

MULTIPURPOSE UNMANNED AERIAL VEHICLE DESIGN**DAUDZMĒRĶU BEZPILOTA LIDAPARĀTA
PROJEKTĒŠANA**

Alexander Urbach, *RTU prof., Dr.Hab.Sc.ing.*
Riga Technical University, Institute of Vehicles Technologies
Address: Kalku street 1, Riga LV-1658, Latvia
E-mail: Aleksandrs.Urbahs@rtu.lv

Vladimir Petrov, *researcher*
Riga Technical University,
Institute of Vehicles Technologies
Address: Kalku street 1, Riga LV-1658, Latvia
E-mail: mpmail@inbox.lv

Konstantin Savkov, *researcher, Mag.Sc.ing.*
Riga Technical University, Institute of Vehicles Technologies
Address: Kalku street 1, Riga LV-1658, Latvia
E-mail: Konstantins.Savkovs@rtu.lv

Alexander Jakovlev, *student*
Riga Technical University, Institute of Vehicles Technologies
Address: Kalku street 1, Riga LV-1658, Latvia

Vladimir Bulanov, *engineer*
Riga Technical University, Institute of Vehicles Technologies
Address: Kalku street 1, Riga LV-1658, Latvia

Atslēgas vārdi: bezpilotu lidaparāts, vides monitorings, mūsdienu navigācijas sistēmas un sakaru līdzekļus

1. Problēmas aktualitāte

Bezpilotu lidaparātu (BLA) (unmanned aerial vehicle – UAV) priekšrocības novērošanas un izlūkošanas gaisa uzdevumu veikšanā ir acīmredzamas. Pie šiem uzdevumiem var pieskaitīt, piemēram, ekoloģisko apkārtējās vides monitoringu, lauksaimniecības apgabalu un

meža masīvu stāvokļa kontroli, video novērošanas ieviešanu un kustīgu un nekustīgu objektu koordināšu noteikšanu, patrulēšanu pa noteiktu maršrutu utt.

Galvenās prasības, izstrādājot BLA, izņemot iespēju vadīt to nesaistes režīmā (bez pilota), ir tā kompakts (nelieli izmēri), daudzfunkcionalitāte un ekoloģiskā drošība.

Lai BLA vadītu nesaistes režīmā, tam jābūt aprīkotam, piemēram, ar speciālu radiovadīšanas sistēmu, apvienotu ar GPS moduli.

BLA daudzfunkcionalitāte paredz dažāda veida uzdevumu izpildīšanu, tāpēc kā lietderīgu slodzi tam jātransportē, piemēram, telekameru, digitālo sakaru aparātūru un GPS uztvērējs. Pie tam iegūtajai informācijai jābūt nodotai On-Line režīmā, kā arī jābūt ierakstītai elektronu nesējā. Ārpus vizuālās redzamības zonas BLA jāpāriet automātiskā lidojuma režīmā ar kontroli pēc GPS sistēmas.

Ar šāda veida ierobežojumiem īpašas grūtības sagādā projektēšanas uzdevums un „mikro” klases BLA reālās konstrukcijas izveidošana (ar masu līdz 5 kg).

Svarīga problēma ir arī BLA konstrukcijas „ekoloģiskās drošības” radīšana. Šis aspekts paredz, pirmkārt, neizmantojot piedziņu kā dzinēja iekšējo sadedzi. Tas ļautu izslēgt gan kaitīgos sadegšanas produktu izdalījumus, kā arī atbrīvotu no trokšņa, kas rodas dzinēja darbības laikā. Perspektīvs virziens šajā sakarā ir piedziņas izmantošana, piemēram, bezkolektora elektrodzinēja veidā.

Bez tam uzprojektētajam BLA jāatšķiras ar augsti tehnoloģisku konstrukciju, drošību, augstiem lidošanas - tehniskajiem un ekspluatācijas rādītājiem.

BLA projektēšana un radīšana, kas atbilst norādītajām prasībām, ir aktuāls, tajā pašā laikā arī sarežģīts zinātniski praktisks uzdevums.

