

RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE
Transporta un mašīnzinību fakultāte
Aviācijas institūts

Igors Petuhovs

Doktora programmas „Aviācijas transports” doktorants

**LIDOJUMU DROŠĪBAS STĀVOKĻA
MONITORINGA MODELIS UZ RISKĀ LĪMENĀ
NOVĒRTĒJUMA PAMATA**

Promocijas darba kopsavilkums

Zinātniskais vadītājs:
Dr.habil.sc.ing., Profesors
V. Šestakovs

Rīga 2010

**PROMOCIJAS DARBS
INŽENIERZINĀTŅU DOKTORA ZINĀTNISKĀ GRĀDA IEGŪŠANAI
RĪGAS TEHNISKAJĀ UNIVERSITĀTĒ**

Promocijas darbā inženierzinātņu doktoru zinātniskā grāda iegūšanai publiskā aizstāvēšana
Notiks 2011.gada _____ Rīgas Tehniskās Universitātes, Lomonosova ielā 1B, auditorija B-
III, Rīgā, Latvijā.

RECENZENTI:

P.Trifonovs-Bogdanovs, Profesors, Dr.hab.sc.ing
Aviācijas institūts
Rīgas Tehniskās Universitātes, Latvija

V.Žilinskis, Profesors, Dr.sc.ing.
Baltijas Starptautiska Akadēmija, Latvija

M.Gromov, Dr.sc.ing., Ģenerāldirektora vietnieks
CA Valsts zinātniski pētniecisko institūts, Krievija

APSTIPRINĀJUMS

Es apstiprinu, ka esmu izstrādājis šo promocijas darbu, kurš iesniegts izskatīšanai Rīgas Tehniskajā universitātē inženierzinātņu doktora grāda iegūšanai. Promocijas darbs nav iesniegts nevienā citā universitātē zinātniskā grāda iegūšanai.

Igors Petuhovs

Datums:

Promocijas darbs tiek uzrakstīts latviešu valodā, darbs sastāv no.....daļām, nobeguma, izmantotās literatūras saraksta,.....tabulām,.....zīmējumiem,.....lappusēm.

1. PROBLĒMAS AKTUALITĀTE

Promocijas darbā izvēlētā tēma paredz risinājumu vienai no aktuālākajām civilās aviācijas gaisakuģu (GK) lidojuma drošības (LD) līmeņa monitoringa problēmām.

Saskaņā ar ICAO Annex 6, Part 1, 6. pielikuma, 1. daļas noteikumiem, no 2009. gada 1. janvāra operatoram obligāti ir jāievieš LD vadības sistēmu, kas realizē vismaz šādas funkcijas:

- Identificē riskus lidojuma drošībai
- Nodrošina korektīvas darbības
- Paredz monitoringu un regulāro LD vērtējumu
- Nosaka mērķi palielināt lidojuma drošības līmeni

Nodrošināt lidojuma drošību civilās aviācijas GK – sarežģīts uzdevums, kura veiksmīgs risinājums lielā mērā ir atkarīgs no tehniskiem līdzekļiem, kas ir pieejami aviokompānijas tehnisko līdzekļu arsenālā un no prasmes izmantot modernās zinātnes sasniegumus sarežģīto sistēmu vadības sfērā, nevis šīs problēmas novadīšanā tikai līdz specifisko situāciju analīzei. Būtiskas saiknes lidojumu drošības vadības sistēmā ir pilotēšanas tehnikas un lidojošo apkalpju darba tehnoloģijas kontrole. Tas ir saistīts ar to, ka pie pienācīgas apkalpes darbības kontroles lidojuma laikā, parādās iespējas efektīvi kontrolēt tās darba kvalitāti, jo īpaši, lai novērstu vienu un to pašu kļūdu atkārtotās tendenci lidojuma laikā.

Liela klāsta aviācijas negadījumu (AN) un incidentu attīstības un norises pētījumi parādīja, ka aviācijas tehnikas atteikumu intensitātes varbūtība lidojuma laikā, četras reizes pārsniedz lidojošo apkalpju kļūdu intensitāti, tomēr, pie tām incidentu pāriešanas intensitāte katastrofālā situācijā, vairāk nekā četrās reizēs biežāk gadās apkalpju kļūdas rezultātā, nevis aviācijas tehnikas (AT) atteikumu rezultātā. Galvenie katastrofu, nelaimes gadījumu un incidentu, saistītu ar darbderīgu GK sadursmi ar zemi kontrolējama lidojuma laikā, cēloņi izriet no lidošanas noteikumu pārkāpumiem un aviācijas personāla profesionālās darbības trūkumiem visos aviācijas transporta sistēmas (ATS) hierarhijas līmeņos. Dotā problēma kļuva tik aktuāla, ka visu valstu aviosabiedrības, profesionālās aviācijas asociācijas un sabiedrības sāka aktīvi ar to nodarboties. Pēdējā laikā Starptautiskais lidojumu drošības fonds (SLDF) un ICAO, sakoncentrēja savus pūles uz šīs problēmas risinājuma, un sakarā ar to Čikāgas konvencijā bija ieviestas izmaiņas 6.,11. un 14. pielikumā.

Šīs problēmas risinājuma dažādas pieejas ir R. Sakača, V. Zubkova, V. Šestakova un citu darbos, kuros ir piedāvāti LD līmeņa novērtējuma metodikas, kas bāzējas uz pieejas, ka LD vadības problēmas un iekļauj sevī secīgu etapu virkni, un tiek definēta ka sistēmpieeja. Pamātā, pirmajā etapā tiek noteikti LD pieejamie līmeņi, kurus novēro GK turpmākās ekspluatācijas gaitā. Notikumu, kuru dēļ notika novirzes no noteiktiem drošības līmeņiem, atklāšanas uzdevums tālāk pāriet uz aviokompāniju kontrolējošām struktūrām. Otrais etaps iekļauj sevī atklāto notikumu atkārtotās novēršanas metožu noteikšanu, tomēr bieži vien šīs etaps tiek vienkārši ierobežots ar lidojoša sastāva kvalifikācijas paaugstināšanas. Tomēr daudzi jautājumi vēl joprojām ir maz izpētīti un nav apvienoti vienotā sistēmā, piemēram, nelabvēlīgo faktoru riska pakāpes lidojuma laikā skaitliskās novērtēšanas metodes, nenozīmīgas novirzes ietekmes novērtējums uz LD līmeni, nelabvēlīgo notikumu, kas radās no nelabvēlīgo faktoru iedarbības lidojuma laikā, riska līmeņa novērtējums, kas ļauj savlaicīgi un mērķtiecīgi izstrādāt profilaktiskus pasākumus: jaunas tehnikas ieviešana vai vecās tehnikas modernizēšana, apmācība darbībām noteiktos apstākļos utt.

Tāpēc LD vadības pamatuzdevums gaisa transportā ir esošas avārijas biežuma paaugstināšanās tendences CA novēršanas pasākumu izstrādāšana, izveidojot pastāvīgi funkcionējošo LD monitoringa sistēmu. Šai sistēmai ir jābāzējas uz starptautiskajos kvalitātes standartos ISO-9000

un ICAO Drošības vadības sistēmas iekļautiem principiem, un vispirms uz procesu pieejas aviouzņēmuma darbībai. Tādai sistēmai ir jāizmanto tehnisko un ekonomisko līdzekļu arsenālu un visus pētnieciskus panākumus sarežģīto LD nodrošināšanas sistēmu vadības jomā.

Tas arī nosāka izpētītas tēmas aktualitāti.

2. PĒTĪJUMA MĒRĶI UN UZDEVUMI

Mērķis

Promocijas darba mērķis ir izstrādāt:

- Jaunas pieejas lidojuma drošības nodrošinājuma jautājumiem teorētisko un metodoloģisko noteikumiem, kuri bāzētās uz risku pārvaldības, kas rodas no nelabvēlīgo faktoru ietekmes lidojuma laikā;
- Risku skaitliskās vērtēšanas metodes.

Izvirzīta mērķa sasniegšanai darbā ir veikta:

- Starptautiskās, nacionālās un iekšējās normatīvas bāzes LD nodrošinājuma jautājumos analīze;
- LD vadības tradicionālo metožu analīze civilajā aviācijā;
- Eksploatētāju nodrošinājumu ar informāciju par atkāpumiem viņu darbībā analīze, izmantojot lidojuma informācijas apstrādes rezultātus aviokompānijās, kā informācijas pamatavotu;
- Dažādu aviokompāniju pieejas analīze LD līmeņa vadības jautājumos.

