TCAS жүйесінің құрамдас бөлігінің негізгі жұмысын сипаттайды. Белгілі бір әуе кемесінде орнатылған TCAS 2000 жүйесінің конфигурациясы мен жұмысына қатысты қосымша ақпарат әуе кемесінің ресми ұшу нұсқаулығында берілген.

TCAS 2000 жүйесі әуе кемесінің айналасында «соқтығыс аймағы» деп аталатын белгілі бір аумақты жасайды. Бұл аймақтың өлшемдері ұшу биіктігіне байланысты өзгереді. TCAS 2000 бұл аумақты қашықтан да, биіктікте де жабылу жылдамдығына негізделген басқа ұшақтың басып кіруінен қорғайды.

TCAS 2000 жүйесі әуе кемесінің айналасындағы әуе кеңістігін үздіксіз бақылайды және басқа ұшақтардың транспондер сигналдарын бақылайды. Осы жауаптарды қадағалау арқылы бақылау деректері негізінде әрбір анықталған әуе кемесінің ұшу жолының болжамы жасалады.

Биіктік дабылын немесе басқа да биіктікті енгізу құрылғысын (ARINC 429) қосымша орнату және пайдалану арқылы әлеуетті қақтығыс жағдайларын болдырмау үшін жабдықталған әуе кемесінің қозғалысы үлкен дәлдікпен үйлестіріледі. Бұл жағдайда конфликтке қарсы кеңес (РА) әуе кемесі көрсетілген биіктікке жеткен сәтте «әуе кемесін көкжиекпен теңестіру» туралы жұмсартылған пәрменмен шектелмейді.

Жүйе жақындаудың ең жақын нүктесіне жабылу жылдамдығы мен ұшу уақытын есептеу үшін математикалық формуланы пайдаланады. Әуе кемелері арасындағы алшақтықты арттыратын қақтығысты жою жөніндегі ұсыныс траекториясының болжамы TCAS 2000 жабдықталған әуе кемесінің айналасындағы соқтығыс аймағына ену ықтималдығын көрсететін кез келген әуе кемесі үшін шығарылады.

Дәлірек айтқанда, TCAS 2000 жүйесі өз әуе кемесінің айналасында «Ескерту аймағы» және «Сақтандыру аймағы» деп аталатын екі көлемді әуе кеңістігін жасайды.

TCAS 2000 жүйесі уақытты есептеу принципі бойынша жұмыс істейді, яғни, басқаша айтқанда, белгілі бір уақытта қайшы келетін әуе кемелерінің траекторияларының өзара геометриясына, әуе ескертулеріне (ТА) және қақтығыс жағдайын жою бойынша ұсыныстарға қарамастан (РА) шамамен бір уақыт резервімен экипажға беріледі. Жүйе қарама-қайшы ұшақтың жабылу жылдамдығы мен салыстырмалы тірегі негізінде қарау аймағы мен ескерту аймағының өлшемін автоматты түрде реттейді. [2]

Жоғары зейін аймағының периметрі TCAS 2000 жүйесі бойынша есептелген соқтығыс аймағына қақтығысушы әуе кемесі басып кірген сәттен бастап ұшудың 20-48 секундында орналасқан. Ескерту аймағының периметрі соқтығысу

аймағына басып кірген сәттен бастап ұшудың 15-35 секундн құрайды. Ықтимал уақыт өзгерістері логикалық параметрлердің мәндеріне негізделген.

Егер ұшақ шынымен назар аударатын аймаққа кірсе, TCAS 2000 жүйесі оны қайшылықты ұшақ ретінде қабылдайды және әуе жағдайына ескерту береді. Бұл хабарлама экипажға осы әуе кемесін визуалды іздестіру мен сәйкестендіруді жүзеге асыруға көмектесетін қақтығысты әуе кемесінің қашықтығы мен салыстырмалы көтергіштігін көрсететін дауыстық ескертуден және көрнекі сигналдан тұрады.

Егер қайшылықты әуе кемесі ескерту аймағына кірсе, TCAS 2000 жүйесі түзетуші немесе алдын-алу мүмкіндігін беретін Resolution Recommendation (RA) шығарады.

