

**БІРІКТІРІЛГЕН МОДУЛЬДІК АВИОНИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРГЕ АРНАЛҒАН
ИНТЕРФЕЙСТІК-ЕСЕПТЕУ ПЛАТФОРМАСЫ****Сыздықбаев Қуаныш Серікұлы**

kuanysh.syzdykbayev@gmail.com

Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, «Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар» кафедрасының магистранты Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Ғылыми жетекші – И.А. Қанымғазиева

«Күрделі интерфейс арқылы өзара байланысқан LRU бірліктерінің федерациясы» архитектурасы бойынша салынған авионикалық жүйелердің кемшіліктері қарастырылады. Ішкі жүйелері ІМА платформаларында құрылған, өзара тәуелсіз және тек кірістері мен шығыстары арқылы өзара байланысқан авионикалық жүйелердің артықшылықтары көрсетілген.

Әуе кемелерінің борттық жабдықтарының ақауларға төзімді жүйелерін синтездеу мақсаты – әуе кемелерінің маңызды процестерін автоматтандыруға қабілетті және ұшуға жарамдылық нормаларының, ұшудың жүйелілігінің, борттық жабдықтың барлық стандарттарының талаптарына жауап беретін, авиациялық техниканы құру. Сонымен қатар оны техникалық пайдалану үшін ең аз шығындарды қамтамасыз ету.

Платформаларда іске асырылатын тәуелсіз, бірақ өзара байланысты функционалдық ішкі жүйелерден тұратын авионикалық кешендердің архитектурасының (аппараттық және бағдарламалық қосымшалары бар интерфейс-есептеу платформалары), дәстүрлі архитектураға қарағанда (күрделі интерфейс арқылы өзара байланысқан LRU бірнеше федерациясы) келесі артықшылықтары бар:

- бір интерфейс-есептеу платформасында өзара байланысты көптеген функцияларды біріктіру есебінен кешендердің жабдықтары ықшамырақ;

- аппараттық және функционалдық дербестік арқасында жобалау процесі тиімдірек болады;

- авиациялық жүйелердің пайдалану сипаттамалары жоғарырақ (техникалық жағдайды бақылау және ақаулар кезінде жұмысқа қабілеттілікті қалпына келтіру жеңілдетілген);

Америка Құрама Штаттарында жүргізілген осы бағыттағы зерттеулер интеграцияланған модульдік авионикалық жабдық (ІМА) тұжырымдамасы түрінде ресімделді. Осы тұжырымдаманың кеңінен қолданылуына байланысты RTCA компаниясы ІМА әзірлеу және қолдану, жобалауда нұсқаулық ретінде пайдалануға болатын құжатты бірлесіп әзірлеу үшін «Арнайы комитет 200 (SC-200) және EUROCAE» және «Жұмыс тобы 60 (WG-60)» құрды. Бұл құжатты әзірлеуге қатысушылардың қатарында үкіметтің, өндірістің және ғылыми ортаның өкілдері болды. Стандарттар жүйесінде әзірленген құжат DO-297 [1] болып анықталған. ІМА концепциясының мәні [2]-те анық көрсетілген.

Осыған байланысты бұл мақалада ІМА концепциясына сәйкес салынған авионикалық кешендерге арналған интерфейс-есептеу платформаларын синтездеудің негізгі принциптері келтірілген. Мұндай платформаның негізгі ерекшелігі – платформаның ақауларға төзімділігі жоғары болуы.

Алдағы тапсырма келесі талаптарға жауап беретін ІМА жүйесінің ішкі жүйелері үшін интерфейс-есептеу платформасының моделін сипаттау болып табылады:

1. Платформаның интерфейс-есептеу өнімділігі максималды болуы және элементтік базаның қол жеткізілген деңгейіне және есептеу және интерфейс-есептеу жабдықты синтездеу әдістеріне сәйкес болуы керек;

2. Платформа онда оған тәуелсіз, бірақ тек олардың кірістері мен шығыстары арқылы өзара байланысты, ІМА ішкі жүйелерін құруға мүмкіндік беруі керек. Ішкі жүйе оған аппараттық және бағдарламалық қосымшаларды қосу арқылы қалыптасады.