Un atrisināti sekojošie uzdevumi:

- Ir piedāvāta jauna pieeja LD līmeņa vadībai aviokompānijā, kas bāzējās uz principiem, iekļautiem starptautiskajos kvalitātes standartos ISO-9000 un ICAO Drošības vadības sistēmas;
- Tika izstrādāta lidojuma rezultāta riska novērtējuma modeļi gadījumiem, kad lidojumu ietekmē nelabvēlīgie faktori;
- Izstrādāta nelabvēlīgo notikumu ranžēšanas metodika aviācijā, ar ekspertu novērtējumu metožu izmantošanu;
- Ir veikta nelabvēlīgo notikumu ranžēšana, pēc visbiežāk sastopamo nelabvēlīgo faktoru lidojuma laikā ietekmes;
- LD monitoringa īstenošanai ir piedāvāta risku skaitliskās vērtēšanas metode, un aviokompānijas varētu izmantot šo metodi LD līmeņa vadības sistēmas izstrādei, pamatotas uz riska līmeņa novērtējumu;
- Tika veikta risku līmeņa ranžēšana Krievijas CA par 1995-2006 gadiem, kas ļauj izstrādāt profilaktiskus pasākumus: jaunas tehnikas ieviešanā vai vecās tehnikas modernizēšanā, apmācībā rīcībai noteiktos apstākļos utt.

3. PĒTĪJUMA TEORĒTISKIE PAMATI UN METODES

Disertācijas pētījuma teorētiskais pamats bāzējās uz V.Šestakova, E.Barziloviča, V.Žuļeva, B.Zubkova, E.Kukļeva, A.Guzija, S. Luļko, A.Voronoviča, V. Smoļņikova, R. Sakača, J.Čiņučina, G. Maļiņecka, V.Nartova, K.Glassera, Dž.Klinekta un citu zinātnieku darbiem. Darba metodiskā bāze ir riska līmeņa vērtējums, ekspertu vērtēšanas teorija, datu bāzes izveidošanas algoritmi, sistēmpieejas sarežģīto sistēmu pētīšanai.

Pētījuma objekts ir:

LD monitoringa process pamatojoties uz riska līmeņa noteikšanas no nelabvēlīgo faktoru rašanās lidojuma laikā un to iedarbības iespējamām sekām.

Izpētes tēma ir:

Riska no nelabvēlīgo faktoru rāšanās, ieskaitot pilotēšanas kļūdas, monitorings, un tā vispusīgas uzskaites, analīzes un skaitliska vērtējuma jautājumi.

4. ZINĀTNISKĀ NOVITĀTE

Darba **zinātniskā novitāte** ir sekojoša:

1. Ir izstrādāti teorētiskie un metodoloģiskie jaunas pieejas noteikumi LD nodrošināšanai aviokompānijā, kas bāzējās uz nelabvēlīgo faktoru ietekmes risku pārvaldības lidojumu laikā;
2. Ir izstrādāti risku skaitliskās novērtēšanas metodes, tajā skaitā, lai iegūtu to integrētos novērtējumus, LD vadības mērķiem.

5. PRAKTISKA NOZĪME

Darba praktiska nozīme ir tā, ka izstrādāta metodika risku novērtēšanai lidojumu veikšanas procesā ļauj:

1. Iegūt nelabvēlīgo faktoru, kas radās lidojumu laikā, risku skaitlisko novērtējumu;
2. Novērtēt un koordinēt apkalpes darbību aviācijas uzņēmumos, ņemot vērā prasības pie noteiktiem LD notektajiem līmeņiem;
3. Novērtēt negatīvo situāciju attīstības tendenci, kā arī noteikt nelabvēlīgu notikumu pārejas varbūtību aviācijas negadījumā;
4. Realizēt LD monitoringu visos līmeņos (apkalpe-lidojuma struktūrvienība-aviokompānija - aviokompāniju alianse).

PROMOCIJAS DARBA STRUKTŪRA

Ievadā pamatota pētniecības tēmas aktualitāte, formulēti galvenais mērķis un atbilstošais uzdevums, kas jārisina, identificēts pētniecības objekts, mērķis un metode, raksturota zinātniskā novitāte un disertācijas darba praktiskā nozīme.

Pirmajā nodaļā ir izskatīti ICAO rekomendācijas un lidojuma derīguma normu prasības LD pārvaldībai. Ir parādīts, ka pašreiz apkalpes darbības kontrole lidojuma laikā tiek reducēta tikai pie aviācijas incidentu un negadījumu statistikas analīzes un apstrādes. Pētīšanas procesā ir atzīmēts zems šīs analīzes datu izmantošanas efektivitātes līmenis, jo tajā trūkst apkalpes izdarīto lidojuma laikā kļūdu riska pakāpes novērtēšanas iespējas.

No pirmajā nodaļā veiktās analīzes var secināt, ka lidojuma apkalpes lidojuma laikā pielaisto kļūdu raksturs ir vāji izpētīts, bet nesistemātiski veiktie vairāki profilakses pasākumi nav pietiekoši efektīvi. Tāpēc AN, kas ir notikuši lidojuma laikā apkalpju kļūdu dēļ, novēršanas mehānismi vēl nav atrasti. Viens no atklātās tendences galvenajiem iemesliem ir nepareiza aviosabiedrības valdes pieeja iezīmētās problēmas risināšanai. Tērējot lielo laika resursu, lai pieņemtu lēmumu par atklāto kļūdu novēršanu, aviokompāniju speciālisti nevar novērtēt to rašanās riska pakāpi, kas ļautu:

- Noteikt potenciāli bīstamas situācijas;
- Novērtēt bīstamības izveidošanās varbūtību;
- Izvēlēties alternatīvus lēmumus riska pakāpes samazināšanai;
- Novērtēt šo lēmumu efektivitāti.

Tādējādi, lidojuma dienesta efektīvai darbībai LD līmeņa pārvaldības jomā ir jāizstrādā jaunas nelabvēlīgo faktoru riska pakāpēs novērtējuma pieejas un ievadīt tās Automatizētas Vadības Sistēmā (AVS), kas ļautu uzskaitīt, uzglabāt un analizēt nepieciešamo datu masīvu, kā arī strādāt ar visiem notikumu hierarhiskiem līmeņiem, izmantojot AVS iekļauto algoritmu.

Otra nodaļa ir veltīta iespēju izskatīšanai risku teorijas pielietošanai LD līmeņa pārvaldībai, un aviosabiedrības pieejai notikumu riska pakāpēs novērtēšanai LD pārvaldības mērķiem.

Ierosinātā pieeja atbilst ICAO prasībām, kas ir iekļautas „Lidojuma drošības vadības instrukcijas (LDVI)” punktā, par to, ka „*lidojuma drošības pieņemama līmeņa* koncepcijas ieviešana atbilst nepieciešamībai (papildinot jau eksistējošus drošības nodrošināšanas principus, kas balstās uz normatīvo prasību ievērošanas), izmantot pieeju, bāzēto uz drošības radītājiem. Pieņemams LD līmenis atspoguļo tos pilnvarotās uzraudzības institūcijas, ekspluatanta un pakalpojumu sniedzēja mērķus (vai paredzamos rezultātus), kurus jāsasniedz drošības nodrošināšanas jomā. Runājot par attiecībām starp pilnvarotām uzraudzības institūcijām un ekspluatantiem/pakalpojumu sniedzējiem, šī koncepcija nosāka noteiktu mērķi drošības jomā, kuru ekspluatantiem/pakalpojumu sniedzējiem jāsasniedz savu ražošanas pamatfunkciju realizācijas procesā, t.i. ekspluatētajiem ir noteikts minimālais drošības līmenis, kas ir pieņemams pilnvarotai uzraudzības institūcijai. Minētais līmenis ir etalons, salīdzinājumā ar kuru uzraudzības institūcija var vērtēt rezultātus LD sfērā. Definējot LD pieņemamo līmeni, jāņem vērā tāds faktors, kā eksistējošais riska līmenis, izmaksas/ieguvumi no sistēmas uzlabošanas un sabiedrības gaidas attiecībā pret aviācijas nozares drošību.”

Izskatāmajā nodaļā veikta eksistējošo LD līmeņa vadības metodiku analīze. Tā, piemēram, ilgu laiku aviosabiedrībā „A” apkalpes darbības kvalitāti vērtēja pamatojoties uz „Lidojuma izpildīšanas kvalitātes vērtējuma normatīviem”. Apkalpes darba kvalitātes vērtējumu veic pamatojoties uz objektīvas kontroles līdzekļu dekodēšanas rezultātiem, informācijas iegūtās no dispečeriem un pilotiem-inspektoriem. Atkarībā no saņemtā novērtējuma, lidojuma kompleksa speciālisti pieņem lēmumu par apkalpes locekļu lidojumu pārbaudes pagarināšanu.