Дисплейдегі кеңес немесе а) ұсынылған тік жылдамдықты көрсететін көтерілу немесе түсу ұсынысына өзгереді немесе б) экипажға ағымдағы тік жылдамдықты өзгертпеу туралы ескертуге өзгереді. Бұл ретте дауыстық команда беріледі.

TCAS II Құралмен ұшу ережелеріне сәйкес деңгейлік ұшуды бөлу стандарттарымен үйлесімді. Ұшу деңгейлері арасындағы стандартты алшақтық бұзылған кезде ғана ТА хабарламасы шығарылады. TCAS 2000 қысқартылған тік бөлу стандарттарымен (RVSM) үйлесімді, сондықтан FL 300-ден жоғары деңгейде ұшуды орындау кезінде TCAS II-ден сәл өзгеше жұмыс істейді.

- TCAS II: Тік аралығы FL 300-ден кемінде 1000 фут немесе FL 300-ден кемінде 2000 фут жоғары, TCAS қамту шегінде орналасқан ұшақтар ауадағы нысандарға жақындап келе жатқан қозғалыстар ретінде дисплейде КӨК белгімен көрсетіледі.

- TCAS 2000: Тік аралығы FL 420-ден кемінде 1 000 фут немесе FL 420-дан кемінде 2 000 фут биіктікте TCAS қамту шегінде орналасқан ұшақтар жақындап келе жатқан ұшақ қозғалысы ретінде дисплейде КӨК белгімен көрсетіледі.

Қорытынды. Америка Құрама Штаттарының Федералдық Авиация Әкімшілігі TCAS R деп белгіленген Соқтығысты болдырмау жүйесінің жұмысы үшін ең төменгі техникалық сипаттамалар жинағын әзірледі. Ол бұл жүйені Америка Құрама Штаттарының әуе кеңістігінде жұмыс істейтін кейбір әуе кемелерінде қолдануды міндеттеді. Бұл стандарттарды енді өз әуе кеңістігінде осы жүйені пайдалануға міндеттейтін басқа елдер қабылдап жатыр.

Honeywell TCAS II және TCAS 2000 деп аталатын екі TCAS II сәйкес соқтығысты болдырмау жүйесін әзірледі. Бұл нұсқаулық Honeywell жүйесінің екеуінің де жұмысын сипаттайды және өзгертілген кезде екі жүйе де FAA TCAS стандарттарына 7-өзгеріс талаптарына жауап береді. Honeywell компаниясының TCAS 2000 жүйесінде бірқатар жақсартылған өнімділік сипаттамалары бар. Бұл екі жүйенің екеуі де TSO C119b сәйкес АҚШ-тың Федералдық авиация әкімшілігімен мақұлданған.

Бұл нұсқаулық Honeywell әзірлеген TCAS II жүйелерінің де, TCAS II және TCAS 2000 жүйелерінің де жұмысын сипаттайды. Басқаша айтылмаған жағдайда, TCAS 2000-ге барлық сілтемелер TCAS II қамтиды.

TCAS 2000 АТС радиолокациялық транспондерлері үшін ICAO (Халықаралық азаматтық авиация ұйымы) стандарттарына сәйкес келеді. А, С және S үлгілері. ИКАО-ға мүше елдердегі халықаралық әуе бағыттарында орнатылған жерүсті әуе қозғалысын басқару радарлары әдетте ИКАО стандарттарына сәйкес келеді.

TCAS 2000 жүйесі жұмыс кезінде тек ICAO стандартына сәйкес келетін транспондерлерді басқаратын ұшақтарды ғана анықтай алады. ИКАО стандарттарына сәйкес келмейтін әуе кемелерін пайдаланатын транспондерлерді TCAS 2000 жүйесі анықтамайды. Кез келген әуе кеңістігінде ұшқан кезде әуе кемесінің экипажы үнемі әуе жағдайын мұқият қадағалап, дайындықта болуы керек. [3]

Бұл мақалада TCAS 2000 жүйесінің TCAS II жүйесімен салыстырғандағы артықшылықтарын анықтауға және болашақта Қазақстан Республикасының азаматтық авиациясында ұшу қауіпсіздігі мен жүйелілігін қамтамасыз ететін лайықты жүйелерді қолдануға мүмкіндік беретін салыстырмалы талдау берілген.