2. Galvenās prasības, kuras uzstāda projektējamam BLA

Šī pētījuma pamatuzdevums bija BLA konstrukcijas izveide, kas atbilst sekojošām galvenajām prasībām:

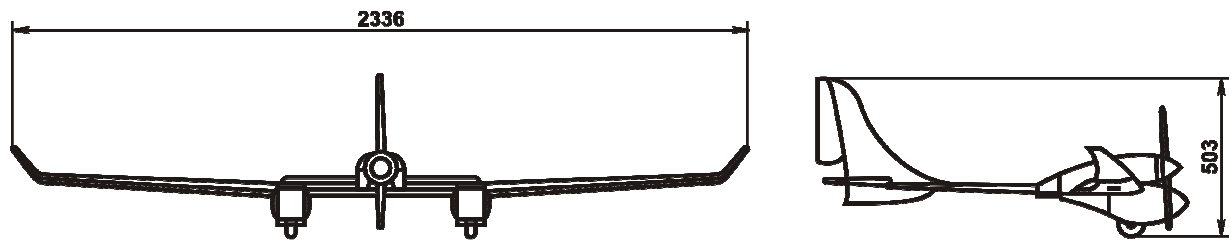
- spēja veikt apkārtējās vides monitoringu;
- stratēģisko un dabas apsargājamo objektu apsardzes funkcijas veikšana;
- iespēja precīzi noteikt mērķa atrašanās vietu;
- patrulēšanas funkcijas veikšana nacionālo bruņoto spēku un policijas uzdevumu risināšanai;
- meteoroloģisko pētījumu veikšana u.t.t.

Projektējot tajā skaitā tika ņemta vērā arī virkne specifisko prasību, ieskaitot:

- ekspluatācijas (BLA pacelšanās un nolaišanās iespēja jebkuros pacelšanās un nolaišanās joslas neesamības apstākļos, tehniskās apkalpošanas un remonta vienkāršums u.t.t.);
- ekoloģiskās drošības prasības (nepiesārņo apkārtējo vidi, minimāls trokšņu līmenis u.t.t.);
- efektīvās vadāmības prasības (iespēja vadīt BLA kā rokas, tā arī automātiskajā režīmā, izmantojot mūsdienu navigācijas sistēmas un sakaru līdzekļus).

3. BLA konstrukcijas īpatnības

BLA aerodinamiska shēma ir zemplāns ar normālu stabilizācijas un vadīšanas shēmu (1. att.). BLA konstrukcijai ir vesela virkne konstruktīvo īpatnību, ieskaitot centraplāna konstrukciju, kas ir izveidots pēc garenijas shēmas ar daļēji strādājošo apšuvi. BLA konstrukcijai ir speciāli nodalījumi lietderīgās slodzes (dzinēja, barošanas elementu, novērošanas kameru, vadīšanas elementu u.t.t.) nešanai. Spārna konsolēm ir V – veidīgs profils, lai piešķirtu BLA šķērsizturību.



1.att. BLA aerodinamiska shēma

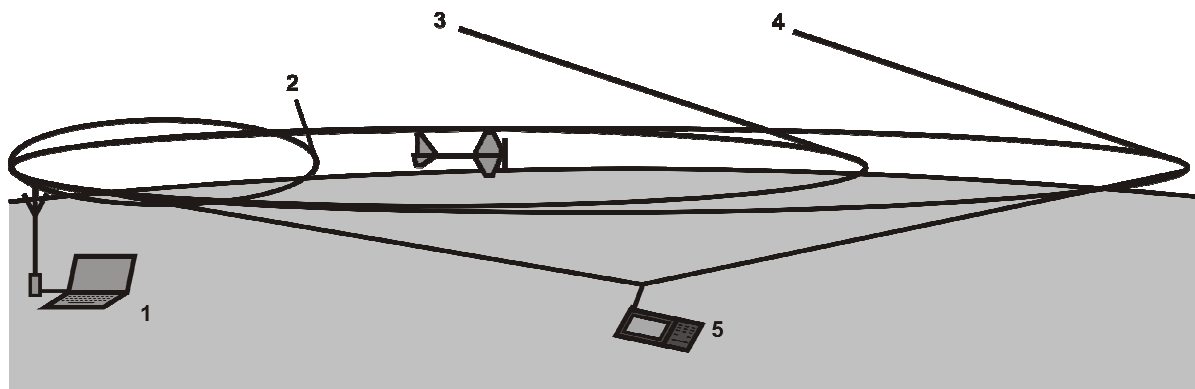
BLA astes daļa ir izpildīta sijas veidā, kas ir saistīta ar gareniju.