Šīs metodikas galvenā priekšrocība – sistēmpieeja apkalpes darba kvalitātes pārbaudei, kas ļauj veikt katra apkalpes locekļa individuālo kontroli, tādējādi nosakot viņa profesionālo līmeni. Izskatītas metodikas izmantošana aviosabiedrībā „A”, ļāva lidojumu kompleksa speciālistiem panākt LD līmeņa ievērojamo paaugstināšanu aviosabiedrībā. Pie izvēlētas stratēģijas galvenajām priekšrocībām var pieskaitīt arī apkalpes darbības kontroles iespējamību katrā atsevišķā lidojuma posmā. Tomēr, neskatoties uz šīs metodikas visām priekšrocībām, tai ir arī nopietns trūkums - vienlaikus ar apkalpes darba kvalitātes skaitliskā novērtējuma noteikšanu lidojuma kompleksa speciālisti neņem vērā pašu notikumu rašanās iespējamību, ka visbīstamāko, tā arī tādu, kuri neveido acīmredzamas briesmas. Tas ir, LD nodrošināšanas sistēmā, kas bāzējas uz izskatītās metodikas pielietošanu aviosabiedrībā veic tikai tā vai cita notikuma rašanās varbūtības vispārējo analīzi, kas neļauj noteikt galvenos virzienus darbā ar apkalpi.

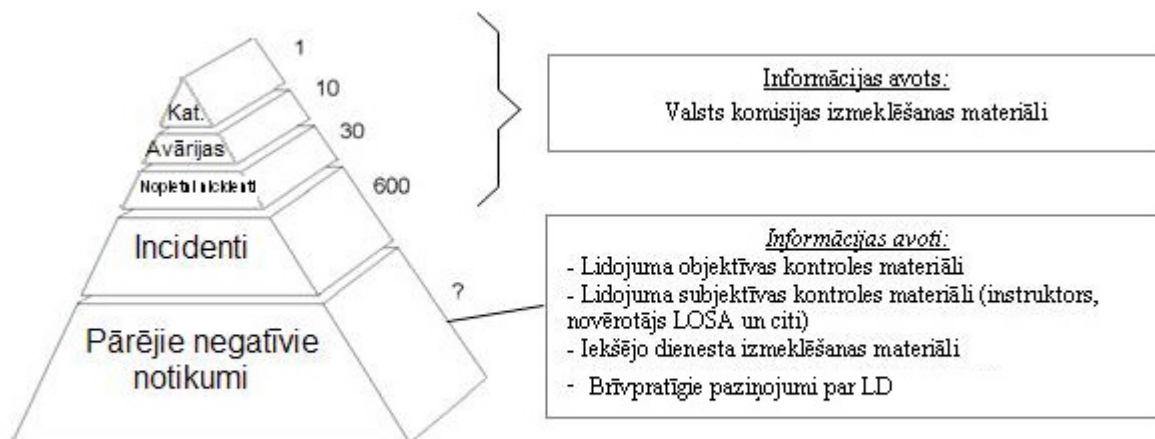
LD līmeņa pārvaldības tehnoloģijas priekšrocība, kuru piedāvāja aviosabiedrības „B” speciālistu grupu, ir pārēja pie nelabvēlīgo faktoru bīstamības koeficienta vērtējuma, atkarībā no incidentu skaita. Metodika pamatojas uz sekojošas formulas:

$$\Delta N_{norm. Min} = \Delta N_{fakt.} = \Delta N_{norm. Max} \quad (1)$$

N – aviācijas negadījumu skaits.

Aviosabiedrības „B” LD līmeņa monitoringa nodrošinājuma pamatprincips ir tāds, ka speciālisti pārgāja uz jauno līmeni bīstamo notikumu vērtēšanā lidojuma laikā. Citiem vārdiem sakot, LD līmenis aviosabiedrībā tiek vērtēts pēc „smagā līmeņa” nelabvēlīgiem notikumiem. Pastāvīgi samazinot incidentu skaitu, speciālisti cenšas samazināt aviācijas negadījumu skaitu.

Galvenais izskatīto LD pārvaldības metodiku trūkums ir balstīšanās uz „smagā līmeņa” notikumu (aviācijas negadījumi, incidenti) riska līmeni analīzi un uz nelabvēlīgo faktoru uzskaiti lidojuma laikā, kā arī riska līmeņa noteikšanas aptuvenums. Tāpēc šo trūkumu minimizēšanai autors iesaka analizēt ne tikai bīstamos gadījumus un novirzes, bet arī „citus negatīvus notikumus” (1. att.).



1. att. Negatīvo notikumu piramīda (Noteikums 1:10:30:600)

Mēs balstāmies uz ICAO rekomendācijām „Citi negatīvie notikumi”, kas ir mazāk nozīmīgi drošības apdraudēs gadījumi, bet tomēr var būt par LD nodrošinājuma apslēpto problēmu vēstnesi (tādu paslēptu drošības apdraudēs avotu ignorēšana var sekmēt nopietnāku negadījumu skaita palielināšanu). Šo negadījumu atkārtošanās biežums ir nesalīdzināmi augstāks nekā citu notikumu, kas padara informāciju par šiem negadījumiem par ļoti pievilcīgu statistisko novērtējumu veikšanai.

Galvenais piedāvātas metodikas sarežģītums ir tās, ka ir nepieciešami nedefinēt negatīva notikuma svāra koeficientu, šo notikumu nelīdzvērtības dēļ. Tāpēc šā darba mērķis ir negatīva notikuma svāra koeficienta skaitliskā novērtējuma sistēmas izstrādāšana, pamatojoties uz riska pakāpes vērtējuma teorijas.

Trešajā nodaļā veikta ekspertu vērtējumu teorijas piemērošanas iespējas izpētīšana LD vadības mērķim, kā arī tika izskatīta eksistējoša metodika aviācijas tehnikas drošības un apkāpes sagatavotības ietekmes novērtējums uz LD.

Tālāk aplūkota LD līmeņa vērtējuma iespējamība civilajā aviācijā, izmantojot riska jēdzienu. Turklāt mēs balstāmies uz to, kā LD teorijas jēdzienu unifikācija ICAO risku modeļu rāmjos vēl nav sasniegta sekojošo iemeslu dēļ:

- Pastāv risku jēdzienu un risku modeļu neviennozīmīgums atkarībā no risku modeļu izmantošanas sfēras (finanses, ekoloģija, tehnika utt.). Darbības sfēras pazīmes ir kļūdaini pieņemtas kā jaunā riska modeļa izveidošanas pamats.

- No dabas parādību matemātiskās formalizācijas un gadījumu procesu teorijas kopējām pozīcijām redzams, kā ir iespējams ierobežojums, kas ir piedāvāts zemāk, tikai ar diviem modeļiem vai riska formulām, atkarībā no pētāmās parādības nejaušības un nenoteiktības pakāpes. Turklāt var apgalvot, kā kopējās pieejas rāmjos nerodas īpašas problēmas ar riska definēšanu un sistēmas drošības līmeņa vērtēšanu, pamatojoties uz risku atšķirīgu sistēmu mijiedarbību dažādās jomās.

- Drošuma teorijas metožu formālā izplatīšana uz parādību, kas rodas sistēmu atteikuma rezultātā, bīstamības vērtēšanu, nedod apmierinošus rezultātus un viennozīmīgu atbildi uz jautājumu par katastrofu, kā retu, maz iespējamu negadījumu, rašanās cēloņiem.

Katra aviosabiedrība, kuru speciālisti jau uzsāka riska pētīšanu, nosāka prioritārās „riskas zonas” pētīšanai un uzturēšanai noteiktā līmenī. Par sevišķi ievērojamu autors uzskata amerikāņu aviopārvadātāja „Northwest Airlines” LD sektora vadītāja Krisa Glassera piedāvāto metodoloģiju. Šīs metodoloģijas jēga ir aviosabiedrības ekspertu uzmanības koncentrēšana, gan uz notikumiem ar vislielāko atkārtotības biežumu, gan uz vidēji bieži atkārtotiem notikumiem un notikumiem ar vidēji smagām sekām. Šī pieeja problēmai vēlreiz uzsver atkāpju kontroles svarīgu aviosabiedrībās, lai novērstu vēl nelabvēlīgākus faktorus.