Ж.К.Азаматова

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ СТОЛКНОВЕНИЙ ВОЗДУШНОГО СУДНА

Аннотация. В данной работе исследуется бортовая система предупреждения столкновений (БСПС) и ее дальнейшее развитие в целях повышения безопасности полета за счет расширения функциональных возможностей системы TCAS II и TCAS 2000. Автоматизация функций управления и, в частности, функций предотвращения конфликтных ситуаций в полете – один из самых эффективных путей развития бортовых и наземных авиационных радиоэлектронных систем, обеспечивающий значительное повышение безопасности полетов. В данной статье проводится сравнительный анализ, которое дает возможность определить преимущества системы TCAS 2000 по сравнению системой TCAS II и в дальнейшем применять в гражданской авиации Республики Казахстан достойные системы, которые будут обеспечивать безопасность и регулярность полета.

Ключевые слова: бортовая система предупреждения столкновений (бспс), автоматизация функций управления, выдача только предупреждений о воздушной обстановке (traffic alert only), зона предупреждения (warning area) и зона повышенного внимания (caution area).

Zh.K.Azamatova

STUDY TRAFFIC ALERT AND COLLISION AVOIDANCE SYSTEM

Abstract. *In this paper we investigate the airborne collision avoidance system (ACAS) and its further development to enhance flight safety by expanding the functionality of the system TCAS II TCAS 2000. Automation and control functions and, in particular, the functions of preventing conflict situations in flight - one of the most effective ways of airborne and ground systems, avionics, providing a significant increase in safety. In this article, we conducted a comparative analysis, which allows us to determine the benefits of TCAS 2000 compared TCAS II system in the future be used in the civil aviation of the Republic of Kazakhstan decent system that will ensure the safety and regularity of flight.*

Key words: *Airborne Collision Avoidance System (ACAS), Automation of management functions, issue only warnings about the traffic situation (Traffic Alert Only), warning zone (Warning Area) and the zone of increased attention (Caution Area).*

Әдебиеттер тізімі

- 1 Предупреждение столкновений самолетов в воздухе (Электронный ресурс) <http://avia-simply.ru/sistema-tcas/> Система TCAS
2. <http://uaecis.com/files/els,ehs%20ukr.pdf> СПС-2000 (TCAS II) руководство по технической эксплуатации.
3. Глобальный аэронавигационный план применительно к системам CNS/ATM. Том. I: Эксплуатационная концепция и общие принципы планирования. - Монреаль, ИКАО, 2000.
4. <http://www.vniira-ovd.com/index.php/ru/produksiya/bortovoe-oborudovanie/qakrobat-1q> Вниира-овд [продукция](#) / [бортное оборудование](#) / акробат-1.
5. https://ru.wikipedia.org/wiki/Систем_предупреждения_столкновения_самолётов_в_воздухе.

References

1. <http://avia-simply.ru/sistema-tcas/>
2. <http://uaecis.com/files/els,ehs%20ukr.pdf> SPS-2000 (TSAS II) rukovodstvo po tekhnicheskoy ekspluatatsii.
3. Global'nyj aeronavigacionnyj plan primenitel'no k sistemam CNS/ATM. Tom. I: Ekspluatacionnaya koncepciya i obshis principy planirovaniya. - Monreal', IKAO, 2000.
4. <http://www.vniira-ovd.com/index.php/ru/produksiya/bortovoe-oborudovanie/qakrobat-1q> Vniira-ovd produkciya /bortovoe oborudovanie /akrobat-1.
5. https://ru.wikipedia.org/wiki/Sistema_preduprezhdeniya_stolknoveniya_samol_yotov_v_vozduhe.

Азаматова Ж.К.	МжПҚБМ, қауымдастырылған профессоры м.а., Дәулет Серікбаев атындағы ШҚТУ, Өскемен қ., Қазақстан республикасы. E-mail: zhanerkeaz@mail.ru
Азаматова Ж.К.	к.т.н., и.о. ассоциированного профессора «ШМиОПИ» ВКТУ им.Д.Серикбаева, Республика Казахстан E-mail: zhanerkeaz@mail.ru
Azamatova Zh.K.	EKTU named D. Serikbaev, associated professor school of metallurgy and mineral processing E-mail: zhanerkeaz@mail.ru