Платформаның сенімділігі мыналарды қамтамасыз етуі керек:

- платформада істен шығуы апатты жағдайға әкеп соқтыратын функцияларға дейін әртүрлі сынды ұшақтардың функцияларын жүзеге асыру мүмкіндігі [3];
- сыниліктің барлық санаттары үшін ұшулардың жүйелілігіне қойылатын талаптар [3];
- платформаны техникалық қызмет көрсетусіз реттеуаралық кезеңде (500-600 ұшу сағаты) пайдалану мүмкіндігі.

3. Платформаның салмағы мен жалпы сипаттамаларын, сондай-ақ оның құнын және оны техникалық пайдалану құнын барынша азайту керек.

IMA жүйесінің ұсынылатын архитектурасы. Әрбір платформада жүйеде ішкі жүйелер болса, кем дегенде бірдей жалпы фронталды кірістер мен шығыстар болуы керек.

«LRU бірліктерінің федерациясы» архитектурасы бойынша құрастырылған, күрделі интерфейстік қосылыстармен өзара байланыстырылған әуе кемелерінің заманауи авионикасын пайдаланудың әлемдік тәжірибесінен келесі типтік ішкі жүйелерді бөліп көрсетуге болады:

- биіктік пен жылдамдық параметрлерін өңдеу;
- әуе кемесінің ұшуы және навигациясы;
- ұшуды басқару;
- көп функциялы көрсеткіш құрылғылар бойынша ақпаратты көрсету;
- критикалық режимдер туралы ескертулер мен дабылдар;
- тәуелді бақылаулар;
- ұшақ ішіндегі және жердегі жүйелермен байланыс.

Бұл тізімнен көрініп тұрғандай, интерфейсті есептеу платформасында сыртқы интерфейстің кемінде сегіз кіріс және шығыс арналары болуы керек.

Ықтимал архитектураның артықшылығы жүйеаралық коммуникацияларды қамтамасыз ету үшін автономды желілік жабдықтың болмауы болады. Әрбір ішкі жүйеде артық интерфейс-есептеу жолдарын басқару үшін, локалды желіні қамтамасыз ететін және сыртқы интерфейстің жалпы шығыс арналарына жүктелген, ішкі жүйе тапсырмалары қолданбаларымен сенімді есептеу ресурсын шығаратын, коммутаторлар болуы керек. Барлық жүйе аралық коммуникациялар нүктеден нүктеге негізде жүзеге асырылуы керек.

Платформа ұшу қауіпсіздігінің әртүрлі санаттары бар функцияларды жүзеге асыратын, аппараттық және бағдарламалық құралдармен жұмыс істеуі үшін, платформа келесі опцияларда жұмыс істей алуы керек:

- Жолдардың төрт есе резервтелуі бар интерфейс-есептеу жүйесі (онда істен шығуы «төтенше жағдай» немесе «апаттық» ретінде санатталатын салдарға әкелуі мүмкін функцияларды орындау үшін)
- әрқайсысы екі реттен резервтелінген екі интерфейстік есептеу жүйесі (онда істен шығуы «қиын жағдай» ретінде санатталатын салдарға әкелуі мүмкін функцияларды орындау үшін);
- онда істен шығуы «ұшу жағдайын қиындату» ретінде санатталатын салдарға әкелуі мүмкін функцияларды орындау үшін арналған төрт интерфейстік-есептеу жүйесі (резервтеусіз).

Өте жоғары сенімділігі бар жүйелерді құру кезінде (ұшуға жарамдылық стандарттарына сәйкес, бұзылулары апатты жағдайға әкелетін функциялардың істен шығу жылдамдығы сағатына 10^{-9} істен шығудан аспауы керек) резервтік жүйелерді құру қажет болады. Іске асыру кезінде резервтеуді платформа элементтерінің қандай деңгейінде орындау керектігін анықтау қажет. Интерфейс-есептеу жүйелері болып табылатын платформалар үшін резервтеудің ұтымды элементі интерфейсті-есептеу жолы болып табылады.

Платформаның типтік интерфейс-есептеу жолы, әдетте, келесі үлкейтілген бөліктерден тұрады:

- ақпарат көздері компьютерлік жүйеге қосылатын төмен жиілікті интерфейс
- (көбінесе бұл ARINC-429 стандартты интерфейстері [4,5], CAN [5], ГОСТ 26765.51-86 [6], ГОСТ 26765.52-87 [7]);
- есептеуіш түйін, оның көмегімен ақпарат көздерінің ақпараты өңделеді; - жоғары жиілікті шығыс интерфейсі (AFDX, Fiber Chanel [8], SpaceWire).
- платформа шығысына жолдарды ауыстыру коммутаторы.