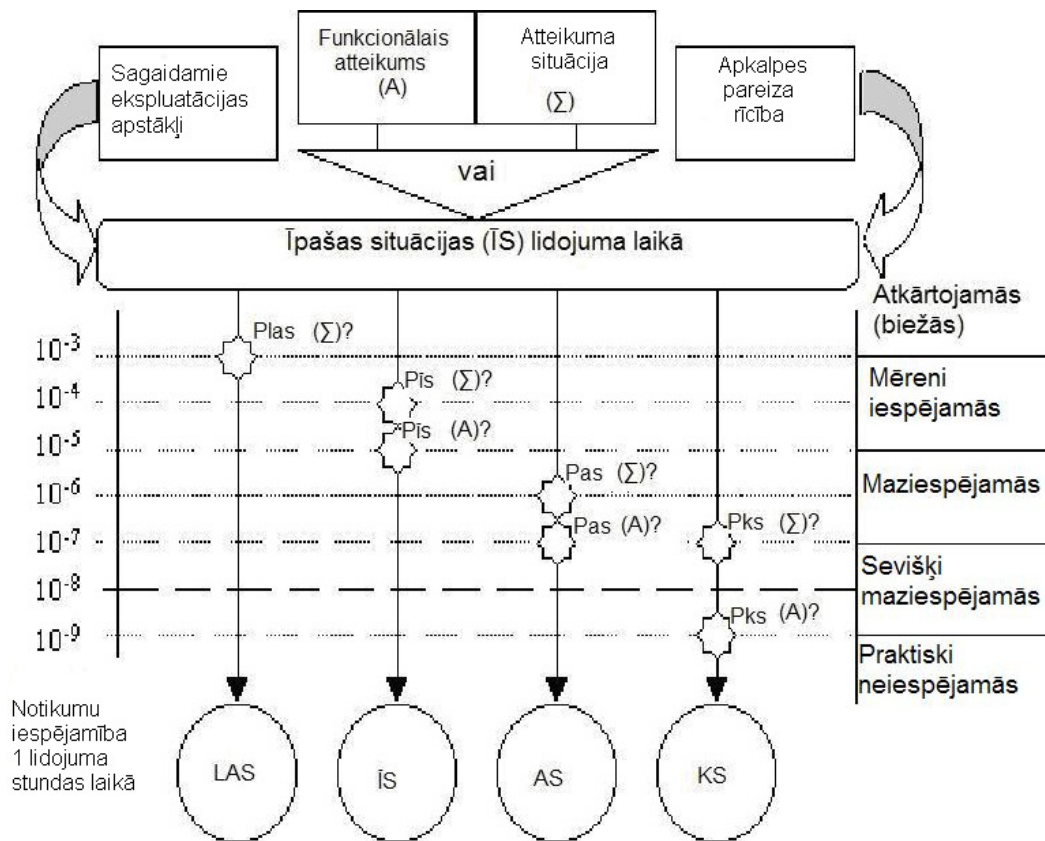
Bīstamās situācijās ar gandrīz nulles varbūtību, ir pieļaujams vērtēt risku tikai pēc iespējamo zaudējumu lieluma. Tā nav pietiekoši konstruktīva pieeja, bet nepieciešamībasdēļ, atspoguļo risku novērtēšanas praksi pēc zaudējumu un bojājumu lieluma, apdrošinot vai vērtējot katastrofu sekas.

Tālāk šajā nodaļā ir definēti riska fiziskā un matemātiskā jēga, kā arī „īsāka ceļa līdz katastrofai” meklēšanas metode, pamatojoties uz Dž. Rizona bīstamības analīzes dažādās virknēs, kas automātiski atrodamas ar datora palīdzību. Tas ļauj novērtēt katastrofu izveidošanās risku un īstenot riska pārvaldību, piemēram, izmantojot Risk Assessment Tool tabulu no ALAR Tool Kits sastāva. Ka jau minēts, ideja modelēt sistēmu ar procesu, kas maina diskrētus stāvokļus un pārēju grafu palīdzību zināma jau sen. Tomēr tāds modelis tradicionālā interpretācijā, izmantojot pārēju varbūtības, nav konstruktīvs un nevar dot praksei vērtīgus rezultātus katastrofālo parādību pētīšanai. Tas ir izskaidrojams ar to, ka katastrofas varbūtības lielumam nav praktiskas nozīmes.

Jaunums piedāvātā shēmā ir tas, ka jāmeklē visas iespējamo stāvokļu kombinācijas un jākonstruē attiecīgus ceļus - virknes, kas ved pie katastrofas. To var panākt sadalot grafu uz skaitāmu virkņu kopumu. Varbūtības neapreķinā, jo tas nav vajadzīgs, bet analizē sistēmas ceļa grafu īpašības, kas iegūtas no nokļūšanas katastrofālā finālā stāvoklī.

Ceturtajā nodaļā ir piedāvāta lidojumu laikā nelabvēlīgo faktoru bīstamības pakāpes skaitliskās vērtēšanas metodika. Riska vērtēšana ļauj noranžēt noskaidrotus notikumus līdzīga tipa grupas notikumiem pēc riska līmeņa pazemināšanās un, izmantojot iegūto secību, noteikt veicamo pasākumu prioritātes LD nodrošinājumam.

Lai aprēķinātu risku vērtējumus pēc ekspluatācijas novērojumu rezultātiem, izmantosim lidojuma derīguma normas, kas nosāka neordināro situāciju varbūtību lidojuma laikā.



2. att. LDN prasības AT funkcionālam drošumam

$P_{\text{ĪS}}(A)$ -īpašo situāciju rašanās varbūtība, kas izraisīta ar funkcionālo atteikumu

$P_{\text{ĪS}}(\Sigma)$ -īpašo situāciju rašanās summārā varbūtība, kas izraisīta ar funkcionālo atteikumu

Klasificējot saskaņā ar LDN negatīvus gadījumus, kas notiek lidojuma laikā un pieņemot katastrofas varbūtību, katastrofālo situāciju rezultātā par vienādu ar 1, mums ir:

$$Q_{\text{KS}} = r_{\text{KS}}q_{\text{KS}}, \quad r_{\text{KS}} = 1, \quad q_{\text{KS}} = n_{\text{KS}} / T, \quad (2)$$

Kur: Q_{KS} -katastrofālas situācijas risks

r_{KS} -katastrofālas situācijas bīstamība

q_{KS} -katastrofālas situācijas varbūtība

n_{K} - katastrofālo situāciju skaits novērošanas laika intervālā

T - summārais stundu nolidojums novērošanas laika intervālā

$$Q_{\text{AS}} = r_{\text{AS}}q_{\text{KS}}, \quad r_{\text{AS}} = 10^{-1}, \quad q_{\text{AS}} = n_{\text{AS}} / T, \quad (3)$$

Kur: Q_{AS} -avārijas situācijas risks

r_{AS} - avārijas situācijas bīstamība

q_{AS} - avārijas situācijas varbūtība

n_{AS} - avārijas situāciju skaits novērošanas laika intervālā

$$Q_{SS} = r_{SS}q_{KS}, \quad r_{SS} = 10^{-3}, \quad q_{SS} = n_{SS} / T, \quad (4)$$

Kur: Q_{SS} - sarežģītas situācijas risks
 r_{SS} - sarežģītas situācijas bīstamība
 q_{SS} - sarežģītas situācijas varbūtība
 n_{SS} - sarežģīto situāciju skaits novērošanas laika intervālā

$$Q_{LAS} = r_{LAS}q_{KS}, \quad r_{LAS} = 10^{-4}, \quad q_{LAS} = n_{LAS} / T, \quad (5)$$

Kur: Q_{LAS} - lidojuma apstākļu situācijas sarežģīšanās risks
 r_{LAS} - lidojuma apstākļu situācijas sarežģīšanās bīstamība
 q_{LAS} - lidojuma apstākļu situācijas sarežģīšanās varbūtība
 n_{LAS} - lidojuma apstākļu situāciju sarežģīšanās skaits, novērošanas laika intervālā

Ir piedāvāts ieviest papildus negatīvo gadījumu grupu - negatīvie gadījumi bez lidojuma apstākļu sarežģīšanas (BLAS), drošības līmeņa pazemināšanas notikumu detalizētākai uzskaitēi

Tad:

$$Q_{BLAS} = r_{BLAS}q_{KS}, \quad r_{BLAS} = 10^{-5}, \quad q_{BLAS} = n_{BLAS} / T, \quad (6)$$

Kur: Q_{BLAS} - situācijas risks
 r_{BLAS} - situācijas bīstamība
 q_{BLAS} - situācijas varbūtība
 n_{BLAS} - Situāciju skaits novērošanas laika intervālā

Šajā gadījumā pilna riska vērtējums tiek noteikts ar summu:

$$R = Q_{KS} + Q_{AS} + Q_{SS} + Q_{LAS} + Q_{BLAS} \quad (7)$$

Kā jau bija minēts otrajā nodaļā, pamatinteresi LD jaunā līmeņa sasniegšanai izraisa visnozīmīgāko pēc sekām notikumu analīze. Tāda līmeņa notikumu riska pakāpes novērtējumu piedāvāts veikt izmantojot ekspertu novērtējumu metodes, sakarā ar to, ka nav iespējams izmantot citas matemātiskās metodes uzstādīto mērķu sasniegšanai. Galvenās grūtības, saistītas ar nelabvēlīgo faktoru lidojuma laikā skaitliska vērtējuma matemātisko līkumu izstrādi, ir:

- tamlīdzīga veida negatīvu notikumu ranžējuma grūtības;
- tamlīdzīga veida negatīvu notikumu seku noteikšanas grūtības;
- lidojuma gaitas analīzes grūtības, iestājoties dažādiem tamlīdzīga veida negatīviem notikumiem, kopā ar citu nelabvēlīgo notikumu virkni;
- lidojuma rezultāta noteikšanas grūtības, iestājoties dažiem tamlīdzīga veida negatīviem notikumiem īsa laika posmā;
- šī nelabvēlīga faktora parādīšanas konstatēšanas grūtības, kas ir saistīts ar cita faktora parādīšanos un turpmāko nelabvēlīgo faktoru rašanas ķēdes attīstību.