Par piedziņu izmanto elektrisku spēka iekārtu, kas atbilst ekoloģiskām prasībām, un, kurai piemīt augsts drošums un darbības bezatteiksme.

Planiera konstrukcijā ir paredzēta arī iespēja uzstādīt videonovērošanas kameras, kuras izmanto BLA vadīšanai un navigācijai, kā arī, lai nodotu no tām attēlu kā operatoram, tā arī citiem dienestiem novērošanai un vizuālās informācijas ierakstīšanai monitoringa procesā.

4. BLA vadīšanas sistēma

BLA vadīšanas sistēma ir kombinēta un izplatās uz trīs lidojuma zonām (2. att.). 1. zonas robežās tiek veikta BLA pacelšanās - nolaišanās un lidojuma vizuālās redzamības robežās režīmu vadība ar radiosakaru palīdzību. BLA vadīšana zonas 2 robežās tiek veikta ar autopilotu pēc GPS sistēmas ar iespēju mainīt lidojuma raksturlielumus reālā laika režīmā un kontrolēt lidojuma procesu, izmantojot videokameras. Operatoram, kas vada BLA, ir arī iespēja uzdot lidojuma režīmu, par pamatu izmantojot iepriekš sastādītas datorprogrammas. Sastādītā lidojuma plāna dati (Flight Plan) šifrētā veidā tiek ielādēti autopilota datu bāzē. Pie tam ir iespējama BLA lidojuma realizācijas pēc uzdotā maršruta, kā arī nepieciešamo daļējo koriģējumu vai pilna lidojuma parametru izmaiņu ieviešana lidojuma plānā. Piemēram, jebkurā posmā ir iespējams pārtraukt BLA lidojumu, atgriezt to atpakaļ izejas pozīcijā vai novirzīt pa citu maršrutu. Zonā 3 BLA vadīšanu veic ar autopilota palīdzību saskaņā ar ieprogrammētu lidojuma plānu. BLA režīma kontroli veic ar videokameru palīdzību ar jaunas paaudzes 3G mobilo sakaru sistēmas izmantošanu. Izņemot lidojuma režīmu operatīvo kontroli, sistēma ļauj nodot vizuālos datus vairākiem neatkarīgiem lietotājiem, kas nav saistīti ar BLA virszemes vadīšanas sistēmu.



2. att. BLA vadīšanas principiālā shēma: 1 – virszemes vadīšanas sistēma (bāzes stacija); 2 – vadības ar radiosakaru palīdzību darbības zona redzamības robežās; 3 – autopilota darbības zona; 4 – mobilo sakaru darbības zona informācijas nodošanai; 5 – mobilo sakaru ierīce

BLA lidojuma vadīšanas moduļu sistēma ļauj stingri noturēt augstumu un uzdoto lidojuma kursu, operatīvi ienest koriģējumus BLA telpiskajā orientēšanā, ņemot vērā vēja spēku un nonešanas leņķi.

5. Datormodelēšana

BLA galveno elementu, kā arī pašas konstrukcijas modelēšana tika veikta, izmantojot programmu SolidWorks.

Detāļas un mezgli tika modelēti, ņemot vērā BLA tehnoloģisko salikšanu. Ar augstu precizitātes pakāpi tika atrisināti centrēšanas uzdevumi, izvēlētas optimālas BLA galveno elementu un mezglu komponēšanas shēmas. Datormodelēšanas iespēja ļāva izveidot optimālas galveno elementu un pašas konstrukcijas kopumā konstrukcijas, ņemot vērā aerodinamiskas īpašības, kā arī izturību un svaru (3. att.).