Ұшу кезеңінде бақыланбайтын істен шығу ықтималдығы ұшуға жарамдылық нормативінен, ал реттеуаралық кезеңде бақыланатын сәтсіздік ықтималдығы ұшу тұрақтылығының нормативінен аспауы керек. Ұсынылған жолдар мыналардан тұрады:

- қуатты көп ядролы фон Нейман, графикалық және сигналдық процессорлары, сондай-ақ операциялық және энерго-тәелсіз жады, ішкі интерфейсі және әуе кемесінің бортындағы барлық қажетті міндеттерді шешуді қамтамасыз ететін сервисі бар біртұтас есептеу блогы;
- ішкі төмен жиілікті интерфейсін (ARINC 429, CAN) кіріс және шығыс арналары, негізінен қолданбалы бағдарламалар үшін аппараттық қосылымдарды, сондай-ақ жүйеаралық коммуникациялар үшін сыртқы интерфейске ақпаратты шығару үшін қамтамасыз етуге арналған;
- жоғары жиілікті интерфейсдердің дуплексті арналары (AFDX (ARINC-664), Fiber Chanel (ARINC-818) және бірқатар мамандандырылған интерфейсдер);
- жоғары жиілікті интерфейс қосқыштары және төменгі жиілікті интерфейс шығысын біріктіретін модульдер, басқарудың резервтік операцияларын (негізінен платформа архитектурасын қайта конфигурациялау операциялары), сондай-ақ сыртқы интерфейске ақпаратты шығаруды қамтамасыз етеді.

Мұндай жолдар жүйесі реттеуаралық кезеңде маңызды функциялар мен, ұшу тұрақтылығына арналған ұшуға жарамдылық талаптарының, орындалуын қамтамасыз етуі тиіс.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Ақпараттық интеграцияланған модульдік авиациялық нұсқаулық. Әзірлеуге арналған нұсқаулық және сертификаттау мәселелері RTCA/DO-297, Вашингтон, Ақпараттық интеграцияланған модульдік авиациялық нұсқаулық. Әзірлеуге арналған нұсқаулық және сертификаттау мәселелері RTCA/DO-297, Вашингтон. 2018, 52-78 бет.

2. Буц, Біріктірілген модульдік авионика – қателерге төзімді жүйелерге тікелей жол. Daimler Chrysler Aerospace Airbus Kreetslag 10, D-21129, Гамбург, 2005, 38-96 бет.

3. Көлік санатындағы әуе кемелерінің ұшуға жарамдылық стандарттары (АП-25). Мәскеу. 1993, 102-153 бет.

4. ARINC 429 «Цифрлық ақпаратты беру жүйесі. 33 тип», 1977, 43-74 бет.

5. Жоба 1 ARINC-825 «борттық тағайындалудағы тексерушілер үшін локалды жүйе шинасын сұрау хаттамасын жалпы тексеру», AERONAUTICAL RADIO Корпорациясы, INC 2551 Riva Road, Аннаполис, Мэриленд 21401-7435 АҚШ, 2007, 32-65 бет.

6. Электрондық модульдер жүйесінің негізгі параллель MPI интерфейсі. Ақпарат алмасу ережелерінің жиынтығына қойылатын жалпы талаптар. ГОСТ 26765. Мәскеу, Стандарттар баспасы, 1986, 51-86 бет.

7. Электрондық модульдер жүйесінің негізгі сериялық интерфейсі. Жалпы талаптар. ГОСТ 26765. Мәскеу, Стандарттар баспасы, 1988, 52-87 бет.

8. Подобедов Д.В. «SpaceWire интерфейсі», СКБ КП ИКИ РАН, ECSS-E-50-12 Space Engineering негізінде дайындалған, SpaceWire: SERIAL POINT-TO-POINT LINKS DRAFT ISSUE C (Таруса қ.). 2006, 15-27 бет.

9. Б.В. Гнеденко, Ю.К. Беляев, А.Д.Соловьев «Сенімділік теориясындағы математикалық әдістер», Мәскеу, «Наука», 1965, 23-79 бет.