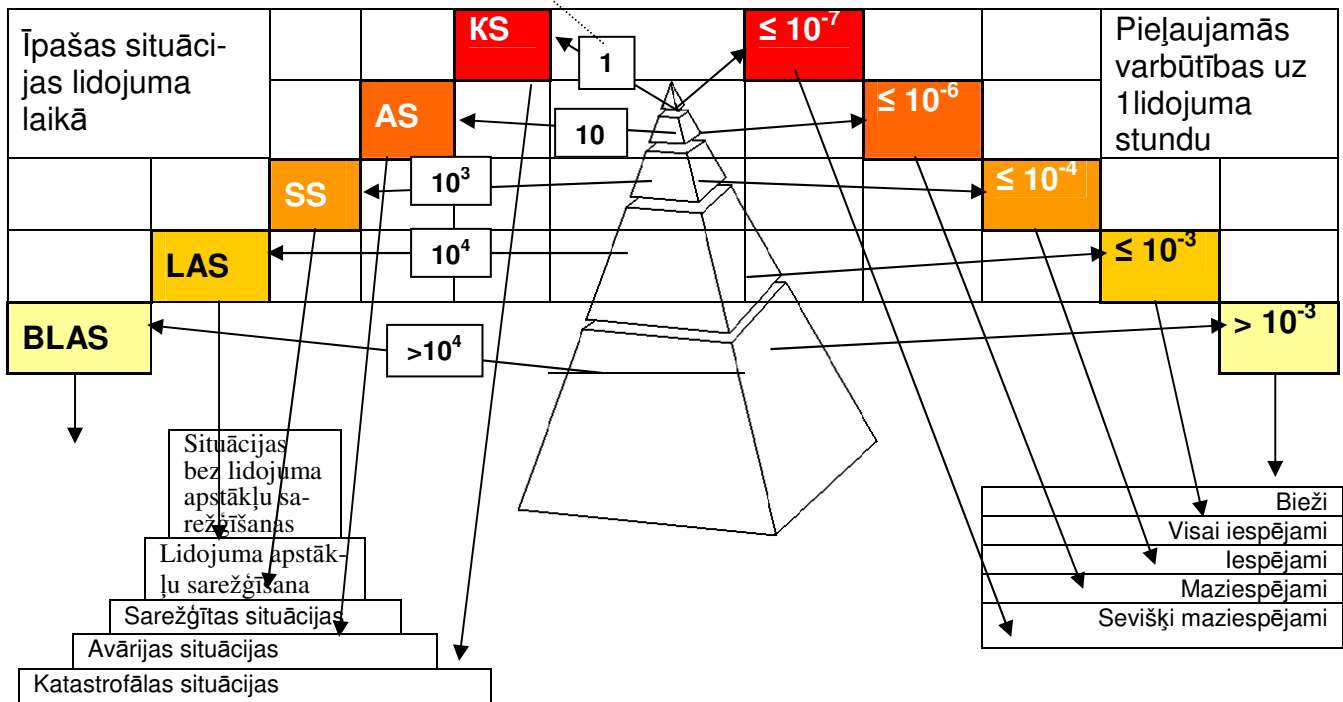
Negatīvo notikumu pakāpes skaitliskā vērtējuma metodika grafiski ir attēlota 3.zīmējumā.

Tātad, balstoties uz zīmējumu, ir piedāvāts izmantot līkumu 1:10:30:600 (negatīvu notikumu atkārtojamības nosacītā attiecība), un «1:10:100:10000:(>10000)» (īpašo situāciju lidojuma laikā atkārtojamības nosacītā attiecība):

$$n_K : n_A : n_{NI} : n_I = 1 : 10 : 30 : 600$$

n_K - katastrofu skaits, n_A - avāriju skaits, n_{NI} - nopietnu aviācijas incidentu skaits, n_I - aviācijas incidentu skaits.

Notikumu nosacīti pieļaujama atkārtojamība



3. att. Lidojuma derīguma normēšanas izmantošana, risku novērtēšanas laikā

$$n_{KS} : n_{AS} : n_{SS} : n_{LAS} : n_{BLAS} = 1 : 10 : 10^3 : 10^4 : (> 10^4)$$

n_{KS} - katastrofālo situāciju skaits, n_{AS} - avārijas situāciju skaits, n_{SS} - sarežģīto situāciju skaits, n_{LAS} - lidojuma apstākļu sarežģīšanās situāciju skaits, n_{BLAS} - situāciju bez lidojuma apstākļu sarežģīšanas skaits.

Tādā veidā lidojuma riska līmenis R , kā īpašo situāciju rašanās normēto risku viena lidojuma stundā integrālais vērtējums, definējas pēc sekojošās formulas:

$$R = \sum_{i=1}^5 R_i = \sum_{i=1}^5 S_i Q_i = \sum_{i=1}^5 \frac{n_i}{T} Q_i$$

Katastrofu bīstamība pēc notikumu tipiem

i Notikuma tipa in- deks	Notikuma tips (Īpašās situāci- jas lidojuma laikā)	Q_i Katastrofas bīstamība	n_i i-tā tipa kontrolējamo noti- kumu skaits	T
1	BLAS	$Q_1=10^{-5}$	n_1 - BLAS tipa kontrolējamo notikumu skaits	Stundu no- lidojums LD līmeņa kontroles laika inter- vālā
2	LAS	$Q_2=10^{-4}$	n_2 - LAS tipa kontrolējamo notikumu skaits	
3	SS	$Q_3=10^{-3}$	n_3 SS tipa kontrolējamo notikumu skaits	
4	AS	$Q_4=10^{-1}$	n_4 - AS tipa kontrolējamo notikumu skaits	
5	KS	$Q_5=10^0$	n_5 - KS tipa kontrolējamo notikumu skaits	

Riska klasifikācija ir attēlota 2. tabulā.

Riska klasifikācija

		Seku nopietnība				
		Niecīgas (BLAS)	Nenožīmī- gas (LAS)	Nožīmīgas (SS)	Bīstamas (AS)	Katastrofā- las (KS)
Notikumu varbūtība	Bieža $10^{-3} < Q \leq 10^0$	Jāizanalizē	<i>Nepieņemams</i>	<i>Nepieņemams</i>	<i>Nepieņemams</i>	<i>Nepieņemams</i>
	Visai iespējama $Q \leq 10^{-3}$	Jāizanalizē	Jāizanalizē	<i>Nepieņemams</i>	<i>Nepieņemams</i>	<i>Nepieņemams</i>
	Iespējama $Q \leq 10^{-5}$	Pieņemams	Jāizanalizē	Jāizanalizē	<i>Nepieņemams</i>	<i>Nepieņemams</i>
	Maziespējama $Q \leq 10^{-6}$	Pieņemams	Pieņemams	Jāizanalizē	Jāizanalizē	<i>Nepieņemams</i>
	Sevišķi maziespējama $Q \leq 10^{-7}$	Pieņemams	Pieņemams	Jāizanalizē	Jāizanalizē	Jāizanalizē

Šie novērtējumi ir vienkārši pielietojumā un ļauj veikt tekošā riska līmeņa monitoringu LD vadības procesā.

Notikumu klases definēšanai nepieciešams pielietot ekspertu vērtējuma teoriju, citu matemātisko metožu pielietošanas neiespējamības dēļ (šī problēma ir izskatāmā šajā nodaļā). Nelabvēlīga faktora izpausme, apkalpes rīcība to seku likvidācijai un lidojuma rezultāti – ir nejauši notikumi, tātad, kā objektīvs mērs, kas integrāli novērtē tāda lidojuma drošības līmeni, pieņemta li-

$$\{Kon_{ij}\} = \{\alpha_{ij}\} \otimes \{\beta_{ij}\}, \quad (13)$$

Kur « \otimes » - nozīme matricu reizināšanu pa elementiem $\{\alpha_{ij}\}$ и $\{\beta_{ij}\}$.

Tādējādi, Kon_{ij} lielums ļauj novērtēt nelabvēlīga faktora bīstamības pakāpi un pie nelabvēlīga faktora q_{ij} rašanās zināmās varbūtības, apriori novērtēt lidojuma riska līmeni Q_{ij} :

$$Q_{ij} = Kon_{ij} * q_{ij} \quad (14)$$

Izmantojot α , β un Kon skaitlisko vērtību un izejot no lidojuma īpašas situācijas bīstamības pakāpes, var noteikt apkalpes rīcības racionālo stratēģiju nelabvēlīgo faktoru seku likvidēšanai, prasības pie LD nodrošinājuma sistēmām un prasības lidojuma apkalpju sagatavošanai.