3. att. BLA datormodelis

6. BLA vispārējs raksturojums

BLA konstrukcijā tika izmantoti dažādi inovatīvi materiāli – polistirolu materiālu, kompozīcijas materiālu sveķu pamatā, pārviegļu materiālu balzas pamatā kombinācijas. BLA galvenās nesošas konstrukcijas tika izgatavotas no īpaši stipriem karbona cauruļveida elementiem. Centraplānam ir daļēji strādājoša apšuve, kas kopumā ļauj paaugstināt BLA konstrukcijas izturību un stingrumu, samazināt galveno spēka elementu svaru.

Projektētajam BLA ir sekojošie galvenie raksturojumi:

- konstrukcijas masa – līdz 5 kg;
- lidojuma ilgums – līdz 1 stundai;
- lidojuma augstums – līdz 1 km;
- lietderīga slodze – līdz 1.5 kg;
- piedziņas tips – elektriska.

Aleksandrs Urbahs, Vladimirs Petrovs, Konstantīns Savkovs, Aleksandrs Jakovļevs, Vladimirs Bulanovs.
Daudzmērķu bezpilota lidaparāta projektēšana

Darbā tika izanalizēta bezpilota lidaparāta (BLA), kas spēj veikt apkārtējās vides monitoringu, ar augstu precizitātes pakāpi noteikt dažādu objektu un mērķu atrašanās vietu, kartografēt ugunsgrēku un apkārtējās vides piesārņošanas cilmvietas, veikt patrulēšanas funkcijas nacionālo bruņoto spēku un policijas uzdevumā, veikt meteoroloģiskus pētījumus utt., projektēšanas metodoloģija. Oriģinālai BLA konstrukcijai ir speciāli nodalījumi lietderīgas slodzes (dzinēja, barošanas elementu, novērošanas kameru, vadīšanas elementu utt.) nešanai. BLA vadīšanas sistēma ir kombinēta un paredz vadīšanu automātiskajā režīmā, tajā skaitā pielietojot GPS sistēmās. BLA galveno elementu, kā arī pašas konstrukcijas modelēšana tika veikta, izmantojot programmu SolidWorks. BLA konstrukcijā tika izmantoti dažādi inovatīvi materiāli.

Alexander Urbach, Vladimir Petrov, Konstantin Savkov, Alexander Jakovlev, Vladimir Bulanov.
Multipurpose unmanned aerial vehicle design

The work contains the analysis of the design methodology of an unmanned aerial vehicle (UAV), which is able to carry out environmental monitoring, define the location of various objects and targets with high accuracy, map the seats of fire and areas of environmental contamination, fulfil patrolling functions to solve the tasks of the National Armed Forces and police, carry out meteorological research, etc. The original UAV design is provided with special compartments to carry useful load (engine, batteries, surveillance camera, control elements, etc). The UAV has a combined control system intended for the control in an automatic mode including the application of GPS system. Both the basic elements and the UAV itself have been designed using SolidWorks program. The UAV design involved the use of different innovative materials.

Александр Урбах, Владимир Петров, Константин Савков, Александр Яковлев, Владимир Буланов.
Проектирование беспилотного многофункционального летательного аппарата

В работе проанализирована методология проектирования беспилотного летательного аппарата (БЛА), способного осуществлять мониторинг окружающей среды, с высокой точностью определять местоположение различных объектов и целей, картографировать очаги пожаров и зон загрязнения окружающей среды, выполнять функций патрулирования для решения задач национальных вооруженных сил и полиции, проводить метеорологические исследования и т.д. Оригинальная конструкция БЛА снабжена специальными отсеками для несения полезной нагрузки (двигателя, элементов питания, камеры наблюдения, элементов управления и т.п.). Система управления БЛА является комбинированной и предусматривает управление в автоматическом режиме, в том числе с применением системы GPS. Моделирование основных элементов, а также конструкции БЛА в целом осуществляли с использованием программы SolidWorks. В конструкции БЛА использованы различные инновативные материалы.