Novērtēt LD eksistējošo līmeņi GK ekspluatācijā, kā arī prognozēt plānoto profilakses pasākumu efektivitāti.

Lai pārlicinātos, kas eksistē saskaņotība ekspertu novērtējumos un tam nav nejaušības rakstura, tiek izmantots kritērijs - koordinācijas koeficients (W)

Koordinācijas koeficients tiek aprēķināts pēc formulas:

$$W = \frac{S}{N^2(M^3 - M)/12 - N \sum_{v=1}^N T_v} \quad (15)$$

Lai novērtētu iegūto rezultātu pareizību, tiek aprēķināta χ^2 vērtība pēc formulas:

$$\chi^2 = N(M - 1)W \quad (16)$$

Pēc tam χ^2 tiek salīdzināts ar χ_T^2 tabulas vērtību pie (M-1) brīvības pakāpes. Uz salīdzināšanas pamata tiek noskaidrots, kāda ir varbūtība, ka iegūta χ^2 vērtība nepārsniedz χ_T^2 tabulas vērtību, t.i. :

$$P(\chi^2 > \chi_T^2) = g \quad (17)$$

Ja iegūtie χ^2 lielumi izrādījās nozīmīgi ar lielu uzticības līmeni ($g > 0.99$), tad tas norāda uz to, kā visu N ekspertu (N - ekspertu skaits) domu saskaņotība nav nejauša.

Izstrādātā lidojuma riska integrāla novērtējuma matemātiska modeļa, bija izmantota lai iegūtu to skaitliskus vērtējumus īpašo situāciju paradīšanas gadījumā ar aprakstītas 4. nodaļā eksperta metodes palīdzību.

Mērķa sasniegšanai no Automatizētās Vadības Sistēmas „Drošība” datu bāzes esošiem nelabvēlīgiem notikumiem tika atlasīti vairāk nekā 40 raksturīgi piemēri, kas bija notikuši dažādu GK tipu ekspluatācijas gaitā. Šim mērķim sagatavoto anketu aizpildīja lidojoša personāla pārstāvji. Aptauja bija iesaistīti vairāk par 50 pilotiem. Anketēšanas rezultāti tika apkopoti tabulā (matricā).

Nelabvēlīgu notikumu ranžēšana ar neatkarīgiem ekspertiem

Eksperti ----- Notikumi	1	2	...	i		M
1	c_{11}	c_{21}		c_{1j}		c_{m1}
2	c_{12}	c_{22}		c_{2j}		c_{m2}
....						
j	c_{1j}	c_{2j}		c_{ij}		c_{mj}
...						
n	c_{1n}	c_{2n}		c_{in}		c_{mn}

- maiņu skaits tabulā atbilst ekspertu skaitam, kuri piedalījās aptaujā, n rindu skaits atbilst ekspertu novērtēto nelabvēlīgo notikumu skaitam, bet i- ailes un j- rindas krustojumā atrodas elements C_{ij} – rangs (vieta), ko piešķir i-eksperts j-notikumam.

Pēc ekspertu aptaujas rezultātu tabulas datiem bija novērtēti izskatīto notikumu bīstamības rādītāju nozīmes un ekspertu viedokļu par izskatītiem notikumiem saskaņotības rādītāji. Iegūtie rezultāti ļāva izstrādāt to bīstamības skalu, t.i. identificēt situāciju (KS, AS, SS, LAS, BLAS), kur var izraisīt katrs konkrētais nelabvēlīgais riska faktors.

Sākumā, notikumi tika apvienoti piecās grupās, pa 10 notikumiem katrā grupā. Pirmajā grupā iekļauti īpaši bīstami notikumi, otrajā – mazāk bīstami utt. Pēdējā, piektajā grupā iekļauti 8 vismazāk bīstamie notikumi. Tālāk notikumi katrā no 5 grupām bija sakārtoti pēc bīstamības līmeņa, pie tam, pirmajā vietā grupā atrodas īpaši bīstami notikumi, otrajā mazāk bīstami utt. Rezultātā visi notikumi bija sakārtotas pēc bīstamības līmeņa.

Ranžēšana bija veikta ievērojot sekojošus apstākļus:

1. Pēc notikuma bīstamības (svarīguma) vērtējuma lieluma vidēja statistiska (balles):
Pa notikuma bīstamības novērtējuma lieluma vidēju statistisku nozīmi

$$M_j = \frac{\sum_{i=1}^m C_{ij}}{m}; \quad (18)$$

- Kur M_j - j-notikuma bīstamības novērtējuma lieluma vidēja statistiskā nozīme
 - m – ekspertu skaits, kuri novērtēja j- notikumu
 - c_{ij} – vērtējumi (balles) ar i- ekspertu j- notikuma („rangs”)
2. Analizējama notikuma „īpatsvara” koeficients:

$$K_{yj} = \frac{\sum_{i=1}^m C_{ij}}{k_{aej} \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m C_{ij}}; \quad (19)$$

Kur k_{yj} – j- notikuma „īpatsvara” koeficients, kas raksturo to baļļu summas daļu, ko ieguva j- notikums, no visu notikumu baļļu summas;

n – izskatīto notikumu skaits;

k_{aej} – ekspertu „aktivitātes” koeficients j- notikumam. Jo mazāks ir šis koeficients, jo ir bīstamāks notikums.

Lai maksimāli izslēgtu subjektivitātes elementu, bija izskaitļoti arī:

- D j vērtējumu, kurus deva visi eksperti j- notikumam, novērtējumu dispersija;
- Vidējā kvadrātiskā novirze;
- Relatīvā vidējā kvadrātiskā novirze v_j ;
Šie rādītāji bija arī ievēroti ranžēšanā.

Lai novērtētu ekspertu domu saskaņotības pakāpi, bija arī izskaitļoti konkordācijas koeficienti W. Tādējādi, beidzot izskatītie notikumi ranžējās pēc μ_j (*kej*) lieluma radītājiem, ņemot vērā Dj, v_j un citus. Rezultātā visi notikumi bija izvietoti pēc bīstamības pakāpes. Kā izrādījās, par notikumu ar visaugstāko bīstamības pakāpi kļuva 4. notikums (numurs pēc nelabvēlīgo notikumu saraksta), „sadursme ar citu GK”, tālāk seko 26. notikums („sprādziens”), tālāk 2. notikums („kontrolas zaudēšana lidojuma laikā”), tālāk 3. notikums („sadursme ar zemi”) utt.

Ar izstrādātas metodikas palīdzību pamatojoties uz Krievijas civilās aviācijas lidojumu drošības analīzēm par 1995-2006. g., bija paveikti to funkcionēšanas risku aprēķini šajā periodā. Aprēķinu rezultāti dažādiem variantiem (ar un bez aizgājušu bojā cilvēku skaita ievērošanas) darbā ir attēloti tabulu un histogrammu veidā. LD radītāju izmaiņas laika intervālā novērtēšanai ar relatīvo rādītāju izmantošanu, darbā bija veikta statistisko datu izlīdzināšana ar to apstrādes procedūras palīdzību uz vidējās mainīgas bāzes par 5 gadiem (saskaņojot ar ICAO LD ceļu karti). Šo aprēķinu fragments ir attēlots 4. tabulā.

4.tabula

„LD rādītāju aprēķins visam Krievijas komercaviācijas GK par 1995-2006. g.”

Rādītāji	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
$T, 10^5 \text{ ч}$	22,41	19,2	16,91	14,54	14	14,53	15,7	16,6	16,98	18,09	18,18	20
$N_{PAS}, 10^6$	31,25	26,83	25	21,76	21,5	22,2	25,06	26,73	29	33,3	35	37,86
n_K	13	14	10	9	7	5	10	7	2	6	7	10
$10^{-1} n_A$	4,1	2,9	2,5	2,4	1,4	1,2	1,7	1,4	0,7	1,1	0,5	0,3
n_H	1165	1093	1014	965	873	877	1015	985	940	947	874	877
$10^{-3} n_{SS}$	0,58	0,55	0,51	0,48	0,43	0,44	0,51	0,49	0,47	0,47	0,44	0,44
$10^{-4} n_{LAS}$	0,110 7	0,103 8	0,096 3	0,091 7	0,083 0	0,083 3	0,096 4	0,093 6	0,089 3	0,090 0	0,083 0	0,083 3
Σn_i	17,79	17,55	13,1	11,67	8,92	6,72	12,3	8,98	3,25	7,66	7,82	10,82
$10^5 R$	0,794	0,914	0,775	0,803	0,637	0,462	0,783	0,541	0,191	0,423	0,43	0,541
k_{RMIR}	1,32	1,93	1,51	0,4	0,47	0,21	2,05	1,15	0,24	0,35	0,38	1,98
N_{MIR} uz 10^6 cilv.	5,6	8,2	6,42	1,7	2	0,9	8,7	4,9	1	1,5	1,6	8,4
$10^5 R^*$	1,048	1,764	1,17	0,321	0,299	0,097	1,605	0,622	0,046	0,148	0,163	1,071

Šeit:

- T - gada summārais stundu nolidojums 10^5 st.;
- N_{pas} – pārvadāto pasažieru skaits vienā gadā 10^6 cilv.;
- n_k – katastrofu skaits;
- n_{ss} – sarežģīto situāciju skaits;

- n_{las} – lidojumu apstākļu sarežģīšanas situāciju skaits;
- Σn_i – augstāk noteikto īpašo situāciju summārais skaits;
- R – riska vērtība;
- k_{Rmir} – seku smaguma uzskaites koriģēšanas koeficients pēc bojā aizgājušu cilvēku skaita.

Sarežģīto situāciju skaits (n_{ss}) un lidojuma apstākļu sarežģīšanas situāciju skaits (n_{las}) nosacīti pieņemts izejot no hipotēzes, ka sarežģīto situāciju skaits sastāda 5% no visiem incidentiem.

Riska līmeņa aprēķināšanas formula:

$$R = \Sigma k_i n_i \setminus T ; \quad (20)$$

Kur i – īpašo situāciju tips ($i= K, A, SS, LAS$)

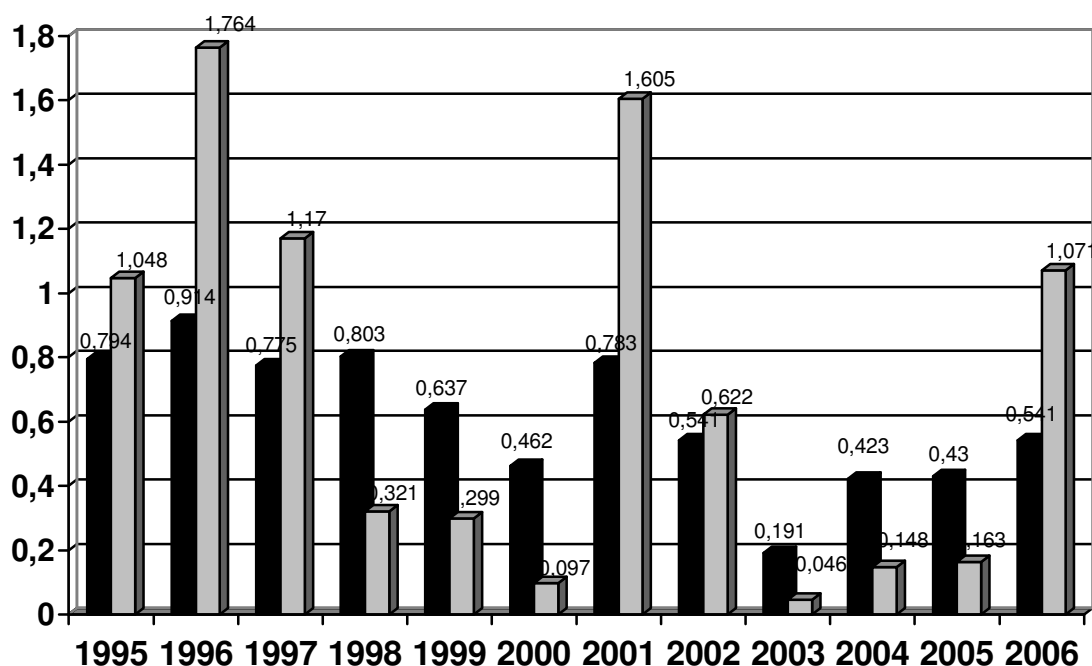
Korekcijas koeficienti seku uzskaitē pēc bojā aizgājušu skaita ir noteikti katram analizējamam gadam pēc formulas:

$$k_{RMIR}(j) = N_{MIR}(j) / (1/12 \Sigma_{j=1995}^{2006} N_{MIR}(j)); \quad (21)$$

j - gads ($j = 1995 \dots 2006$)

$$R^* = R k_{RMIR}; \quad (22)$$

Aprēķināto LD parametru histogramma ir attēlota 4. att.



4.att. Riska izkārtojuma histogrammas bez bojā aizgājušu cilvēku skaita uzskaites ($10^5 R$ – melnā krāsa) un ar uzskaiti ($10^5 R^*$ - pelēkā krāsa), kas ir aprēķinātas pēc īpašo situāciju rašanas Krievijas Federācijas civilajā aviācijā (KF CA) par 1995-2006 g.

Drošības radītāju izmaiņas dinamikas novērtēšanai laikā, kopā ar relatīvo radītāju izmantošanu, tiek izdarīta statistisko datu izlīdzināšana, apstrādājot datus pamatojoties uz vidējas mainīgas vērtības par 5 gadiem. Izejas dati un tādu LD radītāju aprēķināšana visam Krievijas komercaviācijas GK parkam par 1995-2006 g., ir attēloti 5. tabulā.

5.tabula

Izlīdzināto LD radītāju aprēķins visam Krievijas komercaviācijas GK parkam par 1995-2006 g.,

Rādītāji	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
N_{AN} uz 10^5 cilv.	2,41	2,24	2,07	2,27	1,5	1,17	1,72	1,26	0,53	0,94	0,66	0,65
N_{AN}^* uz 10^5 cilv.	2,46	2,52	2,35	2,27	2,1	1,85	1,75	1,58	1,24	1,12	1,02	0,81
N_K uz 10^5 cilv.	0,58	0,74	0,59	0,62	0,5	0,34	0,61	0,42	0,12	0,33	0,38	0,5
N_K^* uz 10^5 cilv.	0,5	0,58	0,58	0,51	0,61	0,56	0,53	0,5	0,4	0,36	0,37	0,35
N_{MIR} uz 10^6 pārv..	5,6	8,2	6,42	1,7	2	0,9	8,7	4,9	1	1,5	1,6	8,4
N_{MIR}^* uz 10^6 pārv.	5,22	6,48	6,36	5,64	4,78	3,84	3,94	3,64	3,8	3,4	3,54	4,9

Kur

N_{AN} – aviācijas notikumu skaits uz 10^5 lidojumu stundām;

N_{AN}^* - tie paši, bet izlīdzinātie rādītāji;

N_K – katastrofu skaits uz 10^5 lidojumu stundām;

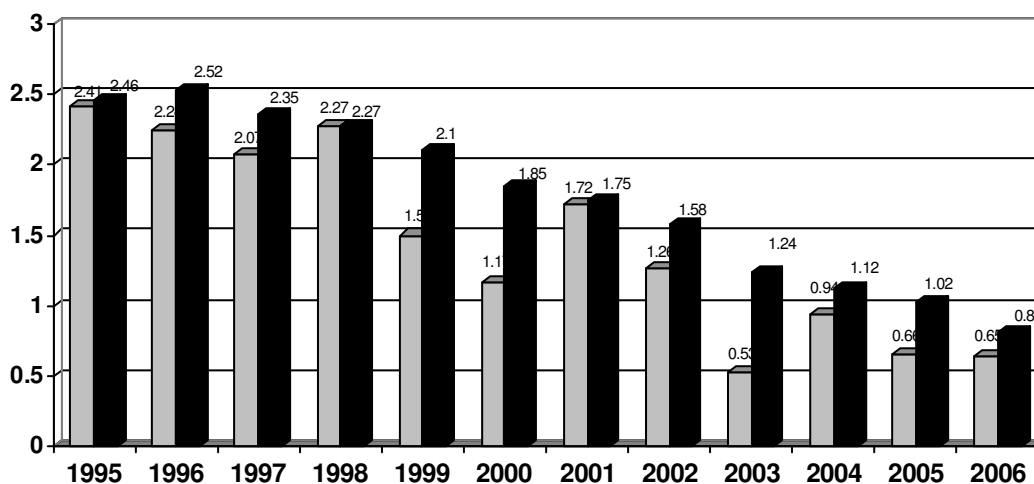
N_K^* - tie paši, bet izlīdzinātie rādītāji;

N_{MIR} – bojā aizgājušu skaits uz 10^5 lidojumu stundām;

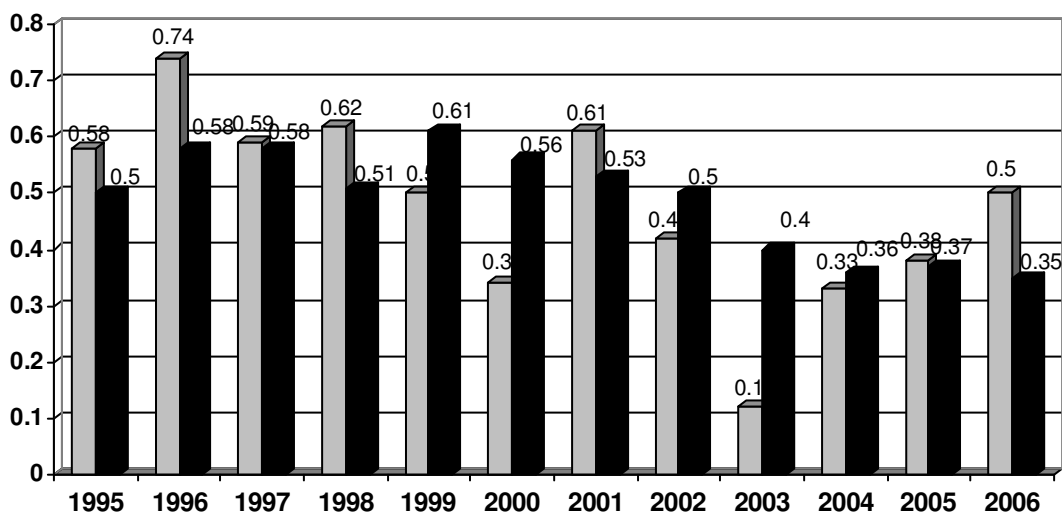
N_{MIR}^* - tie paši, bet izlīdzinātie rādītāji.

Rādītāju par 1995-1998 g. izlīdzināšanai ir izmantoti dati, kas attēloti 4. tabulā.

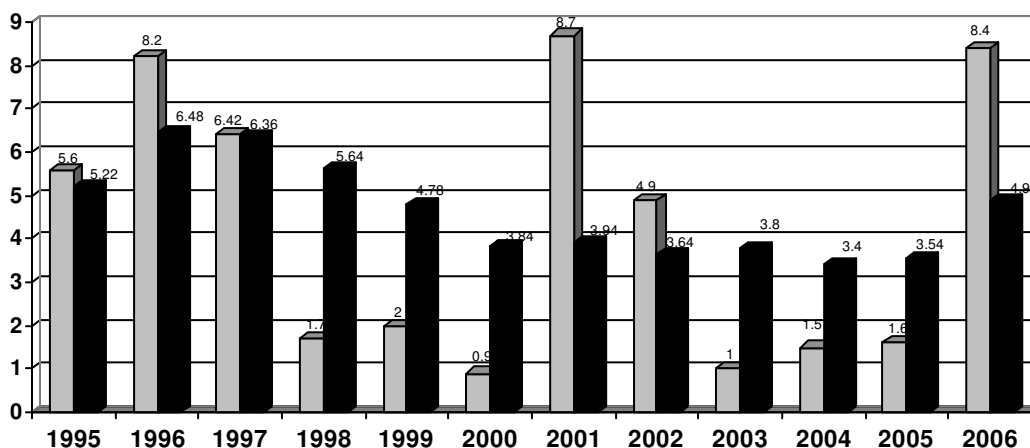
LD izlīdzinātu un neizlīdzinātu rādītāju histogrammas ir attēlotas 5.,6.,7. zīmējumā.



5.att. KF CA negadījumu, notikušo ar komercaviācijas GK, sadalījuma histogramma uz 100 tūkst. lidojuma stundām, par 1995-2006 g. (neizlīdzinātie - pelēka krāsa, izlīdzinātie – melna krāsa).



6.att. KF CA katastrofu, notikušo ar komercaviācijas GK, sadalījuma histogramma uz 100 tūkst. lidojuma stundām, par 1995-2006 g. (neizlīdzinātie - pelēka krāsa, izlīdzinātie – melna krāsa).



7.att. bojā Aizgājušu uz 10 miljoniem KF CA pārvadāto pasažieru, sadalījuma histogramma par 1995-2006 g. (neizlīdzinātie - pelēka krāsa, izlīdzinātie – melna krāsa).

Tādejādi, iegūta riska līmeņa vērtība R raksturo Krievijas CA funkcionēšanas bīstamības pakāpi šajos gados un nosaka to reitingu. Analogiskus aprēķinus var veikt aviouzņēmumiem, GK ti-piem utt. Aprēķinu rezultātus var plaši izmantot LD stāvokļa novērošanā un monitoringā un, at-tiecīgi, LD vadībā.

NOBEIGUMS

Veikta zinātniska pētījuma rezultātā ir sasniegts sekojošais:

Pamatojoties uz:

- CA LD vadības tradicionālo metožu analīzes;
- ekspluatētāju informēšanas nodrošināšanas par nepilnībām viņu darbā, izmantojot, pirm-kārt, aviokompāniju lidojumu informācijas apstrādes rezultātus, kā informācijas pamat avotu analīzes;
- starptautiskās, nacionālās un iekšējās normatīvu bāzes, LD nodrošināšanas jautājumos, analīzes;
- dažādu aviokompāniju attieksmes pret LD līmeņa vadības jautājumiem, analīzes;
- esošas GK ekspluatētāju nodrošināšanas ar informāciju tehnoloģijas, kā arī aviokompāni-ju lidojumu informācijas apstrādes rezultātu izmantošanas, kā informācijas pamatavotu, analīzes

Ir izstrādāti un piedāvāti:

- Teorētiskie un metodoloģiskie jaunas pieejas nolikumi LD nodrošināšanai aviokompāni-jā, kas pamatoti uz no nelabvēlīgo faktoru iedarbības lidojumu laikā risku vadības un uz starptautisko kvalitātes standartu ISO-9000 un SMS principiem.
- Lidojuma rezultāta riska pakāpes, apkalpes nepareizas darbības rezultātā vai negatīvo faktoru darbības rezultātā, vērtējuma integrālā metodika, kas pamatā ir negatīvo notiku-mu, grupēto pēc seku bīstamības pakāpes (Katastrofa – avārija – nopietns incidents – citi negatīvie notikumi; Katastrofālā situācija, - avārijas situācija – sarežģīta situācija lidoju-ma apstākļu sarežģīšana – bez lidojuma apstākļu sarežģīšanas), atkārtotības korelācijas koncepcija;
- Svāra koeficientu nozīmes izvēlē metodika dažādiem nelabvēlīgo notikumu grupām, pamatojoties uz ekspertu vērtējuma teorijas izmantošanu;

- Nelabvēlīgo notikumu civilā aviācijā ranžēšanas metodika ar ekspertu vērtējumu metožu izmantošanu;
- Risku skaitliskas vērtēšanas metodes.

Kopā ar CA Valsts zinātniski pētniecisko institūtu, ir veikta nelabvēlīgo notikumu ranžēšana, pēc visbiežāk sastopamo nelabvēlīgo faktoru radīšanas lidojumu laikā un veikts riska līmeņa aprēķins Krievijas civilā aviācijā CA par 1995-2006 g., kas, savukārt, līdzēja LD draudu avotu atklāšanai un profilaktisko pasākumu izstrādei turpmākām periodam (2009-2015g.).

Tādējādi, var runāt par LD stāvokļa monitoringa modeles izveidošanu, LD līmeņa vadības mērķim.

Pētījumu pamatrezultāti publicēti piecos zinātniskajos darbos, divās ziņojuma tēzēs zinātniskajās konferencēs. Izstrādātie materiāli tika publiskoti:

44. RTU Starptautiskajā konferencē 2003.,

47. RTU Studentu zinātniskajā un tehniskajā konferencē 2007.,

1. RAI Starptautiskajā zinātniskajā konference „International transport: management, technologies, safety” 2008.,

2. RAI Starptautiskajā zinātniskajā konference „International transport: management, technologies, safety” 2010.

AUTORA PUBLIKACIJAS

1. V. Shestakov, I. Petuhov Operational-Economical Flying safety Regulations System in Aircompany. Scientific proceedings of Riga Technical University transport and Engineering, Sērija 6., sējums 13., Rīga 2003., 150- 155.lpp
2. V. Shestakov, I.Petuhov, A. Pankov. Processual method lika method which helps to manage the quality of transport services Journal of business economics and management, vol IV, Nr 2, ISSN-1611-1699 North-German Academy of Informatology, 2004, 123-127
3. V. Shestakov, I. Petuhovs, A. Pankov A Processual method, the helping to manage the quality of transport servis TRANSPORT Journal of Vilnius Gediminas Tehnical University and Lithuanian Academy of Sciences, ISSN 1648-41-42, Vol XX, No 6, 2005, 232-235
4. I.Petuhovs, V.Šestakovs. Ražošanas-ekonomiskā lidojuma drošības regulēšana avio uzņēmumā. 1. Starptautiskās Zinātnes Konferences krājums. Rīgas Aeronavigācijas Institūts Rīga-2008, 20-24. lpp.
5. I.Petuhovs. Padomju Savienībā (Krievijā) ražoto gaisa kuģu tehniskās ekspluatācijas problēmas ES valstīs. 1. Starptautiskā Zinātnes Konferences krājums .Rīgas Aeronavigācijas Institūts Rīga-2008, 31-36. lpp.